



Mit dem Klimawandel nehmen nicht nur Dürren und Stürme zu, sondern auch Starkregenereignisse. Spätestens seit im Sommer 2016 nach extremen Gewittern und Niederschlägen Sturzfluten in Deutschland ganze Ortschaften verwüstet haben ist klar: Bisherige Schutzkonzepte und Prognosemodelle, die bislang vor allem bei Flusshochwassern greifen, stoßen an ihre Grenzen. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am Institut für Wasser und Gewässerentwicklung (IWG) entwickeln weitere Möglichkeiten, um noch besser auf den Ernstfall vorbereitet zu sein.

„Wann und wo genau ein solcher Starkregen niedergeht und wie intensiv er ist, ist meteorologisch schwer zu prognostizieren“, berichtet Erwin Zehe, Inhaber des Lehrstuhls für Hydrologie am IWG. „Und nicht jeder schwere Niederschlag führt automatisch zu einer Sturzflut“. In der Regel treten solche Ereignisse schnell und begrenzt in einem relativ kleinen Gebiet auf. Für Vorwarnungen oder Schutzmaßnahmen bleibt meist wenig Zeit. Wie verheerend die Folgen einer Sturzflut für Menschen, Gebäude und Infrastrukturen sein können, zeigt ein Blick auf die Serie schwerer Gewitter, die im Mai und Juni 2016 binnen zwei Wochen in vielen Teilen Deutschlands zu Überschwemmungen führten. Allein in Baden-Württemberg waren zahlreiche Ortschaften betroffen.

## NEUE SCHUTZ- KONZEPTE GEGEN STURZFLUTEN

VON JUTTA WITTE

Zehe und sein Team haben sich vor dem Hintergrund dieser Ereignisse die Situation im Kraichgau noch einmal genauer angeschaut, ein Gebiet zwischen Heidelberg und Karlsruhe, das sie über viele Jahre immer wieder intensiv hydrologisch analysiert haben. Den Fachleuten fiel auf, dass die Hochwasserrückhaltebecken dort zwischen 2014 und 2016 nach schweren Gewittern mehrfach in Vollstau gingen, obwohl dies laut Statistik nur einmal in dreißig bis hundert Jahren passieren soll. „Das ist ein starkes Indiz für einen gravierenden Wandel und dafür, dass bestimmte Grundlagen in unseren Modellen zur Bemessung von Hochwasser, die in der Vergangenheit gut funktioniert haben, heute nicht mehr ausreichen“, betont der Physiker.

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler glauben, dass der Kraichgau mit Blick auf das Risiko einer Sturzflut exemplarisch für Regionen mit ähnlichen Rahmenbedingungen sein kann. Zum einen herrscht hier eine Topografie mit hügeligen Geländereiefs vor, zum anderen basiert die Landnutzung neben Getreide auch auf typischen Reihenkulturen wie Kartoffeln, Futterrüben oder Mais. Vor allem aber handelt es sich um eine Lösslandschaft mit Böden, die zwar sehr fruchtbar sind, aber die Tendenz haben zu verschlämmen – eben in Folge ausgeprägter Reihensbepflanzungen, insbesondere aber auch in Zeiten, in denen die Pflanzen noch klein sind und der Boden weitgehend unbedeckt ist.

# Wenn das Wasser kommt



„Wir sind überzeugt, dass der Prozess der Verschlammung ausschlaggebend dafür sein kann, ob ein Starkregenereignis zu einer Sturzflut führt oder nicht“, sagt Franziska Villinger, Wissenschaftlerin am IWG. Die beiden Hydrologen erklären diesen Prozess so: Bei einem Gewitter mit extrem starken Aufwinden und hochreichenden Wolken entstehen sehr große Tropfen, die lange in der Schwebe gehalten werden und dann in Intervallen und unter Freisetzung einer hohen kinetischen Energie am Boden einschlagen. Dabei brechen Bodenaggregate auf, deren Partikel versprengt werden und die sich so verteilen, dass die Poren verstopfen, über die das Wasser normalerweise im Boden versickert. Der Boden reagiert dabei wie ein Schwamm: Entweder saugt er sich langsam voll und es kommt zu einem so genannten Sättigungs-Oberflächenabfluss oder er läuft buchstäblich über, wenn das Wasser mit großer Geschwindigkeit über ihn gegossen wird. Dies passiert bei Böden immer dann, wenn die Niederschlagsintensität höher ist als die Infiltrationsrate und führt zum so genannten Horton'schen



## When the Water Comes

### New Flash Flood Protection Concepts

TRANSLATION: HEIDI KNIERIM

Climate change is not only increasing the number of droughts and storms, but also the number of heavy rainfall events. Current protection concepts and forecasting models, which are particularly effective in the case of river floods, are reaching their limits. Researchers at the Institute for Water and River Basin Management (IWG) are developing further options to be even better prepared for emergencies.

Together with his team, Professor Erwin Zehe, Chair of Hydrology at the IWG, has scrutinized and thoroughly analyzed the Kraichgau area between Heidelberg and Karlsruhe for many years. The experts noticed that after heavy thunderstorms between 2014 and 2016, the area's flood control reservoirs repeatedly reached their maximum water levels. The researchers believe that the area can be a model for regions facing similar risks of flash floods. The area is a loess landscape with soils that are very fertile, but tend to silt up as a result of pronounced row planting.

“We are convinced that the process of silting up can be decisive in determining whether a heavy rainfall event leads to a flash flood or not,” says Franziska Villinger, researcher at the IWG. “Our goal is to map the complex process of silting up in a model that we will not only convert into a forecast mode in the long run, but also develop into a simplified and practical instrument.”

“Hydrologists, but also hydromechanic and hydraulic engineers, face completely new challenges today,” explains Zehe. In his opinion, it will take several years before the planned experiments are completed and their results put into practice. Until then, however, Zehe is convinced that preventive measures could come into play that could be implemented much more quickly. In concrete terms, the researcher thinks of concepts for land use and soil cultivation that specifically counteract silting, such as mulching, or vegetated strips in the so-called tiger bush pattern. In the latter case, vegetationless strips alternate with densely overgrown strips, thus revealing a natural vegetation pattern that is typical of arid regions. The banded arrangement of the vegetation ensures that as little water as possible flows off because as much water as possible enters into the vegetated strips. ■

Contact: [erwin.zehe@kit.edu](mailto:erwin.zehe@kit.edu)





Professor Erwin Zehe und Franziska Villingner, Institut für Wasser und Gewässerentwicklung (IWG) am KIT

Professor Erwin Zehe and Franziska Villingner, Institute for Water and River Basin Management (IWG) of KIT

Infiltrationsüberschuss. Dieser hat vor allem Folgen für die Grob- und Makroporen. „Wenn Sie diese Poren zuschlammern, geht die Infiltrationskapazität des Bodens sehr schnell zurück und die Abflussbildung steigt“, erläutert Zehe.

In der Folge entwickelt das abfließende Wasser eine hohe Geschwindigkeit und kinetische Energie, kann Treibgut, Sedimente und Erosionsmaterialien in die Ortschaften spülen und selbst Autos mit sich reißen. „Die Frage ist also, wie wir auch den Verschlammungsprozess künftig in unseren Prognosemodellen abbilden können“, sagt der Experte. Gängige Modelle für die Hochwasserbemessung erfassen unter anderem zwar den „normalen“ Sättigungs-Oberflächenabfluss, aber nicht das Phänomen, dass es unter bestimmten Bedingungen auf prinzipiell sehr trockenen Böden zu einem extrem hohen Abfluss kommen kann. Auch andere Prognoseinstrumente wie das Wasserhaushaltsmodell LARSIM (Large Area Runoff Simulation Model), das Vorhersagemodell der Hochwasservorhersagezentrale Baden-Württemberg, kommen an ihre Grenzen. LARSIM ermöglicht zwar Aussagen über die Speicherkapazität, Durchlässigkeit und Sättigung eines Bodens und beinhaltet auch ein Modul für die Abbildung des Infiltrationsüberschusses nach Horton, den Verschlammungsprozess und die daraus resultierende verschärfte Abflussbildung berücksichtigt es aber nicht.

Das heißt: Was unmittelbar nach der Verschlammung am Boden passiert und wie sich sein Abflussverhalten entwickelt, kann bislang nur in der Rückschau analysiert werden. Experimente, die das Forschungsteam im Kraichgau mithilfe des Simulationsmodells CATFLOW durchgeführt hat, zeigen jedoch, wie wichtig es ist, beides auch mit in die Prognose einfließen zu lassen. Ihren Berechnungen legten sie ein Niederschlagsereignis

zugrunde, das am selben Standort, mit demselben Boden, unter denselben Vorfeuchtebedingungen und bei derselben Niederschlagsmenge abhängig von der Jahreszeit und der Durchlässigkeit des Bodens zu völlig unterschiedlichen Abflussspitzen führen kann. Liegt die Abflussspitze bei 75 Millimetern Niederschlag in dreieinhalb Stunden im Hochsommer bei rund drei Kubikmetern pro Sekunde, erreicht sie im Frühsommer unter denselben Bedingungen rund acht Kubikmeter pro Sekunde. Zurückzuführen ist dies nach Überzeugung der Fachleute darauf, dass im August die Pflanzen höher stehen und den Boden besser bedecken als im Frühjahr und Frühsommer – mit positiven Auswirkungen auf die Bodendurchlässigkeit und negativen auf die Verschlammung.

CATFLOW ermöglicht es bereits, die Durchlässigkeit des Bodens nach oben und unten, also von vollverschlammte bis hin zu idealen Infiltrationsbedingungen, zu variieren und bietet damit eine gute Basis für die Prognose von Sturzfluten. „Unser Ziel ist es jetzt, den komplexen Prozess der Verschlammung in einem Modell abzubilden, das wir perspektivisch nicht nur in einen Vorher-

sagemodus überführen, sondern zu einem vereinfachten und praxistauglichen Instrument weiterentwickeln“, berichtet Villingner.

Hierfür will das Forschungsteam das, was es bereits anhand der Daten aus der freien Natur analysiert hat, unter kontrollierten Laborbedingungen weiter beobachten und vertiefen, unter anderem das Verhalten unterschiedlicher Böden untersuchen und verschiedene Fließtiefen und Hanglagen simulieren. Im Fokus sollen dabei die Interaktion zwischen dem Aufprall der Regentropfen auf den Boden, dem hierdurch entstehenden Energieeintrag und die damit einhergehenden Veränderungen der Bodeneigenschaften stehen.

„Hydrologen, aber auch Hydromechaniker und Hydrauliker stehen heute vor völlig neuen Herausforderungen“, sagt Zehe. Bis die angedachten Experimente gelaufen und ihre Ergebnisse in die Praxis überführt sind, dürften nach seiner Einschätzung noch einige Jahre vergehen. Bis dahin könnten nach seiner Überzeugung jedoch durchaus Präventionsmaßnahmen zum Tragen kommen, die deutlich schneller umsetzbar wären. Konkret denkt Zehe dabei an Konzepte für die Landnutzungs- und Bodenbearbeitung, die einer Verschlammung gezielt entgegenwirken, wie zum Beispiel Mulchen oder das Anlegen von Vegetationsstreifen motiviert durch den so genannten Tigerbusch. Hierbei wechseln vegetationslose Streifen ab mit dicht bewachsenen Streifen – ein für aride Gebiete typisches natürliches Vegetationsmuster. Die gebänderte Anordnung der Vegetation sorgt dafür, dass möglichst wenig Wasser abfließt, weil möglichst viel in den Vegetationsstreifen infiltriert. ■

Kontakt: erwin.zehe@kit.edu



Hochwasser im Pfinztal (Landkreis Karlsruhe) Ende Mai 2013

Flood in Pfinztal (district of Karlsruhe) at the end of May 2013