

Hochwasser Juli 2021 Erft in NRW – Rekonstruktion des Abflussgeschehens und Aktualisierung der Pegelstatistiken mit hydronumerischer Modellierung

Alpaslan Yörük, Rainer Räder, Tobias Gehrmann und Andreas Förster

Zusammenfassung

Das extreme Hochwasser vom Juli 2021 verursachte im Einzugsgebiet der Erft immense Schäden. Besonders die Städte Bad Münstereifel und Euskirchen waren betroffen. Die schockierenden Bilder der erodierten Kiesgrube bei Blessem gingen um die Welt.

Gleichzeitig mit dem Wiederaufbau spielt die Aufarbeitung des Ereignisses aus wasserwirtschaftlicher Sicht eine wichtige Rolle. Hydrologische und hydronumerische Modelle unterstützen diesen Prozess, indem sie das Hochwasserereignis aus vorhandenen Daten rekonstruieren und eine statistische Einordnung des Geschehens ermöglichen.

Die daraus gewonnenen Erkenntnisse ermöglichen einen wasserwirtschaftlich angepassten Wiederaufbau, um zukünftig wirkungsvolle Maßnahmen zum Hochwasserrisikomanagement zu entwickeln.

Im Auftrag der Bezirksregierung Köln hat Hydrotec aktualisierte hydronumerische Modelle des Erft-Einzugsgebiets erarbeitet (Modellierung Extremhochwasser Erft). In Zusammenarbeit mit dem Erftverband und dem Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) wurden damit die Schlüsselkurven von Pegeln an der Erft für den Extrembereich erweitert und der hydrologische Längsschnitt vom HW 2021 abgeleitet.

Die Aktualisierungen von Pegelschlüsselkurven, hydrologischen Längsschnitten und Hochwassergefahrenkarten sind als essenzielle Schritte zur Anpassung an den Klimawandel anzusehen – ebenso wie die Planung von Bauwerken und Objektschutzmaßnahmen.

Die im Einzugsgebiet der Erft liegende Steinbachtalsperre drohte beim Hochwasser 2021 zu brechen. Die Modellierung des Dammbuchsenarios bildet eine Grundlage für das künftige Hochwasserrisikomanagement und bestätigt rückblickend die 2021 vorgenommenen Evakuierungsmaßnahmen im Einzugsgebiet des Steinbachs.

1 Das Hochwasser der Erft im Juli 2021

Tief „Bernd“ sorgte am 14. und 15. Juli 2021 für anhaltende bzw. wiederkehrende Starkniederschläge, von denen der Westen von Rheinland-Pfalz und die Südhälfte Nordrhein-Westfalens großflächig betroffen waren. In der Folge traten Flüsse wie Ahr, Emscher, Erft, Kyll, Lippe, Prüm, Ruhr, Rur, Sieg und Wupper über die Ufer. Daraus entwickelte sich eine ausgedehnte Hochwassersituation von der Eifel (Rheinland-Pfalz) über das Rheinland und dem Ruhrgebiet bis hin nach Südwestfalen (Nordrhein-Westfalen) (Junghänel et. al. 2021).

„Das Hochwasserereignis vom 14. und 15. Juli 2021 hat im Erfteinzugsgebiet zu enormen Schäden geführt. Flächenhaft sind im südlichen Einzugsgebiet in einem Zeitraum von ca. 12 Stunden Niederschlagsmengen in der Größenordnung von 120 mm bis 180 mm aufgetreten. Auf Grund der hohen Vorfeuchte, bedingt durch andauernde Niederschläge verteilt über die gesamte Vor-

woche, kam es zu schnell steigenden Pegelständen ohne signifikanten natürlichen Gebietsrückhalt. Im südlichen Erft-Einzugsgebiet, welches auf Grund seiner Mittelgebirgseigenschaften teilweise hohe Reliefenergien aufweist, kam es durch die hohe Vorsättigung der Böden zur frühzeitigen Bildung von Oberflächenabfluss mit hohen Fließgeschwindigkeiten. Hinzu kommt der Abfluss aus den aktivierten Karstgrundwasserleitern des südlichen Einzugsgebiets, welcher zwar nur einen geringen Anteil am Spitzenabfluss ausmacht, aber insbesondere zu Beginn der ansteigenden Welle einen erheblichen Beitrag zur Geschwindigkeit der Abflussbildung beitragen kann“ (Bittner et. al. 2022).

Besonders die Städte Bad Münstereifel und Euskirchen und die umliegenden Gemeinden waren stark von Überflutungen und daraus resultierenden Schäden betroffen. Sogar Menschenleben waren zu beklagen.

In der Ortschaft Blessem kam es an einer Kiesgrube zu rückschreitender Erosion: Bis zum nördlichen Rand der Ortslage brach nach und nach das Erdreich weg, sodass einige Gebäude schwer beschädigt oder sogar komplett zerstört wurden.

Die Steinbachtalsperre bei Euskirchen lief über und drohte zu brechen. Die Wassermassen beschädigten den Damm, sodass mehrere Ortschaften unterhalb der Talsperre vorsorglich evakuiert werden mussten. Glücklicherweise konnte ein Dambruch letztlich verhindert und die Talsperre entleert werden.

2 Aufarbeitung des Hochwasserereignisses und statistische Einordnung

Gleichzeitig mit dem Wiederaufbau spielt die Aufarbeitung des Ereignisses aus wasserwirtschaftlicher Sicht eine wichtige Rolle.

Ziel ist es, Bemessungsgrundlagen für wasserwirtschaftliche Projekte und Bauwerke anzupassen und die aufgetretenen Abflüsse und Überflutungen beim laufenden Hochwasserrisikomanagement zu berücksichtigen. Konkret sind die an der Erft bisher ausgewiesenen Überschwemmungsgebiete zu überprüfen und ggf. anzupassen.

Hydrologische und hydronumerische Modelle unterstützen diesen Prozess, indem sie das Hochwasserereignis aus vorhandenen Daten rekonstruieren und eine statistische Einordnung des Geschehens ermöglichen.

2.1 Pegelaufzeichnungen nicht direkt nutzbar

Niederschlagsverlauf, -verteilung und -höhen vom 14. und 15. Juli 2021 im Erft-Einzugsgebiet sind aufgrund eines dichten Niederschlagsmessnetzes und der Verfügbarkeit von Radardaten gut nachvollziehbar. Eine Quantifizierung der Wasserstände und der Durchflüsse aufgrund von Pegeldaten ist jedoch nur schwer möglich.

Der Erftverband gibt in einer Analyse des Niederschlags- und Abflussgeschehens (Gattke & Keller 2021) an, dass an fast allen Pegeln die bisherigen Höchstwasserstände und die im Rahmen der Erstellung der Hochwassergefahrenkarten für ein Extremhochwasser (HQ_{extrem}) bestimmten Wasserstände überschritten wurden.

Während des Hochwassers kam es an den Pegeln zu veränderten Fließwegen (Umläufigkeiten) und erheblichen Änderungen der Fließquerschnitte durch Erosions- und Sedimentationsprozesse. Einige Pegelanlagen wurden während des Hochwassers beschädigt, sodass die Messreihen lückenhaft sind.



Abb. 1 Pegel Schönau im Erft Einzugsgebiet: links intakt vor und rechts zerstört nach dem Hochwasserereignis (Quelle: Erftverband)

Die Wasserstandsdaten von intakt gebliebenen Pegeln lassen sich aufgrund der extremen Ausprägung des Ereignisses nur mit hoher Unsicherheit über die bisher festgelegten W/Q-Beziehungen in Abflüsse übertragen.

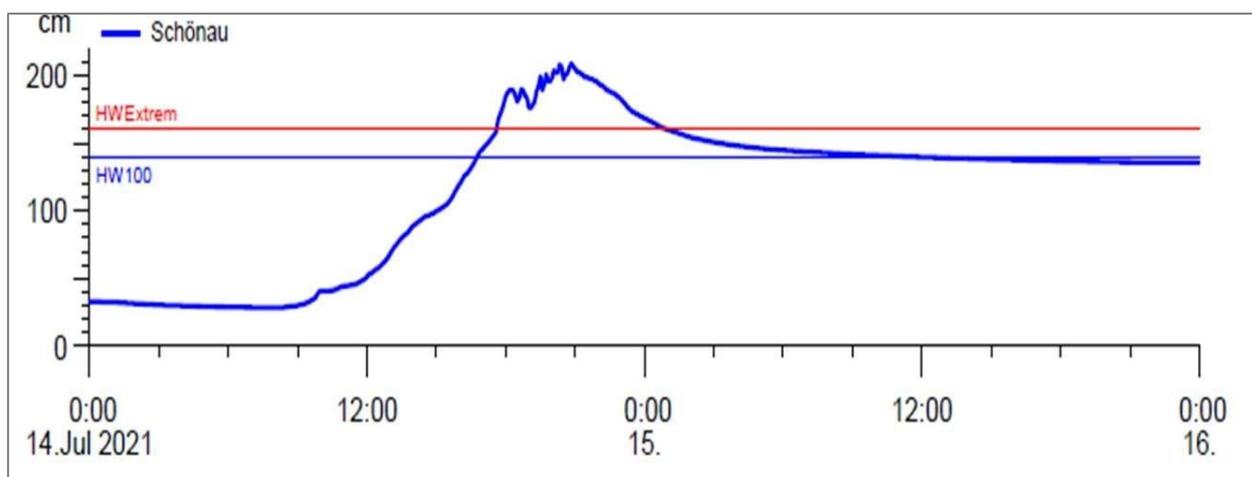


Abb. 2 Aufzeichnung des Pegels Schönau: Nachdem der Wasserstand für ein HQ_{extrem} am 14.07. überschritten wird, befindet er sich außerhalb der W/Q-Beziehung. Nach dem Hochwasser hat sich das Gewässerprofil so verändert, dass der gemessene Wasserstand nicht mehr einem Abfluss zuzuordnen ist. (Quelle: Erftverband)

2.2 Rekonstruktion des Abflussgeschehens und Ermittlung der Scheitelabflüsse

Hydrotec erhielt im Herbst 2021 von der Bezirksregierung Köln den Auftrag, das Hochwasserereignis mit dem hydronumerischen 2D-Modell HydroAS (Hydrotec 2022) zu rekonstruieren, um eine statistische Einordnung zu ermöglichen.

Das 2D-Modell der Erft lag bereits aus der Erarbeitung der Hochwassergefahrenkarten vor, sodass es für die Aufgaben mit nur wenigen Anpassungen verwendet werden konnte.

Folgende Informationsquellen / Methoden wurden zur Nachvollziehung des Hochwasserverlaufs genutzt:

- Auswertung der verbliebenen Wasserstandsganglinien
- Vermessung von Hochwassermarken und Geschwemmsellinien

- Auswertung von Bildern, Luftbildern, Videos
- Analyse der Änderungen des Volumens von Hochwasserrückhaltebecken
- Bilanzbetrachtungen und die Analysen von Abflussspenden

Parallel dazu wurden die Abflusskurven im Extrapolationsbereich überprüft und ergänzt sowie modellweit die aufgemessenen Wasserspiegellagen vom HW 2021 einem Abfluss zugeordnet.

2.2.1 Aktualisierter hydrologischer Längsschnitt

Die 2D-Modellierung mit HydroAS ermöglichte es, den Hochwasserverlauf abzubilden, die aufgetretenen Abflüsse zu quantifizieren und in einem hydrologischen Längsschnitt darzustellen.

Der bisherige hydrologische Längsschnitt der Erft basierte auf einer Niederschlag-Abfluss-Modellierung. Die 2D-Modellierung der Erft bietet die Möglichkeit, den vorhandenen hydrologischen Längsschnitt zu überprüfen und zu aktualisieren.

Dazu wurden im 2D-Modell an den Pegeln der Hochwasserscheitelabfluss des Juli-Hochwassers ermittelt und mit den folgenden Schritten für eine Hochwasserstatistik herangezogen:

- Recherche /Übernahme weiterer historischer HW-Marken
- Aufbau von jährlichen Serien maximaler Jahreshöchstabflusswerte
- Durchführung extremwertstatistischer Untersuchungen mit ausgewählten Verteilungsfunktionen

Auf Basis der neuen Hochwasserstatistik, in der neben dem Hochwasser von Juli 2021 auch historische Hochwasserereignisse berücksichtigt wurden, erfolgte eine Neuberechnung der Bemessungsabflüsse. Mit diesen neuen Modellierungsergebnissen aktualisierte die Bezirksregierung Köln die vorläufig gesicherten Überschwemmungsgebiete und gab sie im August 2022 bekannt (Bezirksregierung Köln 2022).

3 Analyse des Hochwassers am Steinbach und Dambruchszenario

Analog zur Modellierung der Erft erstellte Hydrotec im Auftrag der Bezirksregierung Köln ein 2D-Modell des Steinbachs und seiner Nebengewässer mit dem Ziel, das Hochwasserereignis zu rekonstruieren und die bestehenden Abflusskurven zu aktualisieren.

Für den Aufbau des 2D-Modells wurden zunächst vorhandene Gewässerprofilaten ausgewertet und in das DGM des Einzugsgebiets integriert. Zahlreiche Bauwerke wie Durchlässe, Verrohrungen und Brücken waren detailliert in das Berechnungsnetz zu übernehmen. Im Rahmen von Begehungen wurden der Gewässerverlauf und viele teilweise noch gut sichtbare Hochwassermarken aufgenommen. Diese Informationen dienten zusammen mit den verwertbaren Pegeldaten zur Kalibrierung des Modells.

3.1 Ergebnis: Überschwemmungsgebiete und HW-Statistik

Durch die Auswertung der zahlreichen Hochwassermarken sowie von Luftbildern, auf denen die Ausdehnung der Überflutung zu erkennen war, ließ sich an definierten Orten der Hochwasserscheitel rekonstruieren. Dabei wurden der Einfluss von Verklausungen bzw. Topografieänderungen (verursacht durch starke Erosion oder den Bruch der Autobahn A61) berücksichtigt. Im nächsten Schritt werden die ermittelten Abflüsse in eine Hochwasserstatistik integriert.

3.2 Modell des Dammbrochs der Steinbachtalsperre

Während der Hochwasserkatastrophe im Juli 2021 füllte sich die Steinbachtalsperre bei Euskirchen-Kirchheim bis zur Dammkrone, lief über und drohte zu brechen. Das überströmende Wasser beschädigte den Damm schwer, sodass mehrere Ortschaften unterhalb der Talsperre vorsorglich evakuiert wurden. Die mehrere Tage dauernde Gefahrenlage hielt ganz Deutschland in Atem. Glücklicherweise konnte der verschlossene Ablass der Talsperre durch den mutigen Einsatz eines Bauunternehmers geöffnet werden, was dazu beitrug, den Bruch des Damms zu verhindern.



Abb. 3 Die leere Steinbachtalsperre mit umgestaltetem Damm im Sommer 2022 - ein Jahr nach dem Hochwasser (Quelle: Thomas Becker, e-regio)

Hydrotec erhielt vom Wasserversorgungsverband Euskirchen-Swisttal (WES) den Auftrag, anhand einer Simulationsstudie die Folgen eines möglichen Dammbrochs bei Mittelwasserabfluss sowie bei Hochwasserabfluss (Szenario Hochwasser 2021) detailliert zu ermitteln und darzustellen.

3.3 Animierte Darstellung in HydroAS MapView

Dazu wurde mit HydroAS das 2D-Modell für die Steinbachtalsperre und den unterhalb liegenden Bereich erstellt und die Berechnungsergebnisse als Kartenanimation in HydroAS MapView visualisiert.

Durch das Modell wird für potenzielle Szenarien deutlich, welche Bereiche bei einem Dammbbruch zu welchem Zeitpunkt betroffen sein können und wo ggf. Anwohner zu evakuieren wären. Auf Basis dieser Ergebnisse lassen sich z. B. Einsatzpläne für THW und Feuerwehr entwickeln.



Abb. 4 Die nach einem Dammbbruch entstehende Flutwelle lässt sich in HydroAS modelltechnisch abbilden und in HydroAS MapView animiert darstellen. (Quelle: Hydrotec)

3.4 Hochwasserschutz für den zukünftigen Betrieb stärker verankert

Aktuell lässt der WES durch die Betriebsführerin e-regio GmbH & Co. KG die Möglichkeiten einer zukünftigen Nutzung der Talsperre prüfen. Die ersten Pläne sehen vor, die nach der Flut zur Bauwerkssicherung errichtete Dammscharte mit einem steuerbaren Durchlassbauwerk so zu verschließen, dass die Steinbachtalsperre zukünftig sowohl zur Brauchwasserversorgung als auch zum Hochwasserschutz genutzt werden kann.

3.5 Evakuierung im Juli 2021 wurde bestätigt

In der Animation in HydroAS MapView ist sehr genau zu erkennen, bis wohin, in welcher Geschwindigkeit und Fließtiefe das Wasser im Juli 2021 nach einem Dammbbruch geflossen wäre. Das 2D-Modell ermittelt die dabei auftretenden Schubspannungen und auch die zu erwartenden Wasserstände.

Das Ergebnis macht deutlich: Viele der unterhalb liegenden Ortschaften wären innerhalb kurzer Zeit von der Dammbbruchwelle überflutet und stark beschädigt worden. Dieses Ergebnis bestätigt die damalige Entscheidung, diese Dörfer vorsorglich zu evakuieren, als verantwortungsvoll und richtig.

Literatur

- Bezirksregierung Köln (2022). Überschwemmungsgebiet Erft und Liblarer Mühlengraben (vorläufige Sicherung, Stand 10/2022), https://www.bezreg-koeln.nrw.de/brk_internet/brk_media/_ueberschwemmungsgebiete/erft/liblarer_muehlengraben_vorlaufige_sicherung_2022/index.html, abgerufen am 17.02.2023
- Bittner, D., Keller, T., Bangel, H., Gattke, C. (2022). Limitierungen in der prozess-getreuen Abbildung und Vorhersage des Erfthochwassers (Juli 2021) im NA-Modell am Beispiel des Pegels Arloff, In: Tag der Hydrologie 2022, 22.03.2022 in München, S. 13 ff
- Gattke, C., Keller, T. (2021). Niederschlags- und Abflussgeschehen – Kaum vorstellbare Wassermassen, Informationsfluss 4/21, Erftverband, 6-7

Hydrotec (2023). HydroAS – Programm zur 2D-hydrodynamischen Modellierung von Fließvorgängen, Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH, Aachen

Hydrotec (2023). HydroAS MapView – Programm zur animierten Visualisierung von Ergebnissen einer 2D-hydrnumerischen Modellierung, Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH, Aachen

Junghänel, T. et al. (2021). Hydro-klimatologische Einordnung der Stark- und Dauerniederschläge in Teilen Deutschlands im Zusammenhang mit dem Tiefdruckgebiet „Bernd“ vom 12. bis 19. Juli 2021, DWD

Anschrift der Verfasser

Prof. Dr.-Ing. Alpaslan Yörük
Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH
Bachstr. 62-64, D-52066 Aachen
alpaslan.yoeruek@hydrotec.de

Rainer Räder
Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH
Bachstr. 62-64, D-52066 Aachen
rainer.raeder@hydrotec.de

Tobias Gehrmann
Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH
Bachstr. 62-64, D-52066 Aachen
tobias.gehrmann@hydrotec.de

Andreas Förster
Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH
Bachstr. 62-64, D-52066 Aachen
andreas.foerster@hydrotec.de

