

Zur Hochwasserhistorie der deutschen und luxemburgischen Mosel

Joachim Sartor (Trier)

Zusammenfassung

Offizielle Pegelaufzeichnungen der Mosel liegen seit etwas über 200 Jahren vor. Um das langfristige Trendverhalten der Hochwasserabflüsse besser abschätzen zu können, wurden auch vier Jahrhundertereignisse zwischen 1572 und 1784 rekonstruiert und statistisch analysiert. Zudem geben historische Berichte Auskunft über noch weiter zurückliegende Ereignisse, wovon das „Magdalenenhochwasser“ vom Juli 1342 in mehrfacher Hinsicht ein Extremereignis war. Alle Ereignisse werden im Kontext der Klimaentwicklung betrachtet.

Schlagwörter: Hochwasser, Magdalenenhochwasser, Pegelaufzeichnungen, Extremereignis, Mosel, Wasserstand

DOI: 10.3243/kwe2020.11.001

Abstract

The flooding history of the Moselle in Germany and Luxembourg

The level of the River Moselle has been recorded at gauges for a little over 200 years. Four once-in-a-century events between 1572 and 1784 were also reconstructed and statistically analysed in order to better assess long-term trends in flood run-off. Historical reports also provide information about events dating back even further in time. Among them, St. Mary Magdalene's flood in July 1342 was considered an extreme event in many respects. All events are examined in the context of the changing climate.

Key Words: flooding, St. Mary Magdalene's flood, water gauge recordings, extreme event, Moselle, water level

1 Einleitung

Vor gut 200 Jahren begannen die offiziellen Wasserstandszeichnungen der Mosel indem preußische Wasserbaubeamte am 28.04.1817 den sog. Hauptpegel Cochem errichteten und am 01.09.1817 denjenigen in Trier.

Um das langfristige Trendverhalten der Hochwasserabflüsse besser abschätzen zu können, wurden bereits in einer ersten Projektphase historische Ereignisse rekonstruiert, die vor den amtlichen Pegelmessungen auftraten. Dies erfolgte zunächst mittels über 900 höhenmäßig aufgemessenen Hochwassermarken der Mittel- und Untermosel zwischen dem luxemburgischen Schengen und dem deutschen Cochem sowie deren Plausibilisierung mittels hydraulischer Berechnungen und historischer Berichte. Hiermit konnten z. B. die vier historischen Ereignisse von 1572/73, 1651, 1740 und 1784 quantifiziert werden, die das „Jahrhunderthochwasser“ vom Dezember 1993 erreicht oder überschritten hatten [1]. Bei den vier historischen Ereignissen handelte es sich um Winterhochwasser während der „Kleinen Eiszeit“. Dasjenige von 1784 fiel zudem noch in eine Zeit außergewöhnlicher Witterungsanomalien, die durch Vulkanausbrüche auf Island ab dem Frühjahr 1783 ausgelöst wurden [2]. Der folgende heiße Sommer bewirkte u. a. ein solches Niedrigwasser, dass laut lokalen Berichten die Untermosel mit trockenem Oberkörper durchwatet werden konnte. Der Winter war dann äußerst schneereich und streng. Ein plötzlicher Warmlufteinbruch im Februar 1784 mit Starkregen führte zum Abschmelzen der bis zu 1,5 m hohen Schneedecke und somit zu diesem oft zitierten Extremhochwasser. Bereits mehr als vier Tage vor dem Scheiteldurchgang traten nach Aufbruch und Abtrieb der Eisdecke bei anlaufender Hochwasserwelle vorübergehend lokale Eisstau in einigen Moselschleifen

auf, wo es so zu rasanten Wasserspiegelanstiegen mit sturzflutartigen Überschwemmungen kam.

Alle (Scheitel-)Wasserspiegelverläufe sind in Längsschnitten dargestellt, die für den deutschen Moselabschnitt unter www.hochschule-trier.de/go/hochwasser downloadbar sind. Sie dienen damit auch der Sensibilisierung der Flussanlieger im Rahmen nachhaltiger Hochwasservorsorge. Bei den Betroffenen erfreuen sich theoretische Aussagen größerer Glaubwürdigkeit, wenn ein Bezug zu historischen Ereignissen hergestellt wird, deren Ausmaß vor Ort in Form alter Hochwassermarken nachvollziehbar ist.

So stammt die wahrscheinlich älteste Marke dieser Art an der Kirche in Zell-Merl von 1534. Historische Berichte und lokale Chroniken geben Auskunft über noch weiter zurückliegende Ereignisse. Ein Schwerpunkt bildet dabei das „Magdale-

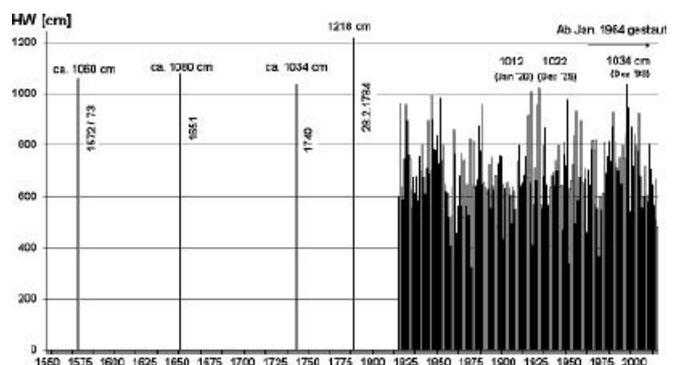


Abb. 1: Höchsterwasserstände der Abflussjahre 1818 bis 2017 sowie vier historische Hochwasserstände am Moselpegel Cochem

Zeitspanne	Scheitelwasserstände [cm]				Summe
	680–779	780–879	880–979	≥ 980	
1818–1847	13	3	4	1	21
1848–1877	13	5	–	1	19
1878–1907	7	3	1	–	11
1908–1937	10	4	2	2	18
1938–1967	11	7	3	–	21
1968–1997 (1988–2017)	13 (13)	12 7	3 2	1 (1)	29 (23)
1968–1977	2	4	–	–	6
1978–1987	8	4	2	–	14
1988–1997	3	4	1	1	9
1998–2007	8	2	1	–	11
2008–2017	2	1	–	–	3

Tabelle 1: Anzahl und Größenordnung der Hochwasser von 1818 bis 2017 in 30 Jahres-Intervallen sowie von 1968 bis 2017 in 10 Jahres-Intervallen am Pegel Cochem

nenhochwasser“ vom Juli 1342, das in mehrfacher Hinsicht ein Extremereignis war.

Mit den Daten aus Abbildung 1 wurden Häufigkeitsuntersuchungen und (nach Umwandlung in Abflüsse) Trend- und Extremwertanalysen mittels statistischer Verfahren aus den offiziellen Regelwerken [3,4] durchgeführt. Parallel dazu wurden Niederschlags- und Klimadaten betrachtet, um u. a. einen Diskussionsbeitrag zu dem häufig postulierten Verschärfungseffekt zu liefern.

2 Statistische Auswertungen

Hierzu wurde wie in [1] näher erläutert ausschließlich auf die weitgehend gesicherten und relativ konsistenten Werte des Pegels Cochem an der Untermosel mit einem Einzugsgebiet von 27088 km² zurückgegriffen. Für die Untersuchungen wurden grundsätzlich die kontinuierliche, 200 Abflussjahre umfassende Reihe von 1818 bis 2017 sowie die zuvor genannten historischen Ereignisse verwendet.

Als erster Schritt wurden durch Klassenbildung und -auswertung gemäß Tabelle 1 alle offiziellen Wasserstandsdaten von Cochem seit 1818 auf eine Zunahme von Hochwasserhäufigkeiten untersucht. Als Schwellwert wurde der erstmals schadbringende Wasserstand von 680 cm ($Q = 2000 \text{ m}^3/\text{s}$) gewählt, der in etwa einem 2-jährlichen Hochwasser entspricht. Rund 95 % der so erfassten Ereignisse traten im Winterhalbjahr auf.

Den Ergebnissen in Tabelle 1 ist zunächst entnehmbar, dass in den Jahrzehnten bis etwa zur Jahrtausendwende die Zahl der Hochwasserereignisse zugenommen hat. Allerdings beschränkt sich diese Zunahme auf die kleinen und mittleren Ereignisse, was sich am deutlichsten für den Wasserstandsbereich zwischen 780 und 879 cm zeigt. Obwohl das Ereignis vom Dezember 1993 den höchsten Wasserstand aller Ereignisse aus Tabelle 1 lieferte, ist bei den großen Ereignissen (ab 980 cm) insgesamt keine Zunahme erkennbar. Dies deckt sich mit der weitverbreiteten Erkenntnis, dass anthropogen bedingte Ver-

schärfungseffekte (aufgrund Klimawandel, Flächennutzungsänderung oder Gewässerausbau) vor allem bei der Genese kleinerer Ereignisse von Bedeutung sind. So haben z. B. die Bundesländer Baden-Württemberg und Bayern vor rund 15 Jahren klimabedingte Zuschläge zu Bemessungshochwasserabflüssen eingeführt [5], die mit zunehmender Jährlichkeit abnehmen und bei Extremereignissen den Wert Null annehmen.

Seit 2003 trat im betrachteten Zeitraum bis 2017 in Cochem gar kein Ereignis der obersten zwei Größenklassen (ab 880 cm) mehr auf. Auch der Scheitelwasserstand des Hochwassers vom Februar 2020 lag „nur“ bei 787 cm. Dadurch steigt das Risiko, dass bei vielen Flussanliegern das Gefühl für ihre Gefährdung durch Hochwasser nachlässt und unterstreicht einmal mehr die Notwendigkeit der Sensibilisierung von potenziell Betroffenen. Hierzu kann eine Betrachtung von Abbildung 1 hilfreich sein, zeigt sie doch immer wiederkehrende Perioden mit einer Konzentration an größeren Ereignissen auf, so besonders in den 1820er, 1840er, 1920er und 1990er Jahren, die dann von teils jahrzehntelangen Phasen mehr oder weniger scheinbarer bzw. „trügerischer“ Ruhe für die Flussanlieger unterbrochen wurden.

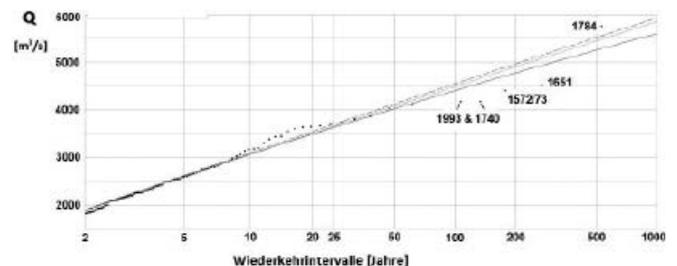


Abb. 2: Ergebnis der Wahrscheinlichkeitsanalyse für den Pegel Cochem bei Berücksichtigung von vier historischen Einzelereignissen seit 1572 sowie Pegeldaten von 1818 bis 2017 (mit Allgemeiner Extremwertverteilung und 3 Parameterschätzungen nach [3])

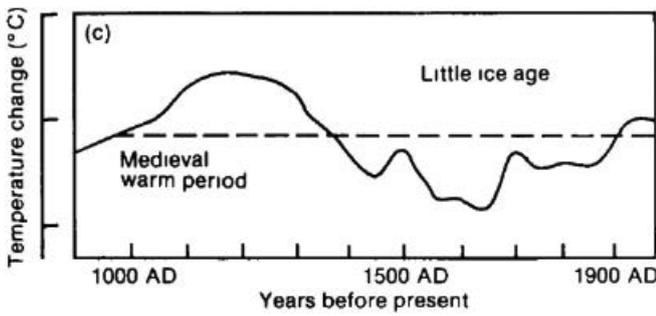


Abb. 3: Variationen der globalen Mitteltemperatur während der letzten rund 1000 Jahre mit „Mittelalterlicher Warmperiode“ (Medieval warm period) und „Kleiner Eiszeit“ (Little ice age) [14]

Trenduntersuchungen ergaben für die Reihe an Jahreshöchstabflüssen ab 1818 lediglich einen schwach positiven, nicht signifikanten Trend (Signifikanzniveau 5 %). Auch die in Abbildung 1 dargestellten historischen Ereignisse vor 1818 liefern keinen Hinweis auf einen positiven Trend.

Dazu, sowie zu den Ergebnissen der o.g. Häufigkeitsbetrachtungen, weist die Entwicklung der Niederschläge deutliche Parallelen auf. So hat die Bundesanstalt für Gewässerkunde [6] für den Zeitraum von 1891 bis 1990 einen positiven Trend bei den Jahresniederschlagshöhen für das gesamte Rheingebiet bis Köln ermittelt (Zunahme von knapp 90 mm). Aus [7,8] lässt sich folgern, dass dieser Effekt in erster Linie auf die Zunahme der Winterniederschläge zurückzuführen ist. Diese Untersuchungen quasi fortführend für das Einzugsgebiet der Mosel wurden an der Hochschule Trier in Zusammenarbeit mit der Universität Lothringen die Niederschlagshöhen der Ge-

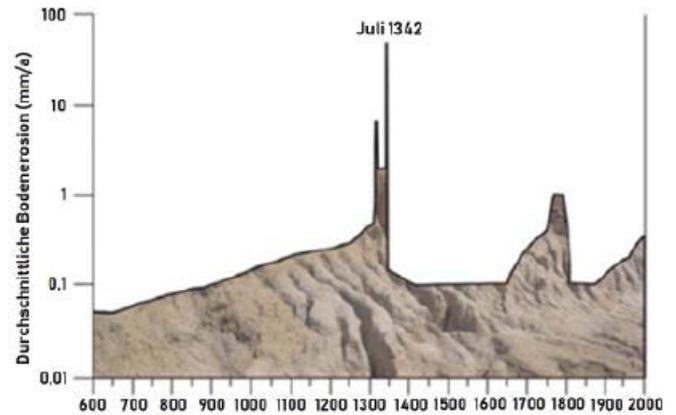


Abb. 4: Dynamik der Bodenerosion seit dem Frühmittelalter in Deutschland (ohne den Alpenraum). Das Erosionsereignis während des Niederschlags im Juli 1342 führte in Deutschland zu einem Verlust von 13 Milliarden Tonnen Boden [15]

samtjahre und Winterhalbjahre ab 1991 analysiert. Einen signifikanten Anstieg gab es danach lediglich für die Gesamtjahreshöhen der Reihe bis 2001, während für den Zeitraum von 2002 bis 2016 ein negativer, nicht signifikanter Trend ermittelt wurde. Für die Niederschlagssummen der Winterhalbjahre ergaben sich analoge, nicht signifikante Trends. Zu ähnlichen Ergebnissen kommt [9] das Land Rheinland-Pfalz, wobei entsprechend von einer zukünftigen Abnahme der Jahresniederschlagshöhe ausgegangen wird. Auswertungen des Deutschen Wetterdienstes [10,11] zeigen dagegen für Süd- und Westdeutschland einen ungebrochen positiven Trend, insbesondere für das Winterhalbjahr. Gleiches gilt für Starkniederschlagstage und Regenintensitäten im Sommer. Dies bestätigt den sich hoher medialer Aufmerksamkeit erfreuenden Eindruck, dass sowohl teils verheerende, lokale Sturzfluten wie auch Niedrigwasserperioden der Mosel zunehmen.

Die Extremwertanalyse der 200 Jahre umfassenden Reihe unter Einschluss der vier historischen Ereignisse führte zu den Ergebnissen gemäß Abbildung 2, die erwartungsgemäß nur unwesentlich von denjenigen aus [1] abweichen. Daher sei hier nur kurz darauf hingewiesen, dass das „Jahrhunderthochwasser“ 1993 danach eine Jährlichkeit von 50 bis 80 Jahren aufweist und das „Jahrtausendhochwasser“ 1784 von 500 bis 1000 Jahren.

Anzeige

Unser Expertentipp



Kurs mit Zertifikat

DWA/HKC Sachkundiger Hochwasserpäss zweitägig in Planung 1. Halbjahr in Bremen 580 €/480 €**



Merkblatt DWA-M 522

Kleine Talsperren und kleine Hochwasserrückhaltebecken
Mai 2015; auf Aktualität geprüft 2020
66 Seiten, A4
ISBN: 978-3-88721-234-6
86,50 €/69,20 €*



DWA-Themen

Erschließung und Einbeziehung historischer Informationen für die Ermittlung extremer Hochwasserabflüsse – Fallbeispiele und Empfehlungen
Mai 2008
90 Seiten, A4
ISBN: 978-3-940173-75-1
35,00 €/28,00 €*

* für fördernde DWA-Mitglieder
** für DWA-Mitglieder

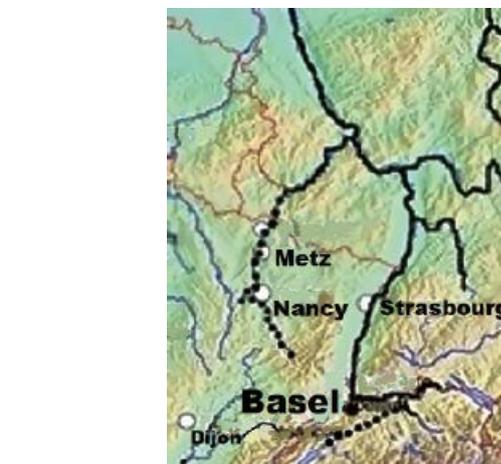


Abb. 5: Betroffene Flüsse in Südwestdeutschland, im Osten von Frankreich und im Norden der Schweiz [18]

3 Weitergehende Untersuchungen

Wie bereits einleitend erwähnt, konnten Hochwasser der Mosel bis 1572 zurück mit einiger Sicherheit quantifiziert werden. Zudem geben historische Berichte Auskunft über noch weiter zurückliegende Ereignisse, woraus sich zusätzliche Erkenntnisse gewinnen lassen. Eine der umfassendsten Auswertungen stellt wohl diejenige von Schmidt [12] dar, der u. a. die sechs Bände umfassende Sammlung an Quelltexten von Weikinn [13] ausgewertet hat. Nach generellen Hinweisen auf Hochwasserberichte aus römischer Zeit wird konkret 711 als erstes Jahr mit Überschwemmungen in West- und Süddeutschland genannt. Die Mosel wird namentlich erstmals für das Jahr 987 im Zusammenhang mit Hochwasser erwähnt. Solche Berichte stammen fast alle aus Klöstern und werden angesichts der damaligen geringen Besiedlung als Zufallsmeldungen betrachtet.

Von Winterhochwassern an Rhein und Mosel wird dann während der letzten tausend Jahre quasi regelmäßig berichtet. In der ersten Hälfte des 14. Jahrhunderts, also noch während der „Mittelalterlichen Warmperiode“ (Abbildung 3) fand zudem ähnlich 1783/84 eine Häufung extremer Wetteranomalien statt [2]. Diese zeigten sich in Form außergewöhnlicher Temperaturschwankungen mit sowohl Niedrigwasserperioden wie auch auffällig vielen Sommerhochwassern im Rheingebiet. Die Mosel wird hierzu namentlich im Zusammenhang mit einem Hochwasser im Juli 1333 erwähnt, wobei der Sommer auch lange trockene Abschnitte aufwies.

Die schlimmste Überschwemmungskatastrophe in Mitteleuropa fand im Juli 1342 statt. Dieses auch mit „Magdalenenflut“ bezeichnete Extremhochwasser forderte tausende Menschenleben und hat zumindest in Mitteldeutschland und im Maingebiet alle Ereignisse seit dem Mittelalter weit übertroffen. So ist die zugehörige Marke an der Fußgängerbrücke Eiserner Steg in Frankfurt rund 1,6 m höher angebracht als diejenige von 1784 und der Rhein soll im Mainzer Dom gestanden haben [13]. Bemerkenswert erscheint auch der dramatische Feststoffabtrag (Abbildung 4) und die Bildung von bis zu 14 m tiefen Erosionsschluchten, die mit dem Ereignis einhergingen und bis heute vielerorts landschaftsbestimmend sind [2]. Angaben über die genaue Ausdehnung des betroffenen Gebiets sind teilweise strittig [16,17]. Auch wenn der Schwerpunkt des Ereignisses offenbar nicht im Moselgebiet lag (Abbildung 5) und sich hierzu keine quantitativen Angaben finden, dürften die Schäden



Abb. 6: Erosionsrinne bei Mersch in Luxemburg (Aufnahme von 2019)



Regenwassermanagement mit System

- Beliebig dimensionierbar
- Lkw-befahrbar bis SLW 60
- Inspizierbar und hochdruckspülbar
- Anschluss bis DN 500

Produktvideo unter www.graf.info/v113



Technischer Katalog
JETZT ANFORDERN!



www.graf.info

doch erheblich gewesen sein. So berichtet Bauch [19], dass in Trier aufgrund des Hochwassers eine Holz- durch eine Steinbrücke ersetzt und in Koblenz Bau und Gestaltung der Balduinbrücke über die Mosel davon beeinflusst wurden. Laut [20] wurde eine entsprechend starke Schlammschicht im Schalkenmehrener Maar/Eifel gefunden, das im Einzugsgebiet der Untermosel liegt. Ebenfalls im Moselgebiet findet sich in Luxemburg nahe Mersch eine Erosionsrinne (Abbildung 6), die aus bodenkundlicher Sicht sehr denjenigen des Ereignisses von 1342 in Mitteldeutschland ähnelt [21]. Letztlich weisen lokale Berichte darauf hin, dass damals im Bereich des heutigen Schutzhafens Traben-Trarbach/Mosel eine Halbinsel aus Sedimentablagerungen entstand.

4 Fazit

Angesichts der Hochwasserhistorie der letzten 1000 Jahre erscheinen weder Häufung und Ausmaß der Hochwasserperiode in den 1990er Jahren ungewöhnlich, noch das Ausbleiben eines größeren Ereignisses seit 2003. Dennoch bleibt eine Prognose der weiteren Entwicklung aufgrund gegenläufiger Effekte schwierig. Einerseits nimmt die Auftretswahrscheinlichkeit von Schneeschmelzhochwassern und Eisstaus angesichts der allgemeinen Klimaerwärmung ab, wie sie insbesondere während der „Kleinen Eiszeit“ auftraten. Andererseits nehmen die Winterniederschläge im Moselgebiet (noch) zu, die z. B. für das Dezemberhochwasser 1993 verantwortlich waren.

Ferner sei darauf hingewiesen, dass durch höhere Temperaturen die Luft mehr Wasser aufnehmen kann und somit die Gefahr sommerlicher Starkregen zunimmt, die besonders in der jüngeren Vergangenheit u. a. im Moselgebiet lokal zu teils erheblichen Schäden geführt haben. Generell führt der Klimawandel zu einem erhöhten Energieeintrag in die Atmosphäre, was Witterungsanomalien fördern kann, bei denen u. a. Niedrigwasserperioden und Hochwasser in zeitlich kurzer Abfolge auftreten, wie 1333, 1342 und 1784. Die Moselanlieger müssten dann z. B. zukünftig in für sie völlig ungewohnter Weise auch mit größeren oder sogar extremen Sommerhochwassern rechnen. Die Frage, wann und in welchem Maße diese Wandlung eintritt sei den Klimaforschern überlassen. Zumindest hält Schiller [18] solch ein Szenario für realistisch.

Dank

Besonderer Dank gebührt Dr. *Claire Delus* und Dipl.-Ing. (FH) *Karl-Heinz Zimmer* für ihre wertvollen Recherchen zu historischen Ereignissen.

Literatur

- [1] J. Sartor, K.-H. Zimmer, N. Busch: *Historische Hochwasserereignisse der deutschen Mosel*. Wasser und Abfall, 10/2010, S. 46–51
- [2] R. Glaser: *Klimageschichte Mitteleuropas – 1200 Jahre Wetter, Klima, Katastrophen*. Primusverlag, Darmstadt, 2008
- [3] Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V.: *Merkblatt 251 – Statistische Analyse von Hochwasserabflüssen*, 1999
- [4] Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.: *Merkblatt 552 – Ermittlung von Hochwasserwahrscheinlichkeiten*, 2012
- [5] W. Hennegriff, V. Kolokotronis, H. Weber, H. Bartels: *Klimawandel und Hochwasser*. KA, 8/2006, S. 770–779
- [6] H. Engel: *Fortschreibung der Monographie des Rheingebietes für die Zeit 1971-1990*, Bericht Nr. I-15 der Internationalen Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes, 1997, S. 15–19
- [7] J. Rapp, Ch.-D. Schönwiese: *Atlas der Niederschlags- und Temperaturtrends in Deutschland 1891-1990*, Fachbereich Geowissenschaften der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt, 1996, S.66
- [8] D. Gilles, C. Wagner, N. Mahr, L. Hoffmann, L. Pfister: *Topography and recent winter rainfall regime change in temperate western European areas*. International Journal of Climatology, 2006, p. 785–796, www.interscience.wiley.com
- [9] *Entwicklung von Bodenwasserhaushalt und Grundwasserneubildung in Baden-Württemberg*, Bayern, Rheinland-Pfalz und Hessen (1951-2015). Klimaänderung und Wasserwirtschaft, KLIWA-Heft 21, 2017, S. 66, 67
- [10] Deutscher Wetterdienst: *Starkniederschläge in Deutschland*. Offenbach a. M., 2016 (4 Seiten)
- [11] F. Böttcher: *Zwischen Dürre und Überschwemmung – Wasserhaushaltsgrößen vor dem Hintergrund des Klimawandels*. Wasser und Abfall, 09/2019, S. 14-17
- [12] M. Schmidt: *Hochwasser und Hochwasserschutz in Deutschland vor 1850*, Oldenbourg Industrieverlag, München, 2000
- [13] C. Weikinn: *Quellentexte zur Witterungsgeschichte Europas von der Zeitenwende bis zum Jahre 1850*. Akademie-Verlag, Berlin 1958/63 und Verlag Borntraeger, Berlin, 2000
- [14] International Panel on Climate Change (IPCC): *Climate Change*, The IPCC Scientific Assessment, 1990, S. 202 www.ipcc.ch
- [15] M. Dotterweich, H.-R. Bork: *Jahrtausendflut 1342*. Archäologie in Deutschland. 4/2007, S. 38-40
- [16] J. Herget, A. Kapala, M. Krell, E. Rustemeier, C. Simmer, A. Wyss: *The millennium flood of July 1342 revisited*. Catena 130, 2015, S. 82–94 www.sciencedirect.com
- [17] N. Stahl, M. Hofstätter: *Vb-Zugbahnen und deren Auftreten als Serie mit Bezug zu den resultierenden Hochwassern in Bayern mit Auswirkungen auf Rückhalteräume im Isareinzugsgebiet*. Hydrologie und Wasserbewirtschaftung, 2/2018, S. 77–97
- [18] H. Schiller: *Klimawandel – Große Sommerhochwasser – Lange Trockenperioden: geschichtlicher Rückblick verdeutlicht Zusammenhänge*. KW, 11/2018, S. 647–652 sowie persönliche Mitteilungen
- [19] M. Bauch: *Die Magdalenenflut 1342 am Schnittpunkt von Umwelt- und Infrastrukturgeschichte*. NTM Zeitschrift für Geschichte der Wissenschaften, Technik und Medizin, Springer Switzerland, 2019, S. 292–294
- [20] F. Sirocko (Hrsg.): *Wetter, Klima, Menschheitsentwicklung*. WBG, Darmstadt, 2009
- [21] S. Marx: *Zusammenhang zwischen Bodenkarte und Direktabflussprozessen*. Beitrag zum Kolloquium Starkregen – Überflutungsvorsorge am 22.3.2019 in Wasserbillig, Luxemburg sowie persönliche Mitteilungen

Autor

Prof. Dr.-Ing. Joachim Sartor
Hochschule Trier, FR BI
Schneidershof
54293 Trier

E-Mail: J.Sartor@Hochschule-Trier.de



www.dwa.de/news



Abonnieren Sie unseren **kostenlosen** monatlichen **Newsletter**