

Zur Rolle des Starkniederschlages am 7.-9. August 2010 im Dreiländereck Polen, Tschechien, Deutschland bei der Entstehung der Hochwasser von Neiße, Spree und Elbe

Peter Bissolli, Jörg Rapp, Karsten Friedrich, Markus Ziese, Elmar Weigl, Helga Nitsche, Gabriele Malitz, Andreas Becker

1. Einleitung und Motivation

Am Wochenende des 7./8. August traten im Dreiländereck Polen, Tschechien und Deutschland, also in der Region Isergebirge, Nordböhmen und Südsachsen teilweise heftige Niederschläge auf. Diese führten sehr rasch zu einer verbreiteten Überschreitung der Hochwassermarken und Überschwemmungen insbesondere in den Oberläufen von Neiße, Spree und Elbe mit katastrophalen Auswirkungen. Schon am Tag vorher hatte es auch in Österreich starke Niederschläge mit entsprechenden Schäden gegeben. Mit diesem Papier sollen Ursache, Verlauf und hydrologische Folgen unter klimatologischen Aspekten eingeordnet werden. Insbesondere sollen die Niederschläge stationsspezifisch in den Kontext der dazugehörenden Niederschlagsklimatologie gestellt werden, um sie besser auf ihre Rolle bei der unmittelbar danach aufgetretenen Hochwassersituation einschätzen zu können. Im Zuge dessen hat sich gezeigt, dass eine Differenzierung nach Flusseinzugsgebieten für dieses Ereignis besonders relevant ist, da

- a) die vorbenannten Niederschlagsereignisse eine besonders hohe raum-zeitliche Variabilität und Komplexität aufwiesen
- b) es je nach Flusseinzugsgebiet auch weitere Faktoren gegeben hat, welche teilweise maßgeblich zur Verschärfung der jeweiligen Hochwassersituation beigetragen haben.

2. Synoptische Entwicklung

2.1. Beschreibung der Entwicklung

Die synoptische Entwicklung entsprach zwar keiner klassischen „Vb-Entwicklung“, wies aber doch entscheidende Merkmale einer solchen Wetterlage auf. Zunächst war am 7. August eine von der Ostsee über Polen und Tschechien bis nach Österreich verlaufende barokline Zone vorhanden. Dabei wurde subtropische Luft mit Taupunkten von mehr als 20 Grad auf der Ostflanke dieser Tiefdruckzone nach Norden geführt (Abbildung 1), während über den westlichen Teilen Europas kühlere und trockenere Luft lag.

Durch die Entwicklung eines Tiefs über Polen im Bereich eines quasistationären Höhentiefs mit Zentrum über der nördlichen Adria, später über Ungarn, wurde die subtropische Luft in der oberen Troposphäre (300 hPa) mit großer Geschwindigkeit von Südosten her herantransportiert und großräumig gehoben („Aufgleiten“). Bedingt durch den großen Feuchtegehalt der Luft (sehr hohe Werte des niederschlagbaren Wassers in der Troposphäre von 30 bis 40 mm örtlich sogar bis 45 mm) erzeugte die Hebung ein großräumiges Regengebiet, das über viele Stunden hinweg nahezu ortsfest war (Abbildung 2). Konvektive Niederschlagsanteile und orografische Zusatzhebung im Mittelgebirge verstärkten diese Regenfälle deutlich. Inwieweit sich der auf der Rückseite des Tiefs später einstellende kräftige Bodenwind aus Nordwest, welcher damit in das Elbetal im Bereich des Elbsandsteingebirges hineinwehte und in eine topografisch bedingte Konfluenz geriet, zu dem Zusatzeffekt beitrug, kann nicht abschließend quantifiziert werden. Zu diesem Zeitpunkt entsprach die Lage einer voll entwickelten klassischen Vb-Lage, allerdings unterschied sich ihre Entstehung völlig, da das Tiefdruckgebiet nicht klassisch aus einer Genua-Zyklone, sondern aus einer Kaltfront eines Tiefs über den britischen Inseln entsprang, welche von Westen nach Deutschland eindrang, sich stetig verlangsamte und sich durch vorgenannte frontogenetische Effekte erneut verstärkte. Diese Unterscheidung ist aus klimatologischer Sicht wichtig, denn das Ereignis vom 7./8. August muss von sei-

ner Genese her eher einer zonalen und nicht einer Vb-Situation zugeordnet werden. Die Rolle des blockierenden russischen Hitzehochs bei der Entstehung der Starkniederschläge, indem es das zonal fortschreitende Tief schlicht an der weiteren Ostverlagerung hinderte, muss einer eigenen Untersuchung vorbehalten bleiben, da auch das Zentraleuropäische Tief auf seiner Trogvorderseite die Warmluftadvektion und damit die Stabilisierung des Hitzehochs begünstigte.

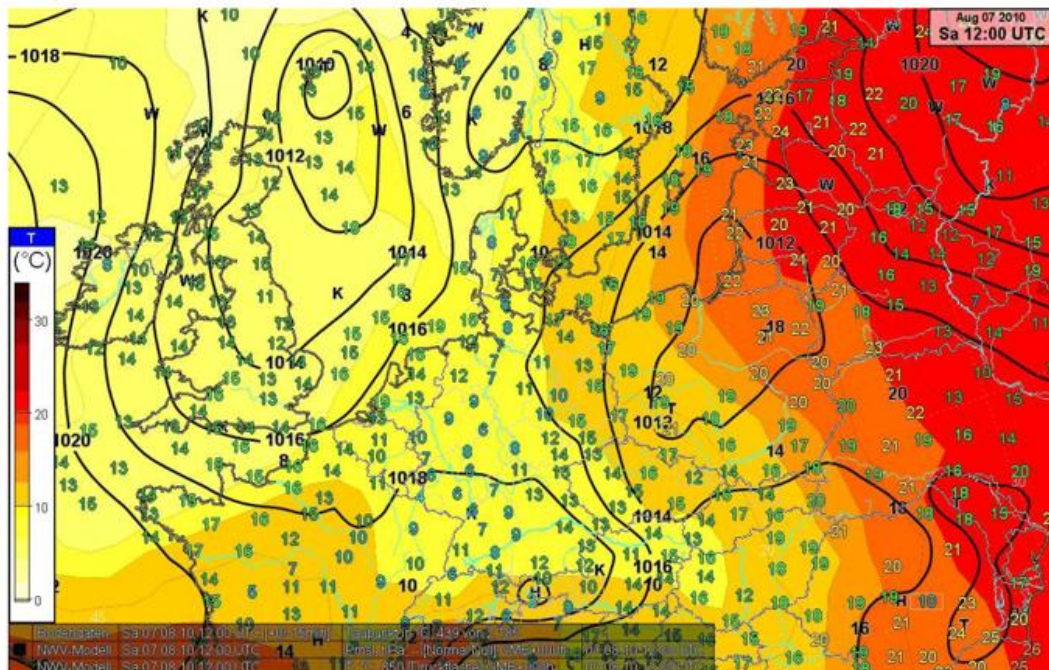


Abbildung 1: Bodennaher Luftdruck (Isolinien in schwarz), Temperatur in 850 hPa (farbige Flächen) und bodennaher Taupunkt (Zahlenwerte) am 07.08.2010, 12 UTC (Quelle: DWD, NinJo).

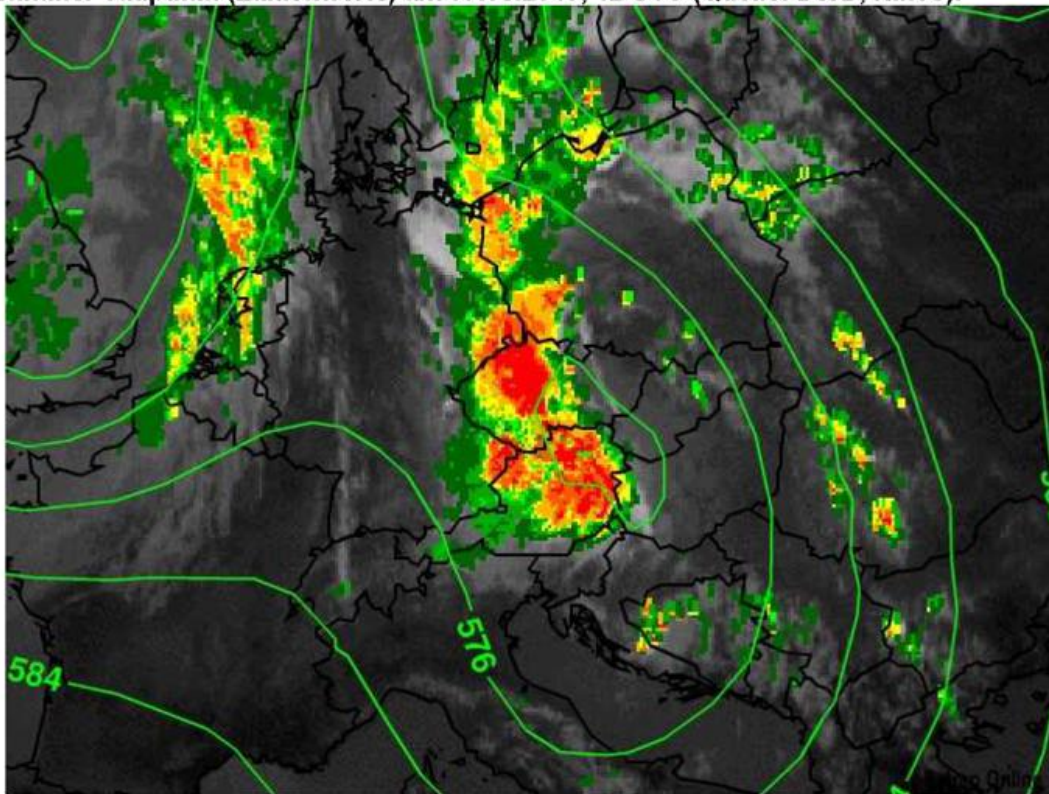


Abbildung 2: IR-Bild (MSG, schwarz-weiß), PC (Precipitable Clouds, farbig) und Analyse des Geopotentials in 500 hPa (Isolinien in grün) am 07.08.2010, 12 UTC (Quelle: SatRepOnline).



2.2. Gesamteinschätzung der synoptischen Situation

Wie in der o. g. synoptischen Übersicht beschrieben, haben verschiedene, zum Teil miteinander zusammenhängende Einflüsse zu den Starkniederschlägen geführt:

- ein Höhentief infolge eines cut-off-Prozesses,
- die mehrtägige Dauer (Quasi-Stationarität) dieser Lage,
- der Einbezug subtropischer, feuchter Warmluft in die Zirkulation dieses Tiefs,
- eine stark ausgeprägte, frontogenetisch wirkende Luftmassengrenze über diesem Gebiet,
- ein blockierendes Hoch über Russland,
- starke Hebung im Bereich des Höhentiefs bzw. kurzweiliger Randtröge durch Warmluftadvektion, teils auch durch positive Vorticity-Advektion,
- Vb-artige Zugbahn eines Bodentiefs (wobei allerdings die Entstehung des Tiefs nicht einer typischen Vb-Lage entsprach),
- konvektive Zellen innerhalb des Niederschlagsgebietes,
- Hebung durch orografische Effekte an den Mittelgebirgen.

Diese Faktoren spielten auch bei fast allen Hochwasserlagen der letzten ca. 15 Jahre über diesem Gebiet eine mehr oder weniger entscheidende Rolle.

Das betroffene Hauptniederschlagsgebiet ist sicherlich von seinem gegliederten Gelände her gesehen für Starkniederschläge prädestiniert und die wetterlagenbedingten Einflüsse treten für sich allein genommen nicht unbedingt selten auf. Ausschlaggebend war hier jedoch das gleichzeitige Zusammenwirken dieser Einflüsse, das in seiner Gesamtheit mit entsprechend geringer Wahrscheinlichkeit auftritt und somit zu den lokal sehr hohen Wiederkehrzeiten geführt hat.

Bemerkenswert war übrigens die Vorgeschichte zu dieser Wetterlage. Die Front des Tiefs „Viola“, an der das Starkniederschlagsgebiet später entstand, formierte sich bereits über dem Atlantik und erreichte am 04.08.2010, schon weitgehend okkludiert, Mitteleuropa. Gleichzeitig breitete sich jedoch ein Höhentrog von der Nordsee her nach Südosten aus und ein Höhentief tropfte ab. Dessen Hebungsgebiete führten zur Verstärkung der frontalen Niederschläge und zur Bildung von Teiltiefs an der Front. Dadurch fielen auch vor diesem Ereignis im Alpenraum und während diesem Ereignis auch im Oderraum hohe Niederschlagsmengen (vgl. Abbildung 6). So wurden am Vortag des Niederschlagsereignisses (05.-06.08.2010) im Alpenraum bereits hohe 24-stündige Niederschläge über 50 mm, örtlich über 120 mm gemessen. Diese hatten ebenfalls Hochwasserauswirkungen, vor allem im oberen Donaeinzugsgebiet. Der Hauptluftmassengegensatz zwischen wärmerer Luft über Russland und kühlerer Luft über Mitteleuropa bestand zu dieser Zeit jedoch schon etliche Tage (und führte unter anderem zur lang andauernden Hitzewelle über Osteuropa). Daher nahm die ehemals okkludierte Front Kalt- bzw. Warmfrontcharakter an (Warmfrontcharakter wegen der Tiefdruckbildung). Die Front zog dann zwar weiter ostwärts, das Höhentief blieb jedoch weiterhin über dem betroffenen Gebiet wetterwirksam. In der Nacht vom 08. zum 09.08. folgte bereits die nächste Front des Tiefs „Wilhelmina“ vom Atlantik her über Mitteleuropa, aber mit geringerem Niederschlag, da dieses Tief sowohl in Bodennähe als auch in der Höhe deutlich schwächer ausgeprägt war. Einige Tage später, am 15.08., brachte noch ein weiteres Tief („Yvette“) weitere, z. T. gewittrige Niederschläge, die auch zu weiteren Hochwasserschäden an der Spree führten. Auch schon vor diesem Ereignis erfolgten seit Ende Juli Trogvorstöße über Mitteleuropa von Nordwest nach Südost mit häufigen, z. T. auch konvektiven Niederschlägen. Das Ereignis steht also im Sommer 2010 nicht allein, sondern ist eingebettet in eine über mehrere Wochen anhaltende rege Niederschlagstätigkeit.

3. Gesamtmengen, zeitliche Entwicklung und räumliche Verteilung der Niederschläge

3.1. *Niederschlagssummen und ihre zeitliche Entwicklung:*

Im westlichen Sachsen (Aue) fiel der Großteil des Niederschlages vom 06.08.2010 06 UTC bis 07.08.2010 06 UTC (Abbildung 3). An verschiedenen Stationen in den nördlichen Ausläufern des Erzgebirges wurden zwischen 40 und 60 mm Niederschlag gemessen mit Extremwerten von 71 und 75 mm in Stützengrün und Chemnitz. Für den Zeitraum vom 06.-09.08.2010 ergaben sich an verschiedenen Stationen Tagesniederschlagssummen von etwa 90 mm.

Im östlichen Sachsen (Bertsdorf-Hörnitz, Rosenthal-Bielatal) und in Tschechien (Liberec) erbrachte die Messung am 08.08.2010 die höchsten Niederschlagsmengen. Die Station Bertsdorf-Hörnitz verzeichnete zum Messzeitpunkt eine Niederschlagshöhe von über 100 mm für die letzten 24 h (Abbildung 3). Im gesamten Zeitraum vom 06.-09.08.2010 wurden in Bertsdorf-Hörnitz insgesamt 163 mm und in Liberec sogar 187 mm gemessen.

Die polnischen synoptischen Stationen im Dreiländereck Jelenia Gora und die rund 1600 m hoch gelegene Bergstation Sniezka/Schneekoppe meldeten im Zeitraum 06.-08.08.2010 97 bzw. 68 mm Niederschlag. Auch hier fielen die höchsten 24-stündigen Mengen am 08.08.2010 (60 mm in Jelenia Gora, 57 mm auf der Schneekoppe).

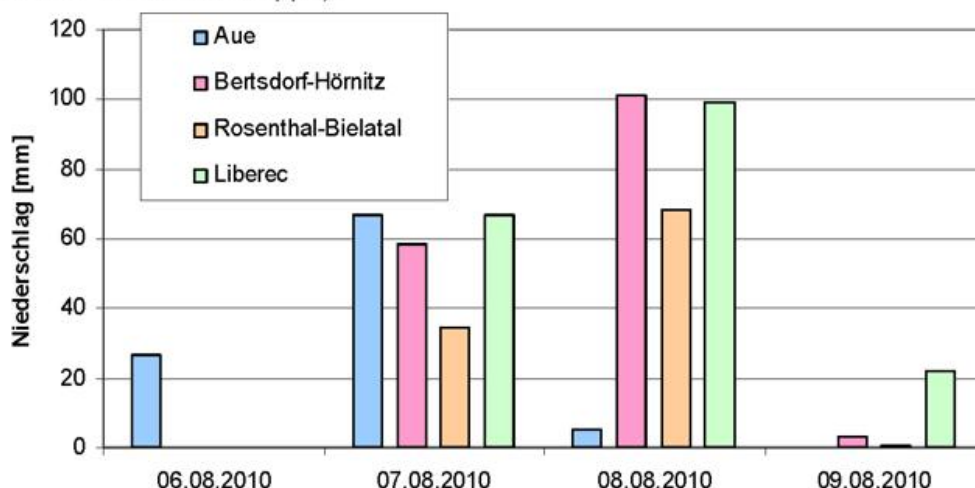


Abbildung 3: Niederschlagssummen für 24 Stunden an ausgewählte Stationen in Sachsen und Tschechien, Messzeitpunkt jeweils 06 UTC am angegebenen Tag

Betrachtet man die Niederschläge an ausgewählten Stationen Ostsachsens in stündlicher Auflösung (Abbildung 4), so fällt der Schwerpunkt der Niederschläge bei den meisten Stationen auf den Nachmittag des 7. August. Dies gilt nur nicht für die Station Bertsdorf-Hörnitz, die sowohl bezüglich des früheren Schwerpunktes am Vormittag des 7. August als auch bezüglich der stündlichen Niederschlagsraten exzeptionell war. Eine klimatologische Einschätzung der Niederschlagssummen anhand ihrer Wiederkehrzeiten erfolgt im Kapitel 4.3.

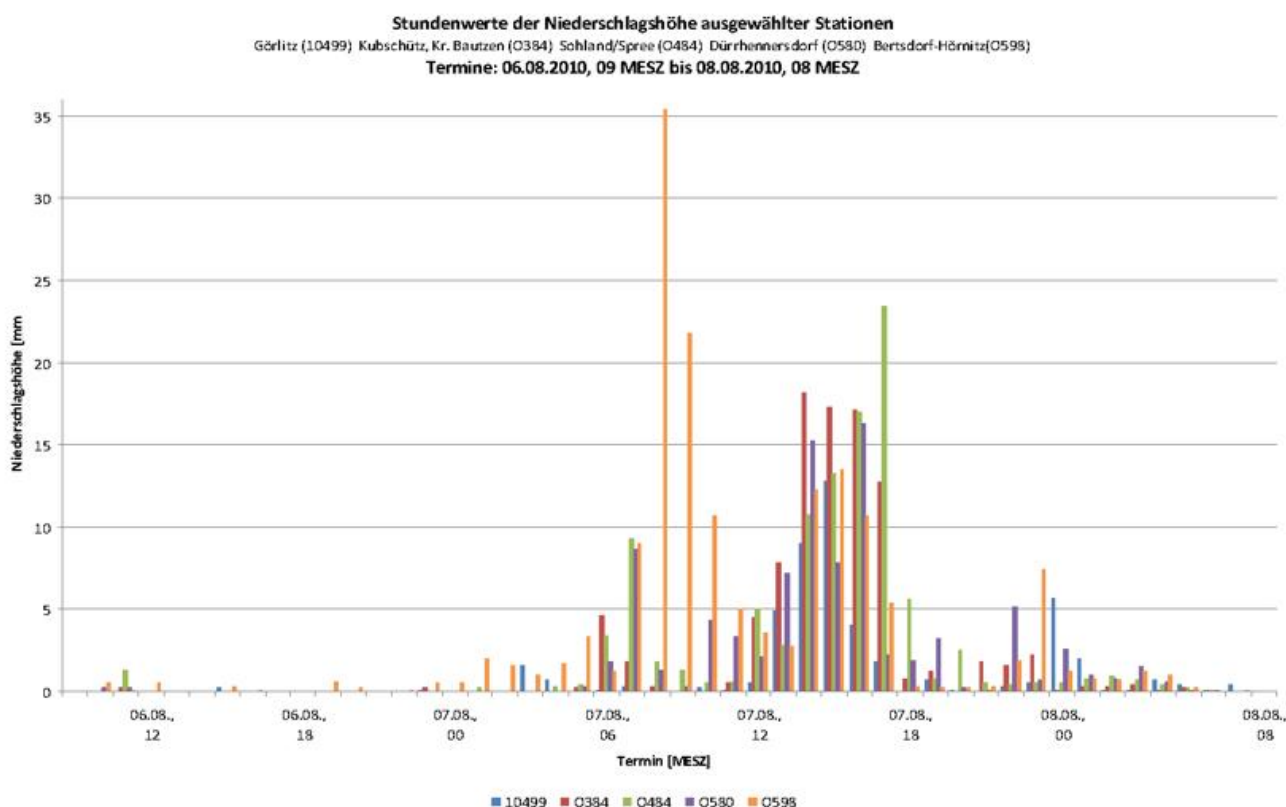


Abbildung 4: Stundenwerte des Niederschlages an ausgewählten Stationen der Region Ostsachsen.

3.2. Räumliche Verteilung der Niederschläge im Dreiländereck

Der Niederschlagsschwerpunkt lag in Nordböhmen (Abbildung 5 und Abbildung 6). Er erstreckte sich über die Quellgebiete der Lausitzer Neiße, der Spree und Teileinzugsgebieten der Elbe im Bereich Nordböhmen und Sachsen (Abbildung 7) wie z. B. der Kirnitzsch, der Kamenice im Grenzgebiet zwischen Tschechien und Deutschland und der Ploucnice (Polzen). Bezogen auf Ostsachsen lag also lediglich die Region des Zittauer Gebirges mit Bertsdorf-Hörnitz voll im Schwerpunkt der stärksten Niederschläge (Tabelle 1).

Neben den lokal sehr hohen Tages- und Kurzzeitniederschlägen hat also offenbar auch die räumliche Ausdehnung des Niederschlages auf ein größeres Gebiet, das „passend“ die Einzugsgebiete der betroffenen Flüsse traf, zum Hochwasser geführt.

Es sind am 7. August auch erhebliche Mengen im Bereich der Sächsischen Schweiz niedergegangen. Ein weiterer Schwerpunkt nördlich vom Dreiländereck im Nordwesten von Polen lag zu weit im Unterlauf von Neiße und Oder, um auf die Hochwassersituation noch einen gravierenden Einfluss zu haben. Flächengemittelt über die Schwerpunktgebiete traten für diesen 3-Tage-Zeitraum Werte über 50 mm auf, lokal über 150 mm.



- 6 -

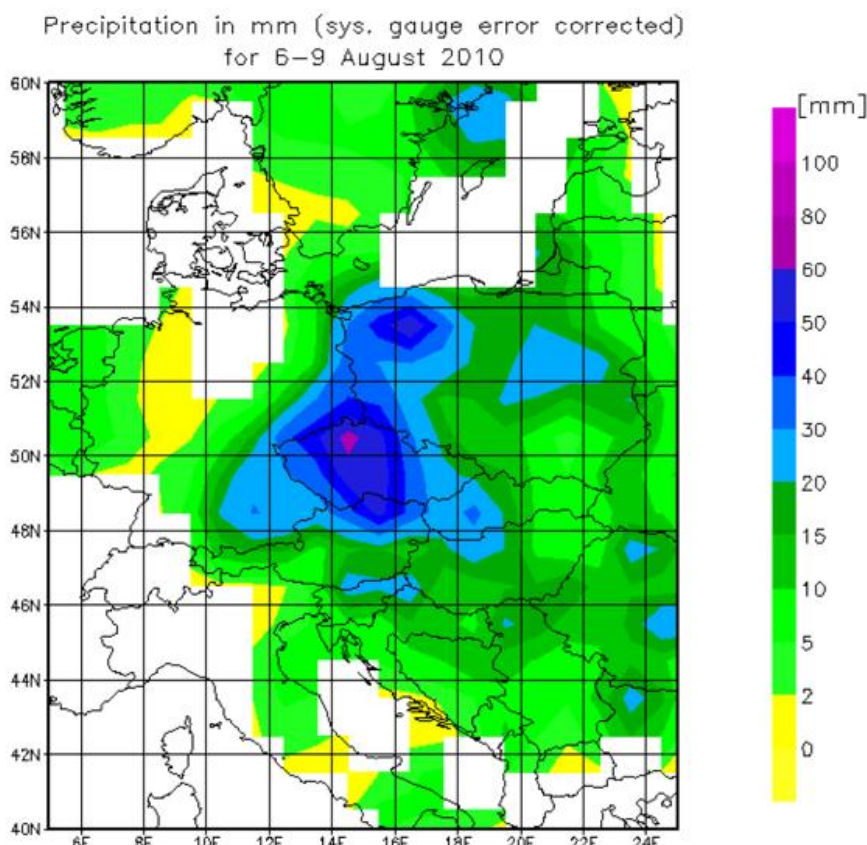


Abbildung 6: Niederschlagssummen (Gebietsniederschläge in einem Raster von $1^\circ \times 1^\circ$ räumlicher Auflösung in geografischer Länge und Breite), berechnet aus Meldungen synoptischer Stationen im Zeitraum 06.–09.08.2010 in Mitteleuropa (Quelle: Weltzentrum für Niederschlagsklimatologie, DWD).

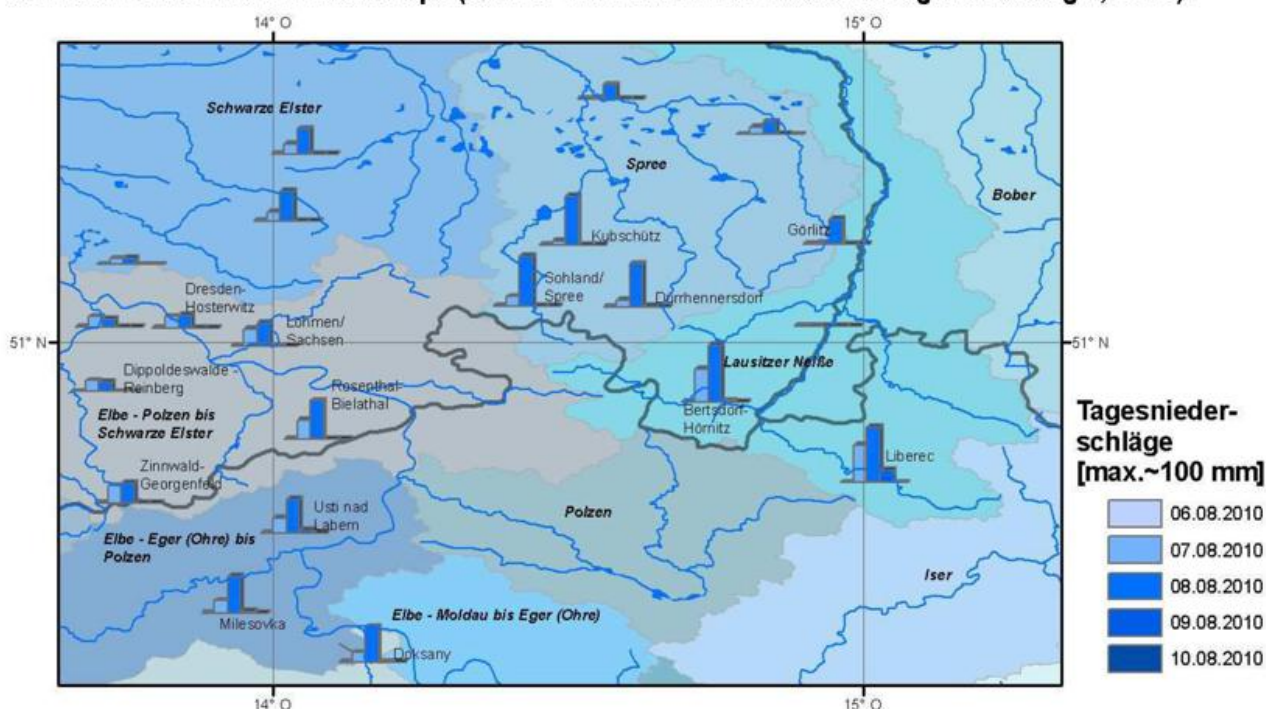


Abbildung 7: Tagesniederschläge von SYNOP-Stationen im Dreiländereck mit Flusseinzugsgebieten zum Messzeitpunkt jeweils 06 UTC am angegebenen Tag. Von West nach Ost sind die Einzugsgebiete von Elbe-Eger, Elbe-Polzen bis Schwarze Elster, Schwarze Elster, Elbe-Moldau, Polzen, Spree, Lausitzer Neiße, Iser und Bober farblich hervorgehoben.

4. Klimatologische Einschätzung der Niederschlagssummen

4.1. Lokale Vergleiche zum klimatologischen Mittel

Abbildung 8 zeigt, dass die Niederschlagssummen der Station Liberec für die letzten Monate des aktuellen Jahres sich teilweise weit über dem klimatologischen Mittel bewegen. Die Niederschläge im Juli konzentrierten sich im Wesentlichen auf die zweite Monatshälfte, mit einem maximalen Tagesniederschlag von 61 mm am 18.07.2010. Insgesamt brachte der Juli etwa 180 % des Niederschlags der Referenzperiode 1961-1990. Der August begann schon recht feucht mit insgesamt 35 mm am 03.-04.08.2010, bevor der starke Niederschlag am 06.08. einsetzte. Der Monat August ergab einen relativen Wert der Niederschlagssumme von 460 % des längjährigen monatlichen Mittelwertes. Auch in Polen wurden entlang der Grenze nach Deutschland 300 % vom vieljährigen Mittel (hier 1971-2000) deutlich überschritten (Abbildung 11).

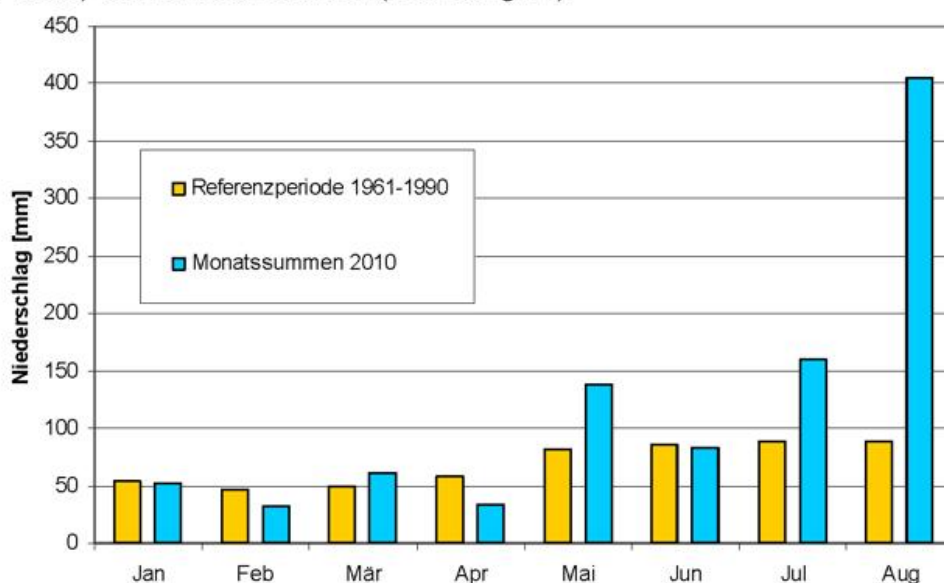


Abbildung 8: Monatssummen des Niederschlags für die Referenzperiode 1961 – 1990 und das aktuelle Jahr bis Ende August 2010 für die Station Liberec – Tschechien

4.2. Verhältnisse der flächengemittelten Niederschlagshöhen und jahreszeitlicher Kontext

Relativ gesehen im Vergleich zum Langzeitmittel zeigen sich großräumig die gleichen Schwerpunkte (Abbildung 9) wie bei den Absolutwerten (Abbildung 6). Hier lagen die flächengemittelten Werte für den Zeitraum 06.-09.08.2010 maximal in einem Bereich zwischen 80 und 100 % des vieljährigen August-Monatsmittels. Gemessen daran, dass der Monatszeitraum mehr als das Zehnfache des 3-Tage-Zeitraumes beträgt, liegen diese Niederschlagssummen natürlich weit über dem zu erwartenden Normalwert. Dies muss allerdings insofern relativiert werden, dass sich die Niederschläge gerade in den Sommermonaten wegen ihres konvektiven Charakters im Allgemeinen nicht gleichmäßig über alle Tage eines Monats verteilen. Räumlich gesehen weist das Dreiländereck im klimatologischen Mittel keine höheren Niederschlagsmengen im Vergleich zu anderen nahegelegenen Mittelgebirgsregionen auf. Dies gilt sowohl im Augustmittel als auch im Mittel über alle Sommermonate (Abbildung 10).

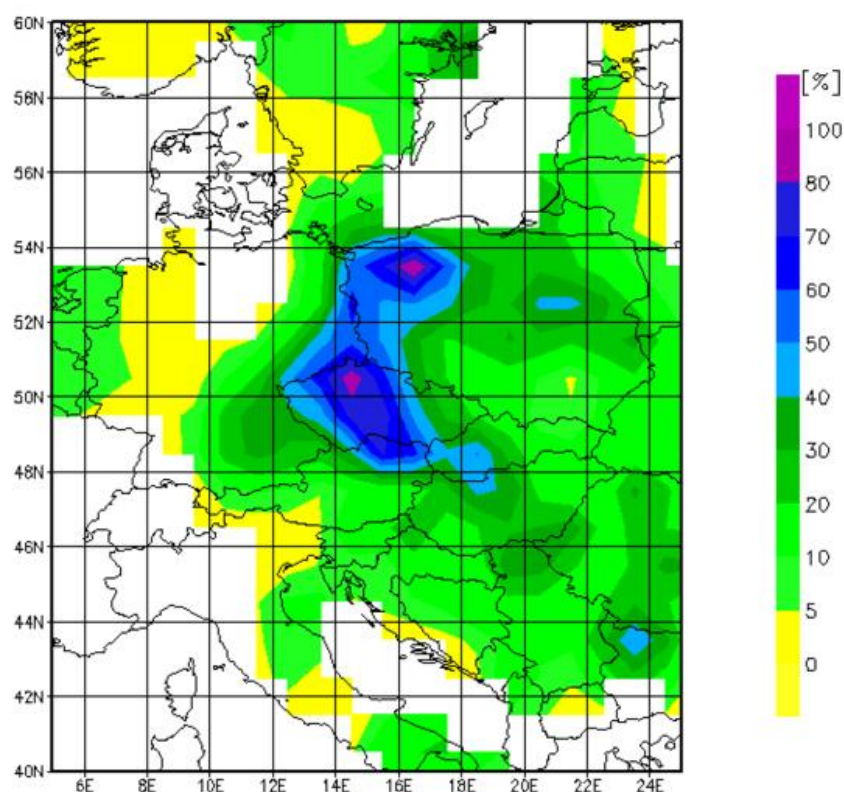


Abbildung 9: Relative Niederschlagssummen im östlichen Mitteleuropa über den Ereigniszeitraum 06.-09.08.2010, 06-06 UTC im Verhältnis zur vieljährigen mittleren Monatssumme für August 1951-2000.
Quelle: WZN, DWD

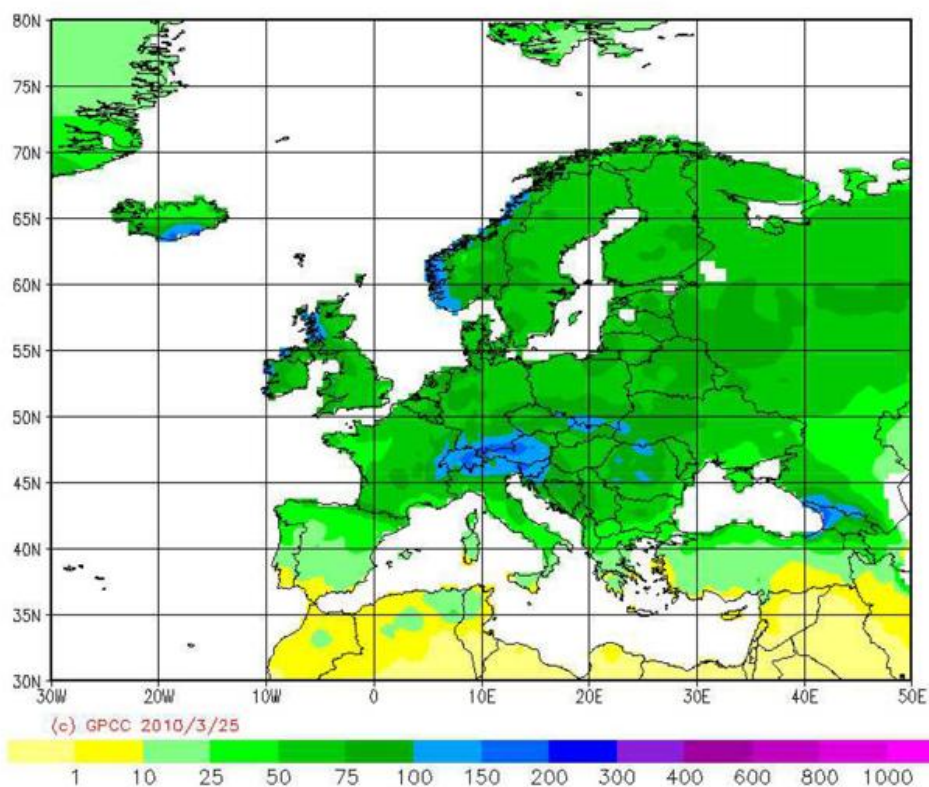


Abbildung 10: Mittlere Niederschlagssummen in Europa für Sommer 1951-2000 (Juni-August) in mm/Monat. Quelle: WZN, DWD

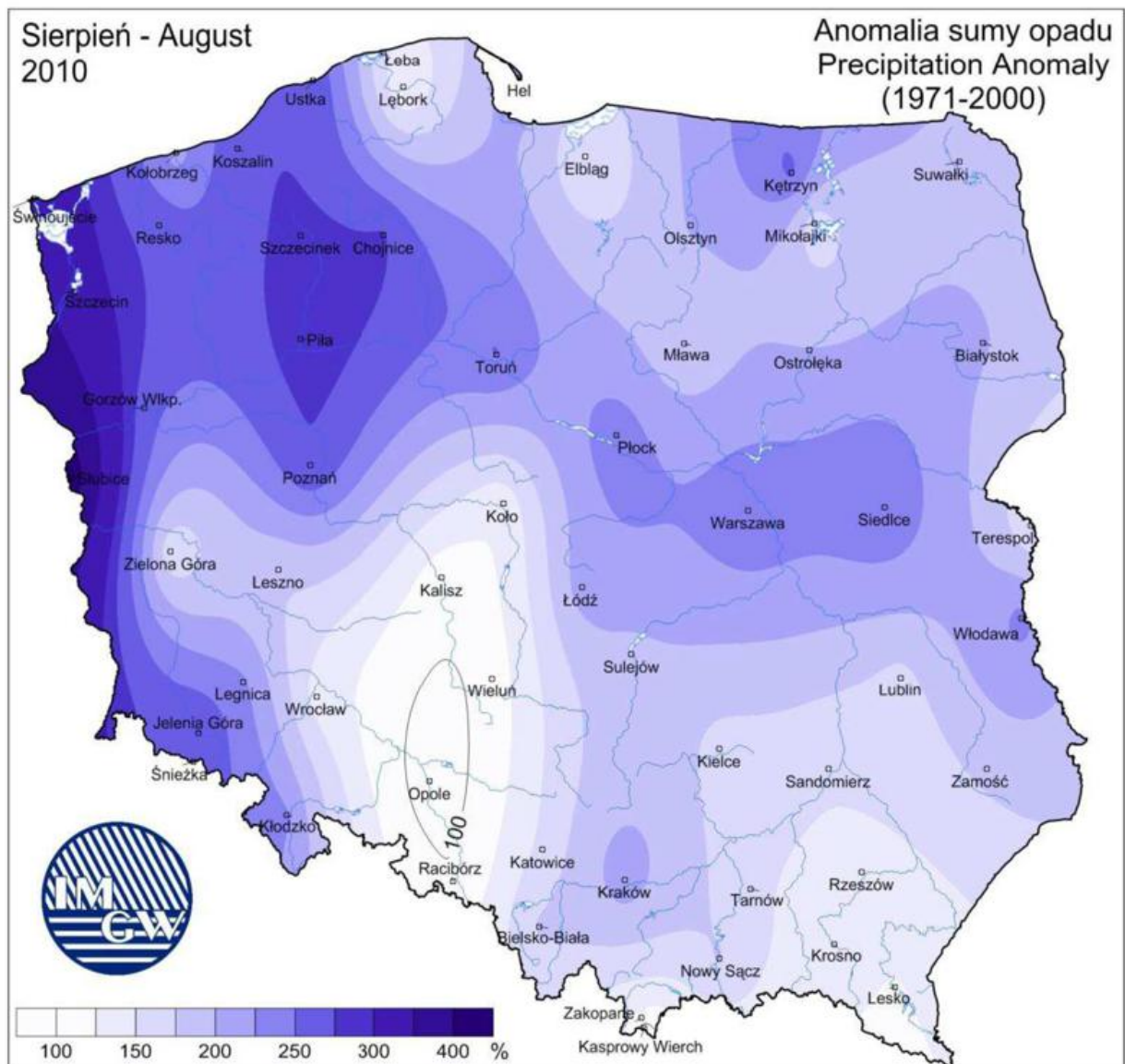


Abbildung 11: Monatssummen des Niederschlages in Polen für August 2010 in % vom vieljährigen Mittel 1971-2000 (Quelle: IMGW Polen).

4.3. Wiederkehrzeiten der Starkniederschläge

4.3.1. Ostsachsen

Untersuchungsmethode

Die in Ostsachsen bis 07./08.08.2010 aufgetretenen Werte der Niederschlagshöhe, wie sie an Stationen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) erhoben sowie mithilfe des Radarverbunds des DWD erfasst worden sind, werden mit den für diese Standorte extremwertstatistisch ermittelten KOSTRA-DWD-2000-Starkniederschlagshöhen¹ verglichen. Es wurden von Westen nach Osten gereiht die folgenden Stationen aus der Region betrachtet: Rosenthal, Lichtenhain, Sohland/Spree, Bertsdorf-Hörnitz und Görlitz.

¹Die punktuellen KOSTRA-DWD-2000-Starkniederschlagshöhen $h_N(D;T)$ in Abhängigkeit von der Dauerstufe D (Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen) und der Wiederkehrzeit T liegen als Rasterdarstellungen mit einer Auflösung von etwa 8,5 km x 8,5 km pro Rasterfeld für das ganze Jahr (Januar bis Dezember) sowie für die Zeitspannen Sommer (Mai bis September) und Winter (Oktober bis April) vor.

Ergebnisse

Wie in Tabelle 1 detaillierter ausgewiesen, hat es an allen vorgenannten Stationen nennenswerte Niederschläge zum Berichtszeitraum gegeben. Allerdings müssen diese in ihrer klimatologischen Bedeutung stark differenziert werden. So ist der Niederschlag in der vom Hochwasser stark betroffenen Stadt Görlitz mit 44 mm (Liter pro Quadratmeter) pro Tag, wobei der größte Teil bereits innerhalb von 6 Stunden fiel, klimatologisch gesehen nicht als außergewöhnlich zu bezeichnen. Die Niederschläge an den Stationen Rosenthal und Lichtenhain waren mit Tagessummen zwischen 50 und 70 Litern pro Quadratmeter zumindest am 7. August deutlich intensiver als in Görlitz; ihre Wiederkehrzeit ordnet sich mit 10 und 20 Jahren klimatologisch aber immer noch in den moderaten Bereich ein, aus dem ohne Berücksichtigung anderer Faktoren sich nicht unmittelbar eine Hochwassersituation ableiten ließe.

Station	Menge [mm]	D[h] (Termin)	Wiederkehrzeit
Görlitz	33,0	6 h (7. Aug, 6 UTC)	5 a
	44,4	24 h (7. Aug, 6 UTC)	1 a
Rosenthal	>57,0	12 h (7. Aug, 6 UTC)	10 a
	>109,0	48 h (8. Aug, 6 UTC)	10 a
Lichtenhain	>68,0	12 h (7. Aug, 6 UTC)	20 a
	>120,0	48 h (8. Aug, 6 UTC)	20 a
Sohland/ Spree	40,4	2 h (7. Aug, 15 UTC)	20 a
	53,7	3 h (7. Aug, 15 UTC)	30 a
	72,9	6 h (7. Aug, 16 UTC)	100 a
	91,4	12 h (7. Aug, 18 UTC)	100 a
	101,7	24 h (7. Aug, 18 UTC)	50 a
	104,0	48 h (8. Aug, 23 UTC)	20 a
Bertsdorf- Hörnitz	35,4	1 h (7. Aug, 8 UTC)	20 a
	57,2	2 h (7. Aug, 9 UTC)	100 a
	66,2	3 h (7. Aug, 9 UTC)	100 a
	85,5	6 h (7. Aug, 12 UTC)	> 100 a
	130,4	12 h (7. Aug, 18 UTC)	> 100 a
	145,6	24 h (8. Aug, 6 UTC)	> 100 a
	159,8	48 h (8. Aug, 6 UTC)	> 100 a

Tabelle 1: Gemessene Niederschlagssummen unterschiedlicher Dauerstufen D[h] in Ostsachsen und ihre Wiederkehrzeiten in Jahren (Jährlichkeiten)

Exzeptionell war jedoch der Niederschlag im Raum Bertsdorf-Hörnitz vom 6. bis 8. August 2010 von mehr als 150 l/m². Ein Niederschlagsereignis dieser Art kommt dort klimatologisch weitaus seltener als alle 100 Jahre vor. Bertsdorf-Hörnitz liegt im Zittauer Gebirge, welches in die Lausitzer Neiße entwässert.

Allerdings wäre der gemessene Niederschlag auch repräsentativ für Gebiete nordwestlich gewesen, welche bereits in die Spree entwässern. Dies wird anhand der Statistik für Sohland/Spree offenbar. Hier wurde innerhalb von 24 Stunden bis zum 8. August, 6 UTC eine Niederschlagshöhe von mehr als 100 mm gemessen. Davon sind mehr als 70 mm innerhalb von 6 Stunden gefallen, was seltener als alle 50 Jahre vorkommt. Sucht man den Spitzenwert im Wiederkehrzeitprofil vom 6. bis 9. August, so findet man den 12-h-Wert von 91,4 mm in Sohland/Spree am 7. August (Abbildung 4). Dies kommt in der Tat auch nur einmal in 100 Jahren vor und ist somit eine der Ursachen für die extremen Pegelstände der Spree an den darauf folgenden Tagen.

4.3.2. Dreiländereck Sachsen, Tschechien und Polen

Lokal betrachtet weisen die Wiederkehrzeiten der in den 3 Tagen gemessenen Niederschlagshöhen zumindest in Ostsachsen mehrfach Werte bis zu 20 Jahren auf, jedoch nur vereinzelt über 100 Jahre. Nach den Daten von ECA&D (<http://eca.knmi.nl>) haben im Dreiländereck bereits Tagessummen

um 50 mm eine 50-jährige Wiederkehrzeit (Abbildung 12). Die maximalen Tagesniederschläge dieses Ereignisses lagen lokal sowohl auf deutscher als auch auf tschechischer und polnischer Seite darüber. Die 24-stündige Niederschlagssumme vom 08.08 an der Station Liberec mit 99mm liegt deutlich über dem Wert der 50-jährigen Wiederkehrzeit von 82mm. Damit ist dieses Niederschlagsereignis insgesamt (aber nicht überall innerhalb des Hochwassergebietes) klimatologisch sicher als außergewöhnlich, jedoch nur lokal bzw. über eine relativ kleine Fläche als ein extrem seltenes Ereignis einzustufen.

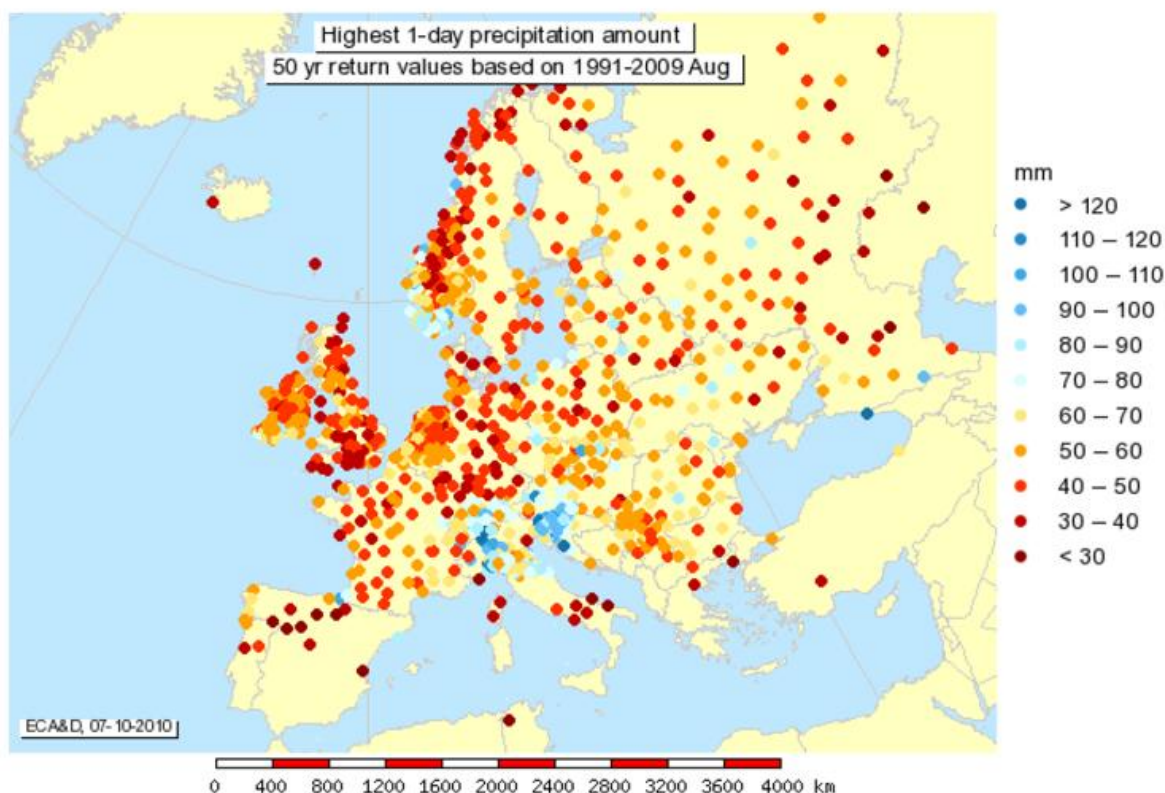


Abbildung 12: Höchste tägliche Niederschlagssummen mit 50-jähriger Wiederkehrzeit im August (Zeitraum 1991-2009) (Quelle: ECA&D; <http://eca.knmi.nl>)

5. Hydrologische Auswirkungen und Schäden

Durch den starken anhaltenden Niederschlag kam es zu einer schnellen Abflusskonzentration und zu einem starken Anschwellen der noch kleinen Bäche. Die jungen Gewässer verwandelten sich vielerorts in reißende Flüsse. Die hohen Abflussmengen konnten in den Flussbetten nicht abgeführt werden, so dass es vielerorts zu Überschwemmungen oder Deichbrüchen kam.

5.1. Spree

Am Pegel Bautzen hat das Einzugsgebiet der Spree lediglich eine Größe von 276 km². Der schnell ansteigende Wasserstand der Spree führte in der Nacht zum Sonntag, den 08.08.2010 zu einem Deichbruch im Betriebsgelände des Schienenfahrzeugherstellers Bombardier in Bautzen. Das Werksgelände wurde bis zu einer Höhe von 1,5 m überschwemmt. Ebenfalls in dieser Nacht sprang der Hochwasserüberlauf der Talsperre Bautzen an, der den Staudamm vor Überflutung bei gefüllter Talsperre schützt. Durch die Talsperre konnte der maximale Durchfluss der Spree im Oberlauf von 165 m³/s auf 65 m³/s im Unterlauf reduziert werden. Da an der Talsperre Spremberg Bauarbeiten im Bereich des Auslasses erfolgten, war die Talsperre nur gering gefüllt. Somit konnte eine große Menge der Wassermassen aufgenommen werden. Allerdings war eine kurzfristige Ertüchtigung des



Auslasses notwendig, um das einströmende Wasser wieder abgeben zu können. Die Abgabemenge wurde in mehreren Schritten von 10 m³/s auf 70 m³/s erhöht. Die im Stausee enthaltene Wassermenge erhöhte sich um ca. 15 Mio. m³. Der Hochwasserscheitel in Spremberg lag bei 384 cm und es wurde die Alarmstufe 3 ausgerufen. Durch den verstärkten Auslass erhöhte sich der Wasserstand der Spree in Cottbus bis auf 225 cm. Dieser Wasserstand blieb aber unter dem Richtwert für die Alarmstufe 1.

5.2. *Neiße*

Die größten Schäden gab es in der polnischen Stadt Bogatynia. Ein kleiner Bach verwandelte sich dort durch die starken Regenfälle zu einem reißenden Fluss und zerstörte einen Großteil der 18.000 Einwohner zählenden Stadt. Konnte an der Spree der Hochwasserscheitel durch die vorhandenen Talsperren deutlich gemindert werden, kam es an der Neiße durch den Dammbruch an der Talsperre Witka zu einer extremen Verstärkung der Hochwasserwelle. Insgesamt 5 Mio. m³ Wasser gelangten zusätzlich in die Neiße. Dies entspricht ungefähr dem mittleren Durchfluss von 80 Tagen am Pegel Görlitz. In der Folge kam es zu einem schnellen Anstieg der Wasserstände der Neiße und zu erheblichen Überflutungen im Görlitzer Stadtgebiet. Der Hochwasserscheitel in Görlitz lag mit 720 cm 40 cm höher als die bisherige Höchstmarke beim seit 1912 beobachteten Pegel. Der bisherige Höchstwert wurde mit 678 cm im Sommer 1981 gemessen. Ein Deichbruch im Bereich des Berzdorfer Sees führte zu einem schnellen Auffüllen des ehemaligen, zum größten Teil bereits gefluteten Tagebaues. Der Wasserspiegel des etwa 900 ha großen Sees stieg um 45 cm. Trotz der abgeflossenen Wassermengen konnten die Überschwemmungen im Görlitzer Stadtgebiet nicht verhindert werden. Flussabwärts waren Bad Muskau und der Grenzzort Guben/Gubin von dem Hochwasser betroffen. In Bad Muskau wurden Teile des zum Weltkulturerbe zählenden Fürst-Pückler-Parks überschwemmt und in Guben Straßenzüge entlang des Flusslaufes auf deutscher und polnischer Seite. In Groß Bademeusel wurde die Alarmstufe 4 ausgerufen, in Guben überschritten die Wasserstände die Richtwerte für die Alarmstufe 3.

5.3. *Chemnitz und Pleiße*

Im westlichen Sachsen im Raum Chemnitz und Zwickau kam es auf Grund der starken Niederschläge an den Flussläufen der Pleiße und der Chemnitz und deren Nebenflüsse zu teils erheblichen Überschwemmungen. In Neukirchen gab es drei Todesopfer.

5.4. *Nebenflüsse der Elbe*

Im tschechischen Einzugsgebiet der Elbe waren besonders die Gebiete um Liberec, Decin und Usti nad Labem betroffen. Dort lag auch der Niederschlagsschwerpunkt des Tiefdruckgebietes „Viola“. Dabei verwandelten sich kleine Bäche in Kürze in reißende Flüsse. In Frydlant mussten Menschen mit Hubschraubern evakuiert werden, weil sie sich nicht rechtzeitig aus der Gefahrenzone bringen konnten. Unterstützt wurden die tschechischen Rettungskräfte von deutschen Kollegen. An den Pegeln der Ploucnice (Abbildung 13) in Ceska Lipa und Benesov wurde die Alarmstufe 3 ausgerufen. Im Bereich des Elbsandsteingebirges kam es sowohl auf tschechischer als auch auf deutscher Seite zu Überflutungen. Betroffen waren hier das Tal der Kamenice und das Kirnitzschtal. Die Hochwasserwelle war durch einen schnellen Anstieg gekennzeichnet. Nach dem Durchgang des Hochwasserscheitels erfolgte ebenfalls ein recht schneller Abfall der Wasserstände und Durchflüsse, und es offenbarte sich mancherorts ein Bild der Verwüstung.

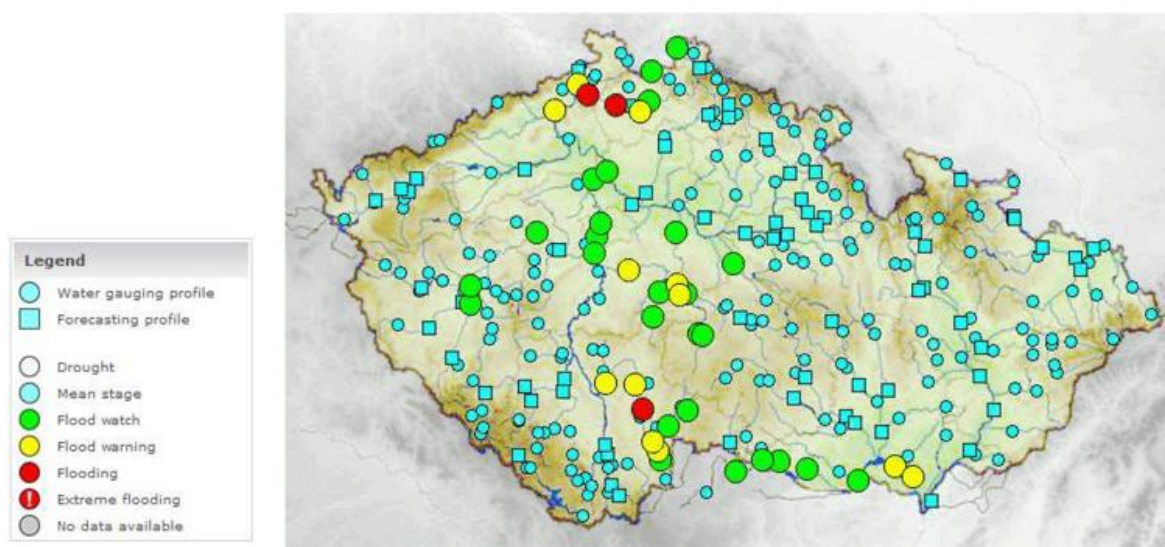


Abbildung 13: Hochwasserlage in Tschechien am 9. August 2010 mit Hochwasserwarnungen in Nord- und Südböhmen. (Quelle: <http://hydro.chmi.cz>)

6. Todesfälle und sonstige Schäden

Insgesamt fielen 11 Menschen den Fluten zum Opfer. Davon 3 Personen im westlichen Sachsen, 3 in Polen und 5 in Tschechien.

Der schnelle Anstieg der Wasserstände überraschte viele Menschen. Sie konnten sich nicht rechtzeitig in Sicherheit bringen oder sind bei dem Versuch, ihr Hab und Gut in Sicherheit zu bringen, ertrunken.

Vielerorts mussten Menschen evakuiert werden, um sie vor den herannahenden Wassermassen zu schützen. Es kam zu Stromausfällen und zum Ausfall der Wasserwerke in Görlitz und Bautzen.

Die sächsische Landesregierung geht von Unwetterschäden in Höhe von bis zu 150 Millionen Euro aus. Es kam zu Umsatzeinbußen, da Betriebe wie der Schienenfahrzeughersteller Bombardier und der Outdoorausrüster Yeti wegen der Flut ihre Produktion einstellen mussten und Touristen ihre Buchungen stornierten.

Im Kreis Liberec wurden viele Brücken beschädigt, 7 Brücken wurden vom Wasser mitgerissen.

7. Einschätzung der Hochwassersituation

Für das Hochwasser von Elbe, Spree und Neiße sowie weiteren Nebenflüssen kann sowohl zeitlich als auch räumlich ein Zusammenhang mit den o. g. Starkniederschlägen eindeutig abgeleitet werden. Allerdings ist dieser Zusammenhang relativ komplex. Die Gebiete, die in sehr unterschiedlicher Ausprägung von den Niederschlägen betroffen waren, werden von verschiedenen Flüssen entwässert. Außerdem hat gerade in diesem Fall ein Dambruch als ein nicht-klimatischer Einfluss erheblich beigetragen wie z.B. der Bruch des Witka-Staudamms für die Neiße. Abgesehen davon kann jedoch zumindest für die beiden größeren Flüsse Elbe und Neiße der Starkniederschlagsschwerpunkt über dem Norden Tschechiens als Hauptursache identifiziert werden. Im Fall der Spree werden eher die Niederschläge im Zittauer Gebirge und im Lausitzer Bergland an der Grenze zu Tschechien zugeordnet, welche sich mehr am Rand des Niederschlagsschwerpunktes befanden.

7.1. Vergleich mit früheren Hochwasserereignissen

Hochwasser ist generell kein seltenes Ereignis in diesem Gebiet und in Mitteleuropa (Tabelle 2).



Jahr	Monat	Einzugsgebiet
1997	Juli	Oder
1999	Mai	Donau
2001	Juli	Weichsel
2002	August	Elbe/Donau
2005	August	Donau
2010	Mai	Oder/Weichsel
2010	August	Neiße/Spree/Elbe
2010	September	Neiße/Elbe-Elster

Tabelle 2: Vergleichbare Hochwasserereignisse aufgrund von Vb-artigen Wettersituationen in den letzten Jahren

Nur etwa 7 Wochen nach diesem Ereignis folgte ein weiteres Hochwasser in Sachsen Ende September 2010 vor allem im Einzugsgebiet der Neiße mit vergleichbaren Niederschlagsmengen. Nur wenige Monate früher im Mai 2010 gab es ein Hochwasserereignis im östlichen Mitteleuropa (Belz und Wiechmann, 2010), das im DWD ebenfalls analysiert wurde (Bissolli et al. 2010). Die synoptische Entstehungsgeschichte verhielt sich jedoch beim Mai-Hochwasser, obwohl es sich dort auch um eine Vb-ähnliche Situation handelte, deutlich anders als beim August-Hochwasser und der Schwerpunkt der Niederschläge lag im Mai sehr viel weiter östlich als im August; das Ereignis im Mai war auch wesentlich großflächiger. Weitere Vergleiche mit früheren Hochwasserereignissen wurden von Bissolli et al. (2010) beschrieben.

8. Einschätzung des Klimawandels als möglicher Einfluss

Der bislang jüngste (vierte) IPCC Bericht (Salomon et al, 2007) weist im globalem Maßstab auf einen wachsenden Anteil von Extremniederschlägen am gesamten Jahresniederschlag während der letzten Jahrzehnte hin. Für die Zukunft ist gemäß der im IPCC Bericht berücksichtigten Ergebnisse über Mitteleuropa im Sommer eher eine Abnahme der Niederschlagssumme zu erwarten (außer im Norden). Dabei bestehen allerdings zwischen den einzelnen Klimamodellen noch große Unterschiede. Die zukünftige Veränderung der Niederschlagsintensität und der Häufigkeit von Starkniederschlägen ist für Mitteleuropa noch sehr unsicher. Für eine Zunahme spricht die globale Erwärmung, die auch einen zunehmenden Wasserdampfgehalt bedeuten würde. Für eine Abnahme spricht die erwartete Abnahme der mittleren Niederschlagsmenge, die sich wahrscheinlich auch auf die Extremereignisse auswirken müsste.

Außerdem wird eine verstärkte antizyklonale Zirkulation über dem Nordost-Atlantik prognostiziert und damit auch eher antizyklonale Verhältnisse über dem westlichen und eher mehr Trog-situationen über dem östlichen Europa. Das würde dafür sprechen, dass insbesondere mehr im östlichen Europa die Starkniederschlagsereignisse zunehmen, vor allem in La Niña Phasen. Wo genau die Extremniederschläge zukünftig vor allem auftreten werden, können die Klimamodelle wegen ihrer geringen räumlichen Auflösung sicher nicht zuverlässig prognostizieren; es wäre aber zu erwarten, dass im Bereich der Vb-Zugstraßen und in gegliedertem Gelände am ehesten auch in Zukunft solche Ereignisse auftreten werden.

Auf regionalen Klimamodellen beruhende Klimaprojektionen sagen in ihrer Mehrzahl einen Trend zur Zonalisierung der Großwetterlagen über Zentraleuropa voraus, allerdings mit einem ausgesprochenen Nordwest-Südost Gradienten bzgl. der daraus abgeleiteten Niederschlagstrends, welche eher auf eine erhöhte Frequenz maritim geprägter Niederschlagsereignisse hindeuten. Es stellt sich die Frage, ob die Ergebnisse von Fricke (2009) zum Zusammenhang von Starkniederschlägen mit zentraleuropäischen Tiefs (Trog-lage Mitteleuropa) dahingehend differenziert werden müssen, dass die Zunahme von Tiefdrucktätigkeit eher aus der Addition von immer noch auftretenden klassischen Vb-Lagen und den nur Vb-artigen Lagen mit Tiefs zonaler Herkunft, resultiert. Es bedarf weiterer Untersuchungen um zu klären, ob letztere Lagen eher durch eine östliche Verschiebung von ostat-

lantischen cut-off-Prozessen nach Europa hinein entstehen, oder eine durch die globale Erwärmung verstärkte Zyklonogenese in einem zunehmend durch hohe potentielle Verdunstung geprägtem Mitteleuropa stattfindet, was die Notwendigkeit der Passage über den Golf von Genua zum „Auftanken“ der zur Zyklonogenese und Hebung erforderlichen feucht-labilen Energie abschwächt.

Interne Untersuchungen des DWD haben ergeben, dass zumindest in Deutschland über den Zeitraum 1951-2000 kein Trend zu vermehrten extremen Niederschlagsereignissen besteht. Allerdings gibt es einen Trend zu mehr Ereignissen mit Tagesniederschlägen von mehr als 30 mm, der jedoch nur im Winter signifikant ist.

9. Schlussfolgerungen

Die starken Niederschläge im Dreiländereck Polen, Tschechien, Deutschland am 07.-09.08.2010 waren ein markantes Ereignis in der Region, aber in Sachsen nur an einzelnen Orten ein seltenes Ereignis. Es entstand durch eine Großwetterlage, bei der mehrere Merkmale zusammengewirkt haben, die für sich allein genommen nicht ungewöhnlich waren, aber in ihrem gleichzeitigen Auftreten. Anzeichen bestehen, dass diese Konstellation von einer bestehenden La Niña Phase gesteuert wurde. Das Ereignis wurde 3 Monate vorher von Jahreszeitenvorhersagen von EZMWF und MétéoFrance (2010) zumindest andeutungsweise erfasst. Die zukünftige Häufigkeit des Auftretens solcher Ereignisse in dem betroffenen Gebiet im Zusammenhang mit der globalen Erwärmung ist noch offen.

Quellen

Belz und Wiechmann, 2010: Frühjahrshochwasser im Osten und Südosten Deutschlands. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Referat M1, 4. Juni 2010.

http://www.bafg.de/cln_007/DE/07_Aktuelles/20100604_hw_oder_templatId=raw,property=publicationFile.pdf/20100604_hw_oder.pdf

Bissolli, P., Friedrich, K., Rapp, J., Ziese, M., 2010: Hochwasser im östlichen Mitteleuropa im Mai 2010. <http://www.dwd.de/ecsm>

Ceski Hydrometeorologický Ústav – Informační Servis,
<http://www.infomet.cz/index.php?id=read&idd=1281288892>

<http://www.e-pocasi.cz/srazkove-uhorny-pri-povodnich.html>

Fricke, W., 2009: Wetterlagen im Klimawandel – Welche Veränderungen sehen wir bereits und welche können wir erwarten? Vortrag beim 4. ExtremWetterKongress Bremerhaven, 19.02.2009

Hochwasserwarnungen und –informationen des Landesamtes für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg: Hochwassermeldezentrum Cottbus <http://www.luis.brandenburg.de/w/>

Landeshochwasserzentrum des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie www.hochwasserzentrum.sachsen.de

Météo France (2010): Seasonal Outlook for Summer Season (17(05/2010 – JJA). Bulletin Climatique Global 131, 1-20

Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.), 2007: Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/contents.html

Tschechisches Hochwasservorhersagezentrum <http://hydro.chmi.cz/hpps/index.php>

ZAMG: Unwetterbericht für August 2010, http://www.zamg.ac.at/klima/klima_monat/unwetterbericht/

Kontakt für Rückfragen

Dr. Andreas Becker,
Leiter Referat KU42 (Niederschlagsüberwachung) und WZN
Abteilung Hydrometeorologie
Frankfurter Str. 135, 63067 Offenbach am Main
Tel: +49 69-8062-2900; Fax: +49 69-8062-3987
e-mail: andreas.becker@dwd.de