

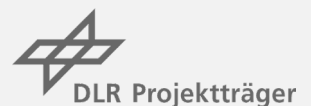


KLIMA
ANPASSUNG
HOCHWASSER
RESILIENZ

Book of
Abstracts

zur 1. KAHR
Wissenschafts-
konferenz
29. bis 30. Juni 2022

of the 1. KAHR
Science Conference
29. to 30. June 2022



Das vom BMBF geförderte Projekt KAHR soll mit neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen die Aufbaumaßnahmen in den von der Flutkatastrophe im Juli 2021 zerstörten Regionen in Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz unterstützen. Bis Ende 2024 werden in dem Verbundprojekt mit insgesamt 13 Partnern aus Wissenschaft und Praxis Fragen zur Klimaanpassung, der risikobasierten Raumplanung und zum Hochwasserschutz erarbeitet. Ziel ist es, konkrete Maßnahmen für einen klimaresilienten und zukunftsorientierten Wieder- und Neuaufbau in den betroffenen Regionen zu schaffen.

The KAHR project, funded by the BMBF, aims to use the latest scientific findings to support reconstruction measures in regions in North Rhine-Westphalia and Rhineland-Palatinate devastated by the flood disaster in July 2021. Until the end of 2024, the collaborative project will work with a total of 13 partners from science and practice on issues related to climate adaptation, risk-based spatial planning and flood protection. The aim is to create concrete measures for climate-resilient and future-oriented reconstruction and rebuilding in the affected regions.

Das KAHR Projekt wird gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) mit Unterstützung des DLR Projektträgers. Ein Projektverbund in Kooperation mit dem Kompetenznetzwerk „Wissenschaft für den Wiederaufbau“ des Landes Rheinland-Pfalz.

The KAHR project is funded by the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF) and supported by the DLR Projektträger. A project network in cooperation with the competence network „Wissenschaft für den Wiederaufbau“ of the state of Rhineland-Palatinate.

Projektpartner:

bwk | bauen-kunst-werkstoffe Bauingenieurwesen, HS Koblenz
Difu | Deutsches Institut für Urbanistik
FWW | Fachgebiet Wasserbau und Wasserwirtschaft, TU Kaiserslautern
GFZ | Helmholtz-Zentrum Potsdam - Deutsches GeoForschungsZentrum
HKC | HochwasserKompetenzCentrum
IQIB | Institut für qualifizierende Innovationsforschung und -beratung
IREUS | Institut für Raumordnung und Entwicklungsplanung, Universität Stuttgart
IRPUD | Institut für Raumplanung, TU Dortmund
IUG | Institut für Umweltwissenschaften und Geographie, Universität Potsdam
IWW | Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, RWTH Aachen University
L-Ahr | Landkreis Ahrweiler
UFZ | Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung
WVER | Wasserverband Eifel-Rur

Project partners:

*bwk | bauen-kunst-werkstoffe civil engineering, HS Koblenz
Difu | German Institute of Urban Affairs
FWW | Water Management and Hydraulic Engineering, TU Kaiserslautern
GFZ | Helmholtz Centre Potsdam - German Research Centre for Geosciences
HKC | Flood Competence Center
IQIB | EA European Academy of Technology and Innovation Assessment
IREUS | Institute of Spatial and Regional Planning, University of Stuttgart
IRPUD | Department of Spatial Planning, TU Dortmund University
IUG | Institute for Environmental Science and Geography, University of Potsdam
IWW | Institute of Hydraulic Engineering and Water Resources Management, RWTH Aachen University
L-Ahr | Landkreis Ahrweiler
UFZ | Helmholtz Centre for Environmental Research
WVER | Wasserverband Eifel-Rur*

Die Verantwortung für die Inhalte liegt bei den jeweiligen Verfassern bzw. Verfasserinnen.

The respective authors are responsible for the content of their publications.

Inhaltsverzeichnis
Table of contents

Vorwort <i>Preface</i>	6
10 Empfehlungen aus Sicht der Wissenschaft zum Thema Wiederaufbau und Zukunftsfähigkeit der flutbetroffenen Regionen <i>10 recommendations from a scientific perspective on reconstruction and sustainability of flood-affected regions</i>	8
Über die 1. KAHR Wissenschaftskongress <i>About the 1. KAHR Science Conference</i>	16
Abstracts	19
Internationale Fallstudien <i>International case studies</i>	20
When adapting to floods is not enough - the case of Lismore, Australia	20
Preventive resettlement as a resilience strategy? Evidence and recommendations from retreat practices in the Philippines	21
Numerische Modellierungen von Überflutungen <i>Numerical modeling of floods</i>	22
Gefährdung durch Starkregenereignisse - Erfahrungen aus dem Projekt-HiOS	22
Simulation des Ahrhochwassers 2021 mit RIM2D und die Möglichkeit der operationellen Hochwasserauswirkungsvorhersage	24
Analyse der Hochwassergefährdung im Ahrtal unter Berücksichtigung historischer Hochwasser	25
WetUrban - Modellbasiertes Management von Wasserextremen in urbanen Regionen	26
Hochwasserbedingte Bauwerkschäden <i>Flood-related building damage</i>	28
Damages at Bridges along the Ahr River	28
Analyse und Prognose von Bauwerksschäden infolge extremer Hochwassereinwirkungen	29
Bildbasierte 3D-Lagebilder zur Zustandsanalyse hochwassergeschädigter Bauwerke	31
Resilienzstrategien gegenüber Hochwasser und Starkregen <i>Resilience strategies against floods and heavy rain</i>	33
Resilienzbildung nach Extremereignissen: Anwendung und Verstetigung von Resilienzstrategien für Städte im Umgang mit räumlich ubiquitär auftretenden Extremereignissen	33
Entwicklung eines Masterplans für die hochwasserresiliente Entwicklung des Inde/Vicht-Einzugsgebiets	34
BMBF-Fördermaßnahme Wasser-Extremereignisse WaX	35
Understanding of floods on regional scale: aggravating pathways, vulnerability, and adaptive capacity – A case study for Oberland Region (Upper Bavaria), Germany	36
Ansätze des technischen und operativen Hochwasserschutzes <i>Approaches to technical and operational flood protection</i>	37
Die Elektronische Lagedarstellung für den Bevölkerungsschutz Baden-Württemberg	37
Operativer Hochwasserschutz - Analyse und Entwicklungsmöglichkeiten	39
Systemische Objektschutzmaßnahmen	40
Räumliches Risikomanagement <i>Spatial risk management</i>	41
Risikobasierte Planung	41
Historische Bemühungen um Hochwasserschutz im Wassereinzugsgebiet der Ahr seit 1905	42
Kartierung potenzieller Retentions- und Versiegelungsverbotsflächen im Ahrtal – ein Beitrag zur Hochwasser- und Überflutungsvorsorge auf regionalem Maßstab	44
Räumliches Risikomanagement und Hochwassereexposition: Hochwasservorsorge in Grenzen durch die Ausrichtung am HQ100 – Fallbeispiel Ahrtal	45

Inhaltsverzeichnis

Table of contents

Frühwarnung und Risikokommunikation (I) <i>Early warning and risk communication (I)</i>	46
Katastrophale Kommunikation (?) – Die Bewältigung der Starkregenereignisse 2021 aus Sicht von Akteuren des Bevölkerungsschutzes	46
Erste Ergebnisse einer Expertenbefragung zur Priorisierung von Maßnahmen und Instrumenten im Bereich Gefahrenanalyse, Warnung und Kommunikation	47
How affected residents of the July 2021 flood in Western Germany perceived the warning situation	48
Erfahrungen und Anpassungsoptionen der Bevölkerung <i>Experiences and adaptation options of the population</i>	49
Unterstützung der Eigenvorsorge zur Klima-Anpassung für eine resiliente Gesellschaft mit dem Hochwasser-Pass und dem Hochwasser-Infomobil	49
Vulnerabilität, Risikowahrnehmung und Anpassungsoptionen - Ansichten der Bevölkerung / Haushaltsbefragung	51
Resilienter Wiederaufbau im Ahrtal	52
Citizens' perceptions of the German flood event 2021	53
Katastrophenanalyse des Hochwassers 2021 <i>Disaster analysis of the flood 2021</i>	54
Flood disaster after weather system "Bernd": Unimaginable – really? Findings from our PERC analysis	54
Modelling direct flood losses: what can we learn from the July 2021 flood in the Meuse basin (Belgium)?	55
Geotechnical and geophysical investigations of river-infrastructure interaction in response to the 2021 Ahr Valley flood	56
More than just fast flowing water: the landscape impact of the July 2021 flood in the Ahr valley	57
Anpassung an den Klimawandel <i>Climate change adaptation</i>	58
Regionale und kommunale Klimaanpassung – Erkenntnisse und Empfehlungen aus transdisziplinären Forschungsprojekten der RegIKlim Fördermaßnahme	58
Understanding Coupling Processes and Dynamics between Cities and Climate: the urbisphere project	59
Frühwarnung und Risikokommunikation (II) <i>Early warning and risk communication (II)</i>	60
Analyse der Todesumstände und -ursachen der Opfer des Hochwassers 2021 in Nordrhein- Westfalen zur Ableitung von Verbesserungspotenzialen in der Risikokommunikation und Warnung	60
Auswirkungsbasierte Vorhersage zur Unterstützung des Notfallmanagements	62
Das Waterbom-Experiment: Herausforderungen für die Niederlande bei besonders großräumigen Niederschlagsereignissen	63
Intelligente Modelle zur echtzeitfähigen Überflutungsvorhersage und impact-basierten Frühwarnung	65
Sozioökonomische Aspekte der Überschwemmungen und des Wiederaufbaus <i>Socio-economic aspects of floods and reconstruction</i>	66
Assessing the socioeconomic impacts of the 2021 flood in Germany through text-mining of newspaper articles	66
The MOVIDA project: methods and tools for flood damage assessment in the support of cost- benefit analysis of risk mitigation measures	67
Spatially Determining Hope, Climate Resilience and SDGs into the Rebuilding of the highly flood- damaged Ahr Valley Region in Germany	69

Inhaltsverzeichnis
Table of contents

Wiederaufbau von sozial benachteiligten Quartieren	71
Resilienz und Wiederaufbau <i>Resilience and reconstruction</i>	72
Community resilience - Resilienz von Nachbarschaften im Zusammenhang mit plötzlich auftretenden, extremwetterbedingten Katastrophenereignissen	72
Formelle vs. informelle Planungsinstrumente im Wiederaufbauprozess	73
Chancen und Grenzen der Förderung von Resilienz im Kontext von Wiederaufbauprozessen	74
Geomorphologie und Verschmutzung des Hochwassers 2021 <i>Geomorphology and Pollution of the flood 2021</i>	75
Morphodynamic effects of the July 2021 flood event – lesson learned from geomorphological processes	75
Hillslope failure due to stream undercutting: The 2021 flood event in the Ahr-valley and a resulting mass movement in Müsch – a multi-method approach	76
Release and dispersion of organic pollution during the 2021 European Flood – examples from the Vicht and Inde rivers	77
Wiederaufbau nach dem Hochwasser 2021 <i>Reconstruction after the flood 2021</i>	78
Reconfiguring hydrosocial territories –a research perspective on the reconstruction after the 2021 flood in Germany	78
Narratives of reconstructing hydro-social territories after the 2021 flood in Germany: a natural language processing approach	79
The role of networks for climate resilient reconstruction	80
Kurzfristige Prognosen und Schadensabschätzungen <i>Short-term forecasts and damage estimates</i>	81
PrognosisSF - Dynamische Kurzfristprognose von Sturzfluten	81

Vorwort
Preface

Das Hochwasserereignis 2021 hat zahlreiche Regionen in Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz erschüttert und Zerstörungen hinterlassen, die Deutschland seit Jahrzehnten nicht mehr durch Flutkatastrophen erfahren musste. Das Katastrophenereignis führte zu massiven ökonomischen Schäden und zu mehr als 180 Todesopfern – mit einem hohen Anteil im Ahrtal. Die schweren Folgen des Hochwassers zeigen die Bedeutung und Tragweite klimaresilienter Raumentwicklung auf und verdeutlichen den Bedarf an wissenschaftlicher Unterstützung bei einem zukunftsorientierten Wiederaufbau. Im Rahmen des BMBF-Verbundprojekts KAHR (KlimaAnpassung, Hochwasser und Resilienz) begleiten wir mit 13 Projektpartnern seit Ende 2021 den Wiederaufbauprozess in den flutbetroffenen Regionen in Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen. Dabei widmen wir uns u.a. den folgenden Fragen: Inwieweit können bzw. sollten alte Strukturen einfach wieder aufgebaut werden? Welche konkreten Auswirkungen haben Bauwerke und insbesondere Brücken auf den Hochwasserabfluss? Welche Handlungsoptionen für eine stärker auf Resilienz und Anpassung zielende Entwicklung der hochwasserbetroffenen Regionen sind vorhanden?

Der vorliegende Tagungsband fasst die wissenschaftlichen Beiträge der KAHR-Wissenschaftskongress, die von 29. bis 30. Juni 2022 als Online-Konferenz vom Projektkonsortium KAHR ausgerichtet wurde, zusammen. Über 340 Wissenschaftler*innen verschiedener Fachdisziplinen, aus dem nationalen und internationalen Raum kamen in diesem Rahmen zusammen und tauschten über Vorträge und Diskussionen ihre wissenschaftlichen Erkenntnisse und Projektergebnisse aus. In mehreren parallelen Sessions wurden sowohl die Auswirkungen und Bewältigung von Flutkatastrophen als auch Fragen des klimaresilienten Wiederaufbaus, besonders in Bezug auf die von der Sommerflut 2021 betroffenen Gebiete, thematisiert. Die zahlreichen Beiträge der Wissenschaftler*innen unterstreichen die, vor allem im Angesicht des Klimawandels, steigende Relevanz

The 2021 flood event shook numerous regions in North Rhine-Westphalia and Rhineland-Palatinate and left destruction in its wake that Germany had not experienced in flood disasters for decades. The disaster event resulted in massive economic damage and more than 180 fatalities - with a high proportion in the Ahr Valley. The severe consequences of the flood show the importance and scope of climate-resilient spatial development and highlight the need for scientific support in future-oriented reconstruction. Within the framework of the BMBF joint project KAHR (Climate Adaptation, Flood and Resilience), we have been accompanying the reconstruction process in the flood-affected regions in Rhineland-Palatinate and North Rhine-Westphalia with 13 project partners since the end of 2021. In doing so, we are addressing the following questions, among others: To what extent can or should old structures simply be rebuilt? What concrete effects do structures and especially bridges have on flood runoff? What options for action are available for a more resilience- and adaptation-oriented development of flood-affected regions?

The present conference proceedings summarise the scientific contributions of the KAHR Science Conference, which was organised as an online conference by the KAHR project consortium from 29 to 30 June 2022. More than 340 scientists from various disciplines, from the national and international area, came together in this framework and exchanged their scientific findings and project results through presentations and discussions. Several parallel sessions addressed the impacts and management of flood disasters as well as issues of climate-resilient reconstruction, especially in relation to the areas affected by the summer floods of 2021. The numerous contributions of the scientists underline the increasing relevance of risk-based research and climate-adapted development, especially in the face of climate change. The presentation and discussion of 10 recommendations for the reconstruction and sustainability of flood-affected regions, which were signed by numerous scientists and representatives from politics, administration and practice in the course of

Vorwort

Preface

der risikobasierten Forschung und klimaangepassten Entwicklung. Hervorzuheben ist auch die Vorstellung und Diskussion von 10 Empfehlungen zum Wiederaufbau und der Zukunftsfähigkeit von flutbetroffenen Regionen, die im Zuge der Wissenschaftskonferenz von zahlreichen Wissenschaftler*innen und Vertreter*innen aus Politik, Verwaltung und Praxis unterzeichnet wurden.

the science conference, should also be emphasised.

10 Empfehlungen aus Sicht der Wissenschaft zum Thema Wiederaufbau und Zukunftsfähigkeit der flutbetroffenen Regionen

10 recommendations from a scientific perspective on reconstruction and sustainability of flood-affected regions

Im Zuge des KAHR-Verbundprojektes wurden Handlungsempfehlungen zum Thema Wiederaufbau und Zukunftsfähigkeit der flutbetroffenen Regionen entwickelt, die auf der wissenschaftlichen Begleitung des Wiederaufbaus in Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen basieren. Diese Empfehlungen wurden unter anderem auf der KAHR-Wissenschaftskonferenz vorgestellt und diskutiert. Als Ergebnis der Diskussionen wurde eine gekürzte Version von 10 Empfehlungen erarbeitet, welche in einem ersten Thesenpapier präsentiert werden konnte.

Empfehlung 1

Der Wiederaufbau nach dem Hochwasserereignis 2021 bietet auch eine Chance, einen strategischen Transformationsprozess einzuleiten und die Katastrophenresilienz zu stärken.

Der Wiederaufbau nach der Flutkatastrophe zeigt die Notwendigkeit von Veränderungen auf und ist daher auch eine Gelegenheit resiliente, hochwasser- und klimaangepasste Raum- und Siedlungsentwicklungskonzepte sowie Managementkonzepte für Flüsse zu konkretisieren, zu fördern und umzusetzen. Auch Synergien zu anderen strategischen Zielen wie dem Klimaschutz sind zu nutzen. Hierunter fällt beispielsweise die Abkehr von Ölheizungen, die sowohl die Schadenshöhe im Hochwasserfall erheblich erhöhen als auch im Sinne des Klimaschutzes eine Veränderung erfordern. Für diese zielgerichtete Transformation sollten Wiederaufbaumittel strategisch mit weiteren Fördermitteln kombiniert werden. Der reine Wiederaufbau der alten Strukturen ist nicht hinreichend.

Empfehlung 2

Alle Potenziale der Hochwassermodellierung und Risikoanalyse sollten zur Planung von Schutzstrategien sowie zur Vorbereitung und Warnung Betroffener ausgeschöpft werden.

In the course of the KAHR joint project, recommendations for action on the topic of reconstruction and sustainability of flood-affected regions were developed based on the scientific monitoring of reconstruction in Rhineland-Palatinate and North Rhine-Westphalia. These recommendations were presented and discussed at the KAHR science conference, among others. As a result of the discussions, a shortened version of 10 recommendations was developed, which were presented in a first thesis paper.

Recommendation 1

The reconstruction after the 2021 flood event also offers an opportunity to initiate a strategic transformation process and strengthen disaster resilience. Post-flood reconstruction highlights the need for change and is therefore also an opportunity to concretise, promote and implement resilient, flood- and climate-adapted spatial and settlement development concepts as well as management concepts for rivers. Synergies with other strategic goals such as climate protection should also be used. This includes, for example, moving away from oil-fired heating systems, which both significantly increase the amount of damage in the event of flooding and require a change in terms of climate protection. For this targeted transformation, reconstruction funds should be strategically combined with other funding. The mere reconstruction of old structures is not sufficient.

Recommendation 2

All potentials of flood modelling and risk analysis should be exploited for planning protection strategies as well as for preparing and warning those affected.

In science, new methods for flood modelling are successfully used, whose level of detail varies between kilometres and millimetres and whose calculation durations vary between fractions of a second and hours. These methods should be critically examined for their practical applicability and integrated in a

10 Empfehlungen aus Sicht der Wissenschaft zum Thema Wiederaufbau und Zukunftsfähigkeit der flutbetroffenen Regionen

10 recommendations from a scientific perspective on reconstruction and sustainability of flood-affected regions

In der Wissenschaft werden neue Methoden zur Hochwassermodellierung erfolgreich eingesetzt, deren Detailgrad zwischen Kilometern und Millimetern und deren Berechnungsdauern zwischen Sekundenbruchteilen und Stunden variieren. Diese Methoden sollten auf ihre praktische Einsetzbarkeit kritisch geprüft werden und zielgerichtet in die Erstellung und Überarbeitung von Hochwassergefahren- und -risikokarten, in die Ausweisung hochwassergefährdeter Gebiete, in die Hochwasservorhersage und -warnung sowie in den operativen Katastrophenschutz integriert werden. Extreme Ereignisse können insbesondere dann zur Katastrophe werden, wenn Bevölkerung, Entscheidungsträger*innen und Katastrophenschutz überrascht und unvorbereitet mit einer Extremsituation konfrontiert werden. Risikoanalysen sollten u.a. dazu beitragen, solche Überraschungen zu vermeiden und Vorsorge auch in die strategische Entwicklung von Dörfern, Städten und Infrastrukturen frühzeitig zu integrieren. Dies erfordert einen breiteren Ansatz der Risikomodellierung, der sich nicht auf wenige Szenarien beschränkt, sondern auch Worst-Case Szenarien jenseits des HQextrem umfasst. Es sollte auch vorab abgeschätzt werden, wo sich besonders ungünstige Situationen einstellen könnten, die zum Verlust von Menschenleben führen könnten.

Empfehlung 3

Mehr Raum für den Fluss ist wichtig, dies bedeutet aber nicht nur Siedlungsrückzug – sondern auch angepasste Landnutzungen.

Flüsse brauchen Raum. Ist dieser Raum nicht vorhanden, so werden Siedlungsflächen, Gewerbe- und Industriegebiete überflutet. Siedlungsrückzug bietet sich vor allem in der Wiederaufbauphase dort an, wo ohnehin Strukturen geschädigt oder zerstört sind. Wichtig ist neben der Gefährdungsintensität (Hochwasser/Starkregen) am betroffenen Standort auch ein Blick auf die Schutzwürdigkeit der betroffenen Strukturen. Einrichtungen, in

targeted manner into the creation and revision of flood hazard and risk maps, into the designation of flood-prone areas, into flood forecasting and warning, and into operational disaster control. Extreme events can turn into catastrophes especially when the population, decision-makers and civil protection are confronted with an extreme situation by surprise and unprepared. Among other things, risk analyses should help to avoid such surprises and to integrate preparedness into the strategic development of villages, cities and infrastructures at an early stage. This requires a broader approach to risk modelling that is not limited to a few scenarios, but also includes worst-case scenarios beyond HQextreme. It should also be assessed in advance where particularly unfavourable situations could arise that could lead to loss of life.

Recommendation 3

More space for the river is important, but this does not only mean settlement retreat - but also adapted land uses.

Rivers need space. If this space is not available, settlement areas, commercial and industrial zones are flooded. Settlement retreat is particularly suitable in the reconstruction phase where structures are already damaged or destroyed. In addition to the hazard intensity (floods/heavy rainfall) at the affected location, it is also important to look at the vulnerability of the affected structures. Facilities where particularly vulnerable people reside (e.g. hospitals, schools, kindergartens, old people's homes) are to be treated differently here than „normal“ residential uses or commercial locations. Hazardous incident plants, which can cause secondary effects in the event of damage, must also be given special consideration. Consequently, the different vulnerabilities must be given greater focus. The creation of multifunctional land uses also offers opportunities for urban development in the area of water bodies. For example, parks and sports fields can serve as flood areas in the event of a flood or heavy rainfall without causing

10 Empfehlungen aus Sicht der Wissenschaft zum Thema Wiederaufbau und Zukunftsfähigkeit der flutbetroffenen Regionen

10 recommendations from a scientific perspective on reconstruction and sustainability of flood-affected regions

denen sich besonders verwundbare Menschen aufhalten (z.B. Krankenhäuser, Schulen, Kindergärten, Altersheime), sind hier anders zu behandeln als „normale“ Wohnnutzungen oder Gewerbestandorte. Auch Störfallbetriebe, von denen im Schadensfall Sekundäreffekte ausgehen können, sind besonders zu betrachten. Demzufolge müssen die unterschiedlichen Verwundbarkeiten stärker in den Fokus rücken. Auch bietet die Schaffung von multifunktionalen Flächennutzungen Chancen für die Stadtentwicklung im Bereich der Gewässer. So können Parks und Sportplätze im Hochwasser- oder Starkregenfall als Überflutungsflächen dienen, ohne dass hohe Schäden entstehen und gleichzeitig stehen diese die allermeiste Zeit der Bevölkerung zur Verfügung. Zudem sollten für ausgewählte Flächennutzungen Schutzziele formuliert werden, da die Risiken und Schäden durch Hochwasser und Starkregen auch von der unterschiedlichen Verwundbarkeit und Vorsorge abhängen. Diese Aspekte müssen Bestandteile von Konzepten angepasster Landnutzung werden. Der Wiederaufbau sollte mit der Förderung von Modellansätzen einhergehen.

Empfehlung 4

Brücken müssen in Zukunft in der Betrachtung von Hochwassergefahren stärker berücksichtigt werden. Brücken können bei Hochwasserereignissen die Überflutungsgefahr deutlich erhöhen. Während des Juli-Hochwassers 2021 sind in einigen Flussgebieten über 50 % der vorhandenen kommunalen, Landes-, Bundes- und Bahnbrücken beschädigt oder zerstört worden, da diese für die enormen Staudrücke und Anpralllasten durch den hohen Anfall an Geschiebe und Treibgut nicht ausgelegt waren. Bei der Neuplanung und zukünftigen Überprüfung von Brückenbauwerken an Fließgewässern sollten vorhandene Bemessungsansätze in Hinblick auf die hydraulische Leistungsfähigkeit des Bauwerks, die erforderliche Gründungsform und -tiefe sowie die stati-

high damage, and at the same time they are available to the population most of the time. In addition, protection targets should be formulated for selected land uses, as the risks and damages caused by floods and heavy rainfall also depend on the different levels of vulnerability and preparedness. These aspects must become components of concepts for adapted land use. Reconstruction should be accompanied by the promotion of model approaches.

Recommendation 4

In the future, bridges must be taken into account more strongly in the consideration of flood hazards. Bridges can significantly increase the risk of flooding during flood events.

During the July flood of 2021, more than 50 % of the existing municipal, state, federal and railway bridges in some river basins were damaged or destroyed because they were not designed for the enormous dam pressures and impact loads caused by the high accumulation of debris and flotsam. In the new planning and future inspection of bridge structures on watercourses, existing design approaches should be expanded with regard to the hydraulic capacity of the structure, the required foundation form and depth as well as the static load cases in order to do justice to the increased load caused by entrained debris and flotsam. At the same time, the flood amplifying effect of bridges due to local damming as well as the formation of unexpected flow paths in the case of flow around structures and the flood wave in the case of structure failure must be taken into account in flood hazard and risk maps as well as in planning in the future. Enlarged or adapted drainage cross-sections, larger spans, reinforced erosion protection, etc. are aspects that should be applied in the future.

Recommendation 5

Early warning of flood events must be strengthened. The flood event of July 2021 clearly demonstrated the vital importance of effective early warning and

10 Empfehlungen aus Sicht der Wissenschaft zum Thema Wiederaufbau und Zukunftsfähigkeit der flutbetroffenen Regionen

10 recommendations from a scientific perspective on reconstruction and sustainability of flood-affected regions

schen Lastfälle erweitert werden, um der erhöhten Belastung durch mitgeführtes Geschiebe und Treibgut gerecht zu werden. Gleichzeitig muss zukünftig die hochwasserverstärkende Wirkung von Brücken durch lokalen Aufstau sowie das Ausbilden von unerwarteten Strömungswegen bei Bauwerksumströmung und die Flutwelle bei Bauwerksversagen in Hochwassergefahren- und -risikokarten sowie der Planung berücksichtigt werden. Vergrößerte oder angepasste Abflussquerschnitte, größere Spannweiten, verstärkter Erosionsschutz, etc. sind Aspekte, die in Zukunft Anwendung finden sollten.

Empfehlung 5

Die Frühwarnung vor Hochwasserereignissen ist zu stärken.

Das Hochwasserereignis vom Juli 2021 hat die lebenswichtige Bedeutung effektiver Frühwarnung und vorbereitender Verhaltensvorsorge deutlich sichtbar gemacht. In dieser Hinsicht sind effektive Warnsysteme zu überprüfen und weiterzuentwickeln, sodass diese selbst bei einem kommunalen oder regionalen Stromausfall noch funktionieren. Neuere Entwicklungen erlauben hochaufgelöste, sogenannte impact-basierte Vorhersagen, welche beispielsweise die Vorhersage von Überflutungsflächen und betroffenen Gebäuden ermöglichen. Solche Vorhersagen liefern wichtige Informationen für das Katastrophenmanagement. Die heute bestehenden Wasserstandsvorhersagen an Hochwassermeldepegeln sollten durch solche impact-basierten Vorhersagen ergänzt werden.

Empfehlung 6

Die Signalfunktion von Plänen und Planungen muss gestärkt werden. Starkregengefahren- und Risikokarten müssen öffentlich zugänglich sein. Hochwasser und Starkregen müssen gemeinsam gedacht werden! Bisher fehlt die regionalplanerische Darstellung der Vorranggebiete für Hochwas-

preparatory behavioural precautions. In this respect, effective warning systems must be reviewed and further developed so that they still function even in the event of a municipal or regional power blackout. Recent developments allow for high-resolution, so-called impact-based forecasts, which enable, for example, the prediction of flooded areas and affected buildings. Such forecasts provide important information for disaster management. Today's water level forecasts at flood level gauges should be supplemented by such impact-based forecasts.

Recommendation 6

The signalling function of plans and planning must be strengthened. Heavy rain hazard maps and hazard maps must be publicly accessible.

Floods and heavy rainfall should be addressed in combination! So far, there is no regional planning depiction of priority areas for floods in settlement areas in Rhineland-Palatinate. The simultaneous depiction of the HQ100 areas and of affected areas in the event of an HQextreme in regional and land use plans as well as the representation of the waterline from the flood in summer 2021 can have an important signal function for other specialised planning. The water law (§ 78 WHG) can only be applied to areas structurally utilised for the first time, but not to brownfields or areas that have already been built on. Consequently, precautionary measures in already built-up areas must be strengthened through planning and building law as well as through informal instruments. When building permits are granted and conversions are carried out, homeowners should automatically receive information on flood and heavy rain hazards.

Preliminary evaluations of an ongoing household survey in the district of Ahrweiler show that over 70% of the households surveyed did not know before the event that the house they live in is located in an area exposed to flooding. A separate depiction of affected areas in the event of an extreme historical flood

10 Empfehlungen aus Sicht der Wissenschaft zum Thema Wiederaufbau und Zukunftsfähigkeit der flutbetroffenen Regionen

10 recommendations from a scientific perspective on reconstruction and sustainability of flood-affected regions

ser für die Siedlungsbereiche in Rheinland-Pfalz. Die gleichzeitige Darstellung der HQ100 Bereiche sowie betroffener Flächen bei einem HQextrem in Regional- und Flächennutzungsplänen sowie die Darstellung der Wasserlinie aus dem Hochwasser im Sommer 2021 kann eine wichtige Signalfunktion für andere Fachplanungen haben. Ein Durchgriff aus dem Wasserrecht (§ 78 WHG) ist nur für erstmalig baulich in Anspruch genommene Bereiche möglich, nicht aber für Brachflächen oder bereits bebaute Bereiche. Demzufolge ist die Vorsorge in bereits bebauten Bereichen durch das Planungs- und Baurecht sowie durch informelle Instrumente zu stärken. Bei Baugenehmigungen und Umbauten sollten Hauseigentümern automatisch Informationen über Hochwasser- und Starkregengefahren erhalten.

Vorläufige Auswertungen einer laufenden Haushaltsbefragung im Landkreis Ahrweiler zeigen, dass über 70% der befragten Haushalte vor dem Ereignis nicht wussten, dass das Haus, in dem sie wohnen, in einem hochwasserexponierten Bereich liegt. Eine gesonderte Darstellung von betroffenen Gebieten bei einem extremen historischen Hochwasser ist in Betracht zu ziehen. Zusätzlich sollte die Ausbreitung der Überflutungen während zurückliegender Ereignisse durch Hochwassermarken auch im Gelände, an Gebäuden und entlang von Infrastrukturen kenntlich gemacht werden, um das Risikobewusstsein kontinuierlich aufrecht zu erhalten.

Empfehlung 7

Hochwasser- und klimaresilientes Planen und Bauen muss auf allen Ebenen der räumlichen Planung integriert werden und alle Facetten der Klimawandelauswirkungen berücksichtigen. Zur Schadensminimierung bei künftigen Hochwasserereignissen ist es erforderlich, dass alle Ebenen – von der Bundes-, über die Landes- und Regionalebene bis zur kommunalen Bauleitpla-

should be considered. In addition, the spread of flooding during past events should also be indicated by flood marks in the terrain, on buildings and along infrastructures in order to continuously maintain risk awareness.

Recommendation 7

Flood- and climate-resilient planning and building must be integrated at all levels of spatial planning and take into account all facets of climate change impacts.

In order to minimise damage during future flood events, it is necessary that all levels - from the federal, state and regional levels to municipal urban land use planning - affirm resilience, climate adaptation and flood prevention in settlement and spatial development through concrete goals and principles as well as planning depictions. These can include concrete elements of flood area management such as the designation of flood areas. For resilient municipalities, municipal urban land use planning and land use are indispensable, but they alone are not sufficient for sustainable flood risk management, which in many cases requires supra-municipal approaches. Climate-resilient planning also requires taking into account future impacts of climate change as well as different resulting phenomena such as flood and drought phases. In this regard, the strengthening of blue-green infrastructures plays an important role, as it can be used to prevent heat as well as floods and heavy rainfall.

Recommendation 8

Sustainable reconstruction succeeds when actors establish forms of cooperation and work together inter-municipally. Funding should strengthen this cooperation.

The establishment or strengthening of suitable coordination structures for the various actors in reconstruction must be ensured within a region. Current reconstruction strategies are often conceived and

10 Empfehlungen aus Sicht der Wissenschaft zum Thema Wiederaufbau und Zukunftsfähigkeit der flutbetroffenen Regionen

10 recommendations from a scientific perspective on reconstruction and sustainability of flood-affected regions

nung – Resilienz, Klimaanpassung und Hochwasservorsorge in der Siedlungs- und Raumentwicklung über konkrete Ziele und Grundsätze sowie planerische Darstellungen bekräftigen. Diese können unter anderem konkrete Elemente des Hochwasserflächenmanagements wie das Ausweisen von Überschwemmungsgebieten beinhalten. Für resiliente Kommunen sind die kommunale Bauleitplanung und Flächennutzung unerlässlich, sie sind jedoch allein nicht ausreichend für ein zukunftsfähiges Hochwasserrisikomanagement, das vielfach überkommunale Ansätze erfordert. Eine klimaresiliente Planung erfordert zudem die Berücksichtigung zukünftiger Auswirkungen des Klimawandels sowie unterschiedlicher, sich daraus ergebender Phänomene wie Hochwasser- und Dürrephasen. Diesbezüglich spielt die Stärkung der grün-blauen Infrastrukturen eine wichtige Rolle, da hierdurch sowohl Hitze- als auch Hochwasser- und Starkregenvorsorge betrieben werden kann.

Empfehlung 8

Ein nachhaltiger Wiederaufbau gelingt, wenn Akteure Formen der Zusammenarbeit etablieren und interkommunal zusammenarbeiten. Fördermittel sollten diese Zusammenarbeit stärken. Die Etablierung bzw. Stärkung geeigneter Koordinationsstrukturen für die unterschiedlichen Akteur*innen im Wiederaufbau ist innerhalb einer Region sicherzustellen. Aktuelle Strategien des Wiederaufbaus werden vielfach recht kleinräumig gedacht und umgesetzt. Für klimaresiliente Siedlungsstrukturen muss der Wiederaufbau die interkommunale Zusammenarbeit sowie Berücksichtigung des Klimawandels stärken. Einige Kooperationen zwischen Kommunen bestehen und können als Positivbeispiele angeführt werden. Der Fokus ist allerdings oftmals auf einen kleineren Teilraum eines Flusseinzugsgebiets gerichtet. Neben zentralen Koordinierungsstellen sollten adaptive Ansätze gestärkt werden, die es ermöglichen,

implemented on a very small scale. For climate-resilient settlement structures, reconstruction must strengthen inter-municipal cooperation and take climate change into account. Some cooperations between municipalities already exists and can be cited as positive examples. However, the focus is often on a smaller sub-area of a river basin. In addition to central coordinating bodies, adaptive approaches should be strengthened, which make it possible to identify innovative approaches to reconstruction through experimentation and learning. Furthermore, the issue of fair burden sharing between municipalities should be considered. Cities that benefit from improved flood protection and water retention in the headwaters or surrounding areas should also provide certain services for these municipalities in return. The topics of regional cooperation and fair burden sharing should be communicated more strongly and supported within the framework of reconstruction funding and other funding structures (e.g. village renewal or urban development funding).

Recommendation 9

Intensive preparation of disaster control and water management for rare flood and heavy rain events improves the management of these events. Catastrophic flood and heavy rain events occur only rarely, but with devastating damage. In particular, the short warning time of heavy rain events and the sometimes laborious procurement of a situation picture complicate the operational hazard prevention measures and the possible reduction or prevention of damage. This is where the expertise and responsibilities of water management and disaster control come together. Appropriate and comprehensive joint preparation of disaster control and water management can improve the interface work at this point. A target-oriented approach for this is the development and joint analysis of model scenarios that depict concrete event impacts. The possibilities of water management for real-time data collection and evaluation should be taken into account in the

10 Empfehlungen aus Sicht der Wissenschaft zum Thema Wiederaufbau und Zukunftsfähigkeit der flutbetroffenen Regionen

10 recommendations from a scientific perspective on reconstruction and sustainability of flood-affected regions

durch Experimentieren und Lernen innovative Lösungsansätze für den Wiederaufbau zu identifizieren. Zudem ist das Thema des fairen Lastenausgleichs zwischen Gemeinden zu bedenken. Städte, die von einem verbesserten Hochwasserschutz und Wasserrückhalt im Oberlauf oder Umland profitieren, sollten im Gegenzug auch bestimmte Leistungen für diese Gemeinden erbringen. Die Themen regionale Kooperation sowie fairer Lastenausgleich sollten stärker kommuniziert und im Rahmen der Wiederaufbauförderung sowie weiterer Förderstrukturen (z.B. Dorferneuerung oder Städtebauförderung) unterstützt werden.

Empfehlung 9

Intensive Vorbereitung des Katastrophenschutzes und der Wasserwirtschaft auf seltene Hochwasser- und Starkregenereignisse verbessert die Bewältigung dieser Ereignisse.

Katastrophale Hochwasser- und Starkregenereignisse treten nur selten auf, dann aber mit verheerenden Schäden. Insbesondere die kurze Vorwarnzeit von Starkregenereignissen und die mitunter mühsame Beschaffung eines Lagebildes erschweren dabei die operativen Gefahrenabwehrmaßnahmen und die damit mögliche Reduzierung oder Verhinderung von Schäden. Hier treffen Fachexpertisen und Zuständigkeiten der Wasserwirtschaft und des Katastrophenschutzes zusammen. Eine angemessene und umfassende gemeinsame Vorbereitung von Katastrophenschutz und Wasserwirtschaft kann an dieser Stelle die Schnittstellenarbeit verbessern. Eine zielführende Möglichkeit hierfür ist die Entwicklung und gemeinsame Analyse von Modellszenarien, die konkrete Ereignis Auswirkungen abbilden. Die Möglichkeiten der Wasserwirtschaft zur Echtzeitdatenerhebung und -auswertung sollten in der Arbeit des Katastrophenschutzes Berücksichtigung finden. Ebenso wichtig ist die Erarbeitung passgenauer, gemeinsamer Aus- und Fortbildungsangebote für die Einsatzkräfte des Katastrophenschutzes.

work of disaster control. Equally important is the development of customised, joint training and further education programmes for the emergency services.

Recommendation 10

New protection standards and protection goals for critical and sensitive infrastructures must be defined and the awareness of an unavoidable residual risk must be strengthened.

In the context of the reconstruction of electricity and communication infrastructures, hospitals, schools, kindergartens, facilities for people with disabilities or old people's homes, which are designated as so-called „Critical and Sensitive Infrastructures“ (see ROG), higher protection standards and protection goals must be developed. Precisely because of the considerable negative impacts of the failure and damage of such infrastructures - including cascading effects due to the loss of function - these infrastructures and the people in them must be given greater focus than in the past. This also requires higher protection goals that take into account the special importance of these infrastructures and focus on extreme floods. In the development of flood prevention concepts, it is essential that municipalities deal with differentiated protection goals for existing buildings as well as for new buildings. These should be detached from fixed annualities and, in addition to the intensity of the hazard, also take into account the sensitivity of the different structures and their users.

10 Empfehlungen aus Sicht der Wissenschaft zum Thema Wiederaufbau und Zukunftsfähigkeit der flutbetroffenen Regionen

10 recommendations from a scientific perspective on reconstruction and sustainability of flood-affected regions

Empfehlung 10

Neue Schutzstandards und Schutzziele für Kritische und Sensible Infrastrukturen müssen definiert und das Bewusstsein für ein unvermeidbares Restrisiko muss gestärkt werden.

Im Rahmen des Wiederaufbaus von Strom- und Kommunikationsinfrastrukturen, Krankenhäusern, Schulen, Kindergärten, Einrichtungen für Menschen mit Behinderung oder Altersheimen, die als sogenannte „Kritische und Sensible Infrastrukturen“ bezeichnet werden (siehe ROG), sind höhere Schutzstandards und Schutzziele zu entwickeln. Gerade durch die erheblichen negativen Auswirkungen des Ausfalls und der Schädigung solcher Infrastrukturen – einschließlich von Kaskadeneffekten durch die Funktionsverluste – müssen diese Infrastrukturen und darin befindliche Menschen stärker als bisher in den Fokus rücken. Hierzu sind auch höhere Schutzziele notwendig, die der besonderen Bedeutung dieser Infrastrukturen Rechnung tragen und Extremhochwasser in den Blick nehmen. Bei der Entwicklung von Hochwasservorsorgekonzepten ist es unerlässlich, dass sich Kommunen mit differenzierten Schutzzielen für den Baubestand wie auch den Neubau auseinandersetzen. Diese sollten sich von festen Jährlichkeiten lösen und neben der Gefährdungsintensität auch die Empfindlichkeit der unterschiedlichen Strukturen und ihrer Nutzer*innen berücksichtigen.

Über die 1. KAHR Wissenschaftskongress About the 1. KAHR Science Conference

Das KAHR-Projekt veranstaltete vom 29. bis 30. Juni 2022 eine erste gemeinsame wissenschaftliche Konferenz im online-Format. Insgesamt 340 Wissenschaftler*innen verschiedener Fachdisziplinen beschäftigten sich im Rahmen der Veranstaltung mit den Auswirkungen und der Bewältigung von Flutkatastrophen und Fragen des klimaresilienten Wiederaufbaus, besonders in Bezug auf die innerhalb des KAHR-Projekts betrachteten betroffenen Gebiete.

Während der Konferenz wurden in mehreren parallelen Sessions die folgenden Themenschwerpunkte vertieft:

- Räumliches Risiko- und Anpassungsmanagement in Stadt – Region und Land
- Hochwasservorsorge, -modellierungen und Wiederaufbau
- Unterschiedliche Interessen und Akteur*innen im Wiederaufbau
- Schutz Kritischer Infrastrukturen
- Hydrologie, Hydraulik und Morphodynamik des Hochwassers 2021

The KAHR project held its first joint scientific conference online from 29 to 30 June 2022. A total of 340 scientists from different disciplines addressed the impacts and management of flood disasters and issues of climate-resilient reconstruction, especially in relation to the affected areas investigated within the KAHR project.

During the conference, several parallel sessions explored the following main topics in depth:

- Spatial risk and adaptation management in urban - regional and rural areas
- Flood prevention, modelling and reconstruction
- Different interests and actors in reconstruction
- Protection of critical infrastructures
- Hydrology, hydraulics and morphodynamics of the flood 2021

Programm - Mi. 29.06.2022

Programme - Wed. 29.06.2022

10:00 Uhr bis 10:30 Uhr	Begrüßung zur KAHR Wissenschaftskongress (Prof. Dr. Holger Schüttrumpf und Prof. Dr. Jörn Birkmann)	<i>Welcoming message to the KAHR Science Conference (Prof. Dr. Holger Schüttrumpf und Prof. Dr. Jörn Birkmann)</i>
10:30 Uhr bis 10:40 Uhr	Grußworte von Staatssekretärin Judith Pirscher - Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)	<i>Welcoming speech by State Secretary Judith Pirscher - Federal Ministry of Education and Research</i>
10:40 Uhr bis 10:45 Uhr	Grußworte von Ministerin Katrin Eder - Landesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität des Landes Rheinland-Pfalz (MKUEM)	<i>Welcoming speech by Minister Katrin Eder - Ministry for Climate Protection, Environment, Energy and Mobility of the State of Rhineland-Palatinate</i>

Über die 1. KAHR Wissenschaftskongress
About the 1. KAHR Science Conference

10:50 Uhr bis 11:00 Uhr	Pause (Wechsel zu Breakout Sessions)	<i>Break (Change to breakout sessions)</i>
11:00 Uhr bis 12:30 Uhr	Parallele Sessions - Block A 1 - Internationale Fallstudien 2 - Numerische Modellierungen von Überflutungen 3 - Hochwasserbedingte Bauwerkschäden 4 - Resilienzstrategien gegenüber Hochwasser und Starkregen	<i>Parallel sessions - Block A 1 - International case studies 2 - Numerical modeling of floods 3 - Flood-related building damage 4 - Resilience strategies against floods and heavy rain</i>
12:30 Uhr bis 13:15 Uhr	Mittagspause	<i>Lunch break</i>
13:15 Uhr bis 14:45 Uhr	Parallele Sessions - Block B 5 - Ansätze des technischen und operativen Hochwasserschutzes 6 - Räumliches Risikomanagement 7 - Frühwarnung und Risikokommunikation (I) 8 - Erfahrungen und Anpassungsoptionen der Bevölkerung	<i>Parallel sessions - Block B 5 - Approaches to technical and operational flood protection 6 - Spatial risk management 7 - Early warning and risk communication (I) 8 - Experiences and adaptation options of the population</i>
14:45 Uhr bis 15:00 Uhr	Plenum - Closing Tag 1	<i>Plenum - closing day 1</i>

Programm - Do. 30.06.2022

Programme - Thur. 30.06.2022

12:40 Uhr bis 12:45 Uhr	Begrüßung Tag 2	<i>Welcome day 2</i>
12:45 Uhr bis 14:15 Uhr	Parallele Sessions - Block C 9 - Katastrophenanalyse des Hochwassers 2021 10 - Anpassung an den Klimawandel 11 - Frühwarnung und Risikokommunikation (II) 12 - Sozioökonomische Aspekte der Überschwemmungen und des Wiederaufbaus	<i>Parallel sessions - Block C 9 - Disaster Analysis of the flood 2021 10 - Climate change adaptation 11 - Early warning and risk communication (II) 12 - Socio-economic aspects of floods and reconstruction</i>

Über die 1. KAHR Wissenschaftskongress
About the 1. KAHR Science Conference

14:15 Uhr bis 14:30 Uhr	Pause	<i>Break</i>
14:30 Uhr bis 16:00 Uhr	Parallele Sessions - Block D 13 - Resilienz und Wiederaufbau 14 - Geomorphologie und Verschmutzung des Hochwassers 2021 15 - Wiederaufbau nach dem Hochwasser 2021 16 - Kurzfristige Prognosen und Schadensabschätzungen	<i>Parallel sessions - Block D</i> <i>13 - Resilience and reconstruction</i> <i>14 - Geomorphology and Pollution of the flood 2021</i> <i>15 - Reconstruction after the flood 2021</i> <i>16 - Short-term forecasts and damage estimates</i>
16:00 Uhr bis 16:45 Uhr	Wrap-up Wissenschaftskongress KAHR - Diskussion	<i>Wrap-up Science Conference KAHR - discussion</i>
16:45 Uhr	Verabschiedung	<i>Closing</i>

Abstracts

1A1 When adapting to floods is not enough - the case of Lismore, Australia

Prof. Dr. John Handmer**International Institute for Applied Systems Analysis IIASA (EQU/SYRR)*

With some 2000 houses and just under 1000 businesses subject to frequent flooding, the town of Lismore is the most flood prone in Australia, and there would be few planned major settlements worldwide that are so flood prone. Its location at the head of an estuary, in an area rich in timber and productive farming, was ideal for small sea-going ships in the mid 1800s. It was also ideal for flooding. Lismore's history is one of continuous expansion of flood prone settlement while adapting to frequent flooding. This at times awkward adaptation to flooding was recently challenged by a massive destructive flood which raises questions about the town's future. The first major enquiry into what

could be done about the flooding commenced in 1948. After being interrupted by a record flood it delivered its report in the mid 1950s. It found that options were limited and recommended a range of minor engineering and planning actions. Unusually, an authority was established to implement these recommendations. However, this authority was a construction organisation with no planning powers, and the local government continued to develop the floodplain. Following another record flood in 1974, a string of studies reached similar conclusions – that not much could be done for the existing risk, and planning controls could stop the risk increasing. Nevertheless, the reports examined the practical and economic feasibility of major engineering works. In the background there was continuous low level community agitation

for solutions. By the 21st Century, the town was living with frequent flooding through minor levees and adaptations, including flood resilient building styles and materials, frequent restoration of business activities in the CBD, and generally coping with the frequent disruption. These measures worked, but only for relatively small floods, and the risk was changing: climate change is increasing the possibility of more frequent and larger floods; many new residents and business operators were less familiar with flooding, electronic retail increases vulnerabilities, and most newer construction was not flood compatible. A near record flood in 2017 was a wake-up call. Then in February 2022 a flood two meters higher than the previous record occurred. The long-standing adaptations failed: there was mass destruction of homes and businesses, and hundreds of homes and much of the CBD were rendered unfit for use. The warning system and emergency services seemed to be ineffective. The community is demanding change, and there is much anger at government, which has responded with more studies, an enquiry and a "reconstruction corporation". The apparent appetite for change will have to transform thinking and action from well-established adaptation to a radically different approach embracing retreat among other major changes. The presentation will examine these issues and the implications for management of flood risk in Australia and Germany.

* Vortragende Autor*innen mit dicker Schrift hervorgehoben
Presenting authors highlighted with thick font

1A3 Preventive resettlement as a resilience strategy? Evidence and recommendations from retreat practices in the Philippines**Hannes Lauer¹, Prof. Carmeli Marie C. Chaves²**¹ *Inst. für Raumordnung und Entwicklungsplanung, Universität Stuttgart*² *School of Urban and Regional Planning (SURP), University of the Philippines Diliman*

The Philippines and particularly Metro Manila are prone to a multitude of natural hazards with riverine flooding and flooding in the wake of heavy precipitation and typhoons as the most frequent ones. Due to the regular experience of hazards, the Philippines has developed good disaster management mechanisms. However, the exposure of people to hazards, particularly of the urban poor, is still immense. More than 100.000 families are estimated to live within the so-called danger zones along waterways, the coastline or under transmission lines. Accordingly, the resettlement of people living in these danger zones has become a major effort for disaster preparation and climate adaptation. Problematic with resettlement is that it is not a

low-regret measure and disrupts people from their livelihoods and social networks. This contribution introduces resettlement experiences and policies and discusses which complex political and administrative processes are related thereto. Central questions are: Are people more resilient after resettlement? Which inputs are needed for people to start a new life in the new location? And which governance levels and yearlong cooperation between different municipal, regional and national stakeholders are necessary? The contribution not only presents experiences from Manila but also translates them into general findings on preventive resettlement and risk-informed spatial planning. Keywords: flood risk, preventive resettlement, spatial and urban planning, disaster governance

2A1 Gefährdung durch Starkregenereignisse - Erfahrungen aus dem Projekt-HiOS

Prof. Dr. Markus Disse, Dr.-Ing. Karl Broich

Lehrstuhl für Hydrologie und Flussgebietsmanagement, Technische Universität München

Als Folge des Klimawandels wird eine künftige Häufung von extremen Wetterereignissen erwartet. Hierzu zählen auch Starkregen, wobei eine Verdopplung der Häufigkeit extremer Starkregen bis zum Ende des 21. Jahrhunderts möglich ist. Vor der unterschätzten Gefahr durch Starkregen und Sturzfluten wurde schon 2015 in einer Broschüre des Bundesamts für Katastrophenschutz gewarnt (BBK 2015). Im darauffolgenden Jahr rückten die Ereignisse in Braunsbach (Baden-Württemberg) und in Simbach am Inn (Landkreis Rottal-Inn / Bayern) die reale Gefährdung durch Sturzfluten in das öffentliche Bewusstsein und verdeutlichten die Notwendigkeit zur Anpassung der bestehenden Vorsorge und Planung. Allein im Landkreis Rottal-Inn entstanden Schäden in der Größenordnung von einer Milliarde Euro. Die Flut vergangenen Jahres in Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen nahm nochmals ganz andere Dimensionen an. Alleine die versicherten Schäden summieren sich hier auf 8,2 Mrd. Euro. Der Gesamtschaden ist schätzungsweise viermal so groß. Starkregen kann sich nach bisherigem Kenntnisstand in ganz Deutschland mit annähernd gleicher Wahrscheinlichkeit ereignen. Eine verlässliche Frühwarnung vor Starkregen kann nicht gegeben werden. Ein absoluter Schutz gegen Starkregen und Sturzfluten ist nicht möglich. Durch Vorsorgemaßnahmen können jedoch die Folgen dieser Extremereignisse gelindert werden. Für die Planung der Maßnahmen werden Kenntnisse benötigt, wie sich Überschwemmungen aus Starkregen räumlich und zeitlich entwickeln und wie hoch die resultierende Gefährdung in Risikogebieten ist. Es sind sowohl die Oberflächenabflüsse in unmittelbarer Folge

des Regens als auch die Überflutungen, die aus den Gerinnen, Bächen oder Flüssen heraustreten, zu betrachten. Daten- und modellgestützte Methoden können helfen, dieses Wissen aufzubauen und in verständlicher Form darzustellen.

Die Umsetzung der Einzelmaßnahmen in eine Handlungsstrategie geschieht im Rahmen des Starkregenrisikomanagements und ist Aufgabe der Kommunen. Das Projekt HiOS (Hinweiskarte Oberflächenabfluss

und Sturzflut; www.hios-projekt.de) untersuchte für Starkregen induzierte Hochwasserereignisse sowie Sturzfluten die grundlegenden Zusammenhänge zwischen der Ausprägung eines Ortes bzw. des dazugehörigen Einzugsgebiets, die Charakteristik eines Ereignisses und dem Auftreten eines Ereignisses. Durch eine detaillierte GIS-Analyse – verbunden mit der Ableitung der Gebietsgefährdung mittels maschinellen Lernens – war es möglich, bayernweit flächenverteilte Hinweise auf Gefährdungen durch Oberflächenabfluss und Sturzfluten sichtbar zu machen. Die ermittelten Hinweise zu Oberflächenabfluss und Sturzflut könnten damit eine Basis für die Entscheidung über weitere Detailuntersuchungen und deren Priorisierung liefern. Mithilfe der HiOS-Toolbox können Wasserwirtschaftsämter und Ingenieurbüros die Hinweiskarte mittels standardisiertem Verfahren auf Gemeindeebene ableiten. Die HiOS-Toolbox könnte durch die Ergänzung weiterer Module auch Verklauungs-, Bruch- oder Rückstauszenarien berechnen. Genauere modellbasierte Analysen im Sinne von Gefährdungskarten für konkrete hydrometeorologische Belastungen wurden durch gekoppelte hydrologisch-hydro-

dynamische Modellierungen für 40 Gemeinden durchgeführt, in denen Ereignisse tatsächlich stattgefunden haben. Aus den Erkenntnissen und Erfahrungen dieser Modellierungen wurde schließlich ein Leitfaden zur detaillierten Simulation von Überschwemmungstiefen, -flächen und -geschwindigkeiten bei Starkregenereignissen entwickelt. Die Modelle FloodArea, HYDRO_AS-2D, P-DWave und TELEMAC-2D wurden hierzu anhand von fünf einfachen Benchmark-Tests sowie zwei Fallstudien in Simbach am Inn und Baiersdorf detailliert miteinander verglichen. Für die Simulation von Gefährdungskarten für 40 Ortschaften wurde auf der Basis des Vergleichs TELEMAC-2D gewählt, weil es unter wissenschaftlichen Aspekten am besten geeignet ist. Es zeigt keine gravierenden Abweichungen in den Benchmark-Tests

und kann die räumliche Diskretisierung des Berechnungsgebiets dort verfeinern, wo dies notwendig ist (z. B. Gerinne, Durchlässe und Brücken). Des Weiteren ist es im Gegensatz zu allen anderen HD-Programmen quelloffen (open source) und vorbereitet für die Nutzung auf HPC-Systemen. Die übrigen Programme sind ebenfalls für die Simulation von Starkregenereignissen geeignet. Sie werden vergleichend oder für Sonderuntersuchungen (z. B. Kanalnetzuntersuchung) eingesetzt. Die Ergebnisse des Projekts HiOS werden dargestellt. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf den hydrodynamischen Berechnungen. Die allgemeinen und speziellen Erfahrungen während des Projektablaufs werden genannt und in ihrer praxisrelevanten Bedeutung beschrieben.

2A2 Simulation des Ahrhochwassers 2021 mit RIM2D und die Möglichkeit der operationellen Hochwasserauswirkungsvorhersage

Dr. Heiko Apel, Sergiy Vorogushyn, Bruno Merz

Sektion Hydrologie, Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ, Potsdam

Die Hochwasserkatastrophe vom Juli 2021 in Deutschland hat gezeigt, dass abstrakte Vorhersagen von Abflüssen oder Wasserständen an ausgewählten Pegeln keine ausreichenden Informationen für eine rechtzeitige und ortsgenaue Warnung der Bevölkerung und gezielte Katastrophenschutzmaßnahmen liefern. Sowohl die Vorhersagen als auch die verfügbaren Hochwassergefahrenkarten ließen weder detaillierte Informationen darüber zu, welche Gebiete tatsächlich wann und wie stark betroffen, oder wie stark die Auswirkungen auf die Bevölkerung, Gebäude, Infrastruktur wahrscheinlich sein werden. Für solche Hochwasserauswirkungsvorhersagen müsste die vorhandene Vorhersagekette um hydraulische Simulationen erweitert werden, die aus den vorhergesagten Pegelständen Überflutungsflächen, -tiefen und Fließgeschwindigkeiten berechnen. Zu diesem Zweck wurde das rasterbasierte 2D hydraulische Modell RIM2D entwickelt. Es basiert auf einer vereinfachten Formulierung der Flachwassergleichungen auf einem regelmäßigen Gitter, und ist auf Grafikprozessoren (GPUs) hochgradig parallelisiert. Darüber benötigt das Modellierungskonzept nur wenige und in der Regel gut verfügbare Eingangsdaten, wodurch eine schnelle Modellerstellung ermöglicht wird. Das

Modell wurde für einen Teil der Ahr in kurzer Zeit erstellt und durch eine Nachsimulation des Hochwassers 2021 validiert. Die Modellaufzeiten betragen hierbei lediglich 7 bis 30 Minuten für eine Ereignisdauer von 15 Stunden, je nach gewählter Rasterauflösung. Die Modellierungen zeigen, dass hydraulische Simulationen, die von den verfügbaren Pegelvorhersagen gesteuert werden, mit ausreichender Vorlaufzeit möglich gewesen wären. Dadurch hätten räumlich explizite Vorhersagen von Überschwemmungstiefen und Strömungsgeschwindigkeiten bereitgestellt werden können. Darüber hinaus können aus den Simulationen der Überflutungstiefen und Fließgeschwindigkeiten weitere Hochwasserauswirkungen abgeleitet werden, zum Beispiel in Form von Gefahrenkarten, die ein Mitreißen von Menschen mit dem strömenden Wasser oder der Gefahr von treibenden Fahrzeugen räumlich explizit darstellen. Es ist anzunehmen, dass die Existenz solcher hydraulischer Überflutungssimulationen und Auswirkungsprognosen sehr wahrscheinlich einen merklichen Einfluss auf die Hochwasserwahrnehmung der Bevölkerung und der zuständigen Behörden gehabt hätte, woraus wiederum eine bessere Frühwarnung und ein zielgerichteteres Katastrophenmanagement hätte resultieren können.

2A3 Analyse der Hochwassergefährdung im Ahrtal unter Berücksichtigung historischer Hochwasser

Dr. Sergiy Vorogushyn ¹, Heiko Apel ¹, Matthias Kemter ^{1,2}, Annegret Thieken ²

¹ Sektion Hydrologie, Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ)

² Institut für Umweltwissenschaften und Geographie, Universität Potsdam

Die Hochwasserkatastrophe im Juli 2021 in Westdeutschland erfordert eine kritische Diskussion über die Abschätzung der Hochwassergefährdung, Aktualisierung von Hochwassergefahrenkarten und Kommunikation von extremen Hochwasserszenarien. In der vorliegenden Arbeit wurde die Extremwertstatistik für die jährlichen maximalen Spitzenabflüsse am Pegel Altenahr im Ahrtal mit und ohne Berücksichtigung historischer Hochwasser berechnet und verglichen. Die Berücksichtigung der historischen Hochwasser führt zu einer dramatischen Änderung der Bemessungshochwasser (HQ100, HQextrem). Die hydrodynamisch-numerische Simulationen von HQ1000 unter Berücksichtigung historischer Ereignisse und des größten historischen Hochwassers 1804 können die Gefährdung des Juli Hochwassers 2021 deut-

lich besser widerspiegeln, wenngleich auch diese beiden Szenarien die Überflutungsflächen unterschätzen. Basierend auf dieser Analyse wird eine einheitliche Festlegung von HQextrem bei Hochwassergefahrenkartierung in Deutschland vorgeschlagen, die sich an höheren Hochwasserquantilen im Bereich von HQ1000 orientiert. Zusätzlich sollen simulationsbasierte Rekonstruktionen von den größten verlässlich dokumentierten historischen Hochwassern in den Hochwassergefahrenkarten gesondert dargestellt werden. Damit wird ein wichtiger Beitrag geleistet, um die potentiell betroffene Bevölkerung und das Katastrophenmanagement vor Überraschungen durch sehr seltene und extreme Hochwasser in Zukunft besser zu schützen.

2A4 WetUrban - Modellbasiertes Management von Wasserextremen in urbanen Regionen

Prof. Dr. Jürgen Stamm¹, Peter Krebs¹, Olaf Kolditz², Lars Backhaus¹, Torsten Heyer¹

¹ Inst. für Wasserbau und Technische Hydromechanik, Technische Universität Dresden

² UFZ Leipzig

Außerordentliche Starkniederschlagsereignisse, extreme Hochwasserereignisse, jedoch auch langanhaltende Trockenperioden und Wasserknappheit haben die Auswirkungen des Klimawandels weltweit in das gesellschaftliche Bewusstsein gebracht. Der Wille zu umweltbewussterem und nachhaltigerem Handeln ist nicht nur in der jüngeren Generation spürbar gewachsen. Die Gestaltung der klimapolitischen Wende erfordert den Einsatz geeigneter, standortadaptierter Maßnahmenkombinationen, für die wiederum skalenübergreifende (global, regional, lokal) Werkzeuge benötigt werden, mit denen die Auswirkungen und Effekte möglicher Maßnahmen identifiziert, analysiert und prognostiziert werden können. Ein klimaadaptiertes Wassermanagement besitzt darin einen besonderen Stellenwert, was insbesondere für die weltweit wachsenden urbanen Regionen gilt. Konzeptionell wird diese Notwendigkeit durch den sogenannten „Sponge City“-Ansatz zusammengefasst, in dessen Kern das Bestreben einer zeitlichen Vergleichmäßigung und Regulierung des urbanen Wasserdargebots steht. Der urbane Untergrund stellt darin in Kombination mit unterirdischer Infrastruktur (z. B. Kanalnetzsysteme) die wichtigste Komponente zur erforderlichen Wasseraufnahme, -pufferung und -speicherung dar, während sowohl Wasserüberschüsse als auch -defizite i. d. R. aus auf der Oberfläche stattfindenden Prozessen (Niederschlag, Hitzeperioden) resultieren. Das Erfordernis der Kopplung ober- und unterirdischer wasserbezogener Prozesse ist somit ebenso evident wie die Tatsache, dass aktuell noch keine ubiquitäre Lösung existiert, mit der diese Zusammenhänge hinreichend gekoppelt,

detailliert beschrieben sowie grafisch vermittelt werden können. Ziel ist es, eine modulare, adaptierbare und erweiterbare Systemlösung zur Analyse und zum Management des Wasserhaushalts sowie wasserinduzierter Risiken im urbanen Raum auf Basis dreidimensionaler, semantischer, digitaler Stadtmodelle zu entwickeln und perspektivisch weltweit einzusetzen. Anhand einer nach aktuellen internationalen Standards und Technologien (CityGML, Cesium, OGC Services) entwickelten 3D Web Plattform, wird der Status quo der Modellsystementwicklung präsentiert. Ein besonderes Augenmerk gilt der Aufbereitung und Verwendung von, meist durch kommunale Akteure publizierten offenen Daten, Open Data. Aufbauend auf zahlreichen, vorherigen und aktuellen Projekten (u. a. FloRiCiMo, Urban Catchments, INCIDENT, REGKLAM) werden die gewonnenen Erkenntnisse und Techniken zur gekoppelten Modellierung pluvialer und fluvialer Hochwasser, Kanalnetz- sowie Grundwasserströmungen gebündelt und zu einer synergetischen Einheit verknüpft. Dabei werden bereits entwickelte Technologien, wie beispielsweise die halbautomatisierte Modellierung von Oberflächenabflusssimulationen auf Basis semantischer Daten erweitert und mit weiteren Prozessen gekoppelt werden. Um die raumzeitlich stark variierenden Prozesse zu koppeln und später verstehen zu können, ist ein hoher Anspruch an die softwaretechnische Realisierung gegeben. Neben der Nutzung von Hochleistungsrechnern (HPC) für die Simulationen, werden weiterhin modernste Visualisierungstechniken (u. a. 3D photo-realistisch) sowie Virtual Reality (VR) zur Kommunikation mit kommunalen Akteuren, Bürgern, als

auch Entscheidungsträgern angestrebt. Ein innovatives Element besteht in der aktiven Einbindung des urbanen Untergrundes in die städtische hydraulisch-hydrologische Prozessmodellierung. Im Hinblick auf Wasserextremereignisse gelingt damit erstmals ein ganzheitlicher Ansatz, oberirdige und unterirdische urbane Infrastrukturen in einem einheitlichen digitalen Kontext abzubilden

und die Auswirkungen multipler klimatisch oder raumplanerischer Szenarien zu erforschen und gegenüberzustellen. Die in WetUrban vorgestellte Methodik und Technologie ist ein Grundstein für sukzessive Verbesserungen und Erweiterungen im Rahmen nationaler und internationaler Forschungsk Kooperationen.

3A1 Damages at Bridges along the Ahr River

Lisa Burghardt*Inst. für Wasserbau und Wasserwirtschaft, RWTH Aachen*

The flood in 2021 in Rhineland-Palatinate and North Rhine-Westphalia has highlighted the vulnerability of our cities and their critical infrastructure to heavy rainfall events and thereby caused pluvial floods. The challenges facing reconstruction are numerous and complex: high amounts of damage, many fatalities, climate protection, resilience, flood protection, tourism, etc. Therefore, a long-term and comprehensive cooperation of all affected stakeholders is necessary to significantly reduce the impact of future similar events. Bridges constitute an important part of the infrastructure and especially regarding the Ahr valley, many bridges were damaged during the July 2021 flood. Crucial connections to critical infrastructures have been interrupted and, in some cases, only been provisionally rebuilt. The Institute of Hydraulic Engineering and Water Resources Management is currently analyzing damage to bridge structures in the Ahr Valley focus area, among others focus areas. Water levels along the Ahr River were elevated by estimated three meters due to the blockage of bridges and the high amount of flotsam which was remarkable due to the differing composition. The damming at the bridges caused further damage to the bridge structures to the point of collapse, resulting in abrupt waves of runoff and increased inundation areas. The further transport of bridge components in the flood also

caused further damage to structures and infrastructure. Therefore, an initial damage assessment was carried out regarding structural damages at the bridges and further regarding morphological changes. Along the Ahr around 60% of the 114 bridges have been damaged or even destroyed especially between Schuld and Sinzig in Rhineland-Palatinate. Focusing on the bridges from Müsch till the confluence, mostly single and two span bridges were damaged which were mainly designed to withstand wind loads and not overflow. Blockages occurred at about 80% of the analyzed bridges, regardless of the bridge design which further led to an overflow of the bridges in most cases. In the course of exchanges with many stakeholders, questions arose about flood resilient bridge designs and watercourse management. The amount of flotsam must be effectively reduced in future events. New design methods are discussed for bridges as well as methods to prevent the abrupt collapse of bridges. Furthermore, challenges such as flood protection and preservation of the urban landscape must be combined and united in a resilient infrastructure. The Institute of Hydraulic Engineering and Water Resources Management will further analyze the runoff processes at specific bridges in order to support the reconstruction process and the planning processes for new bridges.

3A2 Analyse und Prognose von Bauwerksschäden infolge extremer Hochwassereinwirkungen**Dr. Holger Maiwald, Dr.-Ing. Jochen Schwarz***Zentrum für die Ingenieuranalyse von Erdbebenschäden, Bauhaus-Universität Weimar*

Beginnend mit dem Hochwasser 2002 in Sachsen hat das Zentrum für die Ingenieuranalyse von Erdbebenschäden der Bauhaus-Universität Weimar wiederholt unmittelbar nach einem Hochwasserereignis konzeptionell begründete Ingenieuranalysen von einwirkungsbedingten Bauwerksschäden vorgenommen. Aus den dabei gewonnenen Daten konnte das EDAC-Hochwasserschadensmodell ableitet werden. In den Untersuchungen verschiedener Extremereignisse wurden auch sehr schwere Schadensfälle - bis hin zum Gebäudeeinsturz - dokumentiert. In der EDAC-Hochwasserschadensdatenbank sind Schadensfälle enthalten, die durch Wasserstände von bis zu 6m über dem Gelände und (nachträglich durch hydraulische Berechnungen zugewiesene) Fließgeschwindigkeiten von bis zu 2.5m/s verursacht wurden. Derartige Überflutungscharakteristiken sind extrem und demzufolge nur bei wenigen Schadensfällen zu finden. Die beim Hochwasserereignis vom Juli 2021 insbesondere im Ahrtal aufgetretenen sehr hohen Wasserstände und Fließgeschwindigkeiten, verursachten schwerste Zerstörungen an den allgemeinen Hochbauten und der Infrastruktur. Unmittelbar nach dem Ereignis (in der Zeit vom 19.07. bis 05.08.2021) wurde eine Schadensaufnahme im Ahrtal in Rheinland-Pfalz sowie in Bad Münstereifel in Nordrhein-Westfalen durchgeführt. Im Zuge der Erhebungen wurden ca. 1.450 Schadensfälle aufgenommen und ausgewertet. Aus diesen Analysen können folgende (vorläufige) Schlussfolgerungen gezogen werden: Extreme Überflutungshöhen bis >5m gekoppelt mit hohen Fließgeschwindigkeiten führten insbesondere im Ahrtal zu sehr schweren strukturel-

len Schäden bis zu komplett weggespülten Gebäuden. Im Unterschied zum Hochwasser 2002 in Sachsen traten derartige Überflutungshöhen nicht nur punktuell auf, sondern betrafen ganze Ortschaften wie Altenburg nahezu flächendeckend.-Es ließen sich auch zahlreiche strukturelle Schäden identifizieren, die durch den Anprall von Treibgut und die Unterspülung von Fundamenten verstärkt wurden. -Die Kontaminationen der Gebäude durch ausgetretenes Heizöl führten z.T. zu deren Unbrauchbarkeit und zur Erhöhung der Schadenssummen, sodass häufig ein Abbruch des Gebäudes die Folge ist.-Es traten zudem zahlreiche schwere Schadensfälle an historischen Fachwerkbauten auf, welche (ingenieurmäßig nachvollziehbar und bei klarer Unterscheidung zwischen strukturellen und nichtstrukturellen Schäden) eine erhöhte Verletzbarkeit aufweisen. Als ein wesentliches Nebenergebnis darf festgestellt werden, dass die vorgefundenen Schadensbilder letztlich auch die Ansätze des EDAC-Hochwasserschadensmodells bestätigen, welches zuletzt im BMBF geförderten Verbundprojekt INNOVARU qualifiziert wurde. Die weiterentwickelte Methode berücksichtigt differenziertere Korrelationen zwischen Überflutungshöhe, Fließgeschwindigkeiten und strukturellen Schäden in Abhängigkeit von der Verletzbarkeit der verschiedenen Bauweisen und der Anzahl der Stockwerke des Gebäudes. Die Datengrundlage bildeten hierbei der nach dem Hochwasser 2002 erhobene, und dann kontinuierlich erweiterte Datensatz der EDAC-Hochwasserschadensdatenbank und die Daten der Schadensfälle infolge des Tsunamis nach dem Tohoku-Erdbeben in Japan 2011. In dieser Kombi-

nation konnte das Fehlen von zuverlässigen Schadensdaten infolge hoher Fließgeschwindigkeiten kompensiert werden. Die entwickelte Methode wurde in sechs sächsischen Untersuchungsgebieten validiert. Die vom Hochwasser 2021 gewonnenen Schadensdaten werden in die Weiterentwicklung des EDAC-Hochwasserschadensmodells einfließen, indem zusätzliche Stützstellen für die Verletzbarkeits- und Schadensfunktionen bei außergewöhnlich hohen Wasserständen und Fließgeschwindigkeiten bereitgestellt werden. Diesbezügliche Überlegungen schließen ein, im Weiteren auch zur Zusammenführung der Ergeb-

nisse der derzeit aktiven Arbeitsgruppen bzw. Projekte beizutragen. Die Erfahrungen während der Schadensaufnahmen unmittelbar nach der Flut bestätigen, dass für eine effiziente, zeitnahe Datenerhebung mehrere Bearbeiter in einem ausgedehnten Schadensgebiet erforderlich sind. Diese wären durch Drohnen-Befliegungen zu unterstützen, die nach dem Ereignis den Ist-Zustand für die weiteren Auswertungen im betreffenden Gebiet sichern und aus deren Daten 3D-Lagebilder für die Einsatzkräfte vor Ort erstellt werden können.

3A3 Bildbasierte 3D-Lagebilder zur Zustandsanalyse hochwasser-
geschädigter Bauwerke**Norman Hallermann**, Prof. Dr. Guido Morgenthal, Alexander Stanic*Professur Modellierung und Simulation - Konstruktion, Bauhaus-Universität Weimar*

Im Juli 2021 haben langanhaltende, sehr starke Regenfälle zu einem extremen Hochwasser im Süden von Nordrhein-Westfalen entlang der Erft und im Norden von Rheinland-Pfalz entlang der Ahr geführt. Die großflächigen Überschwemmungen hatten eine starke Zerstörung der Infrastruktur und ein hohes Schadensausmaß am Wohngebäudebestand zur Folge. Eine bildbasierte Erfassung und echtzeitnahe Visualisierung der Schädigung von urbanen Räumen unmittelbar nach einer Katastrophe kann maßgeblich zur Gewinnung von Lagebildern und Entscheidungshilfen beitragen. Im Rahmen des Forschungsprojektes „3D-Lagebilder von Hochwasser/ Starkregen betroffenen Gebieten“ werden bildbasierte Verfahren zur schnellen Zustandserfassung der betroffenen Gebiete und des Bauwerksbestandes mit dem Ziel der Generierung von realitätsgetreuen und leicht interpretierbaren Lagebildern zur Anwendung gebracht werden. Ziel ist es mit möglichst schnellen Grob- und Detailaufnahmen betroffener/ geschädigter Bauwerke und Bereiche Hotspots zu identifizieren und zeitlich gestaffelte 3D-Lagebilder für Einsatzkräfte zu generieren. Darüber hinaus soll eine Bereitstellung von Informationen und Zustandsanalysen zur Visualisierung von Schadensszenarien für die Ableitung von Schadensminderungsaktivitäten und Begründung von Folgemaßnahmen ermöglicht werden. Auf Basis der erfassten digitalen Daten soll eine verlässlichere Ableitung von Schadens- und Verlustprognose für das tatsächlich aufgetretene Ereignis ermöglicht werden. Zur Unterstützung der Schadensanalyse im Hochwassergebiet durch das EDAC Weimar wurden mehrere Ortschaften entlang der Ahr

sowie entlang der Erft bildbasiert unter Einsatz von Drohnen mit hochaufgelösten Bilddaten in unterschiedlichen Detailgraden erfasst. Die Aufnahmen dieser Ortslagen erfolgten mehrfach zu unterschiedlichen Zeitpunkten, sodass Differenzanalysen durchgeführt werden können. Aus den qualitativ hochwertigen Luftbilddaten wurden georeferenzierte Gelände-, Stadt- und detaillierte 3D-Bauwerksmodelle erstellt, aus den diverse Informationen zum Zustand der Infrastruktur direkt abgeleitet werden können. Verknüpft mit vorhandenen Informationen, z.B. aus existierenden Stadtmodellen, oder über zeitlich gestaffelte Wiederholungsaufnahmen und Analysen können Schadensgrade bzw. die Schadensentwicklung von Bauwerken oder jegliche geometrischen Veränderungen der Umgebung erfasst und visualisiert werden. Realitätsgetreue 3D-Geländemodelle können in die Weiterentwicklung des EDAC- Hochwasserschadensmodells einfließen, indem die Grundlage für Simulationen der außergewöhnlich hohen Wasserstände und Fließgeschwindigkeiten bereitgestellt wird. Die Bereitstellung und Visualisierung der digitalen Daten erfolgt über eine webbasierte Plattform, sodass diese für alle Einsatzkräfte in der Krisen- und Katastrophenbewältigung zur Verfügung stehen. Dabei erfolgt eine Verknüpfung der hochaufgelösten Bilddaten mit den 3D-Bauwerksmodellen, dass eine Erfassung und Betrachtung der betroffenen Bereiche in 2D und 3D ermöglicht wird. Die kontextbezogene Speicherung aller Daten im Aufnahme- und Analyseprozess erfolgt zeit- und ortsreferenziert, dass eine lückenlose Reproduzierbarkeit gewährleistet ist. Die Bereitstellung einer

Session 3

Hochwasserbedingte Bauwerkschäden
Flood-related building damage

volldigitalen Prozesskette zur Zustandserfassung und -bewertung soll einen wesentlichen Beitrag

zur Bewältigung zukünftiger Katastrophenszenarien ermöglichen.

4A1 Resilienzbildung nach Extremereignissen: Anwendung und Verstetigung von Resilienzstrategien für Städte im Umgang mit räumlich ubiquitär auftretenden Extremereignissen

Moritz Paul ¹, Isabel Post ²¹ *Inst. für Raumordnung und Entwicklungsplanung (IREUS), Universität Stuttgart*² *Institut für Raumplanung, Technische Universität Dortmund (IRPUD)*

Die (integrierte) Vorsorge gegenüber Starkregen stellt einen unausweichlichen Teil der zukünftigen Stadtentwicklung dar. Insbesondere in Bestandsquartieren werden allerdings aufgrund des geringen Handlungsspielraums die größten Herausforderungen in der Resilienzförderung bzw. Starkregenvorsorge gesehen. Zudem sind genau diese Quartiere bei Starkregen häufig besonders exponiert. Hier setzt das Projekt RESI-extrem II an: Im Projekt werden Resilienzansätze gegenüber Starkregen mit Hilfe eines integrierten Ansatzes im Rahmen von Stadtentwicklungsprozessen umgesetzt. Dadurch kann die bisher meist getrennte Arbeitsweise zwischen Starkregenrisikomanagement und Stadtentwicklung überwunden werden. Dazu wird erarbeitet, welche planerische Instrumente auf verschiedenen räumlichen und administrativen Ebenen genutzt werden können, um Starkregenvorsorge umzusetzen. Relevante Anknüpfungspunkte sind hier die Überarbeitung von Flächennutzungsplänen (FNP), (vorhabenbezogenen) Bebauungsplänen und die Integration des Themas in die Erarbeitung eines teilräumlichen integrierten städtebaulichen Entwicklungskonzeptes (ISEK).

Dazu wird exemplarisch auf Quartiersebene ein Untersuchungsraaster erstellt, um eine Priorisierung von Maßnahmen unter Berücksichtigung von Starkregenresilienz zu erarbeiten. Die Projektpartner*innen erfassen dafür zusätzlich systematisch die Hemmnisse und Chancen, sowie Synergien und Konflikte zwischen den Maßnahmen und weiteren Handlungsfeldern. Anschließend wird der Ansatz in ersten Reallaboren in den Städten Schwäbisch Gmünd und Olfen erprobt. Grundlage hierfür sind Entwurfsskizzen von ISEK für zwei Quartiere in Olfen und Schwäbisch Gmünd, die besonders das Thema Resilienz gegenüber Starkregen berücksichtigen.

Konkret sollen in beiden Städten im Anschluss Förderanträge zur baulichen Umsetzung von Resilienzstrategien entwickelt werden. Diese haben sich als Instrument der Stadtentwicklung im Bestand bewährt. Die Städtebauförderung bietet mit der jüngsten Novellierung die Möglichkeit zur Planung und Umsetzung der resilienzfördernden Maßnahmen. Sie gewährleistet zum einen die Finanzierung, gleichzeitig wird durch dieses informelle Instrument der Planung der kommunikative Aspekt der Resilienzförderung gestärkt.

4A2 Entwicklung eines Masterplans für die hochwasserresiliente Entwicklung des Inde/Vicht-Einzugsgebiets

Dr. Martin Kaleß, Dr. Gerd Demny, Susanne Kozerke, Justus Maaßen

Dezernat 4 Gewässer und Investitionsprojekte, Wasserverband Eifel-Rur

Die Hochwasserkatastrophe 2021 hat auch in den Einzugsgebieten von Inde und Vicht zu massiven Zerstörungen geführt. Um bei künftigen Hochwasserereignissen die Sicherheit von Bürgerinnen und Bürgern zu erhöhen und das Schadensausmaß zu verringern, hat der Wasserverband Eifel-Rur zusammen mit dem Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft der RWTH Aachen ein Vorhaben initiiert, um Projekte zur Verbesserung der Hochwasserresilienz für die Einzugsgebiete von Inde und Vicht zu identifizieren. In diesem Vorhaben haben Fachexperten unterschiedlicher Disziplinen (z.B. Wasserbau, Stadtentwicklung, Siedlungswasserwirtschaft) und Akteure mit ausgewiesenen Ortskenntnissen mit einer innovativen Methodik Einzelmaßnahmen sowohl für die Hochwasserentstehungsgebiete als auch für den urbanen Raum zur Verbesserung der Hochwasserresilienz vorgeschlagen. Zunächst äußerten die Fachexperten allgemein gültige Ideen für die

Verbesserung der Hochwasserresilienz aus den unterschiedlichen fachlichen Perspektiven. Systematisch in Kategorien eingeordnet, dienten diese grundsätzlichen Ideen im weiteren Verlauf des Projekts als Grundlage spezifischer Maßnahmevorschläge für einzelne Planungsabschnitte der Einzugsgebiete. Nach Bündelung der geäußerten Einzelvorschläge zu Projekten erfolgte als letzter Schritt im Expertenkreis die Bewertung hinsichtlich verschiedener Kriterien. Insgesamt wurden 63 Projekte definiert, die im Masterplan für das Einzugsgebiet Inde / Vicht aufgeführt sind. Überdies wurden zahlreiche, allgemein gültige Diskussionsergebnisse aus den Expertengesprächen als Empfehlungen zusammengetragen und ebenfalls der Experteneinschätzung unterzogen. Zusätzlich wurde das regionale Hochwasserrisikomanagement als Organisationsstruktur zum Maßnahmencontrolling als Projektergebnis des Resilienzprojekts gestartet.

4A3 BMBF-Fördermaßnahme Wasser-Extremereignisse WaX

Dr. Benni Thiebes¹, Prof. Dr. Annegret Thieken², Dr. Nicole Rudolph-Mohr², Melanie Schwarz¹

¹Deutsches Komitee Katastrophenvorsorge (DKKV)

²Universität Potsdam

In den letzten Jahren rückten Wasser-Extremereignisse in Deutschland zunehmend in den Fokus der Öffentlichkeit. Nach drei aufeinanderfolgenden Dürresommern 2018–2020 kam es im Juli 2021 in weiten Teilen Westdeutschlands zu verheerenden Starkregenereignissen, die zur teuersten und tödlichsten Flutkatastrophe der letzten 60 Jahre führten. Im Zuge des Klimawandels wird in vielen Regionen Deutschlands eine Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Wetterextremen erwartet – vor allem für hydro-meteorologische Extreme, wie Starkregen, Hochwasser und Dürreperioden. Die Förderung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zu „Wasser-Extremereignissen“ durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) zielt darauf ab, die nachteiligen Folgen von Dürreperioden, Starkregen- und Hochwasserereignissen in Deutschland durch verbesserte Managementstrategien und Anpassungsmaßnahmen abzuwenden. Insgesamt zwölf interdisziplinäre und anwendungsorientierte Forschungsvorhaben mit Partnern aus Wissenschaft, Wirtschaft und Praxis sowie ein Vernetzungs- und Transfervorhaben werden praxisnahe und fachübergreifende Ansätze erarbeiten, die die Auswirkungen von Wasserextremen auf die Gesellschaft und den natürlichen Lebensraum begrenzen und gleichzeitig neue Perspektiven für die Wasserwirtschaft eröffnen sollen. Thematisch hat die Fördermaßnahme drei Schwerpunkte: Im Themenbereich „Urbane extreme Wasserereignisse“ werden vier Verbünde gefördert, die jeweils mit ausgewählten Partnerstädten und Kommunen zusammenarbeiten. Sie befassen sich mit der

Verbesserung der Vorhersage und des Managements von Starkregen, der Anpassung von Regenwasserbewirtschaftung an Starkregen und Hitze z. B. durch blau-grüne Infrastrukturen sowie mit der Entwicklung von Starkregengefahrenkarten. Der Themenbereich „Digitale Instrumente für Monitoring, Analyse, Vorhersage und Kommunikation“ umfasst drei Verbünde, die an der Entwicklung eines digitalen Zwillings in der Stadtentwässerung, zur dynamischen Kanalnetzbewirtschaftung und an der Kombination von Datenerhebung und Modellierung auf multiplen Skalen forschen. Im Themenfeld „Risikomanagement gegensätzlicher hydrologischer Extreme“ befassen sich insgesamt fünf Verbünde mit Niedrigwasserrisikomanagement, einhergehend mit der hydrologischen und ökologischen Resilienz von Flüssen und einem integriertem Wasserbewirtschaftungskonzept unterschiedlich großer Flusseinzugsgebiete, mit Anpassungsstrategien in der Trinkwasserversorgung sowie mit multifunktionalen Wasserspeichern. Die Forschungsverbünde starteten Anfang des Jahres 2022 und werden für die Dauer von drei Jahren gefördert. Begleitet werden die Vorhaben vom Vernetzungs- und Transfervorhaben Aqua-X-Net, das vom Deutschen Komitee Katastrophenvorsorge (DKKV) und der Universität Potsdam durchgeführt wird. Aqua-X-Net hat die Aufgabe, den Praxis- und Wissenstransfer sowie die kontinuierliche und zielgruppengerechte Kommunikation der Ergebnisse in die Wissenschaft, Wirtschaft, Praxis, Politik und breite Öffentlichkeit sicherzustellen. Weitere Informationen zur Fördermaßnahme: www.bmbf-wax.de

4A4 Understanding of floods on regional scale: aggravating pathways, vulnerability, and adaptive capacity – A case study for Oberland Region (Upper Bavaria), Germany

Dr. Gamze Koç¹, Dr. Anne von Streit², Annika Schubert², Prof. Dr. Matthias Garschagen²¹ *Urbane und Öko-Klimatologie, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)*² *Department für Geographie, Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU)*

Upper Bavaria has comparatively higher mean rainfall amounts than other regions in Germany. At the same time, it is one of the regions in Germany with the highest frequency of heavy rainfall events due to its geographical location close to the Alps. Especially heavy rainfall events cause severe human and economic impacts in the region. In a warming climate, heavy rainfall is assumed to occur even more frequently in the future. However, extreme rainfall events are hard to observe and predict which poses great challenges for planning authorities and civil protection (emergency services). The project KARE (1) (Designing measures for climate change adaptation and risk management at the regional scale: the case of heavy precipitation events) is a three-year transdisciplinary research endeavor with the aim to improve the reliability of climate model simulation on a regional scale as well as to develop and test knowledge-based solutions for municipal and regional climate risk management and adaptation with a special focus on heavy precipitation events. The project is using four counties south of Munich in Upper Bavaria as a pilot region. A first analysis of precipitation patterns (i.e. intensity, duration, etc.) as well as fire brigade operation data as a proxy for damages for this region has shown that similar rainfall patterns cause different impacts in different districts of the Oberland region.

Therefore, our aim is to understand the different aggravating pathways of heavy rainfall events in Oberland resulting from physical as well as social factors. Firstly, flood-aggravating pathways such as topographic features, land use types, drainage characteristics and soil infiltration properties of the events in Oberland between the years from 2010 to 2020 will be analyzed. To determine the dominant influencing mechanisms, aggravating pathway factors will be classified for the study area. The classification results will be compared with the heavy rainfall events defined by the German Weather Service (DWD), Catalogue of Radar-based Heavy Rainfall Events (CatRaRE catalogue) in terms of precipitation duration and amount. As the physical factors alone cannot explain divergent damage patterns, these results will be enriched with household survey data on exposition, vulnerability and adaptive capacity as a second step. The outcomes of this study could provide beneficial information on different aggravating mechanisms in different districts in Oberland and could be used for future land-use planning, risk management as well as vulnerability and regional flood risk studies. (1) KARE - Klimaanpassung auf regionaler Ebene is funded by the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF), 01LR2006B: <https://klimaanpassung-oberland.de/>

**5B1 Die Elektronische Lagedarstellung für den Bevölkerungsschutz
Baden-Württemberg****Tobias Hellmund**¹, Jürgen Moßgraber¹, Manfred Schenk¹, Hans Springer²¹ Fraunhofer IOSB² Innenministerium Baden-Württemberg

Die Zahl von Katastropheneinsätzen nimmt, insbesondere vor dem Hintergrund des Klimawandels, immer stärker zu. Behörden und Rettungskräfte benötigen daher effektive Werkzeuge, um diesen Herausforderungen zu begegnen. Die Elektronische Lagedarstellung für den Bevölkerungsschutz (ELD-BS) dient als einfach zu bedienendes, sowie funktional einsetzbares Werkzeug und steht den Katastrophenschutzbehörden in Baden-Württemberg zur hierarchieübergreifenden Kommunikation, zur Unterstützung der Stabsarbeit und zur Bewältigung allgemeiner Einsatzlagen als Stabsinformationssystem zur Verfügung. Die vom Fraunhofer Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung (IOSB) gemeinsam mit dem Innenministerium Baden-Württemberg (IM) seit 2009 entwickelte Plattform unterstützt die Zusammenarbeit zwischen dem IM, den Regierungspräsidien und den unteren Katastrophenschutzbehörden im Ereignisfall und ist laut Behörden für die Stabsarbeit, im Sinne einer landesweiten, umfassenden Lagebewertung, unverzichtbar. Zu den Funktionen der ELD-BS gehören: • Meldungs-/Informationsaustausch zwischen allen Ebenen des Katastrophenschutzes mit Historisierung • GIS-basierte Krisenobjektdatenbank (KODB) • Dokumentenaustauschportal (ELD-DOK) • Zentrale Evakuierungs- und Unterbringungssteuerung für den Bevölkerungsschutz (ZEUS-BS) • Rollenbasiertes Berechtigungskonzept mit Historisierung der Rollenzuordnungen. Die Anwendungen werden inzwischen von mehr als 2000 Usern im Rahmen von Einsatz- und Übungslagen auf allen Verwaltungsebenen genutzt. Das zentrale Tool der ELD-BS ist die Lagedarstellung, mit Hilfe derer

lagebezogene Informationen zielgruppenorientiert gemeldet und verbreitet werden. Das Rechtesystem stellt sicher, dass Anwendende nur auf Informationen aus ihrem Zuständigkeitsbereich zugreifen können, wobei übergeordnete Gebietskörperschaften die Informationen nachgelagerter Körperschaften einsehen können. In den Jahren 2018 und 2019 wurde die ELD-BS im Funktionsumfang und in der Komplexität auf Wunsch des IMs durch IOSB erheblich erweitert. Neben den klassischen Tools zur Unterstützung der Lagedarstellung können die Nutzer u.a. auch auf eine GIS-basierte Krisenobjektdatenbank zurückgreifen. In dieser Datenbank werden Krisenobjekte mit Risikokarten verschnitten, sodass die Katastrophenschutzbehörden in der Planung von großflächigen Einsatzlagen, wie z.B. Evakuierungen, unterstützt werden können. Die Möglichkeit vulnerable Objekte (Kindergärten, Schulen, Altenheime, etc.) mit Hochwassergefahrenkarten zu kombinieren, erweitert das Anwendungsspektrum signifikant. Mit der Zentralen Evakuierungs- und Unterbringungssteuerung für den Bevölkerungsschutz (ZEUS-BS) können die Katastrophenschutzbehörden und die Gemeinden darüber hinaus Evakuierungen planen, vorbereiten und durchführen. Die dafür benötigten Objekte für Evakuierungslagen (Sammelstellen, Notunterkünfte etc.) können angelegt und verwaltet werden. Ergänzt wird die ELD-BS durch die in der Umsetzung befindliche ELD-DOK, ein Dokumentenaustauschportal, das die Verwaltungsebenen übergreifende Steuerung von Katastropheneinsatzplänen bis auf Ebene der Gemeinden zulässt. Die entwickelten Anwendungen bieten standardisierte Schnittstellen

(REST- Schnittstellen oder SPARQL-Endpunkte) an, mithilfe derer Informationen im geoJSON-Format automatisch angefragt und so in andere Dienste integriert werden. Diese Schnittstellen werden ebenfalls von den Anwendungen der ELD-BS zur Interaktion untereinander verwendet, sodass die Eingabe von Informationen in einer Anwendung ebenfalls zur Aktualisierung des Lagebildes in den anderen Anwendungen führt. So wird sichergestellt, dass alle berechtigten Personen informiert bleiben. Die Anwendungserfahrungen der letzten

Jahre sowie neue, einsatzbedingte Herausforderungen, wie z. B. die Erfahrungen aus dem Reaktorunfall aus Fukushima, haben die Weiterentwicklung der ELD-BS erforderlich gemacht. Mit der neuen ELD-BS (Version 2.0) setzt das IM seit Anfang 2019 den Weg einer steten Optimierung des Bevölkerungsschutzes, mit diesem IT-basierten, zukunftsorientierten und benutzerfreundlichen Planungs- und Einsatzunterstützungstool in Baden-Württemberg konsequent fort.

5B2 Operativer Hochwasserschutz - Analyse und Entwicklungsmöglichkeiten

Alexandra Schüller, Dr. Hellen Hammoudi

Fachgebiet Wasserbau und Wasserwirtschaft, TU Kaiserslautern

Technische Hochwasserschutzanlagen schützen grundsätzlich nur gegen Hochwasserereignisse einer gewissen Jährlichkeit. Um das verbleibende Risiko für Mensch und Sachgüter im Rahmen der Bewältigung von Hochwasser- und Starkregenereignissen reduzieren zu können, sind geeignete operative Maßnahmen erforderlich. Der operative Hochwasserschutz kann entgegen dem bisherigen (Begriffs-)Verständnis nicht allein auf die Phase während eines Hochwasser- oder Starkregenereignisses eingegrenzt werden, sondern ist inhaltlich in aufeinander aufbauende Handlungsphasen mit den drei Säulen operative Hochwasservorsorge (vor), -bewältigung (während) und -nachsorge (nach einem Hochwasserereignis) zu unterteilen. Das Zusammenspiel der drei Säulen in Verbindung mit einer interdisziplinären Betrachtungsweise unter Einbeziehung von Wasserwirtschaft und Katastrophenschutz stellt zusammenfassend einen ganzheitlichen operativen Hochwasserschutz dar, wobei die zyklische Weiterentwicklung über zeitlich aufeinanderfolgende Teilschritte hinweg einen elementaren Bestandteil bildet. In diesem Zusammenhang werden die Anforderungen aller drei Säulen sowie die erforderlichen Handlungsfelder des operativen

Hochwasserschutzes (Führung, Daten, Technische Instrumente und Struktur) erläutert und zusammenfassend dargestellt. Die schnelle und wirksame Bewältigung eines Hochwasser- oder Starkregenereignisses setzt eine szenarienspezifische Planung und Vorbereitung voraus, um die Vielzahl an Maßnahmen, Personen und Ressourcen effektiv und wirksam koordinieren zu können. Im Sinne eines integrierten operativen Hochwasserschutzes sollte die bisherige Schnittstelle zwischen Wasserwirtschaft und Katastrophenschutz qualitativ zu einer integrierten Verbindungsstelle weiterentwickelt werden, in deren Fokus die gemeinsame Aufstellung und Weiterentwicklung von szenarienspezifischen Alarm- und Einsatzplänen, die Nutzung von Hochwassermanagementsystemen und gemeinsame interdisziplinäre Schulungen und Übungen stehen sollten. Des Weiteren sollte die Verfügbarkeit, Erhebung und Weiterverarbeitung von entscheidungsrelevanten Daten bereits im Vorfeld szenarien- und ortsspezifisch festgelegt werden, um den schnellen Zugang zu Hochwasserinformationen im Einsatzfall zu verbessern und eine effektive Zusammenarbeit zwischen den beteiligten Akteuren zu ermöglichen.

5B3 Systemische Objektschutzmaßnahmen

Oliver Koch, Prof. Dr.-Ing. Lothar Kirschbauer*bauen-kunst-werkstoffe, Hochschule Koblenz*

Der Beitrag soll dem Auditorium einen Überblick über die derzeitigen hochschulseitigen Tätigkeiten im KAHR-Projekt verschaffen sowie die Leitgedanken bzw. angedachten Projektziele skizzieren und zur Diskussion stellen. Eingangs werden zunächst die Inhalte des AP 5 und das diesbezügliche Vorgehen im Projekt vorgestellt. Im nächsten Schritt wird der Status Quo der Projektbearbeitung dargestellt. Hierbei werden die bisherigen Tätigkeiten und auch Herausforderungen bei der Einwerbung von Schadensdokumentationen und -gutachten erläutert. In deren Auswertung wird der Fokus insbesondere auf drei Cluster gelegt: 1) Lage des Objekts – Hypothese: Die Lage einer baulichen Anlage zum Gewässer hat einen erheblichen Einfluss auf die Schwere des Schadens. 2) Schadensursache – Hypothese: Die vorhandenen Schäden können insbesondere den drei Schadensclustern Anprall, Überflutung und Kontamination zugeordnet werden. 3) Schweregrad der Schäden – Hypothese: Die unterschiedlichen Einflüsse der Cluster 1 und 2 sowie deren Kombinationen führen zu unterschiedlichen Schweregraden der Schäden. Anschließend wird das geplante weitere Vorgehen bzw. weiterführende Leitgedanken für die Verarbeitung der zuvor erlangten Erkenntnisse vorgestellt. Das Oberziel ist hierbei die Entwicklung von systemischen, aufeinander abgestimmten Schutzmechanismen. Der Gedanke des Objektschutzes wird im Zuge dessen auf drei Ebenen gedacht: 1) Mikroebene: Betrachtung eines Objekts als Inertialsystem. 2) Mesoebene: Betrachtung mehrerer Objekte als Gesamtsysteme. Dies könnte bspw. eine Straße, ein Quartier oder ein gesamter Siedlungsbereich sein. 3) Makroebene: Betrachtung der überörtlichen Region und ggf. des gesamten Einzugsgebiets. Für jede dieser Ebenen werden zudem initiale Beispiel-

maßnahmen genannt, die im weiteren Projektverlauf erweitert und aufeinander abgestimmt werden sollen. Beispiele für Schutzmaßnahmen sind: 1) Mikroebene: Objektbezogene, systemische Planung und Abstimmung bspw. folgender Schutzmaßnahmen: Rückstauklappe, Schotts, Damm-balkensysteme, hochwasserfreie Installation von Hausanschlüssen, hochwasserfreie Installation von Sicherungskästen und Unterverteilungen, Verbannung von Ölheizungen, hochwasserfreie Installation von Heizungen, Aufständigung von Gebäuden, Fassaden- Abdichtungssysteme, etc. 2) Mesoebene: Abstimmung verschiedener objektbezogener Schutzsysteme, zusätzlich ggf.: Strömungsoptimierte Fassaden- oder Mauerausblende an erstem Objekt stromaufwärts, Etablierung von Notabflusswegen, Flächenentsiegelung (Stichwort Schwammstadt), Flächen-Hochwasserschutz (bspw. Klappschotts, mobile Hochwasserschutzwände) etc. 3) Makroebene: Einbeziehung der Objektschutzmaßnahmen in überörtliche bzw. einzugsgebietsweite Hochwasservorsorgekonzepte. Maßgebende Fragestellungen könnten hier die Folgenden sein: • Welchen Einfluss haben systemische Objektschutzmaßnahmen auf überörtliche / einzugsgebietsweite Hochwasservorsorgekonzepte? • Wie können diese bestmöglich in bestehende Konzepte inkludiert werden? • Wie können systemische Objektschutzmaßnahmen bestmöglich mit weiteren Vorsorge- und Schutzmaßnahmen abgestimmt werden (bspw. kaskadierend angeordnete RR-Becken an Zuflüssen, Retentionsbereiche, strömungsoptimierte Brücken, Flächen-Hochwasserschutz, Frühwarnung, etc.). Abschließend sollen diese Leitgedanken im Plenum diskutiert werden, um Erweiterungs- bzw. Verbesserungspotenziale feststellen zu können.

6B1 Risikobasierte Planung

Dr. Mark Fleischhauer, Stefan Greiving

IRPUD, TU Dortmund

Hochwasservorsorge wird im Raumordnungsgesetz und im Baugesetzbuch als Handlungsauftrag benannt. Gleiches gilt für Klimaanpassung. Allerdings besteht in der Raumplanung weiterhin eine Dominanz klassischer Gefahrenabwehr: über technische Maßnahmen und Flächenvorsorge, d. h. die Freihaltung gefährdeter Gebiete von neuer Bebauung. Ein Einfluss auf den baulichen Bestand bzw. das bestehende Hochwasserrisiko geht davon nicht aus. Stattdessen wird – in Übereinstimmung mit den Regelungen des neuen Bundesraumordnungsplans – Hochwasserschutz

– dafür plädiert, sich in der Raumplanung vom räumlichen Ausmaß eines Hochwasserereignisses zu lösen und stärker risikobasiert zu planen. Das erfordert neben einer differenzierten Betrachtung der Gefährdungsintensität sowohl in der Raumordnung als auch der Bauleitplanung und Vorhabengenehmigung die Berücksichtigung der Vulnerabilität der unterschiedlichen Landnutzungen gegenüber Hochwasser und eine differenzierte Auseinandersetzung mit Schutzziele insbesondere für kritische und sensible Infrastrukturen.

6B2 Historische Bemühungen um Hochwasserschutz im Wassereinzugsgebiet der Ahr seit 1905

Prof. Dr. Wolfgang Büchs*Inst. für Biologie und Chemie, Universität Hildesheim*

Der erste bekannte Hinweis auf die Anlage einer Talsperre im Ahrgebiet (hier: Trierbachtal) stammt aus einem Schreiben der Königlichen Eisenbahn Direktion zu Köln vom 28. März 1905. Die ersten Pläne zum Bau von Talsperren in Seitentälern des Ahrtales (Vischeltal, Sahrbachtal) wurden 1907 von Baumeister Albert Schmidt (Lennepe) publiziert. Während diese ersten Pläne weniger dem Hochwasserschutz als der Erzeugung elektrischer Energie gewidmet waren (wegen anhaltend hoher Kohlepreise), änderte sich nach der drittgrößten Flut im Ahrtal im Juni 1910 der Betrachtungsschwerpunkt: Es erschienen erste Beiträge zur Rückhaltung von Niederschlagswasser unter Gesichtspunkten drohender Hochwasserfluten - wiederum von Albert Schmidt. In der Folgezeit (bis etwa 1926) wurden zahlreiche Planungsvarianten entworfen für Hochwasserrückhaltebecken, die z.T. durch bis zu 12 km langen Stollen verbunden waren und im Prinzip wie ein Netz aufeinander abgestimmter Polder und Beckenkaskaden das gesamte Wassereinzugsgebiet der Ahr umspannten. Zu diesen Planungen wurden zahlreiche Varianten entworfen, die sich in manchem Fall erheblich, in anderen Fällen nur um Nuancen unterschieden. Nach 1926 versandete die Diskussion um diese umfassenden Planungen mehr oder weniger sang- und klanglos, ohne dass in den Verwaltungsakten klare Gründe zu erkennen waren. Zu einem immer wieder kolportierten Zusammenhang mit dem Bau des Nürburgrings finden sich zwar Hinweise in Zeitungsmeldungen, in offiziellen Akten lässt sich dieser Zusammenhang bisher aber nicht nachweisen. Bemerkenswert ist: Bis auf einige Ausnahmen (Trierbachtalsperre,

Kreuzbergtalsperre etc.) waren die Becken nicht als Stauseen, sondern als temporäre Hochwasserrückhalteeinrichtungen geplant, die außerhalb von Fluten als Grünland oder für Ackerbau genutzt werden konnten. Technisch bereitete übrigens nicht die Hochwasserrückhaltung Probleme, sondern die dauerhaft ausreichende Bereitstellung von Betriebswasser für Mühlen etc. in den z.T. lange andauernden Niedrigwasserperioden. Auch nach 1926 gab es immer wieder Ansätze für die Errichtung von Stauwehren wie z.B. in den 50er und 80er Jahren bei Altenahr, in den 70er und 80er Jahren bei Schuld sowie in den 1980er Jahren erneut am Trierbach und an vielen anderen Standorten wie Armuthsbach, Kesselinger Bach, Sahrbach, Müllenbach. Der Interessenschwerpunkt lag aber mehr bei Planungen von Wasserflächen für Freizeitgestaltung und Erholung zur Förderung der touristischen Infrastruktur. Hochwasserschutz wurde bei diesen Überlegungen eher notgedrungen genannt, weil damit nicht unerhebliche Landesförderungen verbunden waren. Er war aber gedanklich überhaupt nicht im Fokus der handelnden Personen. Seit August 2021 gibt es eine Wiederbelebung der Stauseepläne im Trierbachtal, verbunden mit Freiflächenphotovoltaik und Windkraftanlagen durch die „EVM“ (Energieversorgung Mittelrhein). Insgesamt wurden zwischen 1905 und heute an ca. 60 verschiedenen Stellen im Wassereinzugsgebiet der Ahr Polder, Ausgleichsweiher, Hochwasserrückhaltebecken oder Stauseen geplant. Fasst man die Kapazität aller seit 1905 geplanten Hochwasserrückhalteeinrichtungen zusammen, kommt man (je nach Planungsvariante) auf eine Gesamtrückhalteleistung

zwischen etwa 35-40 Millionen m³ im Ahrgebiet. Das ist insofern interessant, da nach Aussage des Leiters der Abteilung für Wasserbau der SGD Nord, Joachim Gerke, am 14. Juli 2021 am Pegel Altenahr ca. 16 Millionen Kubikmeter Wasser hätten

zurückgehalten werden müssen, um den Wasserstand auf 4,0 Meter (etwa das Niveau der Flut vom 02. Juni 2016) zu drücken. (Interview Deutschlandradio 29.03.2022).

6B3 Kartierung potenzieller Retentions- und Versiegelungsverbotsflächen im Ahrtal – ein Beitrag zur Hochwasser- und Überflutungsvorsorge auf regionalem Maßstab

Prof. Dr. Nguyen Xuan Thinh, Mathias Schaefer, F07-Studierendengruppe

Fakultät Raumplanung, TU Dortmund

Nach den verheerenden Starkregenereignissen im Juli 2021 steht das Bundesland Rheinland-Pfalz vor großen Herausforderungen in der Hochwasser- und Überflutungsvorsorge. Seit Oktober 2021 ermitteln 16 Studierende im Rahmen eines Projektes der Fakultät Raumplanung der Technischen Universität Dortmund unter der Leitung von Prof. Dr. Nguyen Xuan Thinh und Mathias Schaefer potenzielle Retentions- und Versiegelungsverbotsflächen im Landkreis Ahrweiler mithilfe einer multikriteriellen Bewertungsmethodik. Die zugrundeliegende Methodik stützt sich auf die Kombination aus indikatorbasierten Analysen mit Geoinformationssystemen (GIS) und einer mathematischen Optimierung mittels Compromise Programming (CP). Zur Gewichtung einzelner Indikatoren in der Gesamtbewertung sind Meinungen und Fachwissen von Expertinnen und Experten über die Gewichtungsmethode des Analytic Hierarchy

Process (AHP) eingeflossen. Die Plausibilität der ermittelten Ergebnisflächen wurde durch eine dreitägige Feldforschung im März 2022 überprüft und konnte mehrfach bestätigt werden. Im Vortrag werden sowohl die Ergebniskartierungen als auch die erarbeiteten Indikatorensysteme für die Eignungsbewertung zu Retentionszwecken und Versiegelungsverboten zur kritischen Diskussion vorgestellt. Weiterhin werden erste Lösungsansätze für ein regionales Maßnahmenkonzept skizziert. Durch die herangezogene Methodik konnten in einem kurzen Zeitrahmen belastbare Ergebnisse erzielt werden. Die Projektergebnisse sind nicht nur relevant für politische Entscheidungsträger, sondern auch übertragbar auf andere Regionen mit ähnlichem Geodatenbestand.

6B4 Räumliches Risikomanagement und Hochwassereexposition: Hochwasservorsorge in Grenzen durch die Ausrichtung am HQ100 – Fallbeispiel Ahrtal

Holger Sauter, Prof. Dr. Jörn Birkmann*Inst. für Raumordnung und Entwicklungsplanung, Universität Stuttgart*

In Deutschland gelten die amtlich festgesetzten Überschwemmungsgebiete als wichtige Barriere für die Beschränkung der künftigen baulichen Entwicklung. Ausnahmen sind nur in Einzelfällen und unter bestimmten Voraussetzungen möglich. Als hydrologische Bemessungsgrundlage für die amtlich festgesetzten Überschwemmungsgebiete gilt nach den Vorgaben des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) das statistische Hochwasserszenario eines Abflusses HQ100 – was einem hundertjährigen Hochwasser entspricht. Wenngleich die Gefährdungseinstufung der innerhalb dieser Überschwemmungsgebiete liegenden Flächen i.d.R. unstrittig ist sind aufgrund von Ausnahmen und von Aktivitäten vor den gesetzlichen Vorgaben in der Vergangenheit in vielen Kommunen Gebäude und Anlagen innerhalb dieser Gebiete entstanden. Während diese Fragen im Sinne der Hochwasservorsorge wichtig sind, wird im folgenden Beitrag argumentiert, dass der Expositionsdynamik und der Entwicklung von Hochwasserschutz- und Risikomanagementstrategien in der Raumplanung, die sich insbesondere auch auf Gebiete hinter der HQ100-Hochwasserlinie konzentrieren, mehr Bedeutung beigemessen werden muss. Die Annahme, dass es eine statische Grenze zwischen sicheren und unsicheren Gebieten (HQ100-Gebiet) gibt, muss revidiert werden. Auf der Grundlage von Forschungsergebnissen am Fallspiel des Ahrtals, wo im Sommer 2021 160 Menschen aufgrund von Starkniederschlägen und Überschwemmungen ums Leben kamen, zeigen wir, dass Raumplanung und Risikomanagementansätze Strukturen, Menschen und Landnutzungen

hinter der HQ100-Zone stärker thematisieren und besser berücksichtigen müssen. In unserem Beitrag wird eine Bewertung der verschiedenen Expositionsniveaus im Vergleich zwischen dem HQ100- vor dem Ereignis und dem tatsächlichen Überschwemmungsgebiet des Hochwasserereignisses im Jahr 2021 vorgestellt. Darüber hinaus unterstreicht die vergleichende Bewertung der Expositionsniveaus von Gebäuden, kritischen und empfindlichen Infrastrukturen und Landnutzungen, zwischen dem HQ100-, dem HQ-Extrem- und dem tatsächlichen Überschwemmungsgebiet während des Hochwasserereignisses im Jahr 2021, dass künftige Risikomanagementansätze in der Raum- und Stadtplanung über die Festlegung von HQ100-Bauverböten hinausgehen und sich auch auf Strukturen, Landnutzungen und Infrastrukturen konzentrieren müssen, die aufgrund extremer Überschwemmungen gefährdet sein könnten. Auf Grundlage dieser vergleichenden Analyse und der Expositionsbewertungen werden auch Empfehlungen, wie beispielsweise Schutzstandards für die Stadt- und Raumentwicklung formuliert. Auch die Betrachtung unterschiedlicher Teilbereiche des Ahrtals unterstreicht, dass verschiedene topographische Gegebenheiten, welche die lokale Abflussdynamik und damit die potenzielle Gefährdungsintensität beeinflussen, in risikobasierten Ansätzen ebenso Berücksichtigung finden müssen, wie auch Fragen der Vulnerabilität und Anfälligkeit von unterschiedlicher Landnutzungen und Infrastrukturen. Die Erkenntnisse sind auch ein Teil der ersten Befunde des KAHR Projekts.

Session 7 Frühwarnung und Risikokommunikation (I)
Early warning and risk communication (I)

7B1 Katastrophale Kommunikation (?) – Die Bewältigung der Starkregenereignisse 2021 aus Sicht von Akteuren des Bevölkerungsschutzes

Dr. Cordula Dittmer*Katastrophenforschungsstelle (KFS), Freie Universität Berlin*

Im Nachgang der Ereignisse des Juli 2021 und in der politisch-juristischen Aufarbeitung stehen insbesondere die Gemeinden und Landkreise im Fokus. Wie sich zeigte, sind diese als Verwaltungen vielerorts – und scheinbar in den besonders stark betroffenen Gebieten des Ahrtals – nicht ausreichend auf ein derartiges Extremwetterereignis vorbereitet gewesen. Dies ist umso erstaunlicher, als dass es 2016 und 2018 in einigen Regionen Rheinland-Pfalz sowie Nordrhein-Westfalens bereits zu heftigen Starkregenereignissen kam, in deren Folge die Gefahrenabwehrbehörden von Seiten der Innenministerien aufgefordert wurden, ihre Starkregenkonzepte zu überarbeiten. Z.T. waren diese Überarbeitungen 2021 noch nicht finalisiert oder umgesetzt, z.T. beteiligten sich die Gemeinden gar nicht erst an einem derartigen Prozess oder beschränkten diesen auf das im Umweltbereich verortete Hochwasserrisiko-management ohne Schnittstelle zur Gefahrenabwehr bzw. den Bevölkerungsschutz. Zugleich sind die jeweils zuständigen Behörden auf Gemeinde- oder Landkreisebene auch vielfach nur mit sehr geringen personellen, materiellen und finanziellen Ressourcen ausgestattet und abhängig von ehrenamtlichen Strukturen, so dass die geforderte Überarbeitung und Umsetzung von entsprechenden Plänen und Konzepten z.B. zur Warnung der Bevölkerung insbesondere vulnerabler Gruppen kaum möglich scheint.

In Folge der Ereignisse stehen nun auch diese Akteure besonders in der Kritik, haben aber vielfach bereits umfangreiche meist organisationsinterne

Lessons Learned Prozesse auf den Weg gebracht. Viele der betroffenen Gemeinden oder Landkreise nutzen den Wiederaufbauprozess, um ihre Zuständigkeitsbereiche resilienter gegenüber derartigen Extremereignissen aufzustellen, in dem z.B. der Aufbau zerstörter Gemeinde- oder Bürgerhäuser im Sinne eines dual-use mit der Einrichtung von Katastrophenschutzzentren verbunden wird.

Der folgende Beitrag möchte anhand einer Fallstudie in der Vulkaneifel, die im Rahmen des BMBF-Projekts HoWas21 von der Katastrophenforschungsstelle (KFS) im Mai 22 durchgeführt wurde, zeigen, wie sich die Kommunikation von verschiedenen Akteuren des Bevölkerungsschutzes (Gemeinden/Landkreise, Hilfsorganisationen, THW, Bundeswehr, Feuerwehren) im Vorfeld der Ereignisse (Risikokommunikation) sowie im Kontext von Warnung und der dann eintretenden Chaosphase (Krisenkommunikation) gestaltete. Anhand von Interviews, Beobachtungen und Dokumentenanalysen kann gezeigt werden, wie das Nebeneinander von formellen und informellen Kommunikationsstrukturen und -wegen funktional für die Bewältigung der Lage war. Sozialen Netzwerken auf verschiedenen Wegen - bzw. sozialem Kapital - kommt in den untersuchten eher ländlich geprägten Regionen im Bevölkerungsschutz eine besondere Bedeutung zu, insbesondere dort, wo die formalen Strukturen und Konzepte zur Bewältigung eines derartigen Ereignisses nicht oder nur unzureichend erarbeitet, bekannt oder umgesetzt waren.

7B2 Erste Ergebnisse einer Expertenbefragung zur Priorisierung von Maßnahmen und Instrumenten im Bereich Gefahrenanalyse, Warnung und Kommunikation

Marie-Luise Zenker¹, Christian Kuhlicke², Lisa Berghäuser¹, Anna Heidenreich¹, Marie-Luise Beck¹, Annegret H. Thieken¹, Steuerkreis der DKK-Starkregen-Initiative

¹ Inst. für Umweltwissenschaften und Geographie, Universität Potsdam

² Stadt- und Umweltsoziologie, UFZ

Im Juli 2021 führten starke und langanhaltende Niederschläge in den deutschen Bundesländern Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Bayern und Sachsen zu Zerstörungen an Infrastrukturen und Gebäuden sowie Verletzten, Vermissten und Toten in bisher unbekanntem Ausmaß. Im Nachgang der Ereignisse wurden eine Vielzahl von Statements und Handlungsempfehlungen aus Wissenschaft, Politik, Administration und Fachressorts, Fach- und Interessenverbänden sowie NGOs herausgegeben, die auf Veränderungen im Umgang mit Starkregenereignissen und Überflutungen drängen. Die Starkregen-Initiative des Deutschen Klima-Konsortiums (DKK) will mit Hilfe einer Expertenbefragung den aufgezeigten vielfältigen Handlungsbedarf priorisieren, sodass alle Akteure eine gemeinsame Vorstellung über die anstehenden Anpassungsaufgaben entwickeln können. Die Befragung wurde online mit der systematischen, zweistufigen Delphi-Methodik durchgeführt. Unterschiedlichste Expertinnen und Experten im Umgang mit Starkregen und Sturzfluten werden in zwei Runden um ihre Einschätzung und Wichtung zu Handlungsfeldern, Maßnahmen und Instrumenten gebeten. Dies soll eine Konsensfindung ermöglichen. Die erste von zwei Befragungsrunden wurde Mitte Mai 2022 abgeschlossen. Die zweite Befragungsrunde ist für August dieses Jahres geplant. Die Ergebnisse der

Befragung zeigen, dass der Themenbereich „Gefahrenanalyse, Warnung und Kommunikation“ sowohl zu den wirksamsten Bereichen, als auch zu denen mit dem dringendsten Handlungsbedarf gehört, mit deutlichem Vorsprung gegenüber anderen betrachteten Themenbereichen. Der Großteil der aufgelisteten Maßnahmen wird von den Expert*innen als wichtig bis sehr wichtig erachtet. Das kann mit den im Juli 2021 deutlich gewordenen Defiziten erklärt werden. Vielerorts unterschätzten vorhandene Hochwassergefahrenkarten das tatsächliche Ausmaß der Überflutungen deutlich; sie waren daher als Planungs- und Entscheidungsgrundlage während des Ereignisses nur begrenzt einsetzbar. Daher bedürfen die Gefahrenkarten einer Bearbeitung. Neben gemessenen oder berechneten Wasserständen könnten z.B. auch historische Ereignisse einbezogen werden, um die Qualität der Darstellung zu verbessern. Zudem zeigte eine von der Universität Potsdam durchgeführte Befragung zu Warnungen, dass ca. ein Drittel der Befragten nicht gewarnt wurde und die Gewarnten das Ereignis unterschätzten oder nicht wussten, wie sie sich und ihren Haushalt vor dem Hochwasser hätte schützen können. Auch dies bietet Ansatzpunkte für Verbesserungen, die von den Expert*innen der Delphibefragung unterstützt werden.

7B3 **How affected residents of the July 2021 flood in Western Germany perceived the warning situation**

Anna Heidenreich, Annegret H. Thieken, Philip Bubeck, Anna Heidenreich, Jennifer von Keyserlingk, Lisa Dillenardt, Antje Otto, Heather J. Murdock

Inst. für Umweltwissenschaften und Geographie, Universität Potsdam

In July 2021 intense rainfall caused devastating floods in Western Europe and 184 fatalities in the German federal states of North Rhine-Westphalia (NW) and Rhineland-Palatinate (RP) questioning their flood forecasting, warning and response system (FFWRS). Data from an online survey (n = 1315) reveal that 35 % of the respondents from NW and 29 % from RP did not receive any warning. Of those who were warned 85 % did not expect a very severe flooding and 46 % did not know what to do. Regression analysis reveals that this knowledge is influenced by gender and flood experien-

ce, but also by the contents and the source of the warning message. The results are complemented by analyses of media reports and official warnings that show shortcomings in providing adequate recommendations to people at risk. Dissemination of warnings, communication of the expected flood magnitude and adequate responses are seen as entry points for improving the FFWRS in Germany. Reference:

<https://egosphere.copernicus.org/preprints/2022/egosphere-2022-244/>

8B1 Unterstützung der Eigenvorsorge zur Klima-Anpassung für eine resiliente Gesellschaft mit dem Hochwasser-Pass und dem Hochwasser-Infomobil

Georg Johann, Hans-Theodor Arenz

HochwasserKompetenzCentrum e.V.

Hochwasser- und Starkregenereignisse sind eine große Herausforderung für die Gesellschaft. Die Todesopfer und Schäden zeigen, dass viele betroffene und bedrohte Menschen bessere Informationen benötigen, mit welchen konkreten Gefahren sie an ihrem Wohnort rechnen müssen und wie sie vorsorgen können. Dazu gehören nicht nur Objektschutzmaßnahmen oder eine angepasste Nutzung des Hauses, sondern gleichberechtigt auch das Wissen über das für die Situation - vor, während und nach dem Ereignis - adäquate Verhalten. Die öffentliche Hand ist in der Regel verantwortlich für übergeordnete Hochwasserschutzmaßnahmen. Bisher fehlt jedoch die aktive Integration der schutzbedürftigen Bevölkerung in das Hochwasser- und Starkregenrisikomanagement. Die Aktivierung der bisher „verborgenen“ Gemeinschaftsstärken ist ein wesentlicher Schlüsselfaktor für die Entwicklung einer resilienten Gesellschaft. Denn zu oft, und mit dem Klimawandel immer häufiger, übersteigen die Starkregen- und Hochwasserabflüsse die Leistungsgrenze der Schutzsysteme, wenn diese denn vorhanden sind. Starkregen und Hochwasserereignisse treten für die Betroffenen oft überraschend auf, weil wenig Aufklärung über diese Ereignisse vorhanden ist. Dabei sind die richtigen Vorsorgemaßnahmen erst dann realisierbar, wenn die Aufklärungen für jeden leicht auffindbar und zugänglich sind und der Nutzen von Schutz für Leben & Eigenheim klar und verständlich dargestellt werden. Das HochwasserKompetenzCentrum (HKC) arbeitet seit seiner Gründung vor 15 Jahren daran, verständliche und praxisnahe Informationen zur Eigenvorsorge analog und digital

bereitstellen. Und das sowohl für die Zivilgesellschaft, als auch für die Träger öffentlicher Belange. Denn die Motivation Eigenvorsorge durch die öffentliche Hand zu unterstützen wird erst möglich, wenn einsichtig ist, dass durch Eigenvorsorgemaßnahmen eine entlastende Wirkung auf die Politik, die Wirtschaft und den Steuerzahler erzielt wird. Neben verschiedenen Internetseiten (Hkc-online.de, hochwasser-pass.com, bonn-unter.de) wurden auch das Hochwasser-Infomobil und der Hochwasser-Pass vom HKC entwickelt. Beide werden im KAHR-Projekt eingesetzt und weiterentwickelt. Für das KAHR-Projekt wurde eigens ein neues, zweites Infomobil aufgebaut, das Stand Ende Mai 2022 innerhalb von zwei Monaten 20 Einsätze gefahren ist. Mit dem Hochwasser-Infomobil werden die Menschen mit Starkregen- und Hochwasserschutzmaßnahmen zum Anfassen informiert. Darüber hinaus finden Beratungsgespräche zur Starkregen- und Hochwassergefahr am eigenen Haus, den möglichen Objektschutzmaßnahmen und dem richtigen Verhalten statt.

Auf der Internetseite www.hochwasser-pass.com erhält der Bürger - in verständlicher Sprache für den Nicht-Fachmann - grundlegende Auskünfte über die Gefahrenquellen Hochwasser, Starkregen, Kanalarückstau und Grundhochwasser. Auf der Hochwasserpass-Homepage können in einem anonymen Fragenkatalog Informationen zu Haus, Grundstück und umliegenden Gewässern eingegeben werden, um eine kostenlose Auskunft über eine erste individuelle Einschätzung der Hochwassergefahr des Hauses zu erhalten. Auf dieser Grundlage ist man bereits in der Lage zu erken-

nen, ob durch geeignete und oft kostengünstige Maßnahmen hohe Schäden verringert oder gar vermieden werden können. Das offizielle und ausführliche Dokument, der Hochwasser-Pass, wird dann von einem Sachkundigen im Auftrag des Hausbesitzers ausgestellt. Dabei prüft der Sachkundige die Angaben und bewertet nicht nur die aktuelle Gefährdung des Gebäudes, sondern gibt auch weitere Hinweise und Tipps, wie sich die Gefährdung mit baulicher Vorsorge oder Verhaltensvorsorge verringern lässt. Durch ein visualisiertes Gefahrenlevel im Pass mit ausgestellten Sammel-Marken für Vorsorge-Maßnahmen, kann der Objektbesitzer diese nicht nur selbst einleiten, sondern auch jederzeit verständlich nach-

vollziehen und bei Bedarf auch nachweisen. Diese objektbezogene Risikoanalyse kann auch die Versicherbarkeit von Grundstücken verbessern und die Veräußerung erleichtern, da alle im Hochwasserpass bewertet ausgewiesen sind. In diesem Vortrag wird gezeigt, wie Eigenvorsorge in den Starkregen- und Hochwasserrisikomanagement-Kreislauf integriert werden kann und welche Maßnahmen dafür benötigt werden. Auch wird darauf eingegangen, welche Rolle Eigenvorsorgemaßnahmen beim Wiederaufbau in Flutgebieten vom 14. Juli 2021 haben kann. Nicht zuletzt wird analysiert, wieviel Schaden Eigenvorsorge mindern oder gar vermeiden kann - inklusive der Möglichkeiten und Grenzen.

8B2 **Vulnerabilität, Risikowahrnehmung und Anpassungsoptionen - Ansichten der Bevölkerung / Haushaltsbefragung****Alessa Trüdinger¹, Dr. Philip Bubeck², Lisa Dillenardt², Jörn Birkmann¹, Annegret Thieken²**¹ *Inst. für Raumordnung und Entwicklungsplanung, Universität Stuttgart*² *Institut für Umweltwissenschaften und Geographie, Universität Potsdam*

Im Rahmen des Forschungsprojekts KAHR führen das Institut für Umweltwissenschaften und Geographie der Universität Potsdam und das Institut für Raumordnung und Entwicklungsplanung der Universität Stuttgart im Sommer 2022 gemeinsam eine Haushaltsbefragung zum Hochwasserereignis vom Juli 2021 durch. Hierfür werden mit Unterstützung des Landkreises Ahrweiler etwa 5.000 betroffene Haushalte aus dem Kreis der Personen, die Anträge im Rahmen der Soforthilfe gestellt haben, eingeladen, an der Online-Befragung teilzunehmen. Neben den konkreten Erfahrungen mit dem Hochwasser und der Betroffenheit durch Überflutungen werden auch Daten zur Erholung nach dem Hochwasser und zu möglichen Anpassungsoptionen beim Wiederaufbau erhoben. Durch die quantitative Haushaltsbefragung werden mehrere Ziele verfolgt: Die Befragung dient der Untersuchung der Vulnerabilität verschiedener Bevölkerungsgruppen gegenüber Überflutungen in Mittelgebirgsregionen. Hieraus können u.a. Erkenntnisse über sogenannte Vulnerabilität-Hotspots gewonnen werden, die wiederum sowohl im vorsorgenden als auch im nachsorgenden Risikomanagement besonderer Aufmerksamkeit bedürfen. Zudem soll mit Hilfe einer validierten Skala ermittelt werden, inwieweit Symptome, die auf eine posttraumatische Belastungsstörung hinweisen, nach dem Hochwasserereignis verbreitet sind, damit Ausmaß und entsprechende Betreuungsbedarfe abgeschätzt werden können. Diese Erkenntnisse sollen dazu genutzt werden,

Handlungsempfehlungen für die Nachsorge abzuleiten. Die Befragung zielt außerdem darauf ab, verschiedene Anpassungsoptionen sowie öffentliche und private Hochwasservorsorgemaßnahmen auf ihre Akzeptanz in der Bevölkerung und ihre Umsetzbarkeit zu untersuchen, wobei auch begünstigende und hemmende Faktoren für die Umsetzung von Vorsorgemaßnahmen ermittelt werden. Hierbei wird ein Schwerpunkt auf das Thema „Siedlungsrückzug“ gelegt. Auch hieraus sollen Handlungsempfehlungen für den Wiederaufbau abgeleitet werden. Schließlich ist es ein Ziel der Befragung, einen Überblick über den konkreten Prozess der Wiederherstellung/des Wiederaufbaus zu erlangen. Die Erkenntnisse sollen dazu genutzt werden, Schwachstellen im Wiederaufbauprozess zu identifizieren und entsprechende Handlungsempfehlungen für den Landkreis und andere staatliche Stellen zu erarbeiten. So könnten z.B. bestimmte Gebiete oder Personengruppen identifiziert werden, deren Wiederherstellungs- und Unterstützungsbedarf größer ist als der anderer. Zudem kann dadurch sowohl im konkreten Wiederaufbauprozess im Ahrtal nachgesteuert als auch Wissen für künftige Wiederaufbauprozesse generiert werden. Liegen Ende Juni bereits erste Daten der Haushaltsbefragung vor, werden diese als vorläufige Ergebnisse vorgestellt werden. Sollte die Datenmenge nicht ausreichen, werden die Konzeption und ggf. Erkenntnisse aus früheren Befragungen sowie Hypothesen aufgezeigt werden.

8B3 Resilienter Wiederaufbau im Ahrtal

Julia Weißert, Lina Weber, Nils Hilscher, Paula De Moraes Pade, Maike Hauser

Inst. für Raumordnung und Entwicklungsplanung, Universität Stuttgart

Das studentische Projekt „Resilienter Wiederaufbau im Ahrtal“ der Universität Stuttgart liefert erste Erkenntnisse darüber, welche Aspekte für einen resilienten Wiederaufbau im Ahrtal von Relevanz sind, wie die betroffene Bevölkerung den laufenden Wiederaufbauprozess einschätzt und welche Herausforderungen und Chancen beim Wiederaufbau für die räumliche Planung bestehen. Die aktuellen planungsrechtlichen Rahmenbedingungen des Hochwasserschutzes und deren Bedeutung für den resilienten Wiederaufbau werden unter anderem auf Grundlage von Bebauungsplänen näher analysiert. Mit Blick auf die Perspektive der Bevölkerung ist nicht hinreichend klar, wie der Wiederaufbau von den Menschen vor Ort wahrgenommen wird, wie hoch die Akzeptanz und

Machbarkeit verschiedener Anpassungs- und Hochwasservorsorgemaßnahmen ist und wo derzeit im Wiederaufbauprozess die größten Herausforderungen bestehen. Auf Grund dieses Datenmangels wird im Rahmen des „KAHR“-Projekts eine Haushaltsbefragung durchgeführt. Für diese Haushaltsbefragung hat die Projektgruppe bereits am 3. und 4. Mai 2022 Pre-Tests durchgeführt und die dabei entstandenen Tiefeninterviews qualitativ analysiert. Im Rahmen des Vortrags wird darauf eingegangen, wie sich die Risikowahrnehmung durch die Hochwasserkatastrophe verändert hat und welche Vorsorgemöglichkeiten und Anpassungsoptionen von den Befragten und den Studierenden für sinnvoll erachtet werden.

8B4 Citizens' perceptions of the German flood event 2021

Prof. Dr. Joy Ommer

Department of Geography and Environmental Science, University of Reading; KAJO s.r.o.

The German flood event in 2021 left many open questions regarding disaster preparedness, communication, management, and recovery. The disaster is being analysed from different perspective such as the one of volunteers or public authorities before, during and after the event. This study focuses on the perspective and perception of the citizens – who are the final receivers of the emergency communication line. In particular, this study analysed the responses of 300 citizens of a survey distributed within the German counties North Rhine-Westphalia and Rhineland- Palatinate which were hit worst during the flood event. The survey

primarily encompassed questions on the citizens' perception of the event, their preparedness, and the emergency communication they received (or not). Furthermore, the survey directly addressed identified issues within the event but also potential solutions for emergency communication from the perspective of the citizens. The outcomes of this survey aim at providing information and recommendation to increase risk awareness and address risk perception, but also to inform on potential strategies for better risk and emergency communication.

9C1 Flood disaster after weather system “Bernd”: Unimaginable – really?
Findings from our PERC analysis

Michael Szönyi ¹, Viktor Roezer ², Jonathan Ulrich ³, Teresa Deubelli ⁴, Finn Laurien ⁴, Karen MacClune ⁵

¹ *Flood Resilience Program, Zurich Insurance Group*

² *London School of Economics;*

³ *IFRC;*

⁴ *International Institute of Applied Systems Analysis;*

⁵ *ISET- International*

Severe flooding in Germany and Benelux in July 2021, particularly along the Erft, Ahr and Meuse rivers, led to >240 casualties and an estimated damage of >EUR 30 billion in Germany alone. The event was reported as the largest insurance loss for 2021, with estimates of insured losses for the market in the EUR 10-13 billion range across Europe and EUR 8.2 billion for Germany. This makes the 2021 floods the costliest disaster in Germany and the deadliest in roughly sixty years, above the losses from major river floods in 2002 and 2013 and from storm “Kyrill” in 2007. When putting the 2021 floods into perspective, terms like „never seen before” or “unimaginable” were used. Though for almost everyone impacted it was an unimaginable event, it was so because previous floods of this scale are forgotten. We can no longer afford such selective memory and need to learn from historic floods of similar magnitude that have happened, e.g. in the Ahr valley in 1804 and 1910. Using a forensic disaster analysis approach, the Post Event Review Capability (PERC), we systematically analyze the strengths and weaknesses of the flood risk management systems in the affected regions, the emergency response, and recovery to draw lessons for future disaster risk management and climate change adaptation strategies. PERC synthesizes existing information about the event and combines it with qualitative interviews with first responders, flood risk managers and other directly affected and involved stakeholders. We present key findings from the PERC study, including the main drivers behind the high casualties and potential shortcomings in the emergency response

and recovery as well as recommendations and opportunities for improvement. The high human and economic costs of the event brought systemic problems within the flood risk management system to light – some of which are not new. There were challenges in forecasting dynamic summer weather and a failure of early warning systems to trigger tangible actions at the local level and within the population, which did not display strong knowledge about the risks that they face. Additional problems relate to the incorporation of historic flood events into both the too-short data record to reflect them in flood statistics (for flood zoning) and into human imagination (to understand what might happen). Further complicating response and recovery were the breakdown of critical infrastructure (telecommunication and road access); coordination challenges in the response phase due to the size of the event which was not considered in disaster scenarios; and the lack of a preexisting, comprehensive reconstruction plan that aligns with expectations and timelines of various actors and that might achieve sustainability and reduced flood risk in the future. We found that a deeper understanding of resilience and holistic DRM was missing. A shift in risk awareness and an enhanced ability to appropriately act are necessary, as weather extremes become more frequent and intense, leading to severe flooding in areas where the population, especially the most vulnerable, is underprepared and the way of living is inadequately adapted to scenarios such as those experienced in this and in prior, historic floods.

9C2 Modelling direct flood losses: what can we learn from the July 2021 flood in the Meuse basin (Belgium)?

Daniela Rodriguez Castro, Solène Roucour, Benjamin Dewals, Pierre Archambeau, Mario Cools, Sébastien Erpicum, Michel Piroton, Jacques Teller

Hydraulics in Environmental and Civil Engineering (HECE), University of Liege

Performing flood risk assessment requires flood damage models which guide the development of flood risk reduction strategies. Despite increasing efforts on damage models development, spatial transferability and validation remain challenging due to a lack of reliable empirical data as well as the heterogeneity of possibly affected assets and economic context. (Scorzini, et al. 2022) In July 2021, Belgium suffered an extreme flood event, with about three months of precipitation volume experienced just in two days, in the Eastern part of the country. The event caused severe damage to residential buildings, industries, and infrastructure such as railways and roads, with an estimated total cost above EUR 3 billion. A research initiative was started to collect damage data as well as hazard and vulnerability features in different municipalities along the Vesdre river, one of the most impacted sub-catchments.

The resulting database should allow the analysis of flood damage mechanisms and endure the calibration and validation of a flood damage model for the region. A large-scale field survey has been designed and is being conducted at residential buildings level. Currently, buildings along the Vesdre river, which experience water depth between 0.5 and 3.5m, according to the water management authority (SPW), have been approached.

The participation rate is close to 50 % for the current sample of 93 loss cases. Based on this data, 90 % of the houses have experienced water depth greater than or equal to 1.5m, with an estimated mean damage per building of 85k €. The systems (i.e., electric, heating, and plumbing) are the most expensive damage component. The surveys have also revealed that the population has a low emergency preparedness and response to cope with this type of disaster. Even though the country and the region have flood early warning systems, 99 % of the population received no formal warning, and less than 50 % implemented mitigation measures. Increasing the sample size will allow us to continue extracting information regarding the damage mechanisms and the variables that influence them and will enable the calibration and validation of a flood damage model. Additionally, the collected data will provide socio-economic characteristics of the exposed population which plays an important role in the implementation of risk reduction strategies. References: Scorzini, A. R., Dewals, B., Rodriguez Castro, D., Archambeau, P., and Molinari, D.: INSYDE-BE: adaptation of the INSYDE model to the Walloon region (Belgium), *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 22, 1743–1761, <https://doi.org/10.5194/nhess-22-1743-2022>, 2022.

9C3 Geotechnical and geophysical investigations of river-infrastructure interaction in response to the 2021 Ahr Valley flood

Dr. Nina Stark¹, Nick Brillì¹, Anne Lemnitzer², Michael Gardner³, Elliot Nichols⁴, Michael Grilliot⁵, Jacqueline Peltier⁵, Jeremias Mueller⁶

¹ *Dep. of Civil and Environmental Engineering, Virginia Tech, Blacksburg USA*

² *Samueli School of Engineering, University of California, Irvine USA),*

³ *Geological Sciences and Engineering, University of Nevada, Reno, USA*

⁴ *Civil and Environmental Engineering, Georgia Tech, Atlanta USA*

⁵ *NHERI Natural Hazards Reconnaissance (RAPID) Facility, University of Washington, Seattle USA*

⁶ *Geoecology (Earth System Science), TU Bergakademie Freiberg, Germany*

The Northwest European flood event of 2021 caused severe damages to infrastructure, loss of life and property. A team supported by the Geotechnical Extreme Events Reconnaissance Association (GEER; geer.org) and in close collaboration with researchers from Germany, the Netherlands, and Belgium conducted an initial visit of the impacted regions in the beginning of August 2021. Based on those initial observations, the team in continuing collaboration with RWTH Aachen and TU Dresden planned and carried out more detailed geotechnical and geophysical measurements in five specific locations along the Ahr River in March 2022. The March 2022 field measurements focused on the investigation of Ahr River geomorphodynamics during and after the flood event, on structure-debris-riverbed interaction and scour, on riverbank alterations post flooding, as well as on additional data collection on geostructural failures. The data collection strategy included a unique set of in-water and out-of-water geotechnical

and geophysical surveying. Geotechnical measurements were based on penetrometer testing and soil sample collections with subsequent laboratory characterization. Geophysical surveying featured dual-frequency single beam sonar, side scan sonar, and low frequency sub-bottom profiling in the water, and lidar surveying and multispectral imaging from the ground and from unmanned aerial vehicles. This data collection strategy enabled seamless bathymetry-topography mapping and soil characterization. Significant areas of erosion, scour, and sediment deposition were quantified in the vicinity and at distance from fully and partially destroyed infrastructure. The five sites included locations with no significant human impact post flooding as well as locations affected by little to significant initial alterations associated with the removal of debris and reestablishment of infrastructure functions. Here, an insight into the collected data, research goals, and the next research steps is presented.

9C4 More than just fast flowing water: the landscape impact of the July 2021 flood in the Ahr valley

Rainer Bell ¹, Michael Dietze ^{2,3}, Annegret Thieken ⁴, Kristen Cook ², Christoff Andermann ², Alexander Beer ⁵, Ana Lucia Vela ⁵, Johannes B. Ries ⁶, Maximilian Brell ², Anette Eltner ⁷, Sigrid Roessner ², Till Wenzel ¹, Lothar Schrott ¹, Thomas Iserloh ⁶, Manuel Seeger ⁶, Ugur Öztürk ^{2,4}

¹ Department of Geography, University of Bonn

² GFZ German Research Centre for Geosciences, Potsdam

³ Department of Physical Geography, Georg-August-Universität Göttingen

⁴ Institute of Environmental Science and Geography, University of Potsdam, Potsdam

⁵ Department of Geosciences, University of Tübingen

⁶ Department of Physical Geography, Trier University

⁷ Institute of Photogrammetry and Remote Sensing, Technische Universität Dresden

Rain driven flash floods severely impact society and landscape functions. The July 2021 flood in the Eifel region, west Germany, was one drastic example of such impact. While media and scientists rightfully highlighted the meteorological and hydrological aspects of this flood, it was the concurrent reorganisation of important landscape conditions and the debris carried by the fast flowing water that made this flood so devastating and unpredictable. Especially clogging at bridges significantly increased water levels and damage. Here, we focus on the Ahr valley and take a process-based impact perspective and systematically ask, which were the specific roles of non-hydraulic but geomorphic dynamics that implemented the damage, caused flood non-linearities and amplified the landscape deterioration. We combine insights from field mapping campaigns during, right after and within the relaxation phase of the flood with remote sensing and GIS approaches. High resolution pre- and post-event airborne laser scanning (ALS) data as well as multi-temporal photogrammetric digital surface models (DSM) and digital orthophotos are analyzed to study spatially distributed erosion and deposition of soil, rocks and large woody debris. It remains an open question whether dead wood or uprooted trees are the major source of clogging the bridges.

Thus, in a first step the number of uprooted trees by the flood in the main valley will be quantified and checked against post-event tree cutting. Our hypothesis is that the number of uprooted trees would have been sufficient to cause most of the bridge cloggings. CORINE land cover of 2018 shows that 56 % of the Ahr valley are forested, 30 % are grasslands, 7 % are arable land and 0.8 % are vineyards. The settlement area covers about 4 %. Preliminary results indicate that 1.3 million m³ soil and rocks were eroded in a 60m meter buffer zone of the Ahr river in a 70 km stretch between Müsch and the river mouth. Final values for the whole catchment will be much higher, but this needs a more detailed analysis including uncertainty assessments. We discuss the role of hillslopes, vegetation, fluvial sediment mobilisation and the legacy of anthropogenic landscape reorganisation. We conclude that some of these elements emerged as the flood event evolved, causing either transient effects or persistent landscape features, thus modifying the response of the landscape to future events, also to less intense precipitation events. Our findings not only support more tailored recovery efforts for the flood affected Eifel catchments, but should also inform landscape development trajectories and potentially crucial factors in other Central European regions.

10C1 Regionale und kommunale Klimaanpassung – Erkenntnisse und Empfehlungen aus transdisziplinären Forschungsprojekten der RegIKlim Fördermaßnahme

Kevin Laranjeira ¹, Jan Harrs ², Dr. Andreas Huck ³, Henriette Schubert ³

¹ *Inst. für Raumordnung und Entwicklungsplanung, Universität Stuttgart*

² *Climate Service Center Germany (GERICS)*

³ *Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung (KomPAAss), Umweltbundesamt*

Klimarisiken und geeignete Strategien und Lösungen zur Anpassung an den Klimawandel sind in hohem Maße von lokalen Gegebenheiten abhängig. Hierbei spielen regionale Klimasignale, die Einschätzungen der damit verbundenen Risiken sowie bestehende Kapazitäten und die Motivation von Kommunen zur Planung und Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen eine entscheidende Rolle. Forschungsprojekte, die versuchen angewandte lokale Lösungen zu erforschen und zu erproben, müssen daher gemeinsam mit lokalen Praktikern und Interessenvertretern zusammenarbeiten, um zielgerichtete Empfehlungen formulieren zu können. Obwohl bereits eine Vielzahl von Klimainformationen verfügbar sind und viele Gemeinden wissen, welchen Risiken sie potentiell ausgesetzt sein könnten, werden Kenntnisse und Fähigkeiten zur Interpretation, Anwendung und Integration dieser Informationen in Anpassungsmaßnahmen als notwendig erachtet. Verschiedene, wenn auch nicht repräsentative, Umfragen unter Kommunen in Deutschland zeigen, dass sich vielen Kommunen und Städte vor allem an der Entwicklung von Anpassungskonzepten und -strategien beteiligen (Hasse & Willen, 2018; Hagelstange et al., 2021; Handschuh et al., 2020), dass aber mehr praxisorientierte Informationen darüber benötigt werden, wie regionale und lokale Vulnerabilitäten identifiziert, effiziente Anpassungsmaßnahmen be-

wertet und Anpassungskapazitäten identifiziert und aufgebaut werden können (Handschuh et al., 2020; Kahlenborn et al., 2021; BBSR, 2016). Zudem stellt sich die Frage, welche übergeordneten strategischen, rechtlichen und institutionellen Weichenstellungen sinnvoll sind, um lokale Akteure zu befähigen, Klimaanpassung voranzutreiben. Basierend auf einer umfangreichen Literaturanalyse sowie den Erfahrungen aus der Begleitung von sechs transdisziplinären Forschungsprojekten werden Wissenslücken und Herausforderungen der regionalen und kommunalen Klimaanpassung zu folgenden Schwerpunktthemen vorgestellt: 1. Governance 2. Anpassungskapazitäten 3. Integrierte Bewertung von Anpassungsmaßnahmen 4. Klimamodelldaten und -informationen 5. Transdisziplinäre Arbeit in angewandten Forschungsprojekten. Ausgehend von den Erkenntnissen über die Herausforderungen werden Empfehlungen zur Steigerung des Nutzwerts von Klimainformationen in Kommunen skizziert. Insbesondere wird hierbei auf die Potentiale der Einbindung von KI und digitalen Tools in kommunale Verfahren und Systeme, sowie die Analyse von Anpassungskapazität und den spezifischen Governance-Kontext von Kommunen eingegangen. Zudem werden potentielle Empfehlungen für die übergeordneten Steuerungsebenen und die Politik formuliert und mit den Teilnehmenden diskutiert.

10C3 Understanding Coupling Processes and Dynamics between Cities and Climate: the urbisphere project

Dr. Marvin Ravan, Nimra Iqbal, Ali Jamshed, Angela Wendnagel-Beck, Jörn Birkmann

Inst. of Spatial and Regional Planning, University of Stuttgart

Cities are among the key drivers of climate change due to energy and resource consumption, a large number of vehicles and building construction. Cities have also been affected by the climate change threats such as heatwaves, drought, sea-level rise, and flooding. Responding to such socio-natural phenomena demands interdisciplinary approaches. Inclusive and effective mitigation and adaptation strategies to enhance urban climate resilience need to be based on a sound understanding and quantification of the drivers of climate change as well as changes in socio-economic and urban features. Such an integrated approach however requires novel observational, modelling and assessment frameworks. Recognising this challenge, urbisphere project aims to forecast and project urban future and climate in a dynamic framework considering the weather, air quality, and differential exposure and vulnerability of people at the neighbourhood to city scale. This will be done through developing and optimizing a unified modelling system to represent physical-human dynamics. Such a coupled modelling approach will incorporate both urban form (e.g. settlement types and physical structure of cities) and urban function (e.g. human behaviour and mobility). This paper is going to particularly focus on the vulnerability assessment framework in the project. It examines the question that how physical form and socio-demographic characteristics influence susceptibility, adaptation options and overall the adaptive capacity of people e.g. to heat stress. It

further explores how heat stress affects human behaviour and mobility pattern. To investigate the above questions, an integrated conceptual framework is developed to incorporate multiple concepts such as the link between (climate) exposure and (human) vulnerability, climate change parameters, socio-demographic indicators, and urban development. Local scenarios will be built to capture socio-demographic changes and dynamics of human vulnerability. Remote sensing and observation data will support the scenarios of exposure and vulnerability assessment e.g. in terms of land use patterns and urban change. The methodology will be applied to the cities of Stuttgart and Berlin, where a household survey will be conducted. The questionnaire explores multiple parameters such as risk perception of residents, building profile and open spaces information, mobility of households and its dynamics, climate profile of the neighbourhood (e.g. experience with heat stress), and measures to enhance coping and adaptive capacity. Information from the household survey and statistical data will be coupled with remote sensing data to identify and cluster differential socio-economic and demographic profiles linked to different settlement types. The results from this assessment will be used to capture the vulnerability and capacities of residents living in different settlement types to deal with heat stress. This will further inform both mitigation and adaptation policies e.g. in terms of modifying urban form and function and land-use planning.

11C1 Analyse der Todesumstände und -ursachen der Opfer des Hochwassers 2021 in Nordrhein- Westfalen zur Ableitung von Verbesserungspotenzialen in der Risikokommunikation und Warnung

Prof. Dr. Annegret Thieken, Philip Bubeck, Marie-Luise Zenker

Inst. für Umweltwissenschaften und Geographie, Universität Potsdam

Die durch das Tief Bernd verursachten Überflutungen im Juli 2021 führten zu den höchsten Opferzahlen durch Überflutungen in Deutschland seit 60 Jahren: Allein in Nordrhein-Westfalen (NRW) starben 49 Menschen, in ganz Deutschland wurden 189 Todesopfer verzeichnet. Um Verbesserungspotenziale für Warnprozesse und Risikokommunikation in NRW herauszuarbeiten, wurden die Todesumstände und -ursachen im Rahmen eines Gutachtens für den parlamentarischen Untersuchungsausschuss V (PUA V – Hochwasserkatastrophe) des Landtags NRW analysiert. Hierfür wurden umfangreiche Dokumente der nordrhein-westfälischen Ministerien für Inneres und Justiz, einschließlich der staatsanwaltschaftlichen Ermittlungsakten, mit Hilfe eines neu entwickelten Kodierschemas strukturiert ausgewertet. Von den insgesamt 49 untersuchten Todesopfern in NRW waren 31 männlich (63,3 %) und 18 weiblich (36,7 %) im Alter von 18 bis 86 Jahren. Einem besonderen Risiko waren ältere Menschen und Menschen mit Vorerkrankungen ausgesetzt: Unter den 49 Verstorbenen waren 32 Menschen älter als 60 Jahre (65,3 %); etwa die Hälfte der Todesopfer litt unter Vorerkrankungen. In insgesamt 33 Fällen wurde ein Ertrinkungstod konstatiert, in sieben internistische Ursachen. Die Auswertungen zeigen weiterhin, dass 24 Menschen im Freien und 25 in Gebäuden ums Leben kamen. An etwas mehr als der Hälfte der untersuchten Unfallörtlichkeiten weisen die Hochwassergefahrenkarten jedoch auf keine Gefährdung durch Überflutungen hin. Die Todesumstände und -ursachen unterscheiden sich signifikant zwischen Unfallörtlichkeiten, Geschlechtern und Altersgruppen, aber auch zwi-

schen Gebieten mit unterschiedlichen Ereignisintensitäten. Acht der 25 Personen, die in einem Gebäude ums Leben kamen, wurden vom Wassereintritt in Keller- oder Erdgeschosswohnungen überrascht. Zudem wurden bei neun Personen, die im Freien verunglückt sind, Hinweise gefunden, dass sie auf dem Nachhauseweg oder beim (späten) Versuch, die Gefahrenzone zu verlassen, von den Wassermassen überrascht und erfasst wurden. Somit stellte bei etwa einem Drittel der Todesfälle in NRW fehlende Warnung ein Problem dar. Daher benötigen verbesserte Warnprozesse insbesondere in schnell reagierenden Kopfeinzugsgebieten in Zukunft besondere Aufmerksamkeit. Bei zwei Dritteln der Todesfälle wurden Gefahren unterschätzt; daher spielen unzureichende Krisen- und Risikokommunikation eine Rolle. So sind 14 Personen beim Versuch, Anlagen (vor allem Pumpen) im Keller zu kontrollieren oder den Schaden im Keller zu prüfen, zu minimieren oder zu beseitigen, verstorben. Zukünftig sind potenzielle Unfall- und Gefahrenherde klarer zu kommunizieren. Auch die Schnelligkeit von Überflutungen nach Starkregen und die Gefahren durch hohe Fließgeschwindigkeiten – auch bei Aufenthalt im Freien – sind deutlicher hervorzuheben. Weitere Empfehlungen umfassen eine Prüfung und Kenntlichmachung neuralgischer und potenziell lebensgefährlicher Örtlichkeiten wie Brücken. Für eine konsistente Risikokommunikation sollte eine Kopplung von Warnstufen und Hochwassergefahrenkarten erfolgen, um gefährdete Gebiete leichter identifizieren und entsprechende Maßnahmen treffen zu können. Schließlich ergab die Recherche, dass Menschen, die nach hochwas-

serbedingten Evakuierungen in NRW verstarben, ohne direkten Kontakt mit dem Wasser gehabt zu haben, nicht in der offiziellen Angabe von 49 Todesopfern in NRW enthalten sind. Da beispiels-

weise beim Hochwasser 2002 in Sachsen anders verfahren wurde, besteht Bedarf an klaren Vorgaben für eine konsistente Erfassung von Hochwassertodesfälle in Deutschland.

11C2 **Auswirkungsbasierte Vorhersage zur Unterstützung des Notfallmanagements**

Dr. Heidi Kreibich, Viktor Rözer, Insa Neuweiler

Sektion Hydrologie, GFZ Deutsches GeoForschungsZentrum, Potsdam

Herkömmliche Frühwarnsysteme zielen darauf ab, die Überschreitung bestimmter Schwellenwerte für die Gefahrenintensität vorherzusagen, z. B. die Intensität und Dauer von Niederschlägen in großen Gebieten oder den Abfluss an Pegelstationen. Die Kombination solcher Gefahrenabschätzungen mit Überflutungs- und Schadenmodellen ermöglicht darüber hinaus die Vorhersage von physischen und sozioökonomischen Folgen von Überflutungen, z. B. in Bezug auf das erwartete Ausmaß und die Verteilung der Schäden oder die Unterbrechung von Infrastrukturdienstleistungen. Um die Machbarkeit und die Vorteile der wirkungsbasierten Vorhersage zu demonstrieren, stellen wir ein wirkungsbasiertes Vorhersagesystem für pluviale Hochwasser in einem städtischen Gebiet in Deutschland vor (Rözer et al. 2021). Mit Hilfe einer Modellkette, bestehend aus einer Niederschlagsvorhersage, einem Überflutungs-, einem Schadstofftransport- und einem Schadensmodell, sind wir in der Lage, Vorhersagen für die überflu-

teten Gebiete, die Ausbreitung möglicher Kontaminationen und die zu erwartenden Schäden an Wohngebäuden zu treffen. Es wird ein auf einem neuronalen Netz basierendes Überflutungsmodell verwendet, was die Berechnungszeit der Modellkette erheblich verkürzt. Das Ergebnis des Schadensmodells ist eine Karte, die die räumliche Verteilung der geschätzten Schäden an Wohngebäuden und die Unsicherheit der Schätzung in Form einer probabilistischen Schadensverteilung zeigt. Es wird diskutiert, welchen Nutzen Auswirkungsbasierte Vorhersagen für das Notfallmanagement haben können und wie dieser Ansatz im Rahmen des BMBF-geförderten Projekts AVOSS (<https://www.bmbf-wax.de/verbundvorhaben/avoss/>) auf Sturzflutereignisse übertragen wird. Literatur: Rözer, V., Peche, A., Berkahn, S., Feng, Y., Fuchs, L., Graf, T., et al. (2021). Impact-based forecasting for pluvial floods. *Earth's Future*, 9, e2020EF001851.

<https://doi.org/10.1029/2020EF001851>

11C3 Das Waterbom-Experiment: Herausforderungen für die Niederlande bei besonders großräumigen Niederschlagsereignissen

Dr. Bernhard Becker, Kymo Slager, Jaap Kwadijk, Laurène Bouaziz

Operational Water Management, Deltares

Beim Juli-Hochwasser 2021 kamen die Niederlande vergleichsweise glimpflich davon: lediglich im südlichen Teil der Provinz Limburg traten schwere Überflutungen auf. Was aber wäre passiert, wenn der Regen weiter nördlich gefallen wäre? Um aus dem Juli-Hochwasser zu lernen, wurde das sogenannte Waterbom-Experiment durchgeführt. Grundidee des Experiments ist es, den Niederschlag vom Juli 2021 ähnlich wie eine Wasserbombe (niederl. „waterbom“, ein mit Wasser gefüllter Luftballon) über den Niederlanden „fallen zu lassen“. Die Auswirkungen werden dann mit Hilfe von einfachen Wasserbilanzen sowie hydrologischen und hydrodynamischen Modellen analysiert. Lokal sind die Folgen eines solchen Niederschlagsereignisses je nach Gebietstyp unterschiedlich. In den Poldergebieten ist die Kapazität der Hauptentwässerungskanäle der kritische Faktor: Binnenschöpfwerke müssen zeitweise außer Betrieb genommen werden, und dadurch stehen weite Teile der Polder längere Zeit unter Wasser. Da keine hohen Fließgeschwindigkeiten auftreten, ist die Bedrohung für Leib und Leben in den Poldergebieten aber gering. Anders sieht dies im Hügelland aus: dort konzentriert sich das Wasser in Flüssen und Bächen. Abflussspitzen werden ungünstig zusammenfallen und es kommt zur Überströmung von Flussdeichen. Dies bringt das Risiko von Deichbrüchen mit sich. Damit ist eine Gefahr für Leib und Leben verbunden, was wiederum Evakuierungsmaßnahmen notwendig macht. Kommt es zu Deichbrüchen, dann können die damit verbundenen Überflutungen mehrere Wochen bis hin zu Monaten andauern. Das Waterbom-Experiment wurde nach dem Vorbild eines Hackathon von einem

Team aus zwölf Fachleuten in intensiver Arbeit von drei Tagen ausgeführt. Das Experiment hat gezeigt, dass die verfügbaren Modelle und operative Systeme einsatzbereit und kurzfristig nutzbar sind. In den Niederlanden wird dazu, ähnlich wie bei einer Feuerwehr, ein Bereitschaftsdienst aus Experten vorgehalten, um im Katastrophenfall schnell auf Fachwissen und Modelle zurückgreifen zu können. Allerdings wurden bei einigen Modellen die hydraulischen Anwendungsgrenzen erreicht. Die Modelle lieferten teilweise Wasserstände, bei denen es in der Realität zu Ausuferungen und Überflutungen und Deichbrüchen kommen würde. In vielen 1D-Modellen, die operativ in Vorhersagesystemen eingesetzt werden, ist dies bisher nicht vorgesehen. Das Waterbom-Experiment zeigt, dass sich Überflutungen bei sehr extremen Wetterverhältnissen nicht vermeiden lassen. Es gilt daher, sich auf derartige Ereignisse vorzubereiten, um Dauer der Überflutungen und ihre Auswirkungen zu begrenzen. Im ungünstigen Fall wären die Hälfte der Niederlande vom Hochwasser betroffen gewesen. Katastrophenschutzkräfte würden dann an vielen Orten gleichzeitig und über einen langen Zeitraum (Wochen) benötigt; Kapazitätsengpässe sind sehr wahrscheinlich. Bei Extremereignissen kommt Vorhersage- und Warnsystemen eine besondere Bedeutung zu. Praktisch für alle Gebiete sind Hochwasservorhersagen verfügbar, allerdings werden die Systeme von verschiedenen Organisationen betrieben. Es gilt nun, diese Systeme zusammenzuführen, so dass sie zur Unterstützung des Krisenmanagements bei großräumigen Hochwasserereignissen ein Gesamtlagebild liefern können. Auch müssen

die Vorhersageparameter besser als bisher auf die Bedürfnisse der Notfalleinsatzkräfte zugeschnitten sein („forecasting things right and forecasting the right things“). Derzeit beschränken sich die meisten Vorhersagesysteme auf Durchflüsse und Wasserstände für bestimmte Messstellen. Eine Erweiterung der Vorhersagemöglichkeiten um

Überflutungskarten, räumliche Niederschlagskarten, Informationen zum Sturzflutpotenzial (flash floods), die Möglichkeit, Deichbruchszenarien durchzuspielen sowie die Darstellung von kritischer Infrastruktur wie Krankenhäuser, Stromversorgung, Straßen und Eisenbahnlinien ist zu empfehlen.

11C4 **Intelligente Modelle zur echtzeitfähigen Überflutungsvorhersage und impact-basierten Frühwarnung****Dr. Julian Hofmann***Inst. für Wasserbau und Wasserwirtschaft, RWTH Aachen*

Die Entstehung und der Ablauf von starkregeninduzierten Überflutungsereignissen geht extrem schnell und kann in Abhängigkeit der örtlichen Topografie mit einem hohen Zerstörungspotenzial vonstattengehen. Klassische hydrodynamische (HD) Modelle sind fundamentale Werkzeuge der Hochwassermodellierung, weisen aber aufgrund ihrer numerischen Verfahren zu lange Rechenzeiten für operationelle Warnsysteme auf.

Zur Überwindung der Rechenzeitproblematik wurde das KI-Modell floodGAN entwickelt. Der Modellansatz beruht auf Verfahren des Deep Learning und überträgt das Problem der Überflutungsvorhersage in eine Bild-zu-Bild-Translationsaufgabe. Das Modell besteht aus zwei gegnerischen neuronalen Netzen, die sich gegenseitig mit Hilfe synthetischer Niederschlagsdaten aus Starkregengeneratoren sowie hydrodynamischer Simulationsdaten trainieren. Darüber hinaus kann der Trainingspool durch vielseitige Geodaten wie

z.B. der Gewässer, Topografie, Gefälleverhältnisse, Infrastrukturelemente daraus abgeleitete Produkte erweitert werden. Durch seine variable Architektur und des Trainingprozesses ist das KI-Modell sowohl für gewässerinduzierte Hochwasserereignisse als auch Überflutungen im urbanen Raum anwendbar.

Erste Ergebnisse am Beispiel der Stadt Aachen und dem Starkregenereignis Mai 2018 zeigen, dass ein Beschleunigungsfaktor von 106 unter Beibehaltung einer hohen Modellgüte sowie Generalisierungsfähigkeit für stark variable Niederschlagsmuster erreicht werden kann. Damit ermöglicht das Modell die sekundenschnelle Übersetzung von Niederschlagsvorhersagen in hochaufgelöste Überflutungsprognosen. Die Arbeit zeigt Möglichkeiten und Grenzen der aktuellen Forschungen am KI-Modell sowie weitere Möglichkeiten der Übertragbarkeit.

12C1 Assessing the socioeconomic impacts of the 2021 flood in Germany through text-mining of newspaper articles

Dr. Mariana Madruga de Brito¹, Jan Sodoge^{1,2}, Zora Marie Reckhaus¹, Heidi Kreibich¹, Christian Kuhlicke^{1,2}

¹ Department of Urban and Environmental Sociology, Helmholtz Centre for Environmental Research (UFZ)

² University of Potsdam

Floods cause a plethora of impacts on society, ranging from direct impacts such as loss of lives to cascading ones such as power outages. Despite their severe social and economic losses, a comprehensive assessment of their impacts remains missing. Through a novel approach based on text-mining, we estimate the multi-sectoral impacts of the 2021 flood in Germany at the district level. We developed the TM-Impacts tool (text-mining of natural hazard impacts), which allows us to automatically extract information on flood socioeconomic impacts by applying natural language processing (NLP) and machine learning tools to text-corpora. To this end, we collected about 26,000 newspaper articles that report on the 2021 flood events published in ~250 different German news outlets between July and December 2021. By using TM-Impacts, we detected about 20,000 flood impact statements (FIS) distributed among 21 impact types. An average accuracy level of 98 % was obtained for the impacts automatic classification when compared to a human-annotated dataset. Overall, most of the FIS refer to impacts

on critical infrastructure (n = 7,120), especially on transport and mobility. Besides this, many articles report on physical damages to buildings and assets (n = 4,987).

Concerning the FIS' spatial distribution, most of them are concentrated in the Ahr and Eifel regions, especially in the cities of Ahrweiler, Euskirchen, and Aachen. Furthermore, FIS in Saxony and the South and Northwest of Bavaria were also identified. In terms of method evaluation, the FIS are primarily concentrated in areas classified as having a catastrophe by the BBK (Federal Office of Civil Protection and Disaster Assistance). The distribution of the impacts is also well aligned with observed water levels. In summary, our preliminary results demonstrate that TM-Impacts allows scanning large amounts of text data to build multi-sector impact datasets with a great spatial and temporal stratification as well as a sufficient precision. In the future, we expect such tools to become widespread in the near real-time assessment of natural hazard impacts.

12C2 The MOVIDA project: methods and tools for flood damage assessment in the support of cost- benefit analysis of risk mitigation measures

Prof. Dr. Daniela Molinari¹, Francesco Ballio¹, Clara Armaroli², Marcello Arosio², Chiara Arrighi³, Enrico Borgogno-Mondino⁴, Francesca Carisi⁵, Fabio Castelli³, Paolo Ciavola⁶, Silvia De Biaggi⁶, Gianni Di Pietro⁷, Alessio Domeneghetti⁵, Enrico Duo⁶, Gabriele Farina⁸, Alice Gallazzi¹, Federica Ghilardi⁴, Riccardo Giusti², Mohammed Hammouti⁹, Fabio Luino¹⁰, Mario L.V. Martina², Beatrice Monteleone², Natasha Petruccelli⁵, Marco Pilotti⁸, Anna Rita Scorzini⁷, Tommaso Simonelli¹¹, Simone Sterlacchini⁹, Laura Turconi¹⁰, Marco Zazzeri⁹, Laura Zoppi¹¹

¹ Department of Civil and Environmental Engineering, Politecnico di Milano

² IUSS Pavia

³ University of Florence

⁴ University of Turin

⁵ University of Bologna

⁶ University of Ferrara

⁷ University of L'Aquila

⁸ University of Brescia

⁹ CNR-IGAG

¹⁰ CNR-IRPI

¹¹ Po River District Authority

Effective risk mitigation planning, based on a reliable assessment of socio-economic costs and benefits of alternatives of intervention, is of paramount importance for reducing the consequences of flood events. Still, despite requirement imposed by the European Floods Directive (FD) of selecting mitigation strategies on the bases of such criteria, it is often the case that decisions are taken only according to hazard knowledge, limiting the set of actions that could be implemented as well as the efficiency of the whole mitigation process. This is mainly because comprehensive and reliable damage assessment is still a critical step of flood risk analysis, due to the lack of consolidated practices both in the literature and the technical domains. Recognising the importance of expected flood damage scenarios for the identification and selection of risk mitigation strategies to be included in Flood Risk Management Plans (FRMPs), the Po River District Authority (which manages the biggest watershed of Italy) launched in May 2020 the so-called MOVIDA (MOdello per la Valutazione Integrata del Danno Alluvionale) project. With the project the Authority asked for the support of academia to orient decisions on the adoption of

the more suitable tools to assess and map flood damage within the district. The main results of the project, which ended in March 2022, are represented by: (i) a modular procedure for flood damage assessment in the District, working at the meso-scale and considering all the categories of exposed elements identified by the FD; (ii) a geographic database where all the main input data for damage assessment are stored in a homogeneous way; and (iii) an open Information Systems (i.e., ISYDE) that includes ad-hoc developed GIS-based models, enabling the implementation of the MOVIDA procedure in a semi-automatic way, also by non-expert users. During the project, the MOVIDA tools (i.e., the procedure and ISYDE) have been transferred to the several Regional Authorities which are responsible for flood risk management in the district, which were also actively involved in the selection of the more suitable models and supporting data for the district. Thanks to this it was possible to evaluate and map expected damage in all the areas of potentially significant flood risk of the district (around 120 areas), for the three hazard scenarios prescribed by the FD. The results of the analysis can be found in the reports

Session 12

Sozioökonomische Aspekte der Überschwemmungen und des Wiederaufbaus
Socio-economic aspects of floods and reconstruction

prepared for each area, as annexes of the updated FRMP of the Po River District (<https://pianoalluvioni.adbpo.it/piano-gestione-rischio-alluvioni-2021>). The procedure was further applied to

support the definition of high priority mitigation strategies within the plan, and it is currently used to evaluate the effectiveness, and then the sustainability, of individual mitigation actions.

12C3 Spatially Determining Hope, Climate Resilience and SDGs into the Rebuilding of the highly flood- damaged Ahr Valley Region in Germany

Sandra Reinstädler

Independent Scientist

– Operationalizing Lusatia and Spree Forest Regions Land and Environmental Systems Model into a Disaster-hit Conflict Landscape – Operationalizing development paths into hope, resilience, and sustainable development is more than ever necessary in times of multivariate crises and quick disaster-rebuilding needs. The initializing catalyst of this research was the flood disaster in mid-July 2021 and simultaneously threatening COVID-19 pandemics in Ahr valley and surrounding regions in Germany. Partway through Agenda 2030 and to some degree fulfilling the 2015 Paris Agreement, the question of effectively spatially determining Sustainable Development Goals (SDGs), climate adaptation and resilience, land-environmental systems, transformative combined disaster risk science, and successful operationalizations on the ground must be critically evaluated. Constructive solution transferors against devastating natural hazards for disaster risk-, post-catastrophic crisis management are leading this case study about a (short-termed) initiative action research on Sustainable Development (SD) and spatial (climate) resilience potentials. A by the author for Lusatia, implied Spree Forest Region, applied „Climate Adaptive Land Use within Landscape Units and Drought and Water Management“ (CA(LU)2WA) proactive landscape meta-model was approved for operationalizing into the flood-destroyed Ahr Valley Region. SDGs and climate resilience were – as so called “hope spot” and transferor – validated to be spatially determined through the regional planning level, landscape scale with the planning instrument of landscape units, and by the help of the operationally implanting verbal-

argumentative model. The incrementally worked out theoretical framework with applied research parts was examined in exemplary form within a comparative study alongside Ahr valley and Lusatia Region. Assessment excerpts are guiding for enabling a sustainable, timely reconstruction of Ahr river landscapes into constructive results. First results of the short-termed action research being based on past, long-termed theoretical combined applied research pillars show that the framework is not only specialized in ideal „prototype region“ of Lusatia and inhabited Spree Forest. Therefore, the instead, generalized enough, transferable model of modus operandi is a possible transmitter to enable transformative research and practice processes in the Ahr Valley Region. Moreover, resilience and SDGs implementation, CA(LU)2WA model, and its applied instrumentations help guide land-use concerns into “Climate Smart Planning” and an “Integrated Drought and Water Management”. A critical area within discussions of transferability and implementation ability of SDGs and climate resilience is the status of the strongly flood-destroyed, pandemic-affected Ahr valley. However, the region transferable framework secures lighthouse guidance, possibly decision support, and at least structured, transparent, and benchmarked data and processing forms for the entire region. Nevertheless, reconstruction pressures for quick functioning (blue-green) infrastructures, basic existential needs of the inhabitants are giving rare timeframes for long-termed, sustainable solutions in general. Gaining sustainably rebuilt Ahr valley as a flourishing hope spot require greatest amounts of courage, communication, and hope

Session 12

Sozioökonomische Aspekte der Überschwemmungen und des Wiederaufbaus
Socio-economic aspects of floods and reconstruction

itself. Global SDGs and the CA(LU)2WA framework is coupled with innovative and well-known assessment methodologies to rebuild a destroyed region and conflict landscape, reconstructing it in a high-ranged, resilient, future-saving, capacity-building flagship way. This research supports

processes around the pillars of SD and resilience transformations. At the same time, re-unifying culture and nature as a synergetic functioning system can enhance interdisciplinary sustainability and resilience science, and buffer future climate change-, disaster-, crisis-related pressures.

12C4 Wiederaufbau von sozial benachteiligten Quartieren

Daniela Michalski

Deutsches Institut für Urbanistik

Die Hochwasserereignis 2021 hat auch sozial schlechter gestellte Quartiere getroffen, in denen sich bereits vor der Flut negative Entwicklungstrends abgezeichnet haben. Städtebauliche Missstände und Funktionsverluste aufgrund von massivem Leerstand werden durch die Schäden nach dem Hochwasserereignis noch einmal verschärft, der Abwärtstrend setzt sich weiter fort. Wie kann der Wiederaufbau gelingen, auch wenn Gebäudeeigentümer*innen aufgrund ihrer finanziellen Situation, ihres Alters oder mangelndem Interesse nicht mehr in ihre Immobilien investieren wollen? Welche Anreize müssen für Gebäudeeigentümer*innen, Bewohner*innen und Investor*innen geschaffen werden, damit in sozial schlechten gestellten Quartieren positive Impulse für den Wiederaufbauprozess gesetzt werden? Wie können auch diese Quartiere in die Zukunft geführt und

krisenfest aufgestellt werden?

Kommunen kommt in diesem Zusammenhang eine zentrale Rolle zu. Sie müssen den Wiederaufbauprozess mit Informationsveranstaltungen zu einem verbesserten Hochwasserschutz und einer intensiven Beratung der Gebäudeeigentümer*innen begleiten. Sie können aber auch mit Investitionen in den öffentlichen Raum und mit der Sanierung öffentlicher Gebäude in sozial benachteiligten Quartieren wichtige Signale setzen. Die Herausforderungen, vor denen Kommunen stehen, wenn die Flutkatastrophe Schäden in sozial schlechter gestellten Quartieren hinterlassen hat, sollen ebenso diskutiert werden wie Handlungsansätze und Strategien, mit denen auch in diesen Quartieren ein schneller, resilienter und klimaanangepasster Wiederaufbau gelingt.

13D1 Community resilience - Resilienz von Nachbarschaften im Zusammenhang mit plötzlich auftretenden, extremwetterbedingten Katastrophenereignissen

Marisa Fuchs*IRPUD, TU Dortmund*

Katastrophenereignisse wie das Infolge des Starkregens im Juli 2021 erweisen sich vor allem als sozial und fordern nachbarschaftliche Gemeinschaften heraus (Heidbrink et al. 2010). Die politische und planerische Antwort auf solche Ereignisse lag lange Zeit in der Stärkung der physischen und technischen Infrastruktur (Aldrich und Meyer 2014). Mit der Erkenntnis, dass künftige extremwetterbedingte Katastrophen nicht allein durch technische Lösungen bewältigt oder gar vermieden werden können (Voss 2008), gewinnen vorgängige Resilienzpotenziale von nachbarschaftlichen Gemeinschaften (community resilience) an Bedeutung. Erfahrungen aus vergangenen Ereignissen verdeutlichen, dass Verwundbarkeiten und Resilienz ungleich verteilt sind und bestimmte Nachbarschaften verwundbarer und/oder resilienter als andere sein können (Bonß 2015). Vor diesem Hintergrund stellen sich u.a. die Fragen, (1) welche Rolle nachbarschaftliche Beziehungen bei der Bewältigung und Erholung von einem extremwetterbedingten Katastrophenereignis spielen, (2) welche (Formen von) Nachbarschaften sich im Verlauf und Nachgang eines extremwetterbedingten Katastrophenereignisses als wie verwundbar und/oder resilient erweisen sowie (3) was es braucht, um die Resilienz von Nachbarschaften nachhaltig und vorsorgend zu fördern. Mit Blick auf die übergeordneten Fragestellungen widmet sich das in diesem Vortrag präsentierte

Forschungsvorhaben der Untersuchung von kollektiven Resilienzpotenzialen und Verwundbarkeiten am Beispiel von zwei vom Starkregenereignis 2021 betroffenen Quartieren in der Stadt Hagen. Neben der Skizzierung des theoretisch-konzeptionellen Rahmens präsentiert dieser Vortrag die bisherigen Erkenntnisse aus internationalen Studien zur Resilienz von nachbarschaftlichen Gemeinschaften im Kontext plötzlich auftretender, extremwetterbedingter Katastrophenereignisse. Darüber hinaus schlägt dieser Vortrag einen methodischen Ansatz zur Untersuchung von kollektiven Resilienzpotenzialen und Verwundbarkeiten von Nachbarschaften vor. Quellen: Aldrich, Daniel P.; Meyer, Michelle A. (2014): Social Capital and Community Resilience. In: *Am Behav Sci* 59 (2), S. 254–269. DOI: 10.1177/0002764214550299. Bonß, Wolfgang (2015): Karriere und sozialwissenschaftliche Potenziale des Resilienzbegriffs. In: Martin Endreß und Andrea Maurer (Hg.): *Resilienz im Sozialen. Theoretische und empirische Analysen*. Wiesbaden: Springer-Verlag, S. 15–32. Heidbrink, Ludger; Leggewie, Claus; Welzer, Harald (2010): Von der Natur- zur sozialen Katastrophe. In: Christoph Bieber, Benjamin Drechsel und Anne-Katrin Lang (Hg.): *Kultur im Konflikt*: transcript Verlag, S. 429–432. Voss, Martin (2008): The vulnerable can't speak. An integrative vulnerability approach to disaster and climate change research. In: *Behemoth* 1 (3). DOI: 10.1524/behe.2008.0022.

13D2 Formelle vs. informelle Planungsinstrumente im Wiederaufbauprozess

Daniela Michalski ¹, Prof. Peter Thomé ², Prof. Dr. Marcus Rommel ³

¹ Deutsches Institut für Urbanistik

² Strategien Ländlicher Raum SLR, HS-Koblenz

³ Fakultät für Architektur und Bauwesen, HS-Augsburg

Ob und wie Gebäude nach der Flutkatastrophe in-standgesetzt bzw. wiederaufgebaut werden können, hängt maßgeblich von formellen Regelungen ab. Vor allem die Festlegung wasserrechtlich definierter Überschwemmungsgebiete entscheidet über die Frage der Schadensbeseitigung und Wiederherstellung von Bauwerken. Auch mit dem formellen Bebauungsplan werden über das Bauleitplanverfahren Festsetzungen getroffen, die im Zuge eines hochwasserangepassten Wiederaufbaus Berücksichtigung finden müssen. Für eine klimaangepasste und resiliente Siedlungsentwicklung braucht es jedoch eine Betrachtungsebene über das einzelne Grundstück hinaus. Denn zum Schutz vor künftigen Hochwasserereignissen müssen bestehende Siedlungs- und Gewerbeflächen möglicherweise verlagert und Planungen für Neubauquartiere überdacht, zurückgezogen oder an andere Stellen im Gemeindegebiet vor-

gesehen werden. Das macht den Einsatz informeller Planungsinstrumente unerlässlich – sowohl im verwaltungsinternen Arbeitsprozess als auch für eine erfolgreiche Kommunikation gegenüber der Bevölkerung.

Wann und in welchem Umfang kommen informelle Planungsinstrumente im Wiederaufbauprozess zum Einsatz? Welche Aufgabe übernehmen sie? Welche Planungsinstrumente sind geeignet, das Erfordernis einer klima- und hochwasserangepassten Siedlungsentwicklung gegenüber der Bevölkerung erfolgreich zu kommunizieren? Gemeinsam soll beleuchtet werden, welche Planungsinstrumente welche Phase des Wiederaufbauprozesses prägen und welche Wirkung sie jeweils entfalten. Auch die Frage, ob formelle oder informelle Instrumente besser geeignet sind, Maßnahmen zur Klimaanpassung und Resilienz umzusetzen, soll dabei erörtert werden.

13D4 Chancen und Grenzen der Förderung von Resilienz im Kontext von Wiederaufbauprozessen

Prof. Dr. Jörn Birkmann

Institut für Raumordnung und Entwicklungsplanung, Universität Stuttgart

Der Beitrag skizziert Charakteristika einer auf Resilienz zielenden Entwicklung im Kontext des Klimawandels. Hierzu wird auf neuere Erkenntnisse des AR6 WG II zurückgegriffen und das Konzept der klimaresilienten Entwicklungspfade erläutert.

Diesen konzeptionellen Ansätzen werden Befunde aus dem Wiederaufbau des Ahrtals gegenübergestellt. Dabei werden staatliche und individuelle Wiederaufbauprozesse thematisiert.

14D1 Morphodynamic effects of the July 2021 flood event – lesson learned from geomorphological processes

Prof. Dr. Frank Lehmkuhl, Alexandra Weber, Stefanie Wolf, Holger Schüttrumpf

Physical Geography and Geoecology, Department of Geography, RWTH Aachen University

Extreme precipitation and resulting extraordinary discharge between July 15th and 16th 2021 caused serious flooding and erosion in the northern foreland of the Eifel Mountains, Germany. We provide examples of (1) strong lateral erosion and accumulation in the uplands, (2) backward erosion and sedimentation events from two open cast mining areas, and (3) the implications of the event for polluted sediments, especially from former mining areas in the Inde catchment in North Rhine-Westphalia. The impact of the high discharge and the resulting flood events differs between uplands and lowlands. Especially in the uplands of the Eifel Mountains with relatively steep slopes and narrow valleys with small floodplains the discharge was relatively rapid and high due to the partial drainage area effect. This results in strong lateral erosion, transport and accumulation in fluvial systems. In contrast, the flooding in the lowlands was more widespread affecting larger areas but with reduced flow energy. On-site investigations along the Inde River and its tributary the Vichtbach creek show that mainly coarse sediments were remobilized and accumulated in the upper and middle reaches. The water masses mobilized not only sediments including gravel but also large objects like broken down trees, household equipment, and cars. In contrast, silty sediments were deposited in the lower reaches. However, in the lowlands older floodplains which are settled since decades were also affected.

In addition, the open cast mine of Inden proves the high risk and strong geomorphological processes related to flooding. The formation of large

gully erosion following the former channel of the Inde River towards the nowadays open cast lignite mine was formed within a few hours due to large base-level changes on short distances. A total amount of more than 500,000m³ were eroded and redeposited. Landscapes affected by large scale anthropogenic relief changes are in a non-equilibrium state and prone to rapid morphodynamic changes. The Stolberg region is a former mining area with related industries resulting in contaminated soils and tailings close to the floodplains (Esser et al. 2020). Therefore, our investigations also focus on pollution by sediment-bound heavy metals and their distribution in the floodplains before and after this event. Flood sediment samples were taken immediately after the extreme flood event. Based on the results of flood-related pollution monitoring, conducted between 2016 and 2019 (Esser, 2020), the impact of the extreme event in July can be evaluated. During the July flood event, an exceptional amount of pollutants was remobilized. In addition to an increase in pollutants on the modern floodplain, wider areas of older and higher floodplains (Altauern) were also affected. Esser, V. (2020): Untersuchungen zur fluvialen Morphodynamik und zur rezenten Schadstoffausbreitung in Flusssystemen - Beispiele aus der Grenzregion Belgien, Niederlande und Deutschland. PhD-Thesis, RWTH Aachen University. Esser, V., Buchty-Lemke, M., Schulte, P., Podzun, L.S., Lehmkuhl, F. (2020): Signatures of recent pollution profiles in comparable Central European rivers - Examples from the International River Basin District Meuse. *Catena* 193: 104646.

14D2 Hillslope failure due to stream undercutting: The 2021 flood event in the Ahr-valley and a resulting mass movement in Müsch – a multi-method approach

Till Wenzel¹, Rainer Bell¹, Lothar Schrott¹, Michael Dietze^{2,3}, Alexander Beer⁴, Anika Braun⁵, Tomas Fernandez-Steeger⁵¹ Department of Geography, Universität Bonn² Geomorphology Division, GFZ German Research Centre for Geosciences, Potsdam³ Department of Physical Geography, Georg-August-Universität Göttingen⁴ Department of Geosciences, University of Tübingen⁵ Department of Engineering Geology, Technische Universität Berlin

Exceptional rainfalls (>150 mm in 24 h) in W-Germany, the Netherlands and Belgium led to severe flooding on 14-15 July 2021. In Germany the Ahr valley (Eifel mountains) was hit heavily, leading to 134 fatalities and substantial loss of property and infrastructure. Besides the damage in the floodplains, multiple shallow landslides were triggered along the Ahr embankments. Furthermore, the flood caused undercutting of several old landslide bodies. One such landslide in Devonian Schist bedrock is located at a narrow, bended stretch of the Ahr, near the town of Müsch. A complete failure has the potential to dam the river posing a considerable hazard. The main objectives of this study are to gain an in-depth understanding of the landslide causes and its transient activity. These objectives are tackled by a multi-method approach: landslide mapping, analysis of pre- and post-event airborne laser scanning (ALS) and terrestrial laser scanning (TLS) data, electrical resistivity tomography (ERT), seismic refraction tomography (SRT), passive seismic monitoring, geotechnical analysis and interviews with local inhabitants. The old landslide is 100 m wide and 200 m long. Preliminary analysis of ERT and SRT indicate a landslide depth of 15-25 m, leading to an overall landslide volume of 145,000 – 430,000 m³.

ERT further shows underlying bedrock properties and water saturated zones. An old dumpsite as well as an ancient railway, now used as forest trail, cutting through the landslide horizontally are clearly shown as resistive zones. Analysis of ALS data shows that so far only the frontal part at the Ahr banks has been active and has lost about 7000 m³ due to fluvial erosion and landsliding. Field mapping shows clear signs of retrogressive landsliding. From October 2021 onwards the landslide body has been equipped with five geophones to record both subtle changes in ground rheology and discrete events of rock bridge failure due to incremental mass movement.

Currently most seismic signals at the slope can be allocated to daily traffic and road construction in the area. The combination of geophysical and remote sensing methods enables a profound insight into the mechanisms and present processes of the Müsch landslide. Based on this, we will be able to assess the probability for a reactivation of the whole landslide body, which could trigger cascading hazards affecting a much larger region. An improved monitoring concept will be developed which can be adopted to similar structures in the Ahr valley and beyond.

14D4 Release and dispersion of organic pollution during the 2021 European Flood – examples from the Vicht and Inde rivers

Dr. Piero Bellanova¹, Jan Schwarzbauer², Klaus Reicherter³

¹ Lehr- & Forschungsbereich Georisiken und Neotektonik, RWTH Aachen University

² Laboratory for Organic-Geochemical Analysis, Institute of Geology and Geochemistry of Petroleum and Coal, RWTH Aachen University

³ Neotectonics and Natural Hazards Group, RWTH Aachen University

From July 12th–16th 2021, Central Europe was faced by extraordinary quantities of precipitation concentrated over small mountainous river catchments. Precipitation amounts of up to 200 mm led to a rapid water level increase in the small rivers with several flood pulses. In North Rhine-Westphalia (Germany) the floods have caused drastic scenes of destruction along the small river systems Vicht and Inde. Alongside this destruction the release of organic pollutants and the remobilization of sediment-associated old burdens in the former mining town of Stolberg was dramatic. In a preliminary study several samples along the floodplains and urban areas of Vicht and the successive Inde rivers have been collected only days after the flood to determine the pollution concentration, dispersion and potential contaminant sources. Based on this an assessment of the short-term acute risk to the population and long-term environmental risks can be evaluated. First results show a prominent enrichment of organic pollutants, such as polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs – petrogenic pollutants), polychlorinated biphenyls (PCBs – old burdens/plasticizers) and linear alkylbenzenes (LABs – sewage). The sewage indicators show their highest release and accumulation in samples taken in the urban areas, and subsequently dilute along the rural river seg-

ments. The flood caused the remobilization of old burdens, such as PCBs, from contaminated industrial sites and urban sources.

Petrogenic markers, especially those of PAHs in urban environments affected by the flood, have been measured in spiking concentrations, vastly exceeding environmental guidelines and restrictions. Their release can also be linked to the flooding of industrial and urban sites (e.g., household oil heating tanks, vehicles). The wide range of observed pollution and fast dispersion of sediment-associated pollutants can be linked to the highly dynamic nature in small mountainous river catchment that were mostly affected during the 2021 European floods. This dynamic, the quick rise in water levels and the destructive force by high flow velocities releasing pollutants is in sharp contrast to floods known from larger river systems (e.g., Rhine or Elbe) with longer prior warning times. In addition, the multitude of historical (mining, heavy industry) and present sources (e.g., fuels, oil, factory effluents, wastewater) of sediment-associated pollutants along the surveyed Vicht and Inde rivers uniquely allow to study flood-related remobilization and dispersion of respective contaminants, allowing insights into the relationships and interactions between hydrodynamics, sedimentology and pollution during toxic flood events.

15D2 **Reconfiguring hydrosocial territories –a research perspective on the reconstruction after the 2021 flood in Germany**

Prof. Dr. Christian Kuhlicke¹, Mariana Madruga de Brito¹, Danny Otto¹, Zora Reckhaus¹, Christian Stein²

¹ *Dep. Urban and Environmental Sociology, Helmholtz Center for Environmental Research GmbH - UFZ*

² *German Institute for Urbanistic, Department Infrastructure, Economy and Finance, Berlin*

„In July 2021, severe floods occurred in western Germany and neighbouring countries, leading to more than 180 casualties and causing catastrophic damages to critical infrastructure. In the aftermath of such a disaster, a fundamental question arises: How to rebuild the strongly affected territories? Along the spectrum of possibilities, two stand out - rebuilding the territories back to the ex-ante status quo or transforming them to support a more sustainable and resilient development pathway, while both notions are open to multiple meanings. By referring to the theoretical concept of hydrosocial territories, we aim to outline an interdisciplinary research perspective to both grasp the complexity of the reconstruction process and establish a shared analytical lens of the relationships between people, institutions and water. By

considering the case of the 2021 flood in Germany, we will investigate how different aspects can support reducing vulnerability, including: (1) the role of social networks and their boundaries as well as of (2) contested narratives and imaginaries about future development pathways, (3) the reconfiguration of water flows and how they should be adapted to reduce future flood risk, (4) the reorganization of hydrosocial territories through planning processes and (5) the rebuilding/adaptation of buildings and social/critical infrastructures (e.g. schools, kindergarten, hospital). By focusing on selected empirical examples, we elaborate on how the established perspective based on hydrosocial territories can help to grasp the complexity of reconstruction processes while at the same time providing tangible insights.“

15D3 Narratives of reconstructing hydro-social territories after the 2021 flood in Germany: a natural language processing approach

Dr. Mariana Madruga de Brito, Danny Otto, Jan Sodoge, Zora Reckhaus, Christian Kuhlicke

Helmholtz Centre for Environmental Research

In July 2021, severe floods hit western Germany, causing major damages to residential, commercial and critical structures. During the aftermath of the event, all sorts of text documents, including newspapers, social media and political documents, reported about the consequences of this disastrous event. These narratives play an essential role in our perception of flooding, which, in turn, can shape how society deals with the outcomes of such a disaster. Here, we propose using natural language processing (NLP) to investigate the political and media narratives on the recovery and reconstruction after the 2021 German floods. By analyzing how this event is narrated and framed, this study aims to unravel how floods impact political and media narratives of climate change and the need to adapt to its consequences and, by doing so, substantiate how narratives shape the reconstruction of hydro-social territories. We propose the use of adaptable computational tools to understand narrative representations of disasters in large text corpora. To this end, newspaper articles, Landtag protocols as well as other potentially

relevant documents that address the 2021 flood will be analysed in a systematic way. Unsupervised topic modelling will be used to elaborate a narrative landscape. The topic classifications will be obtained following an inductive approach, grounded in data rather than an already existing theoretical framework. We will then select adaptation, reconstruction, recovery, and policy topics for further analysis. These will be classified according to their relation to different transformation pathways (i.e. whether they are, for instance, reactive, adjustive or provident). Advances in NLP and network analysis will be used to identify key agents mentioned in the text, how they are related and how their importance evolves over time. This will allow us to understand which narratives are led by whom and how they are interconnected. Comparisons will be made regarding the text source (newspaper versus Landtag protocols). Through this study, we expect to shed light on how narrative dynamics on hydro-social territories unfold over time and according to different actors.

15D4 The role of networks for climate resilient reconstruction

Dr. Christian Stein*German Institute of Urban Affairs (Difu)*

A growing body of literature highlights the importance of social networks for climate change adaptation processes. Formal and informal networks also play an important role in the immediate aftermaths of catastrophic events such as floods or storms and the reconstruction processes that follow from these events. Whilst the instrumental role of networks is frequently mentioned in these contexts, the majority of studies use the notion of networks in a metaphorical sense, without being explicit about the characteristics of those networks and the intricate relationships that constitute them. We aim to address this gap by empirically studying the formal and informal networks that play an important role in the reconstruction processes in North Rhine-Westphalia and Rhineland-Palatinate after the flood events in July 2021. To do so, we are intending to use a mixed-methods research approach drawing on methods and theories from diverse disciplines such as organisational studies, natural resources governance, relational sociology and human geography.

Formal quantitative network analysis is used for the identification of central actors, their embeddedness into particular networks and the structural configuration of relationships. Qualitative network map interviews on the other hand allow for an in depth understanding of the content and quality of the relationships that constitute these networks, as well as the role of particular actors. An important conceptual and methodological challenge in network studies is the delimitation of the network boundaries. We are drawing on the concept of 'hydrosocial territories' to delineate an analytical space that captures relevant issues and actors in the reconstruction processes, as well as the interactions between them. Results of the analysis and visualisations of important network characteristics will be discussed with relevant stakeholders to highlight existing opportunities and constraints, as well as supporting the discussions on how networks would need to change in order to support more transformative pathways towards a climate resilient reconstruction.

16D2 PrognoSF - Dynamische Kurzfristprognose von Sturzfluten

Dr. Desiree Hilbring, Katharina Emde, Dr. Divas Karminanzira, Lucas Richter

Fraunhofer IOSB

Der Klimawandel führt vermehrt zu lokalen Starkregenereignissen und die wachsende Urbanisierung verursacht eine vermehrte Flächenversiegelung. In Kombination ergeben sich mehr Überschwemmungsereignisse. Das Thema Frühwarnsysteme ist in diesem Zusammenhang seit langem Thema der Forschungslandschaft, trotzdem ist die Trefferquote bei den Prognosen vor allem bei lokalen Ereignissen immer noch nicht ausreichend. Ziel des Forschungsprojektes PrognoSF des Fraunhofer IOSB ist es diesem Problem zu begegnen, in dem Niederschlagsprognosedaten des DWD mit lokalen Daten (Niederschlagsdaten, Pegeldata, Bodenfeuchtedaten) aus Smart City Plattformen kombiniert werden, um die Prognosen zu verbessern und dadurch die Vorwarnzeit zu verlängern. Begonnen wurde das Projekt in 2022. Erstes Ziel ist ein mit offenen Standards ausgestattetes Sturzflut-KI-Prognosemodul, das lokale Pegelprognosen und eine aktuelle Risikoklassifizierung (räumlich und zeitlich) von Überschwemmungsflächen bietet und in Smart City Plattformen integriert werden kann. Hierfür werden existierende Prognoseverfahren für Zeitreihen und Flächen verbessert und mit Daten zur Wasseraufnahmekapazität ergänzt. Der Einsatz von KI-basierten Modellen ermöglicht, aufwändige numerische Kalkulationen basierend auf hydrogeologischen Modellen durch schnellere Prognosen des KI-Modells zu ersetzen. Ein im Projekt verfolgter Ansatz beschränkt sich dabei zum Training auf den Zusammenhang zwischen Niederschlägen, Topologie (DGM) und Abflüssen, die dann anhand von Niederschlägen und Topologie prognostiziert werden. Durch das Ablösen von

komplexen numerischen Berechnungen kann bei der Prognose Zeit gespart werden, die die wertvolle Vorwarnzeit verlängert. Die Beschränkung auf wenige und nahezu überall verfügbare Inputdaten führt zu einer leichten Übertragbarkeit auf Regionen, die weniger engmaschig durch Sensoren überwacht werden. Weitere Inputparameter, wie Bodenfeuchte und Wasseraufnahmekapazität helfen dabei, die Prognose zu verbessern, sind aber kein unverzichtbarer Bestandteil der Prognosen, die die Übertragbarkeit potentiell verhindern. Angestrebt wird die resultierenden Prognosen mit den Daten des Flutereignisses des Ahrtals 2021 zu evaluieren. Als zweites Ziel ist die Erweiterung des Prognosemoduls mit Vulnerabilitätskarten zur Gefahrenanalyse besonders verwundbarer Infrastruktur geplant. Die entsprechenden Ergebnisse werden exemplarisch für die Testgebiete Steinheim und Lemgo in Nordrhein-Westfalen entwickelt und in die jeweiligen lokalen Smart City Plattformen integriert. Übergeordnetes Ziel des Projektes ist es konzeptionelle Grundsätze für eine leichte Übertragbarkeit des Projektes in andere Gebiete zu schaffen. Hierfür dient einerseits die auf Übertragbarkeit in andere Regionen ausgerichtete Entwicklung des Prognosemoduls. Andererseits werden dessen Schnittstellen für die Datenintegration und Ergebnisweitergabe auf Basis offener Standards des Open Geospatial Consortiums definiert, so dass Ergebnisse leichter in existierende Webanwendungen integriert werden können. Für das Datenmanagement von IoT Daten kommt die OpenSource Implementierung FROST® der SensorThings API zum Einsatz, während Ergebniskarten über den WMS bereitgestellt

werden. Damit wird eine Vorlage geschaffen, die künftig von Städten und Kommunen zur Verbesserung des Hochwasserschutzes genutzt werden

und in bekannten lokalen Risikoregionen zusätzlich nach Bedarf und Möglichkeiten verbessert werden kann.