

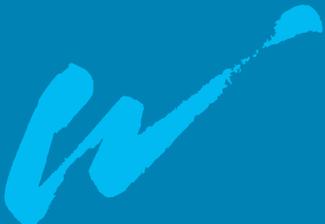


Sturzfluten- und Hochwasserereignisse Mai/Juni 2016

Wasserwirtschaftlicher Bericht



wasser





Sturzfluten- und Hochwasserereignisse Mai/Juni 2016

Wasserwirtschaftlicher Bericht

Impressum

Sturzfluten- und Hochwasserereignisse Mai/Juni 2016 – 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
Internet: www.lfu.bayern.de

Konzept/Text:

LfU, Referat 61 und 86, Abteilung 6, 7, 8 und 9

Redaktion:

LfU, Referat 61 und 12
StMUV, Abteilung 5

Bildnachweis:

Alle Bilder LfU außer:
ATELIER TOEPFER: 3-13, 3-18, 4-18
Bergwacht Bayern, Bereitschaft Penzberg: 4-23
Thomas Berndt, Huglfing: 3-9 links, Titelbild
DB Netz AG: 3-24
Deutscher Wetterdienst (Rohdaten): 1-10, 1-12, 1-16, 1-19, 1-20, 1-21, 1-23, 1-26, 2-2, 2-3, 2-5, 2-6, 2-8, 2-10, 2-12, 2-14, 2-16, 2-17, 2-19, 2-21, 2-23, 2-25, 2-26, 2-28, 2-30, 2-31, 2-33, 2-34, 2-36, 2-38, 2-40, 2-42, 2-44
EUMESAT (Rohdaten): 1-8, 1-9, 1-15
European Commission provided by CGR SpA under Copernicus EC: 3-28
Dr. Annette Freibauer, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft: 6-6, 6-7
Freiwillige Feuerwehr Flachslanden: 3-6
Freiwillige Feuerwehr Hainsbach: 3-5
Emanuel Gronau, Weilheim: 3-16
Ludwig Gschneidner, Simbach am Inn: 4-20
Heinrich (W.U.K.): 3-9 rechts
Ingenieurbüro Kokai: 4-22
Markt Jettingen-Scheppach: 5-2
Polizeipräsidium Niederbayern, Straubing: 3-7, 3-15, 3-17, 3-19, 4-14
Pressefoto Geiring: 4-17
Gerhard Reiter, Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Pfarrkirchen: 3-29, 3-30
Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Alpine Naturgefahren: 4-8, 4-10, 4-11
VERBUND Innkraftwerke GmbH: 4-12
Wasserwirtschaftsamt Ansbach: 3-8, 3-14, 4-3, 4-4, 4-5, 4-7
Wasserwirtschaftsamt Aschaffenburg: 5-4
Wasserwirtschaftsamt Deggendorf: 1-1, 3-10, 3-22, 3-25, 3-26, 4-16, 5-3
Wasserwirtschaftsamt Kempten: 6-8
Wasserwirtschaftsamt Rosenheim: 6-4, 6-5
Wasserwirtschaftsamt Weilheim: 3-3

Stand: Mai 2017

Diese Druckschrift wird kostenlos im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Sie darf weder von den Parteien noch von Wahlwerbenden oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zweck der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden. Bei publizistischer Verwertung – auch von Teilen – wird die Angabe der Quelle und Übersendung eines Belegexemplars erbeten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Die Druckschrift wird kostenlos abgegeben, jede entgeltliche Weitergabe ist untersagt. Diese Druckschrift wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Für die Inhalte fremder Internetangebote sind wir nicht verantwortlich.



BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Tel. 089 122220 oder per E-Mail unter direkt@bayern.de erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	7
1 Darstellung des Niederschlagsgeschehens	9
1.1 Wetterlagen	10
1.2 Detailliertes Niederschlagsgeschehen	16
1.3 Niederschlagsvorhersagen	27
1.4 Auswirkungen des Klimawandels auf Starkniederschläge	29
1.4.1 Bisherige Veränderungen	29
1.4.2 Zukünftige Veränderungen	30
2 Darstellung des Abflussgeschehens	31
2.1 Überblick	31
2.2 Überschreitung von Meldestufen	33
2.3 Extreme Hochwasser im chronologischem Verlauf	34
2.3.1 Neustift (Wolfach) am 13. Mai 2016	34
2.3.2 Mittel- und Unterfranken am 29./30. Mai 2016	36
2.3.3 Niederbayern am 1. Juni 2016	40
2.3.4 Oberbayern am 8./9. Juni 2016	44
2.3.5 Unterfranken am 13./14. Juni 2016	47
2.3.6 Bayerischer Wald am 25./26. Juni 2016	49
3 Auswirkungen des Hochwassers	52
3.1 Siedlungen, Gewerbe, Wirtschaft	69
3.2 Infrastruktur	71
3.2.1 Straßen und Bahnlinien	71
3.2.2 Trinkwasserversorgung	75
3.2.3 Abwasser, Kanäle	75
3.3 Staatliche Hochwasserschutzanlagen	77
3.3.1 Staatliche Wasserspeicher und Hochwasserrückhaltebecken	77
3.3.2 Linienförmige Hochwasserschutzanlagen (Deiche, Hochwasserschutzwände)	78
3.3.3 Wildbachschutzbauwerke	78
3.4 Umweltbelastungen	80
3.5 Landwirtschaft	81
4 Ausgewählte Schadensereignisse	84
4.1 Flachlanden am 29./30. Mai 2016	84
4.2 Oberzenn am 29./30. Mai 2016	86
4.3 Triftern am 1. Juni 2016	88
4.4 Simbach am Inn am 1. Juni 2016	90
4.5 Polling am 5. und 9. Juni 2016	97
5 Wie gut war Bayern vorbereitet?	99
5.1 Basis für Hochwasserrisikomanagement	99
5.1.1 Datengrundlagen	100
5.1.2 Risikodialog	101
5.2 Vermeidung von Hochwasserschäden	102

5.3	Schutzmaßnahmen gegen Hochwasser	102
5.4	Vorsorge für künftige Ereignisse	105
5.4.1	Hochwassernachrichtendienst	105
5.4.2	Wetterwarnungen des Deutschen Wetterdienstes	107
5.4.3	Technische Gewässeraufsicht und Gewässerunterhaltung	107
5.5	Ereignisbewältigung und Nachsorge	108
6	Wo will Bayern besser werden?	109
6.1	Basis für Hochwasserrisikomanagement	110
6.1.1	Datengrundlagen	110
6.1.2	Risikodialog	111
6.2	Vermeidung von Hochwasserschäden	111
6.3	Schutzmaßnahmen gegen Hochwasser	115
6.4	Vorsorge für künftige Ereignisse	116
7	Fazit und Ausblick	118
	Literatur	119
	Weitere Informationen	119

Einleitung

Das Jahr 2016 wird in Bayern als Hochwasserjahr in die Geschichte eingehen. Es reiht sich an die vergangenen Hochwasserereignisse der Jahre 1988, 1999, 2002, 2005 und 2013 an – mit einem entscheidenden Unterschied: Die Ereignisse der Jahre zuvor, wie beispielsweise das Junihochwasser 2013 an der Donau, können als große Flussgebietshochwasser bezeichnet werden. Weite Teile Bayerns waren dabei großflächig einem mehrtägigen Dauerregen ausgesetzt. Im Mai und Juni 2016 traten jedoch über Wochen verteilt viele lokal sehr begrenzte Ereignisse an unterschiedlichen Orten über nahezu ganz Bayern verteilt auf.

Bedingt durch eine außergewöhnliche Wetterlage bildeten sich kleinräumige, ortsfeste Gewitterzellen. Zudem waren die Böden teilweise schon stark durchfeuchtet. Immer wieder sorgten lokal begrenzte Starkniederschläge dafür, dass kleine Bäche ohne ausreichende Vorwarnzeit über die Ufer traten oder sich große Wassermassen auch außerhalb der Bäche sammelten und sich im Extremfall sogar zu reißenden Strömen entwickelten.

Von Starkregen spricht man, wenn große Niederschlagsmengen, meist aus konvektiver Bewölkung (Gewitter), innerhalb kurzer Zeit in einer geringen räumlichen Ausdehnung abregnen. Diese Starkregenereignisse können gerade in Gewässern mit kleinen Einzugsgebieten sehr schnell ansteigende sturzflutartige Hochwasserwellen erzeugen. Ein derartiges extremes Bachhochwasser trat zum Beispiel in Simbach am Inn (Niederbayern) auf. Darüber hinaus kann es infolge von intensiven Niederschlägen auch zur Entstehung von wild abfließendem Wasser (Oberflächenabfluss) kommen. Die Überflutung stammt bei dieser Hochwasserart nicht aus einem über die Ufer getretenen Fluss oder Bach, sondern entsteht auf der Erdoberfläche auch fern der bekannten Gewässer. Der Begriff Sturzflut, der im Zuge der Ereignisse im Mai und Juni 2016 verstärkt in den Fokus der Medien rückte, beschreibt schnell und stark ansteigende, flutwellenartige Gewässerabflüsse, die auch in Kombination mit wild abfließendem Wasser auftreten können. Sturzfluten und Oberflächenabfluss infolge extremer Starkregenereignisse sind in Bayern aber nicht neu, wie das Beispiel aus Baiersdorf (Mittelfranken) aus dem Jahr 2007 zeigt.

Die Ereignisse 2016 verursachten in Bayern enorme Schäden an Sachwerten, obwohl sie nur sehr lokal begrenzt auftraten. Besonders tragisch ist, dass auch sieben Menschen ums Leben kamen. Sie wurden von den rasch auftretenden Wassermassen und deren Heftigkeit überrascht.

Der vorliegende Bericht beinhaltet nur die Ereignisse, die der Wasserwirtschaftsverwaltung bekannt geworden sind und die im Zeitraum vom 12. Mai bis 26. Juni 2016 im Rahmen einer besonderen und vergleichbaren bayerischen Gesamtwetterlage stattgefunden haben. Aufgrund des lokalen Charakters der Starkniederschlagsereignisse traten die Abflüsse nur in den wenigsten Fällen (Simbach am Inn und Triftern) an Messeinrichtungen der Flüsse (Pegel) auf. Entsprechend repräsentieren die Pegelwerte im Kapitel Hydrologie nicht das Ausmaß und die Betroffenheit der Landkreise und Gemeinden. Insbesondere bieten die Jährlichkeiten der gemessenen Abflüsse an den Pegeln keinen Anhaltspunkt für die Jährlichkeit der Ereignisse an den Schadensorten.

Es wird schnell deutlich, dass eine differenzierte Betrachtung der Ereignisse notwendig ist. Insbesondere das Ereignis am Simbach am Inn übersteigt in seinem Ausmaß jegliche Möglichkeit seriöser Vorhersage. Dieses und weitere Beispiele zeigen die Endlichkeit von staatlichem beziehungsweise technischem Hochwasserschutz und die Erfordernis eines integralen Hochwasserrisikomanagements unter Einbeziehung aller Beteiligten.

Auch außerhalb des Berichtszeitraums haben sich weitere heftige Unwetter mit gravierenden Folgen im Jahr 2016 ereignet. Beispielhaft sei hier das Hochwasser am 23./24. Juli 2016 erwähnt, das erhebliche Schäden in Teilen des Stadtgebiets von Passau angerichtet hat (Abb. 1-1). Da diese Unwetter nicht mehr in der intensivsten Schadensperiode, einer vergleichbaren Großwetterlage zwischen Mitte Mai und Ende Juni, stattgefunden haben, werden sie nicht in den Bericht einbezogen.



Abb. 1-1: Ereignis am Haibach in Passau am 23./24. Juli 2016

Im Zeitraum Mai/Juni 2016 fanden ähnliche Ereignisse auch außerhalb Bayerns statt. So waren in Baden-Württemberg die Ortschaften Braunsbach und Schwäbisch-Gmünd von extremen Überflutungen besonders betroffen. Auch hier waren Todesfälle zu beklagen. Darüber hinaus wurden aus zahlreichen anderen europäischen Ländern, wie zum Beispiel Frankreich oder der Schweiz, schwere Unwetter bekannt.

Ziel des vorliegenden Berichts ist es, die Ereignisse des vergangenen Jahres zu dokumentieren und zu analysieren. Der Bericht dient als Basis für zukünftige Strategien im Sinne des Hochwasserrisikomanagements.

Hinweis: Alle Uhrzeiten im Bericht sind, wenn nicht anders vermerkt, grundsätzlich in Mitteleuropäischer Sommerzeit (MESZ) angegeben.

1 Darstellung des Niederschlagsgeschehens

Im Zeitraum 12. Mai bis 26. Juni 2016 traten immer wieder herausragende Niederschlagsereignisse auf, die in unterschiedlichen Zeit- und Raumskalen wirksam wurden und zum Teil massive Schäden verursachten. Das Spektrum reichte von lokalen, kurzzeitigen Starkregenfällen (Minuten- bis Stundenbereich mit Auswirkungen auf einzelne Gemeindeteile) bis hin zu ergiebigem Dauerregen (14-stündig mit überregionalem Hochwasser). Besonders niederschlagsreich fiel dabei die vierwöchige Periode vom 27. Mai bis zum 26. Juni 2016 aus. In Schwaben und Oberbayern erreichten die Niederschlagssummen gebietsweise über 300 Millimeter. Dies zeigt die Radaranalyse des vierwöchigen Zeitraums (Abb. 1-2) und dies belegen auch die gemessenen Bodenniederschläge.

So fielen im Zeitraum 27. Mai bis 25. Juni 2016 bei der Station Balderschwang (Landkreis Oberallgäu) 366 Millimeter (141 Prozent vom Mittel 1961 bis 1990) und am Hohenpeißenberg (Landkreis Weilheim-Schongau) 337 Millimeter (197 Prozent vom Mittel 1961 bis 1990). Neben den Absolutwerten dieser 30-tägigen Niederschlagsperiode sind vor allem die extremen Niederschlagsabwei-

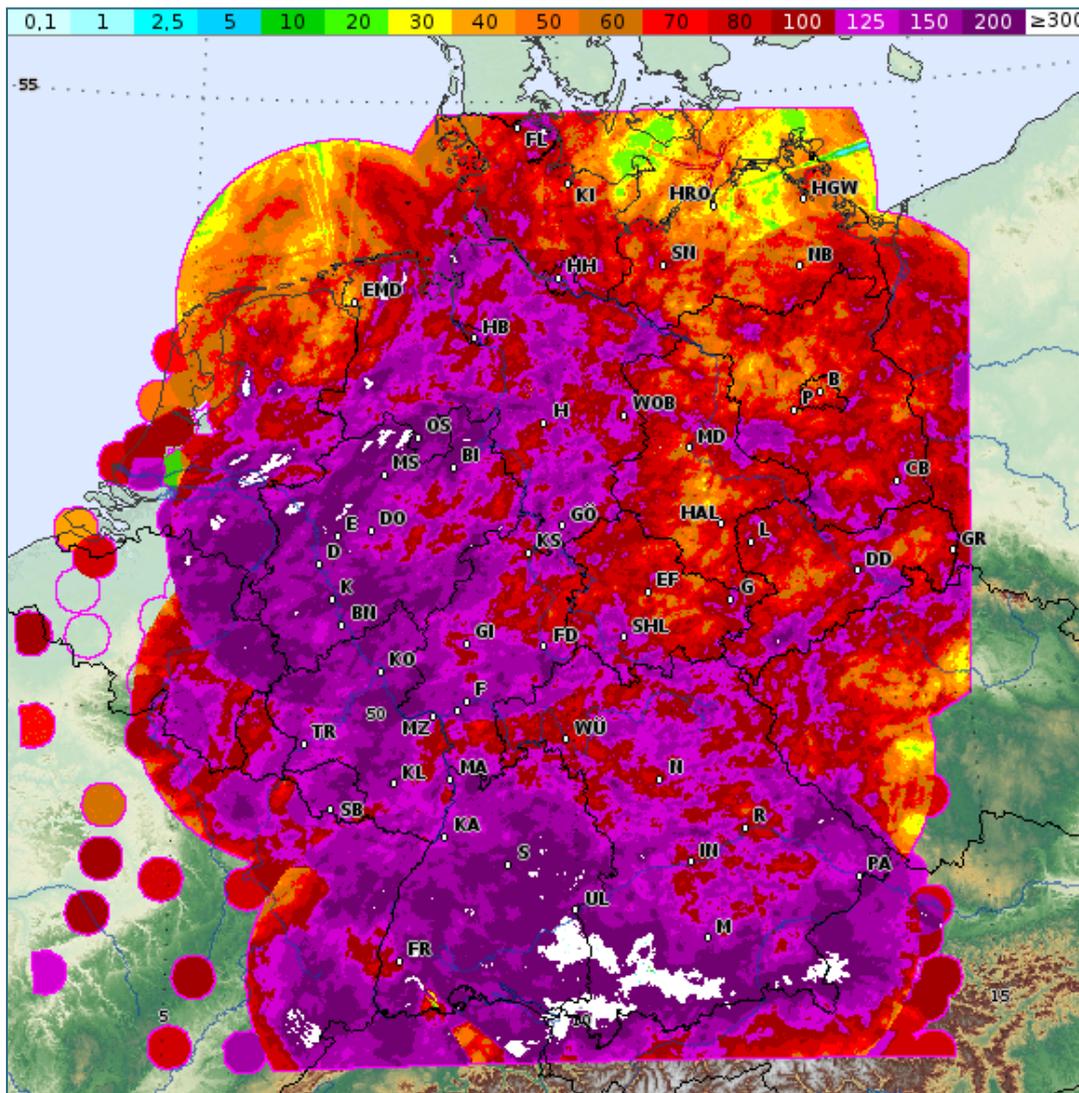


Abb. 1-2: Aufsummierte Radarniederschläge [mm] für den 30-Tage-Zeitraum vom 27. Mai bis 25. Juni 2016 (Radolanprodukt W4, © 2016 Deutscher Wetterdienst, Geographiedaten: © BKG)

chungen vom langjährigen Mittel von Interesse, die mehr als 200 Prozent betragen und als **markant zu nass** bezeichnet werden. Mehr als das Doppelte des langjährigen Niederschlagsmittels (1961 bis 1990) wurde gebietsweise in der Oberpfalz, in Oberfranken, in Niederbayern, in Mittelfranken und in Unterfranken registriert. Dies belegen die nachfolgenden Stationswerte aus diesem Zeitraum:

- Neukirchen bei Hl. Blut, Landkreis Cham:
198 Millimeter (250 Prozent vom Mittel 1961 bis 1990),
- Lautertal-Oberlauter, Landkreis Coburg:
185 Millimeter (226 Prozent vom Mittel),
- Grainet-Rehberg, Landkreis Freyung-Grafenau:
241 Millimeter (216 Prozent vom Mittel),
- Weihenzell-Grüb, Landkreis Ansbach:
168 Millimeter (214 Prozent vom Mittel) und
- Oberaurach-Fatschenbrunn, Landkreis Haßberge:
175 Millimeter (207 Prozent vom Mittel).

Die Witterung wird im nachfolgenden Abschnitt anhand der maßgeblichen Wetterlagen analysiert, um das unterschiedliche Niederschlagsgeschehen besser verstehen zu können.

1.1 Wetterlagen

Im Folgenden werden nur diejenigen Wetterlagen des Berichtszeitraums (12. Mai bis 26. Juni 2016) näher beschrieben, die in Bayern ergiebige Starkniederschläge verursachten.

Tiefdruckrinne über Mitteleuropa: 12. bis 14. Mai 2016

Vom 12. bis 14. Mai verlagerte sich ein Höhentief vom West- zum Ostalpenraum und am Boden erstreckte sich eine Tiefdruckrinne, mit dem eingelagerten Bodentief „Yekaterina“, von Frankreich her über den Donaauraum nach Ungarn. Im Bereich der Frontalzone und in der labil geschichteten Atmosphäre kam es zu Hebungsprozessen, die Starkregenfälle und teils kräftige Gewitter auslösten.

Großwetterlage Tief Mitteleuropa (TM): 28. Mai bis 5. Juni 2016

Die Beschreibung der atmosphärischen Zirkulationsmuster erfolgt anhand von Großwetterlagen (GWL), wobei hier die subjektive Großwetterlagenklassifikation nach HESS und BREZOWSKY (1977) verwendet wird. Diese Einstufungen werden beim Deutschen Wetterdienst (DWD) in der Synoptik verwendet und liegen außerdem auch zu historischen Wetterlagen vor.

Vom 28. Mai bis zum 5. Juni verlagerte sich ein Höhentief von Nordwest- nach Mitteleuropa. Das Höhentief wurde zunehmend von Hochdruckzonen umgeben und im weiteren Verlauf abgeschnürt, wodurch sich ein isoliertes, sehr ausgedehntes Höhentief über Mitteleuropa bildete. Die Abbildungen 1-3 und 1-4 belegen, dass die Tiefdruckzentren in diesem Zeitraum sowohl in der Höhe, als auch am Boden beständig über Mitteleuropa lagen und sich ein abgeschlossener Tiefdruckkern (geschlossene Isolinie in der Höhenkarte) über weite Teile Zentraleuropas erstreckte. Diese Wetter-situation wird als Großwetterlage „Tief Mitteleuropa“ (GWL TM) bezeichnet. In der untersten Atmosphärenschicht entstanden die Bodentiefdruckgebiete „Elvira“ sowie „Friedericke“, die gebiets- und zeitweise konvektive, unwetterartige Starkregenfälle verursachten.

Die Großwetterlage „Tief Mitteleuropa“ trat im Jahr 2013 nahezu im gleichen Zeitbereich, von Ende Mai bis Anfang Juni auf (29. Mai bis 2. Juni 2013). In dem wasserwirtschaftlichen Bericht „[Junihochwasser 2013](#)“ wurden die maßgeblichen Luftdruckstrukturen in analoger Weise aufbereitet und der Vergleich zeigt, dass die Tiefdruckzentren beim Mai/Juni 2016-Ereignis um bis zu 400 Kilometer weiter westlich lagen. Die östlichere Lage der Tiefs im Mai/Juni 2013 führte damals zu einer Strömungssituation mit zusätzlicher Niederschlagsintensivierung durch orographische Hebung in den Staulagen der Mittelgebirge und Nordalpen.

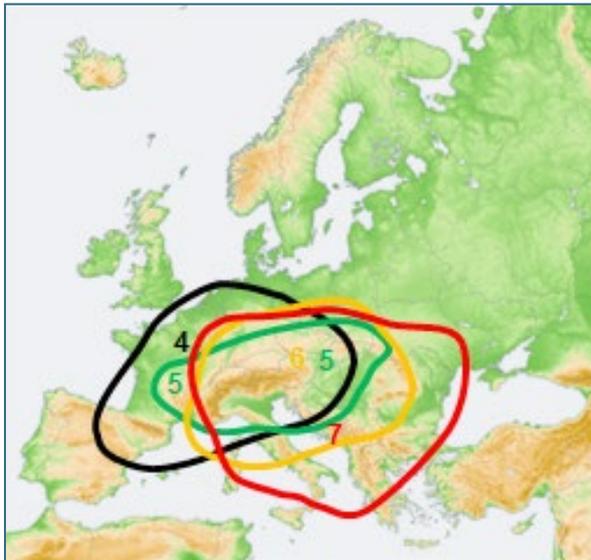


Abb. 1-3: Luftdruckstrukturen in 5,5 Kilometer Höhe – Tiefdruckzentren mit Isolinie 568 gpdm (geopotentielle Dekameter) in ihrer Abfolge
4: 31. Mai, **5:** 1. Juni, **6:** 2. Juni, **7:** 3. Juni 2016



Abb. 1-4: Position der Bodentiefdruckkerne – Tief Elvira: **1:** 28. Mai, **2:** 29. Mai, **3:** 30. Mai, **4:** 31. Mai, **5a:** 1. Juni 2016; Tief Friedericke: **5b:** 1. Juni, **6:** 2. Juni, **7:** 3. Juni, **8:** 4. Juni, **9:** 5. Juni 2016

Anhand der Niederschlagssummenkurven der Station Hohenpeißenberg (Abb. 1-5) lassen sich die Unterschiede im Niederschlagsgeschehen exemplarisch aufzeigen. Im Mai/Juni 2013 brachte diese Großwetterlage tagelangen Dauerregen, während im Mai/Juni 2016 einzelne, kurze und extreme Starkregenfälle den Zeitraum prägten.

Die Großwetterlage „Tief Mitteleuropa“ im Mai/Juni 2016 war im Vergleich zu 2013 wesentlich gradientschwächer, das heißt bei nur geringen horizontalen Luftdruckunterschieden gab es kaum Luftmassenverlagerungen und die Schauerzellen blieben lange ortsfest. So betrug beispielsweise der Luftdruckgradient zwischen Paris und Prag am Starkniederschlagstag 1. Juni 2016 um 13:00 Uhr (MEZ) 7,5 Hektopascal auf 900 Kilometer, am Starkniederschlagstag 2. Juni 2013 um 13:00 Uhr (MEZ) 13,5 Hektopascal auf 900 Kilometer.

Durch die das „Tief Mitteleuropa“ umgebenden, blockierenden Hochdruckgebiete blieb die Großwetterlage „Tief Mitteleuropa“ im Frühsommer 2016 außergewöhnlich lange persistent. Dies verdeutlicht die Abbildung 1-6, bei der die Großwetterlage „Tief Mitteleuropa“ der Jahre 1881 bis 2016 ausgewertet wurde.

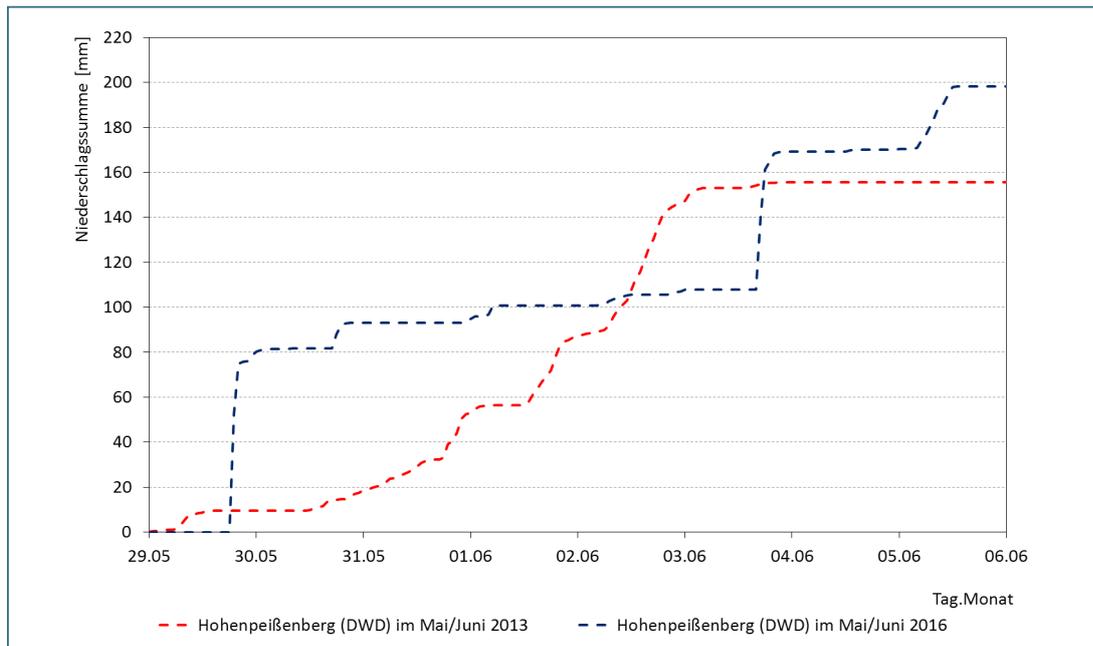


Abb. 1-5: Niederschlagssummenkurven der Station Hohenpeißenberg (Betreiber Deutscher Wetterdienst) im Zeitraum 29. Mai bis 5. Juni für die Vergleichsjahre 2013 und 2016

Die siebentägige Andauer der Großwetterlage „Tief Mitteleuropa“ im Mai/Juni 2016 stellt ein herausragendes Ereignis in dem 136-jährigen Analysezeitraum dar. Andauern von mindestens sieben Tagen, finden sich nur in sechs Jahren der langjährigen Reihe. Die längste Andauer mit elf Tagen trat im Mai/Juni 1984 auf, im Mai/Juni 2013 hielt sich diese Großwetterlage fünf Tage lang.

Ein bestimmender Faktor für mögliche Niederschläge ist der Wasserdampfgehalt der Atmosphäre. In der Thermodynamik gilt: Je wärmer die Luftmasse ist, desto mehr Wasserdampf kann diese aufnehmen (Clausius-Clapeyron-Gleichung). Die Luftmassenverhältnisse und die vertikale Schichtung der Troposphäre zeigten während der Großwetterlage „Tief Mitteleuropa“ Mai/Juni 2016 große Unterschiede zu der Großwetterlage „Tief Mitteleuropa“ Mai/Juni 2013.

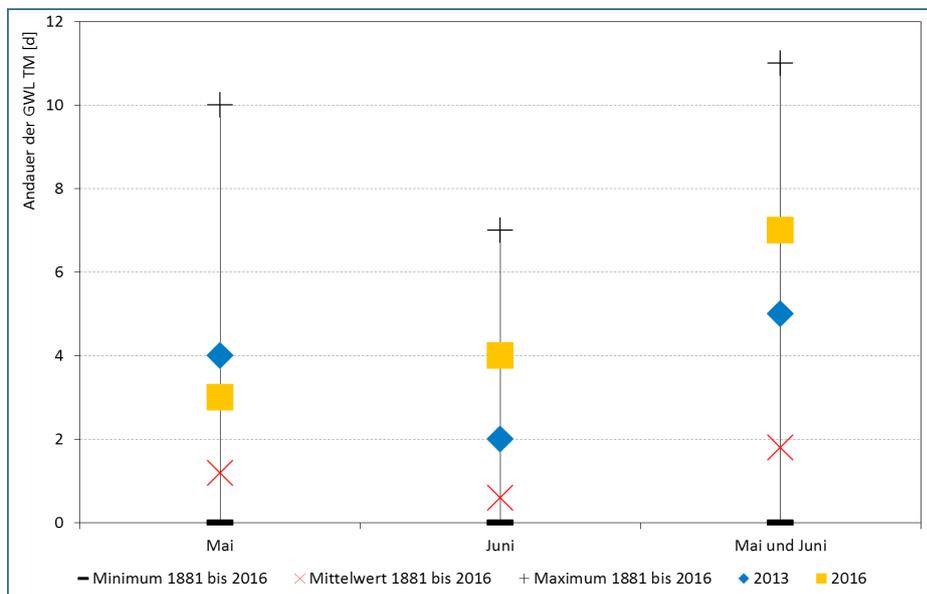


Abb. 1-6: Spannweiten-diagramm zur Andauer der Großwetterlage „Tief Mitteleuropa“ (GWL TM) im Zeitraum Mai, Juni sowie Mai und Juni

In Abbildung 1-7 wird der thermodynamische Zustand der Atmosphärenschi­chtung anhand der Ballonaufstiege (sogenannte Radiosonden-Messungen) von der DWD-Station München-Oberschleißheim dargestellt. Der Radiosondenaufstieg vom 29. Mai 2016 zeigt die höheren bodennahen Luftmassentemperaturen um 24 °C (1. Juni 2013: um 15 °C) sowie eine feuchtlabile Schichtung bis zur Wolkenobergrenze in etwa elf Kilometer Höhe. Ein Indiz für die starken Gewitter am 29. Mai 2016 sind die hohen Werte der maximal verfügbare potenziellen Energie für Konvektion (CAPE = 1359 J/kg) sowie der negative Schichtungsindex LIFT (Maß für die Labilität der Schichtung, LIFT = -4.4). In der Vertikalsondierung vom 1. Juni 2013 hat nur ein niedriger Atmosphärenbereich eine feuchtlabile Schichtung (Wolkenobergrenze 1. Juni 2013: um drei Kilometer).

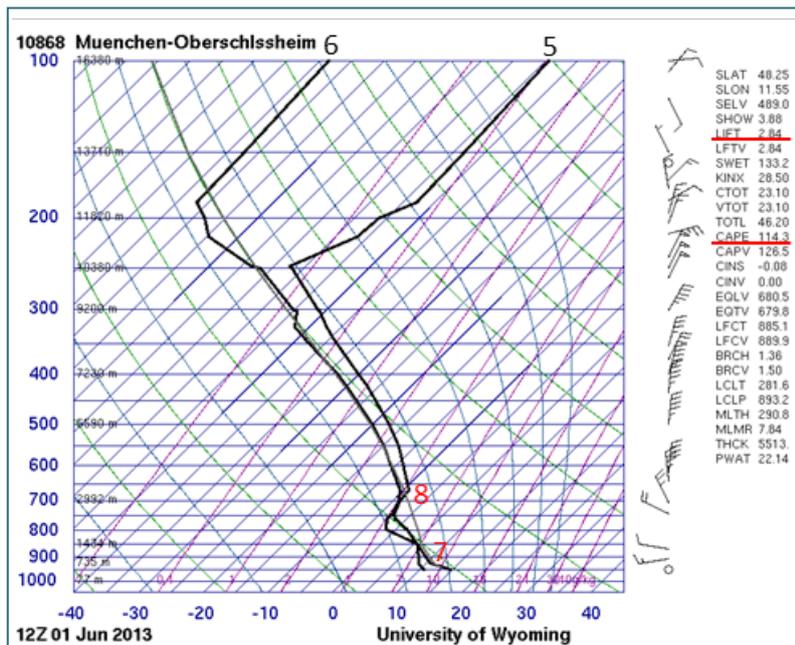
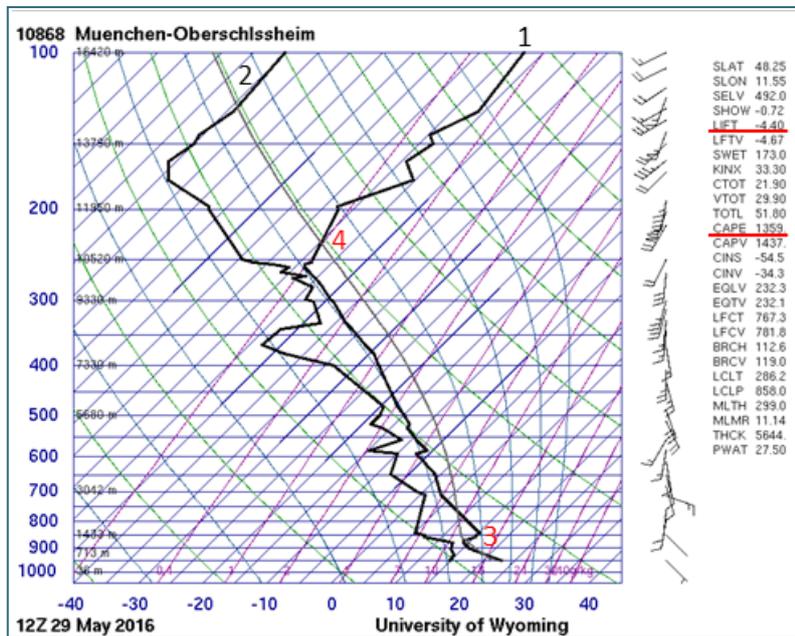


Abb. 1-7: Zustandskurvenvergleich der Atmosphäre anhand der Radiosondenaufstiege bei der aerologischen DWD-Station München-Oberschleißheim (Grafiken: Internet University of Wyoming; Erläuterungsziffern 1 bis 8, rot (Punkte) und schwarz (Kurven): LfU)

Oben: 29. Mai 2016, 12:00 UTC:

- 1 Kurve der Lufttemperatur,
- 2 Kurve der Taupunkttemperatur,
- 3 Höhe des Konvektionskondensationsniveaus,
- 4 Höhe der Wolkenobergrenze;

Unten: 1. Juni 2013, 12:00 UTC:

- 5 Kurve der Lufttemperatur,
- 6 Kurve der Taupunkttemperatur,
- 7 Höhe des Konvektionskondensationsniveaus,
- 8 Höhe der Wolkenobergrenze.

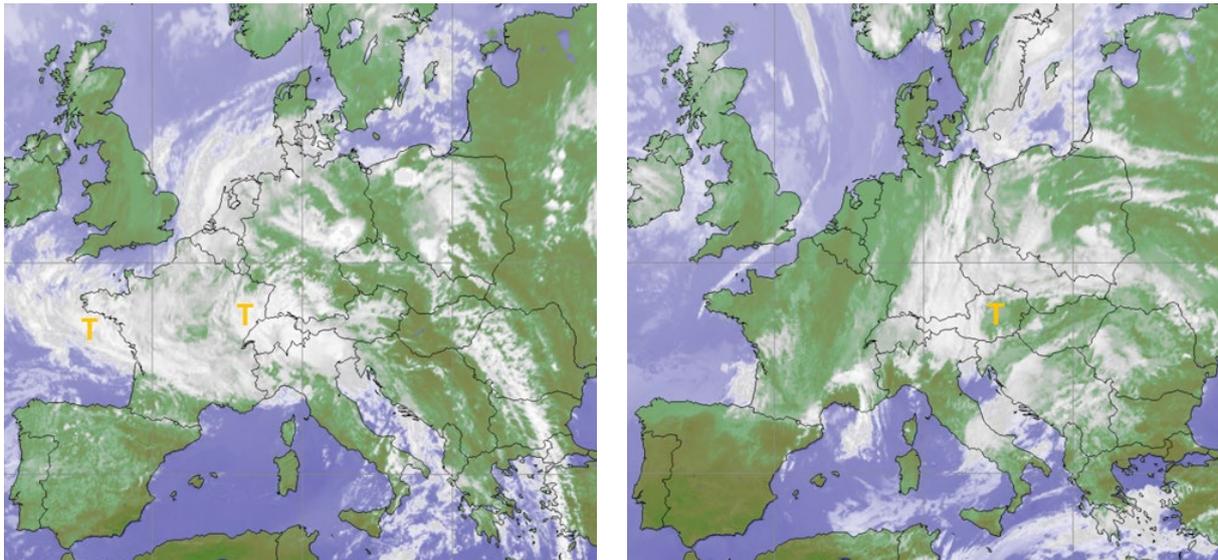


Abb. 1-8: Infrarot-Satellitenbilder (hellweiße Farben zeigen besonders hoch reichende Wolken) – links: 29. Mai 2016, 12:00 UTC, rechts: 1. Juni 2013, 12:00 UTC.

Die unterschiedlichen mitteleuropäischen Atmosphärenverhältnisse veranschaulichen auch die Satellitenbilder der Abbildung 1-8, die im Zeitstempel den gezeigten Radiosondenaufstiegen entsprechen. Am 29. Mai 2016 zeigte sich im Bereich des Tiefkerns von „Elvira“ hoch reichende Bewölkung, zum Teil als einzelne Wolkenballen, die unwetterartige Schauer und Gewitter verursachten. Im Gegensatz dazu steht die nahezu geschlossene Wolkendecke an der Westflanke von Tief „Frederik“ im Juni 2013, die Dauerregenfälle mit einer Niederschlagsverstärkung in den Staulagen der Alpen brachte.

Während der gesamten Großwetterlage „Tief Mitteleuropa“ vom 28. Mai bis zum 5. Juni 2016 waren die konvektiven Schauerzellen niederschlagsmaßgebend. Am 5. Juni 2016 hatte sich das Höhentief nach Osteuropa verlagert, aber über Bayern lag weiterhin die feuchte Warmluft. Vom 6. bis 8. Juni kam es bei zeitweiligem, schwachem Bodentiefdruckeinfluss zu Hebung mit konvektiven Schauerzellen. An den beiden Folgetagen, 9. bis 10. Juni, sorgte ein kleinräumiges Höhentief über dem Alpenraum für weitere Regenfälle in Südbayern.

Vom 11. bis 14. Juni herrschte eine zonale Zirkulationsform, wobei mehrere Tiefausläufer in einer westlichen Strömung Mitteleuropa überquerten (13. Juni: Frontensysteme Tief „Ines“). Anschließend folgte eine meridionale Strömungssituation als sich vom 15. bis 17. Juni in der Höhe ein Tiefdrucksystem über Westeuropa ausbildete („Trog Westeuropa“, [GWL TRW](#)). Am Boden entstand über Südfrankreich das Tief „Karin“, das sich im weiteren Verlauf an den Alpen entlang nach Tschechien verlagerte. Die Luftmassenzirkulation um das Tief herum führte dabei am 17. Juni feuchte, warme Luft aus Südosteuropa gegen kühlere Luftmassen über Deutschland (Abb. 1-9).

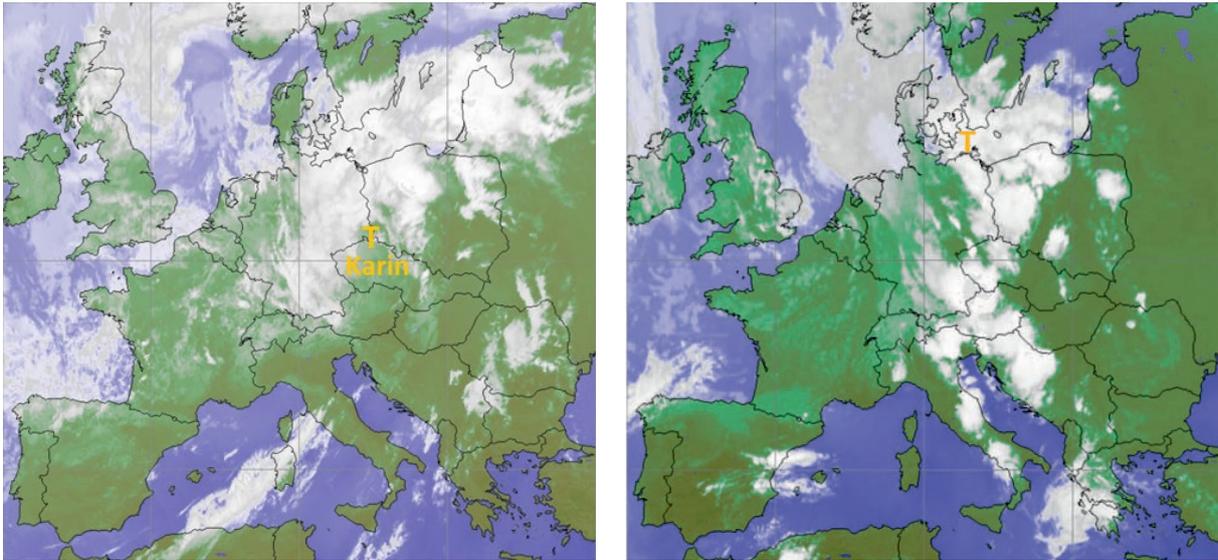


Abb. 1-9: Infrarot-Satellitenbilder zu den Zeitpunkten hoher Niederschlagsintensitäten – links: 17. Juni 2016, 08:00 UTC Bayern in der Westflanke von Tief „Karin“, rechts: 25. Juni 2016, 18:00 UTC, Gewittercluster über dem Bayerischen Wald.

An der Westflanke des Tiefs regnete es länger anhaltend mit Niederschlagsschwerpunkten in Oberfranken und dem Oberallgäu.

Das Tiefdrucksystem über Westeuropa verlagerte sich in der Folge ostwärts und wurde ab dem 18. Juni zur **Großwetterlage „Trog Mitteleuropa“ (TRM)**. Die Luftdruckgegensätze wurden geringer und das Höhentief zog nach Mittelitalien ab, bescherte aber vor allem Südbayern noch weitere Niederschlagstage bis zum 20. Juni 2016 als in den übrigen Landesteilen schon trockenes Hochdruckwetter (Hoch „Wolfgang“) herrschte.

Großwetterlage „Trog Westeuropa“ (TRW): 24. bis 26. Juni 2016

Vom 24. bis 26. Juni 2016 entstand über Westeuropa erneut ein Höhentrog (GWL TRW), der mit südwestlicher Strömung subtropische Warmluft nach Bayern lenkte. Am 25. Juni überquerte die Kaltfront des Ostseetiefs „Neele/Marine“ Bayern ostwärts und dabei traf nordatlantische Subpolarluft auf südeuropäische Subtropikluft. Dabei traten Unwetter durch schwere Gewitter auf, die insbesondere über dem Bayerischen Wald extrem ausfielen (siehe Wolkencluster der Abbildung 1-9).

1.2 Detailliertes Niederschlagsgeschehen

Da die Starkregenereignisse des Sommers 2016 sehr stark konvektiv geprägt waren und dadurch oft lokal eng begrenzt auftraten, werden für die Niederschlagsanalyse im Folgenden hauptsächlich die Radarniederschläge des Deutschen Wetterdienstes herangezogen, die mit Bodenniederschlägen angeeicht wurden und als Produkt RADOLAN SF (Tagesniederschläge) oder RADOLAN RW (Stundenniederschläge) vorliegen (Auflösung: 1 Kilometer Raster in 1 Stunde Diskretisierung).

Die ersten Starkniederschläge im Berichtszeitraum traten am 12. und 13. Mai 2016 auf und das Band mit den stärksten Niederschlägen erstreckte sich vom Bodenseeraum über das südliche Donauvorland bis nach Oberösterreich. Das Niederschlagsmuster der nachfolgenden Abbildung 1-10 gibt die Lage der Tiefdruckrinne mit dem eingelagerten Tief „Yekaterina“ wieder. Durch die Drehrichtung des Tiefs beeinflusst, gelangten am 12. Mai nachmittags gewittrige Starkregenfälle aus südlichen und am 13. Mai nachmittags aus nordöstlichen Richtungen in den Großraum Passau. Die Lufttemperaturen erreichten am 12. Mai Höchstwerte um 21 °C und am 13. Mai Maxima um 17 °C.

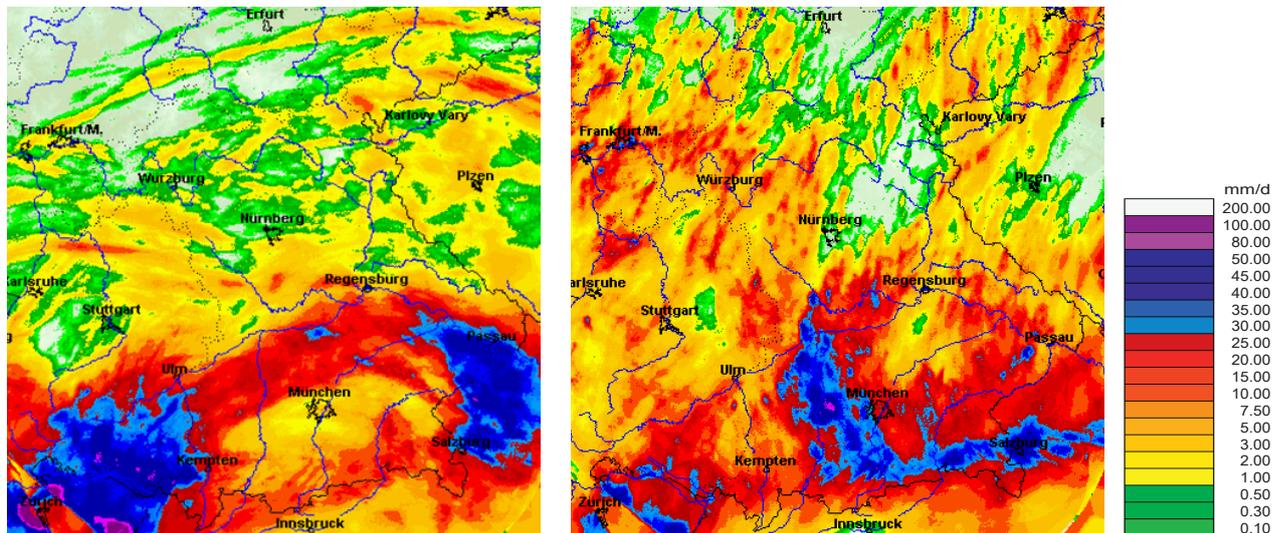


Abb. 1-10: Radar-Tagesniederschläge [mm/d]: links 12. Mai 2016, rechts 13. Mai 2016

Abbildung 1-11 zeigt, dass die lokal ergiebigen Niederschläge nicht von den Bodenniederschlagsstationen erfasst wurden. Die Station Aldersbach der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) und die Messstelle Fürstenzell vom Deutschen Wetterdienst liegen 19 Kilometer auseinander und konnten das dazwischenliegende Starkregenereignis im Raum Ortenburg (Landkreis Passau) am 13. Mai (Nr. 45 in Abbildung 3-1, Kapitel 3) nicht registrieren. Im Folgenden werden die Radar-Niederschlagssummenkurven als durchgezogene Linien und die Bodenstationswerte gestrichelt dargestellt, um die Interpretation der Niederschlagsverläufe zu erleichtern.

Die maximale Jährlichkeit (Analyse gemäß DWD KOSTRA 2000) für das Starkregenereignis am 12. Mai beträgt bei der Station Fürstenzell circa 20 Jahre (51 Millimeter in vier Stunden), aber für die Radarniederschläge ergeben sich deutlich höhere Jährlichkeiten (24-Stunden-Radarniederschlag: Jährlichkeit 50 bis 100 Jahre).

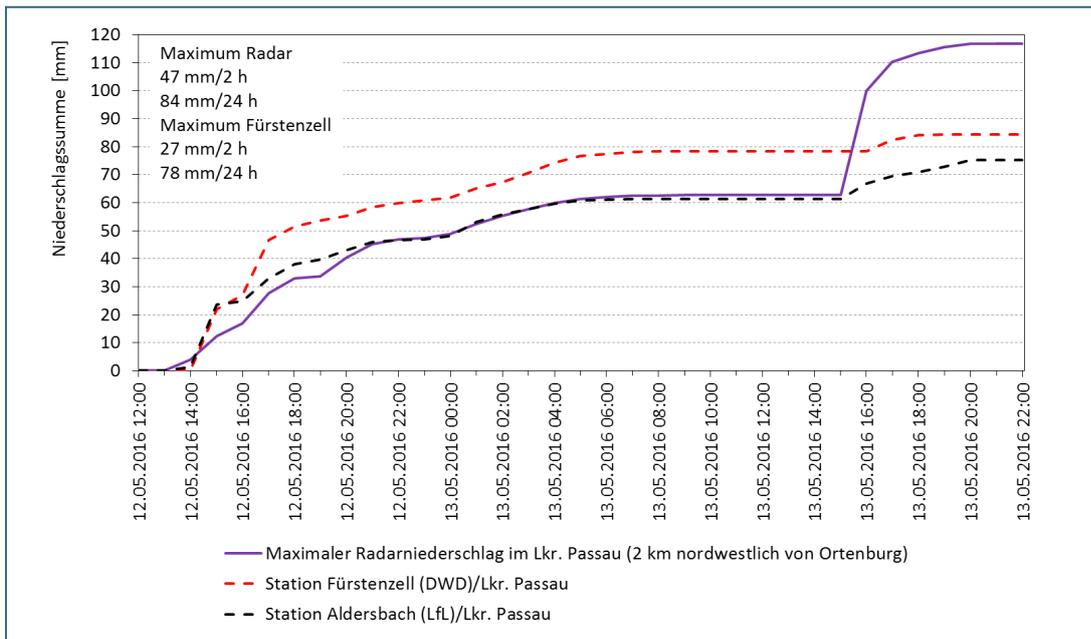


Abb. 1-11: Niederschlagssummenkurven aus dem Zeitraum 12. bis 13. Mai 2016 im Landkreis Passau (Zeitangaben: Mitteleuropäische Zeit MEZ)

Am 28. und 29. Mai gelangte mit südsüdwestlicher Strömung subtropische Luft nach Bayern und die Höchsttemperaturen der Luft stiegen verbreitet auf über 25 °C (zum Beispiel Regensburg: 28,1 °C am 29. Mai). Zunächst befand sich Bayern im Warmsektor des Bodentiefs „Elvira“ und in der labil geschichteten subtropischen Luftmasse entwickelten sich hoch reichende Schauerwolken. Am Nordrand des Tiefs, über der Rhön, traten am 28. Mai erste starke Gewitter auf. Die Station Ostheim vor der Rhön (Landkreis Rhön-Grabfeld) verzeichnete zum Beispiel am 28. Mai einen Tagesniederschlag von 50 Millimetern (27 Millimeter in zwei Stunden, Jährlichkeit zwei bis fünf Jahre). Schadensereignisse wurden auch im Landkreis Regensburg festgestellt (Nr. 15 und 16 in Abbildung 3-1). Vom 29. auf den 30. Mai verlagerte sich das Tief von Frankreich nach Mitteldeutschland und überregnete das westliche Bayern großflächig. Vielerorts kam es zu unwetterartigen Starkregenfällen (siehe Niederschlagsschwerpunkte Abb. 1-12).

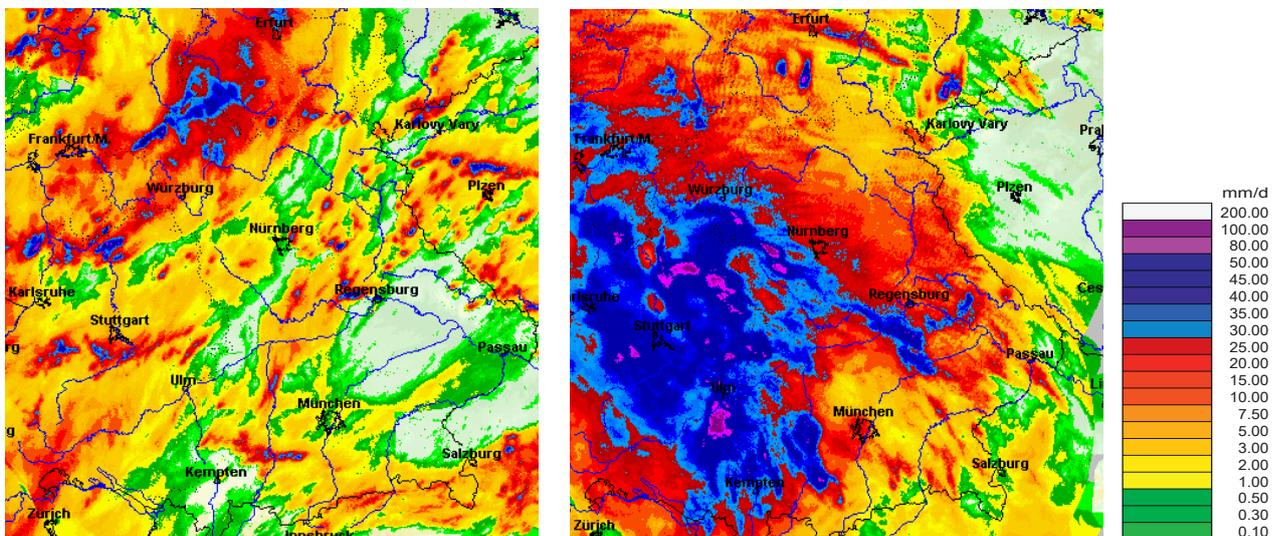


Abb. 1-12: Radar-Tagesniederschläge [mm/d]: links 28. Mai 2016, rechts 29. Mai 2016

Die Radarniederschlagssummenkurven der Abbildung 1-13 verdeutlichen sehr gut die Zugbahn des Niederschlagsgebietes am 29. Mai. Von 14:00 bis 16:00 Uhr MEZ (Mittleuropäische Zeit) regnete es zunächst in den westlichen Landesteilen des südlichen Donauvorlands, anschließend (ab circa 17:00 Uhr MEZ) gab es auch gewittrige Starkregenfälle im westlichen Mittelfranken und in Südostbayern. Anschließend verlagerte sich die Überregnung nach Nordbayern (siehe Wolkencluster Abb. 1-15) und um circa 22:00 Uhr MEZ lag der Schwerpunkt entlang der Linie Unterfranken bis Oberpfalz. Als Ergänzung sind Abbildung 1-14 die herausragenden Stationsmessungen aus diesem Zeitraum dargestellt, die allerdings in ihren Summenwerten die Radarspitzenwerte nicht erreichen (fehlende Messnetzdichte).

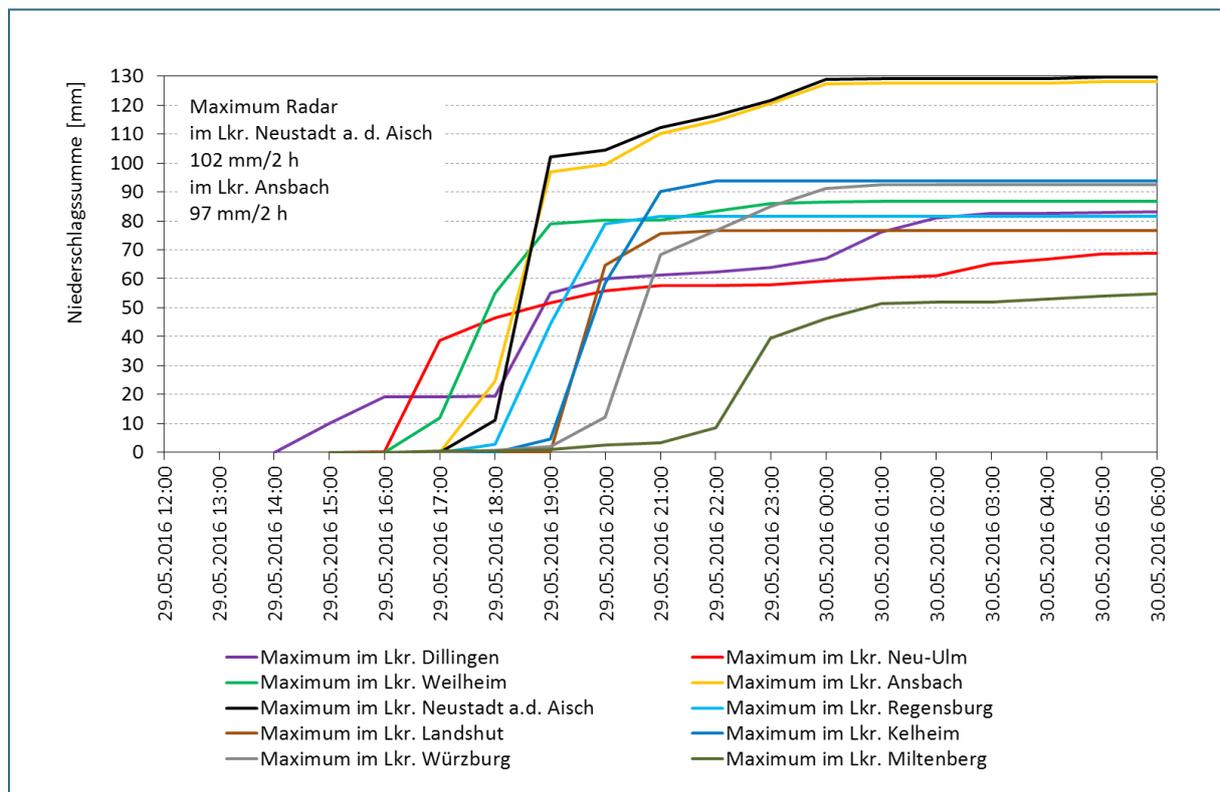


Abb. 1-13: Maximale Radar-Niederschlagssummenkurven aus dem Zeitraum 29. bis 30. Mai 2016 in den am stärksten betroffenen Landkreisen (Zeitangaben: MEZ)

Am Morgen des 30. Mai war das Niederschlagsgebiet nach Mitteldeutschland weitergezogen. Die größten Niederschlagsintensitäten traten im Zeitraum von zwei bis vier Stunden auf und erreichten sehr unterschiedliche Jährlichkeiten (von circa 10 bis deutlich seltener als 100 Jahren) in den Landkreisen Würzburg, Ansbach, Neustadt an der Aisch-Bad Windsheim, Regensburg, Landshut sowie Kelheim. Dies war in erster Linie davon abhängig, wie ortsstabil die gewittrigen Schauerzellen waren. Schadensereignisse wurden in folgenden Landkreisen verzeichnet (siehe Abb. 3-1): Miltenberg (Nr. 1, 2), Würzburg (Nr. 3, 4) Ansbach und Neustadt an der Aisch-Bad Windsheim (Nr. 13, 14), Donau-Ries (Nr. 20, 21, 22), Neu-Ulm (Nr. 23), Günzburg (Nr. 24, 25, 26), Dillingen (Nr. 27), Aichach-Friedberg (Nr. 30), Kelheim (Nr. 33, 34), Landshut (Nr. 35, 36), Dingolfing-Landau (Nr. 37), Deggendorf (Nr. 43) und Weilheim-Schongau (Nr. 54).

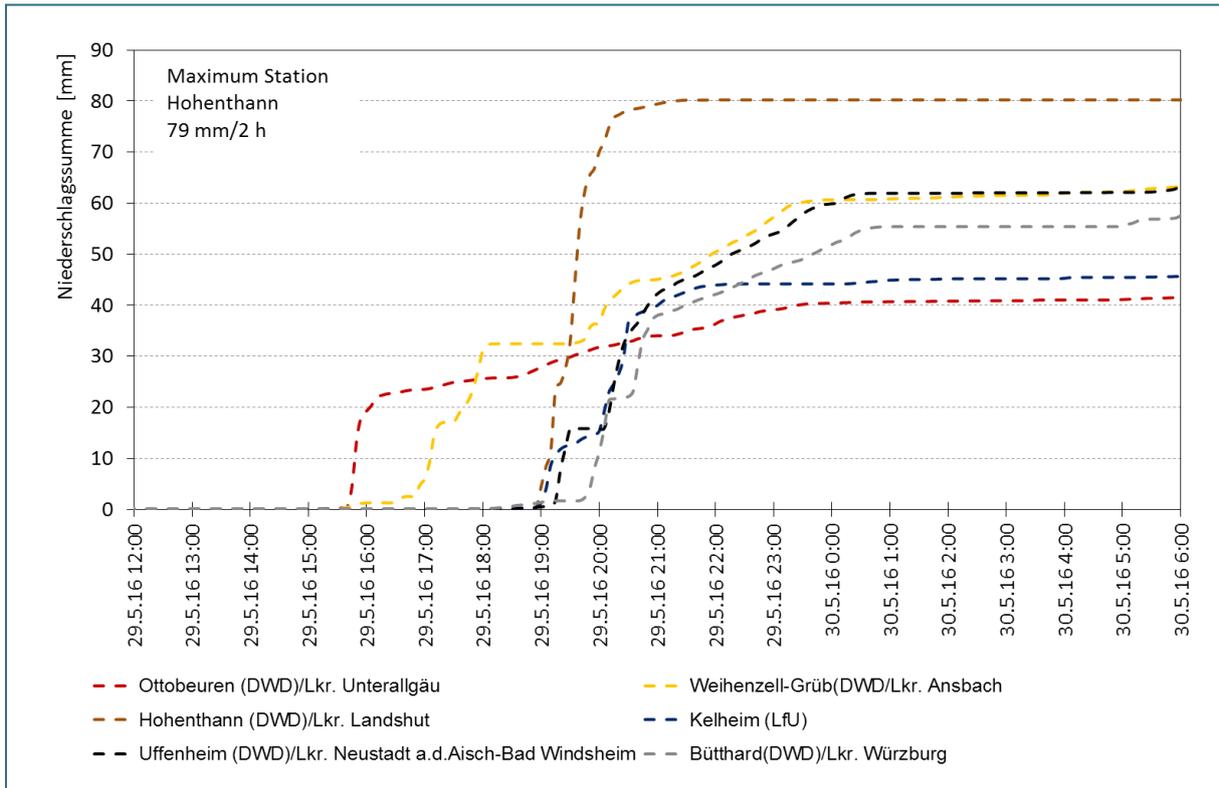


Abb. 1-14: Maximale Stations-Niederschlagssummenkurven aus dem Zeitraum 29. bis 30. Mai 2016 in den am stärksten betroffenen Landkreisen (Zeitangaben: MEZ)

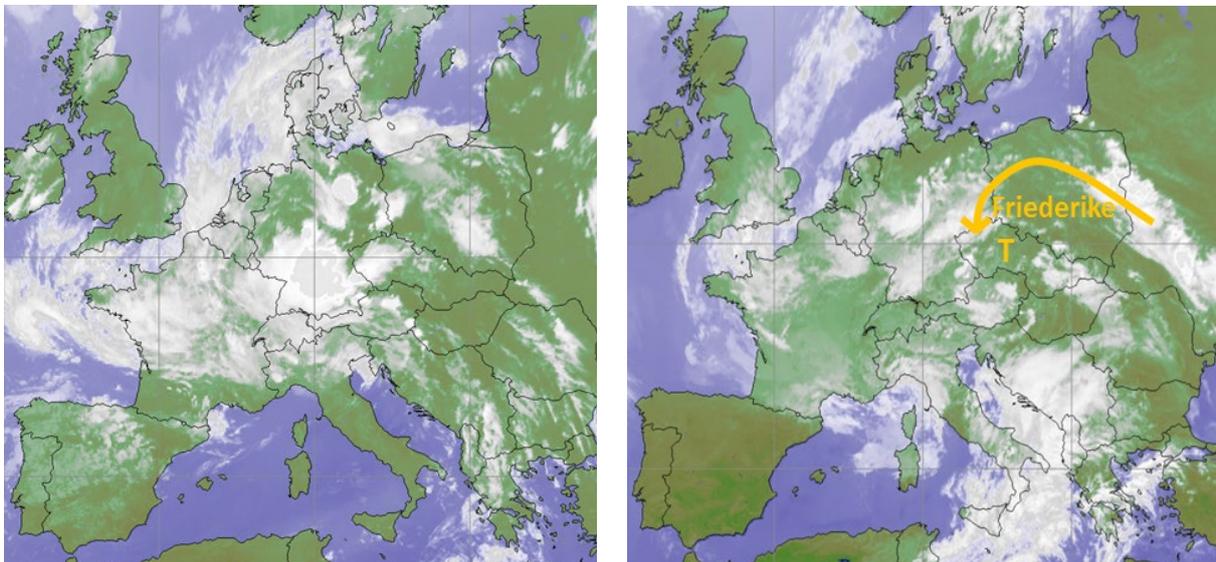


Abb. 1-15: Infrarot-Satellitenbilder zu den Zeitpunkten hoher Niederschlagsintensitäten Starkregenereignisse; Links: 29. Mai 2016, 17:15 UTC Wolkencluster über Süddeutschland im Kern des Tief „Elvira“. Rechts: 1. Juni 2016, 12:00 UTC Südostbayern in der nördlichen Anströmung von Tief „Friederike“

In den beiden Folgetagen (30. und 31. Mai) blieb Bayern unter Tiefdruckeinfluss (Tiefdruckkern „Elvira“ nordwestlich von Bayern) und bei abgeklungener südwestlicher Luftmassenzufuhr fielen die Höchsttemperaturen deutlich unter 25 °C. Die labile Atmosphärenschichtung blieb aber bestehen und die Luftmassengrenze zu sehr warmer Luft reichte nun von Belgien über Tschechien nach Südosteuropa. Bereits am 31. Mai traten an dieser Luftmassengrenze im oberösterreichischen Innggebiet sehr starke Niederschläge auf (Abb. 1-16).

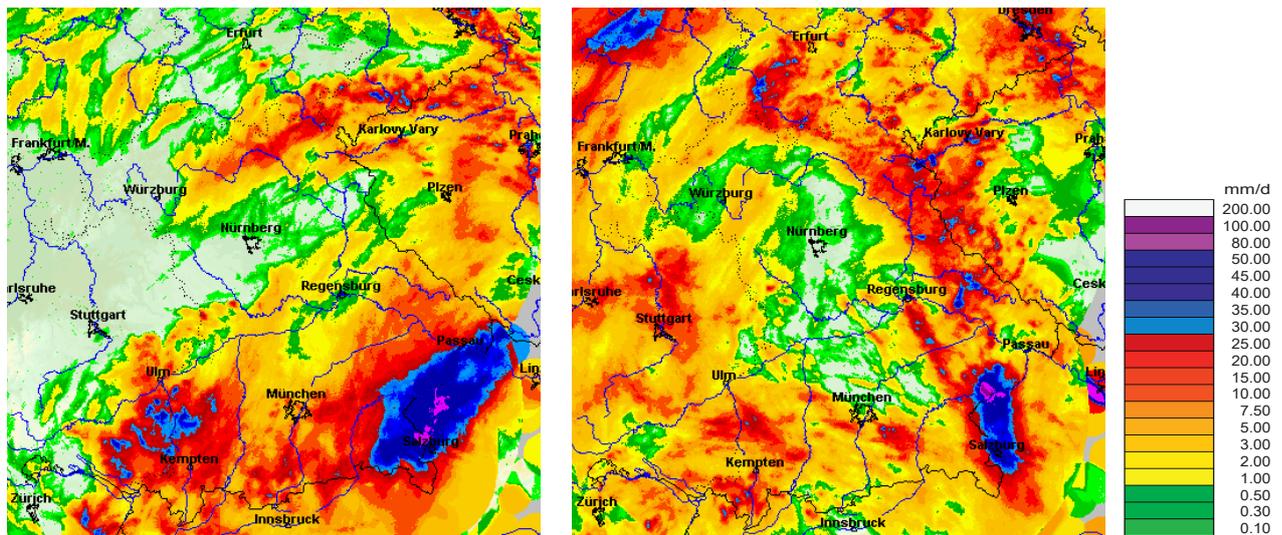


Abb. 1-16: Radar-Tagesniederschläge [mm/d]: links 31. Mai 2016, rechts 1. Juni 2016

Am 1. Juni wurde das mitteleuropäische Tief „Friederike“ mit Kern über Tschechien für Bayern wetterbestimmend. Der Drehrichtung des Tiefs entsprechend gelangten aus nordöstlichen bis nördlichen Richtungen feuchtwarmer Luftmassen nach Südostbayern (Abb. 1-15). In dieser schwachen Anströmung bildeten sich durch Hebungsprozesse immer wieder kräftige Schauer- und Gewitterzellen. Die Starkregenintensitäten erfüllten vielerorts die Warnkriterien des Deutschen Wetterdienstes vor extremem Unwetter (mehr als 40 Millimeter in einer Stunde, mehr als 60 Millimeter in sechs Stunden). Im Radarbild vom 1. Juni (Abb. 1-16) ist der Niederschlagsschwerpunkt im Raum Simbach am Inn sehr gut zu erkennen.

Die Niederschlagsverlaufskurven der Abbildung 1-17 und Abbildung 1-18 zeigen die ab dem 31. Mai morgens anhaltenden Regenfälle, die sich im Raum Simbach am Inn bis zum 1. Juni vormittags auf circa 80 Millimeter aufsummiert und zu einer Vorsättigung der Böden geführt hatten. Die Niederschlagsintensitäten in den kurzen Dauerstufen (5 bis 60 Minuten) waren für den gesamten Zeitraum bis zum 2. Juni nicht so außergewöhnlich (Simbach am Inn: maximal 21 Millimeter in 30 Minuten). Aber in den Dauerstufen zwei bis sechs Stunden (Starkregenfälle am 1. Juni mittags) finden sich in den maximalen Radarzellen sehr hohe Intensitäten (111 Millimeter in sechs Stunden), die in der PEN LAWA 2010-Extrapolation den Jährlichkeiten von 500 bis 1.000 Jahren entsprechen. Eine große Zahl von Schadensereignissen trat am 1. Juni in den folgenden Landkreisen der Oberpfalz, Niederbayerns und Oberbayerns auf (siehe Abbildung 3-1): Landkreis Cham (Nr. 17), Straubing-Bogen (Nr. 40, 41), Passau (Nr. 46), Rottal-Inn (Nr. 48, 49, 50, 51) und Altötting (Nr. 52).

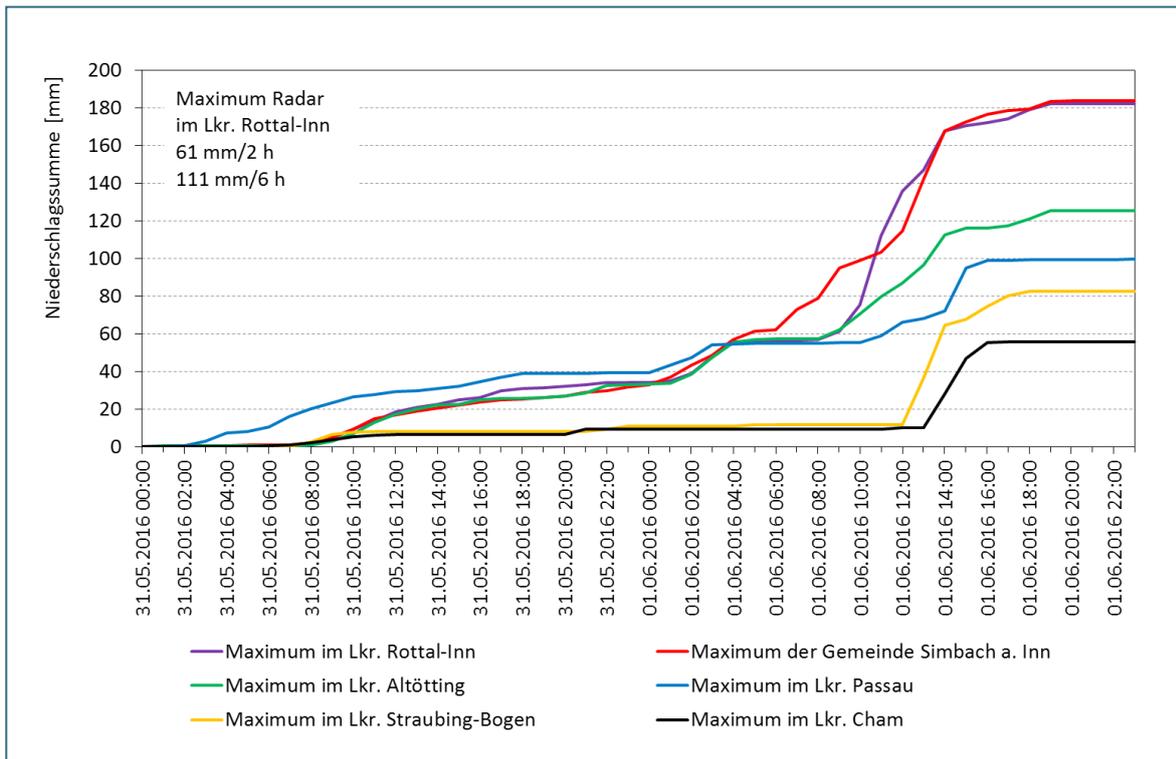


Abb. 1-17: Maximale Radar-Niederschlagssummenkurven aus dem Zeitraum 31. Mai bis 1. Juni 2016 in den am stärksten betroffenen Gebieten (Zeitangaben: MEZ)

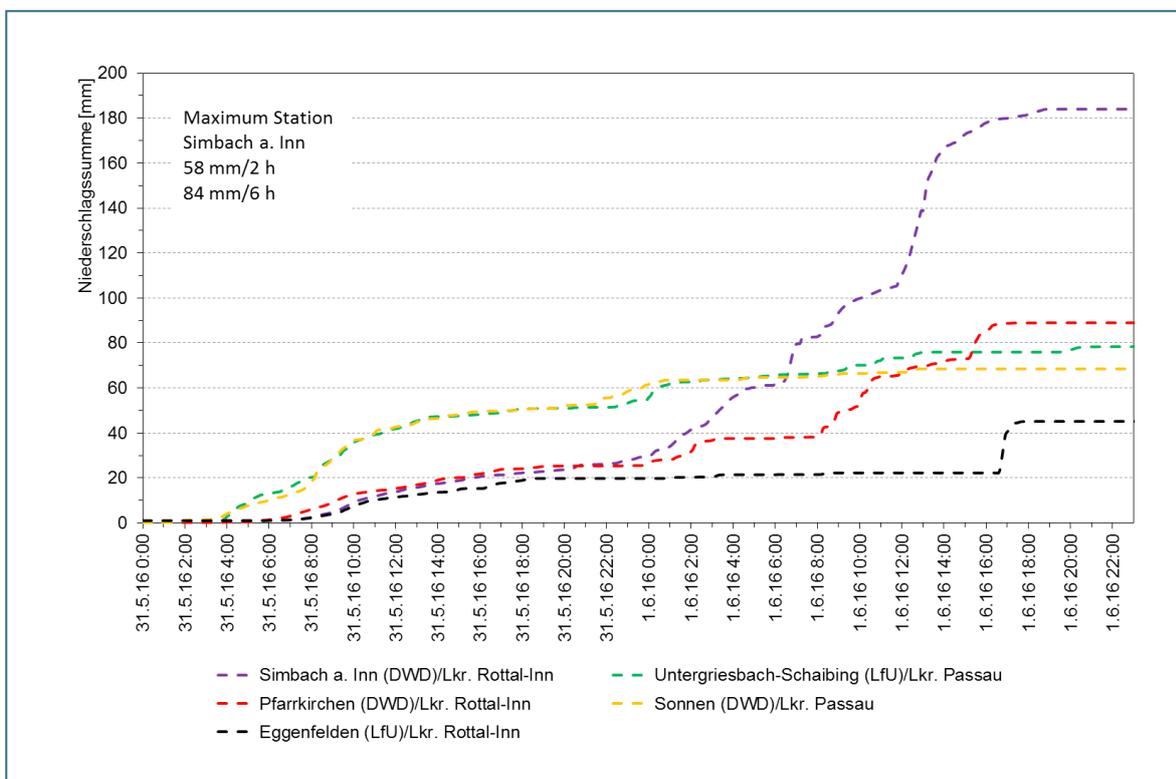


Abb. 1-18: Maximale Stations-Niederschlagssummenkurven aus dem Zeitraum 31. Mai bis 1. Juni 2016 (Zeitangaben: MEZ)

Vom 3. bis 6. Juni bestimmte die über Bayern liegende warme und feuchte Luftmasse das Wettergeschehen. Bei Höchsttemperaturen der Luft zwischen 18 und 25 °C kam es in der hoch reichend labil geschichteten Atmosphäre zu Konvektion und Niederschlagsbildung in Begleitung von heftigen Gewittern. Da die horizontalen Luftdruckunterschiede nur gering waren blieben die Schauerzellen lange ortsstabil. Diese kleinräumigen, zellartigen Strukturen lassen sich sehr gut in der Abbildung 1-19 erkennen. Im Tagesverlauf des 6. Juni erreichte eine Kaltfront die östlichen Mittelgebirgslagen. Das Radarbild der Abbildung 1-20 gibt die linienförmige Luftmassengrenze mit den Schauerzellen wieder.

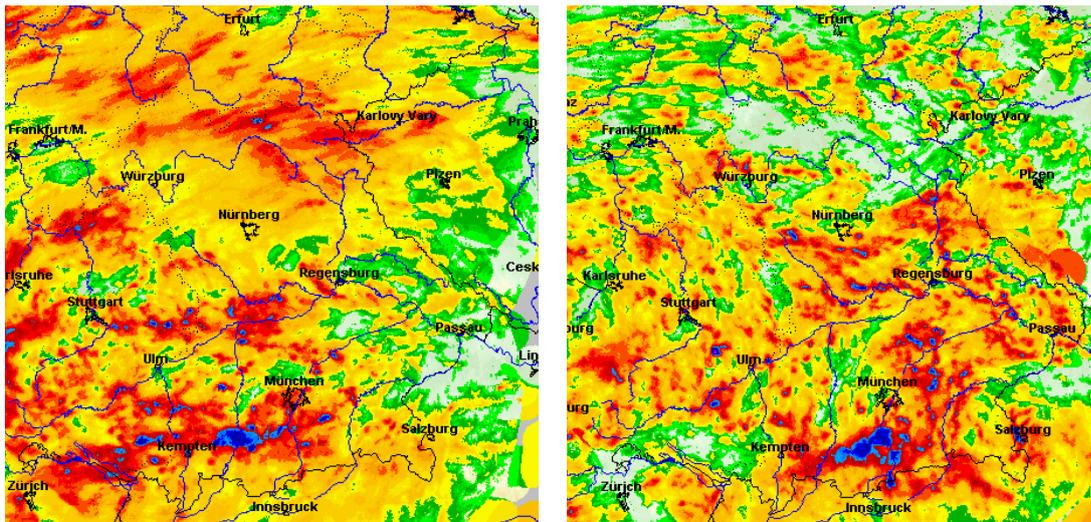


Abb. 1-19: Radar-Tagesniederschläge [mm/d]: links 3. Juni 2016, rechts 4. Juni 2016

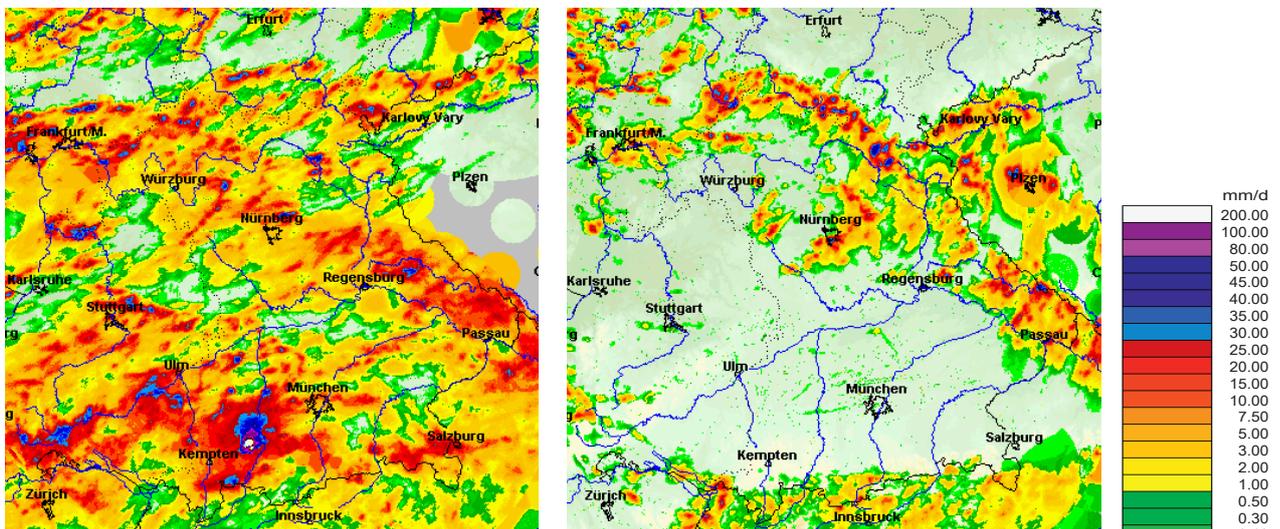


Abb. 1-20: Radar-Tagesniederschläge [mm/d]: links 5. Juni 2016, rechts 6. Juni 2016

In dieser Zeit (3. bis 6. Juni) sind in folgenden Landkreisen Schadensereignisse registriert (siehe Abbildung 3-1): Cham (Nr. 18), Dillingen (Nr. 27), Augsburg (Nr. 28), Aichach-Friedberg (Nr. 30) und Weilheim-Schongau (Nr. 54, 55, 56).

Das wenn auch schwache Bodentief im Zeitraum 6. bis 8. Juni förderte den Luftmassenaufstieg und in der feuchtwarmen Luftmassen kam es zu Konvektionsprozessen, die kleinräumige Niederschlagszellen verursachten. Dies wird in den Radarbildern der Abbildung 1-21 sehr gut veranschaulicht.

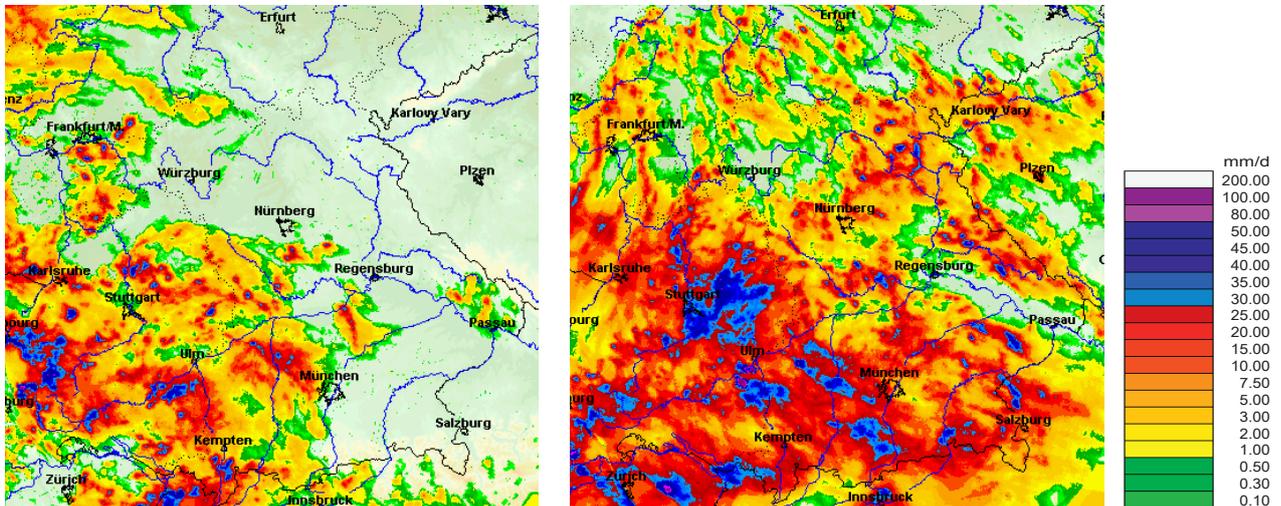


Abb. 1-21: Radar-Tagesniederschläge [mm/d]: links 7. Juni 2016, rechts 8. Juni 2016

Die nachfolgenden Niederschlagssummenkurven der Abbildung 1-22 belegen die kurzzeitigen Starkregenfälle, die in manchen Landkreisen, wie zum Beispiel im Landkreis Weilheim-Schongau, mehrfach, an aufeinanderfolgenden Tagen auftraten. Starke Niederschläge wurden zum Beispiel bei der DWD-Station Hohenpeißenberg registriert (53 Millimeter in zwei Stunden, Jährlichkeit circa 20 Jahre).

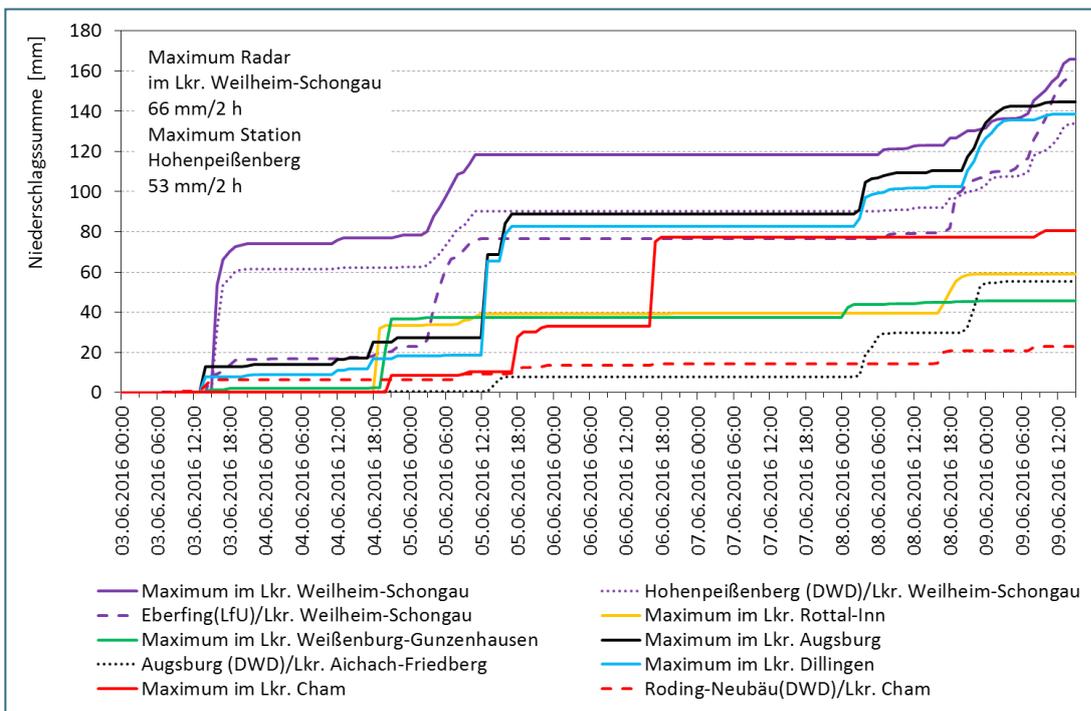


Abb. 1-22: Herausragende Niederschlagssummenkurven (Radar und Bodenstationen) aus dem Zeitraum 3. bis 8. Juni 2016 (Zeitangaben: MEZ)

Meldungen zu Schadensereignissen liegen im Zeitraum 8. bis 9. Juni 2016 aus den Landkreisen Miltenberg (Abb. 3-1, Nr. 1), Günzburg (Nr. 24), Ebersberg (Nr. 53) sowie Weilheim-Schongau (Nr. 56 und 57) vor.

Am 13. Juni überquerte das Tiefdruckgebiet „Ines“ mit seinem Frontensystem Mitteleuropa ostwärts und verursachte insbesondere im Maingebiet Starkregenfälle (Abb. 1-23). Das gesamte Niederschlagsereignis dauerte circa sechs Stunden, wobei die maßgeblichen Starkregenfälle im 1- bis 2-Stundenbereich auftraten (Abb. 1-24). Dabei wurden Schadensereignisse in den Landkreisen Schweinfurt (Abb. 3-1, Nr. 5) und Haßberge (Nr. 6) verzeichnet.

Vom 15. bis 17. Juni kam es in Bayern beim Aufeinandertreffen von warmer, südosteuropäischer auf kalte mitteleuropäische Luftmassen zu starken Regenfällen, die insbesondere im Oberallgäu länger anhielten. Dieser Niederschlagsschwerpunkt lässt sich sehr gut in der Radarauswertung der Abbildung 1-23 erkennen.

Die Summenkurven vom 16. Juni zeigen deutlich, dass die Regenfälle im Allgäu früher einsetzten und lange anhielten. Dort traten keine außergewöhnlichen statistischen Wiederkehrzeiten auf. Die maximalen Niederschlagsintensitäten lagen im Maingebiet deutlich höher (34 Millimeter in sechs Stunden). Schadensereignisse wurden aus folgenden Landkreisen gemeldet (siehe Abb. 3-1): Haßberge (Nr. 7 und 8), Bamberg (Nr. 9 und 10), Lichtenfels (Nr. 11) und Kronach (Nr. 12). Weitere Schäden wurden am 24. Juni im Landkreis Lindau (Nr. 31) und Landkreis Oberallgäu (Nr. 32) registriert.

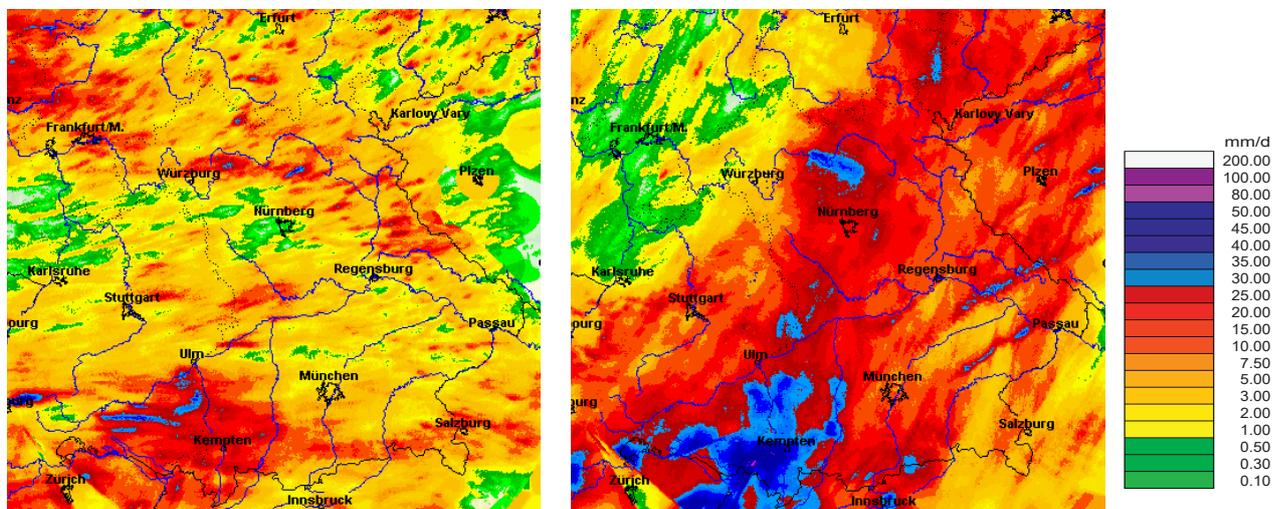


Abb. 1-23: Radar-Tagesniederschläge [mm/d]: links 13. Juni 2016, rechts 16. Juni 2016

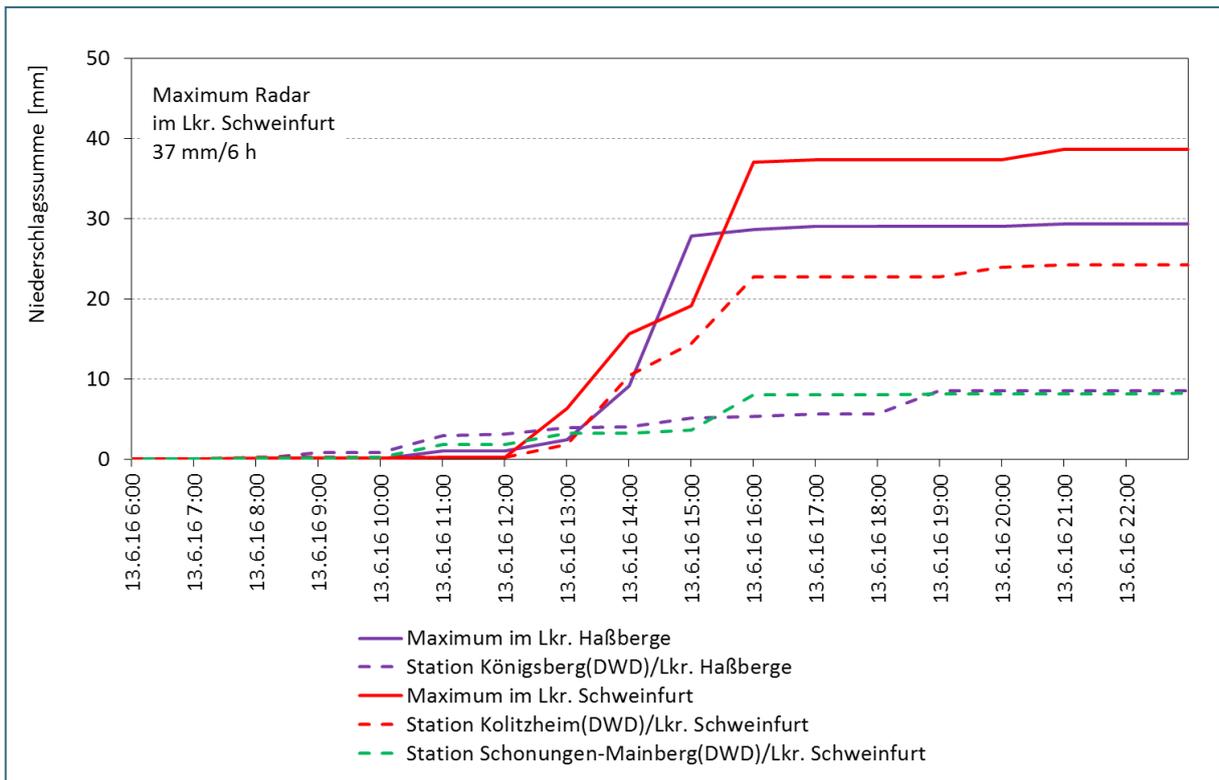


Abb. 1-24: Herausragende Niederschlagssummenkurven (Radar und Bodenstationen) am 13. Juni 2016 (Zeitangaben: MEZ)

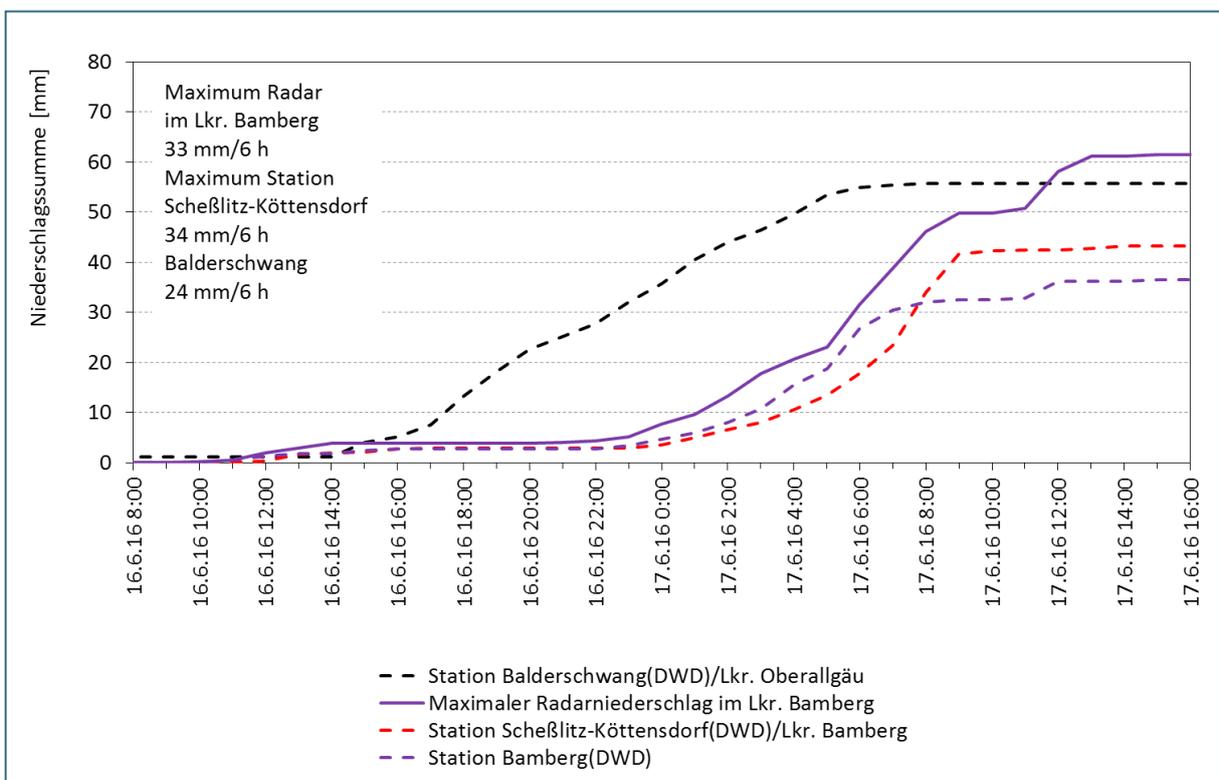


Abb. 1-25: Herausragende Niederschlagssummenkurven (Radar und Bodenstationen) aus dem Zeitraum 16. bis 17. Juni 2016 (Zeitangaben: MEZ)

Als am 25. bis 26. Juni beim Durchzug von Frontensystemen nordatlantische Subpolarluft auf südeuropäische Subtropikluft traf, lag der Niederschlagsschwerpunkt über Ostbayern (Abb. 1-26). Insbesondere über dem Bayerischen Wald traten infolgedessen extrem schwere Gewitter auf. Den zeitlichen Verlauf der Regenfälle in den südostbayerischen Landkreisen zeigt die Abbildung 1-27. Es kam zu extremen Niederschlagsintensitäten von circa 70 Millimetern in einer Stunde in der Radarregistrierung (deutlich seltener als 100 Jahre), was die Schadensereignisse Nr. 19, 42, 44 und 47 (siehe Abb. 3-1) in den Landkreisen Cham, Regen, Freyung-Grafenau und Passau verursachte.

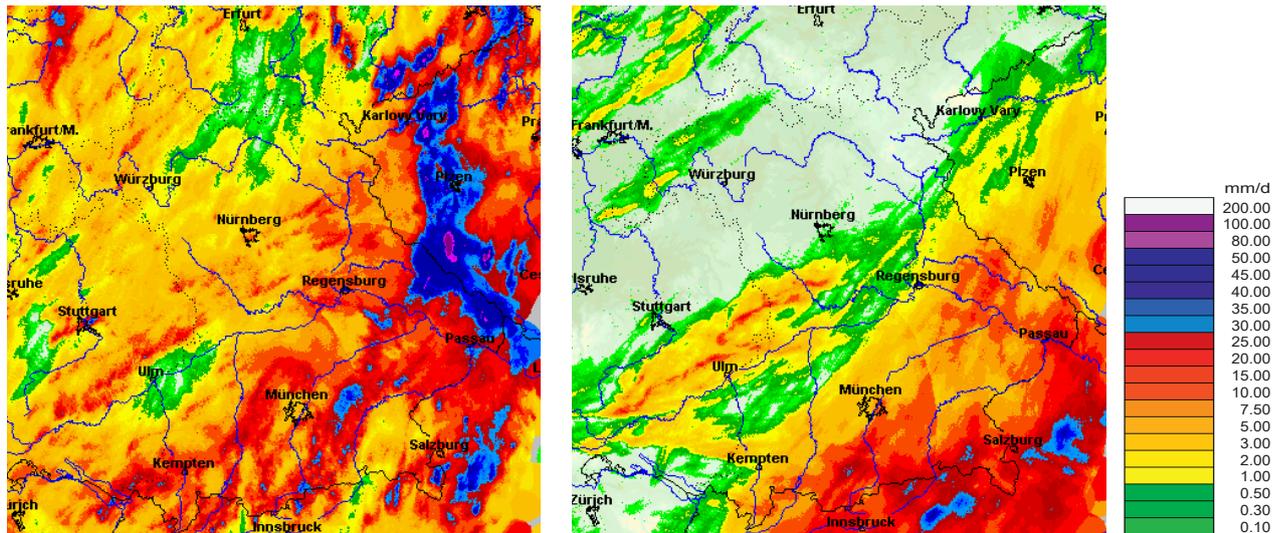


Abb. 1-26: Radar-Tagesniederschläge [mm/d]: links 25. Juni 2016, rechts 26. Juni 2016

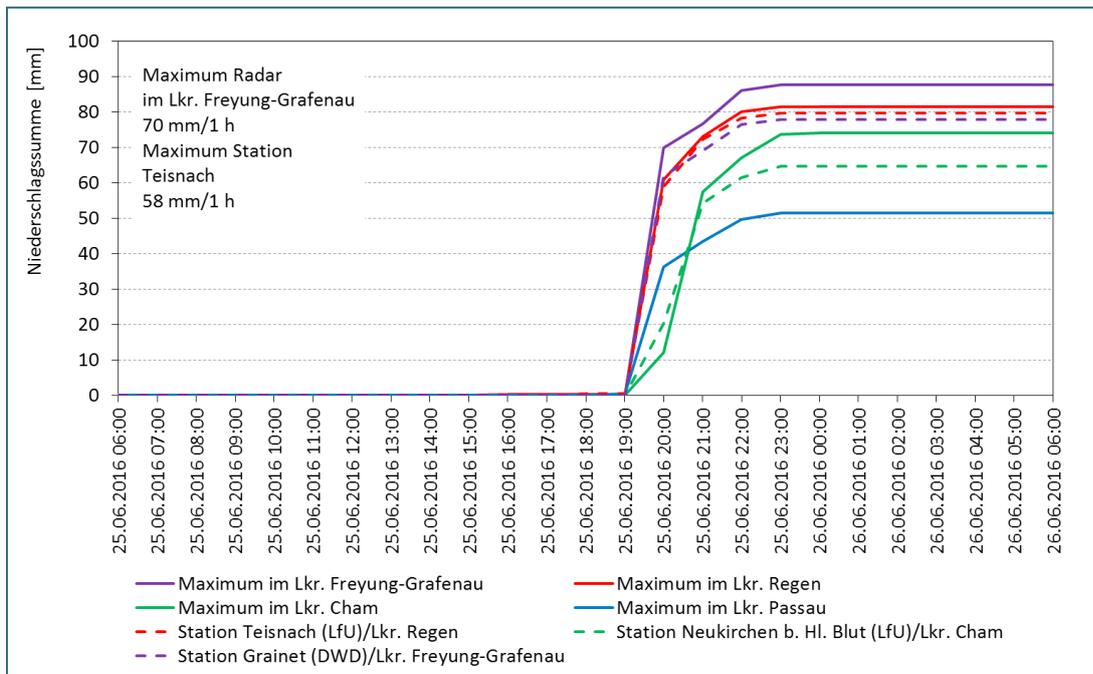


Abb. 1-27: Herausragende Niederschlagssummenkurven (Radar und Bodenstationen) aus dem Zeitraum 25. bis 26. Juni 2016 (Zeitangaben: MEZ)

In der Gesamtbetrachtung der vorgestellten Niederschlagsereignisse zeigt sich, dass die maximalen Jährlichkeiten, anders als zum Beispiel beim Junihochwasser 2013, in den kurzen Dauerstufen auftraten. Dies ist ein weiterer Beleg für die konvektive Prägung der Starkregenfälle im Frühsommer 2016.

1.3 Niederschlagsvorhersagen

Bei kleinräumigen, konvektiv geprägten Niederschlagsereignissen stoßen die numerischen Wettervorhersagemodelle derzeit noch an ihre Grenzen. Dies liegt zum einen an einer zu großen Maschenweite der Modelle, und zum anderen an der Modellphysik, die Konvektionsprozesse zum Teil näherungsweise parametrisieren muss. Nachfolgend werden die prognostizierten Tagesniederschläge einiger numerische Standardwettervorhersagemodelle (DWD und ECMWF) mit den gemessenen automatischen Niederschlagsregistrierungen verglichen (Abb. 1-28). Als Beispiel wurde der 1. Juni 2016 gewählt, der Tag mit den katastrophalen Überschwemmungen im Raum Simbach am Inn.

In der Karte mit den am 1. Juni gemessenen Tagesniederschlägen sind die höchsten Intensitäten im Raum Simbach am Inn deutlich zu erkennen (größer als 80 Millimeter). Der Vergleich mit dem Modelloutput der Globalmodelle (ECM und ICON) sowie der Lokalmodelle (COSMO-EU und ICON-EU) zeigt, dass die vorhergesagten Niederschlagssummen im Raum Simbach am Inn deutlich geringer ausfielen und die Lage des Niederschlagsschwerpunkts knapp verfehlt wurde. Das Lokalmodell des Deutschen Wetterdienstes (COSMO-DE) berechnete die höchsten Niederschlagsintensitäten, aber deutlich außerhalb des Landkreises Rottal-Inn.

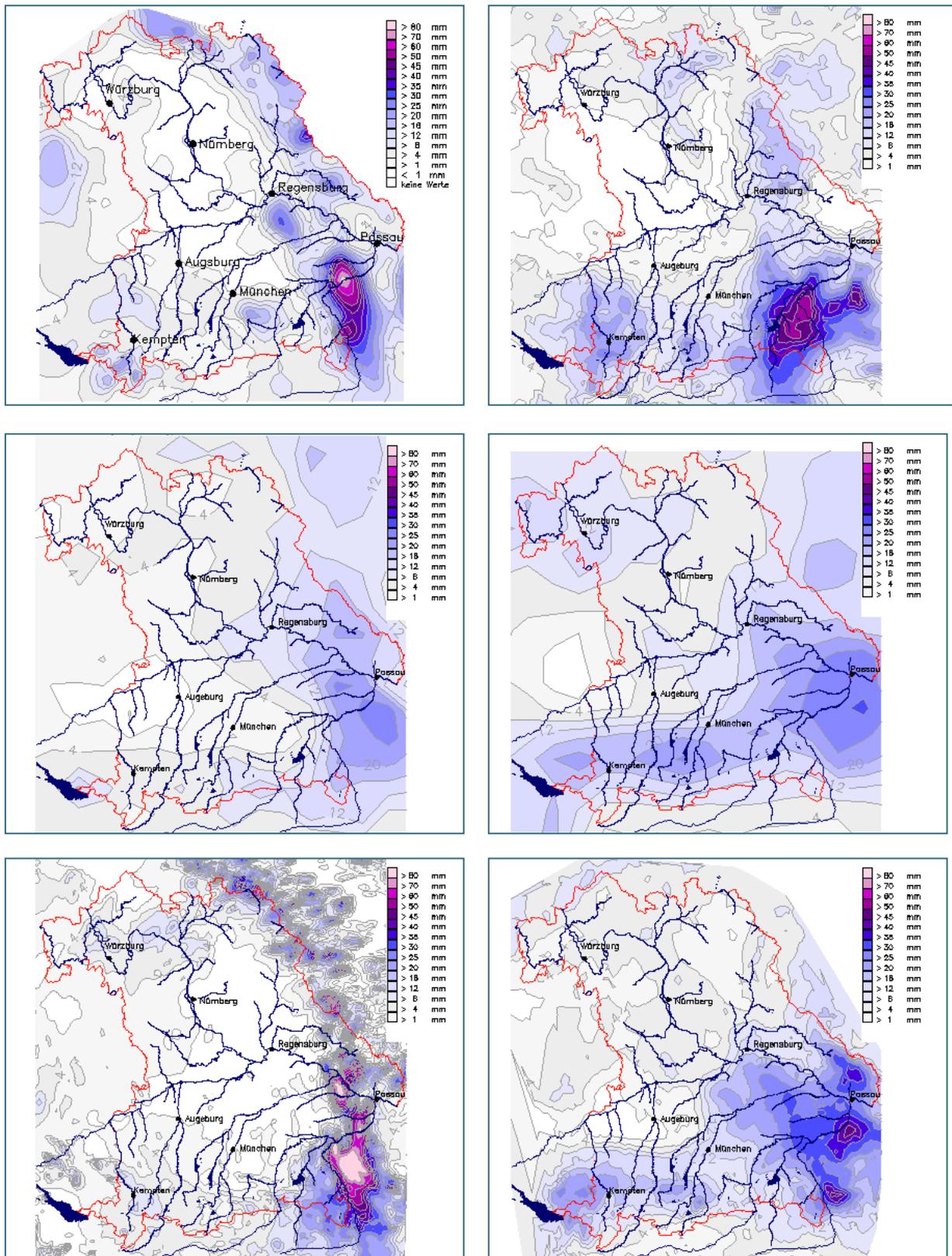


Abb. 1-28: Vergleich der gemessenen Tagesniederschläge vom 1. Juni 2016 mit dem Modelloutput numerischer Wettervorhersagen.

Oben links: gemessene Stationsniederschläge, Oben rechts: COSMO-EU-Modell (0 UTC-Lauf).

Mitte links: ECM-Modell (0 UTC-Lauf), Mitte rechts: ICON-Modell (0 UTC-Lauf).

Unten links: COSMO-DE-Modell (03 UTC-Lauf, 21 h), Unten rechts: ICON-EU-Modell (06 UTC-Lauf).

1.4 Auswirkungen des Klimawandels auf Starkniederschläge

1.4.1 Bisherige Veränderungen

Starkniederschläge sind meist sehr kleinräumige und kurzzeitige (konvektive) Ereignisse von oftmals weniger als einer Stunde Dauer. Je nach Beschaffenheit und Dichte des Messnetzes an Niederschlagsstationen führt dies dazu, dass kleinräumige Niederschlagsereignisse teilweise nur zufällig erfasst werden. Abhilfe für eine bessere Erfassung dieser Ereignisse kann hier in Zukunft möglicherweise die Radarklimatologie schaffen. Aktuell beschäftigt sich der Deutsche Wetterdienst in verschiedenen Projekten (DWD 2016) mit dem Potential dieser Datensätze. Aufgrund der Seltenheit von Extremereignissen ist es zusätzlich schwierig, verlässliche Aussagen zu einem Trendverhalten in der Vergangenheit zu erstellen.

Im Rahmen der Kooperation KLIWA (Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft) werden die Veränderungen seit 1931 von Starkniederschlägen anhand der maximalen eintägigen Gebietsniederschläge untersucht. In Abbildung 1-29 sind die aktuellen Trendauswertungen im Zeitraum 1931 bis 2015 für das Winter- und Sommerhalbjahr dargestellt, eine Verlängerung der Auswertungen wird in 5-Jahresintervallen im Rahmen des KLIWA-Monitorings durchgeführt (KLIWA 2016). Insgesamt sind die Trendverläufe von Gebiet zu Gebiet in Bayern sehr uneinheitlich. Dies hängt damit zusammen, dass Starkniederschläge seltene Ereignisse darstellen, die räumlich oft nur kleinere Gebiete umfassen.

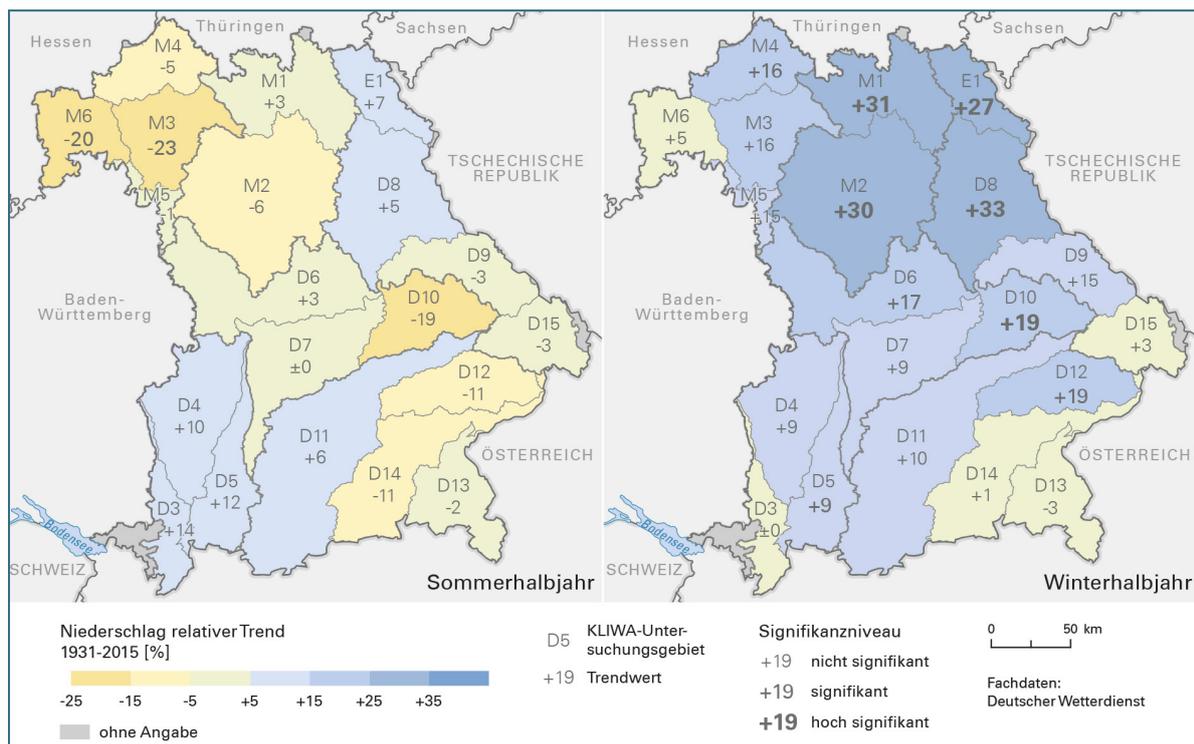


Abb. 1-29: Entwicklung der maximal eintägigen Gebietsniederschlagshöhen im hydrologischen Sommer- und Winterhalbjahr, relativer Trend (Änderung in Prozent/85 Jahre vom Mittelwert 1931 bis 2015); Quelle: KLIWA 2016

Im Sommerhalbjahr zeigen die Trends der Zeitreihe 1931 bis 2015 bei den maximalen eintägigen Gebietsniederschlagshöhen verbreitet keine, beziehungsweise abnehmende, Trends. Im südwestlichen Bereich von Bayern haben die eintägigen Starkniederschlagsmengen auch im Sommerhalbjahr zugenommen, besonders stark zum Beispiel im Gebiet Iller/Lech mit bis zu +14 Prozent. Stärkere Abnahmen (-19 bis -23 Prozent) sind im Osten von Bayern und im unteren Maingebiet zu beobachten. Letztere sind auch signifikant.

Im hydrologischen Winterhalbjahr findet man dagegen im Zeitraum 1931 bis 2015 in ganz Bayern zunehmende maximale eintägige Gebietsniederschlagshöhen. Die höchsten Zunahmen zeigen sich im Nordosten Bayerns; in einigen Bereichen des oberen Mainingebiets und den östlich angrenzenden Saale- und Naabgebieten liegen die Zunahmen hochsignifikant zwischen +27 Prozent und +33 Prozent. Im Süden Bayerns lassen hingegen Trendstärke und Signifikanz nach.

Auch wenn die Auswertungen der maximalen eintägigen Gebietsniederschlagshöhen nicht explizit eine Zunahme kleinräumiger Starkniederschlagsereignisse belegen können, so zeigen diese doch eine klare Tendenz für Bayern auf. Dies deckt sich mit den wissenschaftlichen Erwartungen der Veränderungen bezüglich Starkniederschlagsereignissen aufgrund des stattfindenden Klimawandels in Folge steigender Lufttemperatur und Veränderungen von Wetterlagen sowie Zugbahnen. Erste Untersuchungen belegen zudem, dass solche Ereignisse häufiger und extremer werden (LUBW 2010 und DWD 2012). Der aktuelle IPCC Bericht geht mit hoher Wahrscheinlichkeit von einer mehrheitlichen Zunahme von Starkniederschlägen in vielen Regionen Europas aus, verbunden mit saisonalen Schwankungen (IPCC 2013).

Die Auswertung vergangener kleinräumiger Starkregen beziehungsweise Sturzflutereignisse sowie die jüngsten Ereignisse 2016 in Bayern müssen erst noch hinsichtlich ihrer meteorologischen Situation und daraus ableitbarer klimatischer Veränderungen aufgearbeitet und ausgewertet werden.

1.4.2 Zukünftige Veränderungen

Gerade die kurzzeitigen und kleinräumigen Starkregen aufgrund konvektiver Niederschlagsereignisse (vor allem Gewitter) lassen sich mit Klimamodellen bisher nur schwer abbilden. Selbst bei der kurzfristigen Wettervorhersage sind dazu kaum quantitative Prognosen möglich. In den meisten aktuell verfügbaren Klimamodellen sind lediglich Aussagen über die Zunahme längerer (advektiver) Niederschlagsereignisse und damit über die Gesamtniederschlagsmenge möglich. Genaue Auswertungen hierzu sind derzeit in Bearbeitung. Aufgrund physikalischer Zusammenhänge von meteorologischen Ereignissen sowie Erfahrungen aus der Vergangenheit lässt sich jedoch ableiten, dass der Energie- und Wassergehalt der Atmosphäre künftig zunimmt und dadurch vermehrt mit Extremereignissen wie Starkniederschlägen zu rechnen ist. Zusammen mit den aktuellen Ereignissen könnte eine Reihe von derartigen Ereignissen in den zurückliegenden Jahren dafür eine erste Bestätigung sein. Diese Tendenz wird auch von den Ergebnissen des Projekts WETRAX (HOFSTÄTTER et al. 2015) gestützt, in dem eine Zunahme der großflächigen Starkniederschläge im Süden Deutschlands bedingt durch die Klimaänderung zu erwarten ist.

Erste, hochaufgelöste Klimaprojektionen zeigen zudem vielversprechende Ansätze für eine verbesserte Darstellung konvektiver Niederschläge, auf deren Grundlage eine Auswertung zukünftiger kleinräumiger Niederschlagsereignisse sinnvoll erscheint. Diese Entwicklung und deren Anwendbarkeit in der Wasserwirtschaft wurden im Rahmen des Vorhabens KLIWA initiiert und werden fachlich begleitet.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass erste Untersuchungen eine Zunahme von Starkregen bereits in der Vergangenheit als wahrscheinlich betrachten, auch wenn der kleinräumige Starkniederschlag bisher nur bedingt messbar und damit auswertbar ist. Für die Zukunft ist klimawandelbedingt regional beziehungsweise lokal mit einer Zunahme von Häufigkeit und Intensität von Starkregenerereignissen (konvektive Niederschläge) zu rechnen. Aufgrund der bestehenden Unsicherheiten sind allerdings die weiteren Fortschritte in der Klimamodellierung zu beobachten und weitere Untersuchungen notwendig. Ohne eine ausreichende Messdatengrundlage als Vergleichsbasis ist dies nur bedingt möglich.

2 Darstellung des Abflussgeschehens

2.1 Überblick

Die markanten Wetterlagen vom Mai und Juni 2016 beeinflussten maßgeblich die hydrologischen Verhältnisse in Bayern. Zunächst führte anhaltender Regen mit lokal begrenzten, wolkenbruchartigen Starkniederschlägen (12. Mai bis 14. Mai, Abb. 2-1) zu sturzflutartigen Überschwemmungen im Einzugsgebiet der Wolfach (Landkreis Passau). Die Niederschläge der darauf folgenden Großwetterlage „Tief Mitteleuropa“ (28. Mai bis 5. Juni 2016) ließ viele Pegel in Bayern ansteigen, sodass zahlreiche Hochwasser mit Wiederkehrintervallen unter fünf Jahren gemessen wurden. Innerhalb

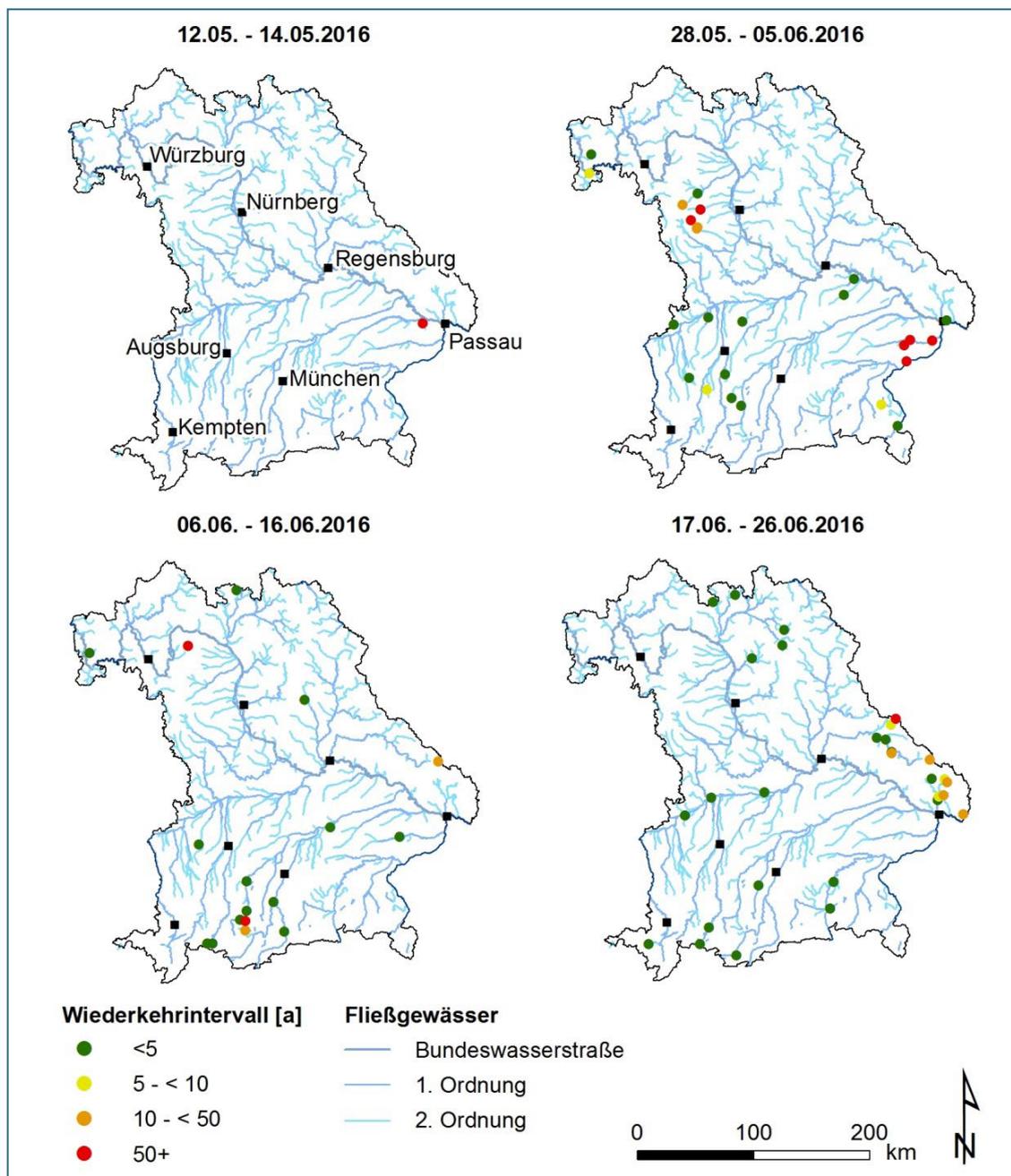


Abb. 2-1: Relation der von Hochwasser betroffenen Pegel und der markanten Wetterlagen im Mai und Juni 2016.

des Tiefdruckgebietes bildeten sich aber auch kleinräumige und sehr abrupt eintretende, unwetterartige Starkregen aus. Mit äußerst schnellen Reaktionszeiten und extremen Wasserstandanstiegen von bis zu 200 Zentimetern innerhalb einer Stunde reagierten die betroffenen Fließgewässer zum Teil spontan auf den gefallenen Niederschlag. In Gemeinden wie beispielsweise Triftern (Altbach) und Simbach am Inn (Simbach) kam es infolge der Unwetter zu katastrophalen Überflutungen. Mit dem Abzug der Großwetterlage blieben nach wie vor warme und feuchte Luftmassen über Bayern. Vor allem der Süden Bayerns war weiterhin von Unwettern betroffen. Gesättigte Böden und erneuter Starkregen ließen im Landkreis Weilheim-Schongau die Ach über die Ufer treten. Ebenfalls kleinräumige Unwetter ließen die Volkach im Landkreis Schweinfurt ausufernd. Vom 17. bis 26. Juni stiegen infolge von ergiebigem Dauerregen in Kombination mit der hohen Bodenfeuchte viele bayerische Pegel an, sodass zum Teil die Meldestufe 2 überschritten wurde. Vergleichbare, katastrophale Hochwasser der Vorwochen wurden jedoch nicht erreicht. Die Dokumentation des detaillierten Niederschlags-Abfluss-Verlaufs innerhalb der folgenden Kapitel basiert auf aktuell verfügbaren ungeprüften Rohdaten. Mögliche Abweichungen zu späteren Veröffentlichungen sind an dieser Stelle nicht auszuschließen.

Insgesamt wurden aus 31 Landkreisen Starkregenereignisse mit Schadenswirkungen bekannt (vgl. Tab. 3-1). In 10 der 31 Landkreise waren Gewässer mit Pegeln betroffen. Unter den 20 am stärksten betroffenen Pegeln mit Scheitelabflüssen, die seltener als im Mittel alle 10 Jahre auftraten, sind lediglich sieben Pegel, die im Hochwassernachrichtendienst als Meldepegel geführt werden und mit Meldestufen belegt sind.

Entsprechend repräsentieren die Pegelwerte nicht das Ausmaß und die Betroffenheit der Landkreise und Gemeinden. Insbesondere bieten die Jährlichkeiten keinen Anhaltspunkt für die Jährlichkeit an den Schadensorten. Lediglich im Landkreis Rottal-Inn waren auch Pegel direkt betroffen (Triftern, Simbach am Inn).

2.2 Überschreitung von Meldestufen

Anhaltende Niederschläge führten dazu, dass die Meldestufe 1 vielerorts überschritten wurde. Die Wetterlage „Tief Mitteleuropa“, die die Starkregen in Mittelfranken und Niederbayern verursachte, resultierte unter anderem in Überschreitungen der Meldestufe 2 an den Vorflutern. In Mittelfranken ließen die ergiebigen Niederschläge vom 29. und 30. Mai den Wasserstand am Pegel Reichenbach an der Wörnitz ansteigen, sodass am 30. Mai die Meldestufen 1 und 2 überschritten wurden. Mit abnehmendem Wasserstand fiel der Pegel am 31. Mai wieder unter die Meldestufe 1 zurück. In der Region Niederbayern ließen die Starkregen des 1. Juni die Donaupegel Passau und Passau Ilzstadt anschwellen. Der Pegel Passau überschritt dabei am Abend die Meldestufe 2. Am Pegel Passau Ilzstadt wurde durch den Abfluss des einmündenden Inns kurzzeitig die Meldestufe 3 überschritten. Auch in anderen Regionen wurden in diesem Zeitraum verschiedene Meldestufen überschritten. Im Einzugsgebiet der Rott führten die Niederschläge zu extremen Überschwemmungen. Dabei wurde am Pegel Birnbach und am Pegel Ruhstorf die Meldestufe 4 überschritten.

Mitte Juni löste mehrtägiger Dauerregen (15. bis 17. Juni) vor allem im Bereich des Oberallgäus eine Abflusswelle entlang der Donau aus. Zwischen dem 17. und 19. Juni wurde infolgedessen an den Pegeln Neu Ulm/Bad Held, Neuburg, Straubing, Pfelling und Vilshofen die Meldestufe 2 überschritten. Im gesamten Betrachtungszeitraum wurden die Meldestufen 3 und 4 an acht Pegeln registriert. Auslöser waren hierfür jeweils die ergiebigen Niederschläge vom 29. und 30. Mai 2016 (siehe Tab. 2-1).

Tab. 2-1: Zusammenfassung der am stärksten betroffenen Pegel im Zeitraum Mai und Juni 2016 (bei den Abflussangaben handelt es sich um ungeprüfte Rohdaten).

Pegel	Gewässer	A _{Eo} [km ²]	Datum	Q _{max} [m ³ /s]	HQ _T [a]	Meldestufe
Neustift	Wolfach	130,50	13.05.	83,7	50	-
Ansbach	Hennenbach	8,97	29.05.	5,88	10	3
Mitteldachstetten	Fränkische Rezat	24,50	29.05.	10,3	10–20	3
Oberheßbach	Fränkische Rezat	65,41	29.05.	46,4	50	3
Ansbach	Fränkische Rezat	119,99	30.05.	46,3	10–20	3
Stöckach	Zenn	76,97	30.05.	30,2	<100	4
Illesheim	Aisch	97,09	30.05.	23,4	20	-
Simbach am Inn	Simbach	33,00	01.06.	*190	>1.000	-
Triftern	Altbach	59,60	01.06.	125	>1.000	-
Birnbach	Rott	860,00	01.06.	354	50	4
Ruhstorf	Rott	1.049,10	02.06.	339	20–50	4
Hirschbach	Kleiner Regen	11,00	06.06.	11,9	10	-
Obernach	Ach	41,40	09.06.	46,5	10	-
Oberhausen	Ach	116,10	09.06.	64,7	100	-
Dingolshausen	Volkach	16,45	13.06.	16,2	100	-
Viechtach Reibenmühle	Aitnach	53,90	25.06.	50,9	20	-
Hirschbach	Kleiner Regen	11,00	25.06.	14,3	20	-
Linden	Sausswasser	89,70	25.06.	60,2	20	-
Rannasäge	Ranna	36,70	25.06.	15,4	10	-
Gogl-Mühle	Chamb	59,80	26.06.	29,4	50	-
Röhrnbach	Osterbach	121,00	26.06.	59,2	20	-

* entstammt aus einer Niederschlags-Abfluss-Modellierung der Universität für Bodenkultur, Wien.

Tab. 2-2: Meldestufen im HND Bayern

Meldestufen	Definition
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	Land- und forstwirtschaftliche Flächen überflutet oder leichte Verkehrsbehinderungen auf Hauptverkehrs- und Gemeindestraßen. Bebaute Gebiete in größerem Umfang überflutet oder Einsatz der Wasser- oder Dammwehr in großem Umfang erforderlich

Exkurs „Sturzflut“

Hochwasserarten werden hinsichtlich ihrer Entstehung und ihrer räumlich-zeitlichen Ausbreitung unterschieden. Die aufgetretenen Extremereignisse im Mai und Juni 2016 hatten sturzflutartigen Charakter. Dieser Hochwassertyp tritt hauptsächlich bei kleinen Gewässern (Einzugsgebiete kleiner 200 Quadratkilometer) mit einer Dauer von nur wenigen Stunden auf. In der Regel führen dabei lokale Starkregenereignisse (häufig begleitet von Gewitter, Hagel und Sturmböen) zu Niederschlagsintensitäten, die die Infiltrationskapazität des Bodens überschreitet. Das Wasser fließt (unverzögert) oberflächlich ab, wodurch die Bäche und Flüsse direkt auf den gefallenen Niederschlag reagieren. Besonders das räumlich begrenzte und spontane Auftreten solcher Niederschlagszellen in Kombination mit der unmittelbaren Abflussreaktion der Gewässer machen aktuell eine zuverlässige Vorwarnung nahezu unmöglich.

2.3 Extreme Hochwasser im chronologischen Verlauf

2.3.1 Neustift (Wolfach) am 13. Mai 2016

Das Einzugsgebiet (EZG) des Pegels Neustift (Wolfach) beträgt 130,5 Quadratkilometer und befindet sich circa 20 bis 30 Kilometer westlich von Passau in der Fließgewässerlandschaft des Tertiärhügellands zwischen Isar und Inn. Auf den lössvermischten Tertiärablagerungen sind hauptsächlich Braunerden, Parabraunerden und Pararendzina anzutreffen. Auf Standorten aus Löss beziehungsweise Lösslehm haben sich dagegen vor allem Parabraunerden, Fahlerden und Pseudogley entwickelt. Die Landnutzung des Einzugsgebiets ist vor allem von Ackerland, Wäldern und Wiesen dominiert.

Infolge der Wetterlage „Tiefdruckrinne über Mitteleuropa“ war die Wolfach am 12. und 13. Mai von anhaltendem Regen mit lokal begrenzten, wolkenbruchartigen Starkniederschlägen betroffen (vgl. Tab. 3-1, Nr. 45). Einzelne Gewitterzellen zogen dabei in nord-südlicher Richtung über das Einzugsgebiet und entluden sich besonders an den Hanglagen der Zuflüsse. Flächen, auf die die höchsten Niederschlagssummen niedergingen, sind überwiegend landwirtschaftlich genutzte Standorte mit eher geringem Versickerungsvermögen, teilweise auch mit einer wasserstauenden Schicht im Bodenprofil. Am 12. Mai wurde zunächst das östliche Einzugsgebiet überregnet, was einen ersten Anstieg am Pegel Neustift erzeugte. Am 13. Mai fielen vor allem im westlichen Einzugsgebiet ergiebige Niederschläge, im Gebietsmittel 20 bis 25 Millimeter innerhalb von fünf Stunden. Im Zeitraum von 48 Stunden summierten sich die Niederschläge von 81 bis 120 Millimetern auf circa 63 Prozent der Fläche. Das lässt auf lokale Starkniederschläge mit größerer Intensität schließen. Die Kombination von hohen Niederschlagsintensitäten, dem geringen Versickerungsvermögen sowie der vorhandenen Bodenvorfeuchte ließ einen großen Anteil des Regens oberflächlich abfließen. Die Niederschläge begannen am 12. Mai gegen 13:00 Uhr. Bis zum nächsten Morgen um 6:00 Uhr fielen insgesamt schon 50 Millimeter, die nur

eine mäßige Abflussreaktion erzeugten, aber zu einer Wassersättigung der Böden beitrugen. Aufgrund der Vorsättigung konnte der Starkregen gegen 16:00 Uhr nicht ausreichend in den Boden infiltrieren beziehungsweise von diesem aufgenommen werden. Rund ein bis zwei Stunden später reagierte der Pegel ausgehend von circa 75 Zentimetern mit einem Wasserstandanstieg. Innerhalb von eineinhalb Stunden stieg das Wasser auf 267 Zentimeter und nach weiteren vier Stunden auf 362 Zentimeter. Der Sprung sowohl in der Abfluss- als auch in der Niederschlagssummenkurve (Abb. 2-3) zeigt, dass am 13. Mai nach 18:00 Uhr annähernd der gesamte Niederschlag des Starkregenereignisses unmittelbar abgeflossen ist.

Da lokal sehr begrenzte Starkniederschläge auftraten, ist davon auszugehen, dass an diesen Standorten nahezu der gesamte Niederschlag in Abfluss übergang und keine Retention durch den Bodenspeicher erfolgte. Die zu diesem Hochwasser ermittelte Abflussspitze von 83,7 Kubikmetern pro Sekunde entspricht aktuell einem statistischen Wiederkehrintervall von 50 Jahren.

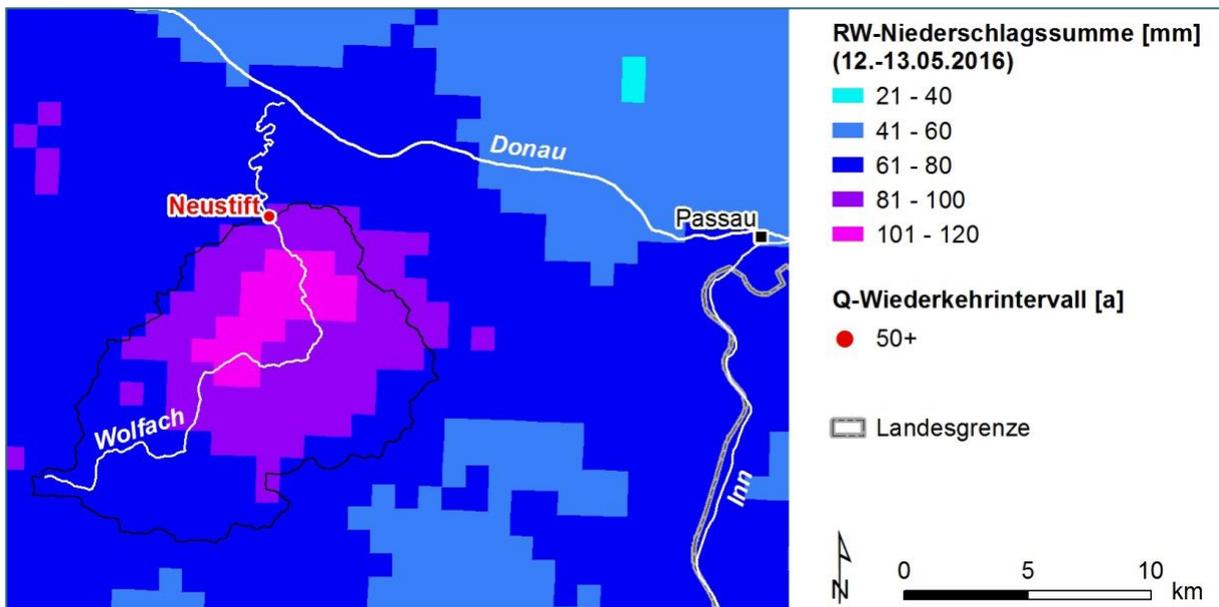


Abb. 2-2: Räumliche Niederschlagsverteilung aus Radolan-RW-Daten des Deutschen Wetterdienstes (12. bis 13. Mai 2016).

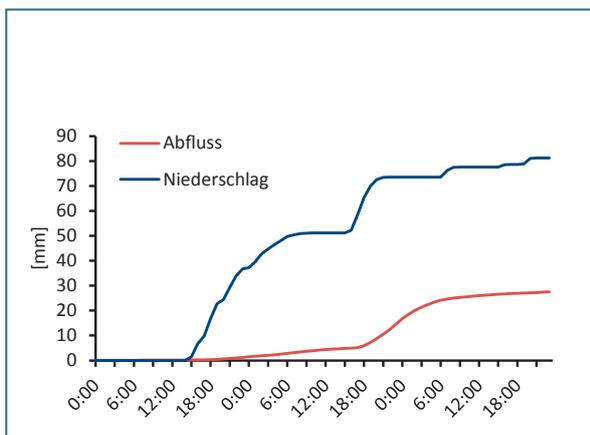


Abb. 2-3: Summenkurven für das Einzugsgebiet des Pegels Neustift vom 12. bis 14. Mai 2016.

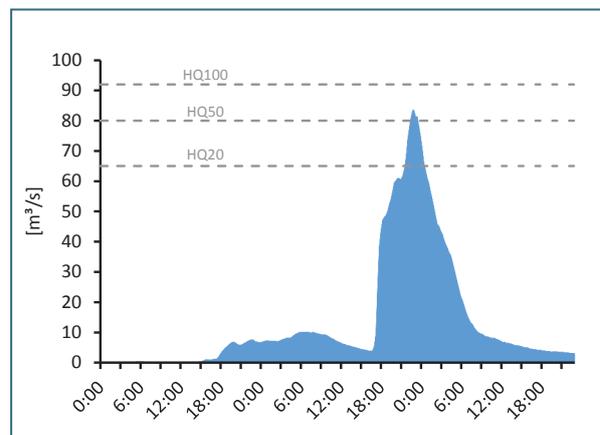


Abb. 2-4: Abfluss am Pegel Neustift vom 12. bis 14. Mai 2016.

2.3.2 Mittel- und Unterfranken am 29./30. Mai 2016

Am 29. und 30. Mai war die mittel- und unterfränkische Region von schweren Unwettern betroffen. Im Regierungsbezirk Unterfranken traf es vor allem die Landkreise Miltenberg und Würzburg (vgl. Tab. 3-1, Nr. 1 bis 4). Wild abfließendes Wasser und eine Schlammlawine, die durch eine Ortschaft geflossen ist, verursachten beispielsweise im Raum Ochsenfurt erhebliche Schäden. In den mittelfränkischen Landkreisen Ansbach und Neustadt an der Aisch-Bad Windsheim (vgl. Tab. 3-1, Nr. 13 und 14) führten die Starkniederschläge auch an Pegeln zu außergewöhnlich hohem Abfluss. Die Situation der Gemeinden Flachslanden und Oberzenn wird exemplarisch in den Kapiteln 4.1 und 4.2 detailliert behandelt.

Die Oberläufe der Aisch, der Fränkischen Rezat sowie der Zenn befinden sich im Bereich der Frankenhöhe im westlichen Mittelfranken. Mit Ausnahme der Aisch, durch die die Grenze zur Mainfränkischen Platte verläuft, liegen die Einzugsgebiete im Fränkischen Keuper-Liasland. Dementsprechend werden sie der Fließgewässerlandschaft des tonig-mergeligen Keupers beziehungsweise zu Teilen des sandigen Keupers zugeordnet. In den hohen Lagen des Fränkischen Keupers haben sich vor allem Braunerde-Podsol aus basenarmen Sandsteinen und Quarziten beziehungsweise Pelosol-Braunerde/Pelosol-Pseudogley aus Verwitterungsprodukten von Mergel- und Tongesteinen entwickelt. In tieferen Lagen wechseln diese Bodentypen in podsolige Braunerde aus basenarmen quarzitischen Sandsteinen und Konglomeraten. Im nördlichen Einzugsgebiet der Aisch haben sich an den Randgebieten zur Mainfränkischen Platte Parabraunerden, Fahlerden und Pseudogley aus Löss oder Lösslehm über verschiedenem Gestein sowie Rendzina, Braunerde-Rendzina und Pararendzina aus Hangschutt über Kalk-, Mergel- und Dolomitgesteinen gebildet. Die Landnutzung der Aisch ist überwiegend von Ackerland, in höheren Lagen von Wald geprägt. Im Einzugsgebiet der Zenn nimmt der Waldanteil deutlich zu, im Einzugsgebiet der Fränkischen Rezat sind zudem große Flächen mit Wiesen und Weiden bedeckt.

Bevor das Gebiet durch die Großwetterlage „Tief Mitteleuropa“ betroffen war, herrschten tendenziell niedrige Abflussverhältnisse vor. Der relativ hohe Gebietsrückhalt, der sich aus der Differenz der Niederschlags- und Abflusssummenkurve ableiten lässt, ist unter anderem auf die relativ trockenen Bodenverhältnisse der Vortage zurückzuführen. Ab dem späten Nachmittag des 29. Mai zogen Gewitter mit heftigen bis extremen Starkniederschlägen aus südöstlicher Richtung über die Region. Dabei wurden in der Zeit von 17:00 Uhr bis 1:00 Uhr des darauffolgenden Tages im Gebietsmittel 55 bis 87 Millimeter Niederschlag gemessen (Abb. 2-6, 2-8, 2-10, 2-12, 2-14).

Das Einzugsgebiet des Pegels Illesheim an der Aisch war nur zu einem kleinen Teil betroffen. Lediglich im westlichen Teil fielen auf circa 30 Prozent der Einzugsgebietsfläche Niederschläge von 61 bis 120 Millimeter innerhalb von 24 Stunden. Dennoch addierte sich der Niederschlag von 18:00 bis 1:00 Uhr im Gebietsmittel auf circa 55 Millimeter, die sich vor allem aus drei Niederschlagsphasen mit 20 Millimetern pro Stunde, 9 Millimetern pro Stunde und 8 Millimetern pro Stunde summierten. Nach dem Beginn der Niederschläge dauerte es circa ein bis zwei Stunden bis der Pegel Illesheim (Einzugsgebietsfläche: 97,09 Quadratkilometer) bei einem Wasserstand von 120 Zentimetern mit einem ersten Anstieg reagierte. Den maximalen Wasserstand von 347 Zentimetern und einem entsprechenden Abfluss von 23,4 Kubikmetern pro Sekunde (entspricht einer Jährlichkeit von 20 Jahren) erreichte der Pegel erst in der Nacht auf den 30. Mai. Bis zum Abend des 30. Mai wurde noch ein erhöhter Abfluss gemessen, der in der darauf folgenden Nacht wieder abnahm.

Die Zenn bis Stöckach (circa 76,97 Quadratkilometer) war mit durchschnittlich rund 73 Millimeter Niederschlag in sechs Stunden deutlich stärker von dem Starkregen betroffen (Abb. 2-5 und Abb. 2-8). Wie auch im Einzugsgebiet Illesheim gab es drei Niederschlagsphasen im Einzugsgebiet

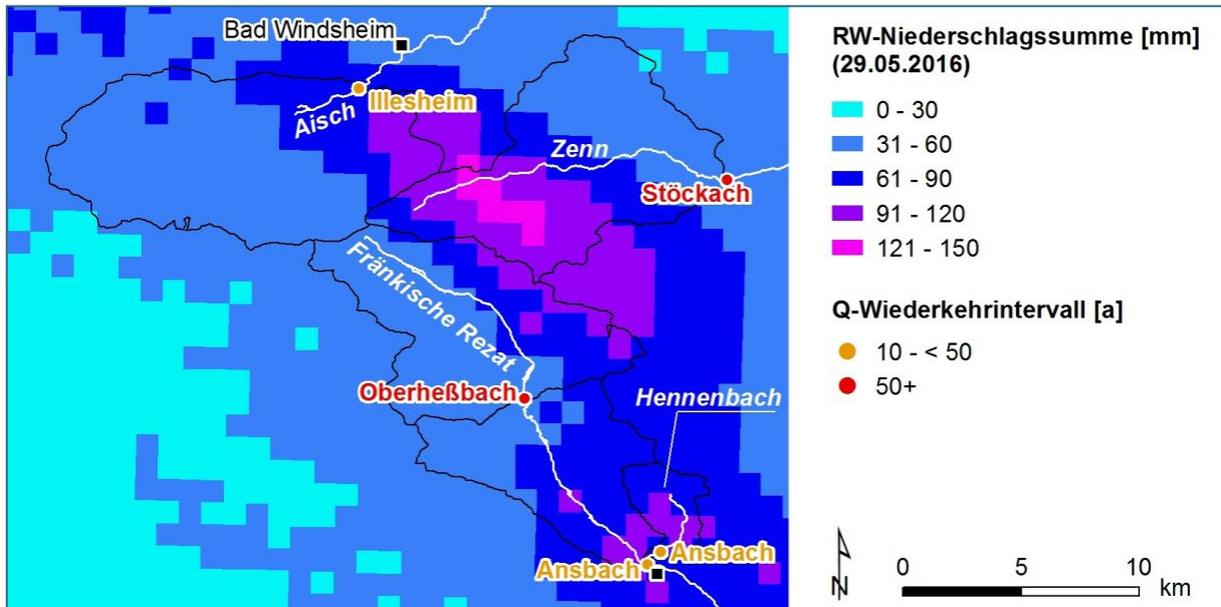


Abb. 2-5: Räumliche Niederschlagsverteilung aus Radolan-RW-Daten des Deutschen Wetterdienstes (29. Mai 2016).

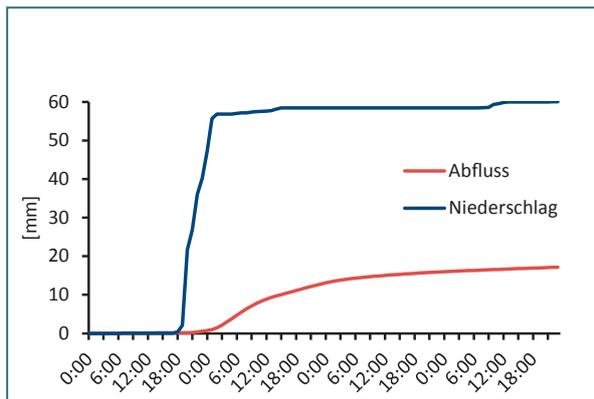


Abb. 2-6: Summenkurven für das Einzugsgebiet Illesheim vom 29. Mai bis 1. Juni 2016.

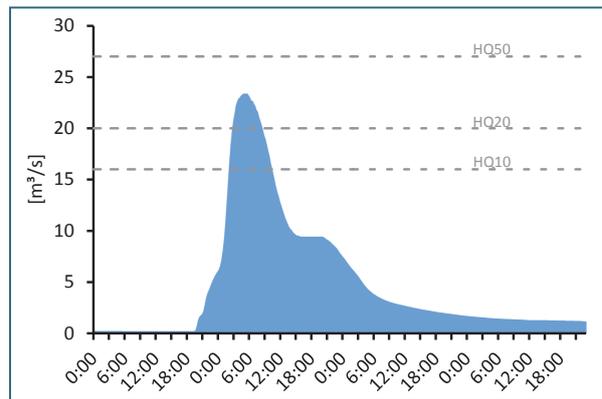


Abb. 2-7: Abfluss am Pegel Illesheim vom 29. Mai bis 1. Juni 2016.

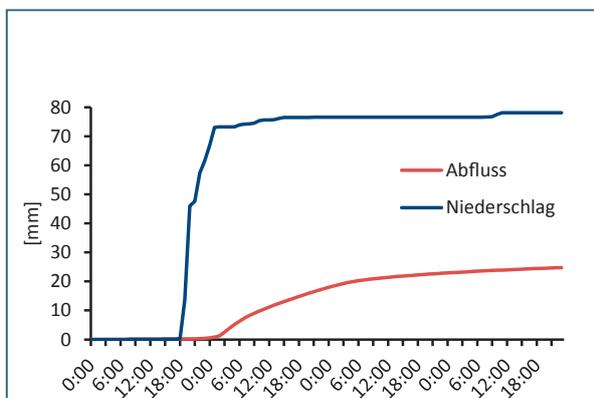


Abb. 2-8: Summenkurven für das Einzugsgebiet des Pegels Stöckach vom 29. Mai bis 1. Juni 2016.

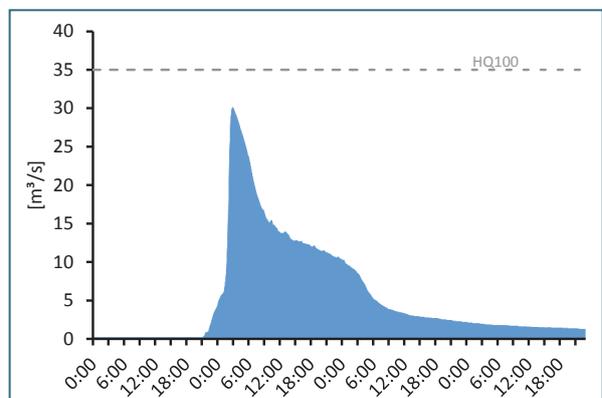


Abb. 2-9: Abfluss am Pegel Stöckach vom 29. Mai bis 1. Juni 2016.

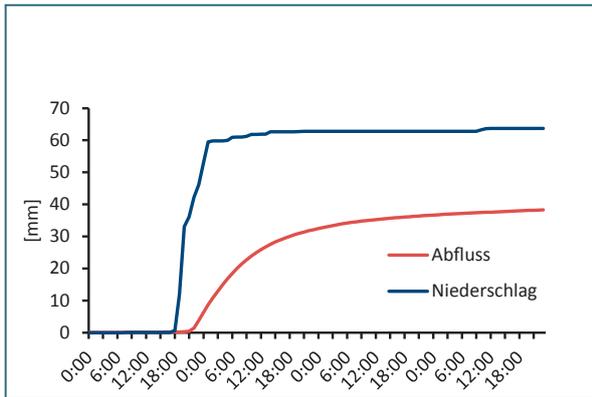


Abb. 2-10: Summenkurven für das Einzugsgebiet des Pegels Oberheßbach vom 29. Mai bis 1. Juni 2016..

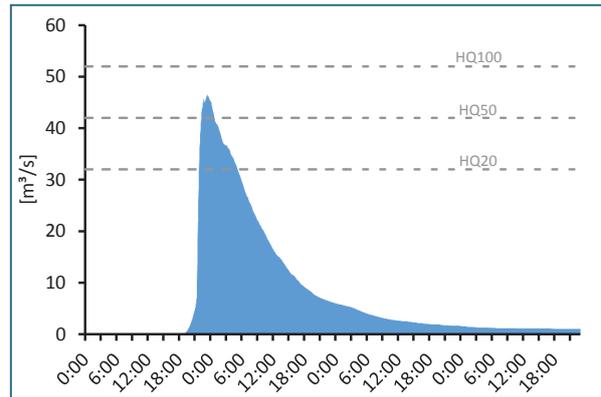


Abb. 2-11: Abfluss am Pegel Oberheßbach vom 29. Mai bis 1. Juni 2016.

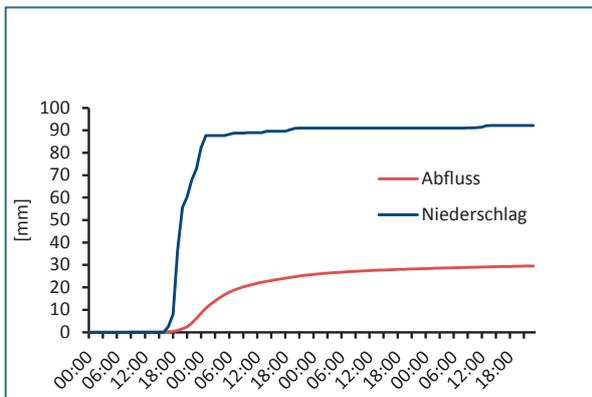


Abb. 2-12: Summenkurven für das Einzugsgebiet des Pegels Ansbach (Hennenbach) vom 29. Mai bis 1. Juni 2016.

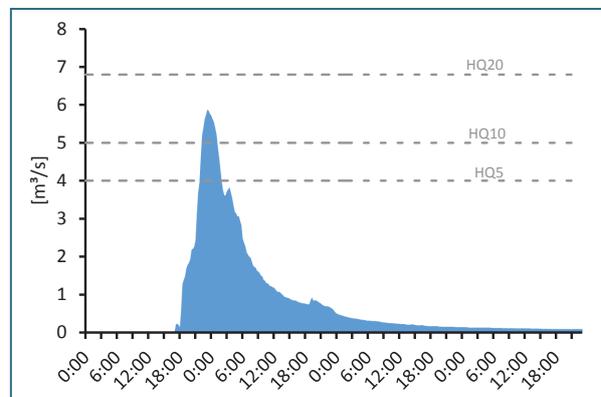


Abb. 2-13: Abfluss am Pegel Ansbach (Hennenbach) vom 29. Mai bis 1. Juni 2016.

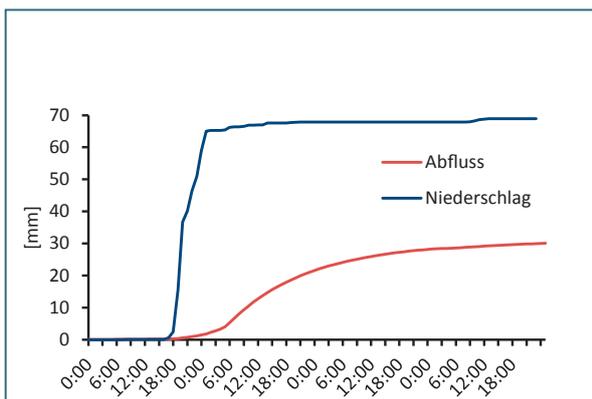


Abb. 2-14: Summenkurven für das Einzugsgebiet des Pegels Ansbach (Fränkische Rezat) vom 29. Mai bis 1. Juni 2016.

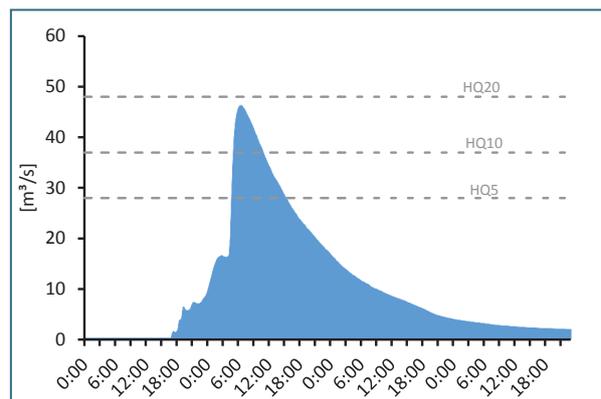


Abb. 2-15: Abfluss am Pegel Ansbach (Fränkische Rezat) vom 29. Mai bis 1. Juni 2016.

Stöckach. Die Gebietsniederschläge erreichten 13 Millimeter pro Stunde, 32 Millimeter pro Stunde und 9 Millimeter pro Stunde. Die Niederschläge fingen im südlichen Einzugsgebiet gegen 18:00 bis 19:00 Uhr mit lokal circa 35 Millimetern an und erreichten ihren Höhepunkt gegen 20:00 Uhr. Dabei fielen im westlichen Oberlauf 70 bis 90 Millimeter Niederschlag in nächster Nähe zum Gerinne. In der gleichen Zeit fielen im östlichen Einzugsgebiet dagegen mit 2 bis 20 Millimetern deutlich geringere Niederschläge. Nur zwei Stunden später reagierte der Pegel Stöckach bei einem Wasserstand von 130 Zentimetern mit einem ersten Anstieg. In der Nacht auf den 30. Mai erreichte der Wasserstand eine Höhe von 385 Zentimeter. Dem entsprechenden Abfluss von 30,2 Kubikmetern pro Sekunde wird eine Jährlichkeit von knapp unter 100 Jahren zugeordnet. Im Vergleich zum benachbarten Einzugsgebiet des Pegels Illesheim hielt der Spitzenabfluss deutlich kürzer an. Besonders die kurzen, aber äußerst heftigen Niederschläge lassen auf verstärkten Oberflächenabfluss schließen. Wie auch in Illesheim wurde bis am Abend des 30. Mai erhöhter Abfluss gemessen, der jedoch am Folgetag rasch abnahm. Im Zuge des Ereignisses hat bei einem Hochwasserrückhaltebecken im Oberlauf der Zenn die Hochwasserentlastung planmäßig eingesetzt.

Die Starkregen im Einzugsgebiet des Pegels Oberheßbach (Einzugsgebietsfläche: 65,41 Quadratkilometer, Fränkische Rezat) addierten sich in sechs Stunden auf insgesamt circa 60 Millimeter Gebietsniederschlag mit temporären Spitzen von 11 und 21 Millimetern pro Stunde. Die intensivsten Niederschläge wurden im westlichen und nordöstlichen Einzugsgebiet verzeichnet. Besonders betroffen war mit circa 30 bis 45 Millimetern pro Stunde der Große Weihergraben ab circa 18:00/19:00 Uhr sowie gegen 20:00 Uhr der Bereich des Gründls- und Beckengrabens (Markt Flachslanden) mit Niederschlägen bis zu 90 Millimetern pro Stunde. Im westlichen Einzugsgebiet waren mit maximal 20 Millimetern pro Stunde deutlich geringere Niederschlagsintensitäten zu verzeichnen. Der Wasserstand am Pegel Oberheßbach stieg circa eine Stunde nach dem Einsetzen der Starkregen ab 20:00 Uhr in nur zwei Stunden von 155 auf 317 Zentimeter an. Der maximale Wasserstand von 327 Zentimetern mit einem Abfluss von 45,3 Kubikmetern pro Sekunde (HQ50) wurde gegen 23:30 Uhr erreicht. Am darauffolgenden Tag nahm der Wasserstand wieder kontinuierlich ab.

Im nur 8,97 Quadratkilometer großen Einzugsgebiet des Pegels Ansbach (Hennenbach) fingen die Niederschläge schon gegen 16:00 bis 17:00 Uhr an (Abb. 2-12). Es war jedoch erst gegen 19:00 Uhr gänzlich von heftigen Niederschlägen betroffen. Im kompletten Gebiet fielen 20 bis 29 Millimeter, im süd- und südwestlichen Einzugsgebiet bis zu 39 Millimeter Niederschlag. Ausgehend von 117 Zentimetern zeigte der Wasserstand am Pegel Ansbach (Hennenbach) eine erste Reaktion schon nach einer Stunde nach dem Beginn der ersten Niederschläge und hatte einen ersten Peak gegen 19:30 Uhr. Nach einem geringen Rückgang reagierte er dann ab circa 21:15 Uhr auf die Starkniederschläge von 18:00 bis 20:00 Uhr. Seinen Scheitel erreichte der Wasserstand gegen 23:15 Uhr mit 232 Zentimetern. Im Einzugsgebiet der Fränkischen Rezat zwischen den Pegeln Ansbach (Einzugsgebietsfläche: 119,99 Quadratkilometer) und Oberheßbach wurden die intensivsten Niederschläge zwischen 18:00 bis 20:00 Uhr verzeichnet. Zunächst fielen im östlichen Teil 18 bis 29 Millimeter, dann mit 21 bis 50 Millimetern die intensivsten Niederschläge im Bereich der Fränkischen Rezat. Wie auch der Pegel Ansbach (Hennenbach) fing der Pegel Ansbach (Fränkische Rezat) ab circa 17:00 Uhr an auf die ersten Niederschläge zu reagieren (Abb. 2-14). Die Abflussreaktionen des Einzugsgebiets Hennenbach sind deutlich in der Ganglinie des Pegels Ansbach (Fränkische Rezat) zu erkennen. Einen markanten Anstieg des Pegels löste die ablaufende Hochwasserwelle des oberliegenden Einzugsgebiets des Pegels Oberheßbach aus. Mit deren Erreichen wurde der maximale Abfluss von 46,3 Kubikmetern pro Sekunde am 30. Mai gegen 6:30 Uhr erreicht. Am Pegel Ansbach wird dieser Scheitelabfluss einer Jährlichkeit von etwa 20 Jahren zugeordnet.

2.3.3 Niederbayern am 1. Juni 2016

Durch die Unwetter der Großwetterlage „Tief Mitteleuropa“ kam es im Regierungsbezirk Niederbayern zu katastrophalen Überflutungen. Insbesondere in den Gemeinden Triftern (Altbach, Einzugsgebiet der Rott, vgl. Tab. 3-1, Nr. 48) und Simbach am Inn (Simbach, Nr. 49) waren die Ausmaße der Überflutungen verheerend. Vor diesem Hintergrund werden die Ereignisse in Kapitel 4.3 (Triftern) und 4.4 (Simbach am Inn) gesondert analysiert. Die Einzugsgebiete der Rott und des Simbachs grenzen im Norden an das Einzugsgebiet der Wolfach (vgl. Kapitel 2.3.1) an. Sie befinden sich hauptsächlich in der Fließgewässerlandschaft des Tertiärhügellands zwischen Isar und Inn. In weiten Teilen der Einzugsgebiete haben sich Braunerden, Parabraunerden und Pararendzina aus lössvermischten Tertiärablagerungen entwickelt. Daneben findet man auch Parabraunerden, Fahlerden und Pseudogley aus Löss oder Lösslehm. Im Auenbereich der Rott gibt es Auenböden sowie Gleye aus sandigen bis tonigen Flusssedimenten in kleinflächigem Wechsel. Im unteren Einzugsgebiet des Simbachs sind Parabraunerden aus schluffig-lehmigen Deckschichten auf eiszeitlichen Schotterplatten anzutreffen. Bedingt durch das Ausgangsubstrat eignen sich diese Standorte besonders gut zur landwirtschaftlichen Nutzung. Insgesamt gibt es in beiden Einzugsgebieten zusammen circa 61,5 Prozent Ackerflächen, 16,8 Prozent Wiese und Weide und lediglich 17,4 Prozent Waldflächen. Besonders die Auflockerung des Oberbodens infolge der Saattbettbereitung fördert die potenzielle Verschlammung eines Bodens bei Starkregenereignissen. Dabei werden durch das Wasser feine Bodenpartikel in den Untergrund verlagert beziehungsweise angelagert. Es entsteht eine dicht gelagerte, infiltrationshemmende Sedimentationsschicht, sodass bei geneigten Flächen vermehrt erodierender Oberflächenabfluss entsteht.

Infolge der Wetterlage „Tief Mitteleuropa“ waren die Einzugsgebiete des Simbachs und des Altbachs (Zufluss der Rott) vom 31. Mai bis 1. Juni von anhaltendem Regen mit lokal begrenzten, wolkenbruchartigen Starkniederschlägen betroffen. Zunächst fielen am 31. Mai Gebietsniederschläge mit rund 30 Millimetern, die keine merkliche Abflussreaktion hervorriefen (Abb. 2-17, 2-19, 2-21, 2-23) und zu einer Vorsättigung des Gebietes beitrugen. Am 1. Juni kam es zu extremen Starkniederschlägen mit dem Zentrum vor allem im Bereich der Einzugsgebiete Simbach (Gemeinde Simbach, Abb. 2-16), Altbach (Gemeinde Triftern) und Türkenbach (Gemeinde Untertürken).

Am 31. Mai fielen im Einzugsgebiet des Simbachs im Gebietsmittel circa 30 Millimeter Niederschlag, auf die der Pegel nur minimal reagierte. In der Nacht auf den 1. Juni fielen dann von 1:00 bis 6:00 Uhr nochmals circa 30 Millimeter Niederschlag auf den schon vorgesättigten Boden. Nach einer zweistündigen Niederschlagsstagnation folgten auf den schon gefallenem Niederschlag (circa 60 Millimeter) im Gebietsmittel weitere 120 Millimeter bis circa 20:00 Uhr, wobei die intensivsten Starkregen im Gebietsmittel mit rund 65 Millimetern zwischen 12:00 und 15:00 Uhr stattfanden. In der Nacht auf den 1. Juni ab circa 4:00 Uhr begann der Pegel in Simbach am Inn (Einzugsgebietsfläche: 33 Quadratkilometer) auf die ersten Niederschläge zu reagieren. Sein Wasserstand stieg innerhalb von drei Stunden von 63 auf circa 180 Zentimeter an. Ab circa 10:00 Uhr begann der Wasserstand erneut zu steigen. Nach einer kurzen Stagnation um circa 13:00 Uhr reagierte der Pegel unmittelbar auf den Starkregen mit einem schwallartigen Anstieg von mehr als 200 Zentimetern innerhalb von einer Stunde. Der Scheitelpunkt wurde am Pegel mit 506 Zentimetern um 14:00 Uhr gemessen. Dieser Wert liegt jedoch außerhalb des regulären Messbereiches und ist demzufolge nicht verlässlich. Ebenso schnell wie er gestiegen war, fiel der Wasserstand wieder ab, sodass in der Nacht auf den 2. Juni wieder Werte unter 100 Zentimetern gemessen wurden. Die Analysen der Universität für Bodenkultur in Wien (BOKU Wien) mit einem Niederschlags-Abfluss-Modell ergaben einen Spitzenabfluss von rund 190 Kubikmetern pro Sekunde (ohne hydraulische Einflüsse im Ortsbereich). Sie liegen über dem aus den bisherigen Beobachtungen geschätzten 1.000-jährlichen Ereignis von 70 Kubikmetern pro Sekunde.

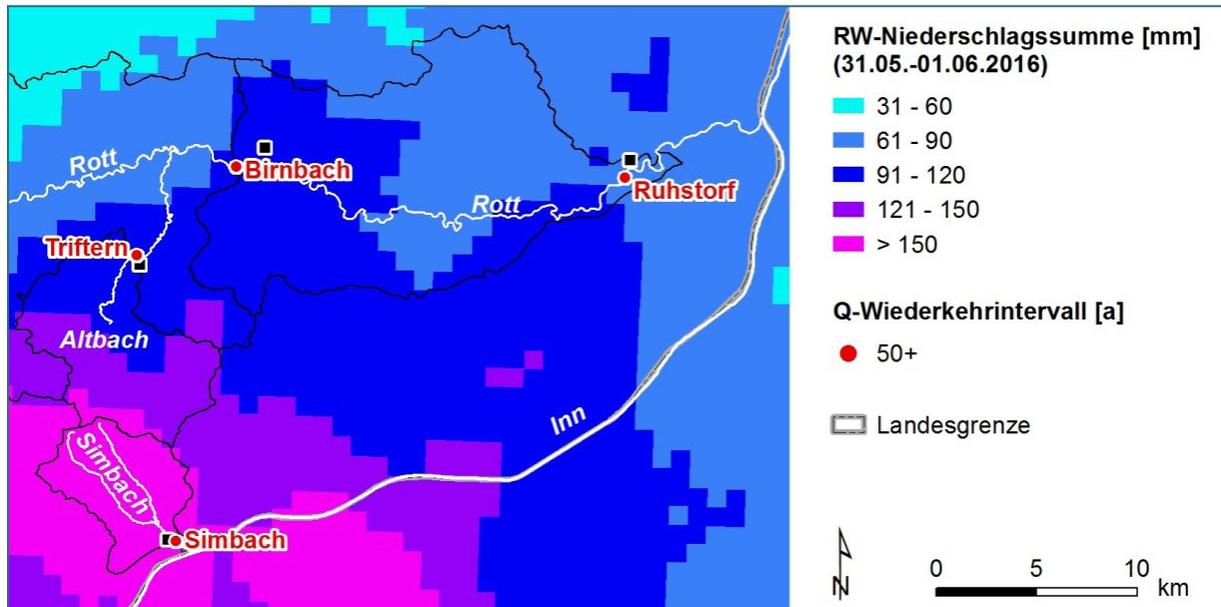


Abb. 2-16: Räumliche Niederschlagsverteilung aus Radolan-RW-Daten des Deutschen Wetterdienstes (31. Mai bis 1. Juni 2016).

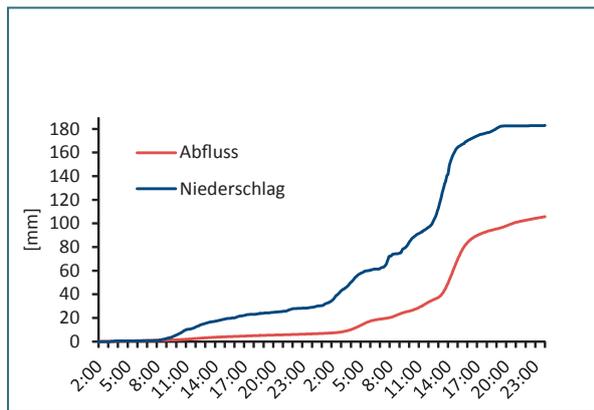


Abb. 2-17: Summenkurven (Daten: Analyse der BOKU Wien) für das Einzugsgebiet des Pegels Simbach am Inn vom 31. Mai bis 1. Juni 2016.

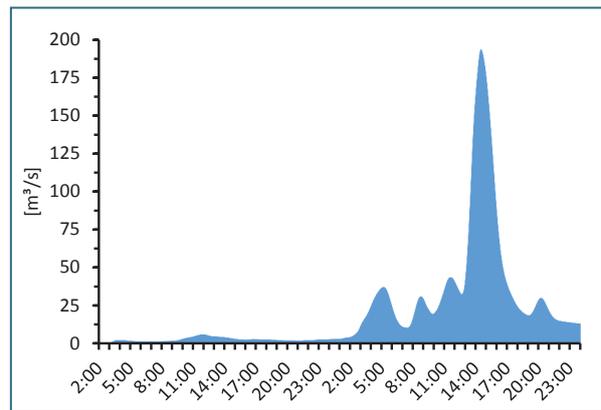


Abb. 2-18: Simulierter Abfluss der Niederschlags-Abfluss-Modellierung der BOKU Wien am Pegel Simbach am Inn vom 31. Mai bis 1. Juni 2016.

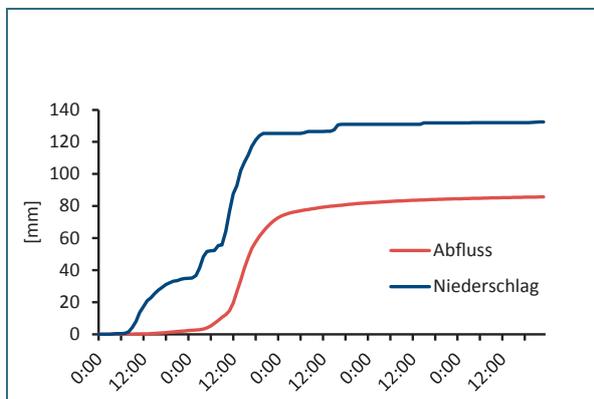


Abb. 2-19: Summenkurven für das Einzugsgebiet des Pegels Triftern vom 31. Mai bis 4. Juni 2016.

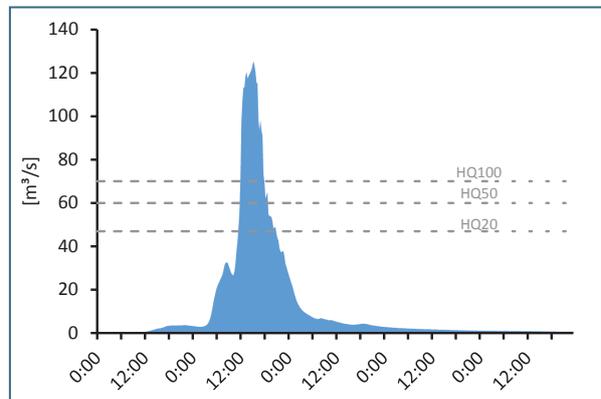


Abb. 2-20: Abfluss am Pegel Triftern vom 31. Mai bis 4. Juni 2016.

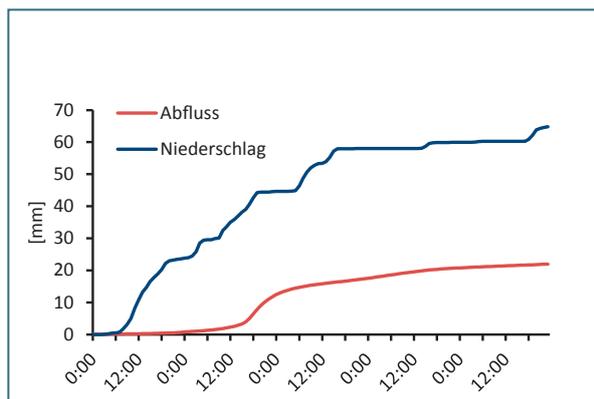


Abb. 2-21: Summenkurven für das Einzugsgebiet des Pegels Birnbach vom 31. Mai bis 4. Juni 2016

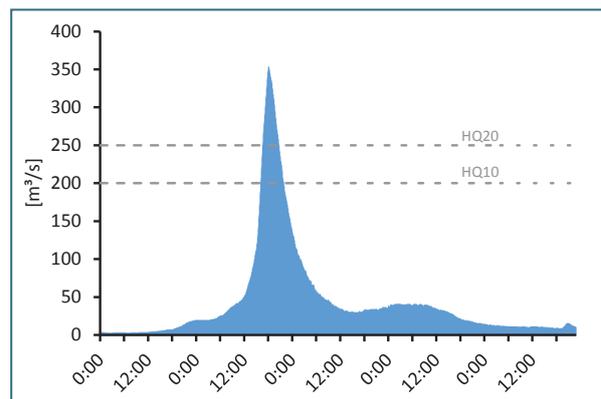


Abb. 2-22: Abfluss am Pegel Birnbach vom 31. Mai bis 4. Juni 2016

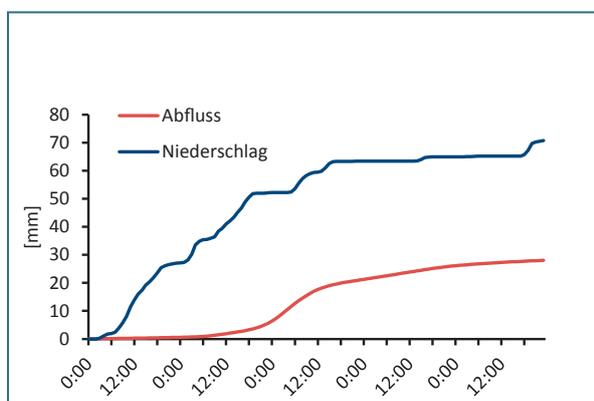


Abb. 2-23: Summenkurven für das Einzugsgebiet des Pegels Ruhstorf vom 31. Mai bis 4. Juni 2016

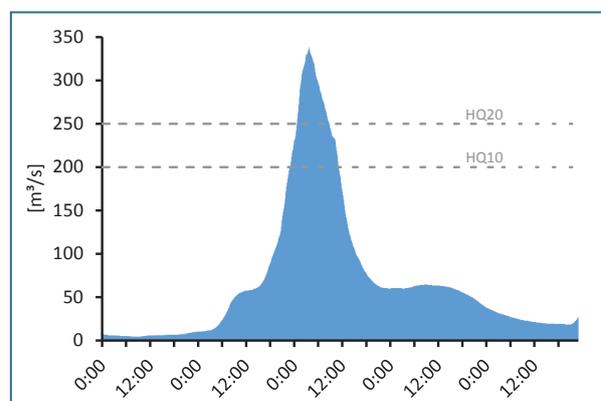


Abb. 2-24: Abfluss am Pegel Ruhstorf vom 31. Mai bis 4. Juni 2016

Das Niederschlag-Abflussgeschehen des direkt angrenzenden Einzugsgebiets des Altbachs (Pegel Triftern, Einzugsgebietsfläche 69,60 Quadratkilometer) nahm einen sehr ähnlichen Verlauf. Bis am Abend des 31. Mai fielen dort im Gebietsmittel circa 35 Millimeter Niederschlag. In der Nacht auf den 1. Juni fielen zunächst circa 15 Millimeter Niederschlag. Bis um 20:00 Uhr (1. Juni) wurden, vor allem durch Starkniederschläge zwischen 10:00 und 12:00 Uhr weitere 70 Millimeter Niederschlag gemessen. Ausgehend von 113 Zentimetern reagierte der Pegel Triftern ab circa 3:00 Uhr morgens mit einem ersten moderaten Anstieg des Wasserstandes. Um 5:00 Uhr war ein Wasserstand von 209 Zentimetern erreicht. Infolge der Starkregen stieg der Wasserstand zwischen 10:00 und 12:00 Uhr sprunghaft von 250 auf 341 Zentimeter an. Den Scheitel erreichte der Wasserstand mit 346 Zentimetern und einem Durchfluss von 125 Kubikmetern pro Sekunde um circa 14:45 Uhr. Wie auch am Pegel Simbach am Inn entspricht dieser Durchfluss einem statistischen Wiederkehrintervall von über 1.000 Jahren. In Triftern begann der Wasserstand erst am Abend beziehungsweise in der Nacht zum 2. Juni wieder schneller zu fallen (Abb. 2-20). Aus den Niederschlagssummenkurven (Abb. 2-19, 2-21, 2-23) geht hervor, dass sich der Regen des 31. Mai über die gesamte Region erstreckte. Die extremen Starkniederschläge des 1. Juni waren dagegen lokal begrenzt. Die Zusammenfassung der räumlichen Verteilung der 48-Stunden-Radarniederschläge in Abbildung 2-16 verdeutlicht dies. 100 Prozent der Fläche des Simbachs waren von Niederschlägen über 141 Millimetern und 98 Prozent der Fläche des Altbachs von Niederschlägen über 101 Millimetern betrof-

fen. Im Gegensatz dazu fielen lediglich auf 12 bis 15 Prozent der Einzugsgebietsfläche der Pegel Birnbach (Einzugsgebietsfläche: 860 Quadratkilometer) beziehungsweise Ruhstorf (Einzugsgebietsfläche: 1.049,10 Quadratkilometer) derart hohen Niederschlagssummen. Die Abflusssummenkurven (Abb. 2-21 und Abb. 2-23) beider Pegel zeigen zunächst nur eine geringe Reaktion auf die großflächigen Niederschläge des 31. Mai. An der Rott fielen am 1. Juni die stärksten Niederschläge im Bereich des Altbachs. Das restliche Einzugsgebiet des Pegels Birnbach war jedoch kaum betroffen, sodass 48-Stunden-Radarniederschlagssummen von über 100 Millimetern nur 12 Prozent der Gesamtfläche ausmachten. Infolge der Starkniederschläge zwischen 10:00 und 12:00 Uhr begann der Wasserstand von circa 175 auf 208 Zentimeter um 13:00 Uhr zu steigen, im Anschluss mit circa 50 Zentimetern pro Stunde. Mit einem maximalen Wasserstand von 435 Zentimetern um 18:00 Uhr wurde die Meldestufe 4 (390 Zentimeter) überschritten. Der maximale Abfluss von 354 Kubikmetern pro Sekunde wird aktuell einem statistischen Wiederkehrintervall von 50 Jahren zugeordnet. Es ist anzunehmen, dass die Meldestufe 4 ohne die abfließende Hochwasserwelle aus dem Einzugsgebiet Triftern nicht überschritten worden wäre. In dem Rotteinzugsgebiet zwischen den Pegeln Birnbach und Ruhstorf fielen intensivere Niederschläge (Abb. 2-16), auf die der Pegel Ruhstorf relativ schnell mit einem Wasserstandanstieg von 175 auf circa 185 Zentimeter reagierte. Nach einer kurzen Stagnation stieg der Wasserstand weiter, um in der Nacht auf den 2. Juni um 3:45 Uhr den Maximalstand von 366 Zentimetern zu erreichen. Wie auch am Pegel Birnbach wird der maximale Durchfluss (339 Kubikmeter pro Sekunde) einem statistischen Wiederkehrintervall von circa 50 Jahren zugeordnet. Auch hier ist anzunehmen, dass die Meldestufe 4 ohne die abfließende Hochwasserwelle des Altbachs nicht überschritten worden wäre.

Die Niederschlags- beziehungsweise Abflusssummenkurven der Einzugsgebiete Simbach (Abb. 2-17) und Triftern (Abb. 2-19) zeigen, dass bei diesem Ereignis annähernd der gesamte Niederschlag unmittelbar in den Abfluss überging. Neben den enormen Niederschlagsmengen ist dies vermutlich auf die fehlende Retention des Bodens durch seine Vorsättigung zurückzuführen. Hinzu kommt die eingangs beschriebene Disposition des Oberbodens zur Verschlammung.

2.3.4 Oberbayern am 8./9. Juni 2016

Mit dem Abzug der Großwetterlage „Tief Mitteleuropa“ war vor allem der Süden und Südosten Bayerns von Unwettern betroffen. Im Zeitraum vom 1. bis 8. Juni wurden im oberpfälzischem Landkreis Cham erhebliche Schäden dokumentiert (vgl. Tab. 3-1, Nr. 17 und 18). Der Pegel Hirschbach erreichte am 6. Juni mit einem Spitzenabfluss von 11,9 Kubikmetern pro Sekunde ein Wiederkehrintervall von zehn Jahren. Der oberbayerische Landkreis Weilheim-Schongau war im gleichen Zeitraum mehrfach von Unwettern betroffen (vgl. Tab. 3-1, Nr. 54 bis 57). Innerhalb von fünf Tagen war dort die Gemeinde Polling zweimal von Hochwasser betroffen (Kapitel 4.5). Nachfolgend wird das Niederschlag-Abflussgeschehen des Zeitraums für das unweit südlich gelegene und mit einem Pegel versehene Einzugsgebiet der Ach beschrieben.

Die oberbayerische Ach mündet circa sechs Kilometer südlich von Weilheim in Oberbayern in die Ammer. Sie befindet sich im voralpinen Moor- und Hügelland und wird der Fließgewässerlandschaft der Grundmoränen des Alpenvorlandes zugeordnet. Im westlichen Einzugsgebiet bis zum Pegel Obernach haben sich aus den lehmig-sandigen, kalkhaltigen Moränenablagerungen vor allem Braunerden, Parabraunerden und Pararendzina entwickelt. Daneben findet man noch Braunerden aus Mergelgesteinen und kalkhaltigen Schottern beziehungsweise Hochmoorböden. Im Einzugsgebiet bis zum Pegel Oberhausen werden diese Bodengesellschaften durch Parabraunerde aus schluffig-lehmigen Deckschichten auf eiszeitlichen Schotterplatten beziehungsweise an ausgewählten Standorten durch Niedermoorböden ergänzt. Wiese, Weide und Nadelwald dominiert überwiegend die Landnutzung. An einigen Standorten, vor allem in dem Gebiet rund um den Staffelsee, sind daneben Torfmoore und Sümpfe anzutreffen.

Infolge der Wetterlage „Tief Mitteleuropa“ fielen in der gesamten Region des Öfteren Niederschläge und trugen zu einer Sättigung des Bodens bei. Nach deren Auflösung blieben weiterhin feucht-warme Luftmassen über Bayern, die vor allem im Alpenraum zu erneuten unwetterartigen Niederschlägen führten. Im Einzugsgebiet des Pegels Oberhausen (Einzugsgebietsfläche: 116,10 Quadratkilometer) fielen beispielsweise nochmals durchschnittlich circa 70 Millimeter Niederschlag innerhalb von 48 Stunden (Abb. 2-28). Im oberliegenden Einzugsgebiet des Pegels Obernach (Einzugsgebietsfläche: 41,40 Quadratkilometer) fielen am 8. Juni zunächst circa 18 Millimeter Niederschlag, ohne dass der Pegel darauf reagierte (Abb. 2-26). Am 9. Juni fielen dann von 8:00 bis 15:00 Uhr insgesamt weitere 40 Millimeter Niederschlag. Aufgrund der Vorsättigung erfolgte keine beziehungsweise kaum Abflussverzögerung durch den Boden, was in der Abflussreaktion des Pegels zu erkennen ist. Mit dem Einsetzen des Starkregens begann auch der Pegel ausgehend von circa 70 Zentimeter Wasserstand ab circa 9:00 Uhr zu steigen, sodass um 13:00 Uhr 193 Zentimeter gemessen wurden. Der Maximalstand wurde mit 209 Zentimetern gegen 15:15 Uhr erreicht, was mit einem Abfluss von 46,5 Kubikmetern pro Sekunde einer Jährlichkeit von zehn Jahren entspricht. Bereits in der Nacht auf den 10. Juni wurde wieder ein Wasserstand unter 100 Zentimetern gemessen. Das Gesamteinzugsgebiet bis zum Pegel Oberhausen hatte ein sehr ähnliches Niederschlagsgeschehen. In 48 Stunden fielen großflächig Niederschläge von 61 bis 80 Millimetern. Das Regenzentrum mit 48-Stunden-Niederschlagssummen von 81 bis 97 Millimetern befand sich jedoch im Bereich des Zuflusses „Zeilbach“ (circa zehn Prozent der Einzugsgebietsfläche). Auf die am 8. Juni gefallenen rund 20 Millimeter Gebietsniederschlag, fielen am 9. Juni von 8:00 bis 15:00 Uhr nochmals durchschnittlich circa 50 Millimeter. Der Pegel reagierte bei einem Wasserstand von 75 Zentimetern mit einem Anstieg ab circa 9:00 Uhr unmittelbar, vermutlich auf den Starkregen im Bereich des Zeilbachs. Innerhalb von vier Stunden war ein Wasserstand von 221 Zentimetern (15:15 Uhr) erreicht. Hier erlangte der Abfluss (64,7 Kubikmeter pro Sekunde) ein statistisches Wiederkehrintervall von 100 Jahren. Der Abfluss aus dem oberliegenden Einzugsgebiet des Pegels Obernach trug nicht zu dem Hochwasserabfluss am Pegel Oberhausen bei. Der sich direkt im Anschluss an das

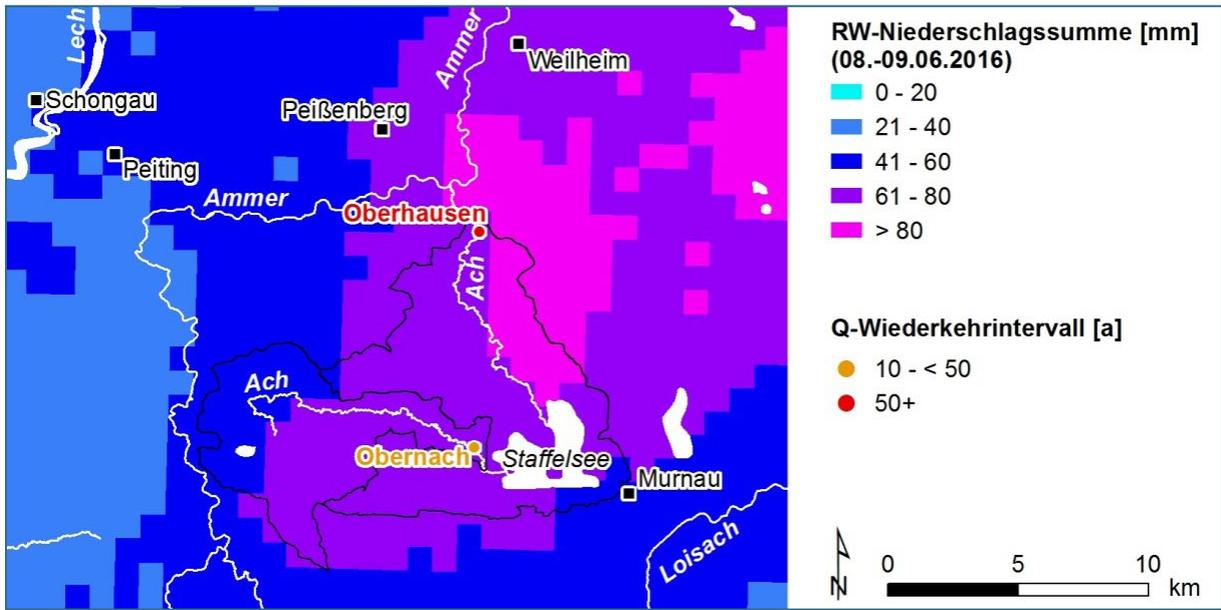


Abb. 2-25: Räumliche Niederschlagsverteilung aus Radolan-RW-Daten des Deutschen Wetterdienstes (8. bis 9. Juni 2016)

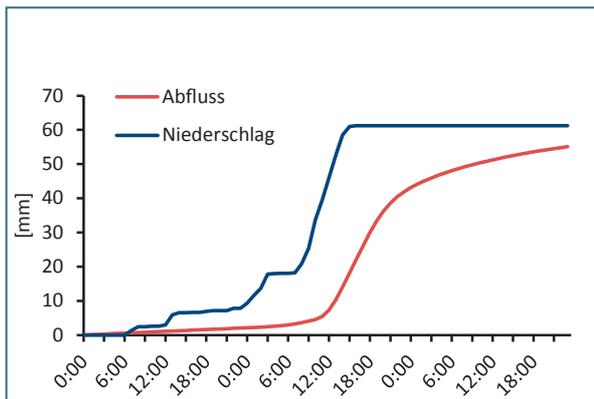


Abb. 2-26: Summenkurven für das Einzugsgebiet des Pegels Obernach vom 8. bis 10. Juni 2016

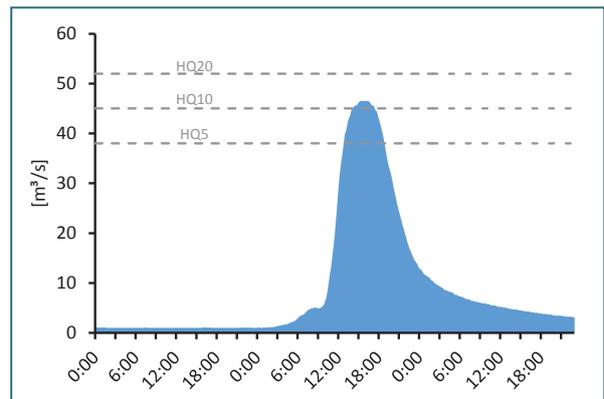


Abb. 2-27: Abfluss am Pegel Obernach vom 8. bis 10. Juni 2016

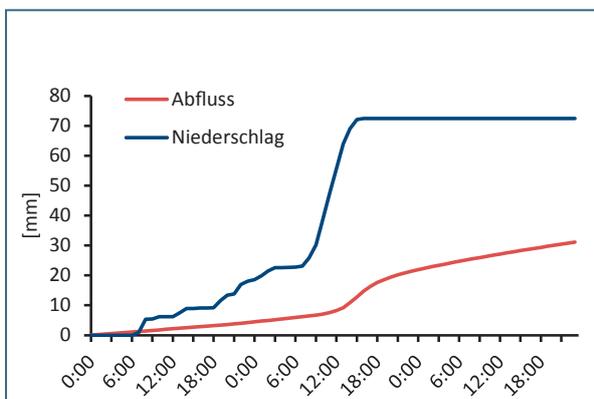


Abb. 2-28: Summenkurven für das Einzugsgebiet des Pegels Oberhausen vom 8. bis 10. Juni 2016

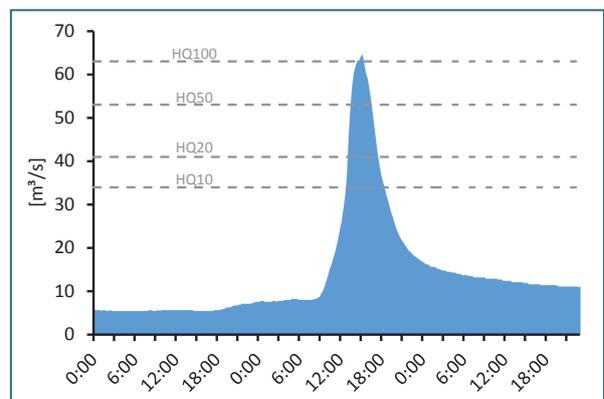


Abb. 2-29: Abfluss am Pegel Oberhausen vom 8. bis 10. Juni 2016

Einzugsgebiet Oberrach befindliche Staffelsee stieg infolge des Abflusses aus dem Einzugsgebiet Oberrach am 9. Juni um circa 30 Zentimeter an. Auffallend sind die Abfluss- und Niederschlagssummenkurven beider Pegel im Vergleich. Am Pegel Oberrach gingen 70 Prozent des gemessenen Radarniederschlags direkt in den Abfluss über. Zudem flossen im Zeitraum vom 8. bis 10. Juni 2016 circa 90 Prozent des gemessenen Niederschlags wieder ab. Obwohl das Gesamteinzugsgebiet Oberrach (inklusive Oberrach) von ebenso hohen Niederschlägen betroffen war, sind von den gemessenen 50 Millimeter Gebietsniederschlag lediglich circa 10 Millimeter direkt abgeflossen. Zudem flossen innerhalb des beschriebenen Zeitraums lediglich 41 Prozent des gemessenen Gebietsniederschlags wieder ab. Dies bestätigt die Annahme, dass die Starkniederschläge aus dem Bereich des Zeilbachs das Hochwasser am Pegel Oberrach ausgelöst haben. Zudem stellt der Staffelsee einen großen Retentionsraum innerhalb des Einzugsgebiets dar.

2.3.5 Unterfranken am 13./14. Juni 2016

Am 13. und 14. Juni war der Regierungsbezirk Unterfranken von mehreren Hochwasserereignissen betroffen. Besonders hervorzuheben ist dabei das hydrologische Extremereignis am Pegel Dingolshausen an der Volkach (vgl. Tab. 3-1, Nr. 5). Die Volkach ist ein orographisch linker Zufluss des Mains, circa 25 Kilometer östlich von Würzburg. Vom Hochwasser betroffen war der Pegel Dingolshausen (Einzugsgebietsfläche: 16,45 Quadratkilometer), dessen westliches Teil-Einzugsgebiet sich auf der Mainfränkischen Platte und das östliche Teil-Einzugsgebiet sich im Fränkischen Keuper-Liasland befindet. Die Fließgewässerlandschaft ist am Keuper orientiert. Das westliche Einzugsgebiet ist der Fließgewässerlandschaft des tonig/mergeligen Keupers, das östliche Einzugsgebiet dem sandigen Keuper zugeordnet. Aus den basenarmen quarzitären Sandsteinen und Konglomeraten des östlichen Einzugsgebiets haben sich vor allem flachgründige, podsolige Braunerden gebildet. Das westliche Einzugsgebiet ist mit seinen Verwitterungsprodukten von Mergel- und Tongesteinen dominiert von Pelosol-Braunerde beziehungsweise Pelosol-Pseudogley. An diese Gegebenheit hat sich die Landnutzung angepasst. Die flachgründigen, höher gelegenen Standorte des Keupers sind vor allem von Laubwald, vereinzelt auch von Wiesen und Weiden bedeckt. Der westliche Teil auf der Mainfränkischen Platte dagegen wird landwirtschaftlich genutzt und ist überwiegend Ackerland. An einem begünstigten Standort wird zudem Weinbau betrieben. Besonders im Übergangsbereich zwischen Keuper und Mainfränkischer Platte hat sich das Gerinne in den Untergrund eingeschnitten. Im westlichen Einzugsgebiet sind die Täler eher von muldenförmigem Charakter geprägt.

Am 12. Juni fielen am späten Nachmittag und in der Nacht auf den 13. Juni erste Niederschläge. Am 13. Juni zwischen circa 13:00 und 14:00 Uhr begann es im nordöstlichen Einzugsgebiet mit circa zwei bis vier Millimeter Niederschlag zu regnen. In den darauf folgenden Stunden bis circa 17:00 Uhr wurde das Einzugsgebiet von Starkregen überzogen. Die Radarniederschläge zeigen zunächst 10 bis 12 Millimeter Niederschlag am Steilabfall des Steigerwalds. Dort ist das Einzugsgebiet bewaldet und die Interzeption der Bäume verzögert das Auftreffen des Regens auf die Bodenoberfläche. Durch die ausgeprägte Topographie, das tendenziell geringe Versickerungsvermögen der Böden und deren Vorfeuchte gelang der Niederschlag dennoch relativ schnell in das Gerinne. In der darauf folgenden Stunde breiteten sich die Niederschläge auf annähernd das gesamte Einzugsgebiet aus. Die stärksten Niederschläge mit 23,5 Millimetern innerhalb von zwei Stunden fielen im Bereich des Pegels. Dort wurden Ackerflächen, die sich auf Standorten mit tendenziell sehr geringem Versickerungsvermögen befinden, großflächig überregnet. Die räumlich-zeitliche Trennung der Niederschlagszentren lässt sich in den Ganglinien des Pegels Dingolshausen (Abb. 2-32) beobachten. Bis zum 13. Juni circa 15:00 Uhr zeigt der Pegel keine nennenswerte Reaktion. Bis 17:00 Uhr stieg der Wasserstand schnell von 135 auf 199 Zentimeter an, was vermutlich von den ersten Niederschlägen am Steigerwaldabfall ausgelöst wurde. Mit einem zweiten, steileren Anstieg erreichte der Wasserstand seinen Maximalwert von 266 Zentimetern um 18:15 Uhr. Dieser Schwall wurde vermutlich durch den Starkregen auf den Ackerflächen verursacht. In der Nacht auf den 14. Juni wurden wieder Wasserstände von 150 Zentimetern gemessen. Dieses Ereignis hatte mit einem maximalen Durchfluss von 16,2 Kubikmetern pro Sekunde eine Jährlichkeit von über 100 Jahren. Es ist davon auszugehen, dass lokale Extrema zum Teil nicht adäquat durch die hier präsentierten Radarniederschläge abgebildet wurden. Beispielsweise wurde an der punktuellen Messung der DWD-Tageswertstation Michelau im Steigerwald vom 12. bis 13. Juni in Summe 83,8 Millimeter Niederschlag aufgezeichnet. Die entsprechende Radarniederschlagszelle (1 Quadratkilometer) resultiert dagegen in einem Wert von nur 42 Millimetern. Dennoch bieten die Radarniederschläge sowohl qualitativ als auch quantitativ einen guten, flächendeckenden Überblick über die räumliche Niederschlagsverteilung.

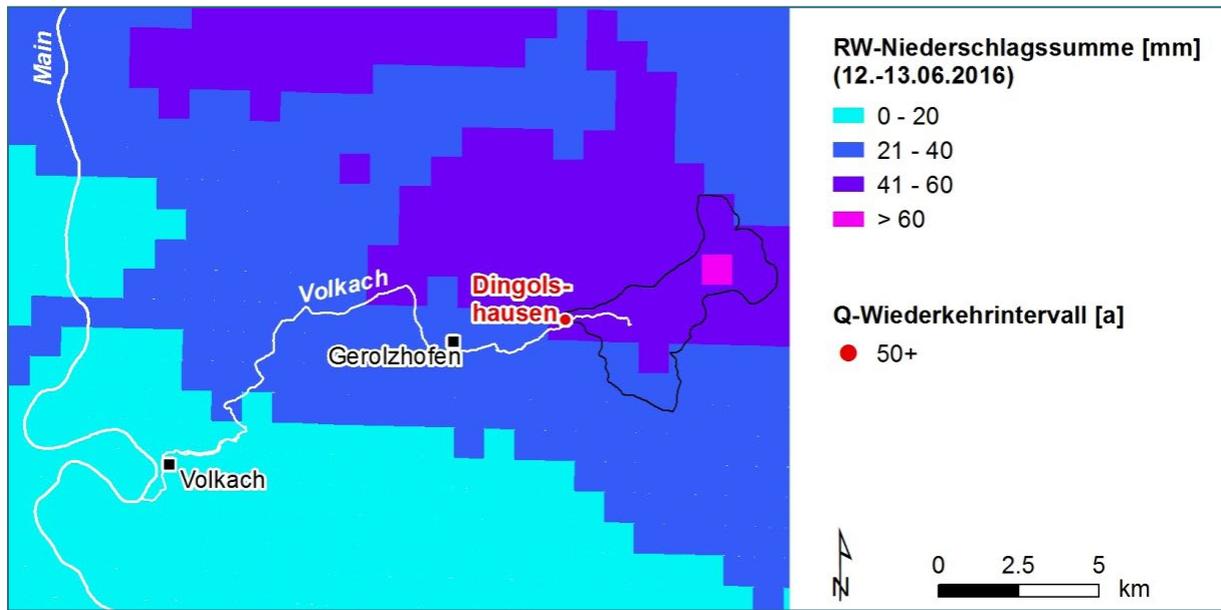


Abb. 2-30: Räumliche Niederschlagsverteilung aus Radolan-RW-Daten des Deutschen Wetterdienstes (12. bis 13. Juni 2016)

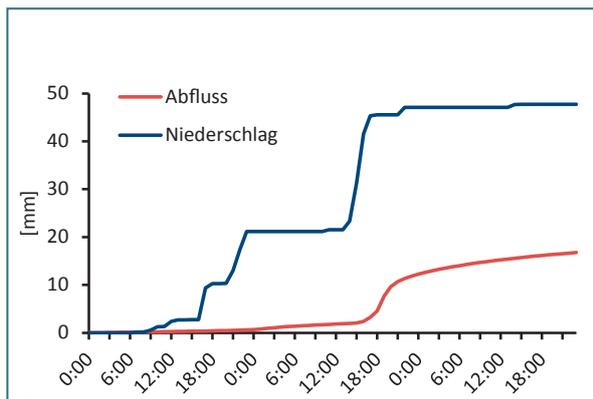


Abb. 2-31: Summenkurven für das Einzugsgebiet des Pegels Dingolshausen vom 12. bis 14. Juni 2016

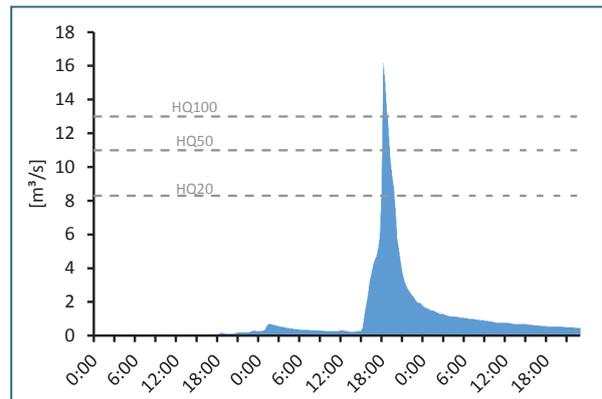


Abb. 2-32: Abfluss am Pegel Dingolshausen vom 13. Juni 2016

2.3.6 Bayerischer Wald am 25./26. Juni 2016

Am 25. Juni war erneut der Bayerische Wald von schweren Unwettern betroffen. Im Landkreis Cham wurden diverse Gebäude- und Infrastrukturschäden überwiegend durch flächenhaft abfließenden Starkniederschlag aufgenommen. Von extremem Hochwasser betroffenen waren unter anderem die Einzugsgebiete kleiner Oberläufe der Donauzuflüsse Regen (Gogl-Mühle, Fläche: 59,8 Quadratkilometer, Viechtach Reibenmühle, Fläche: 53,9 Quadratkilometer und Hirschbach, Fläche: 11,0 Quadratkilometer), Ilz (Linden, Fläche: 89,7 Quadratkilometer und Röhrnbach, Fläche: 121 Quadratkilometer) und Ranna (Rannasäge, Fläche: 36,7 Quadratkilometer) (vgl. Tab. 3-1 in Kapitel 3, Nr. 42). Sie werden der Fließgewässerlandschaft der Gneis- beziehungsweise Teilgebiete der Granitregion zugeordnet. Die einzige Ausnahme stellt das Einzugsgebiet des Pegels Gogl-Mühle dar, welches sich über einem Gabbroamphibolitmassiv erstreckt und der Fließgewässerlandschaft der Vulkanite zugeordnet wird. Dort haben sich aus basischen und intermediären magmatischen Gesteinen beziehungsweise aus Ton- und Schluffschiefer vor allem Braunerden und Podsol-Braunerden gebildet. In den restlichen Einzugsgebieten sind vor allem die Leitböden Braunerde und Podsol-Braunerde aus sauren magmatischen und metamorphen Gesteinen vorzufinden. Im Wesentlichen dominiert die Landnutzung von Wald, Wiesen und Weide. An vereinzelt begünstigten Standorten ist auch Ackerland vorzufinden.

Wie in Abbildung 2-33 dargestellt, war ein relativ großes Gebiet mit diversen Starkregenzentren von den Niederschlägen betroffen. Am 25. Juni begannen ab circa 20:00 Uhr die Niederschläge in den südlichen Einzugsgebieten. Fast zeitgleich von 21:00 Uhr bis Mitternacht waren alle Einzugsgebiete von extremen Starkniederschlägen betroffen. In den Oberläufen der Ilz und Ranna wurden 30 bis 60 Millimeter (Abb. 2-34, 2-36, 2-38), in den Oberläufen des Regens 55 bis 75 Millimeter gemessen (Abb. 2-40, 2-42, 2-44). Die Pegel am Oberlauf der Ranna und der Ilz reagierten unmittelbar in der nächsten Stunde auf die Niederschläge mit Wasserstandanstiegen von 150 bis 200 Zentimetern in drei bis vier Stunden. Die maximalen Durchflusswerte von 15,4 Kubikmetern pro Sekunde am Pegel Rannasäge, 59,2 Kubikmetern pro Sekunde am Pegel Röhrnbach und 60,2 Kubikmetern pro Sekunde am Pegel Linden haben Jährlichkeiten von 10 (Rannasäge) beziehungsweise 20 Jahren.

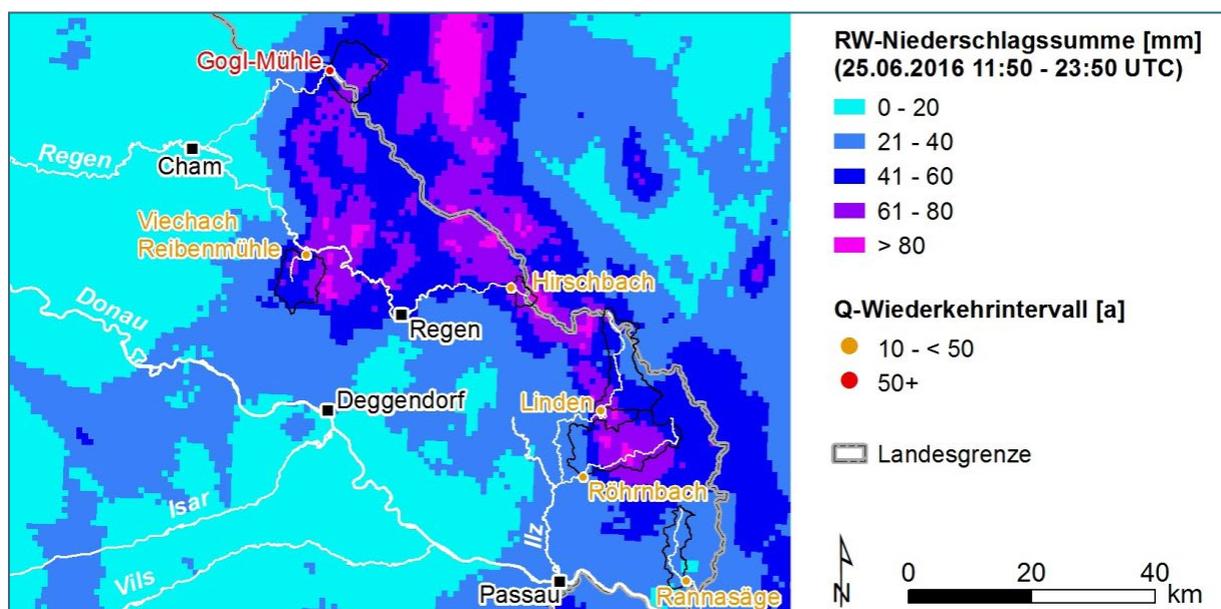


Abb. 2-33: Räumliche Niederschlagsverteilung aus Radolan-RW-Daten des Deutschen Wetterdienstes (25. Juni 2016, 11:50 bis 23:50 UTC)

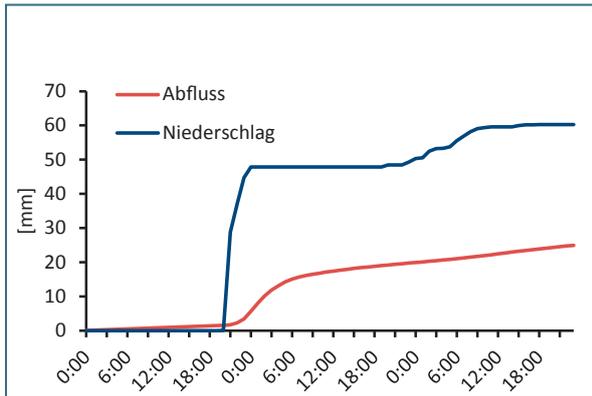


Abb. 2-34: Summenkurven für das Einzugsgebiet des Pegels Linden/Sausswasser vom 25. bis 27. Juni 2016

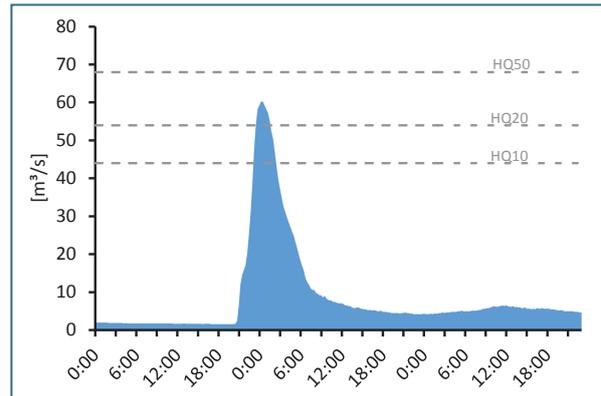


Abb. 2-35: Abfluss am Pegel Linden/Sausswasser vom 25. bis 27. Juni 2016

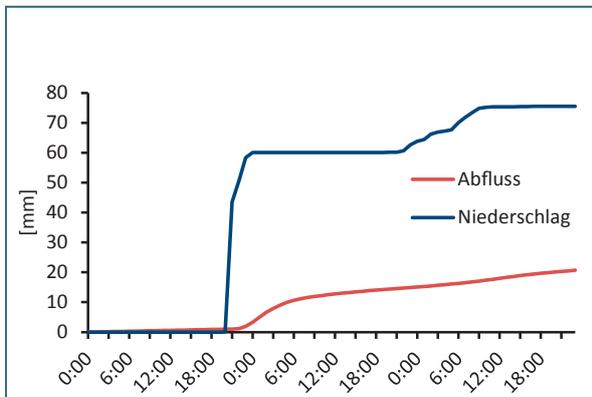


Abb. 2-36: Summenkurven für das Einzugsgebiet des Pegels Röhrnbach/Osterbach vom 25. bis 27. Juni 2016

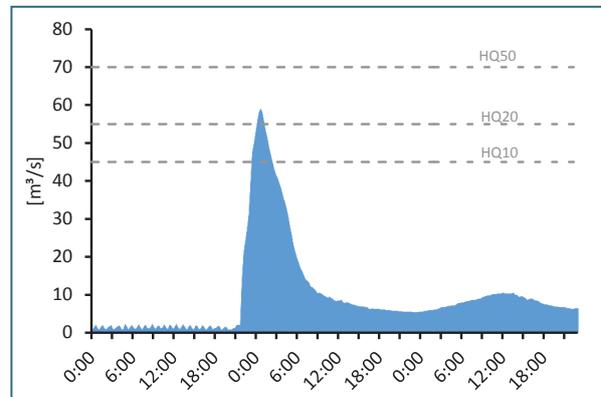


Abb. 2-37: Abfluss am Pegel Röhrnbach/Osterbach vom 25. bis 27. Juni 2016.

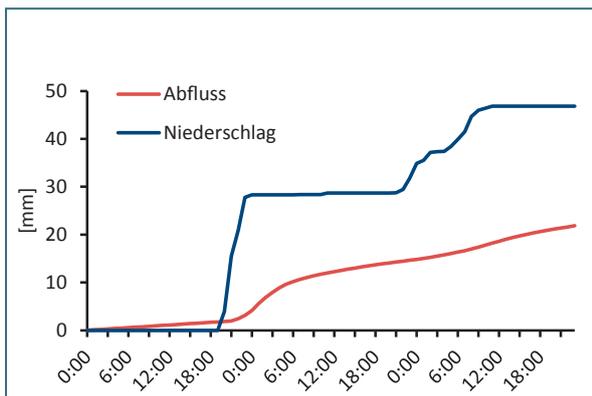


Abb. 2-38: Summenkurven für das Einzugsgebiet des Pegels Rannasäge/Ranna vom 25. bis 27. Juni 2016

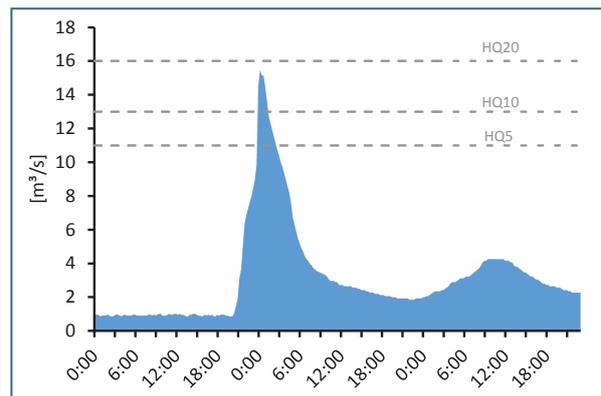


Abb. 2-39: Abfluss am Pegel Rannasäge/Ranna vom 25. bis 27. Juni 2016

Die Zuflüsse des Regens reagierten dagegen zeitlich heterogen. Am Pegel Hirschbach stieg der Wasserstand circa ein bis zwei Stunden nach dem Beginn der Niederschläge rund 80 Zentimeter innerhalb von zwei Stunden auf 105 Zentimeter. Der maximale Abfluss des Gebietes von 14,3 Kubikmetern pro Sekunde hat ebenfalls eine Jährlichkeit von 20 Jahren. Der Pegel Viechtach Reibermühle (circa 45 Zentimeter) reagiert auch unmittelbar auf die Niederschläge und erreichte seinen

maximalen Wasserstand von 238 Zentimetern gegen 23:00 Uhr (50,9 Kubikmeter pro Sekunde – entspricht einer Jährlichkeit von 20 Jahren). Der Wasserstand am Pegel Gogl-Mühle (circa 38 Zentimeter) stieg circa zwei Stunden nach den Niederschlägen an, erreichte aber nur eineinhalb Stunden später einen Maximalwert von 165 Zentimetern (29,4 Kubikmeter pro Sekunde – entspricht einer Jährlichkeit von 50 Jahren).

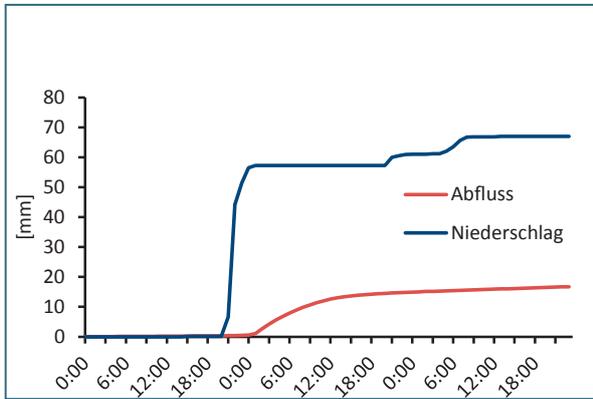


Abb. 2-40: Summenkurven für das Einzugsgebiet des Pegels Gogl-Mühle / Chamb vom 25. bis 27. Juni 2016

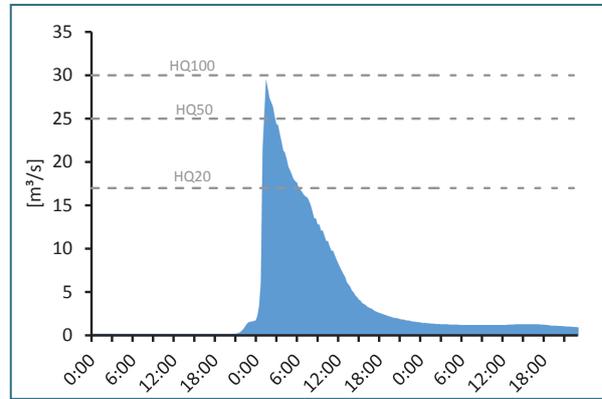


Abb. 2-41: Abfluss am Pegel Gogl-Mühle / Chamb vom 25. bis 27. Juni 2016

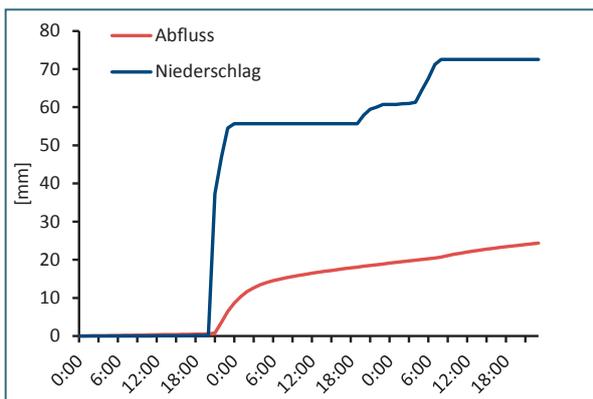


Abb. 2-42: Summenkurven für das Einzugsgebiet des Pegels Viechtach-Reibenmühle vom 25. bis 27. Juni 2016

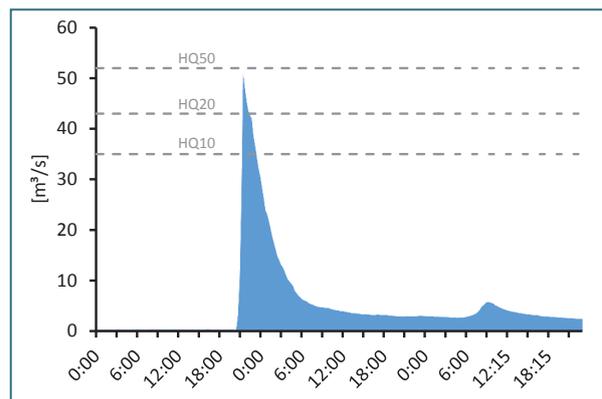


Abb. 2-43: Abfluss am Pegel Viechtach-Reibenmühle vom 25. bis 27. Juni 2016

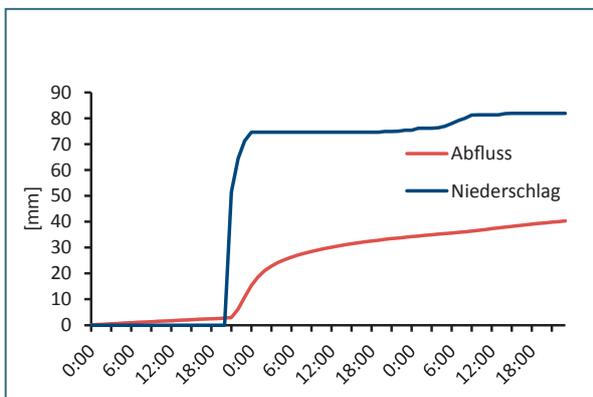


Abb. 2-44: Summenkurven für das Einzugsgebiet des Pegels Hirschbach/Kleiner Regen vom 25. bis 27. Juni 2016

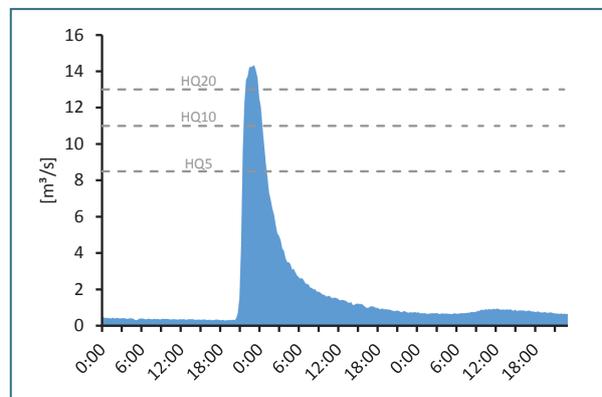


Abb. 2-45: Abfluss am Pegel Hirschbach/Kleiner Regen vom 25. bis 27. Juni 2016

3 Auswirkungen des Hochwassers

Die oben genannten Niederschlagsereignisse verursachten enorme Schäden. Allein für den am stärksten betroffenen Regierungsbezirk Niederbayern (Schwerpunkt Landkreis Rottal-Inn) werden die Gesamtschäden auf über 1,25 Milliarden Euro geschätzt. Wesentlich schwerwiegender als der materielle Schaden ist jedoch die Tatsache, dass bei den katastrophalen Ereignissen im Landkreis Rottal-Inn leider auch sieben Todesopfer zu beklagen waren.

Darüber hinaus hinterlassen Hochwasserkatastrophen auch immer schwere psychische Beschwerden bei den Betroffenen. So belegt eine Studie des Deutschen Komitees Katastrophenvorsorge e. V. an der Universität Potsdam, dass auch neun Monate nach der Flut von 2013 circa 35 Prozent aller Betroffenen immer noch mindestens einmal täglich an das Hochwasser dachten. Die Betroffenen werden bei der Bewältigung solch katastrophaler Ereignisse unterstützt. So bietet beispielsweise das Bayerische Rote Kreuz in seinem Nachsorgeprojekt Beratung, soziale Unterstützung, Betreuung und Begleitung für die Betroffenen im Landkreis Rottal-Inn an.

Abbildung 3-1 verdeutlicht die Schadensschwerpunkte in Bayern. Die einzelnen Ereignisse wurden in drei Kategorien eingeteilt:

- Kategorie 1: außergewöhnliche Ereignisse (rot)
- Kategorie 2: seltene Ereignisse (orange)
- Kategorie 3: weitere Ereignisse (gelb)

Die Abgrenzung der Gebietskulisse der einzelnen Stufen erfolgte dabei in Abhängigkeit der Abflussintensität, der Regenintensität und anhand der Schwere und örtlichen Verteilung der konkret eingetretenen Schäden.

In Kategorie 1 wurden die außergewöhnlichen Ereignisse im Landkreis Rottal-Inn am 1. Juni 2016 eingestuft. Hier lag der Abfluss zum Teil im Bereich einer Jährlichkeit von mehr als 1.000 Jahren. Hinsichtlich Intensität und Ausmaß hoben sich die Ereignisse im Landkreis Rottal-Inn von denen im restlichen Bayern nochmals deutlich ab.

Als Kriterien für die Festlegung, ob ein Ereignis in die Kategorie 2 (seltenes Ereignis mit einer Jährlichkeit von 100 Jahren oder darüber) fällt, wurden der Abfluss, der Niederschlag und das konkrete Schadensbild herangezogen. Bei letzterem wurden insbesondere die Schäden an Gebäuden und sonstiger Infrastruktur berücksichtigt.

Allen übrigen bekannt gewordenen Ereignissen wurde die Kategorie 3 zugewiesen. Die Einstufung in Kategorie 3 schließt nicht aus, dass einzelne Haushalte unter Umständen erhebliche Sachschäden zu beklagen hatten.

In der dazugehörigen Tabelle 3-1 sind alle der Wasserwirtschaftsverwaltung bekannt gewordenen Ereignisse aufgelistet.

Am stärksten betroffen war der Landkreis Rottal-Inn in Niederbayern mit dem Schadensschwerpunkten Simbach am Inn, Triftern, Anzenkirchen, Tann und Untertürken. Auch in den weiteren Landkreisen Niederbayerns waren die Auswirkungen der Ereignisse erheblich.

Weitere Schwerpunkte waren die Landkreise Weilheim-Schongau (Oberbayern), Cham (Oberpfalz), Ansbach und Neustadt an der Aisch-Bad Windsheim (Mittelfranken) sowie der Landkreis Würzburg (Unterfranken).

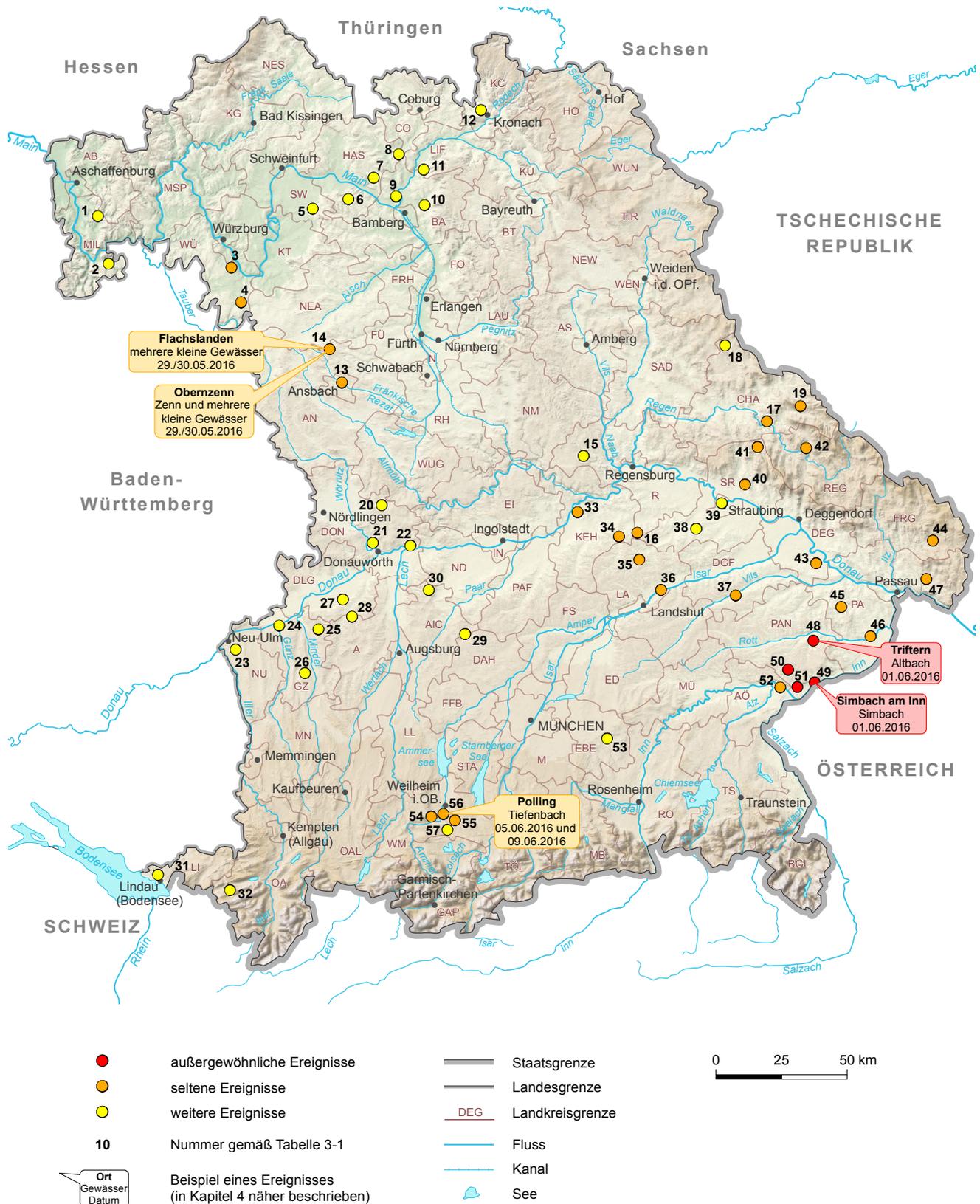


Abb. 3-1: Übersichtskarte der Ereignisse im Mai und Juni 2016 in Bayern

Tab. 3-1: Übersicht der in der Wasserwirtschaftsverwaltung bekannt gewordenen Ereignisse
(Gew I = Gewässer 1. Ordnung / Gew II = Gewässer 2. Ordnung / Gew III = Gewässer 3. Ordnung,
gemäß Art. 2 Bayerisches Wassergesetz)

Nr. in Karte	Regierungsbezirk	Landkreis	Gemeinde/ Ortsteil (OT)	Datum Ereignis	Gewässername	Gewässerordnung	Kategorie
1	Unterfranken	Miltenberg	Eschau	08.06.2016			3
1	Unterfranken	Miltenberg	Leidersbach	29./30.05.2016			3
2	Unterfranken	Miltenberg	Bürgstadt	29./30.05.2016	Erf	Gew II	3
2	Unterfranken	Miltenberg	Eichenbühl, OT Pfohlbach	29./30.05.2016			3
3	Unterfranken	Würzburg	Geroldshausen, OT Moos	29./30.05.2016			2
3	Unterfranken	Würzburg	Giebelstadt, OT Eßfeld	29./30.05.2016			2
3	Unterfranken	Würzburg	Kirchheim	29./30.05.2016			2
3	Unterfranken	Würzburg	Reichenberg, OT Fuchsstadt und Albertshausen	29./30.05.2016			2
3	Unterfranken	Würzburg	Würzburg, OT Rottenbauer und Heidingsfeld	29./30.05.2016	Heigelsbach	Gew III	2
3	Unterfranken	Würzburg	Frickenhäuser	29./30.05.2016			2
3	Unterfranken	Würzburg	Ochsenfurt, OT Goßmannsdorf	29./30.05.2016	Schafbach	Gew III	2
3	Unterfranken	Würzburg	Sommerhausen	29./30.05.2016			2
3	Unterfranken	Würzburg	Winterhausen	29./30.05.2016			2
4	Unterfranken	Würzburg	Aub	29./30.05.2016			2
4	Unterfranken	Würzburg	Gelchsheim	29./30.05.2016			2
4	Unterfranken	Würzburg	Sonderhofen	29./30.05.2016			2
5	Unterfranken	Schweinfurt	Dingolshausen	13./14.06.2016	Volkach	Gew III	3
5	Unterfranken	Schweinfurt	Gerolzshofen	13./14.06.2016	Volkach	Gew III	3
5	Unterfranken	Schweinfurt	Michelau	13./14.06.2016	Volkach	Gew III	3
6	Unterfranken	Haßberge	Oberaurach, OT Neuschleichach	13./14.06.2016	Graseckbach, z. T. Aurach	Gew III	3
7	Unterfranken	Haßberge	Breitbrunn und OT Hermannsberg, Finkenmühle, Lußberg	16./17.06.2016	Kulmbach, Geißwinkelgraben, Lauter	Gew III	3
7	Unterfranken	Haßberge	Kirchlauter, OT Neubrunn	16./17.06.2016	Neubrunner Bach	Gew III	3
7	Unterfranken	Haßberge	Ebelsbach, OT Rudendorf und Steinbach	16./17.06.2016	Lauter, Steinbach	Gew III	3
8	Unterfranken	Haßberge	Untermerzbach, OT Hemmendorf	16./17.06.2016	Itz	Gew I	3

Nr. in Karte	Regierungsbezirk	Landkreis	Gemeinde/ Ortsteil (OT)	Datum Ereignis	Gewässername	Gewässerordnung	Kategorie
9	Oberfranken	Bamberg	Baunach und OT Dorgendorf und Priegendorf	16./17.06.2016	Lauter, Sendelbach	Gew III	3
9	Oberfranken	Bamberg	Breitengüßbach	16./17.06.2016	Güßbach	Gew III	3
9	Oberfranken	Bamberg	Lauter	16./17.06.2016	Lauter	Gew III	3
9	Oberfranken	Bamberg	Oberhaid	16./17.06.2016	Mühlbach	Gew III	3
9	Oberfranken	Bamberg	Bamberg, OT Gaustadt	16./17.06.2016			3
9	Oberfranken	Bamberg	Hallstadt	16./17.06.2016	Gründleinsbach	Gew II	3
10	Oberfranken	Bamberg	Litzendorf und OT Lohndorf	16./17.06.2016	Ellerbach	Gew III	3
10	Oberfranken	Bamberg	Memmelsdorf	16./17.06.2016	Gründleinsbach	Gew III	3
10	Oberfranken	Bamberg	Scheßlitz und OT Schmerldorf und Straßgiech	16./17.06.2016	Leitenbach	Gew II	3
11	Oberfranken	Lichtenfels	Ebensfeld und OT Prächting	16./17.06.2016	Kelbach	Gew III	3
12	Oberfranken	Kronach	Kronach und OT Friesen, Dörfles und Seelabach	16./17.06.2016	Seelabach und weitere kleine Gewässer	Gew III	3
12	Oberfranken	Kronach	Mitwitz	16./17.06.2016	Kleine Föritz und weitere kleine Gewässer	Gew III	3
13	Mittelfranken	Ansbach	Ansbach	29./30.05.2016	Fränkische Rezat	Gew II	2
14	Mittelfranken	Ansbach	Flachlanden und OT Sondernöhe, Borsbach, Kettenhöfsetten	29./30.05.2016	u. a. Beckengraben, Kemmathbach und Virnsberger Bach	Gew III	2
14	Mittelfranken	Ansbach	Oberdachstetten, OT Dörflein	29./30.05.2016	Fränkische Rezat, Gründlsgraben	Gew II, Gew III	2
14	Mittelfranken	Neustadt a.d.Aisch-Bad Windsheim	Oberzenn	29./30.05.2016	Zenn, Eisenbach und namenlose Gewässer	Gew II, Gew III	2
15	Oberpfalz	Regensburg	Hemau	28.05.2016			3
15	Oberpfalz	Regensburg	Laaber	28.05.2016			3
16	Oberpfalz	Regensburg	Schierling, OT Allersdorf und Birnbach	28./29.05.2016	Allersdorfer Bach	Gew III	2
17	Oberpfalz	Cham	Bad Kötzing	01.06.2016			2
17	Oberpfalz	Cham	Blaibach	01.06.2016			2
17	Oberpfalz	Cham	Chamerau, OT Lederdorn	01.06.2016	Roßbach und seine Zuflüsse	Gew III	2
17	Oberpfalz	Cham	Miltach, OT Altrandsberg	01.06.2016	Perlbach/Klinglbach	Gew II	2

Nr. in Karte	Regierungsbezirk	Landkreis	Gemeinde/ Ortsteil (OT)	Datum Ereignis	Gewässername	Gewässerordnung	Kategorie
18	Oberpfalz	Cham	Tiefenbach	06.06.2016	Tiefenbach	Gew III	3
19	Oberpfalz	Cham	Arrach	25./26.06.2016	Kleßbach	Gew III	2
19	Oberpfalz	Cham	Hohenwarth	25./26.06.2016	Simperinger Bach	Gew III	2
19	Oberpfalz	Cham	Neukirchen b. Hl. B	25./26.06.2016	Freybach und Zuflüsse	Gew III	2
20	Schwaben	Donau-Ries	Monheim, OT Kölbürg, Rehau und Weilheim	29./30.05.2016			3
20	Schwaben	Donau-Ries	Wending	29./30.05.2016			3
21	Schwaben	Donau-Ries	Donauwörth	29./30.05.2016			3
21	Schwaben	Donau-Ries	Harburg und OT Ebermergen	29./30.05.2016	Morschbach	Gew III	3
22	Schwaben	Donau-Ries	Marxheim	29./30.05.2016			3
23	Schwaben	Neu-Ulm	Neu-Ulm	29./30.05.2016			3
23	Schwaben	Neu-Ulm	Senden	29./30.05.2016			3
24	Schwaben	Günzburg	Günzburg	29./30.05.2016			3
24	Schwaben	Günzburg	Günzburg	08.06.2016	Riemgraben	Gew III	3
25	Schwaben	Günzburg	Landensberg, OT Glöttweg	29./30.05.2016			3
25	Schwaben	Günzburg	Röfingen	29./30.05.2016			3
25	Schwaben	Günzburg	Winterbach	29./30.05.2016			3
26	Schwaben	Günzburg	Krumbach, OT Billenhausen	29./30.05.2016			3
26	Schwaben	Günzburg	Münsterhausen	29./30.05.2016			3
27	Schwaben	Dillingen	Holzheim, Laugna, Villenbach, Lauingen, Wertingen, Aschberg und Dilligen, OT Steinheim	29./30.05.2016			3
27	Schwaben	Dillingen	Binswangen, Villenbach und Wertingen, OT Gottmannshofen und Roggden	05.06.2016			3
27	Schwaben	Dillingen	Laugna	05.06.2016			3
28	Schwaben	Augsburg	Altenmünster, OT Hegnenbach	05.06.2016	Hegnenbach	Gew III	3
28	Schwaben	Augsburg	Emersacker	05.06.2016			3
29	Schwaben	Aichach-Friedberg	Schiltberg, OT Aufhausen	13.05.2016			3

Nr. in Karte	Regierungsbezirk	Landkreis	Gemeinde/ Ortsteil (OT)	Datum Ereignis	Gewässername	Gewässerordnung	Kategorie
30	Schwaben	Aichach-Friedberg	Pöttmes, OT Kühnhausen	22./23.05.2016			3
30	Schwaben	Aichach-Friedberg	Pöttmes, OT Immendorf, Kühnhausen, Ebenried, Wiesenbach	29./30.05.2016			3
30	Schwaben	Aichach-Friedberg	Pöttmes, OT Wiesenbach	03.06.2016			3
30	Schwaben	Aichach-Friedberg	Baar	03.06.2016			3
31	Schwaben	Lindau	Lindau	24.06.2016			3
32	Schwaben	Oberallgäu	Oberstaufen	24.06.2016			3
33	Niederbayern	Kelheim	Abensberg	29.05.2016			2
33	Niederbayern	Kelheim	Kelheim, OT Weltenburg und Staubing	29.05.2016			2
33	Niederbayern	Kelheim	Neustadt an der Donau, OT Hienheim	29.05.2016			2
34	Niederbayern	Kelheim	Herrngiersdorf und OT Sandsbach und Tiefenbach	29.05.2016			2
34	Niederbayern	Kelheim	Kirchdorf	29.05.2016			2
34	Niederbayern	Kelheim	Langquaid	29.05.2016			2
34	Niederbayern	Kelheim	Rohr in Niederbayern und OT Laaberberg	29.05.2016			2
35	Niederbayern	Landshut	Ergoldsbach	29.05.2016			2
35	Niederbayern	Landshut	Hohenthann	29.05.2016			2
35	Niederbayern	Landshut	Neufahrn	29.05.2016	Kleine Laber, Schaltdorfer Bach	Gew II, Gew III	2
35	Niederbayern	Landshut	Rottenburg	29.05.2016			2
36	Niederbayern	Landshut	Essenbach, OT Essenbach, Mettenbach und Unterwattenbach	29.05.2016	Mettenbach, Wattenbacher Graben	Gew III	2
36	Niederbayern	Landshut	Landshut	29.05.2016			2
36	Niederbayern	Landshut	Niederaichbach, OT Wolfsbach	29.05.2016			2
37	Niederbayern	Dingolfing-Landau	Reisbach	29.05.2016			2
38	Niederbayern	Straubing-Bogen	Geiselhöring, OT Hainsbach	25.06.2016			3
39	Niederbayern	Straubing	Straubing, OT Kagern	15.06.2016			3
40	Niederbayern	Straubing-Bogen	Hunderdorf, OT Gaishausen	01.06.2016	Bogenbach	Gew II	2
40	Niederbayern	Straubing-Bogen	Mitterfels	01.06.2016	Menach	Gew III	2
41	Niederbayern	Straubing-Bogen	Rattenberg	01.06.2016	Klinglbach	Gew III	2

Nr. in Karte	Regierungsbezirk	Landkreis	Gemeinde/ Ortsteil (OT)	Datum Ereignis	Gewässername	Gewässerordnung	Kategorie
42	Niederbayern	Regen	Bodenmais	25./26.06.2016			2
42	Niederbayern	Regen	Drachselsried	25./26.06.2016	Haufenmühlbach, Asbach	Gew III	2
42	Niederbayern	Regen	Geiersthal und OT Linden, Frankenried, Altnußberg, Berging, Höfing, Weging, Pifflitz, Viertlweggrub	25./26.06.2016	Totenbach, Nußbach	Gew III	2
42	Niederbayern	Regen	Teisnach	25./26.06.2016	Teisnach, Nußbach	Gew II, Gew III	2
42	Niederbayern	Regen	Viechtach	25./26.06.2016	Aitnach	Gew III	2
43	Niederbayern	Deggendorf	Künzing	29.05.2016			2
44	Niederbayern	Freyung-Grafenau	Grainet	25./26.06.2016	Glasbach, Ohleitenbach, Hammerbach	Gew III	2
44	Niederbayern	Freyung-Grafenau	Waldkirchen	25./26.06.2016	Wäschlbach, Pfeffermühlbach	Gew III	2
44	Niederbayern	Freyung-Grafenau	Jandelsbrunn	25./26.06.2016	Stadlerwiesengraben und namenlose Gewässer	Gew III	2
45	Niederbayern	Passau	Ortenburg	13.05.2016	Wolfach	Gew II	2
45	Niederbayern	Passau	Vilshofen	13.05.2016	Wolfach	Gew II	2
45	Niederbayern	Passau	Haarbach	13.05.2016	Wolfach	Gew III	2
45	Niederbayern	Passau	Bad Griesbach	13.05.2016	Steinabachl	Gew III	2
46	Niederbayern	Passau	Pocking	01.06.2016	Rott	Gew I	2
46	Niederbayern	Passau	Ruhstorf an der Rott, OT Blumenau	01.06.2016	Rott	Gew I	2
46	Niederbayern	Passau	Neuhaus	01.06.2016	Rott	Gew I	2
46	Niederbayern	Passau	Bad Griesbach	01.06.2016	Rott, Steinabachl	Gew I, Gew III	2
46	Niederbayern	Passau	Tettenweis	01.06.2016	Tettenweiser Bach	Gew III	2
47	Niederbayern	Passau	Oberzell	25./26.06.2016	Erlau, Eckerbach	Gew II, Gew III (Wildbach)	2
47	Niederbayern	Passau	Hauzenberg	25./26.06.2016	Staffelbach, Aubach	Gew III	2
47	Niederbayern	Passau	Büchlberg	25./26.06.2016	Erlau	Gew II	2
48	Niederbayern	Rottal-Inn	Triftern und OT Anzenkirchen	01.06.2016	Altbach	Gew II	1
49	Niederbayern	Rottal-Inn	Simbach am Inn	01.06.2016	Simbach	Gew III (Wildbach)	1
50	Niederbayern	Rottal-Inn	Tann	01.06.2016	Tanner Bach	Gew III	1
51	Niederbayern	Rottal-Inn	Julbach, OT Untertürken und Julbach	01.06.2016	Türkenbach, Tanner Bach, Palmbach	Gew III (Wildbach), Gew III	1

Nr. in Karte	Regierungsbezirk	Landkreis	Gemeinde/ Ortsteil (OT)	Datum Ereignis	Gewässername	Gewässerordnung	Kategorie
51	Niederbayern	Rottal-Inn	Kirchdorf a. Inn	01.06.2016	Hitzenauer Bach	Gew III	1
52	Oberbayern	Altötting	Stammham und OT Haunreit	01.06.2016	Türkenbach	Gew III (Wildbach)	2
52	Oberbayern	Altötting	Markt am Inn und OT Augenthal	01.06.2016			2
53	Oberbayern	Ebersberg	Ebersberg	09.06.2016	Weidinger Graben	Gew III	3
54	Oberbayern	Weilheim-Schongau	Peißenberg	29.05.2016	Wörtersbach, Fendter Bach	Gew III (tlw. Wildbach)	2
54	Oberbayern	Weilheim-Schongau	Peißenberg	03.06.2016	Wörtersbach, Fendter Bach	Gew III (tlw. Wildbach)	2
54	Oberbayern	Weilheim-Schongau	Peißenberg	05.06.2016	Wörtersbach, Fendter Bach	Gew III (tlw. Wildbach)	2
55	Oberbayern	Weilheim-Schongau	Eberfing	05.06.2016	Ramseer Bach	Gew III	2
56	Oberbayern	Weilheim-Schongau	Polling	05.06.2016	Tiefenbach	Gew III	2
56	Oberbayern	Weilheim-Schongau	Polling	09.06.2016	Tiefenbach	Gew III	3
57	Oberbayern	Weilheim-Schongau	Eglfing	09.06.2016	Hungerbach	Gew III	3
57	Oberbayern	Weilheim-Schongau	Huglfing	09.06.2016	Hungerbach	Gew III	3
57	Oberbayern	Weilheim-Schongau	Oberhausen und OT Maxlried	09.06.2016	Ach, Hungerbach	Gew II, Gew III	3

Als wesentliche Schadensursache konnten unterschiedliche Prozesse identifiziert werden, die sich in manchen der betroffenen Gebiete zum Teil auch überlagerten. Ursachen, Auswirkungen und Folgen der maßgeblichen Prozesse von

- Bach- und Flusshochwasser (auch in Form von Sturzfluten),
- Oberflächenabfluss (wild abfließendem Wasser),
- Feststofftransport und
- Verklausung

werden nachfolgend allgemein erläutert.

Bach- und Flusshochwasser

In den meisten Fällen sorgen bei großen Niederschlagsmengen über die Ufer tretende Flüsse oder Bäche für Probleme. Lokal begrenzte Niederschlagsereignisse mit hohen Niederschlagssummen in wenigen Minuten beziehungsweise Stunden (Starkregen) erzeugen gerade in Bächen mit kleinen Einzugsgebieten sehr schnell ansteigende Hochwasserwellen (Sturzfluten). Die Auswirkungen an den großen Flüssen sind bei diesen Ereignissen meist gering. Hingegen können lang anhaltende großflächige Regenfälle (Dauerregen) dazu führen, dass auch an den großen Flüssen Überflutungen der Vorländer stattfinden.

Der Niederschlag fließt zum Teil oberflächlich ab (Oberflächenabfluss) oder versickert in den Untergrund (Abb. 3-2). Vegetation und Bodenbeschaffenheit beeinflussen den Prozentanteil, der als Oberflächenabfluss in die Fließgewässer gelangen kann. Auf versiegelten Böden – zum Beispiel Straßen – kann kein Wasser versickern und der gesamte Niederschlag fließt an der Oberfläche ab. Wenig verdichtete Böden mit geschlossener Vegetationsdecke (zum Beispiel Böden in gesundem Mischwald) begünstigen zum einen die Versickerung und halten zum anderen Wasser zurück.

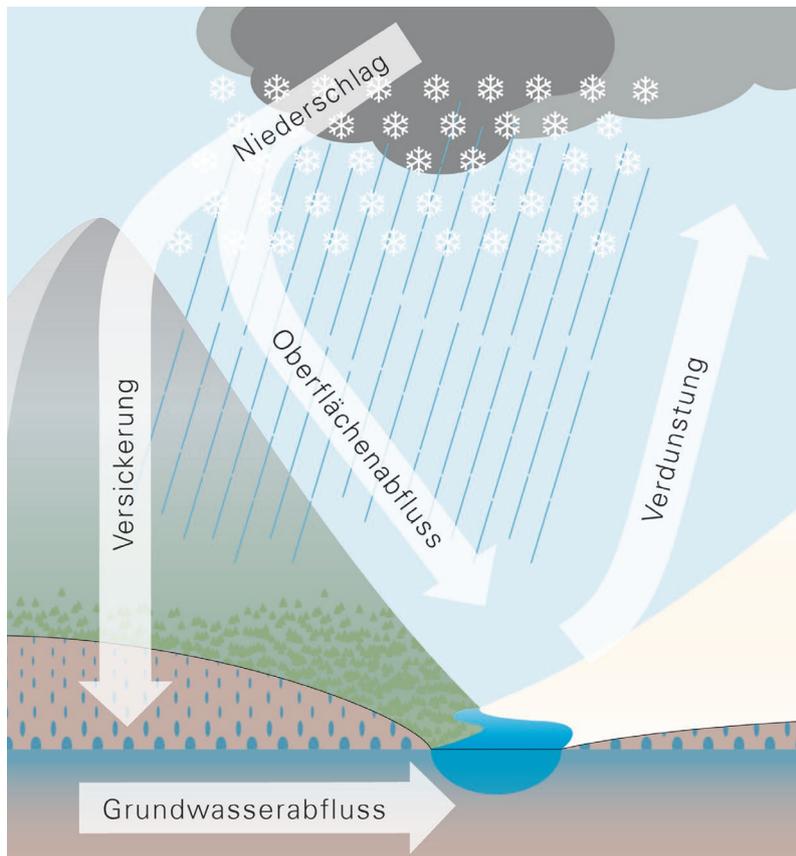


Abb. 3-2: Ein Teil des Niederschlags fließt an der Oberfläche ab, ein Teil versickert.

Wesentliche Auswirkungen auf den Anteil des Oberflächenabflusses hat auch die Vorfeuchte des Bodens. Ist der Untergrund aufgrund von Regenfällen in den vorausgegangenen Tagen bereits gesättigt, gelangt – unabhängig von der Bodenart und Versiegelung – im Extremfall annähernd der gesamte Niederschlag eines Starkregenereignisses zum Abfluss. Diese ungünstige Randbedingung führte bei einigen Ereignissen im Mai und Juni 2016 zu einer Verschärfung der Situation.

Wasser, das an der Oberfläche abfließt, gelangt schneller in die Fließgewässer. Dort führt es zu einem Ansteigen der Hochwasserwelle. Hingegen ist die Abflussfortpflanzung im Untergrund deutlich zeitverzögert. Der verlangsamte Abfluss über den Boden ins Grundwasser erreicht die Fließgewässer zum großen Teil erst, wenn die Hochwasserwelle des Oberflächenabflusses bereits abgeklungen ist.

Reicht der vorhandene Abflussquerschnitt des Fließgewässers nicht aus, um die Hochwasserwelle vollständig im Bach- beziehungsweise Flussbett abzuleiten, werden die angrenzenden Grundstücke überflutet. Geschieht dies in besiedelten Gebieten, sind Schäden an Häusern, Nebengebäuden oder Straßen die Folge.

Die vergangenen Ereignisse haben erneut gezeigt, dass die Bebauung in vielen Siedlungsbereichen zu nah an die Gewässer vorgedrungen ist (Abb. 3-3). In den natürlichen Überschwemmungsbereichen der Flüsse hat sich über die Jahre ein enormes Schadenspotential gebildet. Zum Teil wurden Bäche in der Vergangenheit sogar überbaut (Abb. 3-4) und somit Gefahrenpunkte im Falle eines Hochwassers geschaffen.



Abb. 3-3: Gerinne der Kanker in Garmisch-Partenkirchen. Die bis dicht an den Gewässerlauf heranreichende Bebauung, lässt nur noch ein schmales Betonschussgerinne zu. Im nicht auszuschließenden Überlastfall sind Schäden vorprogrammiert.



Abb. 3-4: Einlaufbereich in die Verrohrung des Eckerbachs in Oberzell. Bis zur Mündung in die Donau verläuft der Eckerbach auf einer Länge von circa 400 Metern in einer Verrohrung durch den Ortsbereich.

Vor allem im hügeligen und bergigen Gelände rinnt das Oberflächenwasser der Hangneigung folgend sehr schnell zusammen und letztendlich in den nächsten Bach beziehungsweise Fluss. Durch kurze intensive Gewitterregen entstehen in steilen Einzugsgebieten – wie zum Beispiel auch in Wildbächen – schnell ansteigende Hochwasserwellen, welche nach dem Ende der Regenfälle auch sehr rasch wieder abklingen. Durch die plötzlich auftretenden Überschwemmungen haben die Betroffenen aber oft keine Gelegenheit, ihr Hab und Gut in Sicherheit zu bringen.

Oberflächenabfluss (wild abfließendes Wasser)

Bei den Ereignissen im Mai und Juni 2016 führte auch wild abfließendes Wasser zu Schäden (Abb. 3-5 und Abb. 3-6). Es waren also nicht nur in unmittelbarer Nähe von Gewässern liegende Gebiete betroffen, die überwiegend durch Flusshochwasser geschädigt wurden. Von wild abfließendem Wasser spricht man, wenn sich das Wasser außerhalb von Bachbetten seinen Weg sucht. Dies kann breitflächig oder konzentriert erfolgen. In steileren Rinnen können aber auch aus relativ flachen Mulden, die normalerweise kein Wasser führen, durch wild abfließendes Wasser im Extremfall kurzzeitig wahre „Sturzbäche“ entstehen.

Bei extrem hohen Niederschlagsintensitäten können selbst unbefestigte, lockere und nur feuchte Böden das Wasser nur langsam aufnehmen. Es wird nur ein geringer Teil des Niederschlags durch den Boden zurückgehalten. Die bei versiegelten Flächen vorgesehenen Entwässerungsein-



Abb. 3-5: Wild abfließendes Wasser strömt in den Ort Hainsbach, Landkreis Straubing.



Abb. 3-6: Wild abfließendes Wasser überströmt die Schulstraße im Ortsbereich von Flachlanden, Landkreis Ansbach.

richtungen (insbesondere die weit verbreiteten Regenwasser-Versickerungsanlagen) reichen oftmals nicht aus und werden durch die großen Niederschlagsmengen in kurzer Zeit überlastet. Der Anteil des oberflächlich abfließenden Wassers ist bei Starkniederschlägen entsprechend hoch.

Das wild abfließende Wasser nimmt den direkten Weg bergab. Dies kann bereits im Abflussbereich des Oberflächenabflusses zu Schäden führen, wenn zum Beispiel Wasser über Lichtschächte in den Keller von Gebäuden eindringt.

An Geländetiefpunkten sammelt sich das Wasser schließlich. Sind dort keine Entwässerungseinrichtungen vorhanden oder diese nicht leistungsfähig genug, bilden sich Überschwemmungsbereiche. Häufig laufen Straßen- oder Bahnunterführungen voll, aber selbst ganze Siedlungsbereiche können betroffen sein.

Erschwerend hinzu kommt bei wild abfließendem Wasser, dass die Anwohner in der Regel nicht mit einem Hochwasser rechnen, da kein Gewässer in der Nähe ist. Folglich sind diese auf das Hochwasser unzureichend vorbereitet.

Wild abfließendes Wasser und Überschwemmungen durch Flüsse oder Bäche treten auch in Kombination auf. Die Abgrenzung der Prozesse ist oftmals nicht leicht. Das Wasser, das am 1. Juni über die Innstraße in Simbach am Inn abfloss (Abb. 3-7), stammte zum großen Teil aus dem Simbach. Dieser konnte die enormen Wassermengen nicht bewältigen. Der Oberflächenabfluss verschärfte die Situation zusätzlich.



Abb. 3-7: Der Simbach hat sich am 1. Juni 2016 einen neuen Weg über die Innstraße in Simbach am Inn gesucht.

Feststofftransport

Bei Hochwasser werden Feststoffe von den Fluten mittransportiert. Dabei handelt es sich um Holz, Geschiebe und Feinteile. Als Geschiebe bezeichnet man große und kleine Steine, welche an der Gewässersohle durch die Schleppkraft des Wassers bewegt werden. Die im Wasser schwebenden Feinteile bewirken eine braune Färbung des Gewässers.

Die Herkunft von Geschiebe und Feinteilen kann unterschiedliche Ursachen haben. Erosion in der Fläche, Ufererosionen, Rutschungen oder der Abtrag von Erdbauwerken, wie zum Beispiel Straßendämme, konnten bei den Ereignissen im Mai und Juni 2016 beobachtet werden.

Böden, die nicht durch eine geschlossene Vegetation geschützt sind, werden durch den Oberflächenabfluss leicht erodiert. Speziell handelt es sich dabei um landwirtschaftliche Ackerflächen (zum Beispiel Mais). Das wild abfließende Wasser schwemmt die feinen Bodenpartikel ab (Abb. 3-8 und Abb. 3-9). Diese können so unter Umständen in ein nahe gelegenes Fließgewässer eingetragen werden.



Abb. 3-8 (links):
Erosion feiner Bodenpartikel im Bereich Oberdachstetten, Landkreis Ansbach;

Abb. 3-9:
links unten: Hungerbach bei Huglfing (Landkreis Weilheim-Schongau) – wild abfließendes Wasser über den Maisacker (Erosionsrinne) oberstrom des Fischteiches Auwiese – 9. Juni 2016;
rechts unten: 12. Juni 2016



Der Feststoffeintrag kann auch im Gewässer selbst durch Ufererosion noch erhöht werden. Mit steigendem Abfluss und bei hohen Fließgeschwindigkeiten können Uferböschungen durch die Energie des Wassers abgetragen werden (Abb. 3-10). Besonders anfällig sind hier die Prallufer der Gewässer (Außenkurven bei einem mäandrierenden Gewässerlauf). Entscheidend ist aber immer, ob dem Wasser eine Angriffsfläche geboten wird. Oft reicht eine kleine vegetationsfreie Stelle aus, von der aus sich die Erosion rasch ausbreitet.

Große Mengen an Feststoffen gelangen über Rutschungen in die Gewässer (Abb. 3-11). Wesentlichen Einfluss auf die Stabilität eines Hanges haben der Aufbau des Untergrunds, die Hangneigung sowie das Wasser. Je feuchter der Boden wird, umso leichter lösen sich bei ungünstigen Verhältnissen Rutschkörper. Erreichen die Rutschkörper einen Gewässerlauf, wird das Material oft direkt vom Hochwasser im Bach oder Fluss weitertransportiert. Wenn sich die Erdmassen ablagern, können sie zu einem Aufstau im Bach führen. Bricht der entstandene „Staudamm“, kann im weiteren Verlauf eine Flutwelle ausgelöst werden.



Abb. 3-10: Ufererosion am Tanner Bach, Landkreis Rottal-Inn



Abb. 3-11: Rutschung im Einzugsgebiet des Simbachs

Am Beispiel Simbach war zu sehen, dass auch künstlich angelegte Erdbauwerke zum Feststoffherd werden können. Straßendämme sind generell nicht gegen ein Überströmen großer Wassermengen gesichert. Geschieht dies im Extremfall durch ungünstige Umstände dennoch, wird der Damm durch das darüber fließende Wasser auf der nicht eingestauten Seite zum Straßenkörper hin abgetragen (Abb. 3-12).



Abb. 3-12:
Erodierter Straßendamm in
Simbach am Inn



Abb. 3-13: Simbach am Inn:
Schlamm und Dreck bleiben
zurück, wenn das Wasser fort ist.

Die Sedimentfrachten haben unterschiedliche Auswirkungen bei einem Hochwasserereignis. Nach dem Rückgang der Überschwemmungen bleibt vielerorts der Feinanteil der Feststoffe als Schlamm zurück (Abb. 3-13). Dieser muss schnell beseitigt werden, bevor er sich durch das Austrocknen enorm verfestigt und dann nur noch schwer zu entfernen ist. Beispielsweise Einrichtungsgegenstände werden durch das verschmutzte Wasser unbrauchbar und müssen entsorgt werden.

Die größeren Feststoffe erhöhen das Abflussvolumen der Hochwasserwelle. Zum schadlosen Abfließen wird also ein größeres Abflussprofil benötigt. An flacheren Stellen ist die Schleppkraft des Wassers geringer und das Geschiebe lagert sich wieder ab. Die entstehenden Auflandungen reduzieren den Abflussquerschnitt und können zu Ausuferungen des Gewässers führen.

Holz gelangt auf verschiedenen Wegen in das Gewässer. Dabei unterscheidet man Grünholz, Totholz und Nutzholz. Grünholz sind Bäume, die erst beim Ereignis entwurzelt werden (zum Beispiel durch Ufererosion, bei Rutschungen oder durch Windwurf). Aktuelle Ereignisse zeigen, dass bei extremen Ereignissen sogar der komplette uferbegleitende Bewuchs auf größeren Flächen weg-erodiert beziehungsweise von der Strömung mitgerissen werden kann. Bei Totholz hingegen handelt es sich um Bäume, die schon längere Zeit vor dem Hochwasser abgestorben sind und vom Wasser abgeschwemmt werden. Auch entlang vom Gewässer gelagertes Nutzholz (beispielsweise Holzlager, Sägewerke, Brennholzstapel) findet man nach einem Ereignis häufig in den überschwemmten Bereichen wieder. Das Holz ist eine mögliche Ursache für die nachfolgend beschriebenen Verklausungen.

Verklausungen

Durch die Wassermassen wird verschiedenartiges Treibgut mitgerissen. Neben natürlichem Material wie Holz, Gestrüpp oder Pflanzen können dies auch Silageballen, Autos oder sonstige transportierbare Gegenstände sein. Beispielsweise musste die Bahnlinie zwischen Ansbach und Würzburg bei Oberdachstetten mehrere Tage gesperrt werden. Infolge einer Verklausung durch Silageballen und Brennholz (Abb. 3-14) staute sich das anfallende Niederschlagswasser an und überströmte die Bahngleise.



Abb. 3-14: Mit Silageballen und Brennholz verstopfter Durchlass unter der Bahnlinie zwischen Ansbach und Würzburg bei Oberdachstetten (Landkreis Ansbach).



Abb. 3-15: Verklausungen im Stadtbereich von Simbach am Inn

Verklausungen können an Engstellen oder Abflusshindernissen im Gewässerlauf auftreten (Abb. 3-15 und Abb. 3-16). Kleine Abflussquerschnitte unter Brücken oder bei Straßen- und Bahndurchlässen stellen ebenso Gefahrenpunkte bei Hochwasser dar wie Rechenbauwerke, die den Einlaufbereich in eine Verrohrung schützen. Diesen kritischen Stellen gilt im Ereignisfall ein besonderes Augenmerk.



Abb. 3-16: Am Wörtersbach in Peißenberg versucht die Feuerwehr mit einem Bagger die Verklausung an einer Brücke während dem Ereignis am 29. Mai 2016 zu entfernen.

Durch die Mischung aus grobem, sperrigem Material und kleineren Teilen, wie zum Beispiel Laub, kann sich an Engstellen im Abflussbereich ein dichter Verklauungskörper bilden. Dieser lässt im Extremfall so gut wie kein Wasser mehr durch. Das Gewässer ist an dieser Verklauungsstelle folglich gezwungen, das eigentliche Gewässerbett zu verlassen und sich einen neuen Weg zu suchen. Nur in günstigen Fällen ist das umliegende Gelände so geformt, dass das Wasser unmittelbar unterhalb der Ausbruchsstelle wieder ins Bachbett zurück fließt, ohne Schaden anzurichten.

Durch das plötzliche Lösen oder den Bruch einer Verklauung kann sich die Abflusssituation unterstrom verschärfen. Das aufgestaute Wasser wird mit einem Schlag „frei“ und bildet eine Flutwelle, deren Dynamik für zusätzliche Schäden sorgen kann.

3.1 Siedlungen, Gewerbe, Wirtschaft

In den durch die Starkregenereignisse betroffenen Gebieten kam es teilweise zu massiven Schäden an Wohn- und Nebengebäuden. Hunderte von Häusern sind unbewohnbar geworden bis hin zum völligen Einsturz. Darüber hinaus sind unzählige vollgelaufene Keller und ausgelaufene Öltanks gemeldet worden.

Besonders tragisch ist, dass bei den Ereignissen im Landkreis Rottal-Inn mehrere Menschen in ihren Häusern ums Leben kamen. In Julbach wurde nahezu ein komplettes Haus von den Wassermassen weggerissen (Abb. 3-17). Die Bewohnerin konnte nur noch tot geborgen werden. Auch in Simbach am Inn wurden Personen von den extrem schnell ansteigenden Fluten des Simbachs überrascht und konnten sich nicht mehr in Sicherheit bringen.



Abb. 3-17: Zerstörtes Haus in Julbach im Landkreis Rottal-Inn



Abb. 3-18: Schäden an einem Ladengeschäft in Simbach am Inn

Neben Privatanwesen waren auch zahlreiche Gewerbebetriebe betroffen (Abb. 3-18). Sowohl die materiellen Schäden an den Gebäuden und deren Einrichtung selbst als auch die wirtschaftlichen Einbußen, zum Beispiel durch Betriebsausfälle oder Verzögerungen im Arbeitsablauf, sind enorm.

Aus den verschiedenen Förderprogrammen der bayerischen Staatsregierung wird das Ausmaß der Betroffenheit deutlich. So sind beispielweise beim Landratsamt Rottal-Inn bis zum September 2016 circa 3.400 Anträge auf Sofortgeld und Soforthilfen „Haushalt/Hausrat“ beziehungsweise „Ölschäden“ eingegangen. In den Regionen, die von einem 100-jährlichen Hochwasser beziehungsweise Niederschlag betroffen waren (Kategorie 2), lagen im September 2016 circa 4.800 Anträge vor. Das Sofortgeld für Privathaushalte bei einer persönlichen individuellen Notlage beträgt 1.500 Euro. Betroffene Unternehmen und Vereine erhalten bei wirtschaftlicher Notlage ein Sofortgeld von bis zu 5.000 Euro. Die Soforthilfe „Haushalt/Hausrat“ wird in Höhe von bis zu 5.000 Euro je Haushalt gewährt, die Soforthilfe „Ölschäden an Gebäuden“ in Höhe von bis zu 10.000 Euro je Gebäude.

In Niederbayern (Schwerpunkt Landkreis Rottal-Inn) belaufen sich die Schäden bei Privathaushalten schätzungsweise auf circa 480 Millionen Euro, bei der gewerblichen Wirtschaft auf circa 260 Millionen Euro. Hinzu kommen geschätzte versicherte Schäden von circa 400 Millionen Euro, die primär ebenfalls Privathaushalte und die gewerbliche Wirtschaft betreffen.

Allerdings können die Schäden an Privatanwesen und bei Gewerbebetrieben nicht vollständig und flächendeckend für alle betroffenen Regionen beziffert werden. Hierfür gibt es mehrere Gründe, die im Folgenden erläutert werden. Schadenszahlen, die aus der Presse entnommen werden können, stellen in der Regel lediglich sehr schnell und grob geschätzte Summen für einen bestimmten Bereich dar.

Wesentliches Problem bei der Ermittlung von Schadenssummen ist, dass es keine zentrale Sammlung dieser Daten gibt. Man müsste sich einer Vielzahl von Quellen bedienen, was einen vollständigen Überblick dennoch nicht gewährleistet. Ein gewisser Anteil der Schäden ist zumeist nicht bekannt, da die betroffenen Personen sich selbst behelfen, ohne fremde Unterstützung in Anspruch zu nehmen. Zudem steht bei der Schadensbeseitigung nicht im Vordergrund, die zerstörten und beschädigten Werte zu ermitteln – besonders dann, wenn keine Erstattung der entstandenen Schäden in Aussicht ist.

Sind Geschädigte gegen Naturgefahren versichert, liegen den diversen Versicherungsunternehmen Schadenszahlen vor. Diese umfassen aber nur die versicherten Schäden. Da in Bayern immer noch viele Grundbesitzer keine Elementarschadenversicherungen für Wohngebäude und Hausrat besitzen, sind auch diese Zahlen unvollständig.

Um zumindest eine grobe Schätzung vorzunehmen, müssten alle betroffenen Gebäude in den Überschwemmungsgebieten gezählt werden. Je nach Gebäudetyp beziehungsweise Größe des Gewerbebetriebs könnte aus der Erfahrung und Auswertung vergangener Ereignisse jeweils ein pauschaler Einheitswert für den Schaden angesetzt werden. Bei der Abschätzung der Schäden über das Produkt aus der Anzahl an betroffenen Gebäuden und einem pauschalen Einheitswert steht die geringe Aussagekraft des Ergebnisses jedoch in keinem Verhältnis zum Aufwand: Das Schadenspotential eines Gebäudes variiert sehr stark, je nach Nutzung im Keller- und Erdgeschoss. Die individuelle Nutzung ist in der Regel nicht bekannt. Ob ein Gebäude in einem (geringfügig) überschwemmten Gebiet tatsächlich betroffen ist oder durch Maßnahmen der Eigenvorsorge oder Gefahrenabwehr verschont geblieben ist, kann bei einer solchen Annäherung ebenfalls nicht berücksichtigt werden. Hinzu kommt, dass bei den aufgetretenen kleinräumigen und meist nur kurzzeitigen Ereignissen an den kleinen Gewässern bei weitem nicht alle überschwemmten Gebiete kartiert worden sind.

3.2 Infrastruktur

3.2.1 Straßen und Bahnlinien

Infolge der Starkregen kam es in den betroffenen Gebieten zu Überschwemmungen von Verkehrswegen. Auch abseits von Gewässern sorgten wild abfließendes Wasser oder die Überlastung von Entwässerungseinrichtungen für Beeinträchtigungen im öffentlichen Nah- und Fernverkehr. Zusammenfassend lassen sich folgende Auswirkungen feststellen:

- Behinderung des Straßen- und Bahnverkehrs durch Überschwemmungen, Schlamm und Geröll
- Gefährdung der Verkehrsteilnehmer durch rasch ansteigende Wasserspiegel oder wetterbedingt schlechte Straßen- beziehungsweise Sichtverhältnisse
- Schäden an Fahrzeugen
- Schäden an der Verkehrsinfrastruktur

Unterführungen waren aufgrund ihrer Lage in Geländetiefpunkten vielerorts besonders betroffen. Nach dem Abklingen der Niederschläge und dem Rückgang der Wassermassen waren die Straßen noch mit Schlamm und Geröll blockiert, was umfangreiche Reinigungsarbeiten in den betroffenen Streckenabschnitten erforderte, bevor die Straßen wieder befahren werden konnten.



Abb. 3-19: Bei Simbach am Inn kamen die Wassermassen für die Verkehrsteilnehmer zu schnell.



Abb. 3-20: Weggeschwemmte Autos in Simbach am Inn

Durch die rasch ansteigenden Wasserspiegel konnten sich Verkehrsteilnehmer zum Teil nicht mehr selbst in Sicherheit bringen (Abb. 3-19).

In Simbach am Inn (Landkreis Rottal-Inn) wurden zahlreiche parkende Fahrzeuge von den Wassermassen mitgerissen und führten zu erheblichen Sachschäden für die Betroffenen (Abb. 3-20).

In den betroffenen Gebieten wurde aber auch die Verkehrsinfrastruktur selbst in großem Umfang zerstört beziehungsweise beeinträchtigt, wie nachfolgende Beispiele veranschaulichen:

Im Bereich der Anschlussstelle B 12/St 2112 konnten die grundsätzlich ausreichend groß bemessenen Durchlässe die extremen Fluten des Simbachs nicht mehr aufnehmen. In der Folge hat der Simbach mit enormen Mengen an Treibgut die B 12 sintflutartig überströmt und größere Ausspülungen verursacht. Der südliche Fahrbahnrand und die Böschung wurden bis zu einer Tiefe von circa sechs Metern weggespült und die Wellstahldurchlässe des Simbachs und eines Radwegs frei gelegt (Abb. 3-21).



Abb. 3-21: Freigelegte Wellstahldurchlässe an der Anschlussstelle B 12/St 2112



Abb. 3-22: Völlig zerstörtes Brückenbauwerk am Tanner Bach, Landkreis Rottal-Inn

Im Landkreis Rottal-Inn führte das Hochwasser zu enormen Schäden an zahlreichen Brückenbauwerken. Diese wurden zum Teil so stark unterspült, dass die Gründungen und Widerlager freigelegt wurden. Dadurch wurde die Standsicherheit der Bauwerke erheblich gefährdet. Manche Brücken wurden von den Wassermassen sogar komplett zerstört (Abb. 3-22).

In dem besonders stark betroffenen Landkreis Rottal-Inn in Niederbayern war die Schadenshöhe an den wenigen großen Bundesfern- und Staatsstraßen insgesamt überschaubar. Gravierender sind allerdings die Schäden an den vielen kommunalen Straßen (Abb. 3-23) und an der technischen Infrastruktur, wie zum Beispiel Energieversorgungs- oder Kommunikationsleitungen im Katastrophengebiet. Entlang der kleinen Bachläufe, die sich aufgrund der enormen Niederschläge zu reißenden, großen Flüssen entwickelt haben, ist sämtliche Verkehrsinfrastruktur zerstört oder erheblich in Mitleidenschaft gezogen worden. Allein im Landkreis Rottal-Inn wurden mehr als 250 Brücken und über 200 Straßenkilometer beschädigt. Die Schäden werden mit circa 52 Millionen Euro abgeschätzt.

Neben der Straßen- war auch die Schieneninfrastruktur von den Auswirkungen der Starkregener- eignisse betroffen. Die überregionale Bahnstrecke von Würzburg nach Ansbach musste infolge ei- nes Erdbeutes gesperrt werden (Abb. 3-24). Zwei Streckenabschnitte (Würzburg-Heidingsfeld- Ochsenfurt sowie Lehrberg-Ansbach) waren teilweise unbefahrbar. Ursächlich hierfür waren Erd- rutsche, Gleisüberspülungen, weggespülter Schotter und Wassereinbruch in Stellwerksanlagen.

Auch die Bahnstrecken München-Murnau und Cham-Waldmünchen waren aufgrund von Überflu- tungen vorübergehend gesperrt.



Abb. 3-23: Gemeindeverbindungsstraße zum Schulzentrum Simbach am Inn



Abb. 3-24: Überschwemmte Gleisanlage an einem Bahnübergang der Bahnlinie Ansbach – Würzburg

3.2.2 Trinkwasserversorgung

Im Zuge der Starkregenereignisse und Überflutungen in den Landkreisen Rottal-Inn und Weilheim-Schongau kam es teilweise zu Einschränkungen der öffentlichen Trinkwasserversorgung.

Im Landkreis Rottal-Inn war die Wasserversorgung der Stadt Simbach am Inn am stärksten betroffen. Die Quellen des Erschließungsgebietes Hitzenau wurden zwischen dem 1. und 3. Juni aufgrund von Kieseinschwemmungen infolge einer Rutschung stillgelegt. Das Erschließungsgebiet Erlacher Au war überflutet, inklusive der drei dort befindlichen Trinkwasserbrunnen. Ab dem 3. Juni erfolgte eine Aufbereitung des Hitzenauer Quellwassers durch mobile Anlagen des Technischen Hilfswerkes (THW). Die Schüttung der Quellen Hitzenau reichte nicht für eine vollständige Versorgung aus, sodass nur eine zeitweise Versorgung einzelner Stadtteile möglich war. Einer der Brunnen ging nach Reparaturen an der Elektrik und Spülmaßnahmen am 10. Juni wieder mit Desinfektion ans Netz. Die beschädigte Infrastruktur verhinderte eine leitungsgebundene Versorgung zu den Haushalten. Zusätzlich wurde wegen der Leitungsschäden eine Abkochanordnung erlassen und Flaschenwasser ausgegeben.

In Pfarrkirchen gab es deutliche Einschränkungen im Hinblick auf die Trinkwasserversorgung. Das Gewinnungsgebiet Grub wies mehrfach mikrobiologische Belastungen im Rohwasser auf. Bereits 2006, 2007 und beim Hochwasser 2013 traten ähnliche Belastungen auf, die im Rahmen nachfolgender hydrogeologischer Untersuchungen auf die Mischverfilterung im Brunnenausbau zurückgeführt werden konnten. Die Desinfektion erfolgt über eine UV-Anlage. Das Gewinnungsgebiet Anzenkirchen wurde vorsorglich vom Netz getrennt, da die Zufahrtswege wegen Überflutungen nicht passierbar waren.

Folgende Gemeinden zeigten Belastungen mit coliformen Bakterien: Tann (lange Standzeiten durch Stromausfall) und Wittibreut. Die Trinkwasserabgabe erfolgte mit Chlorung und Abkochanordnung. Für folgende Gebiete wurden vorsorglich Chlorungsmaßnahmen beziehungsweise Abkochanordnungen verfügt: Bad Birnbach, Ering und Reut.

Im Landkreis Weilheim-Schongau wurde durch einen Hangrutsch am Kieswerk Huglfing die Hauptwasserleitung auf einer Länge von 20 Metern frei gespült und ist daraufhin gebrochen. Nach Überbrückung der Schadensstelle wurde für die Gemeinde Huglfing vom 2. bis 6. Juni vorsorglich eine Abkochanordnung erlassen. In der von Hochwasser betroffenen Gemeinde Polling gab es keine Einschränkungen in der Wasserversorgung. Das Hochwasser an der Fränkischen Rezat zog ebenfalls keine Beeinträchtigungen in der Trinkwasserversorgung nach sich.

3.2.3 Abwasser, Kanäle

In vielen betroffenen Orten kam es zu Verstopfungen von Kanaleinläufen und zu Überlastungen der Kanalisation, sodass das anfallende Niederschlagswasser oberflächlich abfloss. Ebenso kam es häufig zur Überflutung von Gebäuden und zum Austritt von Abwasser infolge von Rückstau aus der Kanalisation. Zum Teil wurden Kanaldeckel angehoben. In der Gemeinde Burgau (Landkreis Günzburg) kam es dadurch zu einem Verkehrsunfall mit Fahrzeugschaden. In Ansbach waren Schäden an der Orangerie zu verzeichnen, die vermutlich durch Überstau der Entwässerung entstanden sind.

In den Gemeinden Flachslanden und Oberdachstatten (Landkreis Ansbach) sowie Oberzenn (Landkreis Neustadt an der Aisch-Bad Windsheim) wurden Ortsteilkläranlagen, im Markt Diethofen (Landkreis Ansbach) das örtliche Abwasserpumpwerk und in Wellheim (Landkreis Eichstätt) die Rechenanlage auf der Kläranlage überflutet.

Die Kläranlage von Simbach am Inn wurde beim Ereignis am 1. Juni 2016 überflutet. Es waren umfangreiche Reinigungs- und Reparaturarbeiten erforderlich. Erst nach und nach konnte die Kläranlage wieder in Betrieb genommen werden. Auch die Kanalisation in Simbach am Inn wurde stark verschlammmt. Darüber hinaus wurden zahlreiche Schächte zerstört und mehrere Pumpstationen fielen aus.

In der benachbarten Gemeinde Wittibreit wurde die Hauptleitung vor der Kläranlage zerstört (Abb. 3-25) und die Kläranlage selbst überstaut, was einen Ausfall von mehreren Tagen zur Folge hatte. Auch in Geretsham (Gemeinde Triftern) und Untertürken (Gemeinde Julbach) rissen Abwasserleitungen, die als Sofortmaßnahme umgehend provisorisch repariert wurden. Weitere Kläranlagen im Landkreis Rottal-Inn wurden leicht überströmt oder mussten Stromausfälle verkraften, was allerdings zu keinen großen Schwierigkeiten führte.

Zu beachten ist, dass bei länger andauerndem Ausfall von Kläranlagen enorme hygienische Probleme auftreten können.



Abb. 3-25: Abgerissene Abwasserhauptleitung vor der Kläranlage, Gemeinde Wittibreit im Landkreis Rottal-Inn

3.3 Staatliche Hochwasserschutzanlagen

Zahlreiche Schäden an den Hochwasserschutzanlagen der Gemeinden sind vorwiegend an kleineren Gewässern aufgetreten. Die Basis der folgenden Ausführungen bilden die zentral erfassten Schäden an staatlichen Anlagen.

3.3.1 Staatliche Wasserspeicher und Hochwasserrückhaltebecken

Die lokal begrenzten Starkniederschläge im Zeitraum Ende Mai bis Anfang Juni machten sich nur sehr geringfügig an den staatlichen Wasserspeichern bemerkbar. Im Norden Bayerns waren bei den Speichern Ellertshäuser See, Froschgrundsee, Trinkwasserstalsperre Mauthaus, Goldbergsee und Förmitztalsperre keine Seewasserspiegelerhöhungen zu verzeichnen. In Mittelfranken wurden die Niederschläge im Einzugsgebiet des Altmühlsees genutzt, um Wasser in den Brombachsee (10 Kubikmeter pro Sekunde über 24 Stunden) zu leiten und somit Reserven für Niedrigwasserzeiten aufzubauen.

Im Osten Bayerns waren die Zuflüsse zu den Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken etwas erhöht, sodass eine leichte Reaktion einiger Seepegel festzustellen war. Je weiter östlich der Speicher lag, desto stärker stellte sich der Einfluss des Niederschlagsereignisses dar. Der im Osten der Oberpfalz gelegene Drachensee zeigte keinen Seepegelanstieg, während der Perlsee und der Silbersee um circa einen halben Meter anstiegen. Im Eixendorfer See machte sich der Zufluss aus den beiden Kopfspeichern aufgrund seiner Größe nur mit knapp 20 Zentimetern Seepegelanhebung bemerkbar. Die Trinkwasserstalsperre Frauenau, ebenfalls im Osten Bayerns gelegen, verzeichnete keine erhöhten Zuflusswerte während dieser Niederschlagsperiode.

Die im Südosten sehr nahe beieinander liegenden Wasserspeicher Vilstalsee und Rottauensee verzeichneten unterschiedliche Zuflüsse und Wasserspiegelanstiege. Der Seepegel des Vilstalsees reagierte nur im Zentimeter-Bereich. Der Schwerpunkt des lokal begrenzten, wolkenbruchartigen Starkniederschlagsereignisses mit katastrophalen Auswirkungen für die Ortschaft Triftern (Landkreis Rottal-Inn) lag unterhalb des Rottauensees im Bereich des Einzugsgebietes von Grasenseer Bach und Altbach. Dennoch wurde durch Rückhalt im Rottauensee ein Wasserspiegelanstieg von circa 80 Zentimetern verzeichnet.

Von den südlichen Talsperren Rottachsee, Ofenwaldsperre, Windachspeicher, Sylvensteinspeicher und Surspeicher erfuhr nur der Surspeicher einen größeren Zufluss. Hier stieg der Seepegel in kurzer Zeit durch einen Zufluss von knapp 20 Kubikmetern pro Sekunde (mittlerer Abfluss MQ = 1,5 Kubikmeter pro Sekunde) um vier Meter an. Der verfügbare Hochwasserrückhalteraum war damit weniger als 50 Prozent beaufschlagt.

Der Förgensee am Lech wird nur im Hochwasserfall vom Wasserwirtschaftsamt Kempten gesteuert. Der „Werkszufluss“ von circa 160 Kubikmetern pro Sekunde änderte sich in dieser Niederschlagsperiode kaum. So bewegte sich der Seepegel um 780,80 mNN, welcher den Normalstau mit 780,50 mNN nur unwesentlich überschritt. Ein Eingreifen des Wasserwirtschaftsamts Kempten war nicht erforderlich.

In der mittelfränkischen Ortschaft Oberzenn, Landkreis Neustadt an der Aisch-Bad Windsheim konnten durch das westlich gelegene, staatliche Hochwasserrückhaltebecken (Gewässer 2. Ordnung) größere Schäden effektiv verhindert werden. Die Hochwasserentlastung des Beckens sprang

in der Nacht vom 29. auf den 30. Mai planmäßig an. Zu diesem Zeitpunkt sank aber der durch wild abfließendes Wasser und zahlreiche kleinere Gewässer bedingte Hochwasserstand im am heftigsten betroffenen Ortskern bereits wieder deutlich.

3.3.2 Linienförmige Hochwasserschutzanlagen (Deiche, Hochwasserschutzwände)

Die staatlichen Hochwasserschutzanlagen im Bereich der Rott unterhalb von Pfarrkirchen wurden durch höhere Hochwasserabflüsse stark beaufschlagt. Eine Überlastung der Hochwasserschutzanlagen trat jedoch nicht auf, weshalb keine nennenswerten Schäden zu verzeichnen waren.

Der Hochwasserabfluss an der Fränkischen Rezat lag unterhalb des Schutzgrades der Deiche und Hochwasserschutzwände bei Ansbach, Immendorf und Windsbach. Schäden in diesen Bereichen sind nicht bekannt.

An der Donau bei Passau waren trotz größerer Hochwasserabflüsse (Meldestufe 3) keine staatlichen Hochwasserschutzanlagen betroffen.

An den Gewässern 1. und 2. Ordnung waren an den Hochwasserschutzanlagen keine kritischen Hochwasserabflüsse zu verzeichnen. Nur vereinzelt wurde die Meldestufe 1 erreicht oder überschritten. Insgesamt sind keine größeren Schäden an den staatlichen Hochwasserschutzanlagen bekannt.

3.3.3 Wildbachschutzbauwerke

Da die lokal begrenzten Niederschläge vor allem in kleinen Einzugsgebieten und Gewässern zu hohen bis extremen Abflüssen führten, waren vor allem an Wildbächen und dort schwerpunktmäßig in, zum Schutz vor Hochwasser ausgebauten, Wildbachstrecken Schäden zu verzeichnen. Die Schäden an kommunalen Schutzanlagen an den Gewässern 3. Ordnung liegen nicht zentral vor und werden daher hier nicht dargestellt. In Bayern wurden Wildbachschutzbauwerke im Landkreis Rottal-Inn sowie im Landkreis Weilheim-Schongau beschädigt. Schäden an Wildbachschutzbauwerken aus anderen Wasserwirtschaftsamt-bereichen wurden nicht gemeldet.

Landkreis Rottal-Inn (Niederbayern)

Die Schäden an Deichen und Hochwasserschutzwänden entlang des Simbachs (Abb. 3-26) im Ortsbereich von Simbach am Inn (Flusskilometer 0+000 bis 1+200) wurden vom Wasserwirtschaftsamt Deggendorf grob geschätzt und belaufen sich auf circa 3,5 Millionen Euro.

Darüber hinaus wurde vom Wasserwirtschaftsamt Deggendorf eine Schadensaufnahme an den Bächen im Landkreis Rottal-Inn veranlasst, die vom Hochwasser betroffen waren und in der Unterhaltungslast des Freistaats Bayern liegen. Die betroffenen Kommunen beauftragten jeweils eine entsprechende Schadensaufnahme für die Gewässer 3. Ordnung. In dieser ausführlichen Schadensdokumentation sind auch die Wildbäche Simbach (mit Ausnahme des oben genannten Abschnitts), Antersdorfer Bach, Tanner Bach und Türkenbach enthalten. Für Schäden, die in den Zuständigkeitsbereich des Freistaats Bayern fallen, wurde eine Kostenschätzung erstellt.

Am Simbach (Flusskilometer 1+200 bis 2+495) sind an circa 20 Stellen Schäden aufgetreten. Die Unterhaltungslast liegt in diesem Abschnitt in einem kurzen Bereich beim Freistaat Bayern (Wasserwirtschaft), ansonsten bei der Stadt Simbach am Inn. Die Schäden an der Wildbachverbauung im

Zuständigkeitsbereich des Freistaats Bayern sind dabei verhältnismäßig gering. Für das Wiederherstellen von Ufersicherungen (Steinsatz) beziehungsweise der alten Uferlinie inklusive Sicherung werden circa 50.000 Euro geschätzt.



Abb. 3-26: Schäden an den Hochwasserschutzanlagen in Simbach am Inn

Große Schäden sind am Antersdorfer Bach (ausgebauter Wildbach von Flusskilometer 0+000 bis 5+540) zu verzeichnen, der zusammen mit dem Kirchberger Bach (Gew. 3. Ordnung) den Simbach speist. Insgesamt wurden circa 150 Schadenspunkte identifiziert. Einen davon zeigt die Abbildung 3-27. Durch massive Erosionserscheinungen ist es zu Uferanbrüchen, großen Geschiebeablagerungen beziehungsweise Geschiebeumlagerungen im Antersdorfer Bach während des Ereignisses gekommen. Unzählige Brücken und Querbauwerke (hauptsächlich Sohlrampen) entlang des Gewässers wurden zerstört. Ebenso wurde die bestehende Ufersicherung in weiten Teilen be-



Abb. 3-27: Antersdorfer Bach (Höhe Brücke nach Hinterholz) am 7. Juni 2016

schädigt beziehungsweise zerstört. Die Kosten für Instandsetzungsmaßnahmen an den Wildbachbauwerken und für die Wiederherstellung der alten Uferlinie werden auf circa 1,9 Millionen Euro geschätzt.

Am Tanner Bach wurden in den vom Freistaat Bayern zu unterhaltenden Abschnitten eine Rampe und die Ufersicherung in mehreren Bereichen zerstört (Steinsatz, Pflasterung, Betonwände). Darüber hinaus kam es zu einigen Uferanbrüchen beziehungsweise Verlegungen des Bachlaufs. Insgesamt sind an circa 25 Stellen in der Zuständigkeit des Freistaats Bayern Schäden aufgetreten. Die Kosten für die Instandsetzung der zerstörten Verbauungen werden auf circa 200.000 Euro geschätzt. Für die Wiederherstellung und Sicherung der ursprünglichen Uferlinie belaufen sich die Kosten auf circa 500.000 Euro. Darüber hinaus liegen etwa weitere 50 Schadenspunkte am Tanner Bach in der Unterhaltungslast der anliegenden Gemeinden Zeilarn und Reut beziehungsweise in der Unterhaltungslast von Privatpersonen.

Für die insgesamt circa 30 Schadensstellen am Türkenbach (Landkreis Rottal-Inn) sind neben dem Freistaat Bayern die Grenzkraftwerke, die Gemeinde beziehungsweise Privatpersonen in der Unterhaltungslast. Im Zuständigkeitsbereich des Freistaats Bayern wurden im Wesentlichen Teile der Ufersicherung sowie mehrere Sohlschwellen und eine Sohlrampe zerstört. Der Kostenanteil des Freistaats Bayern für die erforderlichen Maßnahmen beträgt circa 650.000 Euro.

Im Landkreis-Rottal-Inn belaufen sich die Schäden an Wildbachschutzbauwerken des Freistaats Bayern somit insgesamt auf circa 7 Millionen Euro.

Landkreis Weilheim-Schongau (Oberbayern)

Nach Aussagen des Wasserwirtschaftsamts Weilheim haben die Wildbachbauwerke (Geschiebefänge und Sperrren) in den betroffenen Wildbächen des Landkreises Weilheim-Schongau ihren Schutzzweck erfüllt. Die Schäden an den Wildbachbauwerken belaufen sich hier auf circa 370.000 Euro.

3.4 Umweltbelastungen

Im Gegensatz zum Junihochwasser 2013 waren die durch Starkregen ausgelösten Hochwasserereignisse 2016 lokal sehr begrenzt. In der Regel waren nur kleine bis sehr kleine Gewässer betroffen. Das Wasser ging schnell wieder zurück. Bei den überfluteten Flächen handelte es sich um ländliche Gebiete. Industrie- und Gewerbegebiete, in denen wassergefährdenden Stoffe zum Einsatz kommen, waren kaum betroffen. Zur Beweissicherung wurden punktuell Rückstellproben entnommen, die bei begründetem Verdacht auf Schadstoffbelastung gezielt untersucht werden. Im Gegensatz zum Junihochwasser 2013 konnte auf ein umfangreiches Beweissicherungsprogramm verzichtet werden.

Wie zu erwarten, war in den vom Hochwasser beziehungsweise Starkregen betroffenen Gebieten ausgelaufenes Heizöl feststellbar, allerdings in deutlich geringerem Umfang als beim Hochwasser 2013. Die betroffenen Regionen liegen nicht in ausgewiesenen Überschwemmungsgebieten. Die für Überschwemmungsgebiete vorgesehenen Regelungen und die damit verbundene Prüfpflicht konnten deshalb nicht greifen. Die Regelungen stellen sicher, dass Heizöllageranlagen so zu errichten und zu betreiben sind, dass sie bei Überschwemmung nicht aufschwimmen und leckschlagen oder auslaufen.

Im Juli wurden neun Bodenproben von ehemals überfluteten Flächen aus dem Bereich des Wasserwirtschaftsamts Deggendorf genommen und auf Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW), polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und Metalle analysiert. Die MKW-Gehalte waren in acht der neun Proben unauffällig. PAK waren nicht oder nur in geringen Konzentrationen nachweisbar und auch die Konzentrationen der Metalle waren unauffällig.

3.5 Landwirtschaft

Die in Kapitel 3.1 ausführlich erläuterten Schwierigkeiten und Unschärfen bei der Schadenserhebung gelten im Grunde auch für den Bereich der Land- und Forstwirtschaft. Eine exakte, vollständige und flächendeckende Bezifferung der verschiedenen aufgetretenen Schäden ist daher nicht möglich. Grobe Schadensschätzungen der Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten ergaben im Sommer 2016 für die in der Förderkulisse enthaltenen Landkreise eine Schadenssumme von insgesamt 20 bis 25 Millionen Euro.

Schäden auf landwirtschaftlichen Nutzflächen sind unter anderem entstanden durch:

- länger anhaltende Überflutung und Anlandungen von Schlamm,
- Steinen und Unrat in Tallagen,
- Auskolkungen entlang von Gräben und Bächen,
- Abschwemmung von Boden in Hanglagen und
- durch Einreißen tiefer Erosionsrinnen in Geländemulden.



Abb. 3-28: Erosion auf Ackerflächen bei Simbach am Inn (Aerial data © European Commission provided by CGR SpA under Copernicus EC).

In den Überschwemmungsgebieten kam es zu Verlusten von Grünfutter, was teilweise waren Neu-
einsaat erforderlich machte. Bei Totalverlust wurde fehlendes Grünfutter für die Tierbestände be-
schafft. Angeschwemmtes, die Bewirtschaftung störendes Material musste von Feldern und Wiesen
entfernt werden. Im südlichen Landkreis Rottal-Inn waren auch Schäden durch Hangrutschungen
zu beobachten. Viele land- und forstwirtschaftliche Wege wurden ausgespült und waren nicht mehr
befahrbar. Auch landwirtschaftliche Gebäude waren von den Überflutungen betroffen.

Die Schäden auf land- und teilweise auch forstwirtschaftlich genutzten Flächen traten in den in
Kapitel 1 genannten Gebieten mit intensivem Starkregen auf. Bodenabschwemmungen von Acker-
flächen (Abb. 3-28) führten vielfach zum Eintrag von Schlamm in Gewässer oder in Siedlungen mit
entsprechenden Folgeschäden.

Aufgrund der vollständigen Wassersättigung der landwirtschaftlichen und forstlichen Flächen flos-
sen die außergewöhnlichen, als lokaler Starkregen niedergehenden Wassermassen fast vollständig
in Form von wild abfließendem Wasser, überlaufenden Gewässern und sich mit Wasser auffüllen-
den Gräben und Rinnen in den Wäldern ab. Die Wassermassen formten sich bereits in den noch
fern der großen Flüsse liegenden Wäldern in Bayern zu zerstörenden Hochwässern, da es auch im
Wald keine Flächenretention mehr gab. Die Regenwasserkanalisation (Gräben, Durchlässe, Was-
serrückhaltebecken) der Waldwege konnte die riesigen Wassermassen und das von ihnen mitge-
führte Geschiebe teilweise nicht mehr geregelt ableiten. Die Waldwege wurden von den Hochwäs-
sern überflutet und stark beschädigt (Abb. 3-29). Ganze Wegestücke und Brücken wurden von den



Abb. 3-29: Zerstörte Forst- und Wanderwege bei Oberjulbach (Gemeinde Julbach, links) und Straß (Gemeinde Simbach am Inn, rechts) durch wild abfließendes Wasser



Abb. 3-30: Hangrutschungen an der Innleite bei Mooseck (Gemeinde Simbach am Inn, links) und Stadleck (Gemeinde Kirchdorf am Inn, rechts)

Hochwässern fortgeschwemmt. Hang- und Wegerutschungen waren die Folge (Abb. 3-30). Ausufernde mit Wasser überfüllte Rinnen, Gräben, Bäche und Flüsse in den Wäldern rissen Forstwege und Kulturen oder Bestände weg oder überschütteten sie mit Geschiebe (Schlamm, Sand, Kies, Geröll).

Auch kleinere Stauanlagen wie Landschaftsweiher oder Fischteiche können ein erhebliches Gefahrenpotential darstellen, wenn die Betriebsvorschriften nicht eingehalten werden. Dies hat das Beispiel eines Landschaftsweihers gezeigt, der durch Aufstau eines kleinen Baches (Gewässer 3. Ordnung) künstlich geschaffen wurde. Die Regelorgane des Weihers funktionieren nicht automatisch, sondern müssen von Hand gesteuert werden. Bei dem diesjährigen Starkregenereignis konnte die Anlage vom Betreiber nicht gemäß den Betriebsvorschriften bedient werden. Dadurch stieg der Wasserspiegel im Stausee soweit an, dass das Dammbauwerk überströmt wurde. Da der Damm nicht brach, hielten sich die Schäden in Grenzen. Bei einem schlagartigen Versagen des Bauwerks infolge von Überströmung wären die Folgen jedoch unabsehbar.

4 Ausgewählte Schadensereignisse

In diesem Kapitel wird auf einzelne Schadensereignisse gesondert eingegangen. Die ausgewählten Beispiele sollen ein möglichst breites Spektrum hinsichtlich der aufgetretenen Prozesse und der betroffenen Gewässerordnungen abdecken. Es sind beispielsweise Ereignisse dargestellt, die durch ihre außergewöhnliche Heftigkeit auffielen, aber auch innerhalb kurzer Zeit mehrmals betroffene Gemeinden.

4.1 Flachslanden am 29./30. Mai 2016

Regierungsbezirk	Mittelfranken	
Landkreis	Ansbach	
Gemeinde	Flachslanden	
Art des Ereignisses	Bachhochwasser und wild abfließendes Wasser	
Auslöser	Starkregen mit 72 Millimetern in einer Stunde (Radarmaximum im Landkreis)	
Gewässer	unter anderem Beckengraben, Kemmathbach und Virnsberger Bach	
Gewässerordnung	Gewässer 3. Ordnung	
Normalabfluss	Keine Angaben	
geschätzter maximaler Abfluss beim Ereignis	Beckengraben: 8 m ³ /s Kemmathbach: 27 m ³ /s	

Beschreibung des Ereignisses

Ein Starkregenereignis am 29. Mai 2016 war der Auslöser für das Ereignis in der Gemeinde Flachslanden (Abb. 4-1). Die Schäden in Flachslanden wurden sowohl durch wild abfließendes Wasser als auch durch Hochwasser des Beckengrabens verursacht. Durch Verklauung der Verrohrung in der Schulstraße wurde die Situation weiter verschärft. Im Bereich von Flachslanden wurden auch Ölschäden festgestellt. Im Großraum von Flachslanden traten erhebliche Bodenerosionen auf.

Bedingt durch die topografisch sehr ungünstige Lage war der Ortsteil Sondernöhe einer der am schwersten betroffenen Orte (Abb. 4-2). Durch wild abfließendes Wasser, aber auch durch Hochwasser des Kemmathbachs und des Virnsberger Baches wurden erhebliche Schäden verursacht. Verstärkt wurden die Überschwemmungen durch Verklauung der Straßenbrücken im Ortsbereich durch Holz, Sitzbänke, Glascontainer und einen Bauschuttcontainer (Abb. 4-3).

Schäden

In Flachslanden selbst waren circa 140 Wohngebäude getroffen, weitere etwa 75 Anwesen in den Ortsteilen Sondernöhe und Borsbach. Die Gesamtschäden allein in Flachslanden werden auf einen mittleren siebenstelligen Betrag geschätzt.

Besonderheiten

In Kettenhöfsetten, einem weiteren Ortsteil von Flachslanden, konnte ein Fischteich, der sogenannte Sonnensee, nur durch den Einsatz von Feuerwehr und Technischem Hilfswerk (THW) vor dem unkontrollierten Überströmen gesichert werden. Die Anlage verfügt über keine Hochwasserentlastung. Durch Manipulation des Mönchs wurde das Stauziel erhöht.

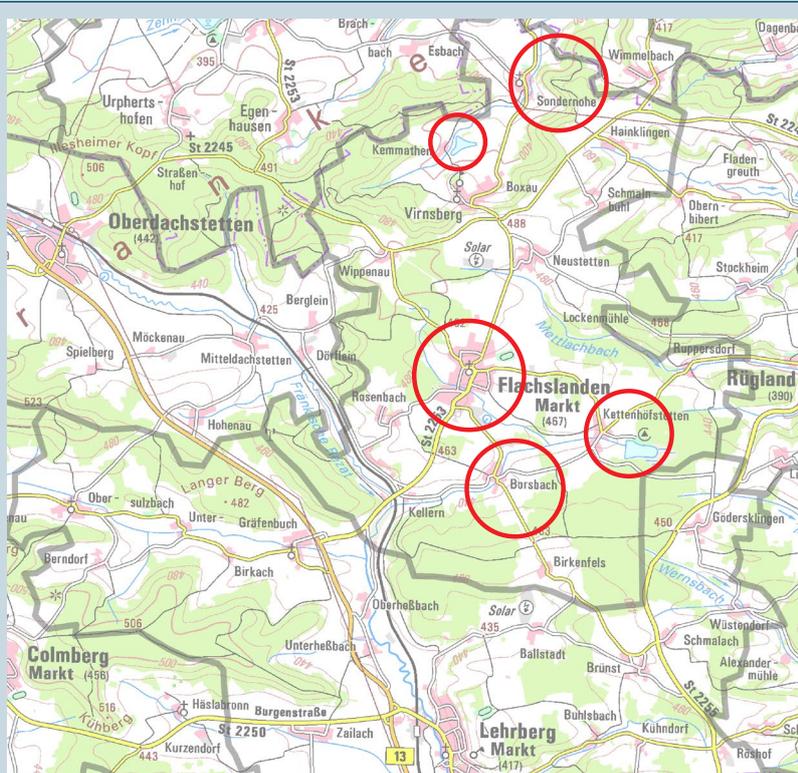


Abb. 4-1 (links):
Übersichtskarte der Gemeinde Flachslanden mit den betroffenen Ortsteilen

Abb. 4-3 (unten):
Bauschuttcontainer in einem Brückenquerschnitt im Ortsteil Sondernohe. Der Bauschuttcontainer wurde durch das Wasser in den Brückenquerschnitt gedrückt und konnte erst mit schwerem Gerät wieder herausgezogen werden.

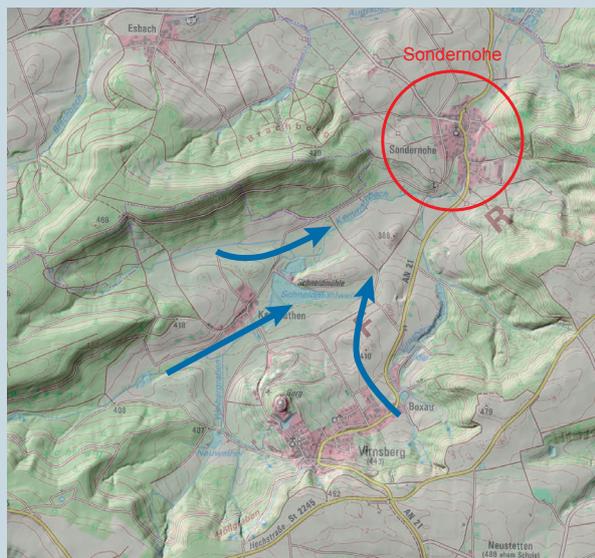


Abb. 4-2: Konzentration der Abflüsse im Bereich des Ortsteils Sondernohe



4.2 Obernzenn am 29./30. Mai 2016

Regierungsbezirk	Mittelfranken	
Landkreis	Neustadt an der Aisch-Bad Windsheim	
Gemeinde	Obernzenn	
Art des Ereignisses	Bachhochwasser und wild abfließendes Wasser	
Auslöser	Starkregen mit 91 Millimetern in einer Stunde (Radarmaximum im Landkreis)	
Gewässer	Zenn, Eisenbach und namenlose Gewässer	
Gewässerordnung	Gewässer 2. und 3. Ordnung	
Normalabfluss	Zenn: 0,08 m³/s	
geschätzter maximaler Abfluss beim Ereignis	keine Angaben	

Beschreibung des Ereignisses

In nur 60 Minuten fielen am Abend des 29. Mai 2016 rund 90 Millimeter Niederschlag. In der Ortschaft Obernzenn kam es dadurch zu Ausuferungen entlang der Zenn und dem Eisenbach. Zudem wurden im gesamten Ortsbereich an den Hanglagen zahlreiche Anwesen durch wild abfließendes Wasser in Mitleidenschaft gezogen beziehungsweise deren Keller überschwemmt.

Auch in anderen Ortsteilen im Gemeindegebiet kam es zu Schäden durch wild abfließendes Wasser. Überlastete verrohrte Gewässerabschnitte bereiteten in den Ortsteilen Urpertshofen und Egenhausen zudem Probleme. Die Verrohrungen konnten die Wassermassen nicht aufnehmen. Überschwemmungen waren die Folge.

Schäden

Im Bereich des Marktes Obernzenn und seinen Ortsteilen wurden durch die Starkniederschlagsereignisse insgesamt rund 240 Gebäude beschädigt (Abb. 4-4). In der am stärksten betroffenen Ortschaft Obernzenn wurden innerörtliche Siedlungsbereiche auf einer Fläche von circa 13 Hektar überflutet. Massive Schlammablagerungen (Abb. 4-5) infolge von Bodenerosionen (Abb. 4-6) waren zu beobachten.

Besonderheiten

Oberhalb des Marktes Obernzenn liegt das staatliche Hochwasserrückhaltebecken Obernzenn. Die Hochwasserentlastung des Beckens (Abb. 4-7) sprang in der Nacht vom 29. auf den 30. Mai um circa 0:30 Uhr an. Zu diesem Zeitpunkt war aber der durch wild abfließendes Wasser und zahlreiche kleinere Gewässer bedingte Hochwasserstand im am heftigsten betroffenen Ortskern bereits wieder deutlich am Sinken.



Abb. 4-4: Schäden an Wohngebäuden in Oberzenn, Wasserstand circa 80 Zentimeter



Abb. 4-5: Schlammablagerungen in Oberzenn



Abb. 4-6: Überströmte landwirtschaftliche Fläche mit Bodenerosion bei Oberzenn (Drohnenaufnahme)



Abb. 4-7: Überströmte Hochwasserentlastungsanlage

4.3 Triftern am 1. Juni 2016

Regierungsbezirk	Niederbayern	
Landkreis	Rottal-Inn	
Gemeinde	Triftern	
Art des Ereignisses	Bachhochwasser	
Auslöser	Starkregen mit 111 Millimetern in sechs Stunden (Radarmaximum im Landkreis)	
Gewässer	Altbach	
Gewässerordnung	Gewässer 2. Ordnung	
Normalabfluss	0,5 m ³ /s	
geschätzter maximaler Abfluss beim Ereignis	125 m ³ /s (Pegel Triftern)	

Beschreibung des Ereignisses

Im Markt Triftern wurden sowohl der Hauptort als auch der fünf Kilometer entfernte Ortsteil Anzenkirchen vom Altbach, einem Gewässer 2. Ordnung, überschwemmt. Gegen 8:00 Uhr begann der Wasserstand des Altbachs in Triftern stark zu steigen. Entlang des Gerinnes waren erste Ausuferungen zu beobachten. Zwischen 10:00 und 11:00 Uhr verließ der Altbach endgültig sein Gerinne. Der Ort Triftern wurde großflächig überflutet. Die Wasserstände stiegen auf ein erstes Maximum. Zwischen 13:00 und 14:00 Uhr fiel der Wasserstand des Altbachs leicht, um zwischen 14:00 und 16:00 Uhr ein zweites Maximum zu erreichen. Der Altbach verzeichnete in Triftern beim Ereignis den höchsten Pegelstand seit Beginn der Aufzeichnungen. Der geschätzte maximale Abfluss von rund 125 Kubikmetern pro Sekunde lag deutlich über dem HQ₁₀₀-Wert von 70 Kubikmetern pro Sekunde.

In Anzenkirchen stieg der Wasserstand des Altbachs ab 9:00 Uhr kontinuierlich an. Der Altbach begann um circa 11:00 Uhr auszufern. Die Tiefe und Ausdehnung der Überflutung nahmen in den folgenden Stunden stark zu und erreichten ihr Maximum am Nachmittag. Das Wasser ging anschließend nur langsam wieder zurück, sodass Anzenkirchen wie Triftern noch bis in die Abendstunden teils großflächig überflutet war.

Schäden

Die Ortschaft Triftern wurde auf einer Fläche von 0,5 Quadratkilometern überflutet (Abb. 4-8). Innerhalb dieses Bereichs waren circa 44 Gebäude betroffen. Der Ortskern wurde vor allem entlang der Bachstraße und Weingasse schwer in Mitleidenschaft gezogen. Die kartierte Überflutungsfläche in Ortsteil Anzenkirchen beläuft sich auf 0,6 Quadratkilometer. Hier waren circa 130 Gebäude durch das Hochwasser betroffen (Abb. 4-9).

Durch das Wasser wurden zahlreiche Verbindungs- und Zufahrtsstraßen in beiden Ortschaften unpassierbar. In Triftern wurden beispielsweise die Pfarrkirchener Straße auf Höhe des Marktplatzes sowie die Anzenkirchener Straße vor dem Freibad breitflächig überströmt. Rettungshubschrauber mussten Personen aus vom Wasser eingeschlossenen Gebäuden retten. Etwa 50 Kinder einer Grund- und Mittelschule Trifters konnten an diesem Tag nicht nach Hause und mussten in der Turnhalle übernachten.

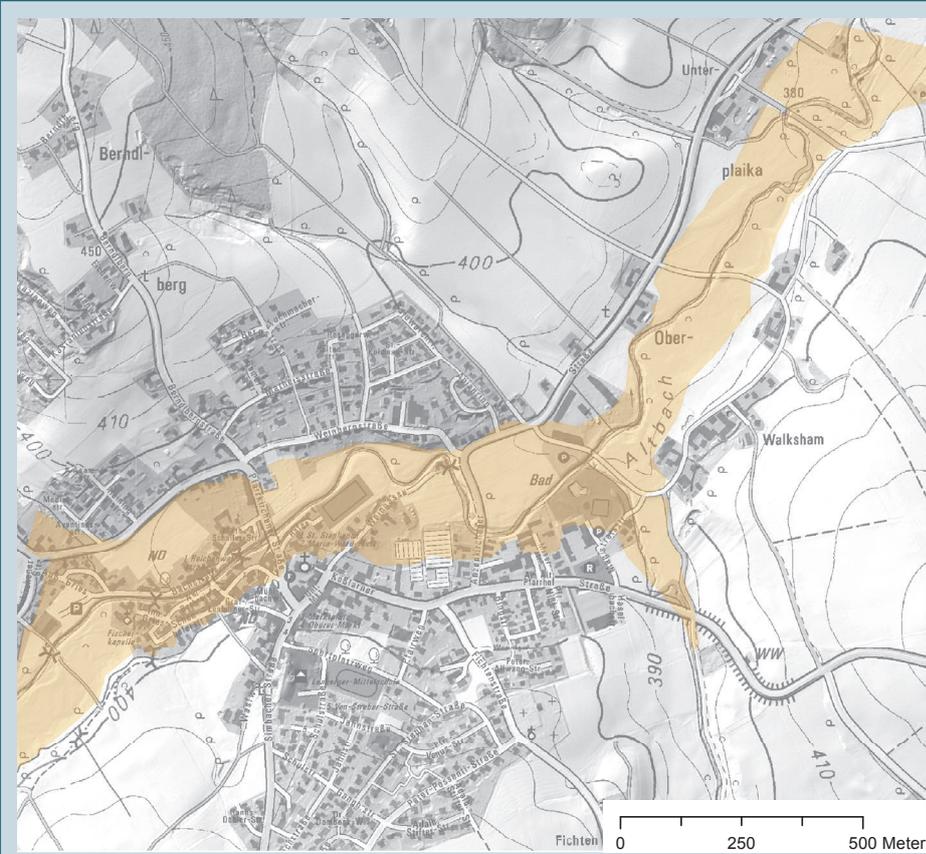
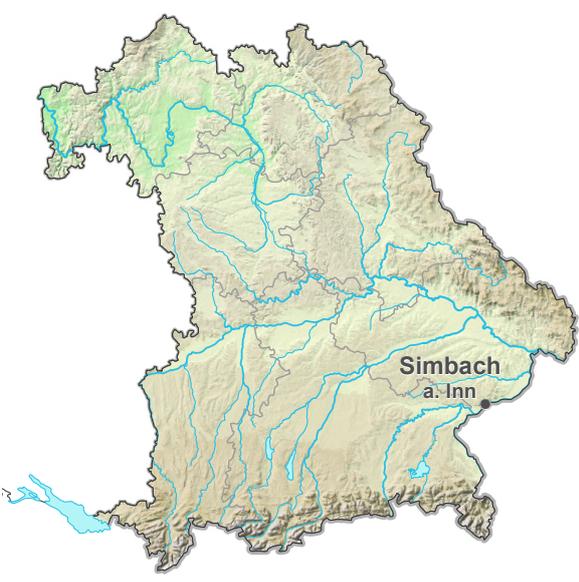


Abb. 4-8 (links):
Rekonstruierte Überflutungsfläche am
Altbach in Triftern

Abb. 4-9 (unten):
Überflutungssituation
in Anzenkirchen



4.4 Simbach am Inn am 1. Juni 2016

Regierungsbezirk	Niederbayern	
Landkreis	Rottal-Inn	
Gemeinde	Simbach am Inn	
Art des Ereignisses	Bachwasser	
Auslöser	Starkregen mit 111 Millimetern in sechs Stunden (Radarmaximum im Landkreis)	
Gewässer	Simbach	
Gewässerordnung	Gewässer 3. Ordnung (Wildbach)	
Normalabfluss	0,3 m ³ /s	
geschätzter maximaler Abfluss beim Ereignis	rund 180 bis 190 m ³ /s (ohne Dammversagen), rund 280 bis 300 m ³ /s (mit Dammversagen), jeweils am Pegel Simbach	

Beschreibung des Ereignisses

Zum Zeitpunkt des Starkregenereignisses am 1. Juni in Simbach am Inn waren die Böden durch intensive Regenfälle an den Vortagen bereits gesättigt. Am Ereignistag selbst fielen dann im gesamten Einzugsgebiet des Simbachs nochmal große Niederschlagsmengen (vgl. Kap. 2.3.3). Durch den Starkregen bildeten sich in der Fläche zahllose zusätzliche kleine Gewässerläufe. Die Niederschlagszelle verweilte sehr lange über dem Einzugsgebiet und bewegte sich zudem entlang des Fließweges in Richtung der Stadt. Diese Umstände sind als äußerst ungünstig anzusehen und führten zu einer in dieser Dimension noch nicht bekannten, sehr schnellen Abflusskonzentration mit schnell ansteigender, extrem hoher Spitze in Simbach am Inn.

Es wurde in einer aufwendigen Ereignisanalyse versucht, das Abflussgeschehen am 1. Juni anhand von Daten, Messwerten, Fotos, Videos und Zeugenaussagen bestmöglich zu rekonstruieren. Alle vor Ort gesammelten Informationen zum Ereignis wurden, nach einer Qualitätsprüfung, mit Metadaten versehen. Für alle Bilder und Videos wurden beispielweise Ersteller, Ort der Erstellung und Uhrzeit in die Metadaten eingetragen. Die Augenzeugen wurden systematisch zum Ereignisverlauf befragt. Insbesondere der zeitliche Ablauf des Ereignisses stand im Fokus der Interviews. Auch die bei der integrierten Leitstelle Passau eingegangenen Notrufe wurden in die Analyse miteinbezogen. Es wurde versucht die Ereignisphasen durch die Summe an Informationen zeitlich und räumlich abzugrenzen. Der äußerst komplexe und so als wahrscheinlich angenommene Ereignisablauf kann an dieser Stelle nur stark verkürzt wiedergegeben werden.

Nach dem Zusammenfluss von Antersdorfer Bach und Kirchberger Bach wurde ein maximaler Abfluss im Simbach von rund 190 Kubikmetern pro Sekunde ermittelt. Das Gerinne des Simbachs im Ort ist vergleichsweise auf einen Abfluss von 60 Kubikmetern pro Sekunde plus Freibord ausgelegt. Am Straßendamm der Schulstraße über den Simbach staute sich das Wasser (Abb. 4-10, →B). Der für ein Bemessungsereignis (HQ₁₀₀) ausreichend dimensionierte Durchlass im Straßendamm konnte die extremen Wassermassen nicht unter der Straße durchleiten. Es bildete sich ein Stausee mit einem Volumen von rund 120.000 Kubikmetern. Der massive Straßendamm wurde circa 1,8 Meter überströmt, erodierte und versagte schließlich. Die Entleerung des Stauraums führte

zu einer Verstärkung der Abflussspitze. Das Holzlager eines Gewerbebetriebs unterhalb des Straßendamms war aber bereits vor dem Dammversagen komplett geflutet und größtenteils ausgeräumt.

Auch am Straßendamm der Bundesstraße B12 (Abb. 4-10, →C), die den Simbach weiter unterstrom quert, bildete sich ein Stauraum von rund 180.000 Kubikmetern. Die B12 wurde ebenfalls überflutet. Da dieser Straßendamm dem Überströmen standhielt, wird von einer dämpfenden Wirkung auf die Hochwasserspitze ausgegangen.

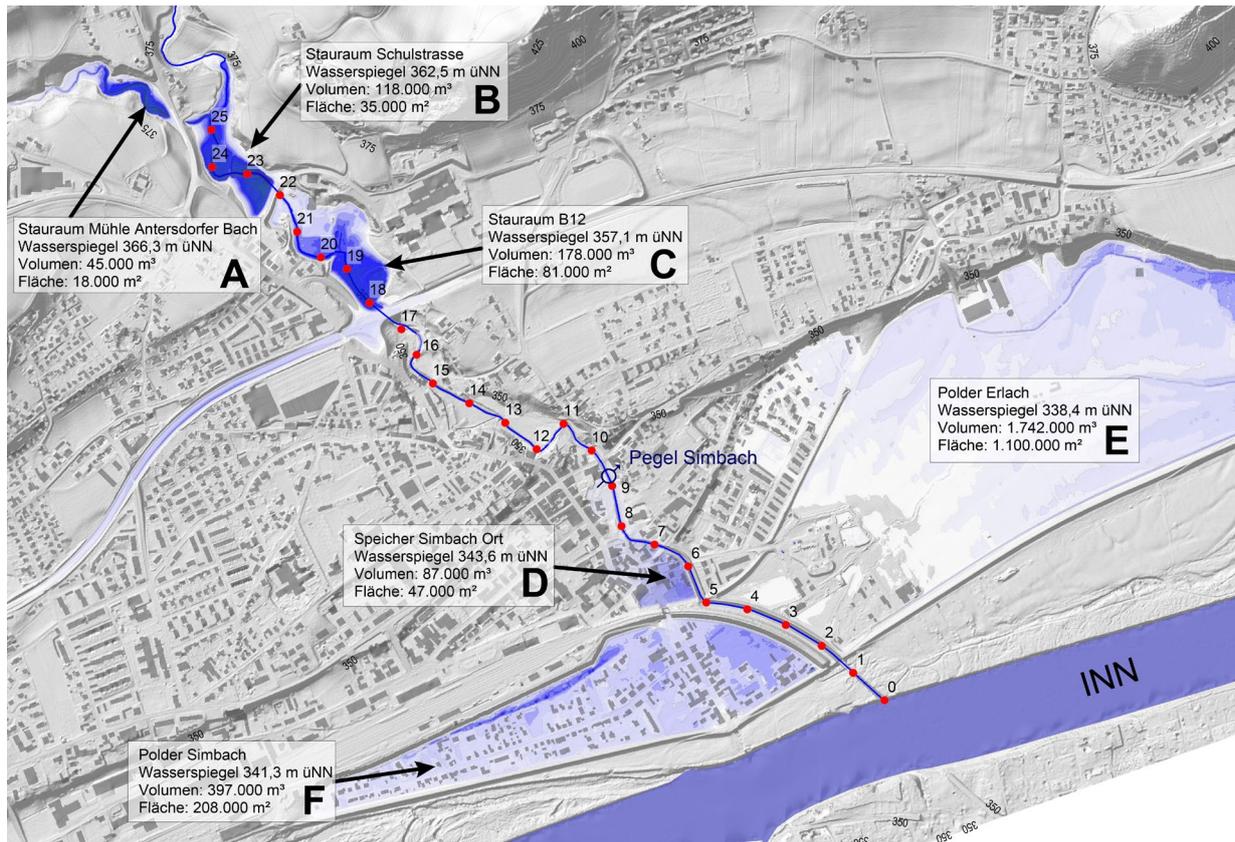


Abb. 4-10: Übersichtskarte von Simbach mit den für das Ereignis wichtigen Stellen sowie den Überflutungsflächen

Das Kastengerinne des Simbachs im Ortsbereich – unterhalb des Einlaufbauwerks Höhe Passauer Straße – konnte den Abfluss schon nicht mehr vollständig ableiten (Abb. 4-11, Punkt 10), noch bevor der Schulstraßendamm versagte. Enorme Wassermassen flossen ab hier beidseitig des Simbachs durch die Innenstadt von Simbach am Inn. Der Deich an der Wilhelm-Dieß-Straße (Abb. 4-11, Punkt 6) wurde überströmt und brach auf der nordöstlichen Seite.

An der Pegelstelle in Simbach am Inn (Abb. 4-11, Punkt 9) hat das bestehende Gerinne eine Tiefe von circa drei Metern. Der maximal gemessene Wasserstand beim Ereignis lag bei 5,06 Metern, die Abflussspitze bei rund 280 bis 300 Kubikmeter pro Sekunde. Ohne das Versagen des Dammes an der Schulstraße wären am Pegel wohl nur rund 180 bis 190 Kubikmeter pro Sekunde abgeflossen.

Durch das Überströmen der Hochwasserschutzanlagen sammelten sich in den Poldern Simbach (westlich des Simbachs, Abb. 4-10, →F) und Erlach (östlich, Abb. 4-10, →E) zusammen über

zwei Millionen Kubikmeter Wasser. Aufgrund der Stauhaltungsdämme entlang des Inns konnte das Wasser nicht in den Inn abfließen, der kein Hochwasser führte. Die zur Binnenentwässerung vorgesehenen Schöpfwerke waren mit den extremen Wassermassen überfordert. Um für Entlastung zu sorgen, wurde der Stauhaltungsdamm an einer Stelle provisorisch geöffnet (Abb. 4-12). Darüber hinaus kamen mobile Motor- und Elektropumpen zum Einsatz. Über das eigentliche Gerinne des Simbachs konnten während des Ereignisses große Mengen Wasser direkt in den Inn abfließen.

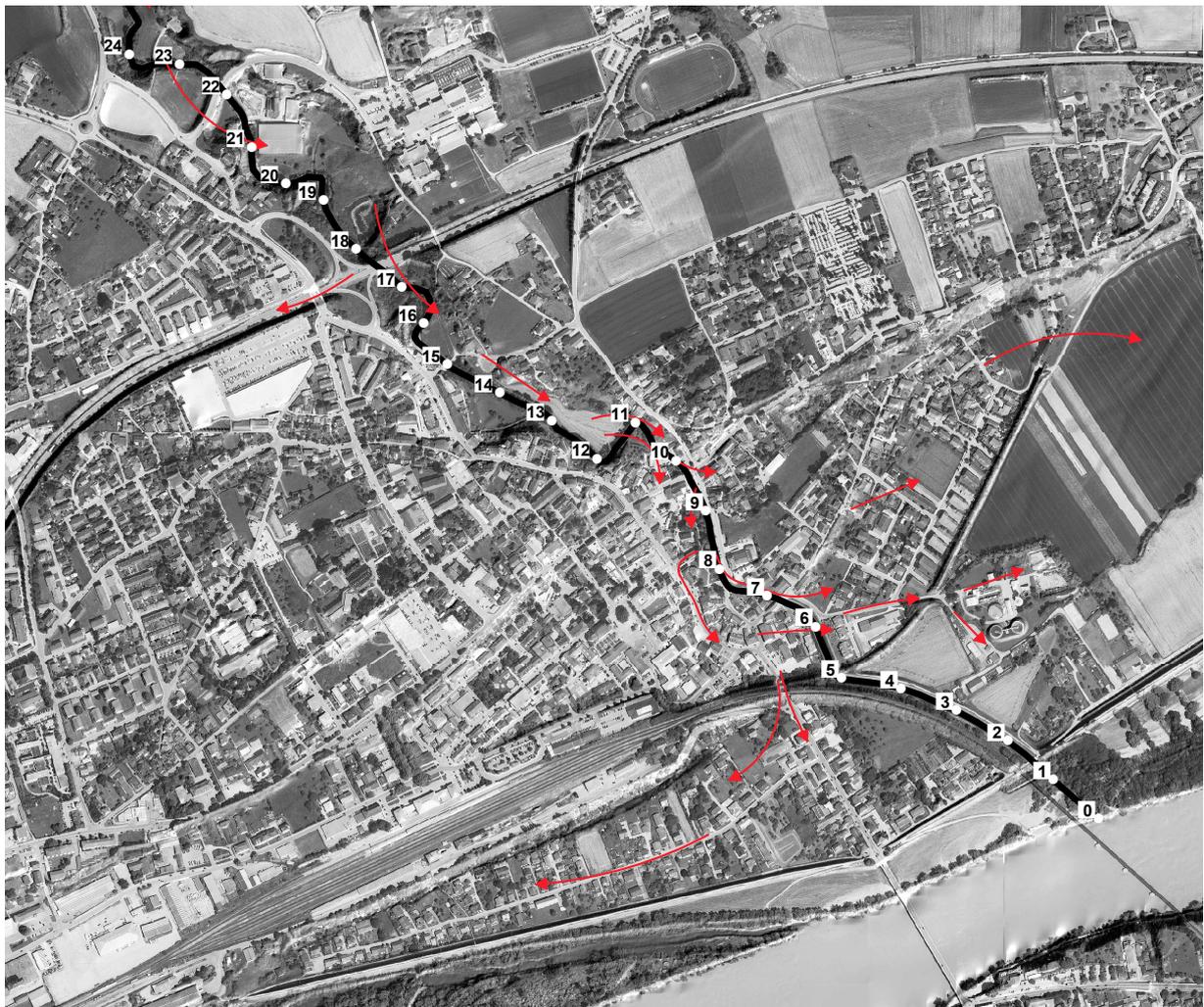


Abb. 4-11: Abflusswege – Schon kurz nach dem Eintritt in das Einlaufbauwerk bricht das Wasser auf beiden Seiten aus. Die bei Punkt 7 und 8 rechtsufrig ausbrechenden Fluten vereinigen sich zwischen Punkt 5 und 6 um einerseits durch den Bahndamm in den Polder Simbach Ort und andererseits über den Deich bei Punkt 6 hinweg in den linksufrigen Polder Erlach zu fließen.

Die rekonstruierte Abflussfracht von rund 3,3 Millionen Kubikmetern bei einer Einzugsgebietsgröße von 33 Quadratkilometern bestätigt, dass es sich um ein extremes Hochwasser weit über den gängigen Bemessungsansätzen für Schutzanlagen gehandelt hat. Der zerstörte Straßendamm an der Schulstraße hatte circa drei bis vier Prozent der abgelaufenen Hochwasserfülle kurzzeitig zurückgehalten. Auch wenn das Dammversagen zu einer Verstärkung der Hochwasserwelle geführt hat, hätten die wesentlichen Schadensprozesse (Abschwemmung Holzlager, Überlastung des Kas-

tengerinnes innerorts, die Flutung der Innstraße und der beiden Polder Simbach und Erlach) auch ohne das Dammversagen stattgefunden – wenn gleich mit etwas geringerer Intensität.



Abb. 4-12: Polderentleerung durch Dammbresche zum Inn

Schäden

Das Ereignis in Simbach am Inn führte zu den größten Schäden aller von diesem Bericht erfassten Ereignisse in Bayern. Neben den immensen Sachschäden waren auch mehrere Tote zu beklagen. Zahlreiche weitere Personen mussten evakuiert oder aus akuter Lebensgefahr gerettet werden. Viele Menschen konnten nach dem Ereignis aufgrund drohender Einsturzgefahr nicht in ihre Häuser zurückkehren. Es kam zu Einschränkungen beziehungsweise Ausfällen der Trinkwasser- und Abwasserentsorgung. Wichtige Verkehrswege wurden unterbrochen, sodass schwerwiegende Verkehrsprobleme die Folge waren.

Vorher-Während-Nachher-Vergleich

Unterhalb des Einlaufbauwerks (Höhe Passauer Straße) verläuft der Simbach im Ortszentrum parallel zur Bachstraße (Abb. 4-11, Punkt 9). Bei normalen Abflussverhältnissen (Abb. 4-13) ist das Gerinne nur wenig gefüllt. Die Abbildung 4-14 zeigt den Abfluss rund eine Stunde vor der Spitze der Hochwasserwelle. Der Freibord beträgt zu diesem Zeitpunkt noch circa 50 Zentimeter. Der höchste Wasserstand lag rund 2 bis 2,5 Meter über Gelände. Die Wassermassen rissen nicht nur den Bewuchs und das Geländer mit sich (Abb. 4-15).



Abb. 4-13: Der beschauliche Simbach im März 2013



Abb. 4-14: Abfluss im Simbach (Bachstraße) am 1. Juni 2016 etwa eine Stunde vor der Spitze der Hochwasserwelle. Der Freibord beträgt circa 50 Zentimeter.



Abb. 4-15: Die Bachstraße und der Simbach nach dem Ereignis (7. Juni 2016)

Die Innstraße südlich der Bahnlinie (vgl. Abb. 4-11) ist eine wichtige Verkehrsader in Simbach am Inn (Abb. 4-16). Am 1. Juni bahnte sich ein Teil des Hochwasserabflusses seinen Weg über die Innstraße (Abb. 4-17). Die Schäden waren auch hier immens (Abb. 4-18). Betroffen war auch die an der Innstraße gelegene Polizeiinspektion.



Abb. 4-16: Autos befahren die Innstraße in Simbach am Inn (aufgenommen nach dem Ereignis im Herbst 2016)



Abb. 4-17: Wassermassen wälzen sich am 1. Juni 2016 durch die Innstraße.



Abb. 4-18: Die Innstraße ist nach dem Ereignis großteils nicht mehr befahrbar. Versorgungsleitungen liegen frei.

Abbildung 4-19 zeigt den Hochwasserschutzdeich entlang des Simbachs südlich der Wilhelm-Dieß-Straße (Abb. 4-11, Punkt 5 bis 6) im Jahr 2013. Während des Ereignisses strömte Wasser aus dem Siedlungsbereich westlich des Simbachs über den Deich zurück in dem Simbach und den Polder Erlach (Abb. 4-20). Die Abflusswege sind in Abbildung 4-11 verdeutlicht. Abbildung 4-21 zeigt den Deich wenige Tage nach dem Ereignis.



Abb. 4-19: Blick in Fließrichtung des Simbachs auf die Brücke im März 2013



Abb. 4-20: Das Wasser überströmt den orografisch rechten (westlichen) und linken (östlichen) Deich (Blick gegen Fließrichtung).



Abb. 4-21: Der beim Ereignis überströmte orografisch rechte (westliche) Deich am 7. Juni 2016 (Blick gegen Fließrichtung)

4.5 Polling am 5. und 9. Juni 2016

Regierungsbezirk	Oberbayern	
Landkreis	Weilheim-Schongau	
Gemeinde	Polling	
Art des Ereignisses	Bachhochwasser	
Auslöser	Starkregen mit circa 60 Millimetern in neun Stunden	
Gewässer	Tiefenbach	
Gewässerordnung	Gewässer 3. Ordnung	
Normalabfluss	keine Angaben	
Geschätzter maximaler Abfluss beim Ereignis	keine Angaben	

Beschreibung des Ereignisses

Die ersten Ausuferungen des Tiefenbachs im Bereich von Polling resultieren aus der zu geringen Leistungsfähigkeit des Bachlaufes im Bereich des südlichen Ortsrandes. Hier trat der Bach als Erstes auf der orographisch linken Seite über die Ufer und überschwemmte die angrenzenden Wiesen. Auf der rechten Seite kam es infolge eines Rückstaus zu den ersten Überflutungen auf Wiesenflächen. Bei der weiteren Entwicklung dieser Ausuferungen füllten sich die tiefer liegenden Wiesenflächen allmählich auf und das Wasser erreichte relativ schnell das Siedlungsgebiet von Polling (siehe Abb. 4-22 und Abb. 4-23).

Beim Hochwasser am Tiefenbach war wenig Geschiebe und Schwemmholtz zu verzeichnen. Die Fließgeschwindigkeiten des ausgeferten Wassers waren verhältnismäßig gering. So waren auch Abschwemmungen von Gütern nur in einem relativ geringen Umfang zu verzeichnen. Auch die Verklausung von Brücken durch Treibgut war verhältnismäßig gering und kann nicht als Ursache für die Auslösung oder wesentliche Verschärfung der Überflutungen herangezogen werden.

Durch den hohen Grundwasserstand ist in zahlreiche Keller auch außerhalb des Überschwemmungsgebietes Wasser eingedrungen. In mehreren Häusern sind dabei auch Heizöltanks beschädigt worden, da diese nicht gegen Auftrieb gesichert waren.

Schäden

Etwa 45 Häuser wurden in Polling beim Ereignis durch das Hochwasser, Grundwasser oder auch zum Teil durch Oberflächenabfluss beschädigt. Der Gesamtschaden wird nach Einschätzung des Landratsamtes auf einen mittleren siebenstelligen Betrag beziffert.

Besonderheiten

Am 9. Juni kam es in Polling erneut zu Überschwemmungen durch ein Hochwasser am Tiefenbach. Der Auslöser war ein Starkniederschlag, der am späten Nachmittag des 8. Juni einsetzte und (mit Unterbrechungen) bis zum frühen Nachmittag des 9. Juni anhielt. In dieser Zeit fielen in Summe circa 80 Millimeter Niederschlag an der Messstation in Eberfing. Da von dem vorangegangenen Er-

ereignis an zahlreichen Stellen die Sandsackbarrieren noch vorhanden waren, konnten die Einsatzkräfte größere Schäden verhindern. Problematisch war jedoch erneut der hohe Grundwasserstand, der zu Wassereintritten in zahlreichen Kellern geführt hat.

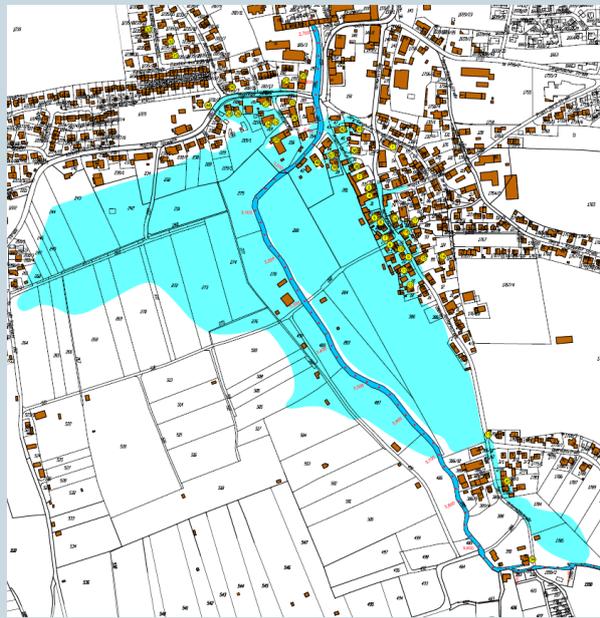


Abb. 4-22: Übersichtskarte mit Überschwemmungsfläche



Abb. 4-23: Luftaufnahme der Überschwemmungen in Polling, Hofmarkstraße

Blick auf die Nachbargemeinden

Der Blick auf die Nachbargemeinden Peißenberg und Oberhausen belegt an diesem Beispiel ganz deutlich die starke Regionalität der Ereignisse. Innerhalb weniger Tage kam es in den drei Gemeindegebieten mehrmals zu Überschwemmungen zu unterschiedlichen Zeiten. Dabei liegen die Ortschaften Peißenberg und Oberhausen nur wenige Kilometer von Polling entfernt.

In Peißenberg kam es bereits am 29. Mai zu großflächigen Überschwemmungen im Ortsbereich entlang des Wörtersbaches. Am 3. Juni wiederholten sich die Überflutungen in Peißenberg, die gemäß Berichten der Gemeinde stärker auftraten als fünf Tage zuvor. Polling und Oberhausen waren zu diesem Zeitpunkt nicht betroffen.

Am 5. Juni erwischte es den Ort Polling am schwersten. An diesem Tag führten die Peißenberger Bäche zwar auch viel Wasser, es kam allerdings nicht mehr zu größeren Ausuferungen. Auch aus Oberhausen wurde am 5. Juni „nur“ die Überflutung der B 472 durch wild abfließendes Wasser gemeldet.

Das Einzugsgebiet des Hungerbachs mit den betroffenen Gemeinden Eglfing, Huglfing und Oberhausen stand dann am 9. Juni im Mittelpunkt. Hier kam es zu lokalen Überschwemmungen durch Flusshochwasser, Hangwasser und Grundwasseraustritten. Auch in Polling mussten die Einsatzkräfte an diesem Tag nochmals tätig werden. Aus Peißenberg waren hingegen keine Meldungen zu verzeichnen.

5 Wie gut war Bayern vorbereitet?

Nach dem katastrophalen Junihochwasser aus dem Jahr 2013 wurde die bewährte bayerische Hochwasserschutzstrategie zu einem Hochwasserschutzaktionsprogramm 2020plus erweitert und neu ausgerichtet. Das Aktionsprogramm 2020plus ist die konsequente Fortführung des Aktionsprogramms 2020 auf der Basis des Hochwasserrisikomanagements – also mit den zusätzlichen Handlungsfeldern Vorsorge, Nachsorge und Vermeidung (Abb. 5-1) und der Einbeziehung aller Beteiligten. Um die Anstrengungen im Hochwasserschutz weiter zu forcieren und den Schutz der Menschen in Bayern vor Naturgefahren noch schneller zu verbessern, wurden weitere finanzielle und personelle Ressourcen bereitgestellt.

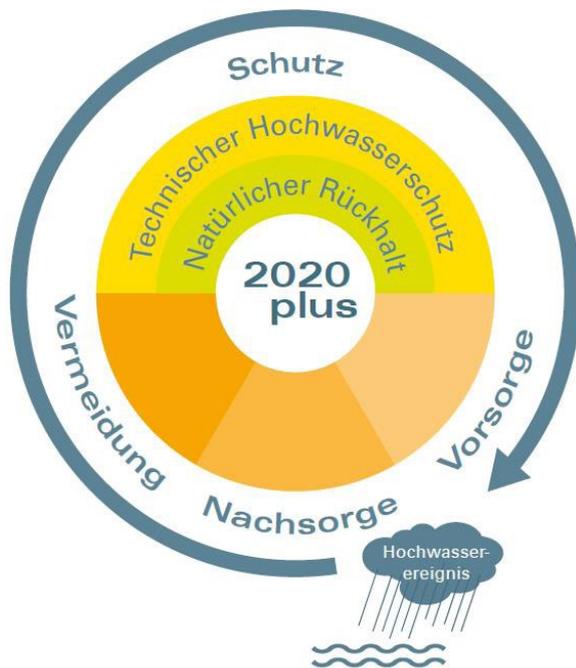


Abb. 5-1:
Bayerisches Hochwasserschutz-
Aktionsprogramm 2020plus

Die Ereignisse im Mai und Juni dieses Jahres haben gezeigt, dass der in Bayern praktizierte integrale Ansatz zum Schutz vor Hochwasserereignissen der Richtige ist. Insbesondere Extremereignisse kann man jedoch nicht vollkommen beherrschen. Auch wenn zahlreiche positive Beispiele belegen, dass die bereits umgesetzten Maßnahmen gewirkt haben, ist dennoch eine weitere Verbesserung in allen Handlungsfeldern anzustreben.

5.1 Basis für Hochwasserrisikomanagement

Die von der Europäischen Union erlassene Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (HWRM-RL) bildet die rechtliche Basis für die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken. Mit der Neufassung des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) und des Bayerischen Wassergesetzes (BayWG) wurden die europäischen Vorgaben zum 1. März 2010 in Bundes- und Landesrecht übernommen und inhaltlich konkretisiert. Damit wurde der Rahmen für das Hochwasserrisikomanagement in Bayern geschaffen.

5.1.1 Datengrundlagen

Nur wenn die möglicherweise betroffenen Bereiche bekannt sind, können alle Betroffenen in einen zielgerichteten Dialog eintreten und die beste Kombination aus Maßnahmen zur Reduktion der Risiken identifizieren. Karten mit den überschwemmungsgefährdeten Gebieten sind die Basis für ein wirksames Risikomanagement.

Um solche Karten zu erstellen, greift die Wasserwirtschaftsverwaltung auf Fachdaten aus umfangreichen Messnetzen zurück. Dies sind vor allem Abflussmessungen an Gewässern (Pegel) oder Niederschlagsaufzeichnungen. Die Messstationen müssen regelmäßig überprüft und auf dem neuesten Stand gehalten werden.

In letzten Jahren wurden in Bayern Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten an Gewässern mit einer Gesamtlänge von 7.650 Kilometern erarbeitet. Darunter sind alle Gewässer erster Ordnung, aber auch viele kleinere Gewässer.

Dies geschieht in Fortsetzung und Erweiterung eines Programmes zur Ermittlung und Festsetzung von Überschwemmungsgebieten, mit dem 1996 begonnen wurde. Neu ist dabei insbesondere, dass diese Karten auch für ein Extremereignis erstellt wurden, dessen statistische Wiederkehrwahrscheinlichkeit mit dem 1,5-fachen eines HQ_{100} angesetzt wird, was in etwa einem 1.000-jährlichen Abflussereignis entspricht. Allerdings ist zu beachten, dass ein solches Ereignis nicht ein größtmögliches Ereignis darstellt, sondern nur ein Szenario eines extremen Ereignisses. An einigen Gewässern, an denen beim Hochwasser 2016 Sturzfluten auftraten, existieren diese Karten bereits (unter anderem Simbach, Altbach, Fränkische Rezat, Zenn). Insbesondere in sehr kleinen Einzugsgebieten werden dabei kurze Wellenlaufzeiten betrachtet, die durch extreme lokale Niederschläge ausgelöst werden. An einigen Gewässern, für die ein komplett neues Abflussmodell erstellt wurde, wurden auch die bis zu einem HQ_{100} geschützten Gebiete hinter Hochwasserschutzanlagen ermittelt. Bei einem Extremereignis muss von einer Überlastung oder schlimmstenfalls von einem (zumindest partiellen) Versagen dieser Anlagen ausgegangen werden.

Darüber hinaus wurden seitens der bayerischen Wasserwirtschaftsverwaltung, etwa in Form der „wassersensiblen Bereiche“, weitere Gebiete identifiziert, in denen Gefahren aus Oberflächenabfluss, durch über die Ufer tretende Flüsse und durch hohe Grundwasserstände drohen. Über die Auenkulisse liegt – auch für kleine Fließgewässer – eine Abgrenzung von Flächen vor, auf denen Wassereinfluss zu einer Prägung der Landschaft geführt hat.

Bei derart extremen Ereignissen, wie sie sich im Mai und Juni an vielen Orten Bayerns ereignet haben, stößt man mit der Prognose von Gefahrenflächen an technische Grenzen. Der Grund dafür ist, dass Unsicherheiten in den Eingangsdaten mit der Seltenheit und damit der Intensität der Ereignisse deutlich zunehmen. Darüber hinaus sind lokale Verstärkungsfaktoren durch Verkläuserung, Erosion und massivem Transport von Geschiebe und Feinmaterial (Schlamm) schwierig abzuschätzen. Auch die (gegebenenfalls unsachgemäße) Lagerung von Material, das zur Behinderung des Abflusses führt, kann zu einer Vergrößerung der Schäden führen.

5.1.2 Risikodialog

Bei der Aufstellung der ersten Hochwasserrisikomanagementpläne wurde an den Flussgebietseinheiten Main, Elbe, Donau und Bodensee mit den betroffenen Gemeinden ein intensiver systematischer Risikodialog begonnen. Dieser besteht aus einer Bewertung des Hochwasserrisikos durch die betroffenen Gemeinden (mit Unterstützung der Kreisverwaltungsbehörde und dem Wasserwirtschaftsamt) und einer Auswahl geeigneter Maßnahmen zur Verringerung des Risikos. Der Aufforderung kamen in Bayern circa 80 Prozent der betroffenen Gemeinden nach. Ziel ist es, diese Beteiligung in den kommenden Fortschreibungszyklen weiter zu erhöhen. Darüber hinaus soll der Risikodialog weiter intensiviert und die Umsetzung der gewählten Maßnahmen evaluiert werden.

Etwa zwei Drittel der von den durch die Sturzfluten im Mai und Juni 2016 betroffenen Gemeinden haben im Jahr 2010 am Main und 2014 an Donau, Elbe und Bodensee eine Risikobewertung durchgeführt und zahlreiche Maßnahmen ausgewählt. Die vom Hochwasser 2016 betroffenen Gewässer standen jedoch zumeist nicht im Mittelpunkt des Dialogs. Der Grund dafür ist, dass sich das Hochwasserrisikomanagement in Bayern bislang überwiegend mit Flusshochwasser, wie in Simbach am Inn und Triftern aufgetreten, befasst.

Es sollte angestrebt werden, das von lokalen Sturzfluten ausgehende Risikopotential in den Risikodialog einzubinden, um eine ganzheitliche Betrachtung der Hochwassersituation im Gemeindegebiet zu gewährleisten. Generelles Ziel des integralen Hochwasserrisikomanagements in Bayern ist die Etablierung einer Risikokultur in den Gemeinden. Im Zuge regelmäßig wiederkehrender Beteiligungsprozesse (Evaluierungsabfrage zum Umsetzungsstand der gewählten Maßnahmen, Risikobewertung und Maßnahmenplanung) soll das Thema als Daueraufgabe wahrgenommen und etabliert werden. Dabei ist es wichtig, den Kommunen bewusst zu machen, dass an allen Gewässern innerhalb ihres Gemeindegebietes Hochwasserereignisse auftreten können, unabhängig davon, ob es sich um ein Risikogewässer gemäß Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie handelt oder nicht.

Für Gemeinden stellt das Audit „Hochwasser – wie gut sind wir vorbereitet?“ (Merkblatt 551 der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA)) eine gute Möglichkeit dar, Schwachstellen und den aktuellen Stand der Vorsorge im Gemeindegebiet zu identifizieren und weiter zu verbessern. Beim Audit werden auch Sturzfluten behandelt. In circa 30 bayerischen Gemeinden wurde in den letzten Jahren schon ein Audit durchgeführt und somit eine bessere Ausgangsbasis für mögliche Ereignisse geschaffen.

Wichtig ist außerdem, bei der Risikoeinschätzung auch über ein Ereignis nachzudenken, das weit über ein hundertjährliches Ereignis hinausgeht. Das Hochwasserrisikomanagement berücksichtigt diesen Umstand, in dem auch Betrachtungen für Extremereignisse gemacht werden. Die Betrachtungen bergen zwar große Unsicherheiten, sind aber für das kommunale Handeln von großer Bedeutung. Insbesondere greifen sie dort, wo Siedlungen durch technischen Hochwasserschutz vor mittleren Hochwasserereignissen geschützt werden und nur noch von Extremereignissen, die immense Schäden hinterlassen können, betroffen sein können.

5.2 Vermeidung von Hochwasserschäden

Die wirkungsvollsten Strategien gegen Hochwasserschäden bestehen darin, sensible Nutzungen in hochwassergefährdeten Gebieten zu vermeiden (Flächenvorsorge), die vorhandenen Nutzungen an das Hochwasserrisiko anzupassen oder bauliche Vorkehrungen zu treffen (Bauvorsorge).

Das Instrument der Ausweisung von Überschwemmungsgebieten hat sich in der Vergangenheit als besonders effektiv erwiesen. Viel zusätzliches Schadenspotential in den betroffenen Gebieten konnte so vermieden werden. Bislang wurden rund 580 Überschwemmungsgebiete mit einer Gesamtfläche von circa 1.700 Quadratkilometern amtlich festgesetzt. Weitere circa 1.000 Quadratkilometer Überschwemmungsgebietsfläche wurden vorläufig gesichert.

Im Rahmen der Bauvorsorge kann jeder Einzelne selbst durch hochwasserangepasstes Bauen zur Vermeidung von Schäden beitragen. In manchen Bereichen betragen die Wassertiefen im Überschwemmungsgebiet nur wenige Zentimeter. Das Wasser dringt hierbei am ehesten über die Lichtschächte ein. Um dies zu unterbinden, reicht es zumeist aus, die Oberkante der Lichtschächte um ein gewisses Sicherheitsmaß über dem anstehenden Gelände anzuordnen. Oftmals bereiten nicht nur die oberflächlichen Überschwemmungen aus Flusshochwasser oder wild abfließendem Wasser Probleme für die Hauseigentümer, sondern auch die hohen Grundwasserstände. Wasserdichte Keller in Verbindung mit erhöhten Lichtschächten können das Eindringen von Wasser bei kleineren Ereignissen beziehungsweise von Grundwasser verhindern.

Hinweise zu hochwasserangepasstem Bauen wurden in der Vergangenheit beispielsweise über Broschüren oder Internetseiten (siehe auch [UmweltWissen – Wasser, Private Vorsorge](#)) breit gestreut und bei etlichen Bauvorhaben in den zurückliegenden Jahren beachtet. Es ist dennoch anzustreben, wesentlich mehr Bürgern über die Möglichkeiten der Bauvorsorge zu informieren und auf eine stärkere Umsetzung hinzuwirken.

5.3 Schutzmaßnahmen gegen Hochwasser

In den vergangenen Jahrzehnten wurden bereits zahlreiche Hochwasserschutzmaßnahmen vom Freistaat Bayern und den Gemeinden durchgeführt, um die bei Überschwemmungen gefährdeten Siedlungsgebiete und wichtige Infrastruktureinrichtungen zu schützen. Die Schutzmaßnahmen umfassen dabei sowohl Maßnahmen des natürlichen Rückhalts als auch technische Lösungen, wie Rückhaltebecken, Deiche und Hochwasserschutzwände oder auch Flutmulden. Oftmals sind auch Kombinationen der einzelnen Komponenten zielführend.

Auch bei den Starkniederschlagsereignissen im Mai und Juni 2016 wurde unter Beweis gestellt, dass diese bereits umgesetzten Maßnahmen verlässlich sind. Da in den Fällen eines erfolgreichen Hochwasserschutzes keine nennenswerten Schäden auftreten, wird davon in der Regel aber nicht berichtet.

An dieser Stelle sollen drei Positivbeispiele verdeutlichen, wie Schutzmaßnahmen größere Schäden im Jahr 2016 vermieden haben.

In der Gemeinde Jettingen-Scheppach (Landkreis Günzburg) wurden im Jahr 2005 sieben kleine Hochwasserrückhaltebecken an den Gewässern 3. Ordnung Erlenbach, Talbach und Weihergraben fertiggestellt. Bei einem Hochwasser bieten sie Schutz für den Ortsteil Scheppach. Am 9. Juni 2016

wurden die Rückhaltebecken bei einem Ereignis mit einer geschätzten Jährlichkeit von circa 50 Jahren im Mittel zu 50 Prozent gefüllt (Abb. 5-2). Auch wenn das Ereignis noch deutlich unter dem Bemessungsereignis lag, verhinderten die Maßnahmen Schäden im Ortsbereich.



Abb. 5-2: Hochwasserrückhaltebecken am Erlenbach, Markt Jettingen-Scheppach, Landkreis Günzburg

Im Einzugsgebiet der Rott (Gewässer 1. Ordnung) in Niederbayern traten Anfang Juni 2016 am Zubringer Altbach (Landkreis Rottal-Inn) große Schäden an der anliegenden Bebauung auf (vgl. Kapitel 4.3). An dem Vorfluter Rott bei Ruhstorf im Landkreis Passau wurde dabei ein Spitzenabfluss von 339 Kubikmetern pro Sekunde (HQ₂₀ bis HQ₅₀) gemessen. Hochwasserschutzmaßnahmen in



Abb. 5-3: Flutmulde unter der Brücke der B388 – ohne Wasser (oben) und gefüllt beim Ereignis 2016 (unten), Markt Ruhstorf, Landkreis Passau

den Gemeinden Pocking und Ruhstorf, die in den Jahren 1962 und 2006 umgesetzt wurden, verhinderten größere Schäden in diesem Bereich. Deiche mit einer Gesamtlänge von circa 3,3 Kilometern und eine 2,8 Kilometer lange Flutmulde zwischen Pocking und Ruhstorf (Abb. 5-3) erfüllten ihren Zweck planmäßig.

Der Ortsteil Riedern in der Gemeinde Eichenbühl im Landkreis Miltenberg (Unterfranken) profitierte im Mai 2016 von Schutzmaßnahmen am sogenannten Wildbach. In diesem Gewässer 3. Ordnung mit wildbachtypischen Eigenschaften wurden 1988 Geschieberückhaltesperren gebaut. Bei einem Starkniederschlag mit circa 60 Millimetern in nur vier Stunden (entspricht in etwa einem 100-jährlichen Ereignis) am 29. und 30. Mai 2016 wurden durch die Bauwerke circa 400 Kubikmeter Feststoffe zurückgehalten (Abb. 5-4). Schäden an der Bebauung im Ortsteil Riedern wurden so verhindert.



Abb. 5-4: Vollgefüllte Geschieberückhaltesperre nach dem Ereignis am 29. und 30. Mai 2016 am Wildbach, Gemeinde Eichenbühl, Landkreis Miltenberg

Nach dem Bau ist die laufende Überwachung, Instandhaltung und Sanierung aller Hochwasserschutzanlagen durch die Verantwortlichen von großer Bedeutung. Nur ordnungsgemäß betriebene Anlagen können im Falle eines Hochwassers funktionieren und stellen kein zusätzliches Risiko für die Anlieger dar.

Schon beim Hochwasserereignis im Jahr 2013 wurde die Notwendigkeit erkannt, das verbleibende Risiko stärker zu betrachten. Jeder Hochwasserschutz hat Grenzen. Bei extremen Ereignissen muss mit einer Überlastung gerechnet werden. Ohne spezielle Vorkehrungen kann beispielsweise ein schwerwiegendes, plötzliches Versagen von Schutzanlagen sehr große Schäden verursachen. Mit verschiedenen Möglichkeiten können Schutzsysteme widerstandsfähiger gemacht werden und so die Schäden bei Überlastung begrenzt werden. Man spricht hier von resilienten Schutzsystemen. Diese Erkenntnis wurde durch Ereignisse, wie sie in Simbach am Inn dieses Jahr stattgefunden haben, nochmals bestätigt.

5.4 Vorsorge für künftige Ereignisse

Ziel der Vorsorge ist es, gut auf ein Ereignis vorbereitet zu sein, um dieses besser bewältigen zu können. Basis für alle Vorsorgemaßnahmen bilden grundlegende Informationen. Hier kann in grundsätzliche Daten in den Informationsdiensten (zum Beispiel zur Frage, an welcher Stelle besteht welche Gefahr) und aktuelle Informationen (beispielsweise Pegelstände) unterschieden werden. Im Handlungsfeld Vorsorge gibt es viele „Bausteine“. Davon werden im Folgenden nur einzelne beispielhaft betrachtet.

5.4.1 Hochwassernachrichtendienst

In Bayern ist der Hochwassernachrichtendienst (HND) für die Hochwasserwarnung an Flüssen und Seen zuständig. Die Warnungen des HND basieren auf Pegeln, die in den Hochwassermelddienst einbezogen sind (HND-Pegel). Für diese Pegel sind Meldestufen festgelegt, die das Ausmaß der Überschwemmung beschreiben. Lokale Überschwemmungen, wie sie beispielsweise durch örtlich begrenzte Starkregen auftreten, kann der Hochwassernachrichtendienst nicht vorhersagen beziehungsweise nicht davor warnen. Für die Berechnung der Hochwasservorhersagen sind fünf regionale Hochwasser-Vorhersagezentralen zuständig. Sie sind aufgeteilt nach den Flussgebieten Main/Elbe, Donau, Isar, Iller/Lech und Inn.

Die Ermittlung von Hochwasservorhersagen für circa 320 HND-Pegel erfolgt – entsprechend dem Stand der Technik – auf Grundlage bayernweit, flächendeckend verfügbarer Niederschlags-Abfluss-Modelle. Der Wellenablauf an Main, Donau und Inn wird mittels hydrodynamischer Modelle simuliert. Für die Berechnung der Hochwasservorhersagen nutzt der HND die (mindestens) stündlich einlaufenden Messdaten von circa 770 Pegeln und Kraftwerksabflüssen sowie etwa 550 Niederschlagsstationen.

Die aktuellen Hochwasservorhersagemodelle der bayerischen Hochwasservorhersagezentralen zielen primär auf eine pegelbezogene Wasserstands- und Abflussvorhersage (vorrangig) an Gewässern 1. und 2. Ordnung ab. Möglichkeiten einer Hochwasserfrühwarnung bei kleinräumigen Starkregenereignissen wurden bereits geprüft. Die Untersuchungen zeigten, dass die bestehenden Modelle für die Vorhersage und Simulation der Hochwasserereignisse in kleinen Einzugsgebieten (zum Beispiel kleiner 200 Quadratkilometer) angepasst und verbessert werden müssen.

Auf ähnliche Erfahrungen verweisen auch die Hochwasservorhersagezentralen anderer Bundesländer, die sich mit vergleichbaren Warnprodukten beschäftigen. So konnten die hier thematisierten Starkregenereignisse bisher mit den bestehenden auf Wasserhaushaltsmodellen basierenden Frühwarnsystemen dort weder prognostiziert, noch die aktuelle Lage in den jeweiligen Einzugsgebieten sowie die aktuelle Warnkulisse des DWD berücksichtigt werden.

Warnungen, Lageberichte und Informationen

Zwischen dem 12. Mai und 26. Juni 2016 wurden vom HND Bayern 26 Informationen zur Hochwasserlage und 13 Hochwasser-Lageberichte erstellt. Aktuelle Hochwasservorhersagen wurden durchgängig bereitgestellt, obwohl – mit Ausnahme des Hochwassers an Donau vom 16. bis 20. Juni – an den größeren Flüssen weitestgehend kein Hochwasser beobachtet wurde und größtenteils keine Meldestufen überschritten waren. Nach den katastrophalen Überschwemmungen im Landkreis Rottal-Inn am 1. Juni 2016 wurde der Öffentlichkeit im Webangebot eine zusätzliche Lageeinschätzung gegeben.

Diese Lageeinschätzung mit regelmäßiger Bereitstellung (Aktualisierung zwischen 2. und 6. Juni um 8:00 Uhr, 13:00 Uhr und 18:00 Uhr, anschließend zweimal täglich) erfolgte anhand nachfolgender Kriterien:

- potenzielle Betroffenheit kleiner/pegelloser Einzugsgebiete,
- Regenmengen, die in den Wetterwarnungen des Deutschen Wetterdienstes vorhergesagt wurden,
- räumliche Differenzierung aufgrund der Vorfeuchte und der Gebietstopographie und
- überörtliche Hochwassergefahr durch Aufsummierung der Niederschläge.

Aus den Analysen der Warnlageberichte und nach Rücksprache mit den diensthabenden Meteorologen des Deutschen Wetterdienstes wurde eine Einschätzung der Gefahr von extremen Sturzfluten gegeben (unwahrscheinlich/nicht auszuschließen/möglich).

Besetzung, Personaleinsatz und Rufbereitschaften

Die Hochwassernachrichtenzentrale und deren Hochwasservorhersagezentralen waren während des Berichtszeitraums auch abends und am Wochenende besetzt beziehungsweise durch eingereichtete Rufbereitschaften zu jeder Zeit erreichbar.

Zwischen 2. und 6. Juni 2016 galt ein fester Dienstplan mit täglichen Dienstwechseln um 8:00 Uhr, 13:00 Uhr und 18:00 Uhr. An den Folgetagen wurde auf die festen Termine verzichtet und die Information zur Hochwasserlage jeweils zweimal täglich vor- und nachmittags aktualisiert.

Informationsangebote

Das Web-Angebot des HND (www.hnd.bayern.de) gewinnt für die Information der Öffentlichkeit weiter an Bedeutung, was sich in erster Linie an den hohen Zugriffszahlen zeigt. Auf der HND-Website wurden am 1. Juni bis zu 2,7 Millionen Zugriffe beziehungsweise 0,9 Millionen Besucher registriert. Dies sind ähnlich viele Zugriffe wie beim Hochwasser im August 2005.

Viele Bürgerinnen und Bürger informierten sich über die aktuellen Wasserstände auch telefonisch über das Messwertansage-System. Im Mai und Juni 2016 erfolgten insgesamt 4.350 Anrufe.

Vorhersagen

Die Hochwasservorhersagen wurden kontinuierlich berechnet, obwohl überwiegend kein Hochwasser an mittleren und größeren Flüssen beobachtet wurde und zum Teil auch keine Meldestufen überschritten waren. Dabei wurden die kleinräumigen Ereignisse jedoch sowohl in den Niederschlagsvorhersagen des Deutschen Wetterdienstes als auch in den Abflussvorhersagemodellen des Hochwassernachrichtendienstes massiv unterschätzt beziehungsweise konnten weitestgehend nicht vorhergesagt werden. Auch die Nachsimulation der Ereignisse mit gemessenen Stationsniederschlägen beziehungsweise mit den angeeichten Radarniederschlägen brachte an den betroffenen Pegeln zum Teil nur unzulängliche Modellergebnisse, wobei meist mit den räumlich höher aufgelösten Radarniederschlägen bessere Ergebnisse erzielt wurden.

Für die Lagebeurteilung und kurzfristige Vorschau erwiesen sich die verschiedenen visuellen DWD-Radar-Produkte als hilfreich. Zum Beispiel war mit dem Informationssystem [webKONRAD](#) eine Abschätzung von Intensitäten und Zugbahnen der Gewitterzellen möglich.

Der Ausbau der Pegel mit redundanter Messwerterfassung und Sicherung im Hochwasserbereich hat sich auch bei diesen Ereignissen bewährt. Soweit Pegel betroffen waren, kam es zu keinen

Ausfällen der Messwerverfassung. Selbst der Pegel Simbach am Inn konnte den über 1.000-jährlichen, extremen Wasserstand bis kurz nach dem Scheitel noch aufzeichnen.

5.4.2 Wetterwarnungen des Deutschen Wetterdienstes

Bei der Herausgabe von Unwetterwarnungen unterscheidet der Deutsche Wetterdienst (DWD) zwischen seinem Premiumprodukt, der Internetveröffentlichung mit dem höchsten Aktualisierungsgrad, und Standardprodukten, wie zum Beispiel der Fax-Verteilung. Die Hochwassernachrichtenzentrale im Bayerischen Landesamt für Umwelt nutzt neben der Internetverlinkung auf die DWD-Warnseiten, ein vom Deutschen Wetterdienst aggregiertes Fax-Produkt. Die DWD-Unwetterwarnungen werden für die Gebiete der bayerischen Regierungsbezirke zusammengefasst. Ein DWD-Update erfolgt nur dann, wenn ein signifikanteres Ereignis erwartet wird oder sich der Gültigkeitszeitraum deutlich ändert.

Die Auswertung dieser reduzierten DWD-Unwetter-Faxübermittlung an die Hochwassernachrichtenzentrale ergab, dass im Zeitraum vom 12. Mai bis 25. Juni 2016 an 23 von 45 Tagen Unwetterwarnungen des Deutschen Wetterdienstes vorlagen. Insgesamt waren es 169 Unwetterwarnungen für die sieben Regierungsbezirke, davon die meisten als „Unwetterwarnung vor schwerem Gewitter“ (139 Stück), gefolgt von „Unwetterwarnung vor extremem Gewitter“ (23 Stück) und der „Unwetterwarnung vor ergiebigem Dauerregen“ (7 Stück). Die Unwetterwarnungen ergänzten die DWD-Warnlageberichte und die Kunden waren über eine potenzielle Gefährdung durch konvektive Starkregenereignisse im Großraum (hier Regierungsbezirk) informiert. Problematisch bleiben aber die lagegenaue Vorhersage der extremen Niederschlagsintensitäten und die ausreichende Vorwarnzeit.

5.4.3 Technische Gewässeraufsicht und Gewässerunterhaltung

Ein Ziel der technischen Gewässeraufsicht ist, dass Anlagen, die Gewässer beeinflussen, durch Dritte überwacht werden. Dies ist in der Regel die Wasserwirtschaftsverwaltung. Die technische Gewässeraufsicht (Fremdüberwachung) erfolgt zusätzlich zur Eigenüberwachung, die von dem Betreiber der Anlage durchgeführt werden muss. Der regelmäßige Austausch zwischen Wasserwirtschaftsamt und dem Anlagenbetreiber sowie die fachliche Beratung gewährleisten einen ordnungsgemäßen Betrieb der Anlagen, sodass insbesondere bei Hochwasserereignissen keine zusätzliche Gefahr durch diese Anlagen für die Unterlieger ausgeht.

Vor allem Stauanlagen oder Hochwasserrückhaltebecken dürfen bei einer Überbelastung durch extreme Hochwasserereignissen nicht schlagartig versagen. Dafür sind neben einer korrekten Planung auch regelmäßige Kontrolle, Unterhaltung und Wartung der Anlage erforderlich. Wird der Damm eines Rückhaltebeckens unkontrolliert überströmt, droht ein Bruch. Eine Flutwelle mit unvorhersehbarem Schadensausmaß wäre die Folge.

Die technische Gewässeraufsicht kann als Garant für vorsorgliches Handeln gesehen werden, um Probleme im Ernstfall zu vermeiden. Darüber hinaus spielt die Gewässerunterhaltung eine wichtige Rolle. Das Freihalten der Abflussbereiche, eine angepasste Gehölzpflege oder die Räumung von kritischen Geschiebeanlandungen sind Teil des vorsorgenden Hochwasserschutzes. Auch können im Rahmen von regelmäßig durchgeführten Gewässerschauen viele Probleme insbesondere an kleineren Gewässern vermieden werden, wenn zum Beispiel Anlieger frühzeitig aufgefordert werden, die Uferbereiche freizuhalten und eine entsprechende Lagerung von abschwemmbareren Gegenständen im Uferbereich zu unterlassen.

5.5 Ereignisbewältigung und Nachsorge

Die Kreisverwaltungsbehörden (71 Landratsämter und 25 kreisfreie Städte), die Regierungen und das Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr haben als Katastrophenschutzbehörden die gesetzliche Aufgabe, Katastrophen abzuwehren. Im Katastrophenfall nimmt die örtlich zuständige Katastrophenschutzbehörde die Gesamt-Einsatzleitung wahr. Sie stellt sicher, dass alle Maßnahmen der Behörden, Dienststellen, Organisationen und Einsatzkräfte, die an der Bewältigung der jeweiligen Katastrophe mitwirken, aufeinander abgestimmt sind. Im Katastrophenschutz-Hilfeleistungssystem Bayern arbeiten Feuerwehren, freiwillige Hilfsorganisationen, Technisches Hilfswerk, Polizei, Bundeswehr und Bundespolizei eng mit den Katastrophenschutzbehörden zusammen. Die Wasserwirtschaftsverwaltung steht den Katastrophenschutzbehörden bei Hochwasserereignissen beratend zur Seite. Die Ereignisse vom Mai und Juni dieses Jahres haben gezeigt, dass die Zusammenarbeit, die Koordination und der gegenseitige Austausch zwischen allen Beteiligten sehr gut funktioniert haben.

Nach den Ereignissen wurde unmittelbar begonnen, die beschädigte oder zerstörte Infrastruktur in den betroffenen Gemeinden wiederherzustellen. Beispielsweise wurde die Trinkwasserversorgung schnellstmöglich wieder sichergestellt. Ebenso wurden wichtige unterbrochene Verkehrsverbindungen – teils provisorisch – wieder befahrbar gemacht. Seitens der Wasserwirtschaftsverwaltung wurden in Mitleidenschaft gezogene Hochwasserschutzanlagen schnell wieder instandgesetzt (Beispiel Simbach am Inn).

Ebenso wurde von der Wasserwirtschaftsverwaltung sofort nach den jeweiligen Ereignissen mit einer in manchen Fällen sehr intensiven Ereignisanalyse begonnen. Mit deren Hilfe werden bestehende Hochwasserschutzstrategien überprüft und Schwachstellen erkannt, um entsprechende Gegenmaßnahmen ergreifen zu können. Zuerst werden dafür alle verfügbaren Daten und Informationen wie Niederschlagsdaten, Abflusswerte, Überschwemmungsgebietsgrenzen, Fotos, Videos, Augenzeugenberichte, etc. gesammelt. Über die Auswertung der Daten wird versucht, die Ursachen für die Überschwemmungen zu identifizieren (zum Beispiel Verklausungen oder ein zu kleiner Abflussquerschnitt des Gewässers) und den Ereignisverlauf zu rekonstruieren.

Die Struktur der bayerischen Wasserwirtschaftsverwaltung ist gekennzeichnet durch eine sehr gute Vernetzung von überregionalem Fachwissen mit den lokalen Kenntnissen der Verhältnisse und Besonderheiten vor Ort. So arbeiten die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter am Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz, am Landesamt für Umwelt und an den Regierungen effizient mit den örtlich zuständigen Wasserwirtschaftsämtern zusammen. Die Struktur einer eigenständigen Wasserwirtschaftsverwaltung hat sich bei der Vielzahl von Ereignissen in diesem Jahr wiederholt bewährt. Der persönliche Einsatz der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter an den Wasserwirtschaftsämtern, die im Hochwassereinsatz und der anschließenden Ereignisbewältigung tätig waren, war sehr hoch.

6 Wo will Bayern besser werden?

Mit jedem Ereignis werden die Schutzstrategien und -anlagen einer fundamentalen Prüfung durch die Realität unterzogen, mit dem Ergebnis: Wir als Wasserwirtschaftsverwaltung im Zusammenwirken mit vielen anderen Beteiligten sind mit der Hochwasserschutzstrategie auf dem richtigen Weg. Optimierungen sind aber noch erforderlich. Die Natur ist und bleibt – trotz aller zur Verfügung stehenden technischen Möglichkeiten – ein Stück unberechenbar. Die abgelaufenen Ereignisse bieten Anlass, die Schutzstrategien einer, neben der laufenden Anpassung und Fortschreibung, vertieften Überprüfung zu unterziehen, um mögliches Verbesserungspotential erkennen zu können. Auch für das bayerische Hochwasserschutzaktionsprogramm 2020plus ergeben sich aus den Erkenntnissen der Ereignisse aus dem Jahr 2016 weitere Optimierungen. Daher wurde die Erweiterung des bayerischen Hochwasserschutzaktionsprogramms 2020plus um eine Komponente Sturzfluten durch den Ministerrat Ende Juli 2016 beschlossen. Angefangen von einer detaillierten und umfassenden Analyse der Ereignisse in 2016 stellen unter anderem die Verbesserung der Warnung, eine verstärkte Beratung der Gemeinden, die Anpassung der staatlichen Förderung, die Erstellung von weiteren Hochwassergefahrenkarten, die Verbesserung des Erosionsschutzes, die Stärkung der Elementarschadenversicherung und der technischen Gewässeraufsicht sowie die Stärkung der Wissensbasis weitere Elemente dar.

Hochwasser-Risikomanagement ist eine gemeinsame Aufgabe, an der sich viele beteiligen müssen (Abb. 6-1) – vom Staat über die Kommunen bis hin zu jedem Einzelnen. Der noch recht junge Ansatz eines integralen Managements von Hochwasserrisiken muss zukünftig noch besser „gelebt“ werden. Auf diese Weise lassen sich die Auswirkungen von Naturereignissen auf die Schutzgüter menschliche Gesundheit, Umwelt, Kulturerbe und wirtschaftliche Tätigkeit mitunter weiter reduzieren.

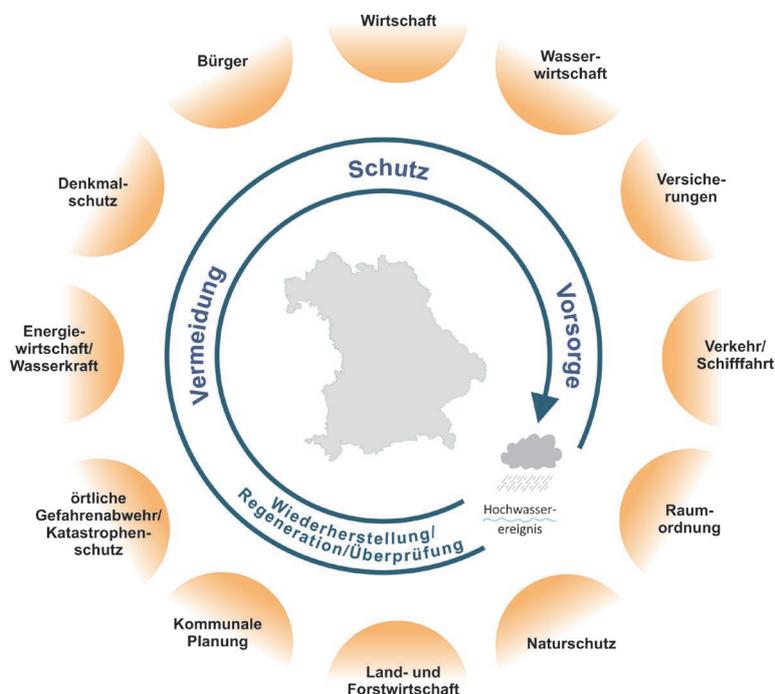


Abb. 6-1:
Risikokreislauf mit Akteuren

Begleitend zum eigentlichen Risikomanagement müssen Rahmenbedingungen geschaffene beziehungsweise verbessert werden, damit alle Beteiligten wirkungsvoll zusammenarbeiten können und klar ist, wer wann was tun kann und soll. Dies umfasst sowohl die administrativen und legislativen Rahmenbedingungen, die soziale Komponente des Dialogs als auch die Einbeziehung der Bürgerin-

nen und Bürger in den Prozess und wird als „Risk Governance“ bezeichnet. So können die einzelnen Bausteine des Risikomanagements effektiv umgesetzt werden und (zusammen-)wirken.

Ein neues Element dabei ist beispielsweise eine gezielte finanzielle Förderung weiterer kommunaler Bausteine des Risikomanagements durch den Freistaat Bayern, wie die Ereignisdokumentation von Hochwasser- beziehungsweise Starkregenereignissen, die Durchführung von Hochwasser-Audits, Gefährdungsbetrachtungen für bestehende Siedlungen an Gewässern oder Sicherheitsüberprüfungen von kommunalen Stauanlagen.

6.1 Basis für Hochwasserrisikomanagement

6.1.1 Datengrundlagen

Gerade im Bereich kleiner und sehr kleiner Einzugsgebiete fehlen oft Messwerte zu Niederschlag und Abfluss. Auch wenn der Aufwand groß ist, werden wir auf Basis moderner Technik und gegebenenfalls neuer Verfahren das Messnetz überprüfen und gegebenenfalls an kleinen Gewässern zielgerichtet ergänzen.

Darüber hinaus wollen wir weitere Gefahrenkarten (Abb. 6-2) erstellen, die eine unverzichtbare Basis für das weitere Risikomanagement darstellen. Die Ereignisse 2016 haben gezeigt, dass hierbei besonders die berechneten HQ_{extrem} -Karten im Überlastfall eine wichtige Grundlage darstellen. Dazu werden wir insbesondere folgende Aspekte in die Überlegungen miteinbeziehen:

- Gefahrenkarten für Bach- und Flusshochwasser an weiteren Gewässern erstellen.
- Erarbeitung eines Verfahrens zur Ermittlung von Bereichen, die infolge von Starkregenereignissen durch Oberflächenabfluss besonders gefährdet sein könnten.
- Regelmäßige Überprüfung vorhandener Gefahrenkarten und Sonderszenarien, welche durch Verklausungen oder sonstigen lokalen Besonderheiten entstehen können (zum Beispiel Straßendämme, Stauanlagen, Poldersituationen von Gemeindeteilen, etc.).

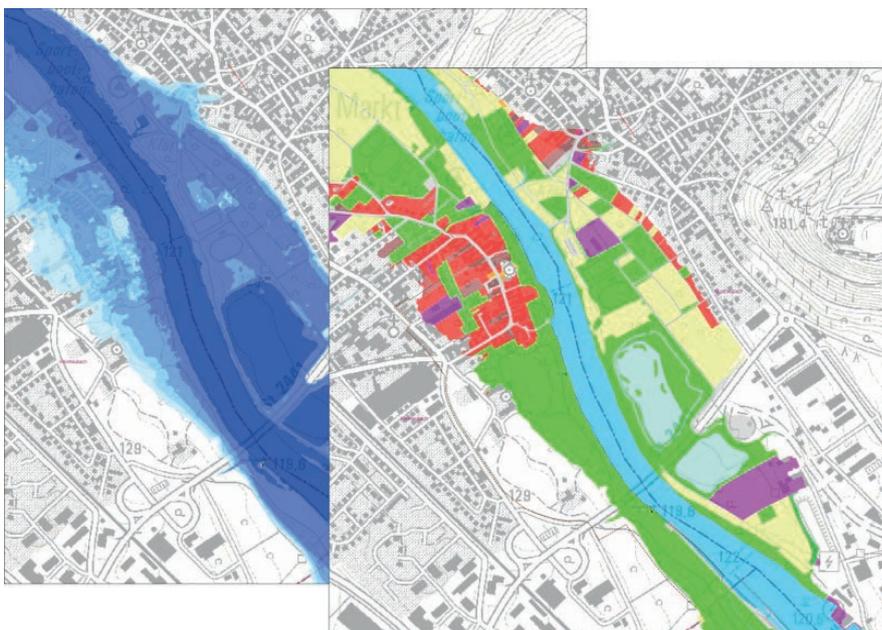


Abb. 6-2: Gefahren- und Risikokarten sind Grundlage für ein wirkungsvolles Hochwasser-Risikomanagement.

6.1.2 Risikodialog

Eine weitere Verbesserung der Zusammenarbeit aller Beteiligten an der gemeinsamen Aufgabe des Risikomanagements soll über eine Intensivierung des Risikodialoges erfolgen. Erreicht werden soll dies zum Beispiel durch:

- eine Intensivierung der Beratung der Kommunen durch die Wasserwirtschaft („Neue Partnerschaft“),
- eine Fortführung des Risikodialogs in allen Flussgebieten als zentrales Instrument des Hochwasserrisikomanagements sowie die aktive Teilnahme der Kommunen an der Hochwasserrisikomanagementplanung,
- eine Ausweitung des DWA-Audits „Hochwasser, wie gut sind wir vorbereitet“ auf zahlreiche weitere Kommunen und
- eine Stärkung des Risikobewusstseins auch über die Gewässer-Nachbarschaften Bayern.

6.2 Vermeidung von Hochwasserschäden

Oberste Priorität sollte sein, Risiken gar nicht erst entstehen oder vorhandene Risiken anwachsen zu lassen. Dies ist Ziel des Handlungsbereiches Vermeidung und soll künftig weiter ausgebaut werden. Dazu dient vor allem eine Anpassung der Landnutzung an die Gegebenheiten und (notfalls) auch der Bauarten und -weisen an mögliche Naturgefahren. Dies wird auch als Flächen- oder Bauvorsorge bezeichnet.

risikohochwasser
gemeinsamhandeln

Abb. 6-3: Gemeinsames Handeln bedarf einer intensiven Kommunikation – „Wortmarke“ zum Hochwasserrisikomanagement in Bayern.

Besonders nach Hochwasserereignissen würde sich hier die Chance bieten, beim Wiederaufbau Naturgefahren-angepasst zu planen und entsprechende Bauweisen zu nutzen. Dazu ist es erforderlich, die Kenntnisse zu den Themen deutlich auszuweiten, um das kurze Zeitfenster nach Ereignissen optimal zu nutzen.

Basis für die Flächen- und Bauvorsorge bilden die Gefahrenkarten. Hier ist es von besonderer Bedeutung, dass ermittelte oder berechnete Ergebnisse verstanden, tatsächlich anerkannt und in der Folge auch beachtet werden. Darauf ist im Risikodialog ein besonderer Schwerpunkt zu legen. Werden die Karten angezweifelt, liefern manchmal erst reale Hochwasserereignisse die Bestätigung, wie das Beispiel einer bayerischen Gemeinde dieses Jahr leider gezeigt hat. Dort wurden die mittels Modellen berechneten Überflutungsflächen als nicht realistisch angesehen. Das Hochwasser 2016 belegte allerdings, dass die Berechnungen richtig waren. Anzustreben wäre, dass die fachlich korrekten und vielfach bestätigten Ermittlungen von vorneherein auf mehr Akzeptanz stoßen.

Ziel und gesetzliche Verpflichtung ist die amtliche Festsetzung der Überschwemmungsflächen für ein hundertjährliches Hochwasserereignis. Mit der Festsetzung von Überschwemmungsgebieten treten gesetzliche Bestimmungen in Kraft, wodurch Bebauung und ungeeignete Nutzungen eingeschränkt werden, um hochwasserbedingte Schäden zu vermeiden beziehungsweise zu mindern.

Die **Flächenvorsorge** wollen wir weiter intensivieren, indem wir beispielsweise

- vorhandene Gefahrenkarten bei Bedarf aktualisieren und weitere ermitteln,
- Hinweise zu Gefahrenschwerpunkten zur Verfügung stellen,
- festgesetzte Überschwemmungsgebiete intensiver überwachen, um sicherzustellen, dass die Auflagen auch eingehalten werden (zum Beispiel bei Heizölverbraucheranlagen),
- auf eine hochwasserangepasste Bauleitplanung hinwirken, zum Beispiel mit Notentlastungsräumen für Starkniederschläge oder Entlastungskorridoren oder
- eine Freihaltung von Gewässer(-entwicklungs-)korridoren anstreben, da diese „Schutzstreifen“ neben gewässerökologischen Aspekten auch den Anliegern bei Hochwasser zugutekommen.

Das hochwasserangepasste Bauen, das in der Verantwortung der einzelnen Bauherren liegt, ist maßgeblich, um Hochwasserschäden vorzubeugen. Wichtig ist dies vor allem in Siedlungen, in denen keine Hochwasserschutzanlagen vorhanden sind. Aber auch hinter Deichen oder in Gebieten, die bei einem Extremhochwasser betroffen wären, macht es unter Umständen Sinn, bauliche Vorkehrungen gegen Hochwasser zu treffen. Besonders beim Neubau, bei Sanierungen oder ganz besonders beim Wiederaufbau beziehungsweise der Schadensbeseitigung nach Hochwasserereignissen sollte hochwasserangepasstes Bauen sowohl von Bauherren, Planern sowie Baufirmen bewusst diskutiert und angegangen werden. Solche Maßnahmen bieten zudem einen Mehrfachnutzen – neben Bach- und Flusshochwasser kann damit auch Problemen aus hohen Grundwasserständen oder aus oberflächlich wild abfließendem Wasser begegnet werden. Die Grundstrategie dabei kann mit den Worten „Ausweichen – Widerstehen – Anpassen“ zusammengefasst werden. Da Starkregenereignisse überall auftreten können, ist eine gewisse Basis-Bauvorsorge wie hochgezogene Kellerschächte, etc. überall sinnvoll.

Eine Stärkung der **Bauvorsorge** ist dringend geboten. Dazu wollen wir zum Beispiel

- vorhandene gute Beispiele von gelungenen hochwasserangepassten Bauweisen und auch entsprechende Merkblätter zur Bauvorsorge publik machen und
- Konzepte des hochwasserangepassten Bauens verstärkt in der Forschung und der Hochschulbildung für Architekten und Ingenieure etablieren.

Auch im Bereich **Wasserversorgung und Siedlungsentwässerung** sollen weitere Risiken vermieden werden, zum Beispiel durch:

- eine bessere Sicherung der Wasserversorgung auch während Hochwasserereignissen in Talniederungen (damit befasst sich derzeit das Projekt „Klimaanpassung und Wasserversorgung – Risikobewältigung bei Hochwasser, Starkniederschlägen und Uferfiltrateinfluss“ des Bayerischen Landesamtes für Umwelt)
- regelmäßige Unterhaltungs- und Wartungsarbeiten am Kanalnetz
- Verringerung der Schäden bei Starkregen durch kommunale Maßnahmen der Siedlungsentwässerung, unter anderem durch Verminderung der Flächenversiegelung, durch Schaffung von Rückhalteräumen und alternativen Ableitungsmöglichkeiten bei Überstau (zum Beispiel im Straßenraum) und durch Identifizierung und Vorsorge bei Bereichen, in denen Rückstau eine besondere Bedeutung erlangt, wie in Unterführungen, Feuerwehrezufahrten oder Anlagen der Versorgung (insbesondere Strom, Wasser).



Abb. 6-4: Mit einfachen Mitteln lassen sich im Rahmen der Bauvorsorge Risiken wirkungsvoll reduzieren. Beispielsweise kann bei Tiefgarageneinfahrten mit einer Schwelle weitgehend verhindert werden, dass Oberflächenwasser von der Straße aus eindringen kann (links). Im anderen Fall besteht die Gefahr, dass schon bei geringen Wasserständen auf der Straße Wasser in die Tiefgarage läuft (rechts).



Abb. 6-5: Das umliegende Gelände sollte so gestaltet werden, dass Niederschlagswasser vom Gebäude wegfließen kann (links). Ein Gebäude, dessen Erdgeschoss unter dem Straßenniveau liegt, ist bei Starkregen besonders gefährdet.

Im Bereich **Land- und Forstwirtschaft** wirken zahlreiche Maßnahmen positiv auf den Wasserhaushalt und können zu einer Begrenzung oder Minderung von Hochwasserschäden beitragen. Dies wollen wir fördern. Dazu dient beispielsweise

- der Einsatz einer Karte zur Priorisierung von Maßnahmen nach der Wasserrahmen-Richtlinie (WRRL) als „Kulissenkarte“ in der landwirtschaftlichen Beratung, damit Maßnahmen optimiert gelenkt und so Einträge bei Starkregen reduziert werden können,
- eine stringenterer Ausrichtung des bayerischen Kulturlandschaftsprogramms (KULAP) auf den Boden- und Gewässerschutz, zum Beispiel durch Förderung von Maßnahmen, die der Abschwemmungen des Bodens bei Starkregenereignissen (Abb. 6-7) entgegen wirken,
- eine engere Zusammenarbeit mit dem Landwirtschaftsressort, beispielsweise im Projekt „boden:ständig“ zur Umsetzung von Maßnahmen zum dezentralen Wasserrückhalt in der landwirtschaftlichen Flur,
- die Ausarbeitung von Handlungsempfehlungen zur effektiveren Umsetzung von Erosionsschutzmaßnahmen und zum Rückhalt von wild abfließendem Wasser beziehungsweise für eine verbesserte Infiltration insbesondere auf Ackerflächen durch eine Expertengruppe,

- eine engere Zusammenarbeit mit der Forstverwaltung, um beispielsweise
 - Verbesserungen bei Neubau, Ausbau und der Grundinstandsetzung sowie beim Unterhalt von forstlicher Infrastruktur zu erzielen, um Hochwasserschäden vorzubeugen aber auch Wasser zurückzuhalten (auch finanzielle Förderung),
 - Waldbesitzer im Rahmen der Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie zu Möglichkeiten zur hochwasserangepassten Waldbewirtschaftung zu beraten,
 - Möglichkeiten der Schutzwaldsanierung optimal zu nutzen.



Abb. 6-6: Abgeschwemmter Boden von einem Maisfeld nach sehr starkem Regen (Anfang Juni 2016) bei Bewirtschaftung hangabwärts



Abb. 6-7: Zum Vergleich eine Ackerfläche mit Mulchsaat und hangparalleler Bewirtschaftung; ebenfalls nach sehr starkem Regen Anfang Juni 2016

6.3 Schutzmaßnahmen gegen Hochwasser

Alle Bemühungen, Schadenspotenziale an den Gewässern zu vermeiden oder zu reduzieren, werden nicht ausreichen, einen aus heutiger Sicht angemessenen Hochwasserschutz für die Großteils seit langer Zeit bestehenden Siedlungen an den Flüssen und Bächen zu gewährleisten. Auch künftig wird es daher erforderlich sein, technische Schutzmaßnahmen und die Verbesserung des Hochwasserrückhaltes weiter zu entwickeln und umzusetzen. Der Freistaat Bayern wird auch in den kommenden Jahren im Zuge des AP2020plus in **Hochwasserschutzmaßnahmen** investieren.

Dazu ist folgendes geplant:

- Der natürliche Rückhalt in der Fläche soll weiter gestärkt werden.
- Um anlaufende Hochwasserwellen zu verlangsamen, soll Flüssen außerdem wieder mehr Raum gegeben werden, beispielsweise indem alte Deiche vom Fluss zurück in die Auen verlegt und so auch alte Auen wieder aktiviert werden.
- Weitere staatliche technische Hochwasserschutzmaßnahmen werden realisiert.

Gerade die zahlreichen Starkregenereignisse des Jahres 2016 haben gezeigt, dass dabei auch mehr Aufmerksamkeit auf wild abfließendes Wasser und auf **kleine Gewässer bis hin zu zeitweise nicht wasserführenden Gräben** gerichtet werden muss, für die in der Regel die Gemeinden zuständig sind. Dazu soll folgendes umgesetzt werden:

- Intensivere Beratung der Gemeinden
- Unterstützung der Gemeinden bei zum Beispiel Verfahren der ländlichen Entwicklung und naturnaher Gewässergestaltung und im Rahmen der staatlichen Förderung
- Verstärkte Berücksichtigung von schnell ansteigenden Abflüssen sowie von wild abfließendem Wasser in der Fläche, verbunden mit Transport von Schlamm, Geschiebe und Schwemmh Holz bei den Planungen

Nach der Fertigstellung von Hochwasserschutzmaßnahmen, ist es erforderlich, dass die Anlagen ordnungsgemäß **betrieben** werden. Die Kommunen sind dabei in der Regel für die Anlagen an den kleinen Gewässern zuständig. Zum Betrieb von Hochwasserschutzanlagen werden seit 2015 für kleine Hochwasserrückhaltebecken über die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA) in Zusammenarbeit mit dem Bayerischen Landesamt für Umwelt gezielte Schulungen für das gemeindliche Personal angeboten. Das Schulungsangebot soll weiter intensiviert und die Teilnahme verstärkt beworben, gefordert beziehungsweise gefördert werden.

Es kann sein, dass für ein extremes Hochwasser die Schutzanlagen nicht ausreichen oder ein technisches Versagen auftritt, insbesondere wenn das Hochwasserereignis deutlich größer ist als bei der Dimensionierung der Schutzanlage angenommen. Dieses **verbleibende Risiko** darf nicht verdrängt oder vernachlässigt werden, sind doch in solchen Fällen vor allem die Schäden enorm. Dazu ist es nötig

- resiliente, das heißt widerstandsfähige Schutzsysteme, die auch für Extremfälle noch Reserven aufweisen und vor allem die Schäden begrenzen und

- widerstandsfähige Bauweisen, die vor allem gewährleisten, dass auch im Extremfall kein plötzliches Versagen von Schutzbauwerken auftritt, sowie
- weitere Elemente aus dem Bereich der Vorsorge

verstärkt schon in den Planungen zu betrachten und zu realisieren.



Abb. 6-8: Beispiel eines Hochwasserrückhaltebeckens eines kommunalen Zweckverbandes

6.4 Vorsorge für künftige Ereignisse

Auch nach bestmöglichem Schutz verbleiben Risiken, oder es verbleiben Bereiche die gar nicht geschützt werden können. Hier setzt die Vorsorge an mit der man sich auf künftige Ereignisse vorbereitet, damit sie besser bewältigt werden können. So können die verbleibenden Risiken weiter reduziert werden.

Vorhersagen und Vorwarnungen geben den Betroffenen gegebenenfalls noch die Chance, geeignete Maßnahmen zu ergreifen, wie zum Beispiel gefährdete Stellen vor dem Eindringen von Wasser zu sichern. Aber auch die Einsatzkräfte profitieren von Vorhersagen, da sie ihnen die Möglichkeit verschaffen beispielsweise Sperrungen vorzunehmen oder Evakuierungen durchzuführen. Auch wenn derart lokal und zeitlich begrenzte Niederschläge zu Sturzflutereignissen führen und wohl auch künftig schwer vorhersagbar sein werden, sollen eine Reihe von Verbesserungen und Erweiterungen in Warnung und Vorhersage vorgenommen werden:

- Mit Verbesserung der Wettervorhersagen kann gegebenenfalls die Aktualität und räumliche Auflösung der Beobachtungen und Vorhersagen von Niederschlag, Wasserstand und Abfluss gesteigert werden.

- Umfangreichere und aktuellere Bereitstellung von Niederschlagskarten
- Erweiterung der HND-Pegel und Bewertungssystem im Hinblick auf die Hochwassergefahr für alle Pegel
- Erweiterung der Simulation und Vorhersage auf unbeobachtete Gewässerquerschnitte und kleinere Einzugsgebiete. Hierbei wird geprüft, inwieweit fehlende Beobachtungen (Pegel) durch die Vorhersagemodelle erzeugt werden können.
- Verbesserung der Apps „Meine Pegel“ und „Umweltinfo“ für Push-Meldungen bei Überschreitung individuell festgelegter Schwellwerte (Wasserstände) an den Pegeln.

Wichtiges Element im Umgang mit dem verbleibenden Risiko ist die rechtzeitige Ausarbeitung von **Einsatz- und Notfallplänen**. Damit wird im Ernstfall wertvolle Zeit gewonnen und die Einsätze können erfolgreich auf die kritischen Bereiche ausgerichtet werden. Die zielgerichtete und verstärkte Ausarbeitung von solchen Planungen soll in Zusammenarbeit mit dem Katastrophenschutz im Bayerischen Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr und den Gemeinden intensiviert und verbessert werden.

Mit einer **Elementarschadenversicherung** können sich Eigentümer oder Mieter auch gegen Schäden durch Naturereignisse wie Hochwasser, Starkregen oder Rückstau absichern (Wohngebäude und Hausrat). Aktuell liegt die Versicherungsquote in Bayern bei schätzungsweise nur circa 25 bis 30 Prozent. Der Anteil der Gebäude, die nicht versichert werden können, ist gering. Eine Erhöhung der Versicherungsquote ist anzustreben, denn ab dem Stichtag zum 1. Juli 2019 werden keine finanziellen Unterstützungen in Form von Soforthilfen mehr gewährt, wenn die eingetretenen Schäden versicherbar waren. Unbeschadet davon bleiben Härtefallregelungen im Einzelfall. Eine Versicherung ist auch fernab von Gewässern empfehlenswert, insbesondere im Hinblick auf Schäden durch wild abfließendes Wasser aber auch andere mitversicherte Naturgefahren.

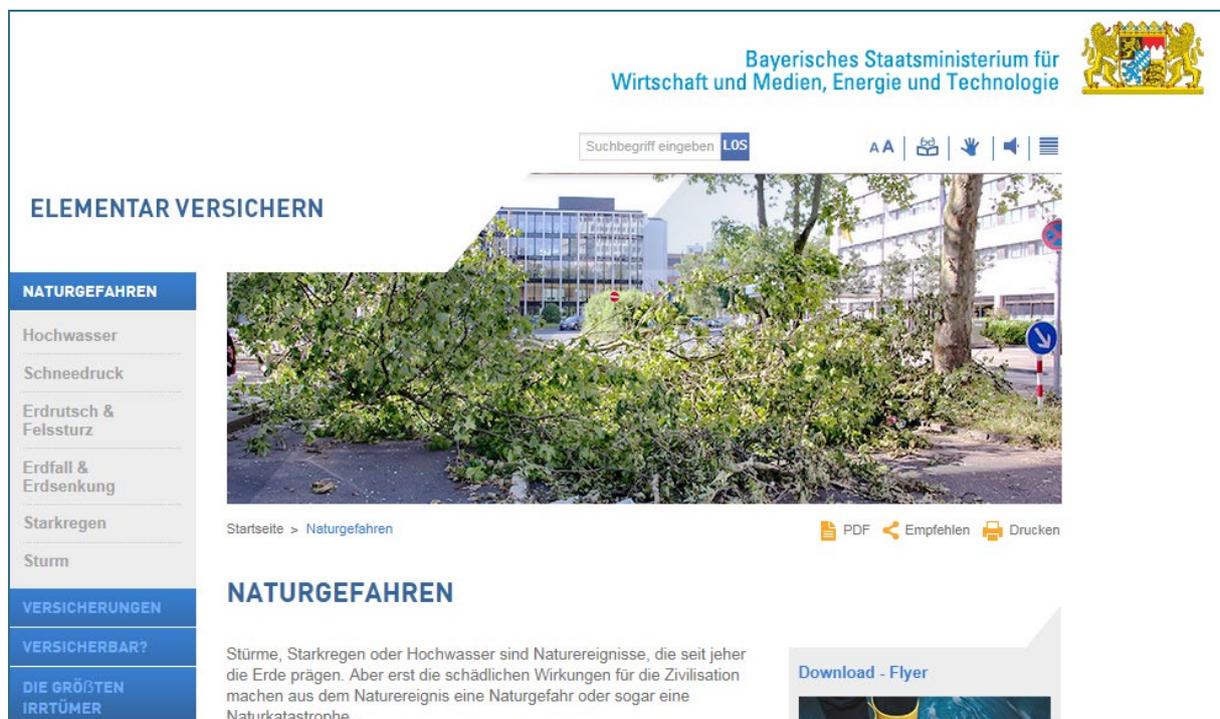


Abb. 6-9: Internetauftritt zur Elementarschadenversicherung (www.elementar-versichern.de). Hier können sich Bürger informieren.

7 Fazit und Ausblick

Die zahlreichen Hochwasserereignisse im Mai und Juni 2016 haben drastisch vor Augen geführt, dass Risikomanagement im Bereich Hochwasser eine Daueraufgabe ist und immer bleiben wird. Der Freistaat stellt sich dieser Aufgabe seit Jahrzehnten mit vorausschauender Planung und massiven Investitionen in Hochwasserschutz und Risikomanagement. Aber es bleibt noch viel zu tun.

Dabei ist zu beachten: Auch wenn es über längere Zeit an einem Ort keine hohen Abflüsse in den Gewässern gegeben hat, heißt das keinesfalls, dass es nicht auch dort zu Problemen kommen könnte. Besonders durch wild abfließendes Wasser können auch abseits von Gewässern große Schäden entstehen. Eine vorausschauende Analyse der tatsächlichen Gefährdungen bildet die objektive Grundlage, auf der gemeinsam mit allen Beteiligten die richtigen Prioritäten gesetzt und sachgerechte Entscheidungen getroffen werden.

Trotz aller Anstrengungen wird aber immer ein Risiko verbleiben. Gerade die Ereignisse 2016 haben gezeigt, dass es eine hundertprozentige Sicherheit nie wird geben können! Wie mit diesem verbleibenden Risiko künftig umgegangen werden soll und kann, muss intensiv in der Gesellschaft diskutiert werden.

Mit dem Hochwasserschutz-Aktionsprogramm 2020 und seiner Fortschreibung, dem Programm 2020plus, werden die richtigen Strategien zum Schutz der Menschen und bedeutender Sachwerte verfolgt. Die Strategien und Programme sind flexibel auf spezielle Rahmenbedingungen im Einzelfall anzupassen. Auch, um neue Erkenntnisse aus abgelaufenen Hochwasserereignissen einfließen zu lassen. So werden demnächst auch die im vorliegenden Bericht dargestellten Erfahrungen der Sturzflutereignisse im Mai und Juni 2016 in das Aktionsprogramm 2020plus im Rahmen des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses integriert werden.

Literatur

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2014): Junihochwasser 2013 – Wasserwirtschaftlicher Bericht. 2. Überarbeitete Auflage, Augsburg.

DEUTSCHER WETTERDIENST (2012): Auswertung regionaler Klimaprojektionen für Deutschland hinsichtlich der Änderung des Extremverhaltens von Temperatur, Niederschlag und Windgeschwindigkeit. Abschlussbericht, Oktober 2012, Offenbach am Main.

DEUTSCHER WETTERDIENST (2016): Die Entwicklung von Starkniederschlägen in Deutschland – Plädoyer für eine differenzierte Betrachtung. 19.07.2016.

HESS P., BREZOWSKY H. (1977): Katalog der Großwetterlagen Europas 1881–1976. 3. Auflage, Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nr. 113, Offenbach am Main.

HOFSTÄTTER M., JACOBEIT J., HOMANN M., LEXER A., CHIMANI B., PHILIPP A., BECK C. UND GANEKIND M. (2015): WETRAX – Weather Patterns, Cyclone Tracks and related Precipitation Extremes. Großflächige Starkniederschläge im Klimawandel in Mitteleuropa. Projektendbericht, Juni 2015, Geographica Augustana 19, Augsburg.

IPCC (2013): Climate Change 2013 – The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge und New York.

KLIWA (2016): Klimawandel in Süddeutschland – Veränderung von meteorologischen und hydrologischen Kenngrößen. Klimamonitoring im Rahmen der Kooperation KLIWA, Monitoringbericht 2016.

LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (2010): Klimawandel und Siedlungsentwässerung – Synthetische Niederschlagsreihen zur Berücksichtigung des Klimawandels. Dezember 2010, Karlsruhe.

Weitere Informationen

Broschüre Hochwasserschutz Aktionsprogramm 2020plus > www.bestellen.bayern.de

Internetportal Naturgefahren Bayern > www.naturgefahren.bayern.de

Hochwasserdiallog Bayern > www.hochwasserdiallog.bayern.de

Wildbachbericht Bayern – Teil 1 und 2 > www.bestellen.bayern.de

