

Das Hochwasser an Elbe und Donau im Juni 2013

Wetterentwicklung und Warnmanagement des DWD Hydrometeorologische Rahmenbedingungen

von Christa Stein und Gabriele Malitz

unter Mitarbeit von Andreas Becker, Uwe Böhm, Annegret Gratzki, Jens Hoffmann, Martin Jonas, Burkhard Kirsch, Franz-Josef Löpmeier, Gerhard Lux, Saskia Pietsch, Ulf Riediger, Thomas Schmidt, Thomas Schumann, Rolf Ullrich, Mareen Wegener, Jens Winninghoff und Volker Wünsche



Berichte des Deutschen Wetterdienstes

242

Das Hochwasser an Elbe und Donau im Juni 2013

**Wetterentwicklung und Warnmanagement des DWD
Hydrometeorologische Rahmenbedingungen**

von Christa Stein und Gabriele Malitz

unter Mitarbeit von Andreas Becker, Uwe Böhm, Annegret Gratzki, Jens Hoffmann, Martin Jonas, Burkhard Kirsch, Franz-Josef Löpmeier, Gerhard Lux, Saskia Pietsch, Ulf Riediger, Thomas Schmidt, Thomas Schumann, Rolf Ullrich, Mareen Wegener, Jens Winninghoff und Volker Wünsche

Zitationsvorschlag:

Stein, C., Malitz, G., et al. (Hrsg.: Deutscher Wetterdienst): Das Hochwasser an Elbe und Donau im Juni 2013. Offenbach am Main: Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes, 2013. (Berichte des Deutschen Wetterdienstes ; 242)

ISSN der Online-Ausgabe: 2194-5969

ISSN der Druckausgabe: 0072-4130

ISBN 978-3-88148-470-1

Nutzungsbedingungen:

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz:



Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt unter folgenden Bedingungen vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen: Sie müssen den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen. Dieses Werk bzw. dieser Inhalt darf nicht für kommerzielle Zwecke verwendet werden und es darf nicht bearbeitet, abgewandelt oder in anderer Weise verändert werden. Mit der Verwendung dieses Dokumentes erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Die in den DWD-Berichten veröffentlichten Texte werden allein von ihren jeweiligen Autoren verantwortet; die darin zum Ausdruck gebrachte Meinung entspricht nicht notwendig der Meinung des Herausgebers (Deutscher Wetterdienst).

Herausgeber und Verlag:

Deutscher Wetterdienst
Frankfurter Straße 135
63067 Offenbach am Main
bibliothek@dwd.de
www.dwd.de

Anschrift der Autoren:

Dr. Christa Stein
Deutscher Wetterdienst
Abt. Basisvorhersagen
Frankfurter Str. 135
63067 Offenbach am Main
Christa.Stein@dwd.de

Dr. Gabriele Malitz
Deutscher Wetterdienst
Abt. Hydrometeorologie
Lindenberger Weg 24
13525 Berlin
Gabriele.Malitz@dwd.de

Vorwort

Nach einem von vielen Menschen in Deutschland schon als sehr nass und kühl empfundenen Monat Mai entwickelte sich zum Ende des Monats eine Wetterlage mit ungewöhnlich hohen Dauerregenmengen, die in großen Teilen Deutschlands zu ausgeprägten Hochwasserwellen in den Flüssen führte. Besonders betroffen waren die Flüsse Donau und Elbe, aber auch zahlreiche andere kleinere und größere Flüsse und Bäche in weiten Teilen von Bayern, Baden-Württemberg, Sachsen, Thüringen, im südlichen Niedersachsen und in östlichen und nördlichen Teilen Hessens.

Die Hochwasser konnten sich auch deshalb so schnell entwickeln und ausbreiten, weil nach dem vorangegangenen Monat die Böden in großen Gebieten Deutschlands schon sehr durchfeuchtet und damit weniger aufnahmefähig für weitere große Regenmengen waren.

Im nachfolgenden Bericht wird kurz der Ablauf der Wetterereignisse vom 30.05. bis 02.06. beschrieben, die Auslöser der Hochwasserwellen waren. Dabei wird auch das Warnmanagement des Deutschen Wetterdienstes beschrieben und bewertet. Das Fazit kann sich sehen lassen, denn in den hochauflösenden numerischen Modellen des DWD und auch in den Modellen anderer nationaler Wetterdienste wurde die Wetterentwicklung und der anhaltende Dauerregen recht frühzeitig vorhergesagt. Auf dieser Grundlage konnte der Deutsche Wetterdienst die Bevölkerung, die Behörden und die Hilfsdienste rechtzeitig vorab informieren und warnen.

Weiterhin geht der Bericht auch auf die generelle Entwicklung der Wetterlage im Laufe des Monats Mai ein und bewertet diese auf der klimatologischen Zeitskala. Demnach zeigen Klimasimulationen (KLIWAS), dass sich ähnliche Wetterlagen, zum Beispiel die Lage „Tief über Mitteleuropa“, im Zuge einer Klimaerwärmung bis zum Ende des Jahrhunderts durchaus häufiger ereignen könnten. Diskutiert wird auch die Rolle der beobachteten Schneeschmelze im höheren Bergland. Die enormen Niederschlagsmengen, die bis Ende Mai fielen, werden in ihrer zeitlichen Entwicklung betrachtet und unter anderem durch den Vergleich mit extremwertstatistisch ermittelten Starkniederschlagshöhen eingeordnet.

Deutscher Wetterdienst, Offenbach und Berlin, im Juli 2013

Inhalt

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Wetterentwicklung und Warnmanagement des DWD | 5 |
| 1.1 | Synoptische Diagnose und Entwicklung der Wetterlage | 5 |
| 1.2 | Das Warnmanagement des DWD | 10 |
| 1.3 | Bewertung der Modellprognosen | 14 |
| 1.3.1 | Die deterministischen Modellvorhersagen | 14 |
| 1.3.2 | Die probabilistischen Modellvorhersagen | 15 |
| 1.4 | Zusammenfassung - Chronologie und Bewertung | 20 |
| 1.4.1 | Kurze Chronologie | 20 |
| 1.4.2 | Zusammenfassende Bewertung | 21 |
| 2 | Hydrometeorologische Rahmenbedingungen | 23 |
| 2.1 | Die meteorologische Lage zum Hochwasser an Elbe und Donau | 23 |
| 2.2 | Auswirkungen der extremen Bodenfeuchte Ende Mai 2013 | 25 |
| 2.3 | Der Einfluss der Schneeschmelze | 27 |
| 2.4 | Klimatologische Bewertung der Starkniederschläge | 29 |
| 2.4.1 | Regionales und zeitliches Niederschlagsgeschehen (bis 03.06.2013) | 29 |
| 2.4.2 | Wiederkehrintervalle und Eintrittswahrscheinlichkeit | 34 |
| | Glossar und Abkürzungen | 36 |

1 Wetterentwicklung und Warnmanagement des DWD

Vom Donnerstag, 30.05.2013, bis Sonntag, 03.06.2013, kam es zu einer Wetterlage mit intensivem Dauerregen (siehe Abb. 1 und Tab. 1), der in der Folge in vielen Teilen Deutschlands zu beträchtlichem Hochwasser führte. Im Folgenden werden die Wetterentwicklung, das Warnmanagement des Deutschen Wetterdienstes und die Qualität der numerischen Modellvorhersagen beschrieben und bewertet.

1.1 Synoptische Diagnose und Entwicklung der Wetterlage

Deutschland lag am Mittwoch und Donnerstag am Rande eines hoch reichenden Tiefdruckgebiets, dessen Zentrum sich von den Westalpen über Oberitalien hinweg nordostwärts verlagerte (Abb. 2). Ein von diesem Höhentief ausgehender Trog schwenkte von der Adria über das Dinarische Gebirge hinweg in die Ungarischen Tiefebene. Hierdurch wurde eine intensive Tiefdruckbildung ausgelöst, in deren Folge großräumig eine Aufwärtsbewegung (Hebung) der Luftmassen in Gang gesetzt wurde. Weiterhin wurde dabei Warmluft um das Tief herum nach Nordosten und später nach Südwesten geführt. Dieser Prozess führte zu intensiver Niederschlagsbildung.

Während sich in der mittleren Troposphäre eine südöstliche und mit dem Herumschwenken des Troges allmählich auf Ost drehende Strömung entwickelte, machte sich in Bodennähe zusehends der Einfluss des Bodentiefs bemerkbar, das auf nahezu Vb-artiger Zugbahn nach Böhmen zog. An dessen Westflanke stellte sich bodennah eine nordwestliche Strömung ein. Die resultierende Gegenläufigkeit der Strömungen in der Höhe und am Boden sorgte zusätzlich für eine Verstärkung der Wetterereignisse.

An der Nordflanke des nordwärts schwenkenden Troges wurde labil geschichtete und hochreichend feuchte Luft in den Nordosten Deutschlands geführt. Dabei wies die Luftmasse einen auffallend hohen Flüssigwassergehalt auf.

In den mit Unwetter bewarnten Gebieten traten innerhalb von 24 Stunden Regensummen zwischen 30 und 60, am Alpenrand bis 71 l/m² (Aschau am Stein) auf. Das entsprach noch nicht mal den zeitweilig von den Modellen vorhergesagten Spitzenwerten. Diese waren teils etwa doppelt so hoch. Jedoch wurden mit diesen Mengen die Warnschwellen für Unwetter an zahlreichen Stationen deutlich überschritten.

Tab. 1: Die höchsten akkumulierten Regenmengen (94-stündig) bis Montag, 04.06.2013, 10 UTC.

| <i>Stationsname</i> | <i>Niederschlagsmenge in l/m²</i> | <i>Stationsname</i> | <i>Niederschlagsmenge in l/m²</i> |
|---|--|------------------------------------|--|
| <i>Aschau-Stein</i> | <i>400,4</i> | <i>Kiefersfelden-Gach</i> | <i>213,4</i> |
| <i>Kreuth – Glashütte</i> | <i>367,6</i> | <i>Unterwössen-Hinterwössen</i> | <i>212,9</i> |
| <i>Jachenau-Tannern</i> | <i>317,4</i> | <i>Salzburg-Flughafen</i> | <i>207,3</i> |
| <i>Obere Firstalm/Schliersee Berge</i> | <i>316,4</i> | <i>Lengries (Sylvenstein)</i> | <i>205,2</i> |
| <i>Marktschellenberg</i> | <i>283,7</i> | <i>Balderschwang</i> | <i>201,9</i> |
| <i>Ruhpolding (Kläranlage)</i> | <i>279,1</i> | <i>Saentis</i> | <i>201,5</i> |
| <i>Inzell</i> | <i>278,8</i> | <i>Schlehdorf</i> | <i>199,5</i> |
| <i>Samerberg-Geisenkam</i> | <i>258,0</i> | <i>Kochel-Einsiedl (Kraftwerk)</i> | <i>198,9</i> |
| <i>Teisendorf-Neukirchen (Wildberg)</i> | <i>246,0</i> | <i>Telsendorf-Babing</i> | <i>195,3</i> |
| <i>Siegsdorf-Höll</i> | <i>229,7</i> | <i>Carlsfeld</i> | <i>190,6</i> |
| <i>Reit im Winkel</i> | <i>228,9</i> | <i>Mittenwald-Buckelwiesen</i> | <i>190,0</i> |
| <i>Chiemsee-Herrenchiemsee</i> | <i>219,3</i> | <i>Chieming</i> | <i>189,8</i> |
| <i>Stützensgrün-Hundshübel</i> | <i>219,1</i> | <i>Ettal-Linderhof</i> | <i>189,4</i> |

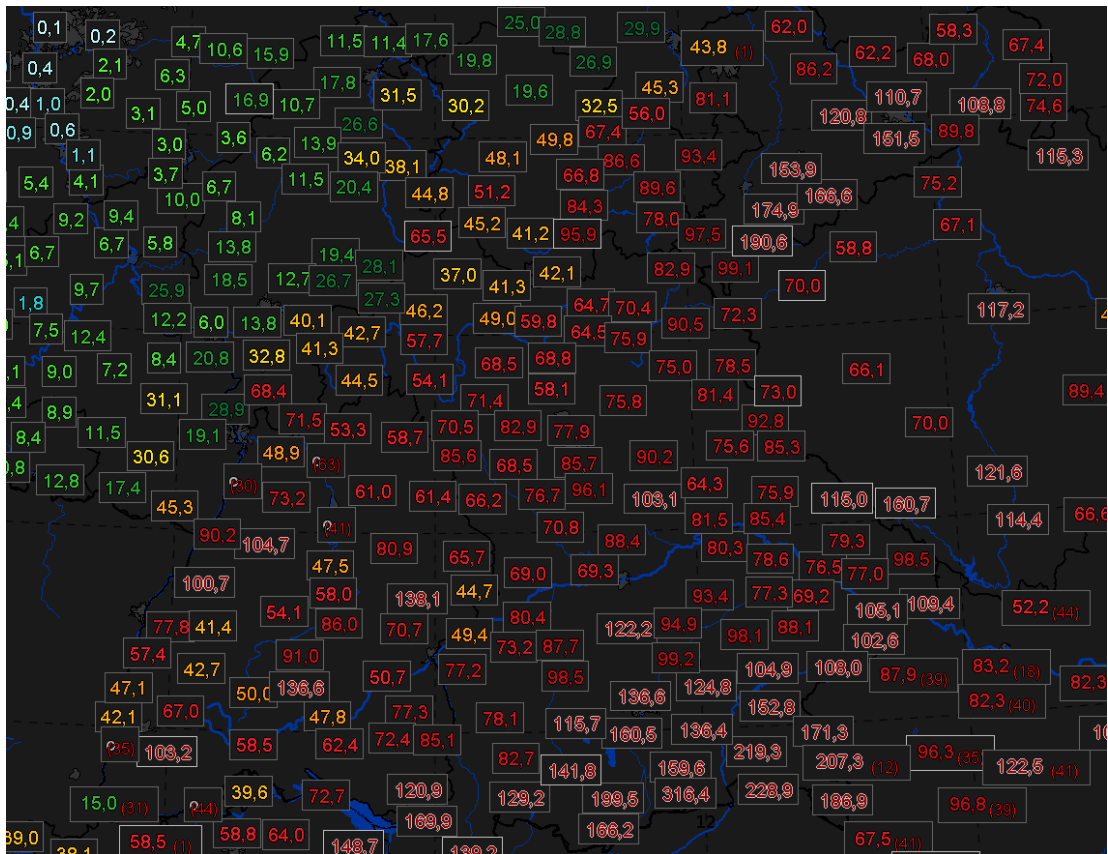


Abb. 1: Akkumulierte Regenmenge in Süd- und Mitteldeutschland (94-stündig) in mm bis Montag, 04.06.2013, 10 UTC.

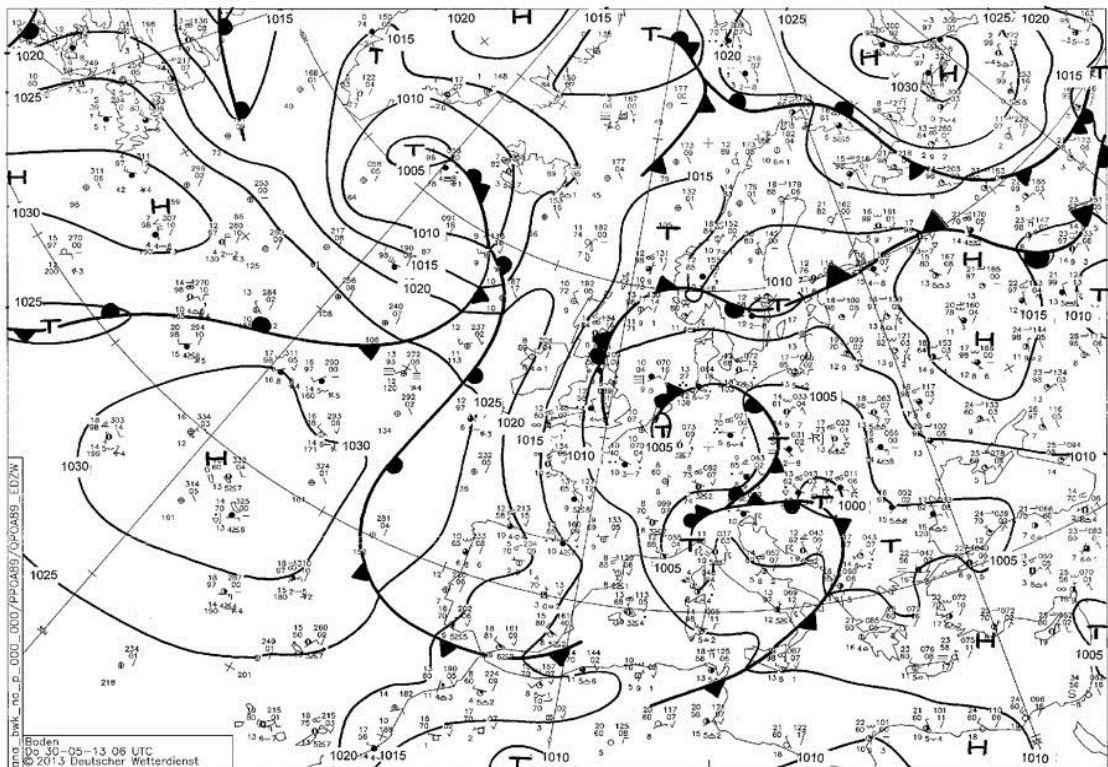


Abb. 2: DWD-Bodenanalyse (C-Format), 30.05.2013, 06 UTC.

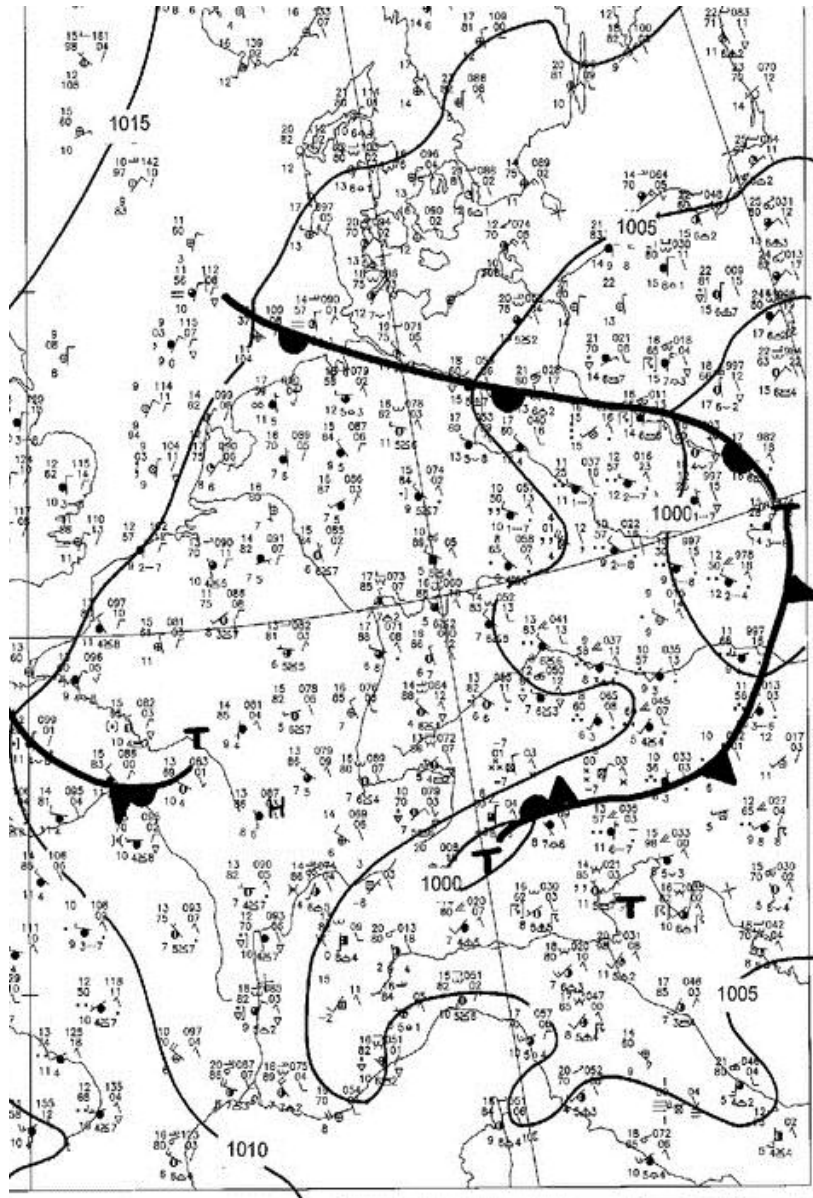


Abb. 3: DWD-Bodenanalyse (A-Format), 30.05.2013, 15 UTC.

Die Warmfront über dem Norden Deutschlands war in den DWD-Bodenanalysen am Donnerstag, 30.05., gut zu analysieren (Abb. 3). Es traten im Norden und Nordosten verbreitet Tageshöchsttemperaturen von über 20 Grad Celsius auf, in Angermünde beispielsweise 23,4 Grad. In den Regengebieten in Sachsen und am Alpenrand blieben die Höchstwerte dagegen unter 10 Grad. Die Warmluftzufuhr vor der Frontalzone verstärkte sich massiv in der zweiten Tageshälfte des Donnerstags.

Das Ausmaß der Warmluftzufuhr ist gut zu erkennen in der sog. „relativen Topographie“, das ist die Schichtdicke der Luft in bestimmten Höhen, zum Beispiel zwischen den Druckflächen 500 und 1000 hPa bzw. 850 und 1000 hPa (siehe Abb. 4, vom Freitag, 31.05., 00 UTC).

Von Freitagabend an wurde in einem zweiten Schub die Warmluft weiter um das Bodentief herumgeführt und die Niederschlagsbildung verstärkte sich erneut, wie auch gut in Abb. 5 und in den Satellitenbildern in Abb. 6 zu erkennen ist. Als Folge bildete sich ein breiter Streifen mit Dauerregen, der zwei Tage lang über dem Süden und der Mitte Deutschlands lag und sich erst im Laufe des Sonntags und des Montags allmählich nach Osten verlagerte.

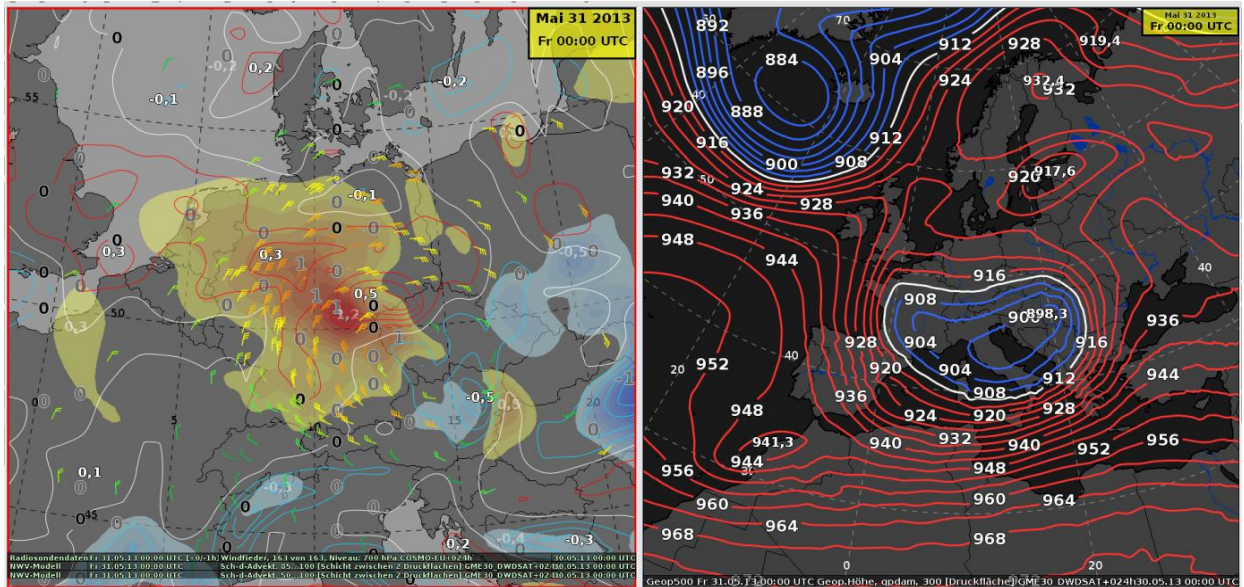


Abb. 4, links: Schichtdickenadvektion 500/1000 hPa (Isolflächen) und 850/1000 hPa (Isolinien), außerdem Wind in 700 hPa (Windpfeile). Zunahme der Schichtdicke (Warmluftzufuhr): gelbe und rote Flächen, positive Werte. Abnahme der Schichtdicke (Abkühlung): blaue Flächen, negative Werte. Rechts: Geopotential 300 hPa – Zentrum des Höhentrogs mit blauen Isolinien.

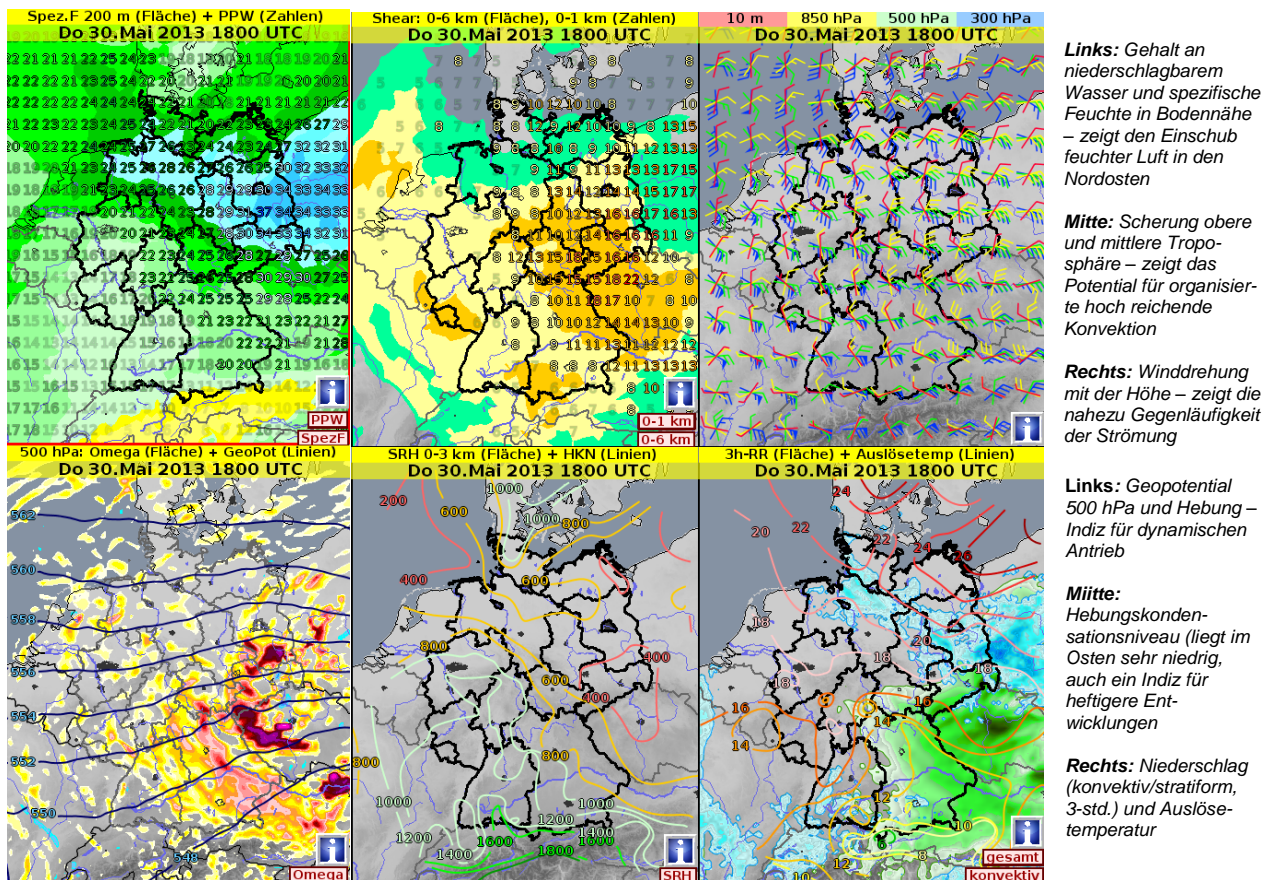
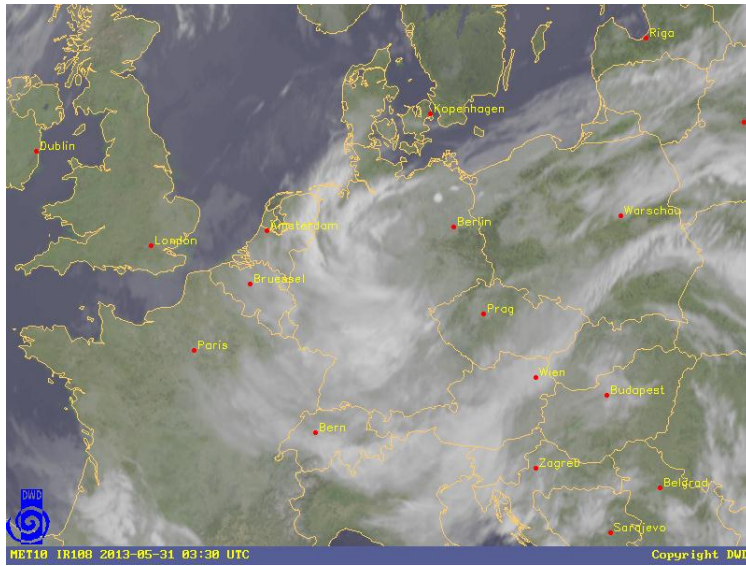
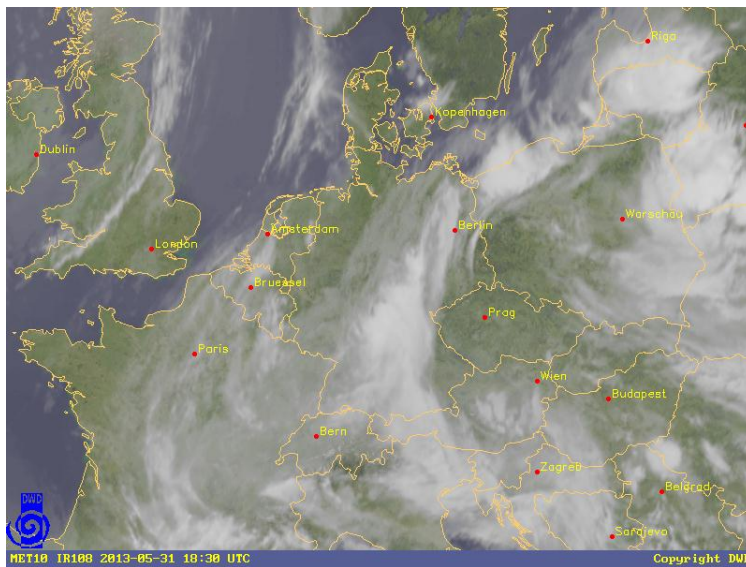


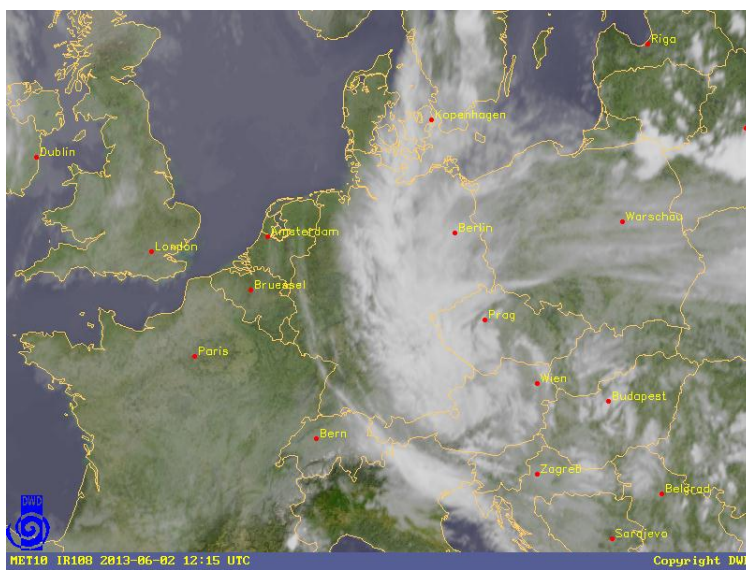
Abb. 5: Verschiedene diagnostische Parameter für Donnerstag, 31.05.2013, 18 UTC.



31.05.2013, 03.30 UTC



31.05.2013, 18.30 UTC



02.06.2013, 12.15 UTC

Abb. 6: Satellitenbilder (IR108) von Mitteleuropa, Quelle: DWD.

1.2 Das Warnmanagement des DWD

Da die im DWD verfügbaren Modelle, sowohl die eigenen als auch die Modelle anderer nationaler Wetterdienste, teilweise sehr unterschiedliche Vorhersagen hinsichtlich der zu erwartenden Niederschläge prognostizierten, war es am Mittwoch, dem 29.05.2013, noch recht schwierig, daraus eine abgestimmte Warnstrategie für weite Teile Deutschlands bis zum Freitag zu erstellen und abzustimmen.

Dennoch wurden die ersten Unwetter-Vorabinformationen bereits am Mittwochnachmittag für den Süden und die Mitte Deutschlands veröffentlicht (Abb. 7) und am Donnerstag weitergeführt.

Schon am frühen Donnerstagvormittag wurde dann von der DWD-Regionalzentrale Leipzig für Ostsachsen die erste konkrete Unwetterwarnung vor ergiebigem Dauerregen herausgegeben - gültig für 12 Stunden. Im Laufe des Nachmittags wurden dann Richtung Westen weitere Gebiete bewarnt - ebenfalls für 12 Stunden. Gleichzeitig gab auch die Regionalzentrale München für den Alpenraum eine 48 Stunden laufende Warnung vor *extrem* ergiebigem Dauerregen heraus:

Amtliche UNWETTERWARNUNG vor EXTREM ERGIEBIGEM DAUERREGEN
für Kreis Weilheim-Schongau

gültig von: Donnerstag, 30.05.2013 18:00 Uhr
bis: Samstag, 01.06.2013 18:00 Uhr

ausgegeben vom Deutschen Wetterdienst
am: Donnerstag, 30.05.2013 16:07 Uhr

Von Osten und Norden her kommt kräftiger und lang anhaltender Regen auf. Teilweise fällt dieser schauerartig verstärkt. Dabei sind bis Sonntag Mittag innerhalb von 48 Stunden verbreitet zwischen 70 und 120 Liter pro Quadratmeter, in Staulagen auch noch deutlich größere Niederschlagsmengen möglich. Die Dauerregensituation hält bis Sonntag Mittag an und die Warnung wird voraussichtlich verlängert.

ACHTUNG! Hinweis auf mögliche Gefahren: Infolge des Dauerregens ist unter anderem Hochwasser an Bächen und kleineren Flüssen sowie Überflutungen von Straßen möglich (Details: www.hochwasserzentralen.de). Es können zum Beispiel Erdbeben auftreten. Schließen Sie alle Fenster und Türen!

DWD / RZ München

Weiter nördlich schlossen sich dann Unwetterwarnungen vor ergiebigem Dauerregen an, ebenfalls ab 18 UTC für 48 Stunden gültig. Teile Nordbayerns wurden mit 24-stündigen Unwetterwarnungen versehen.

Eine ähnliche Staffelung wurde zur selben Zeit durch die Regionale Wetterberatung in Stuttgart für das Gebiet Baden-Württembergs umgesetzt.

Am Abend des 30.05.2013 waren weitgehend alle betroffenen Gebiete mit Unwetter bewarnt. Am späten Abend fehlte nur noch das mit einer Vorabinformation versehene Rheinland-Pfalz. Abb. 8 zeigt die Warnkarten um 18.25 und 23.56 Uhr MESZ.

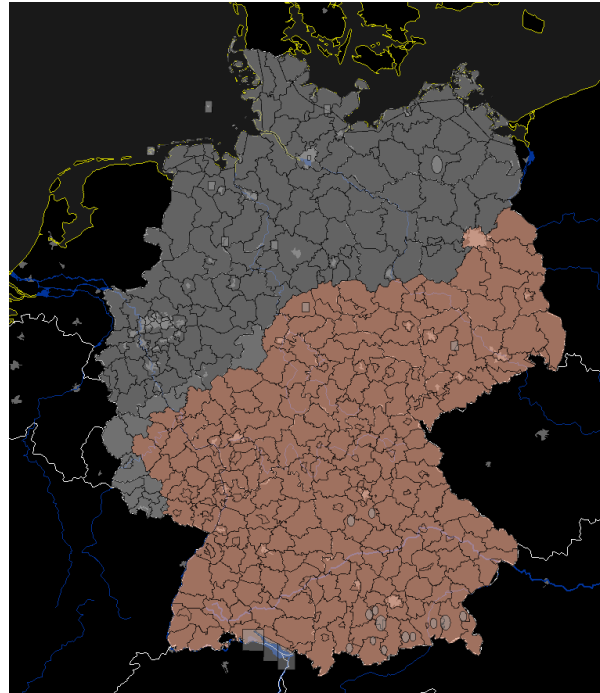
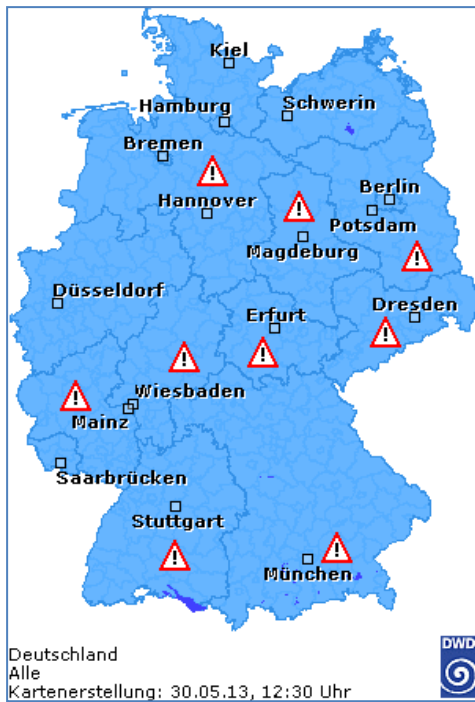


Abb. 7: Vorabinformation am 30.05.2013, links angezeigt für die Bundesländer auf der Internetseite des DWD und rechts von den Meteorologen auf der Workstation (mit NinJo) erarbeitet.

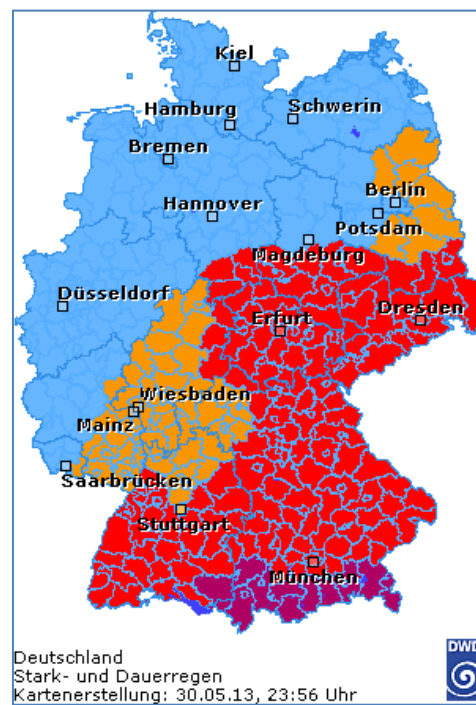
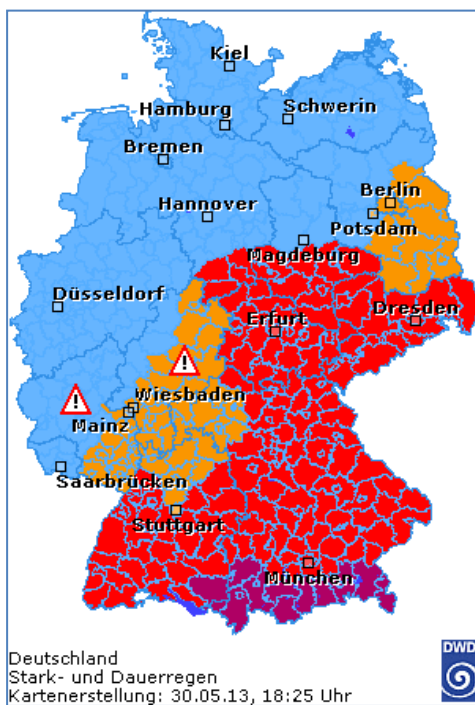


Abb. 8: Warnlage am Abend und in der Nacht des 30.05.2013; nur Dauerregenwarnungen (Brandenburg teils auch Starkregen).

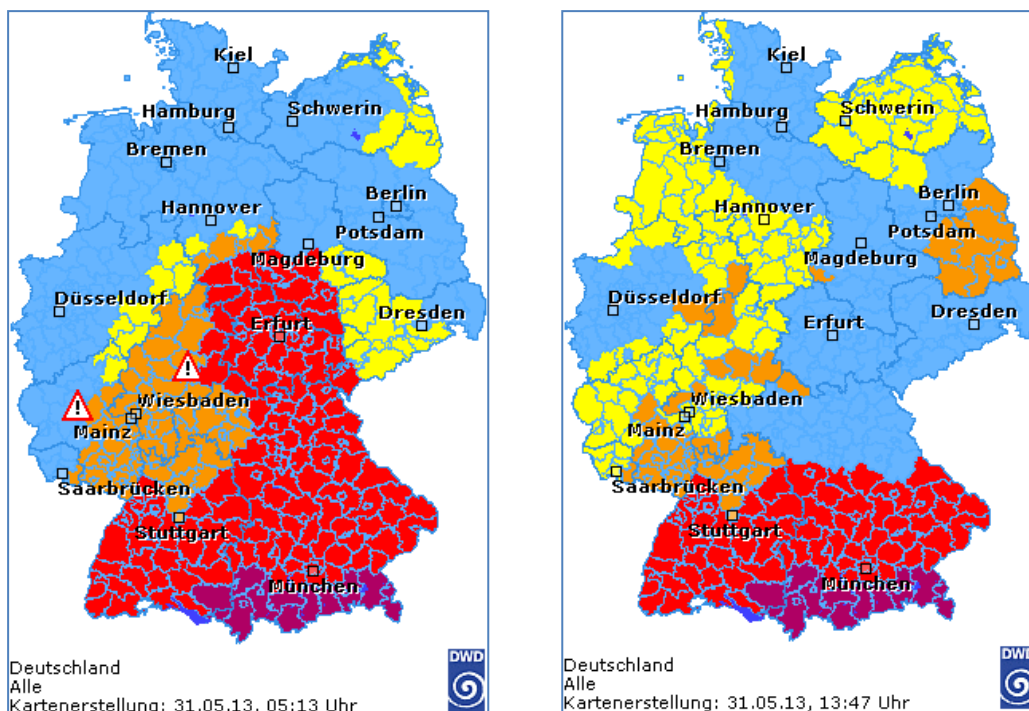


Abb. 9: Warnkarten am Morgen und am frühen Nachmittag des 31.05.2013.

Im Laufe der Nacht ließen von Osten her die Niederschläge nach, so dass am Freitagmorgen, 31.05.2013, im Osten Sachsens sowie in Brandenburg die Dauerregenwarnungen allmählich aufgehoben werden konnten (Abb. 9).

Da die Niederschläge in den mittleren Regionen Deutschlands nachließen und dann schließlich aufhörten, wurde im Laufe des Freitagvormittag die dort zunächst noch aktive Unwetterwarnung aufgehoben bzw. in Dauerregenwarnungen Stufe Ocker umgewandelt. Die numerischen Modelle simulierten in diesen Regionen zwar nach wie vor Unwettersignale, aber die Warnmeteorologen orientierten sich hier eher an den beobachteten Niederschlagsmengen.

Am Samstag wurden der Südwesten Sachsens und der Nordosten Bayerns erneut mit Unwetter bewarnt und in Baden-Württemberg im Süden einige Kreise auf *extremes* Unwetter hochgestuft (siehe Abb. 10). Am Abend konnten dann die Warnungen in einigen Landkreisen im Westen Baden-Württembergs wieder aufgehoben werden.

Im Laufe des Sonntags wurden dann auch am Erzgebirge extreme Unwetterwarnungen herausgegeben. Daneben erfolgte eine moderate Ausweitung der Warnungen nach Osten, so dass sich in der Nacht zu Montag die Warnlage wie in der folgenden Abb. 11 darstellte.

Am Ende der Dauerregenlage konnte festgestellt werden, dass in allen betroffenen Landkreisen die Warnungen rechtzeitig und mit passender Gültigkeitsdauer herausgegeben worden waren.

Es gab nur einige wenige Überwarnungen, andererseits wurde kein Ereignis verpasst. Die Regionalzentralen des DWD, die RWB Stuttgart und die Vorhersagezentrale agierten sehr erfolgreich mit einer abgestimmten Warnstrategie im Vorfeld und einem immer wieder angepassten Warnmanagement im Verlauf der gesamten Wetterentwicklung.

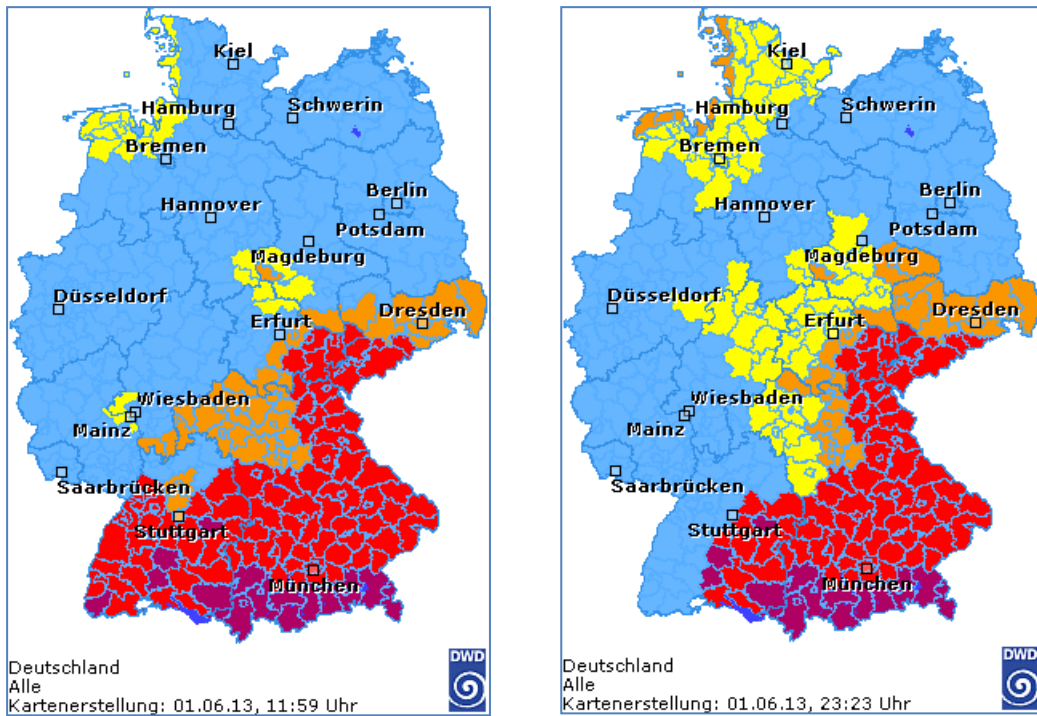


Abb. 10: Warnlage am Samstag, 01.06.2013, 11:59 Uhr (links) und 23:23 Uhr (rechts).

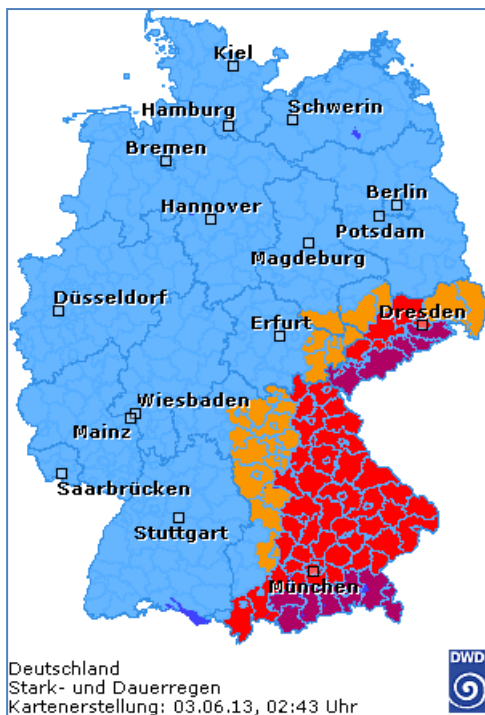


Abb. 11: Warnlage am Montag, 03.06.2013, 02:43 Uhr.

1.3 Bewertung der Modellprognosen

1.3.1 Die deterministischen Modellvorhersagen

Insgesamt waren die Modellprognosen eine wertvolle Hilfe, um frühzeitig, das heißt bereits am Mittwoch, vor dem aufkommenden Dauerregen warnen zu können. Im Laufe der Wetterlage waren dann immer wieder die Meteorologen des DWD gefordert, die erwarteten Niederschlagshöhen und die widersprüchlichen und im Ablauf wechselnden Vorhersagen der diversen numerischen Modelle zu bewerten und anhand der Beobachtungen und der eigenen Erfahrung die richtigen Entscheidungen hinsichtlich der Warnungen zu fällen. Exemplarisch sind in Abb. 12 einige deterministische Vorhersagen der Modelle COSMO-EU und GME dargestellt, die zwar klare Signale für hohe Niederschläge zeigen, die aber von Modelllauf zu Modelllauf zeitlich inkonsistent sind.

Auch später noch lieferten die Modelle von Lauf zu Lauf teilweise deutliche Sprünge in der Verteilung und der Intensität der Niederschläge. Dies zeigt die Abb. 13 am Beispiel der COSMO-EU-Läufe von Donnerstag, 30.05.2013, 12 und 18 UTC. Dabei reduziert sich für Südhessen der prognostizierte Niederschlag von etwa 90 l/m² im 12 UTC-Lauf auf 20 l/m² im 18 UTC-Lauf.

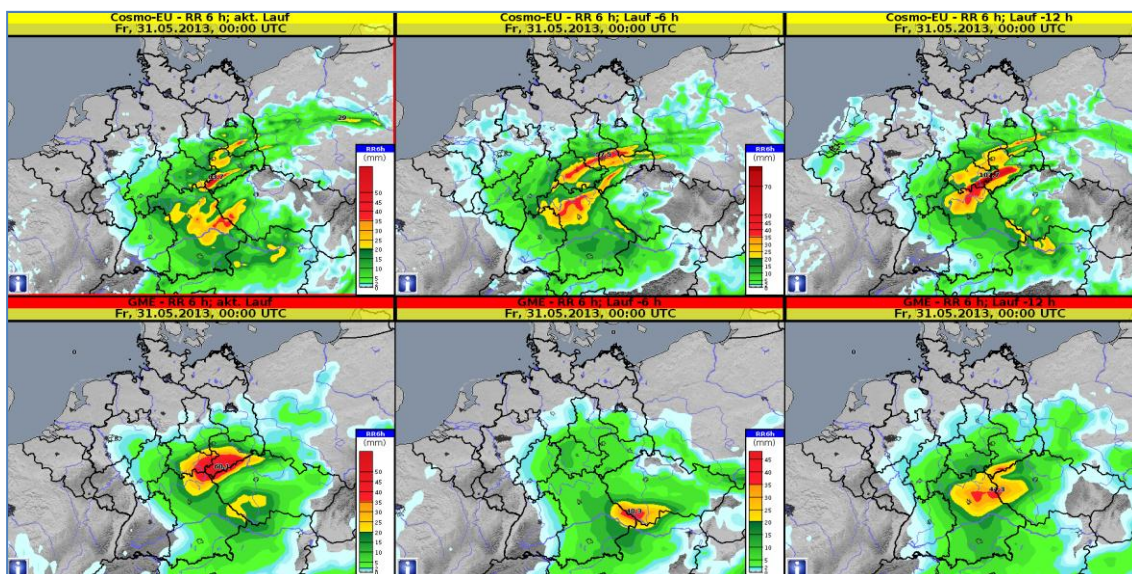


Abb. 12: 6-stündige Niederschlagsvorhersagen von COSMO-EU (oben) und GME (unten) für den Zeitpunkt 31.05.2013, 00 UTC. Links:aktueller Lauf (Modelllauf von Donnerstag, 18 UTC), Mitte:6 Stunden älterer Modelllauf, rechts:12 Stunden älterer Modelllauf .

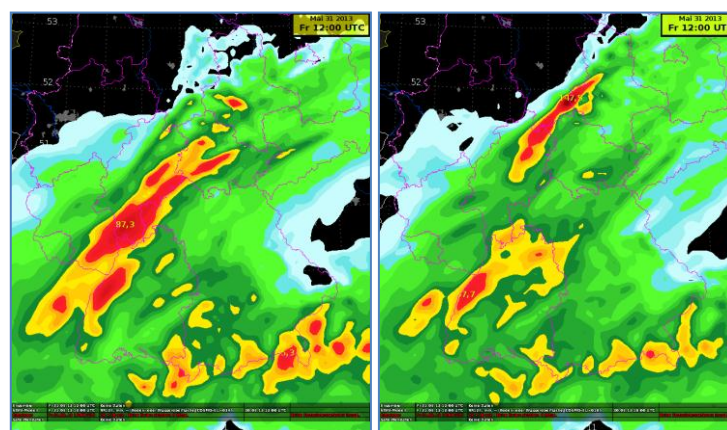


Abb. 13: 12-stündige Niederschlagssummen für Freitag, 31.05.2013., 12 UTC, COSMO-EU-Läufe, ausgehend von Donnerstag, 12 UTC (+24 h, links) und 18 UTC (+18 h, rechts).

Tatsächlich wurden weder im Odenwald noch im Harz die zunächst prognostizierten Summen erreicht. Während im Odenwald etwa halb so viel Niederschlag auftrat, wurden im Harzgebiet die 30 l/m²-Schwelle nur gelegentlich überschritten. Einzig die Struktur im Schwarzwald ist in etwa zutreffend, wenn auch im Modell in der Menge überhöht. Ein sekundäres Maximum des Niederschlags über der Alb wurde im Modell nicht simuliert.

Die von Lauf zu Lauf wechselnden Vorhersagen der Niederschlagshöhen in den ersten Tagen der Dauerregenlage erforderten eine sehr sorgfältige Bewertung durch die Meteorologen, um klare und eindeutige Warnungen zu ermöglichen.

Am Sonntag, dem 02.06.2013, lagen die Schwerpunkte des Niederschlagsgeschehens über dem westlichen Erzgebirge und weiterhin über Südostbayern. Das wurde sowohl vom 00 UTC-Lauf des COSMO-EU vom 02.06.2013 als auch von den Modellergebnissen davor nunmehr konsistent so simuliert (Abb. 14). In der Niederschlagsvorhersage des GME tauchte der Schwerpunkt West-Erzgebirge allerdings nicht auf.

Die unwetterartigen Niederschläge im westlichen Erzgebirge wurden im lokalen DWD-Modell COSMO-DE gut simuliert, aber auch im Modell NAE des UK Met Office und in einigen anderen Lokalmodellen. Das NAE zeigte allerdings geringere Mengen als das Modell COSMO-DE bzw. COSMO-EU.

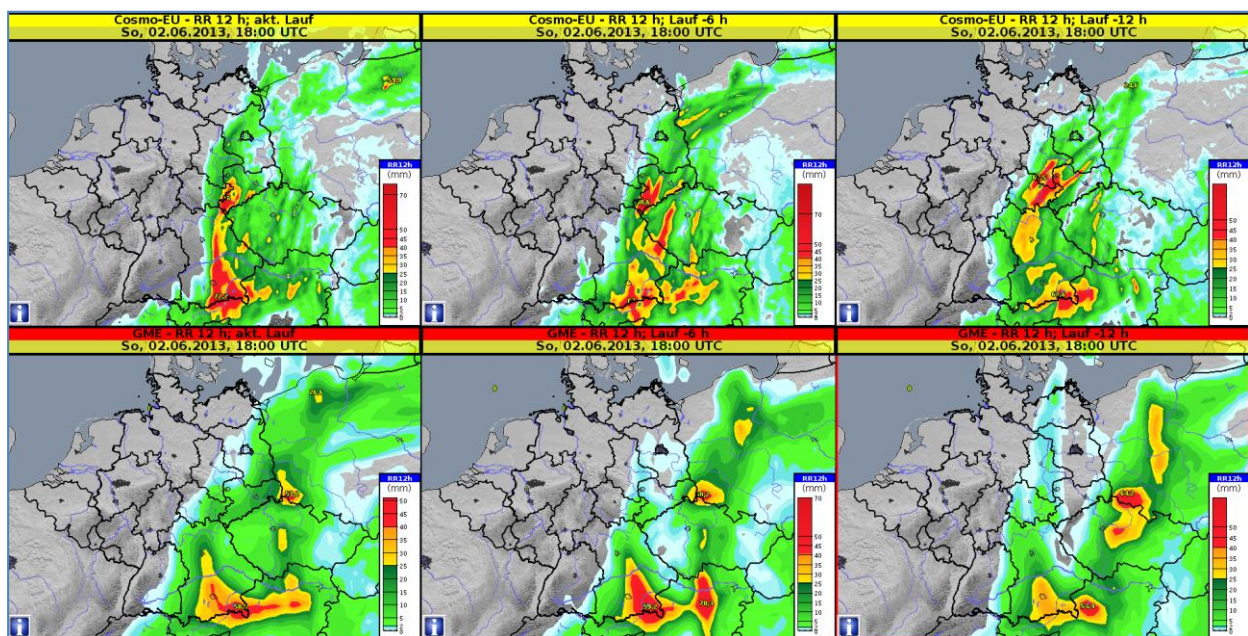


Abb. 14: 12-stündige Niederschlagssummen für Sonntag, 02.06.2013, 18 UTC, COSMO-EU-Läufe (oben) und GME-Läufe (unten), analog zu Abb. 12, das heißt drei Läufe mit 6 Stunden Differenz.

1.3.2 Die probabilistischen Modellvorhersagen

Bereits zu Beginn der Unwetterlage zeigten auch die Modellensemblesysteme (EPS) hohe Wahrscheinlichkeiten für das kommende Dauerregenereignis an.

Exemplarisch ist der 09 UTC-Lauf des COSMO-DE EPS für Gitterflächen von 28 x 28 km vom Donnerstag, 30.05.2013 wiedergegeben. Dieser zeigt für den Osten bereits hohe Wahrscheinlichkeiten für den 12-stündigen Niederschlag mit Summen über 40 l/m² (Abb. 15). Für die Nacht auf Freitag (18 bis 06 UTC) ist die Bildung eines neuen Maximums am Alpenrand erkennbar (Abb. 16), mit Wahrscheinlichkeiten von 90 bis 100 %. Ein sekundäres Maximum erkennt man über Thüringen, mit Wahrscheinlichkeiten über 70 %.

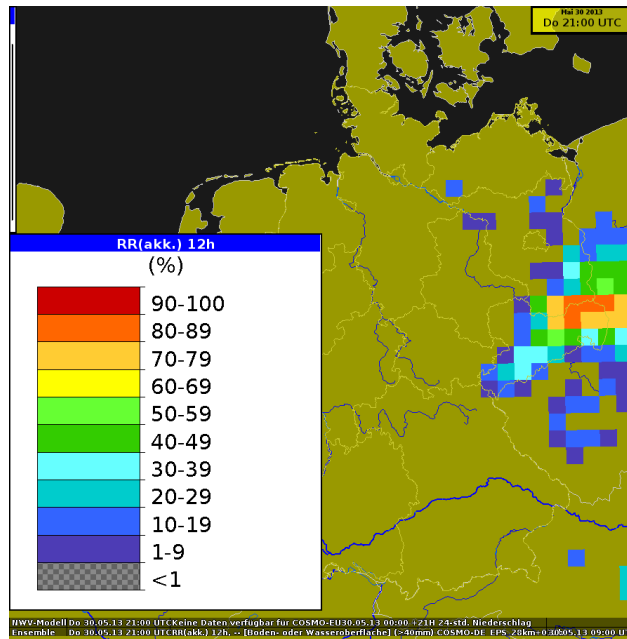


Abb. 15: Wahrscheinlichkeiten für Niederschlag $> 40 \text{ l/m}^2$ von 09 bis 21 UTC, COSMO-DE-EPS für 28 km^2 -Gitterflächen vom 30.05.2013, 09 UTC. Sie liegen in der Lausitz bei etwa 85 %.

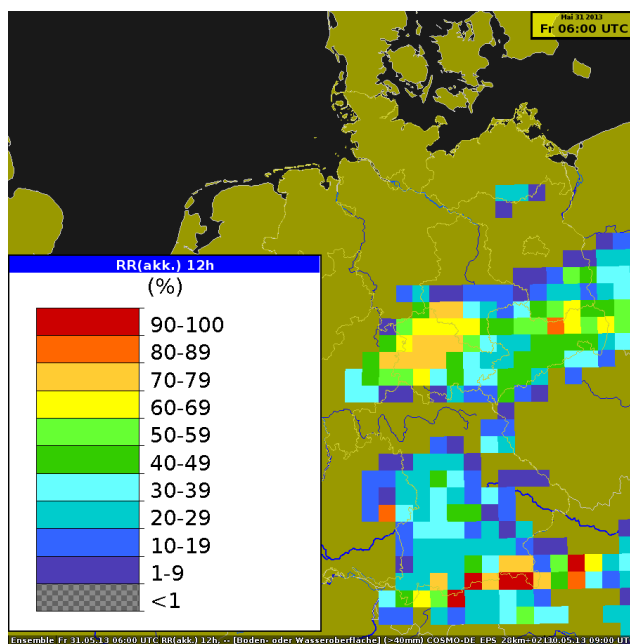


Abb. 16: Wahrscheinlichkeiten für Niederschlag $> 40 \text{ l/m}^2$ von 18 bis 06 UTC, das heißt in der Nacht von Donnerstag auf Freitag, COSMO-DE-EPS für 28 km^2 -Gitterflächen vom 30.05.2013, 09 UTC.

Abb. 17 zeigt die 48-stündigen Niederschlagsmengen, die von Donnerstag, 30.05., 18 UTC, bis Samstag, 01.06., 18 UTC, real gemessen wurden. Es wird ersichtlich, dass in diesem Zeitraum die höchsten Niederschlagsmengen noch zumeist im Bereich der Alpen und im Schwarzwald fielen.

Am Samstagabend, dem 01.06., simulierten die Modelle das Maximum der Niederschläge im Stau der Chiemgauer Alpen und im Berchtesgadener Land. Abb. 18 zeigt exemplarisch die zu diesem Zeitpunkt von COSMO-DE-EPS prognostizierten Wahrscheinlichkeiten 12-stündiger Niederschläge mit Summen von mehr als 40 l/m^2 .

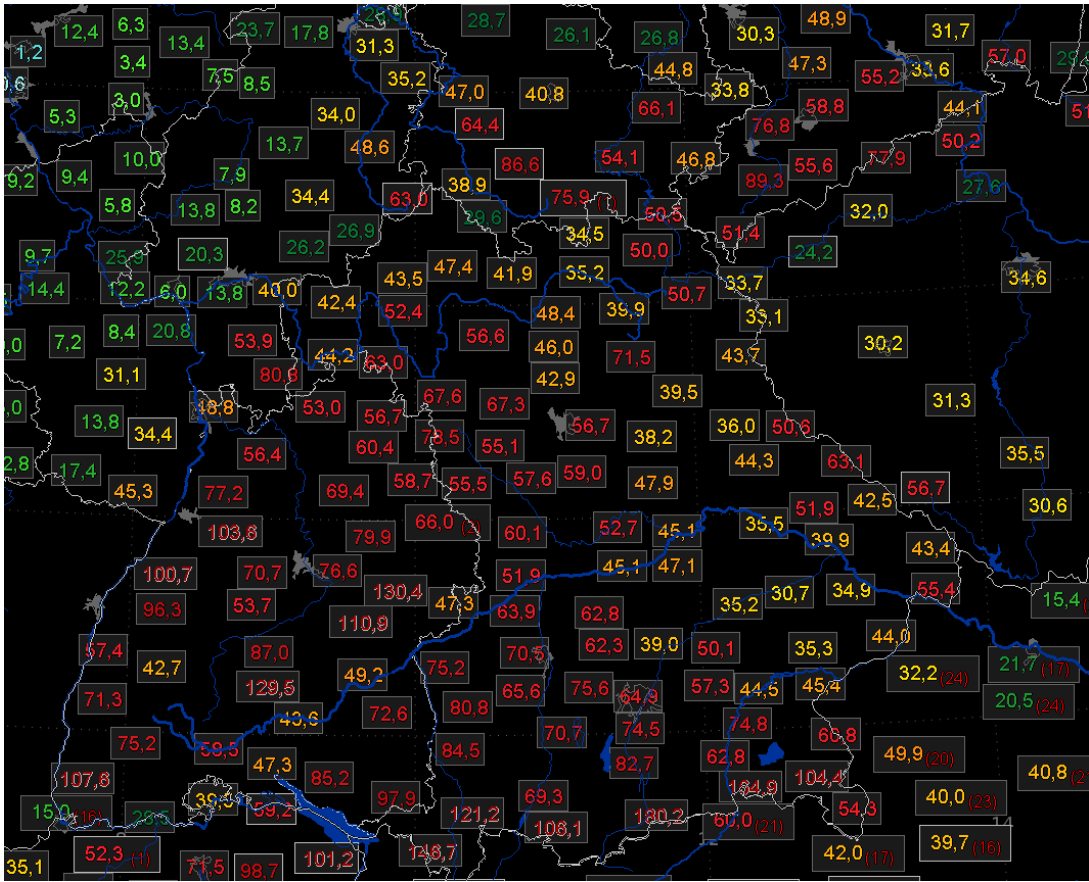


Abb. 17: Beobachtete 48-stündige Niederschlagsmengen am Samstag, 01.06.2013, 18 UTC.

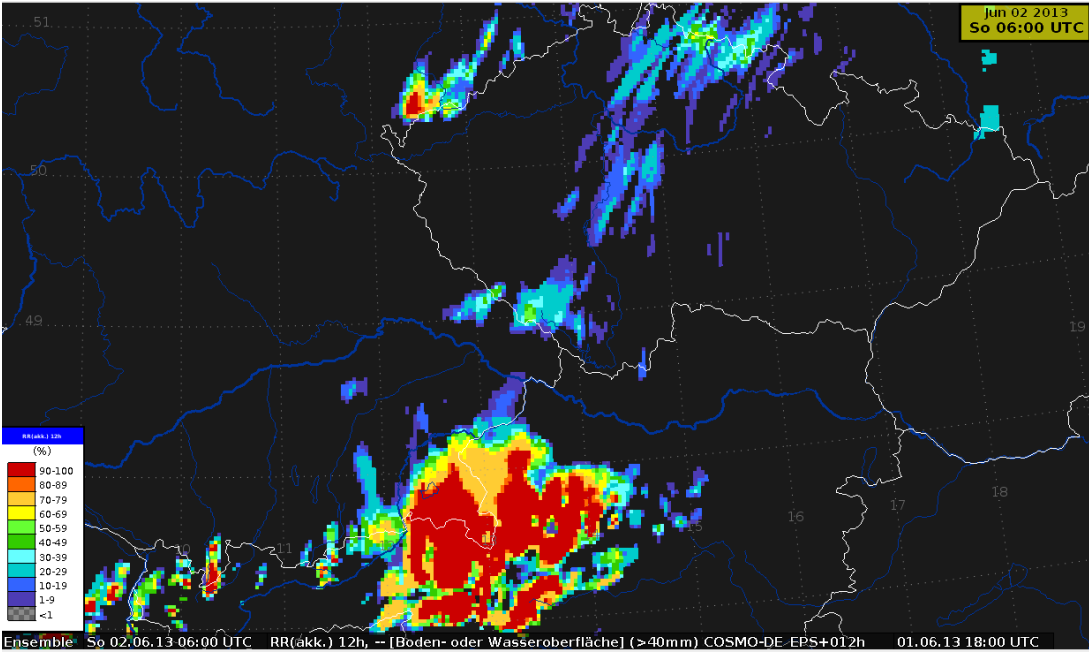


Abb. 18: Wahrscheinlichkeit für Niederschlagshöhen über 40 l/m² in 12 Stunden für den Zeitraum Samstag, 01.06.2013, 18 UTC, bis Sonntag, 02.06.2013, 06 UTC, durch COSMO-DE-EPS, Lauf von 18 UTC.

Der Lauf von COSMO-DE-EPS vom Sonntag, 02.06.2013, 00 UTC simulierte dann in Abb. 19 für das westliche Erzgebirge und den Südosten Bayerns im Bereich der Alpen hohe Wahrscheinlichkeiten für ein Überschreiten der Unwetterwarnschwelle. Letztendlich wurden in mehreren der betrachteten Zeiträume die Warnschwellen für Warnungen vor Unwetter und vor Extremunwetter überschritten.

In den Abb. 20 und 21 sind die beobachteten Niederschläge des 48-Stunden-Zeitraums von Samstag, 01.06.2013, 00 UTC, bis Montag, 03.06.2013, 00 UTC, für die Regionen Erzgebirge und Südbayern dargestellt.

Insgesamt waren die prognostizierten Niederschlagssummen der Vorhersagen aus den einzelnen Modellläufen und den Modellensemble-Systemen eine gute Grundlage, mit deren Hilfe die Meteorologen des DWD frühzeitig die Warnungen mit langer Gültigkeitsdauer und zum Teil mit der höchsten Kategorie (extremes Unwetter) herausgeben konnten. Im Verlauf des Ereignisses wurden die Modellvorhersagen stets neu bewertet und das Warnmanagement auch stets mit den neuesten Beobachtungen abgeglichen.

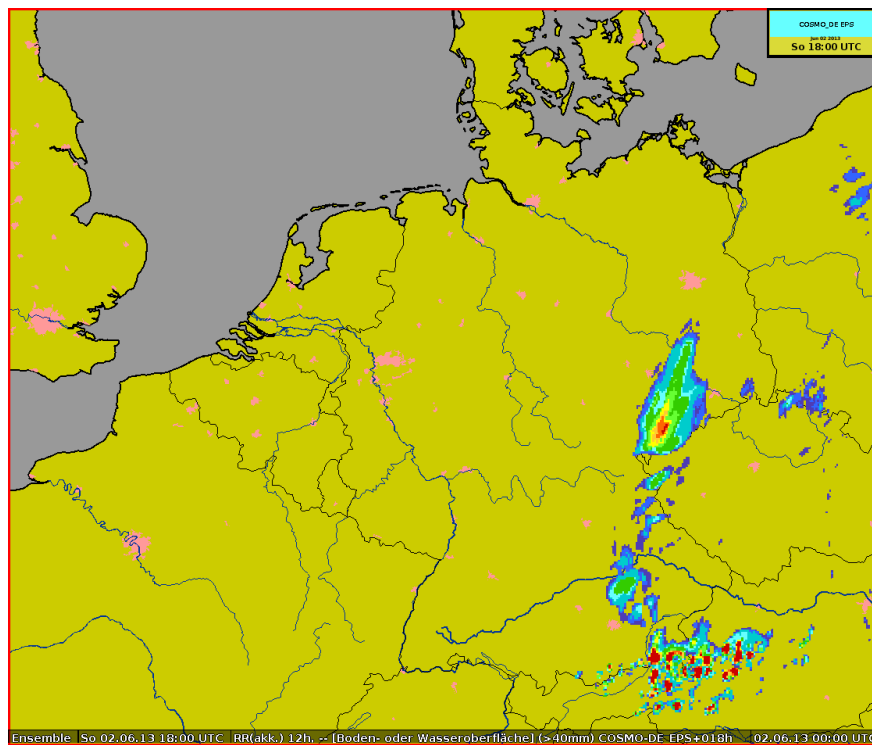


Abb. 19: COSMO-DE-EPS: Wahrscheinlichkeit für mehr als 40 l/m² Niederschlag in 12 Stunden (02.06.2013, 06 bis 18 UTC).

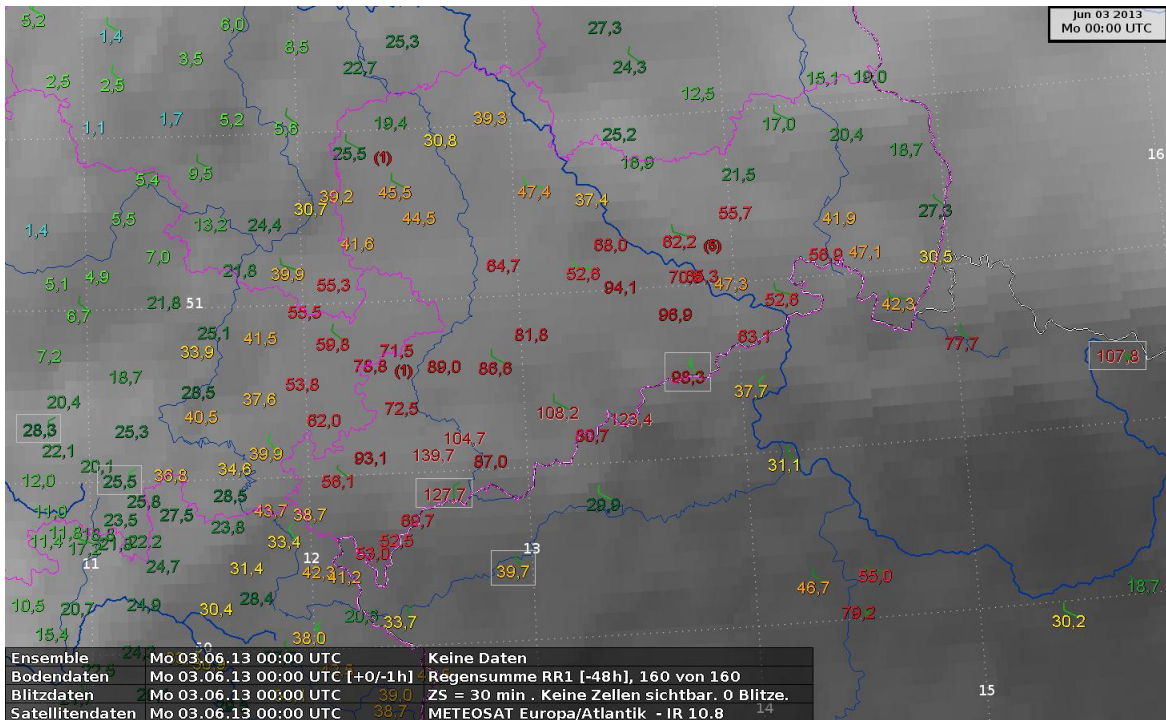


Abb. 20: 48-stündige Niederschlagssummen, Samstag 00 UTC bis Montag 00 UTC, für das *Erzgebirge*.

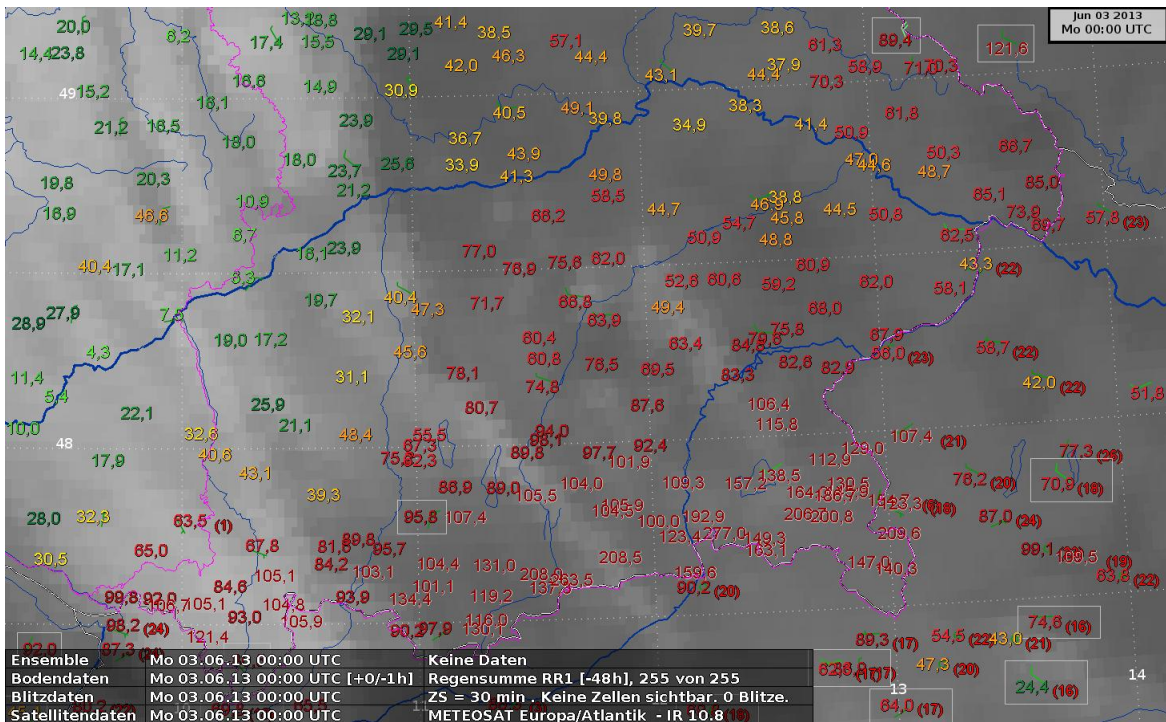


Abb. 21: 48-stündige Niederschlagssummen, Samstag 00 UTC bis Montag 00 UTC, für *Südbayern*.

1.4 Zusammenfassung - Chronologie und Bewertung

1.4.1 Kurze Chronologie

Die Unwetterlage begann am Donnerstag, den 30.05.2013, etwa ab 13.30 MESZ und hielt an bis zum Sonntag, 03.06.2013, 12.00 MESZ. Die Schwerpunkte der Unwetterereignisse lagen zunächst in Bayern und Baden-Württemberg, Sachsen und Thüringen. Betroffen waren daneben die östlichen Teile Hessens und südlichen Teile Niedersachsens.

Am Donnerstag traten zunächst teilweise heftige und unwetterartige Gewitter mit Starkregen auf, die von Osten auf das Bundesgebiet übergriffen. Ab der ersten Nachthälfte folgte konvektiv durchgesetzter Dauerregen, der sich in die mittleren Gebiete Deutschlands verlagerte. Am Freitag fiel vor allem im Süden und in der Mitte verbreitet weiterer schauerartig verstärkter Dauerregen, im Osten wurden auch einzelne schwere Gewitter beobachtet.

Am Wochenende traten dann in Schüben weitere schauerartig verstärkte Regenfälle im Süden und Osten des Landes auf, die teilweise bis zum Montag andauerten. Im Einzelnen:

Mittwoch, 29.05.2013

- ab Mittwochnachmittag, 29.05.2013, Herausgabe von „Vorabinformationen Unwetter“ vor Dauerregen für den Süden und die Mitte Deutschlands.
- Die Regionalen Warnlageberichte werden routinemäßig direkt an die zuständigen Behörden versandt, damit diese rechtzeitig und direkt in ihrer Besetztzeit über die bevorstehende Wetter- und (Unwetter-)Warnsituation informiert sind. Angesichts des damals bevorstehenden verlängerten Wochenendes und des Feiertags am Donnerstag wird bereits am Mittwoch auf die zu erwartende Unwettersituation in den nächsten Tagen, das heißt auch über den Feiertag hinaus, hingewiesen.

Donnerstag, 30.05.2013

Etwa ab Mittag Einsetzen von Dauerregen in Sachsen. Im Laufe des Nachmittags und der Nacht zu Freitag langsame Verlagerung und Ausweitung des Regengebietes nach Südwesten über Thüringen, Hessen, südliches Niedersachsen bis Baden Württemberg und Bayern. Verbreitet in diesen Regionen Niederschlagsmengen um 20 l/m² in 24 Stunden, von Donnerstag, 8 Uhr MESZ, bis Freitag, 8 Uhr MESZ, maximale Regenmengen zwischen 40 und 70 l/m² innerhalb 24 Stunden in Bayern, Baden Württemberg, Thüringen, Hessen.

- *Ostsachsen*, 13.20 Uhr MESZ: Erste Unwetterwarnung Dauerregen (RZ LZ): 40 bis 70 l/m² innerhalb von 12 Stunden, Gültigkeitszeit von 13.30 Uhr bis 01.30 Uhr MESZ.
- *Ostsachsen*, ab 16.30 Uhr MESZ: Unwetterwarnungen für weitere westliche Gebiete, gültig wieder für 12 Stunden.
- *Bayern*, 16.07 Uhr MESZ: Unwetterwarnung vor *extrem* ergiebigem Dauerregen im Alpenstaugebiet (70 - 120 l/m² in 48 Stunden), gültig für 48 Stunden. (vom 30.05.2013, 18.00 Uhr MESZ, bis 01.06.2013, 18.00 Uhr MESZ).
- *Bayern*, großflächig die Gebiete nördlich der Alpen: Unwetterwarnung vor ergiebigem Dauerregen im selben Zeitraum mit 50 bis 70 l/m² innerhalb von 48 Stunden.
- Eine ähnliche Staffelung wird auch für das Gebiet *Baden-Württembergs* praktiziert. Am Nachmittag für einzelne Gebiete im Südosten *Baden-Württembergs* Warnungen vor extrem ergiebigem Dauerregen mit vorhergesagter Niederschlagshöhe > 100 l/m² innerhalb 72 Stunden.
- Abends muss am Nordrand der Unwetterzone (*Brandenburg, RZ PD*) vorübergehend auch eine Unwetterwarnung vor Gewittern ausgegeben werden.

Freitag, 31.05.2013

In Sachsen entspannt sich die Lage vorübergehend etwas, für das Wochenende werden jedoch bereits weitere intensive Niederschläge bis 60 l/m² in 24 Stunden angekündigt. Der aktuelle Schwerpunkt der Niederschläge verlagert sich nach Baden Württemberg und Bayern. Verbreitet fallen in 24 Stunden Niederschlagsmengen von 20 bis 50 l/m² (gemessen am Samstag, 8 Uhr MESZ), in Baden-Württemberg und Bayern fallen maximale Mengen um die 90 l/m² in 24 Stunden.

- Weitere Unwetterwarnungen vor ergiebigem Dauerregen in *Hessen* und *Thüringen* werden in der Nacht zu Freitag herausgegeben (40 bis 60 l/m² in 24 Stunden).
- *Bayern* und *Baden-Württemberg* bleiben großflächig wegen Dauerregen bewarnt.
- Um 16 Uhr MESZ wird eine Vorabinformation Unwetter für *Sachsen* ausgegeben (bis 80 l/m² in 24 Stunden in der Zeit vom 01.06.2013, 12.00 Uhr, bis 02.06.2013, 12.00 Uhr).

Samstag, 01.06.2013

Der Schwerpunkt der Niederschläge verlagert sich nach Südosten (*Bayern, Sachsen, Teile Thüringens*). Hier fallen bis Sonntag 8 Uhr MESZ in 24 Stunden Regemengen zwischen 20 und 50 l/m², in Staulagen bis zu 100 l/m² in 24 Std.

- Der Südwesten *Sachsens* und der Nordosten *Bayerns* werden erneut mit Unwetter (ergiebigere Dauerregen bis 80 l/m² in 24 Stunden) bewarnt, in *Baden-Württemberg* einige Kreise auf *extrem* ergiebigen Dauerregen. In *Sachsen* werden ab Sonntagabend alle Kunden und Nutzer der Unwetterwarnungen zur besseren Einschätzung der Situation zusätzlich alle 6 Stunden mit den aktuellen Messwerten der gefallenen Niederschlagsmengen an den DWD-Stationen versorgt.
- Am Abend können in einigen Landkreisen *Baden-Württembergs* die Warnungen aufgehoben werden.

Sonntag, 02.06.2013

- *Sachsen, Erzgebirge*: um 04.35 Uhr und 18.46 Uhr MESZ Erhöhungen und/oder zeitliche Verlängerungen der Unwetterwarnungen auf *extrem* ergiebigen Dauerregen (bis Montag früh nochmals bis zu 70 l/m² in 24 Stunden, seit Beginn der Niederschläge dann bis maximal 160 l/m²) und weitere Unwetterwarnungen vor ergiebigen Dauerregen für die östlichen Gebiete *Sachsens* und *Bayerns*.

1.4.2 Zusammenfassende Bewertung

Die Warnungen des DWD waren rechtzeitig sowie räumlich und zeitlich zutreffend. Es wurde dabei nicht überwarnt, sondern passend und mit langer Gültigkeitsdauer gewarnt. Schon ab dem Nachmittag des Mittwoch, 29.05.2013, waren der Süden und die Mitte Deutschlands per „Vorabinformation Unwetter wegen Dauerregen“ vorgewarnt worden.

Mehr als 20 Messstationen in Bayern und Baden-Württemberg hatten am Samstag, 01.06.2013, um 20.00 Uhr MESZ mehr als 100 l/m² Niederschlag in 40 Stunden registriert. Im Erzgebirge ergaben sich über 48 Stunden Regensummen bis zu 129 l/m². In allen genannten Regionen und Landkreisen hatte der DWD frühzeitig schon am Donnerstag, 30.05.2013, vor *extrem* ergiebigem Dauerregen (Extremes Unwetter) gewarnt.

Tab. 2: Einige Regenmengen in Bayern im zeitlichen Verlauf vom 30.05.2013 bis 03.06.2013.

| Regenmengen im Zeitraum 30.05. bis 03.06.2013 in Bayern | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------|--------------|-----------------|-------------|---------------|-----------------|---------------|---------------|-----------------|--------------|---------------|----------------------|--|
| (in Liter pro Quadratmeter) | | | | | | | | | | | | | |
| | 30.05. - 31.05. | | 31.05. - 01.06. | | | 01.06. - 02.06. | | | 02.06. - 03.06. | | | | |
| | 12 Std. | 24 Std. | 12 Std. | 12 Std. | 24 Std. | 12 Std. | 12 Std. | 24 Std. | 12 Std. | 12 Std. | 24 Std. | Summe | |
| | (Nacht) | | (Tag) | (Nacht) | | (Tag) | (Nacht) | | (Tag) | (Nacht) | | | |
| Unterfranken | 10 bis 30 | 20 bis 35 | 1 bis 5 | 10 bis 25 | 10 bis 35 | 2 bis 10 | 0 bis 1 | 2 bis 10 | 0 bis 0,5 | 0 bis 10 | 0 bis 10 | 32 bis 90 | |
| Oberfranken | 20 bis 30 | 20 bis 40 | 10 bis 15 | 0,5 bis 1 | 10 bis 20 | 5 bis 10 | 1 bis 5 | 10 bis 15 | 10 bis 20 | 10 bis 20 | 20 bis 40 | 60 bis 105 | |
| Mittelfranken | 30 bis 45 | 30 bis 45 | 10 bis 20 | 5 bis 25 | 15 bis 40 | 5 bis 10 | 1 bis 5 | 5 bis 20 | 0 bis 15 | 10 bis 15 | 10 bis 30 | 60 bis 135 | |
| Oberpfalz | 20 bis 30 | 25 bis 35 | 10 bis 20 | 1 | 10 bis 20 | 10 bis 15 | 10 bis 15 | 20 bis 30 | 10 bis 20 | 5 bis 15 | 15 bis 35 | 70 bis 120 | |
| Schwaben | 10 bis 20 | 10 bis 25 | 15 bis 25 | 10 bis 25 | 25 bis 50 | 10 bis 30 | 1 bis 5 | 10 bis 35 | 0,5 bis 20 | 0,5 bis 15 | 1 bis 35 | 46 bis 145 | |
| | | | | Allg: 35-40 | Allg: 50 - 70 | Allg: 40 - 50 | Allg: 30 - 50 | Allg: 70 -100 | Allg: 5 bis 20 | Allg: 5 - 10 | Allg: 10 - 30 | 140 bis 225 | |
| Oberbayern (ohne Alpenraum) | 15 bis 20 | 15 bis 25 | 15 bis 30 | 0,5 bis 20 | 15 bis 50 | 10 bis 20 | 10 bis 20 | 20 bis 40 | 30 bis 60 | 10 bis 20 | 40 bis 80 | 90 bis 185 | |
| Alpenraum | 10 bis 20 | 15 bis 25 | 10 bis 30 | 5 bis 30 | 15 bis 60 | 20 bis 45 | 50 bis 70 | 70 bis 120 | 60 bis 80 | 10 bis 20 | 70 bis 100 | 170 bis 305 | |
| | O: 20 bis 40 | O: 30 bis 50 | O:20 bis 45 | | | | O: bis 100 | Loc bis 170 | | Loc: 25 | | LOC bis 407 (Aschau) | |
| Niederbayern | 10 bis 20 | 20 bis 35 | 5 bis 15 | 0 bis 1 | 10 bis 20 | 10 bis 30 | 10 bis 35 | 20 bis 65 | 20 bis 30 | 5 bis 10 | 25 bis 40 | 75 bis 160 | |

Verbreitung der DWD-Warnungen und erste Reaktionen der Nutzer

Die Verbreitung der Warnung erfolgte unmittelbar an die angeschlossenen Behörden und parallel per Internet, SMS, Rundfunkgefahrenmitteilungen, Videotext der Rundfunkanstalten (zum Beispiel Bayerischer Rundfunk), Intranetseiten der Landratsämter usw., weiterhin über Newsletter und Social Media, wie facebook, Twitter und YouTube (DWD - TV Studio). Die Unwetterwarnungen wurden dabei kontinuierlich und in kürzester Zeit übermittelt.

Nutzerkreis der DWD-Warnungen: Die Öffentlichkeit, Katastrophenschutzbehörden und Lagezentren, zum Beispiel beim Bayerischen Innenministerium, bei Bezirksregierungen, Landratsämter, Rettungsdienste wie BRK, inkl. Bergwacht, Wasserwacht, ASB, DLRG, Berufs-, Werks- und Freiwillige Feuerwehren, THW, Bundeswehr, Wasserwirtschaftsbehörden und Hochwasservorhersagezentralen (HVZ). In Bayern werden im Rahmen des „Katastrophenschutzsonderplanes Unwetter“ die Beauftragten des Katastrophenschutz in Städten und Gemeinden per SMS sowie über das Intranet der Landratsämter gewarnt. Selbstverständlich gab es, neben den regelmäßigen, täglichen *Spezialberichten* (zum Beispiel für das Landesamt für Umwelt bzw. die HVZn in Bayern, Sachsen und Thüringen), auch zahlreiche telefonische Beratungen zur Einschätzung der Niederschlagsentwicklung und Bewertung der diversen Modellergebnisse.

Beispielhaft seien hier einige Nutzerreaktionen zitiert:

- Bayerisches Staatsministerium des Innern, Herr Wolfrum, Herr Ellmayer: „*Das Warnmanagement der Regionalzentrale München hat top funktioniert.*“ (Originalton)
- Bayerisches Landesamt für Umwelt/Abt. Wasserwirtschaft, Herr Dr. Vogelbacher, Herr Stoermer: „*Die Zusammenarbeit mit der Regionalzentrale München war sehr gut.*“
- Fa. Meteoservice, Herr Dr. Sachweh (Provider bzw. private meteorologische Dienstleistungen für den BR in enger Kooperation mit dem Unwetterwarndienst der DWD-Regionalzentrale München) in der BR-TV-Sendung „Die Münchner Runde“, 04.06.2013, um 22.00 Uhr: „*Das Unwetterwarnmanagement der Regionalzentrale München war sehr gut. Rechtzeitige und zutreffende Unwetterwarninformationen wurden herausgegeben.*“
- Herr Dr. Bremicker, Leiter der Hochwasservorhersagezentrale Baden-Württemberg in Karlsruhe, bedankte sich bei den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern sowie dem Leiter der RWB Stuttgart ausdrücklich „*für das exzellente Warn- und Beratungsmanagement der RWB, das dazu beitrug, Schäden zu minimieren*“.

2 Hydrometeorologische Rahmenbedingungen

Die folgenden Darlegungen beruhen auf Beobachtungsdaten und Analysen des Deutschen Wetterdienstes.

2.1 Die meteorologische Lage zum Hochwasser an Elbe und Donau

Der Frühling 2013 verlief in Deutschland kühl und niederschlagsreich sowie sehr sonnenscheinarm. Abgesehen von ein paar milden Tagen Anfang März dominierte im Frühjahr bis in den April hinein verbreitet winterliche Witterung. Ab Mitte April herrschte dann regional sonniges und warmes Wetter. Dieses dauerte im Mai im Osten - auf der warmen Seite der Tiefdruckgebiete - an, bevor sich dort wie zuvor im Westen Deutschlands nasses, sonnenscheinarmes und kühles Wetter durchsetzte. Der Mai 2013 war extrem nass, sehr sonnenscheinarm und etwas kühler als im vieljährigen Mittel. Die regionalen Unterschiede sind in der Abb. 22 für die Lufttemperatur und in der Abb. 23 für den Niederschlag dargestellt.

Im Nordosten Deutschlands war es im Mai 2013 um 1 Grad Kelvin (K) wärmer, im Südwesten mehr als 2 K kälter und im diagonalen Streifen dazwischen bis zu 2 K kälter (Bezugsperiode 1981 bis 2010). Im Mai 2013 fiel in weiten Teilen Deutschlands - mit Ausnahme des Nordwestens, des Nordostens und Teilen des Südens - das Doppelte der mittleren monatlichen Niederschlagsmenge im Mai (Bezugsperiode 1961 bis 1990, vergleiche mit Abb. 23). In einem breiten Streifen vom südlichen Schleswig-Holstein bis zum nördlichen Bayern wurden 250 %, gebietsweise sogar mehr als 300 % des monatlichen Niederschlagssolls erreicht.

Die Großwetterlage (GWL) wurde in der ersten Maiwoche durch die „Hochdruckbrücke Mitteleuropa“ (BM) bestimmt. In der zweiten Maiwoche herrschte die sonst bevorzugt im Winterhalbjahr auftretende „winkelförmige Westlage“ (WW). Dabei wurden die vom Atlantik ostwärts ziehenden Tiefausläufer über dem östlichen Mitteleuropa abgebremst und der Höhenströmung gemäß nach Norden umgelenkt. Vom 15. bis 17.05. gelangte bei der „Südlage, zyklonal“ (Sz) vorübergehend sehr warme Luft ins östliche Mitteleuropa. Vom 18.05. bis 21.05.2013 dominierte die GWL „Tief Mitteleuropa“ (TM). Am 22.05. begann die sieben Tage dauernde Phase der GWL „Trog Mitteleuropa“ (TrM). Von Nordwesten einströmende Polarluft ließ über Mitteleuropa einen hoch reichenden Kaltluftkörper entstehen. Um diesen herum kreisten kleine, sehr wetterwirksame Bodentiefs. Es kam verbreitet, vor allem im Norden und in der Mitte Deutschlands, zu zeit- und gebietsweise sehr ergiebigen Niederschlägen. Im Westen sank die Schneefallgrenze vorübergehend bis in die mittleren Mittelgebirgslagen. Ab dem 29.05.2013 verstärkte sich mit der GWL „Tief Mitteleuropa“ über das Monatsende hinaus die niederschlagsreiche Witterung, wobei nun insbesondere der Süden und der Südosten Deutschlands großflächig von mehrtägig kräftigen Dauerregen betroffen waren.

Auslöser für die enormen Niederschlagsmengen von gebietsweise über 200 Litern pro Quadratmeter war das umfangreiche Tiefdruckgebiet über dem östlichen Mitteleuropa (siehe Abb. 24). Um dieses Tief herum strömte in weitem Bogen immer wieder warme und vor allem feuchte Luft aus dem Süden Europas in Richtung Deutschland. Dort glitt die labil geschichtete Luft, welche hochreichend einen großen Flüssigwassergehalt hatte, auf die deutlich kühleren Luftmassen auf, die mit der nördlichen Strömung am Rande des atlantischen Hochs nach Deutschland gelangt waren. Dieser Prozess der Wolkenbildung wurde orografisch bedingt noch verstärkt. Denn durch die nördliche Anströmung auf der Westflanke des Tiefs kam es zusätzlich zu Stauwirkungen an den Nordrändern von Gebirgen wie dem Erzgebirge, dem Thüringer Wald, dem Schwarzwald, der Schwäbischen Alb und den Alpen.

Abweichung in K vom vieljährigen Mittel
1981 - 2010

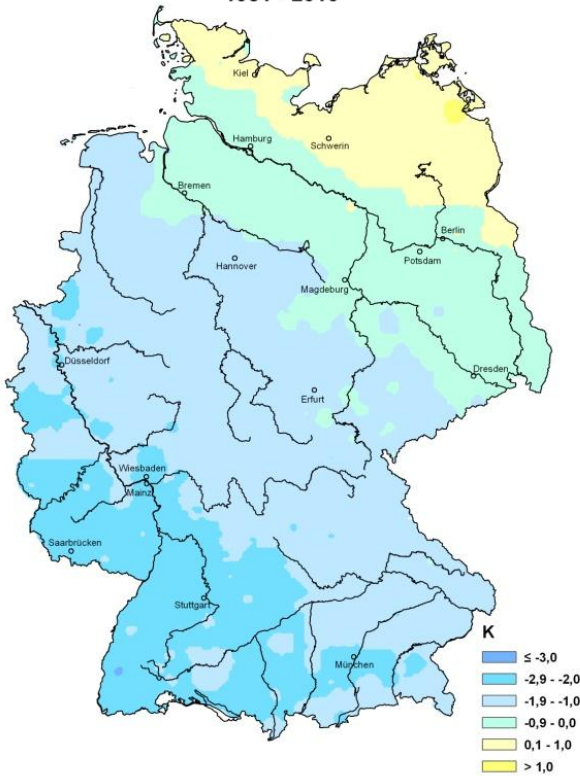


Abb. 22: Abweichung der Lufttemperatur im Mai 2013 vom vieljährigen Mittel 1981 – 2010.

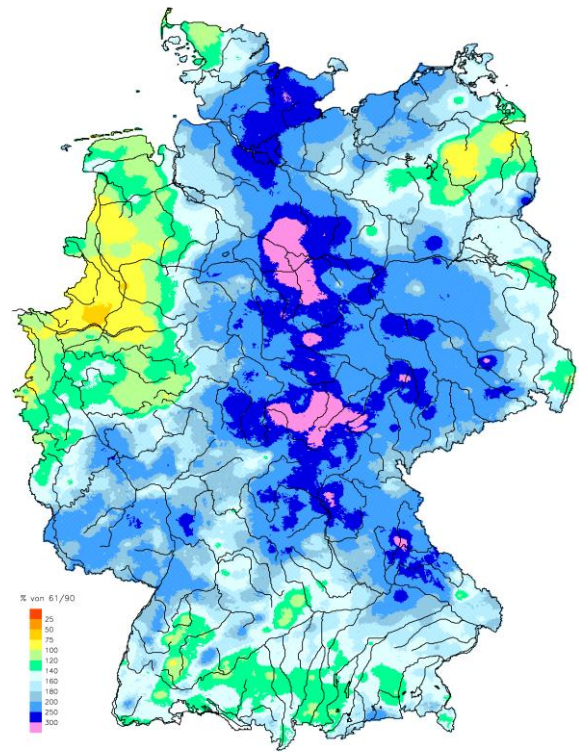


Abb. 23: Niederschlagshöhe im Mai 2013 in Prozent des entsprechenden vieljährigen Mittels 1961-1990.

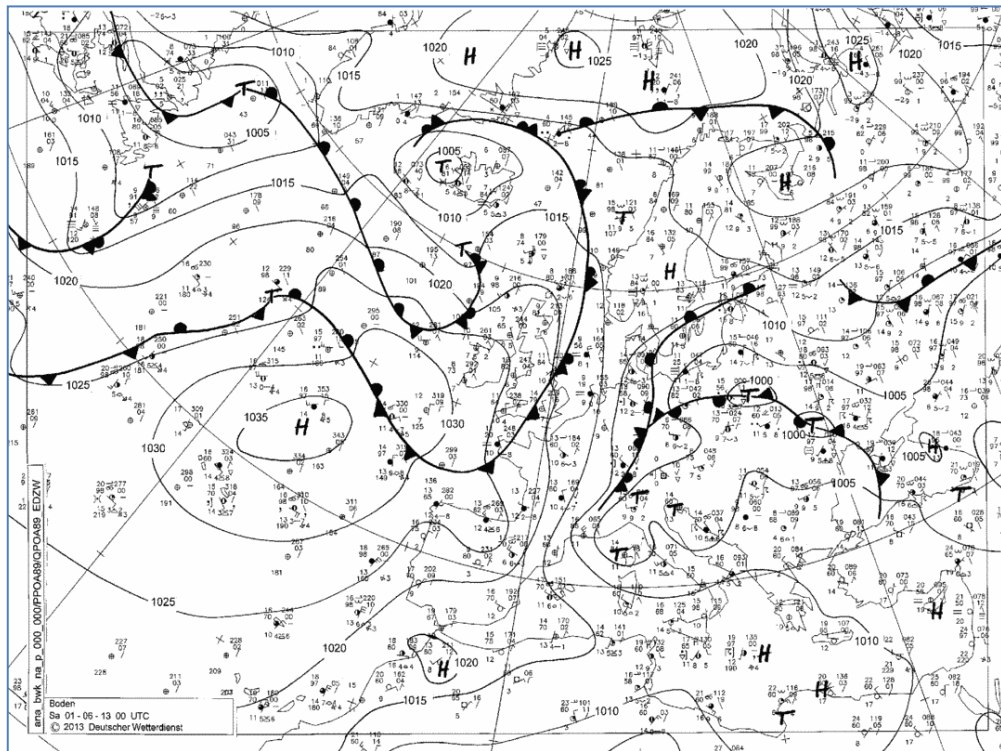


Abb. 24: Bodenwetterkarte am 01.06.2013, 00 Uhr UTC.

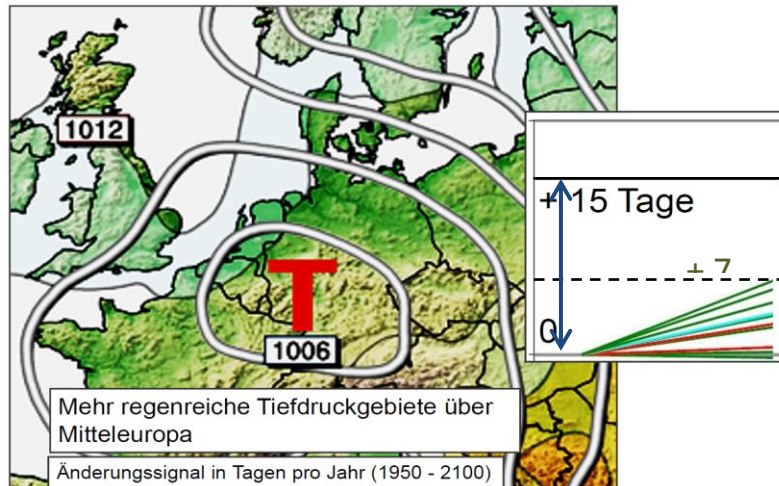


Abb. 25: Änderungssignal in zusätzlichen Tagen pro Jahr für den Zeitraum 1950 - 2100 für die Wetterlage „Tief Mitteleuropa“, projiziert durch 11 globale Klimamodellläufe.

Innerhalb des Ressortforschungsprogramms KLIWAS wurden im Deutschen Wetterdienst zukünftige Wetterlagen mithilfe zahlreicher Klimamodellläufe analysiert (siehe DWD Pressekonferenz vom Mai 2012). Die Klimasimulationen projizieren für die Zukunft, dass die Wetterlage „Tief Mitteleuropa“ zum Ende dieses Jahrhunderts um bis zu 7 Tage pro Jahr häufiger auftreten könnte als noch in der Mitte des vergangenen Jahrhunderts (Abb. 25).

2.2 Auswirkungen der extremen Bodenfeuchten Ende Mai 2013

Während die Landwirtschaft in den vergangenen Jahren im Frühling immer wieder mit Dürren zu kämpfen hatte, war in diesem Jahr in weiten Teilen Deutschlands das andere Extrem der Fall. Die enormen Niederschlagsmengen, die Ende Mai fielen, sorgten dafür, dass sich die Böden mit Wasser vollsaugten und vielerorts überfluteten. Ende Mai wiesen rund 40 Prozent der Fläche Deutschlands so hohe Bodenfeuchtwerte auf, wie sie seit Beginn der Messungen 1962 noch nie beobachtet wurden. Diese entsprechen den dunkelblauen Flächen in Abb. 26, die auch die Hochwasserregionen abdecken. Hier wurden am 31.05.2013 neue absolute Maxima erreicht. Die Werte lagen bis in eine Schicht von 60 cm Tiefe verbreitet über 100% nutzbarer Feldkapazität (nFK).

Während unter mittleren Bedingungen zu dieser Jahreszeit kaum Sickerwasser auftritt und die Beregnungslandwirte normalerweise bereits die zweite Beregnung durchführen, wurden in diesem Jahr bis Ende Mai mittlere Sickerwasserbewegungen ermittelt, die in der Größenordnung einer Beregnungsgabe von rund 30 Litern pro Quadratmeter (l/m^2) liegen. Dabei sind große räumliche Unterschiede vorhanden.

Flächendeckend fiel in der Bundesrepublik in der letzten Maidekade statt der üblichen $25 l/m^2$ Niederschlag rund die dreifache Menge. Solche extremen Bedingungen wurden bisher nur im Jahr 1983 beobachtet (siehe Abb. 27).

Neben der Tatsache, dass die extremen Bodenfeuchten Mitverursacher der Hochwasserereignisse waren, hatten sie erhebliche Auswirkungen auf die Landwirtschaft. Der überwiegende Teil der landwirtschaftlichen Flächen in Deutschland war von den Folgen betroffen. Die Befahrbarkeit der Ackerböden war stark eingeschränkt und stellenweise unmöglich. Anstehende Pflanzenschutzmaßnahmen konnten nicht wie geplant erfolgen und für Silage- und Heuschnitte boten sich keine Möglichkeiten. Die ergiebigen Regenfälle und der kräftige Wind führten zu Wassererosionen auf den Feldern, einige Getreidebestände brachen um. Außerdem erhöhten die feuchten Bedingungen und stehendes Wasser auf den Feldern (siehe Abb. 28) den Infektionsdruck für Pilzkrankheiten.

Bei Kartoffeln beispielsweise, wo das Wasser längere Zeit zwischen den Dämmen stand, erhöhte sich die Gefahr der Kraut- und Knollenfäule (Phytophthora). Auch Sonderkulturen wie Spargel und Erdbeeren wurden stark in Mitleidenschaft gezogen.

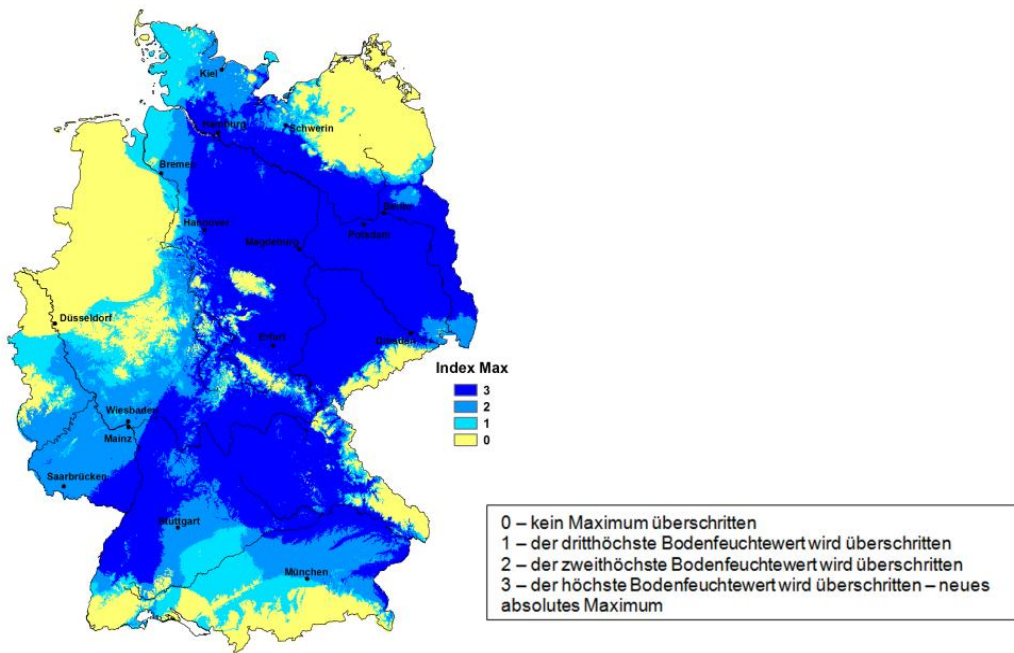


Abb. 26: Extremwerte der Bodenfeuchte am 31.05.2013, verglichen mit dem 31.05. der Jahre 1962-2012.

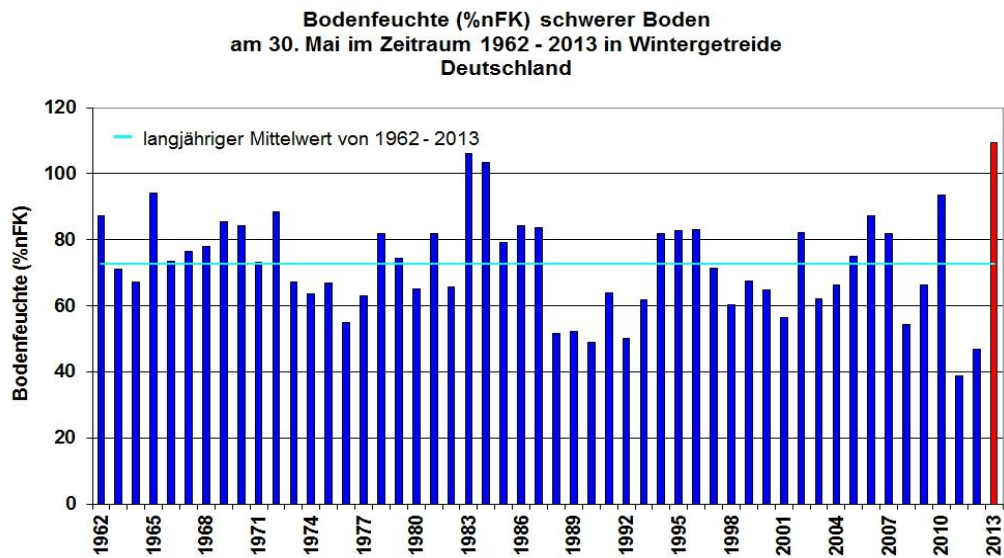


Abb. 27: Bodenfeuchte Ende Mai (1962 – 2013).



Abb. 28: Überschwemmte Äcker (links Kartoffeln, rechts Zuckerrüben). Quelle: ZAMF Braunschweig, DWD.

2.3 Der Einfluss der Schneeschmelze

Die Analyse des Einflusses von Schnee auf die Herausbildung des Hochwassers konzentriert sich auf die Periode der stärksten Niederschläge in Deutschland vom 26.05. bis 02.06. In diesem Zeitraum fielen in Deutschland gemäß der Analyse des Weltzentrums für Niederschlagsklimatologie (WZN) insgesamt 22,75 Billionen Liter Wasser. Zu diesem Zeitpunkt lag nur noch im Alpenbereich eine nennenswerte Schneemenge.

Die Karte in Abb. 29 zeigt, dass das in der Schneedecke gespeicherte Wasseräquivalent insbesondere in Österreich und der Schweiz Werte bis 400 mm und mehr erreichte. Eine Analyse des Anteils der Schneedecke an der Abflussbildung der betroffenen Flüsse kann daher auf das Donau-Einzugsgebiet beschränkt werden. Dazu wurde die Region des SNOW-Modellgebietes betrachtet, die in diesem Bereich liegt.

Bezüglich der Rolle der Schneedecke bei der Entwicklung des Hochwassers sind zwei gegenläufige Prozesse zu verzeichnen:

- *Verstärkend* wirkte die Schneeschmelze. Dabei summieren sich der Niederschlag, der nicht durch Retentionsprozesse in der Schneedecke zurückgehalten werden kann, und das Schmelzwasser zu einem Niederschlagsdargebot, das den Niederschlag allein übertrifft. Der stärkste Einfluss dieses Prozesses war am 28.05. zu verzeichnen. Die Tagessumme der Differenz zwischen Niederschlagsdargebot und Niederschlag erreicht an diesem Tag summarisch für das betrachtete Gebiet den Wert von etwa 415 Milliarden Litern. Abb. 30 macht deutlich, dass im gesamten schneebedeckten Alpenraum positive Werte dieser Differenz auftraten.

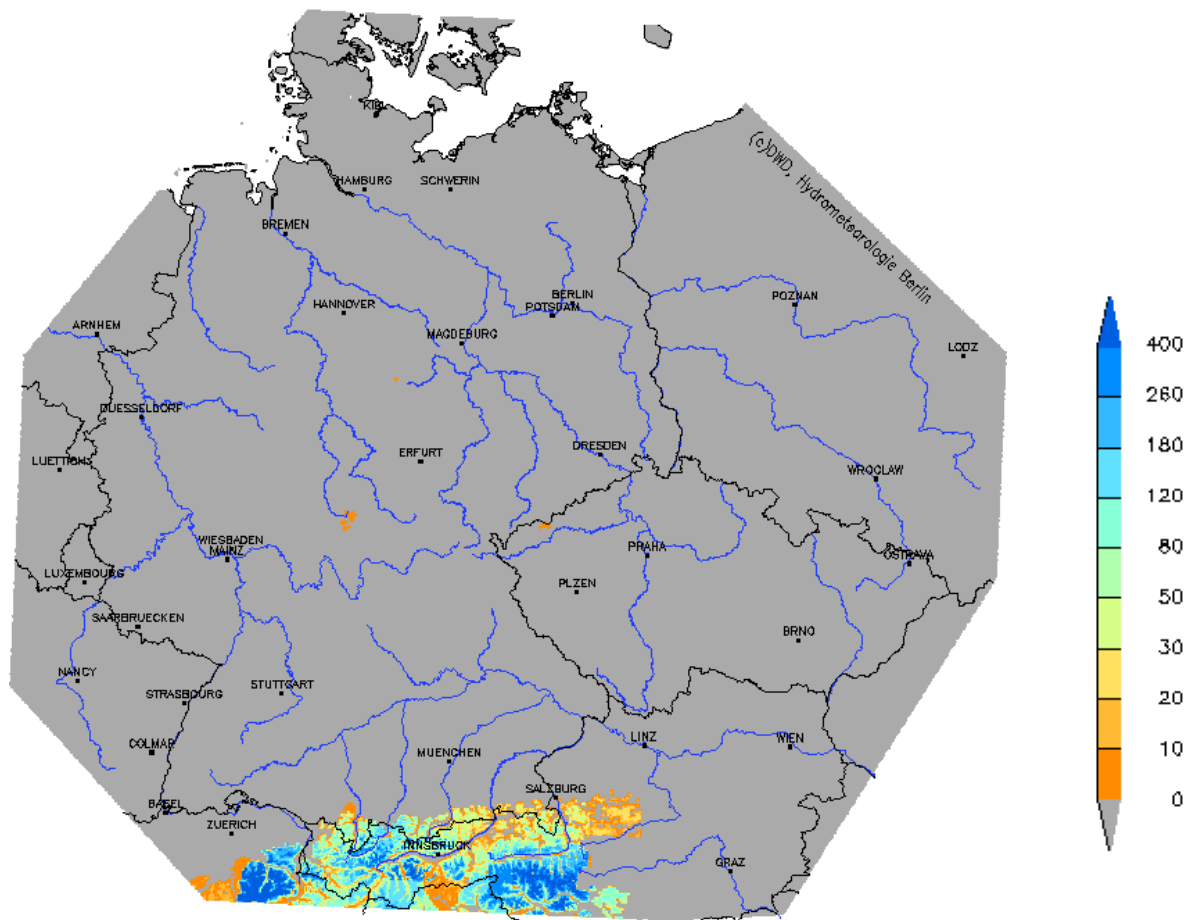


Abb. 29: Wasseräquivalent der Schneedecke im SNOW4-Modellgebiet am 26.05.2013, 12 UTC.

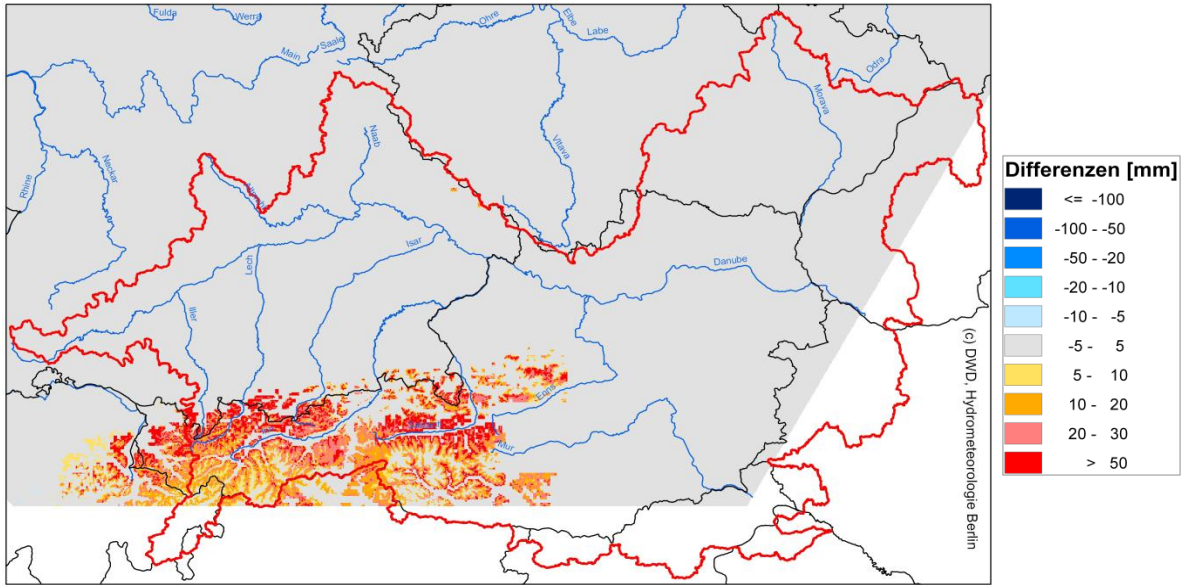


Abb. 30: Differenz Tagessumme Niederschlagsdargebot - Niederschlag, am 28.05.2013 für das Einzugsgebiet der Donau.

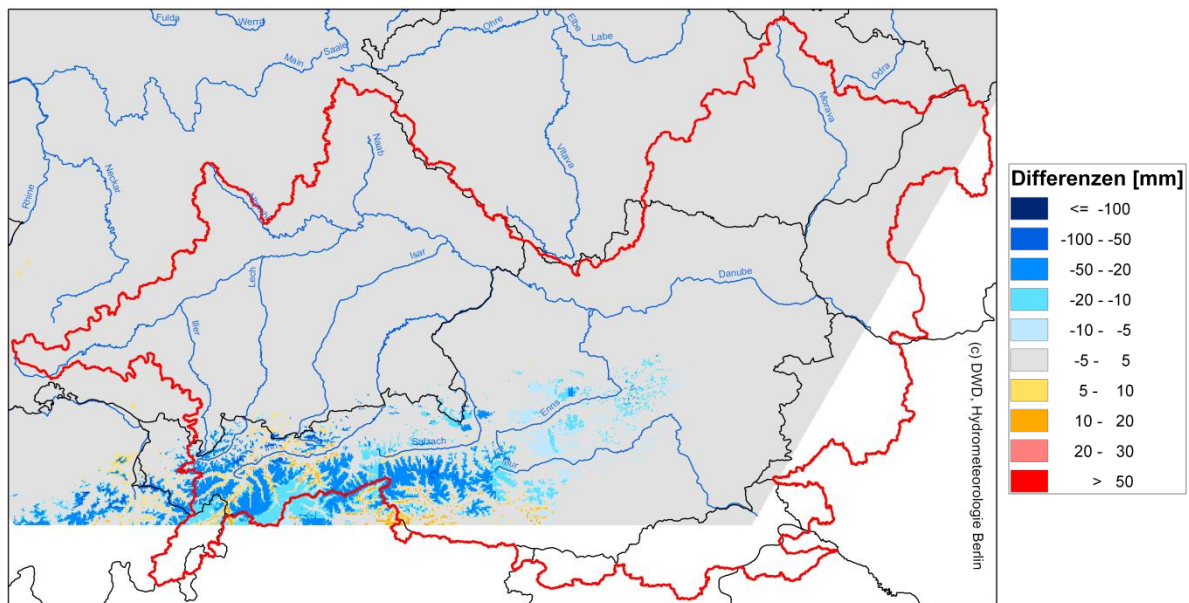


Abb. 31: Differenz Tagessumme Niederschlagsdargebot - Niederschlag, am 31.05.2013 für das Einzugsgebiet der Donau.

- *Abschwächend* hingegen wirken die Retention, das heißt das Rückhalten flüssigen Wassers in der Schneedecke, und Niederschläge in Form von Schnee. Die stärksten Beiträge dieser Prozesse traten am 31.05. auf. Die Abb. 31 lässt erkennen, dass nahezu überall dieser Rückhalteeffekt dominierte und kaum Schneeschmelze auftrat. Im vom SNOW-Modellgebiet abgedeckten Donau-Einzugsgebiet wurden an diesem Tag ca. 187 Milliarden Liter Wasser in der Schneedecke zurückgehalten.

Die Untersuchung von Zeitverläufen und eine klimatologische Einordnung sind auf Grund der aktuellen Datenlage nur begrenzt möglich. Es wurden 33 Stationen identifiziert, an denen im klimatologischen Mittel über den Zeitraum 1951 bis 2010 in der Zeit vom 30.05. bis 02.06. mindestens an einem Tag eine Schneedecke liegt. Für 26 dieser Stationen sind bereits Daten für den fraglichen Zeitraum verfügbar. Allerdings wurde nur an drei dieser Stationen eine Schneedecke gemessen.

Deutschlands höchste Messstelle, die Wetterwarte Zugspitze, liegt in einer Region, wo spürbare Unterschiede zwischen Niederschlagsdargebot und Niederschläge aufgetreten sind. Die Schneedecke wuchs dort von 315 cm am 30.05. durch Schneefall auf 435 cm am 02.06. an. Im klimatologischen Mittel liegt die Schneehöhe für den betrachteten Zeitraum zwischen 313 und 318 cm.

Summarisch für die gesamte Periode vom 26.05. bis zum 02.06. dominierten die Schmelzeffekte und lieferten in der Bilanz einen Wassereintrag von zusätzlich ca. 336 Milliarden Liter.

Für den deutschen Teil des Donau-Einzugsgebiets wurden vom WZN für diesen Zeitraum Niederschläge in Höhe von ca. 6,76 Billionen Liter analysiert. Die Schneeschmelze hat in diesem Teil zusätzlich ca. 334 Milliarden Liter Wasser freigesetzt. Der Gesamtwassereintrag wurde daher durch Schmelzprozesse um ca. 5% erhöht. Damit spielt der Beitrag der Schneedecke bei der Ausbildung des Hochwassers eine vergleichsweise geringe Rolle.

2.4 Die klimatologische Bewertung der Starkniederschläge

2.4.1 Regionales und zeitliches Niederschlagsgeschehen (bis 03.06.2013)

Wie aus der bereits beschriebenen Abfolge der Großwetterlagen hervorgeht, setzte die besondere Entwicklung des Niederschlagsgeschehens am 17.05.2013 ein. Die Abb. 32 zeigt die aufsummierten täglichen Niederschlagshöhen vom 17.05.2013 bis zum 02.06.2013, wobei blau eingefärbte Gebiete solche mit besonders hohen Summen sind.

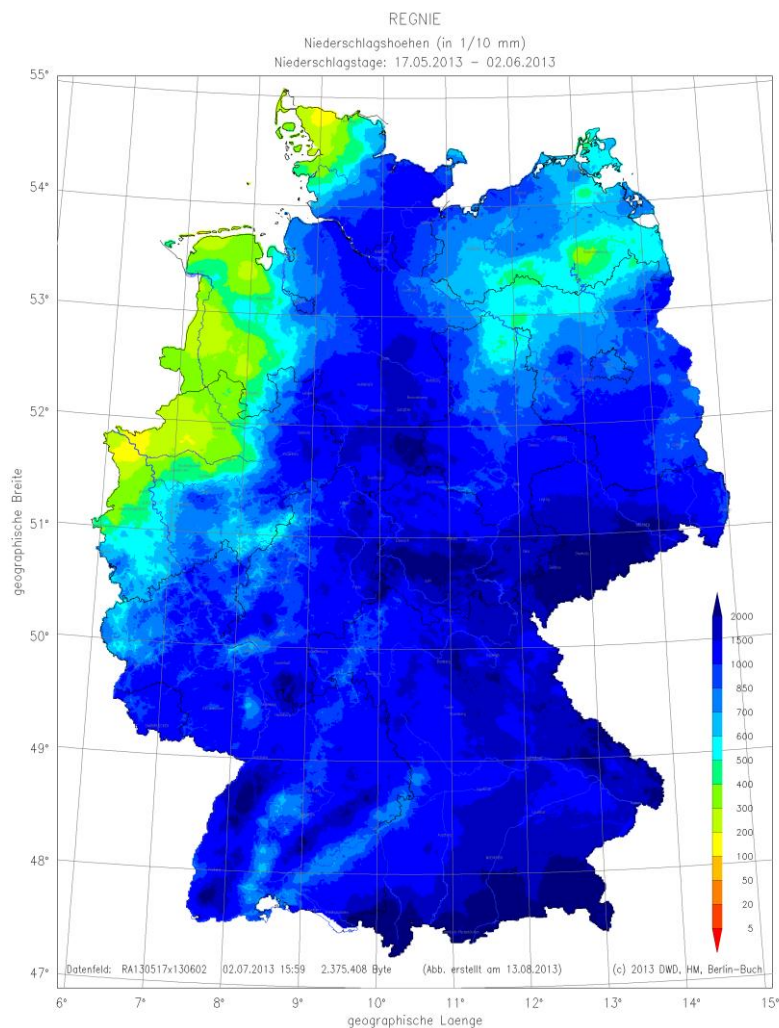


Abb. 32: Aufsummierte tägliche Niederschlagshöhen vom 17.05.2013 bis 02.06.2013 (in 1/10 mm).

In den folgenden Abbildungen sind die vier Phasen des Niederschlagsgeschehens visualisiert:

1. aufsummierte Niederschlagshöhen vom 17. bis 23.05.2013 (Abb. 33): In diesem Zeitraum kam es im Südwesten Deutschlands sowie in Teilen von Schleswig-Holstein, Niedersachsen und Thüringen gebietsweise zu beträchtlichen Niederschlagsmengen.
2. aufsummierte Niederschlagshöhen vom 24. bis 25.05.2013 (Abb. 34): In diesem Zeitraum fielen Niederschläge vor allem in nordöstlichen Gebieten Deutschlands.
3. aufsummierte Niederschlagshöhen vom 26. bis 29.05.2013 (Abb. 35): In diesem Zeitraum war das Niederschlagsgeschehen durch deutliche regionale Gegensätze gekennzeichnet.
4. aufsummierte Niederschlagshöhen vom 30.05. bis 02.06.2013 (Abb. 36): Zum Ende des niederschlagsreichen Monats Mai und zu Beginn des Monats Juni kam es im Süden und im Südosten Deutschlands großflächig zu einem mehrtägigen, kräftigen Dauerregen.

Im Hinblick auf die Wetterlage zum Ende des Monats Mai 2013 ist hervorzuheben, dass die Niederschläge natürlich nicht auf Deutschland beschränkt waren. In den Quellgebieten von Elbe, Donau und deren Nebenflüssen wurden ebenfalls über mehrere Tage enorme Niederschlagsmengen gemessen.

Die Abb. 37 zeigt diesbezüglich die regionale Verteilung der Niederschlagssummen in Deutschland und den angrenzenden Regionen während der entscheidenden Tage vom 27.05.2013, 06 Uhr UTC, bis 03.06.2013, 06 Uhr UTC.

In Teilen der Nordhälfte Deutschlands hatten sich bereits vor dem 24.05.2013 gebietsweise große Niederschlagsmengen aufsummiert (siehe Abb. 37). Am 27.05.2013 war im Süden und Osten Deutschlands vielerorts das Niederschlagssoll des gesamten Monats Mai erreicht. Es regnete jedoch weiter, ab dem 30.05.2013 dann verstärkt und über vier Tage anhaltend.

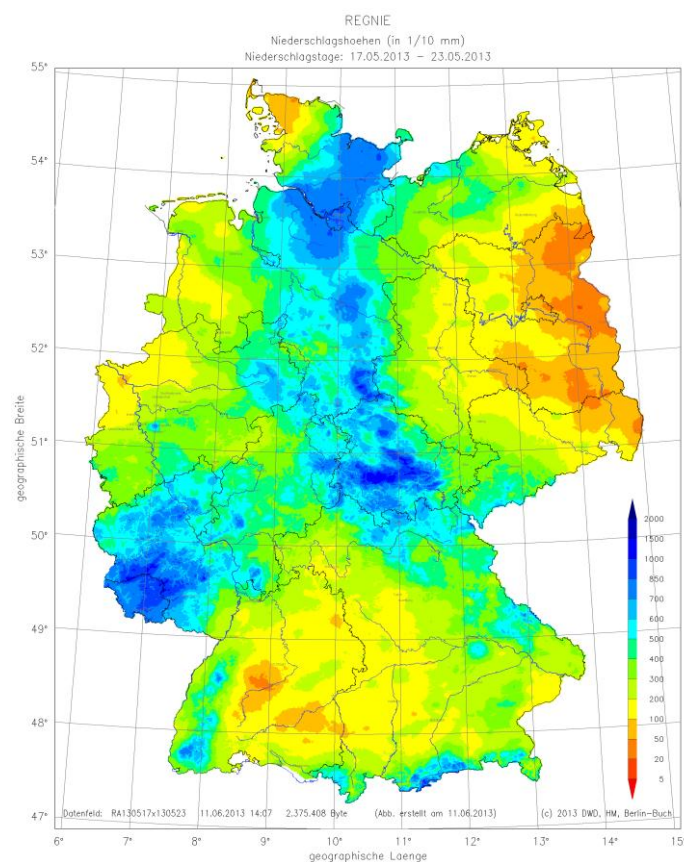


Abb. 33: Aufsummierte tägliche Niederschlagshöhen vom 17.05.2013 bis 23.05.2013 (in 1/10 mm).

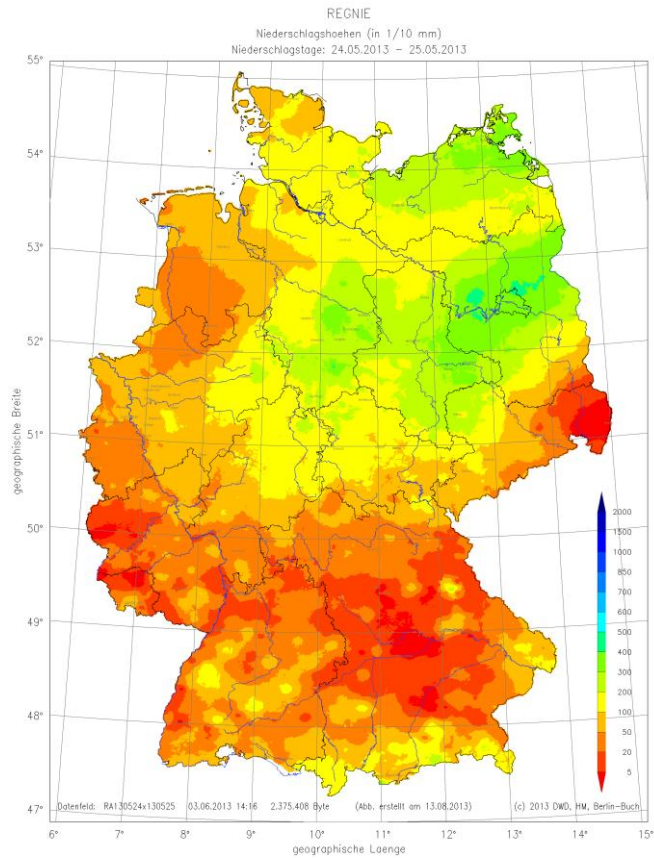


Abb. 34: Aufsummierte tägliche Niederschlagshöhen vom 24.05.2013 bis 25.05.2013 (in 1/10 mm).

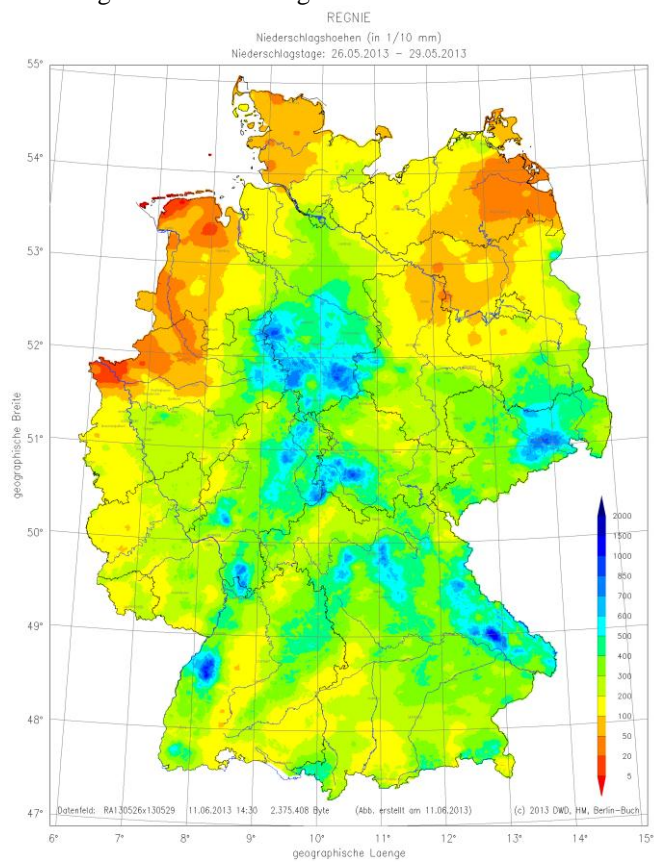


Abb. 35: Aufsummierte tägliche Niederschlagshöhen vom 26.05.2013 bis 29.05.2013 (in 1/10 mm).

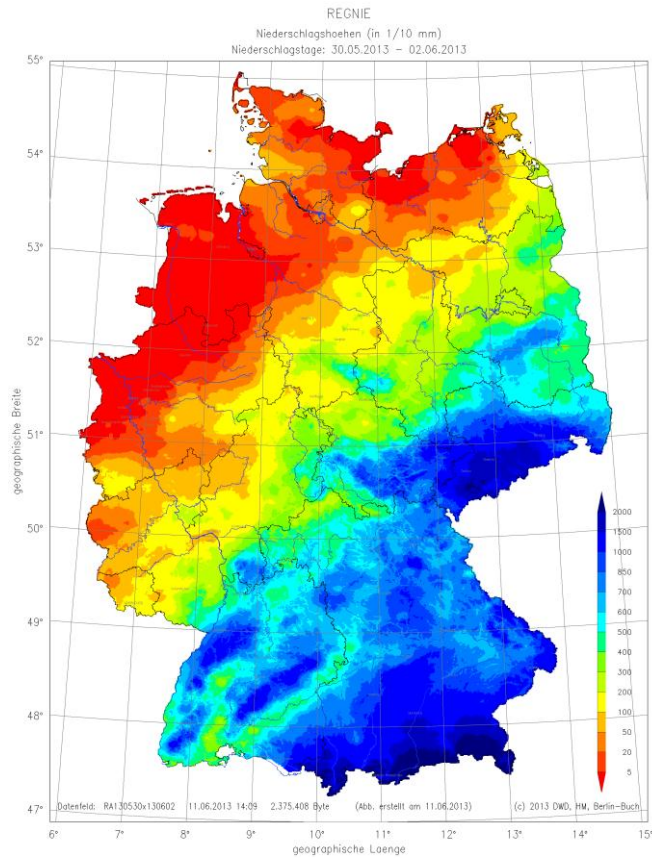


Abb. 36: Aufsummierte tägliche Niederschlagshöhen vom 30.05.2013 bis 02.06.2013 (in 1/10 mm).

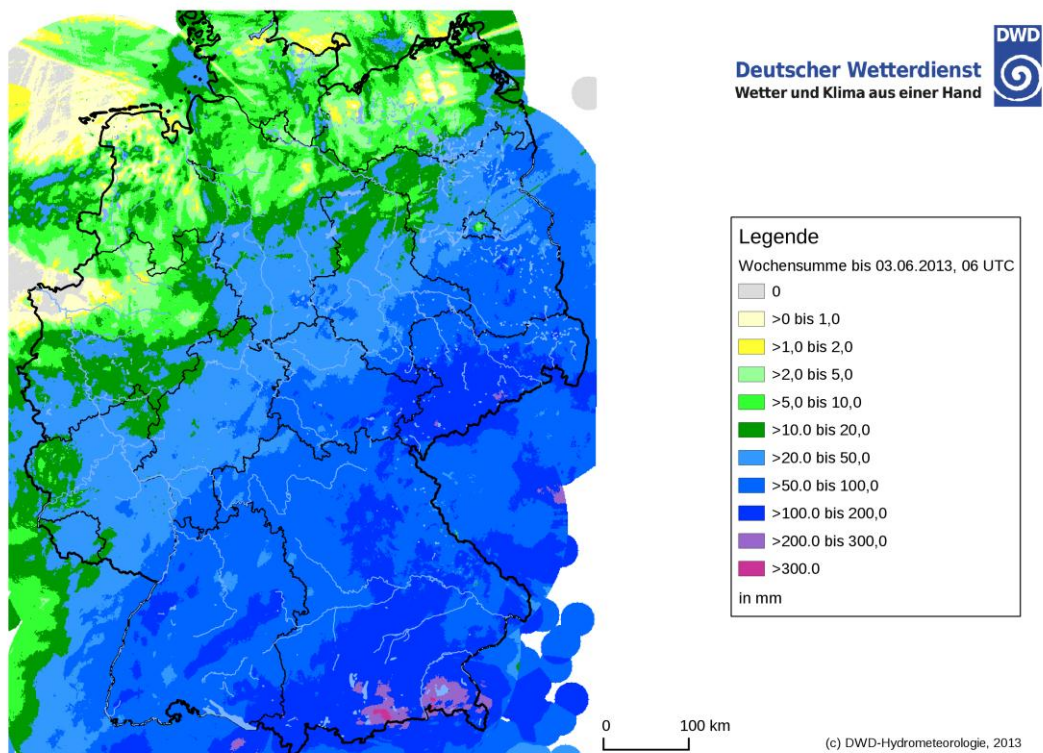


Abb. 37: Niederschlagssumme (in mm) in den 7 Tagen vom 27.05.2013 (06 UTC) bis 03.06.2013 (06 UTC) in Deutschland und angrenzenden Regionen unter Verwendung angeeicherter Radardaten.

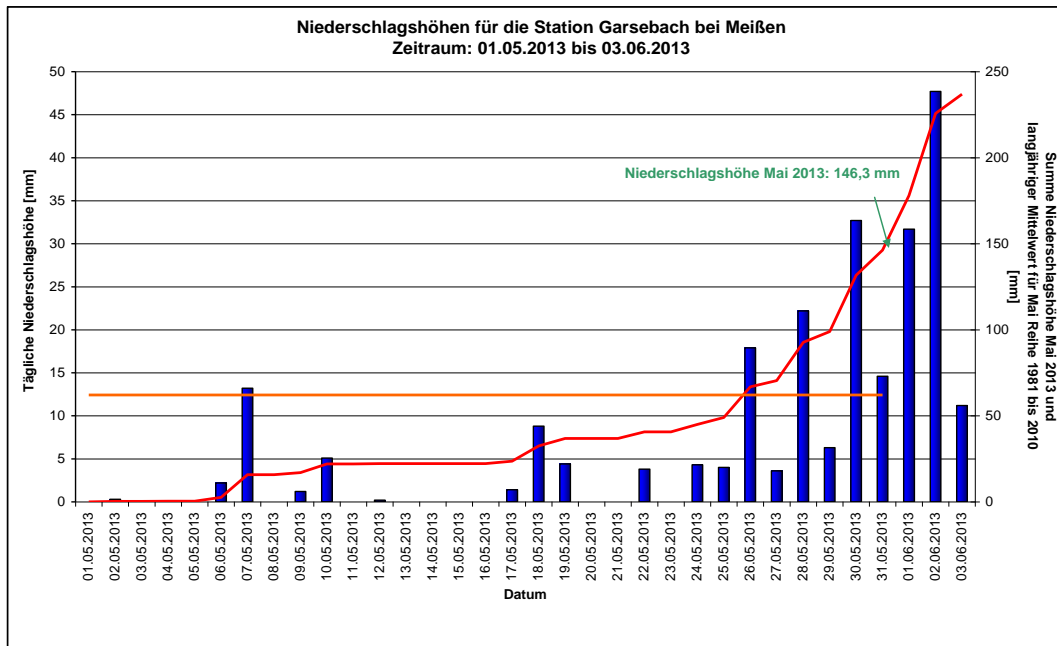


Abb. 38: Aufeinanderfolge der täglichen Niederschlagshöhen (blaue Balken) und deren kumulierte Summe (rote Linie) mit Angabe des Niederschlagssolls im Monat Mai (orange Linie) am Beispiel der Station Garsebach bei Meißen (01.05 bis 03.06.2013).

In Abb. 38 ist am Beispiel der Station Garsebach bei Meißen die Aufeinanderfolge der täglichen Niederschlagshöhen in mm und deren ansteigende Gesamtsumme (in rot) dargestellt. Wie der Schnittpunkt der beiden Linien zeigt, wurde das Niederschlagssoll für den Monat Mai bereits am 26.05. erfüllt.

Interessant ist ein direkter Vergleich der Niederschlagssummen mit den Summen des Augusthochwassers im Jahre 2002. Damals fielen innerhalb einer Woche auf Deutschland insgesamt 19,592 Billionen l Wasser. Diesmal waren es rund 10 % mehr, nämlich 22,757 Billionen l, wie die nachfolgende Tab. 3 zeigt.

Tab. 3: Übersicht der berechneten Niederschlagssummen vergleichbarer Zeiträume 2013 und 2002 für einzelne Bundesländer und für Deutschland (in Liter).

| | 26.05. bis 02.06.2013 | 06.08. bis 13.08.2002 |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Schleswig-Holstein | 222.830.900.000,00 | 487.342.400.000,00 |
| Hamburg | 22.217.100.000,00 | 19.341.100.000,00 |
| Niedersachsen | 1.510.274.500.000,00 | 1.730.618.500.000,00 |
| Bremen | 9.196.000.000,00 | 28.120.400.000,00 |
| Nordrhein-Westfalen | 773.480.400.000,00 | 741.518.400.000,00 |
| Hessen | 1.223.962.500.000,00 | 524.280.000.000,00 |
| Rheinland-Pfalz | 662.289.600.000,00 | 341.943.000.000,00 |
| Baden-Württemberg | 3.084.900.000.000,00 | 1.958.516.000.000,00 |
| Bayern | 8.284.783.600.000,00 | 6.183.797.600.000,00 |
| Saarland | 67.626.000.000,00 | 34.164.000.000,00 |
| Berlin | 35.276.800.000,00 | 72.928.000.000,00 |
| Brandenburg | 1.551.895.800.000,00 | 2.171.517.200.000,00 |
| Mecklenburg-Vorpomm. | 359.128.000.000,00 | 701.932.000.000,00 |
| Sachsen | 2.499.121.800.000,00 | 2.652.940.500.000,00 |
| Sachsen-Anhalt | 1.035.171.500.000,00 | 1.108.697.700.000,00 |
| Thüringen | 1.426.121.400.000,00 | 822.590.400.000,00 |
| Deutschland | 22.757.150.200.000,00 | 19.591.807.200.000,00 |

2.4.2 Wiederkehrintervall und Eintrittswahrscheinlichkeit

Starkniederschlagsereignisse können sowohl Niederschläge kurzer Dauer und hoher Intensität (zum Beispiel heftige Gewitterschauer) als auch mehrere Stunden oder Tage anhaltende Niederschläge mit großen Niederschlagshöhen (Dauerregen) sein.

Die Beurteilung der Seltenheit von Starkniederschlägen wird durch den Vergleich mit extremwertstatistisch ermittelten Starkniederschlagshöhen laut KOSTRA-DWD-2000 vorgenommen, die vorrangig zur Bemessung wasserwirtschaftlicher Anlagen erarbeitet wurden. Prinzipiell wird bei KOSTRA-DWD-2000 mit Hilfe eines ausgewählten extremwertstatistischen Analyseverfahrens die Bewertung der innerhalb eines Messzeitraums ausreichender Länge (mindestens 30 Jahre) zufällig aufgetretenen Ereignisse vorgenommen und eine Extrapolation auf sehr seltene Niederschlagsereignisse ermöglicht.

Der extremwertstatistische Ansatz geht für jede Dauerstufe D (von $D = 5$ Minuten bis $D = 72$ Stunden) von einer jährlichen oder partiellen Serie aus, die sich aus einer Niederschlagszeitreihe ergibt. Jeder Serie der Niederschlagshöhe h_N wird durch eine Regressionsrechnung die theoretische Verteilungsfunktion

$$h_N(D; T) = u(D) + w(D) \cdot \ln T$$

in Abhängigkeit von der Jährlichkeit T (Wiederkehrintervall) angepasst.

Die extremwertstatistischen Starkniederschlagshöhen sind hierbei in Form von Rasterkarten in einer Auflösung von etwa 8,5 km x 8,5 km dargestellt. Für jede Niederschlagsdauerstufe können deutschlandweit flächendeckend Punktaussagen zur Eintrittswahrscheinlichkeit von Starkniederschlag getroffen werden - bis maximal 1 %, das heißt bis hin zum Wiederkehrintervall $T = 100$ Jahre. Weitere Informationen zu KOSTRA-DWD-2000 sind auf der Homepage www.dwd.de/kostra zu finden.

Die Dauerstufe ist ein ausgewählter Anteil an der realen Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen, unabhängig von Beginn und Ende des natürlichen Niederschlagsereignisses.

Das Wiederkehrintervall T (zum Beispiel $T = 50$ Jahre) ist lediglich der reziproke Ausdruck für die Eintrittswahrscheinlichkeit $1/T$ ($0,02 \text{ a}^{-1}$ bzw. 2 % pro Jahr). Wird die Seltenheit eines Niederschlagsereignisses (einer Dauerstufe von zum Beispiel $D = 72$ Stunden) mit einem Wiederkehrintervall von 50 Jahren beziehungsweise einer Eintrittswahrscheinlichkeit von zweimal in hundert Jahren beurteilt, bedeutet das nicht zwangsläufig einen Abstand von 50 Jahren zwischen den beiden Ereignissen.

Da es bei der Erarbeitung von KOSTRA-DWD-Werten (vom einstigen KOSTRA 87 bis hin zum zukünftigen KOSTRA-DWD-2010) nicht genügend reale Niederschlagsereignisse mit großen Niederschlagsmengen der Dauerstufe $D = 96$ Stunden gab, galt ein punktuell ergiebiger, 72 Stunden anhaltender Starkniederschlag als grenzwertig. Dem wasserwirtschaftlichen Anwender von KOSTRA-DWD-Werten obliegt es, ggf. Flächenabminderungsfaktoren zu berücksichtigen.

Die Starkniederschläge, die zum Hochwasserereignis im Juni 2013 führten, waren sehr lang anhaltend, größtenteils über 72 Stunden, vor allem aber äußerst großräumig. Einige Beispiele für stationsbezogene Starkniederschlagshöhen sind in Tabelle 4 aufgelistet. Es wurde die jeweils relevante Dauerstufe betrachtet, mit dem Fokus bei der Dauerstufe $D = 96$ Stunden.

Der Vollständigkeit halber sei noch hinzugefügt, dass im Laufe der jüngsten drei Jahrzehnte neben den oben beschriebenen Verfahren im DWD zahlreiche weitere hydrometeorologische Instrumentarien erarbeitet wurden, um damit die DIN- bzw. DWA-gerechte Bemessung wasserwirtschaftlicher Anlagen zu unterstützen. Dazu gehören unter anderem

- MGN und NIEFLUD (Quantifizierung von PMP-Werten),
- REWANUS (Regionalisierte Extremwerte des Niederschlagsdargebotes aus Regen und Schneeschmelze) und
- STRASA (spezielle Empfehlungen für den Freistaat Sachsen zum Umgang mit Starkniederschlagshöhen laut KOSTRA-DWD-2000 nach dem August 2002).

Tab. 4: Punktuelle Eintrittswahrscheinlichkeit 1/T des starken Dauerregens im Mai/Juni 2013 an ausgewählten Stationen (Basis: Tageswerte der Niederschlagshöhe).

| Station | | Niederschlags- höhe | Datum | Dau- erstufe | Wiederkehr- intervall T |
|-----------------------------|----|------------------------|----------------------------------|-----------------|----------------------------|
| Burladingen-Hausen | BW | 154,3 mm | 30.05 bis 01.06.13 | 72 h | 100 Jahre |
| Sonnenbühl-Genkingen | BW | 166,5 mm | 30.05 bis 01.06.13 | 72 h | > 100 Jahre |
| Bad Urach | BW | 150,1 mm | 30.05 bis 01.06.13 | 72 h | 100 Jahre |
| Stötten | BW | 138,1 mm | 30.05 bis 01.06.13 | 72 h | 50 Jahre |
| Aschau-Stein | BY | 405,1 mm | 30.05 bis 02.06.13 | 96 h | > 100 Jahre |
| Lenggries (Sylvenstein) | BY | 209,0 mm | 30.05 bis 02.06.13 | 96 h | 50 Jahre |
| Sankt Englmar | BY | 107,4 mm 97,3 mm | 30.05 bis 02.06.13 26.05.2013 | 96 h 24 h | 5 Jahre 50 Jahre |
| Fürstenzell | BY | 104,4 mm | 30.05 bis 02.06.13 | 96 h | 20 Jahre |
| Passau-Maierhof | BY | 100,1 mm | 30.05 bis 02.06.13 | 96 h | 10 Jahre |
| Untergriesbach-Schaibing | BY | 125,2 mm | 30.05 bis 02.06.13 | 96 h | 50 Jahre |
| Starnberg | BY | 167,6 mm | 30.05 bis 02.06.13 | 96 h | 50 Jahre |
| Regensburg | BY | 79,5 mm | 30.05 bis 02.06.13 | 96 h | 10 Jahre |
| Bobeck | TH | 112,6 mm | 30.05 bis 02.06.13 | 96 h | 100 Jahre |
| Langenwetzendorf-Göttendorf | TH | 119,0 mm | 30.05 bis 02.06.13 | 96 h | 50 Jahre |
| Eisenach | TH | 49,6 mm | 30.05 bis 31.05.13 | 48 h | 2 Jahre |
| Erfurt-Weimar | TH | 47,3 mm | 30.05 bis 31.05.13 | 48 h | 2 Jahre |
| Carlsfeld | SN | 194,3 mm | 30.05 bis 02.06.13 | 96 h | 50 Jahre |
| Stützensgrün-Hundshübel | SN | 224,0 mm | 30.05 bis 02.06.13 | 96 h | 100 Jahre |
| Treuen | SN | 151,5 mm | 30.05 bis 02.06.13 | 96 h | 50 Jahre |
| Falkenstein (Talsperre) | SN | 183,4 mm | 30.05 bis 02.06.13 | 96 h | 100 Jahre |
| Bad Lausick – Glasten | SN | 101,6 mm | 30.05 bis 02.06.13 | 96 h | 20 Jahre |
| Sankt Egidien-Kuhschnappel | SN | 179,5 mm | 30.05 bis 02.06.13 | 96 h | > 100 Jahre |
| Dresden-Klotzsche | SN | 73,2 mm | 01.06. bis 02.06.13 | 48 h | 5 Jahre |
| Garsebach bei Meißen | SN | 126,7 mm | 30.05 bis 02.06.13 | 96 h | 30 Jahre |
| Stollberg-Gablenz | SN | 188,3 mm | 30.05 bis 02.06.13 | 96 h | 100 Jahre |
| Aue | SN | 177,3 mm | 30.05 bis 02.06.13 | 96 h | 100 Jahre |
| Lehrte-Sievershausen | NI | 99,1 mm | 22.05. bis 26.05.13 | 120 h | 30 Jahre |
| Braunschweig-Voel. | NI | 98,9 mm | 22.05. bis 26.05.13 | 120 h | 30 Jahre |
| Scharnhorst-Marwede | HB | 103,7 mm | 22.05. bis 26.05.13 | 120 h | 30 Jahre |

Der Umstand, dass in Tab. 4 das Wiederkehrintervall T in einigen Fällen weniger als 50 Jahre beträgt und nur örtlich 100 Jahre erreicht oder überschritten wurde, darf nicht missverstanden werden. Denn entscheidend für die Entstehung der Hochwassersituation war in erster Linie die große räumliche Ausdehnung der Niederschlagsfelder.

Glossar und Abkürzungen

| | |
|------------------|--|
| Niederschlagsmaß | 1 l/m ² entspricht 1 mm Niederschlag |
| hPa | Hektopascal, Einheit für den Luftdruck |
| Vb-Zugbahn | Zugbahn eines Tiefdruckgebietes, dass südlich der Alpen zunächst ostwärts, dann nordwärts zieht. |
| Troposphäre | Unterste Schicht der Atmosphäre, die eigentliche Wetterschicht |
| UTC | Koordinierte Weltzeit (UTC + 2 Stunden entspricht unserer Sommerzeit MESZ) |
| MESZ | Mitteleuropäische Sommerzeit |
| NinJo | NinJo ist ein meteorologisches Datenverarbeitungs- und Visualisierungssystem. Es wurde gemeinsam vom deutschen, schweizerischen, kanadischen und dänischen Wetterdienst sowie der Bundeswehr entwickelt. |
| RZ/RWB | Regionalzentrale/Regionale Wetterberatung im DWD |
| COSMO-EU/-DE | Das COSMO-Modell ist die regionale bzw. lokale Modellkomponente im Vorhersagesystem des DWD. |
| GME | Das globale Modell des Deutschen Wetterdienstes |
| WZN | Weltzentrum für Niederschlagsklimatologie, mit Sitz beim DWD in Offenbach |
| KLIWAS | Forschungsprojekt „Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen und Schifffahrt“ |
| EPS | Ensemblevorhersagen (parallele Rechnungen ermöglichen Wahrscheinlichkeitsaussagen) |



Deutscher Wetterdienst

Fachinformationsstelle und Deutsche Meteorologische Bibliothek
Frankfurter Straße 135
63067 Offenbach