

## Entwicklung und Implementierung eines „Weather Extremity Index (WEI)“ zur Bewertung von Starkregenereignissen unter Berücksichtigung räumlicher und zeitlicher Verteilungen

THORSTEN KELM<sup>1</sup>, ULRIKE KLEIN<sup>1</sup>, FABIAN NETZEL<sup>2</sup>,  
CHRISTOPH MUDERSBACH<sup>2</sup>, MARC KRÜGER<sup>3</sup> & ANGELA PFISTER<sup>3</sup>

### Extended Abstract

Durch die in den letzten Jahren immer häufiger vorkommenden extremen Unwetterereignisse und die mediale Berichterstattung sowie die direkte und schnelle Verbreitung privater Fotos und Videos in den sozialen Medien, rücken die auftretenden Extremwetterlagen immer weiter in den Fokus der Öffentlichkeit. Präzise Meldungen über den fortschreitenden Klimawandel unterstreichen diesen Aspekt. Permanent wird über schwere Unwetter, Hochwasser und wochenlange Trockenphasen berichtet. Dadurch steigt stetig das Interesse an der Beschreibung der Schwere solcher Ereignisse.

Bei der Beschreibung von Extremereignissen werden Niederschläge nicht allein durch die Menge des Niederschlages, sondern zusätzlich durch die Abhängigkeit des Zeitraums, in dem dieser gefallen ist, klassifiziert. Dementsprechend kann ein extremes Niederschlagsereignis sowohl von kurzer Dauer mit hoher Intensität sein als auch über mehrere Stunden oder Tage andauernde Niederschläge mit geringen Niederschlagsmengen mit sich bringen. Als Maß der Intensität von Niederschlägen wird die Menge der Niederschlagshöhe in Liter pro Quadratmeter [ $l/m^2$ ] bzw. in Millimetern [ $mm$ ] angegeben (PATT & JÜPNER 2013).

Eine erste Einteilung kann entsprechend der Intensität bzw. der Häufigkeit des Auftretens, mithilfe des statistischen Wiederkehrintervalls  $T_n$ , erfolgen. Dieses lässt sich im statistischen Mittel als Zeitspanne der Länge von  $n$  Jahren, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet, definieren (MANIAK 2010; DIN 4049-3 1992). Für die Allgemeinheit ist dies nicht bzw. nur schwer nachvollziehbar, da aus statistischer Sicht nicht der Zeitraum, sondern die Schwere ausgedrückt wird. Beispielsweise wird von der Öffentlichkeit aus der Bezeichnung  $T_n = 100 a$  bzw. „Jahrhundertereignis“ fälschlicherweise oft abgeleitet, dass ein Ereignis mit diesem Ausmaß erst in 100 Jahren erneut eintritt. Daher wird seit einigen Jahren versucht, die Schwere von Ereignissen durch einen Index anhand einer definierten Skala sowie einer verbalen Beschreibung analog zu der von Erdbeben oder Windstärken zu beschreiben. Für Starkregenereignisse kommt dabei deren Lage im Raum und damit einhergehend dem zeitlichen Verlauf des Niederschlages eine große Bedeutung zu. Die bisher mit den eingesetzten Verfahren durchgeführten Analysen liefern keine Aussage über die räumliche Verteilung eines

---

<sup>1</sup> Hochschule Bochum, Fachbereich Geodäsie, Lennerhofstraße 140, D-44801 Bochum,  
E-Mail: thorsten.kelm@hs-bochum.de

<sup>2</sup> Hochschule Bochum, Fachbereiche Bauingenieurwesen, Lennerhofstraße 140, D-44801 Bochum,  
E-Mail: fabian.netzel@hs-bochum.de

<sup>3</sup> Emschergenossenschaft und Lippeverband, Kronprinzenstraße 24, D-45128 Essen,  
E-Mail: marc.krueger@eglv.de

Niederschlagsereignisses. Es werden ausschließlich Auswertungen pro Bodenstation durchgeführt. Die Kombination von mehreren Stationen ist mit den bisherigen Verfahren nicht möglich.

Im Rahmen der vorliegenden Masterarbeit wurde in Kooperation mit Emschergenossenschaft und Lippeverband (EG/LV) ein GIS-basiertes Werkzeug zur automatisierten Auswertung des Weather Extremity Index (WEI) nach MÜLLER & KASPAR (2014) entwickelt. Anhand des WEI wird die Extremität bzw. das Ausmaß durch die Berücksichtigung der Seltenheit über die interpolierten statistischen Wiederkehrzeiten und deren räumliche Ausdehnung sowie ihre zeitliche Dauer beschrieben. Nach MÜLLER & KASPAR (2014) stehen die Intensität und die räumliche Ausdehnung in einem direkten Verhältnis. Demnach lässt sich ein extremes Wetterereignis dadurch beschreiben, dass es selten auftritt und eine große Ausdehnung besitzt (MÜLLER & KASPAR 2014).

Als Fallbeispiel wurde hierzu das Stadtgebiet von Dortmund in Nordrhein-Westfalen, das zum Großteil innerhalb der Verbandsgrenzen von EG/LV liegt, ausgewählt. Dieses Stadtgebiet eignet sich zum einen aufgrund der vorliegenden Datengrundlage und zum anderen durch die in der Vergangenheit zahlreich aufgetretenen schweren Unwetterereignisse gut zur Plausibilisierung und Verifizierung der WEI-Methodik.

Die Ausgangsdaten bildeten die langjährigen und lückenbereinigten Niederschlagszeitreihen mit einer zeitlichen Auflösung von einer Minute und Zeitreihenlängen von teilweise mehr als 80 Jahren, die von der EG/LV als betreibenden Wasserwirtschaftsverband zur Verfügung gestellt wurden. Diese Datenreihen ermöglichen über die Extremwertstatistik eine ortsbezogene Aussage zu den Wiederkehrzeiten. Das Arbeitsblatt DWA A-531 (DWA 2012) definiert 21 Dauerstufen  $D$  von fünf Minuten bis sechs Tagen und Wiederkehrzeiten  $T_n$  von ein bis 100 Jahren. Die aufgezeichneten langjährigen Zeitreihen der terrestrischen Niederschlagsstationen stellen dabei Stichproben aus der Grundgesamtheit aller aufgetretenen Niederschläge dar, wobei aus den Parametern der Stichprobe mit geeigneten Verteilungsfunktionen auf die Grundgesamtheit geschlossen werden kann und Regenhöhen mit einer statistischen Eintrittswahrscheinlichkeit bzw. Wiederkehrzeit über Extrapolationen bestimmt werden können.

Zur Berechnung des Index galt es zunächst die Datengrundlage zu schaffen. Für jede der verwendeten Bodenstationen wurde eine extremwertstatistische Auswertung durchgeführt. Zur Ableitung der statistischen Wiederkehrzeiten  $T_n$  werden die Regenhöhen  $h_N$  aus den Niederschlagsmessungen der langjährigen terrestrischen Niederschlagsstationen für das zu untersuchende Zeitfenster ermittelt. Diese Werte bilden die Basis für eine räumliche Interpolation, bei der die ortsbezogenen statistischen Wiederkehrzeiten auf ein Untersuchungsgebiet übertragen werden und so die Ausgangsdaten des WEI bestimmen.

Nach der Umsetzung des GIS-Werkzeugs wurde es auf drei signifikante Unwetter aus 1949, 1968 und 2008 im Untersuchungsgebiet angewendet. Im Anschluss wurden deren Ergebnisse gegenübergestellt und miteinander verglichen. Alle Ereignisse führten zu schweren Schadensausmaßen. Allerdings wurde deutlich, dass sich das Ausmaß und die Lage sowie die Dauer deutlich unterscheiden. Durch die Anwendung des WEI konnte eine statistisch gesicherte Beschreibung der Schwere durchgeführt werden.

Der WEI eignet sich für das analysierte Untersuchungsgebiet, Niederschlagsereignisse über die Seltenheit und räumliche Ausdehnung zu klassifizieren und zu charakterisieren sowie anhand

von verschiedenen Kennwerten miteinander zu vergleichen. Jedoch wurde deutlich, dass dies nicht ohne Einschränkungen möglich ist. Der WEI ist kein dimensionsloser Index, ohne Wertebegrenzung und somit ohne Obergrenze. Diese Vorgabe musste für die Masterarbeit aufgrund der Datengrundlage eingeschränkt werden. Durch die Begrenzung auf ein Untersuchungsgebiet und damit Festlegung der maximalen Ausdehnung wird eine obere Grenze eingeführt. Infolge der Normierung lassen sich WEI verschiedener Niederschlagsereignisse in fest definierten Untersuchungsgebieten miteinander vergleichen. Bisher konnte sich allerdings keiner der eingesetzten Ansätze komplett durchsetzen, sodass in Zukunft weiterhin Forschungsbedarf besteht, da das Interesse und die Nachfrage aufgrund der immer häufiger auftretenden Extremereignisse in Deutschland stetig steigt.

## Literaturverzeichnis

- DIN 4049-3, 1994: Hydrologie. Begriffe zur quantitativen Hydrologie, Beuth Verlag.
- DWA, 2012: Arbeitsblatt DWA-A 531: Starkregen in Abhängigkeit von Wiederkehrzeit und Dauer, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA), Hennef.
- MANIAK, U., 2010: Hydrologie und Wasserwirtschaft: Eine Einführung für Ingenieure. Springer.
- MÜLLER, M. & KASPER, M., 2014: Event-adjusted evaluation of weather and climate extremes. In: Natural Hazards and Earth System Sciences, **14**(2), 473-483.
- PATT, H. & JÜPNER, R., 2013: Hochwasser-Handbuch: Auswirkungen und Schutz. Springer Vieweg.