Flutkatastrophen in Zentraleuropa – Erlebte Geschichte und Szenarien für die Zukunft

Bodensee-Symposium, Bregenz, Mai 2003

Publiziert in:
Luterbacher, J., 2004: Flutkatastrophen in Zentraleuropa - erlebte Geschichte und Szenarien für die Zukunft. In: Bedrohte Museen: Naturkatastrophen – Diebstahl – Terror. Bodenseesymposium in Bregenz (Österreicht), 19.-21.5. 2003. Internationales Symposium der ICOM-Nationalkomitees von Österreich, Deutschland, Schweiz. International Council of Museums, Austria, Germany, Switzerland, pp. 10-15.

Dr. Jürg Luterbacher[1,2]

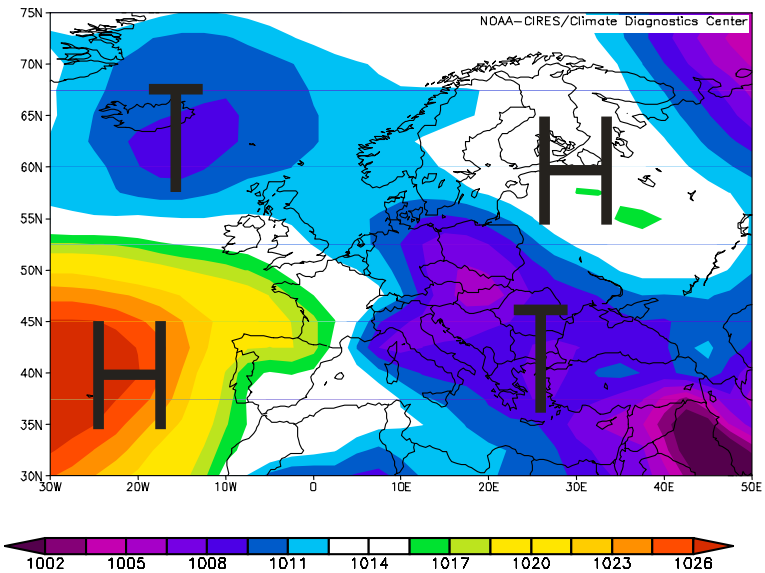
[1] Geografisches Institut, Universität Bern, Hallerstrasse 12, CH-3012 Bern, Schweiz,
email: juerg@giub.unibe.ch, Fax: ++ 41 31 631 85 11
[2] Nationaler Forschungsschwerpunkt Klima, Universität Bern, CH-3012 Bern, Schweiz

Die Wetterlage vom 6.-8. sowie vom 10.-13. August 2002 führte in Mittel- und Südeuropa verbreitet zu Rekord-Niederschlagsmengen. In der Folge kam es zu verheerenden Hochwasserereignissen mit katastrophalen Auswirkungen mit vielen Toten, Verletzten sowie großem volkswirtschaftlichen Schaden. Historische Pegelhöchststände und Zerstörungen der Infrastruktur im bisher nicht erlebten Ausmaß wurden aus Städten und Regionen im Oberlauf der Elbe, der Donau bei Passau und Regensburg und aus Österreich gemeldet.
Die Figur 1 zeigt die Verwüstungen an der Oder.

Figur 1: Aufnahme vom August 2002 im Odereinzugsgebiet. Das Schadensausmaß ist deutlich zu sehen.

Tausende Menschen mussten evakuiert werden. Zahlreiche Häuser, Betriebe, industrielle Anlagen und private wie öffentliche Infrastruktur (Straßen, Brücken, Schienen) wurden stark beschädigt oder gänzlich zerstört. Die ungefähren Schäden belaufen sich auf 3 Milliarden Euros alleine in der Tschechischen Republik, in Deutschland gar mehr als 9 Milliarden. Die Münchner Rück geht vorläufig sogar von rund 20 Milliarden Euros aus. Poliwoda und Pfister (2003, *Documentary data and the millennium flood of 2002* in PAGES Science highlights: http://www.pages.unibe.ch/shighlight/archive03/poliwoda.html) sprechen von 25 Milliarden Euros Schaden. Solche Flutschäden wurden in Gesamteuropa bisher nie erreicht.
Im folgenden werden die meteorologischen Ursachen der damals vorherrschenden Großwetterlage für das Hochwassers 2002 beschrieben. Das „2002 Ereignis“ wird dann in einen größeren historischen Kontext gestellt und es wird nach ähnlichen Flutkatastrophen in der Vergangenheit gesucht. Schließlich wird der Frage nachgegangen, wie sich die Wahrscheinlichkeit von Extremereignissen in einem künftig wärmeren Klima ändert.

Bei der hochwasserbringenden meteorologischen Situation handelt es sich um eine sogenannte 5b-Wetterlage (nach einer Klassifikation des holländischen Meteorologen W. J. van Bebber, welcher am Ende des 19. Jahrhunderts die Tiefdruckgebiete, die vom Atlantik Richtung Europa ziehen, in verschiedene Klassen eingeteilt hat). Während einer 5b-Wetterabfolge weichen die Luftmassen von ihrer üblichen West-Ost-Richtung nach Süden ab, erwärmen sich über dem Mittelmeer und laden sich stark mit Feuchtigkeit auf. Wenn sie anschließend beim Überqueren der Alpen von Süd nach Nord auf kältere Luftmassen vom nahen Atlantik stoßen und sich dadurch stark abkühlen, kommt es oft zu extremen Regenfällen in kurzer Zeit. Betroffen sind dabei vor allem die Zentraleuropäischen Regionen vom Erzgebirge bis zu den Karpaten. Eine 5b-Wetterlage war auch für die Oder-Hochwasserkatastrophe von 1997 verantwortlich. Figur 2 zeigt die Zone tiefen Luftdrucks von Island über Zentral- und Osteuropa sowie dem östlichen Mittelmeerraum bis in den Nahen Osten. Im Südwesten sowie über Skandinaven und Westrussland herrscht hoher Luftdruck. Diese Konstellation führt dazu, dass aus Südosteuropa feuchte und warme Mittelmeerluft Richtung Italien, Deutschland, Österreich, Tschechien und der Ostschweiz herangeführt wird. Gleichzeitig strömt aus dem Nordatlantischen Raum kühle Luft nach Mitteleuropa. Die feuchte warme Luft schiebt sich dabei über die kühlere Luft und führt zu starken, lang anhaltenden und intensiven Niederschlägen. Durch Gebirgseinflüsse werden diese noch verstärkt. Zusätzlich bleiben diese Niederschlagszonen durch das Hochdruckgebiet im Osten blockiert, während die Zufuhr von feuchter Luft aus dem Süden anhält. und aus Süden hielt die Zufuhr der feuchten Luft an.



Figur 1: Karte der gemittelten Bodendruckverteilung vom 6.-8. und 10.-13. August 2002, welche verantwortlich für die Überschwemmungen in Süd- und Mitteleuropa war (Quelle: NOAA-Climate Diagnostic Center). Sie zeigt tiefen Luftdruck von Island über Zentraleuropa bis in östlichen Mittelmeerraum und den Nahen Osten. Über den Azoren, Skandinavien und Westrussland herrscht hoher Luftdruck. Aus Nordwesten fließt kühle und feuchte Atlantikluft Richtung Mitteleuropa, im Lee der Alpen bildet sich ein Genautief. Zur gleichen Zeit strömt feuchte und sehr milde Mittelmeerluft aus Südosten Richtung Italien und Mitteleuropa. Die Kombination dieser Luftmassen sowie der Gebirgseffekt und die Blockierung des Hochs im Osten führen zu den langanhaltenden, intensiven Niederschlägen.

Bisher hat der Niederschlagsrekord aus dem Jahr 1954 innerhalb von 24 Stunden bei 260 Liter pro Quadratmeter (im bayerischen Rosenheim) gelegen. Das Ereignis im August 2002 hat diesen unrühmlichen Rekord geschlagen. Am 12. August 2002 sind in der gleichen Zeitspanne beispielsweise im Erzgebirge in Zinnwald-Georgenhof (Sachsen) 312 Liter pro Quadratmeter gemessen worden. Die Wiederkehrperiode für solche 24stündigen Niederschlagsmengen liegt bei rund 500 Jahren. In der Oberpfalz und im Erzgebirge regnete es in diesem Zeitraum 130 bis 170 Liter je Quadratmeter. Die höchsten Niederschlagsmengen über die Gesamtperiode des 2002-Ereignisses sind im Erzgebirge gefallen. Insgesamt schätzen die Meteorologen die gesamte Regenmenge im Oberlauf der Elbe auf 21 Milliarden m^3 (= 21 km^3) Wasser. Ein Blick auf die räumliche Niederschlagsverteilung Europas für den ganzen Monat August 2002 zeigt ein interessantes Bild (nicht dargestellt). Während die Regenmengen in vielen Teilen Ostdeutschlands, Österreichs, Norditaliens deutlich über dem langjährigen Mittelwert gelegen haben, ist im Westen und Norden Deutschlands, den Beneluxstaaten sowie England weniger Regen als gewöhnlichen im August gefallen. In Skandinavien und Westrussland hat sogar Trockenheit geherrscht (nicht dargestellt).
Zusammenfassend lassen sich die verheerenden Hochwasser im August 2002 durch eine Verkettung mehrerer Faktoren erklären:

Natürliche Faktoren

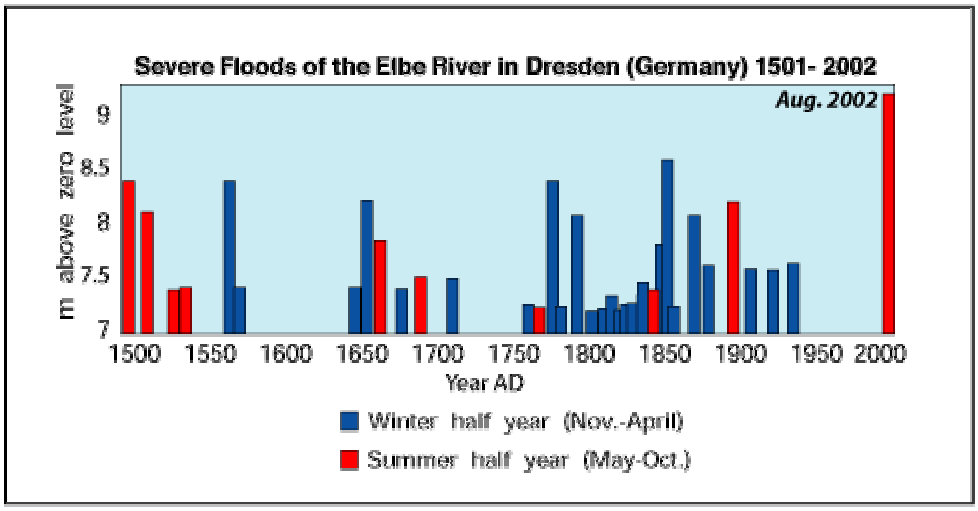
- Intensiver Regen anfangs August führt zur Wassersättigung des Bodens
- 5b-Wetterlage, dabei gleitet feuchte Mittelmeerluft über kühle Luft aus den Nordatlantik (5b-Wetterlage), was zu intensiven und langanhaltenden Regenfällen führt
- Orografische Effekte (Alpenstau) verstärken die Niederschläge
- Ein Hochdruckgebiet im Osten blockiert die Niederschlagszone und führt zu Nachschub von feuchter Luft aus Süden

Antropogene, menschgemachte Faktoren

- Bodenversiegelung sowie die, Kanalisierungen und- Begradigungen von Flüssen führt zu erhöhten Abflussgeschwindigkeiten der Wassermassen.
- Fehlende Auffangräume und Rückhaltebecken (Retention) für Wassermassen (Ausnahmen z.B. die Gottleuba Flussregion)
- Weniger Auenlandschaften und Überlaufflächen
- Hochintensive Landwirtschaftsflächen

Um das Geschehnisse vom August 2002 in einen größeren raum-zeitlichen Kontext zu stellen, ist es notwendig, die Hochwasserereignisse geschichtlichen Überlieferungen der letzten Jahrhunderte gegenüberzustellen. Denn künftige Planungs- und Vorbeugemaßnahmen gegenüber Hochwasserkatastrophen können durch kausales Verständnis aus vergangenen Ereignissen verbessert werden. Statistische Aussagen zu einem häufigeren oder geringeren Auftreten von Extremen, Trendbetrachtungen, etc. bedingen aber

lange, zeitlich möglichst hochaufgelöste und qualitativ zuverlässige Zeitreihen von einigen Jahrhunderten. Historische Quellen, wie Hochwassermarken an Gebäuden und Brückenpfeilern, Flugschriften, Bilder, und Witterungstagebücher liefern dazu wertvolle Informationen und geben detailliert Auskunft über extreme Vorkommnisse. Diese wurden von verschiedenen Zeitgenossen, aus unterschiedlichen Regionen, genau beschrieben. Dank einer breiten Aufarbeitung historischer Quellen hat man beispielsweise gute Kenntnisse von Hochwassern an Elbe, Oder, Rhein und Donau.
Mit diesen historischen Informationen ist es nun möglich abzuschätzen, wie extrem die heutigen Ereignisse, welche sehr gut mit instrumentellen Daten belegt sind, im Vergleich mit vergangenen Flutkatastrophen ausgefallen sind. Dabei geht es darum, vergangene Flutkatastrophen zu ermitteln, die in ihrer Niederschlagsintensität sowie in ihrer räumlichen Ausprägungen der überschwemmten Gebiete ähnlich waren wie August 2002.
Figur 3 illustriert den Rekordpegelstände der Elbe in Dresden (aus Poliwoda und Pfister, 2003) von 1500-2002, abgeleitet von instrumentellen sowie historischen Überlieferungen. Die Figur zeigt, dass es in Sachsen über die vergangenen 500 Jahre mehr als 40 große Überschwemmungen im Winterhalbjahr gegeben hat, aber nur deren 10 im Sommer.



Figur 3: Die größten Überschwemmungen der Elbe bei Dresden 1500-2002, unterteilt in Winter und Sommerhochwasser (aus: Poliwoda und Pfister (2003), Documentary data and the millennium flood of 2002 in PAGES Science highlights: erhältlich unter: http://www.pages.unibe.ch/shighlight/archive03/poliwoda.html)

Es fällt weiter auf, dass der höchste Stand im August 2002 erreicht wurde, gefolgt vom berühmt-berüchtigten Donauhochwasser vom 15. August 1501. Auffallend ist ebenfalls die Häufung der Winterhochwässer zwischen 1780-1830.
Neueste Arbeiten von Meteorologen der Universität Leipzig zeigen, dass über die letzten rund 150 Jahre keine Hinweise über einen Zusammenhang zwischen einem Temperaturanstieg und einem Anstieg der Hochwasser-Auftrittsrate finden kann. Andere Studien weisen dagegen für das Einzugsgebiet der Donau im 20. Jahrhundert einen positiven Trend zu mehr Überschwemmungen mit gleichzeitigen Temperaturerhöhunhen nach.

Die größte Überschwemmung seit Menschengedenken fand im vierzehnten Jahrhundert statt. Es handelte sich dabei um das sogenannte ‚Magdalenen'-Hochwasser vom 21./22. Juli 1342, das bisweilen/auch die ‚Sintflut des Mittelalters' genannt wird. Die ‚Quellentexte zur Witterungsgeschichte Europas' von Curt Weikinn belegen, dass neben Main, Rhein ebenfalls Donau, Elbe, Weser und deren Nebenflüsse überschwemmt wurden. Selbst die Eider

nördlich von Hamburg trat noch über die Ufer. Das Katastrophengebiet erstreckte sich damals bis nach Kärnten und Norditalien. Heute geht man bei diesem Ereignis davon aus, dass es sich um eine 5b-Wetterlage handelte, die Mitteleuropa nach langer Hitze und Trockenheit erfasst hatte. In nur 2 Tagen fiel mehr als die Hälfte der üblichen Jahresmenge. Der ausgetrocknete Boden konnte diese immensen Wassermassen nicht aufnehmen und speichern, es kam zum großräumigen Oberflächenabfluss und Überschwemmungen. Die Auswirkungen waren katastrophal: allein in der Donauregion fanden mehr als 6000 Personen den Tod; es gab riesige Verwüstungen; Häuser, Mühlen, und Brücken wurden zerstört. Die Fluten schwemmten so viel fruchtbaren Boden fort, wie bei normalen Wetterbedingungen in einem Zeitraum von 2000 Jahren verloren geht. In den darauffolgenden Sommern herrschten nasskaltes Wetter und Hungersnöte. Über die geschwächte Bevölkerung brach in der Folge 1348 bis 1350 die Pest herein, bei der mindestens ein Drittel der deutschen Bevölkerung ums Leben kam.

Nach dem Hochwasser von 2002 ist häufig die Frage nach einem allfälligen Einfluss der Klimaerwärmung gestellt worden. Diesbezüglich lässt sich folgendes sagen: Aus der aktuellen Kenntnis der physikalischen Prozessen, welche aus umfangreichen Klimamodellrechnungen für das 21. Jahrhundert stammen, gilt es als wahrscheinlich, dass intensive Niederschläge bei einer globalen Erwärmung häufiger auftreten. Die Klimaerwärmung selbst löst dagegen keine Extremereignisse wie die Überschwemmung vom August 2002 aus, kann diese aber verstärken. Das heißt, dass bei speziellen, zufällig auftretenden Wetterlagen (beispielsweise 5b im Sommer), welche mit starken Niederschlagsmengen verbunden sind, die Niederschlagsmenge in einem wärmeren Klima höher ausfällt, dies wegen dem höheren Wassergehalt in der Luft bei höheren Temperaturen. Es muss also damit gerechnet werden, dass Hochwasser häufiger und mit größerer Intensität auftreten als bis anhin.
Die Tatsache, dass es früher bereits ähnliche Überschwemmungen gegeben hat, sagt nichts über den Einfluss der Klimaänderung aus. Man geht davon aus, dass die erwartete Intensivierung des Wasserkreislaufes zu häufigeren Hochwassern führt. Dieser Prozess kann regional jedoch durch andere Effekte (zum Beispiel El Nino) kompensiert oder verstärkt werden.

Neueste Studien von dänischen Forschern zeigen, dass zwar die Sommerniederschläge in weiten Teilen Europas absolut abnehmen. Es wird also in der warmen Jahreszeit trockener, die Wahrscheinlichkeit aber von Niederschlagsereignissen, welche zu Hochwassern führen, nimmt gleichzeitig zu. Englische Klimatologen haben kürzlich gezeigt, dass es zukünftig im Zuge der Klimaerwärmung einerseits zu mehr Winterniederschlägen kommen wird und die Wahrscheinlichkeit für eine Zunahme der Überschwemmungen steigt. Dabei gilt es anzumerken, dass Klimamodelle häufig keine regionalen Aussagen zulassen und verschiedene Klimamodelle unterschiedliche Resultate hervorbringen. Niederschlag ist schließlich häufig die ‚kritischste' Variable in Klimamodellen. **Schlussfolgerungen:**

- Katastrophale Sommerhochwasser werden häufig durch seltene 5b-Wetterlagen hervorgerufen
- Die Ursache des 2002 Hochwassers ist meteorologisch bedingt, die Folgen sind aber auch ‚menschgemacht'
- Historische Quellen sind wichtig, um aktuelle Ereignisse in raum-zeitlichen Zusammenhang zu setzen. Die größte Überschwemmung in Mitteleuropa, ‚Magdalenen'-Hochwasser, ereignete sich im Juli 1342

- Ein Zusammenhang zwischen Klimaänderung und Extremereignissen kann nicht nachgewiesen werden. Die Klimaerwärmung selbst löst keine Extremereignisse aus, kann diese aber verstärken
- Sommer und Winterhochwasser werden in Zukunft häufiger auftreten und heftiger ausfallen, Aber: Wann, wo und wie heftig ein künftiges Extremereignis ausfällt ist unmöglich.