



**LANDTAG  
RHEINLAND-PFALZ**



**Anhörverfahren der Enquete-Kommission 18/1  
„Zukunftsstrategien zur Katastrophenvorsorge“**

**zum Thema „Hochwasserrisikomanagement, Hochwassermeldesysteme,  
Modellierung und Pegelstandsmessungen, Risikobewusstsein“**

**am 13. September 2022**

**Schriftliche Stellungnahme**

vom 12. September 2022

von Herrn Alois Lieth, sachverständiges Mitglied der Enquete-Kommission 18/1  
„Zukunftsstrategien zur Katastrophenvorsorge“; Hydroplan Ingenieur-GmbH

Abteilung P - Parlament

# FLUTKATASTROPHE IM AHR TAL VOM 14.07.2021 AUF DEN 15.07.2021



Altenahr-Altenburg – vorher (Quelle: DW)



Altenahr-Altenburg – nachher (Quelle: DW)

## Grundlagen – Analyse – Empfehlungen

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>VORBEMERKUNG .....</b>	<b>2</b>
<b>1        STAND DER PLANUNGEN .....</b>	<b>3</b>
1.1      Aufgabenstellung Drucksache 18/948 vom 30.08.2021 .....	3
1.2      Stand der Planungen .....	3
1.3      Schadensbilanz .....	5
<b>2        GRUNDLAGEN .....</b>	<b>7</b>
2.1      Das Ahrtal mit seinen wichtigsten Gemeinden .....	7
2.2      Ahr – Einzugsgebiete .....	9
2.3      Landkreis Ahrweiler – Lageplan .....	10
2.4      Heutige Situation .....	10
2.4.1    Historische Starkregenereignisse .....	11
2.4.2    Ursachen des aktuellen Hochwassers .....	11
2.4.3    Pegelstandorte zu historischen Hochwasserabflüssen .....	12
2.5      Historische Planungskonzepte Hochwasserschutz .....	13
2.6      Raumordnung und Landesplanung .....	14
2.6.1    Schadenspotential und Hochwasserschutzgesetz .....	14
2.7      Ahr Einzugsgebiete – Akkumuliertes Regenvolumen .....	15
<b>3        HOCHWASSERGEFAHR VERSTEHEN .....</b>	<b>18</b>
3.1      Verständnis der Ursachen und Risiken der Überschwemmungen .....	18
3.2      Wahrscheinlichkeiten .....	19
3.3      Urbanisierung / Hochwasser- / Überschwemmungskarten .....	20
3.4      Hochwasserrisiko .....	21
<b>4        EMPFEHLUNGEN                    FÜR                    EIN                    INTEGRIERTES HOCHWASSERRISIKOMANAGEMENT .....</b>	<b>21</b>
4.1      Strukturelle Maßnahmen .....	21
4.1.1    Ein integrierter Ansatz für das Hochwasserrisikomanagement .....	23
4.1.2    Schadloose Ableitung .....	24
4.1.3    Regenwasserableitung und Speicherung .....	25
4.1.4    Modifikation von Bach und des Flussbettes .....	26
4.1.5    Vergrößerung des Strömungsquerschnitts oder Veränderung des Flussbetts .....	26
4.1.6    Schutz der Ufer vor Erosion .....	27
4.1.7    Erhöhung der Uferhöhe .....	28

4.1.8	Entlastungskanäle .....	28
4.1.9	Wiederherstellung von Überschwemmungsgebieten .....	29
4.2	Hochwasserspeicher .....	29
4.2.1	Online und offline Speicherung.....	30
4.2.2	Nutzung einer temporären Speicherung .....	30
4.2.3	Entwässerungssysteme .....	33
4.2.4	Kanalisation und Abflüsse .....	34
4.2.5	Schnittstelle zu Flusssystemen.....	35
4.2.6	Naturnahe Systeme .....	35
4.3	Nicht-Strukturelle Maßnahmen .....	37
<b>5</b>	<b>IMPLEMENTIERUNG EINES HOCHWASSERRISIKOMANAGEMENTS</b> .....	<b>39</b>
<b>6</b>	<b>PRINZIPIEN EINES HOCHWASSERRISIKOMANAGEMENTS</b> .....	<b>40</b>
<b>7</b>	<b>UMSETZUNG DER VORSCHLÄGE</b> .....	<b>41</b>
<b>8</b>	<b>FAHRPLAN FÜR INTEGRIERTES RISIKOMANAGEMENT IN DER</b> <b>RAUMPLANUNG</b> .....	<b>43</b>
8.1	Struktur der Bauleitplanungen .....	43
8.2	Hochwasserschutz in der Großregion.....	45
8.3	Regionale Zusammenarbeit.....	47

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1.2-1:	Aufteilung der Planungsabschnitte .....	4
Abbildung 1.3-1:	Betroffene Kreise und Schäden .....	6
Abbildung 2.1-1:	Verlauf der Ahr mit Anliegergemeinden .....	7
Abbildung 2.1-2:	Einzugsgebiete und Landnutzung.....	8
Abbildung 2.1-3:	Ahrweiler und Verbandsgemeinden .....	8
Abbildung 2.2-1:	Einzugsgebiete der Ahr.....	9
Abbildung 2.3-1:	Landkreis Ahrweiler und Verbandsgemeinden .....	10
Abbildung 2.4.3-1:	Standorte zu historischen Hochwasserabflüssen .....	12
Abbildung 2.4.3-2:	Messungen am Pegel Altenahr.....	13
Abbildung 2.7-1:	Ahr Einzugsgebiete nach akkumuliertem Regenvolumen.....	16
Abbildung 2.7-2:	Bestehende und potentielle Regenrückhaltebecken .....	17
Abbildung 8.1-1:	Fahrplan für integriertes Risikomanagement in der Raumplanung .....	45
Abbildung 8.3-1:	Regionale Zusammenarbeit.....	47

## TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 2.4.3-1:	Rekonstruierte Scheitelabflüsse historischer Ahr-Hochwasser für vier Standorte .....	13
Tabelle 4.1.3.2-1:	Arten der Zwischenspeicherung in städtischen Gebieten .....	32



## VORBEMERKUNG

Der vorliegende Bericht gibt die Meinung des Verfassers wieder. Die Informationen für diesen Bericht wurden weitestgehend aus dem Internet und öffentlich zugänglichen Quellen beschafft. Von offizieller Seite wurden leider nur mündliche Informationen während der Sitzungen der Enquete Kommission bzw. während Begehungen vor Ort im Ahrtal übermittelt.

Während der Sitzungen, die sich mit dem Katastrophenschutz in der Region befassten, wurde auf die Daten, wie sie vom Landtagssekretariat für gesamt-Rheinland-Pfalz zur Verfügung gestellt wurden, verwiesen. Eine Sichtung der Unterlagen durch den Verfasser des vorliegenden Berichts zeigte Lücken bei wichtigen Informationen. Deshalb wird empfohlen, diese Dokumentation zeitnah zu vervollständigen.

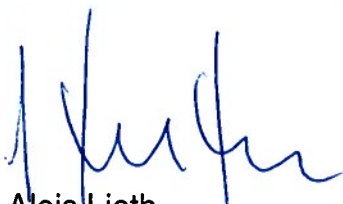
Die Fülle der Informationen und Daten haben den Verfasser des Berichts veranlasst, die wichtigsten Informationen und Fakten zusammenzustellen, so dass ein Verständnis der teilweise sehr komplizierten Zusammenhänge ermöglicht wird. Die Informationen in diesem Bericht erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit und werden vom Verfasser während der restlichen Bearbeitungszeit der Enquete Kommission vervollständigt, soweit dies dem Verfasser möglich sein wird.

Der Verfasser hat sich an nationalen und internationalen Publikationen zum Thema Hochwasserschutz orientiert und eigene Erfahrungen aus anderen Projekten in Ländern mit ähnlichen Problemen mit eingebracht. In diesen Ländern sind die klimatischen Bedingungen so, dass sie denen bei uns nach dem Klimawandel bereits jetzt schon entsprechen. Dem Verfasser standen auch keine Studien oder Planunterlagen mit Ausnahme der Überflutungskarten, die es zu überarbeiten gilt, zur Verfügung.

Alle in diesem Bericht erstellten Karten wurden mit QGIS erstellt. Hierfür möchte sich der Verfasser bei seinen Mitarbeitern von Hydroplan sehr herzlich bedanken.

Es wird der Versuch unternommen, den Bericht als Leitfaden für die weitere Betreuung des Projekts zur Verfügung zu stellen. Eine Verbesserung der Kommunikation ist aus Sicht des Verfassers wünschenswert. Bei Rückfragen steht der Verfasser gerne zur Verfügung.

Worms, den 10. September 2022



Alois Lieth

# 1 STAND DER PLANUNGEN

## 1.1 Aufgabenstellung Drucksache 18/948 vom 30.08.2021

Es ist die Aufgabe der Enquete Kommission, Konsequenzen und Vorsorgekonzepte für einen erfolgreichen Katastrophenschutz aus der Flutkatastrophe in Rheinland-Pfalz unter Einbeziehung eines künftigen Klimawandels weiterzuentwickeln. Schwerpunkte sind:

Untersuchung von Möglichkeiten zur Verbesserung des Schutzes vor Extremwetterereignissen, insbesondere der Hochwasservorsorge als Folge des Klimawandels mit dem Ziel:

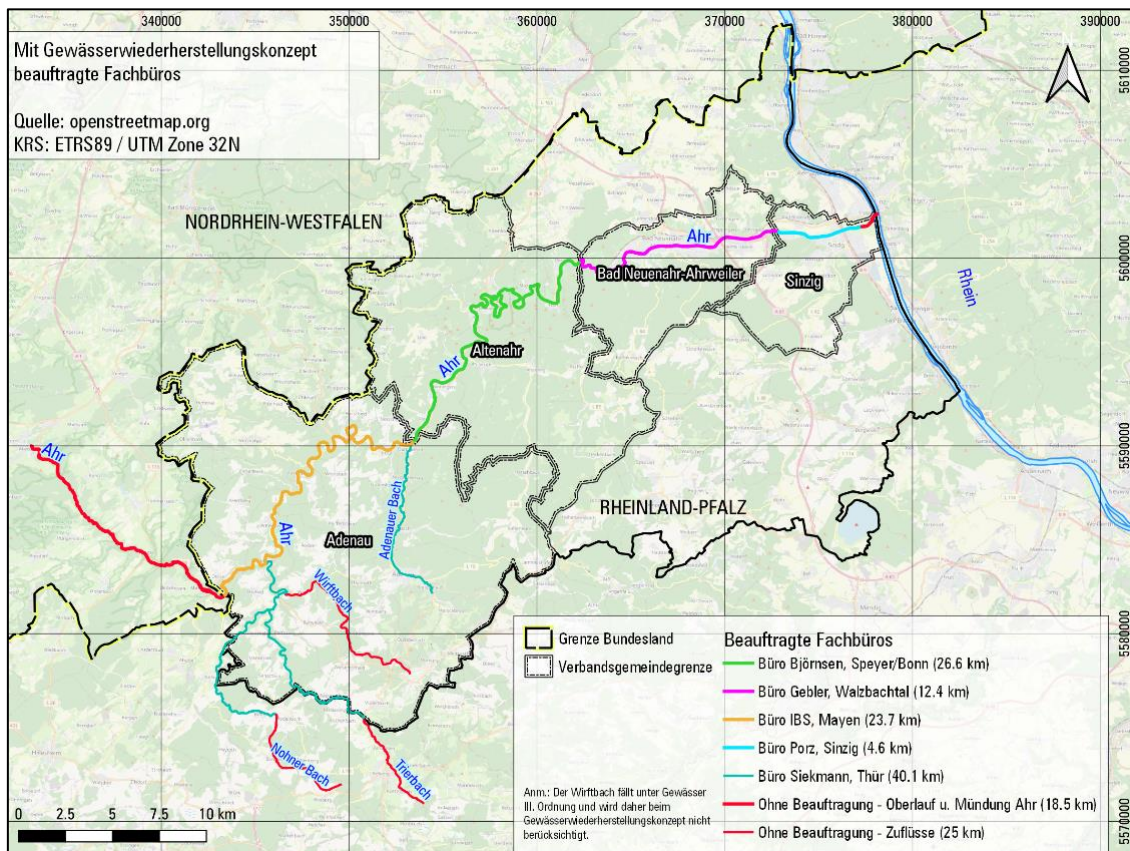
- (1) Entwicklung konkreter Empfehlungen für eine stärkere Resilienz gegenüber Extremwetterereignissen wie Starkregen, Waldbränden, Stürmen, Hitze- und Dürreperioden;
- (2) Bessere Vorsorge für Gefahren für Leib und Leben;
- (3) Bessere Vorsorge vor Sachschäden privater und öffentlicher Infrastruktur;
- (4) Klimawandelangepasste Raum- und Flächennutzungsplanung;
- (5) Verbesserung der Flächenbewirtschaftung im Außenbereich wie Land- und Forstwirtschaft;
- (6) Verbesserung der Warnung der Bevölkerung im Vorfeld von großflächigen Gefährdungssituationen wie extremer Starkregen, Hochwasser oder Flut;
- (7) Optimierung der Alarm- und Einsatzpläne;
- (8) Optimierung der Einsatzkoordination von Einsatz- und Hilfskräften und
- (9) Gelernte Lektionen aus Erkenntnissen der ersten Monate des Wiederaufbaus;
- (10) Vereinfachung von Verwaltungsprozessen für Planung und Vergaberecht.

## 1.2 Stand der Planungen

Der Landkreis Ahrweiler hat Planungsaufträge an 5 Ingenieurbüros vergeben, die ein Gewässerwiederherstellungskonzept in Form von 5 Teilkonzepten erarbeiten sollen. Die Gesamtlänge der zu untersuchenden Flussabschnitte beträgt 77,9 km. Grundsätzlich ist anzumerken, dass die Teilstrecken sich ausschließlich auf das Gebiet bis zur Landesgrenze zu Nordrhein-Westfalen beschränken. Der so wichtige Oberlauf der Ahr mit einer Länge von ca. 18 km und einer Einzugsgebietsfläche von ca. 136 km<sup>2</sup> ha wird nicht erwähnt. Die 5 Teilkonzepte sollen zu einem Gesamtplan der Gewässerwiederherstellung zusammengefügt werden. Eine Grobanalyse der Abflusssituation bei Starkregen zeigt, dass ohne Rückhaltung der Abflüsse von 136 km<sup>2</sup> aus Nordrhein-Westfalen die Unterlieger sehr stark gefährdet werden. Eine zwingend notwendige länderübergreifende Planung mit Erarbeitung eines Masterplans für das gesamte Ahrtal ist daher dringend empfohlen. Es ist nicht verständlich, dass hier noch keine länderübergreifende Verständigung erfolgt ist. Ein Hochwasserabflussmodell, welches verschiedene Abflussszenarien und Berechnungsregen variiert, ist mittels aktueller Software zu berechnen. Diese Grundlage sollte vor den nachfolgend aufgeführten In-



genieurarbeiten für ein wie auch immer geartetes Gewässerwiederherstellungskonzept erarbeitet werden. Die bislang vergebenen Arbeiten können als integraler Bestandteil des Gesamtkonzepts verwendet werden.



Quelle: HYDROPLAN

**Abbildung 1.2-1: Aufteilung der Planungsabschnitte**

Das Gewässerwiederherstellungskonzept aus der Beschlussvorlage des Landkreises Ahrtal ist die Grundlage zur Gefahrenbeseitigung, zur Verbesserung des Abflusses und der Gewässerstruktur. Hierbei stehen besonders die Wiederherstellung der Gewässerökologie, die Schaffung von Rückhaltefunktionen sowie die Schaffung von Abflussflächen in besiedelten Bereichen im Vordergrund. Die Konzeptbearbeitung hat konkret zum Inhalt:

- Aktivierung von Retentionsräumen und Auenlandschaften.
- Betrachtung von möglichen Entwicklungsbereichen.
- Unterhaltungsmanagement.
- Erosionsschutz und Wasserrückhalt im Bereich des Weinbaus und der Landwirtschaft.
- Möglichkeit für multifunktionale Flächen (Wasserrückhalt im Bereich Freizeit und Camping).
- Anpassung des Gewässerbettes im Brückenbereich.

- Straßen- und Wegenetz im Gewässerumfeld.
- Auswirkungen von Starkregen (Einarbeitung relevanter Ergebnisse aus den erarbeiteten örtlichen Hochwasser- und Starkregenvorsorgekonzepten).
- Treibgut- und Geschiebemanagement für die Ahr und Zuflüsse II. Ordnung.

Eines der Oberziele der Arbeiten sollte die Aktualisierung der Karten für das Überschwemmungsgebiet der Ahr vom 20.9. 2021 sein. Es ist hierzu anzumerken, dass die Karten wie sie vor der Katastrophe zur Verfügung standen für viel zu geringe Scheitelabflüsse erarbeitet wurden und demzufolge die Ausweisung der Überschwemmungsgebiete zu klein waren.

### 1.3 Schadensbilanz

Etwa ein Jahr nach dem Hochwasser kann die Schadensbilanz wie folgt zusammengefasst werden: Mehr als 180 Menschen verloren durch die Flutkatastrophe ihr Leben.

Die Hochwasserkatastrophe im Jahr 2021 hinterließ in vielen betroffenen Ortschaften eine ungekannte Zerstörung, wie die Fotos auf dem Titelblatt beispielhaft zeigen. Die Flutkatastrophe war eine der schwersten Naturkatastrophen in Deutschland. Sintflutartige Regenfälle hatten am 14. und 15. Juli 2021 zu Überflutungen geführt, die ganze Landstriche verwüsteten. Es fielen 150 Liter Regen pro Quadratmeter. (Als Starkregen gilt eine Niederschlagsmenge von mehr als 30 Millimetern pro Tag. Grundlage sind die Wetterdaten aus 78 Messstationen des Deutschen Wetterdienstes. 3 Jun 2016).

Sturmtief "Bernd" sorgte im vergangenen Juli für anhaltenden Starkregen im Süden und Westen Deutschlands. In den Flutregionen fiel innerhalb von nur zwei Tagen mehr Niederschlag als durchschnittlich im gesamten Monat Juli. Über das kurze Zeitfenster stürzten laut dem Deutschen Wetterdienst teils hundert bis 150 Liter Regen pro Quadratmeter auf Rheinland-Pfalz Nordrhein-Westfalen herab.

Infolgedessen kam es zu Sturzfluten und Überschwemmungen. Der Pegel der Ahr erreichte mit über fünf Metern ein historisches Rekordhoch und die Messungen brechen dann ab. Der vermutete Höchststand lag bei etwa 7 m am Pegel Altenahr. Das kleine Flüsschen Ertf schwoll stellenweise auf vier Meter Tiefe an und trat über die Ufer. Eine Kiesgrube in Ertfstadt-Blessem stürzte infolge der Überflutung ein, zahlreiche Häuser wurden in die Tiefe gerissen.

Durch das Hochwasser wurden etliche Gemeinden verwüstet, tausende Häuser beschädigt oder zerstört und ganze Brücken weggerissen. In Rheinland-Pfalz kamen insgesamt 135 Menschen ums Leben, 766 weitere wurden teils schwer verletzt. Zwei Menschen werden immer noch vermisst.

Im besonders stark betroffenen Ahrtal hinterließen reißende Wassermassen eine 40 Kilometer lange Schneise der Verwüstung. In Nordrhein-Westfalen starben 48 Menschen. Darunter waren auch zwölf Bewohner eines Behindertenwohnheims in Sinzig, die nicht mehr in Sicherheit gebracht werden konnten und hilflos ertranken. Ganze Ortschaften waren nach der Katastrophe von der Außenwelt abgeschnitten.

Bis heute sind in den Flutgebieten Hilfsorganisationen und ehrenamtliche Helfende im Einsatz. In den Tagen und Wochen nach der Hochwasserkatastrophe halfen täglich tausende Einsatzkräfte und Freiwillige in den zerstörten Regionen, zudem wurden zeitweise 2.000 Soldatinnen und Soldaten der Bundeswehr entsandt.

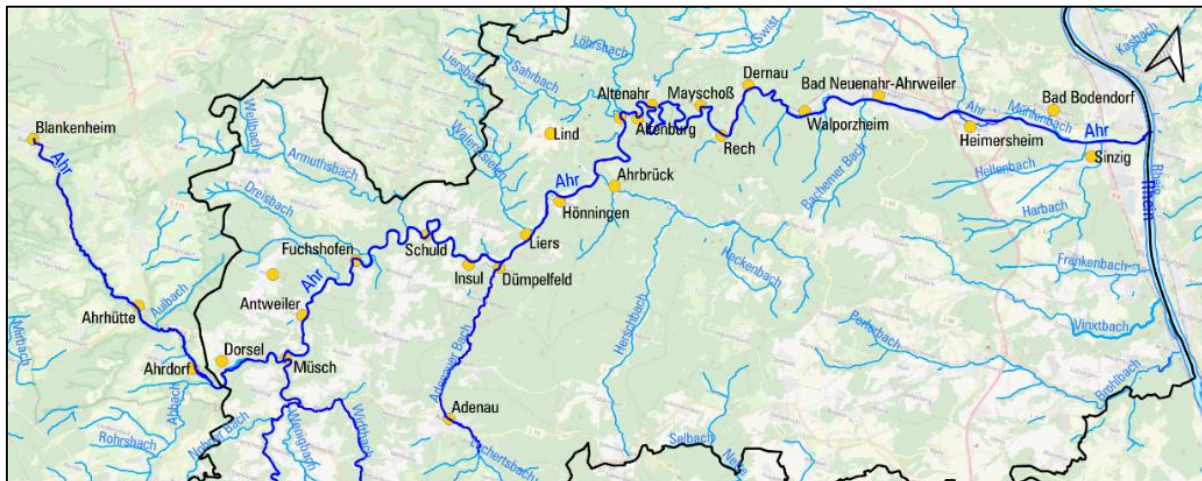




## 2 GRUNDLAGEN

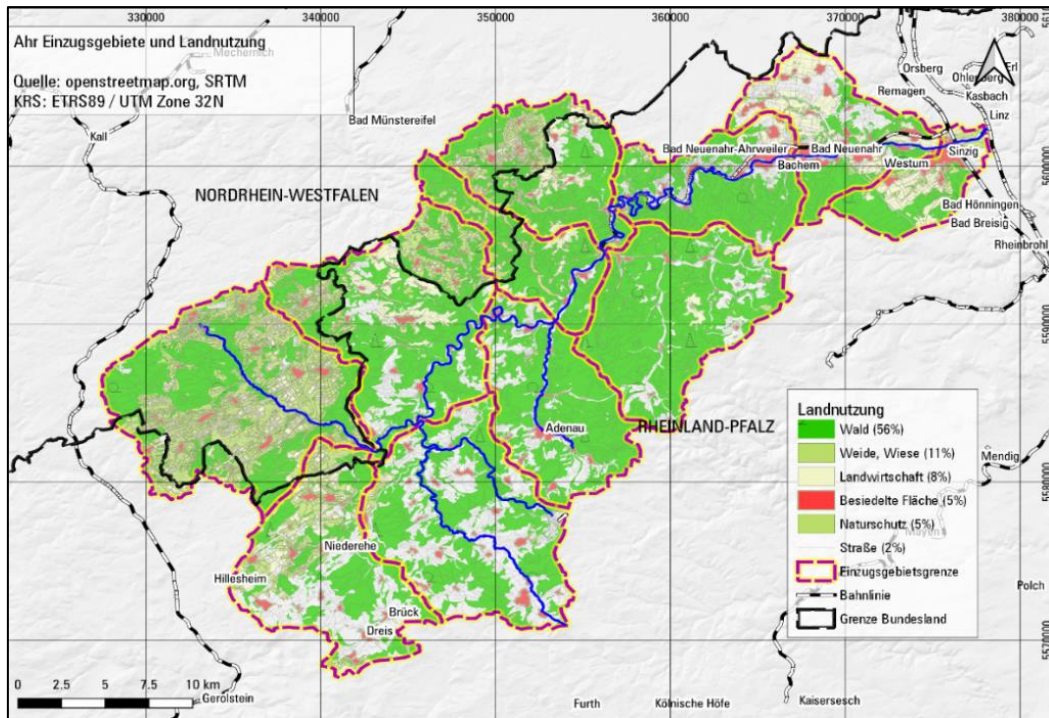
### 2.1 Das Ahrtal mit seinen wichtigsten Gemeinden

Das Ahrtal ist nach der Ahr, benannt. Es beginnt mit der Ahrquelle bei Blankenheim im nordrhein-westfälischen Kreis Euskirchen und verläuft generell ostwärts. An seinem südlichsten Punkt wird der Landkreis Ahrweiler, und damit Rheinland-Pfalz, erreicht. Durch die Verbandsgemeinde Adenau verlaufend, knickt das Tal am Zusammenfluss mit dem Adenauer Bach nach Nordosten ab und erreicht die Verbandsgemeinde Altenahr. Hier beginnt der Abschnitt, der im touristischen Sinne als Ahrtal verstanden wird. Er ist vom Weinanbau auf den Südhängen und der pittoresken Felslandschaft charakterisiert, die der Fluss bei seinem rund 300 Meter tiefen Einschneiden in das Ahrgebirge geschaffen hat. Im weiteren Verlauf erreicht die Ahr das Gebiet der Kreisstadt Bad Neuenahr-Ahrweiler, um schließlich südlich von Remagen auf dem Gebiet der Stadt Sinzig in den Rhein zu münden.



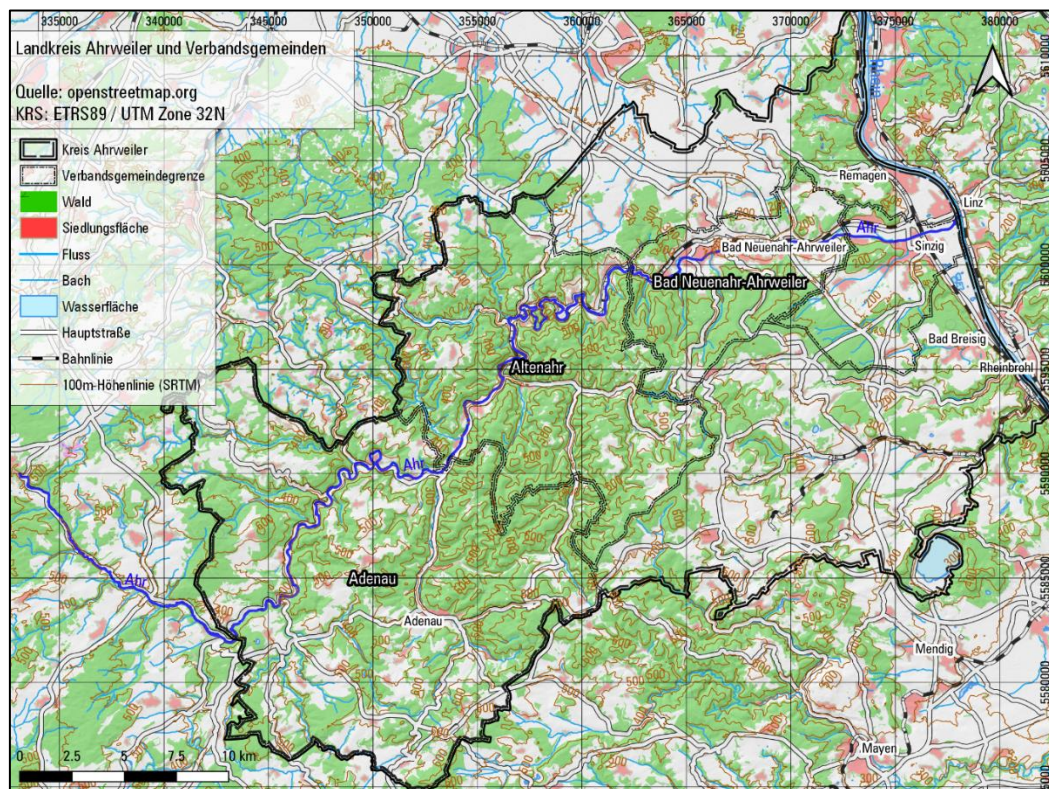
Quelle: HYDROPLAN

**Abbildung 2.1-1: Verlauf der Ahr mit Anliegergemeinden**



Quelle: HYDROPLAN

**Abbildung 2.1-2: Einzugsgebiete und Landnutzung**



Quelle: HYDROPLAN

**Abbildung 2.1-3: Ahrweiler und Verbandsgemeinden**



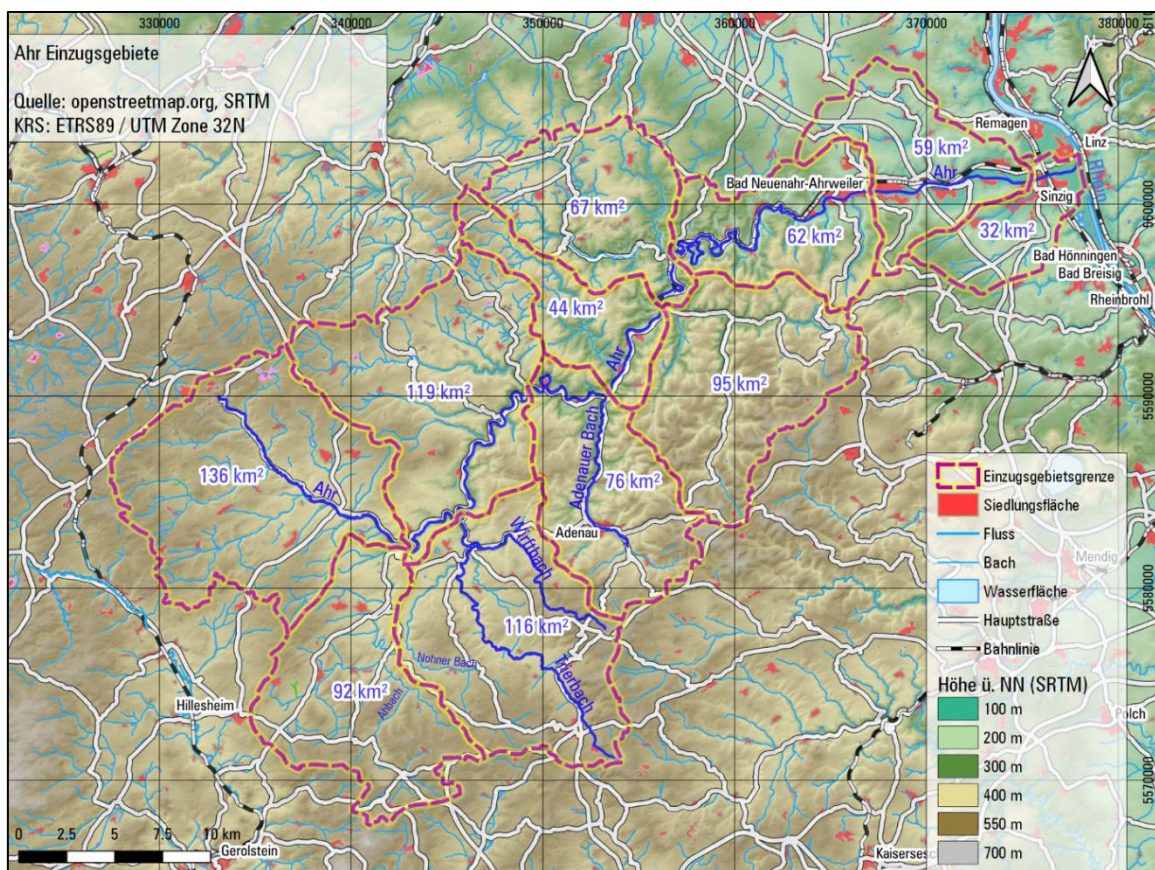
Die Abbildungen zeigen das Einzugsgebiet der Ahr mit den Teilgebieten der wichtigsten Nebenflüsse und die grobe Flächennutzung.

## 2.2 Ahr – Einzugsgebiete

Die Flusslänge der Ahr wird auf etwa 132 km geschätzt. Die Gesamt-Einzugsgebietsgröße beträgt etwa 898 km<sup>2</sup>. Die Ahr (Gewässer 2.Ordnung) hat zahlreiche Seitenarme; Die vier (4) wichtigsten Hauptzuflüsse sind:

- Trierbach (Gewässer 2. Ordnung)
- Wirthbach (Gewässer 3. Ordnung)
- Adenauer Bach (Gewässer 2. Ordnung)
- Nohnerbach (Gewässer 2. Ordnung)

Im Einzugsgebiet leben ca. 100.000 Einwohner, basierend auf den Einwohnerzahlen für die Verbandsgemeinden, die sich in etwa mit den Grenzen der Einzugsgebiete decken. Der Anteil des Einzugsgebiets für Rheinland- Pfalz beträgt 762 km<sup>2</sup>, also etwa 85%, der für Nordrhein- Westfalen 136 km<sup>2</sup>, also 15 %. Der folgende Plan zeigt die wichtigsten Einzugsgebiete entlang der Ahr.



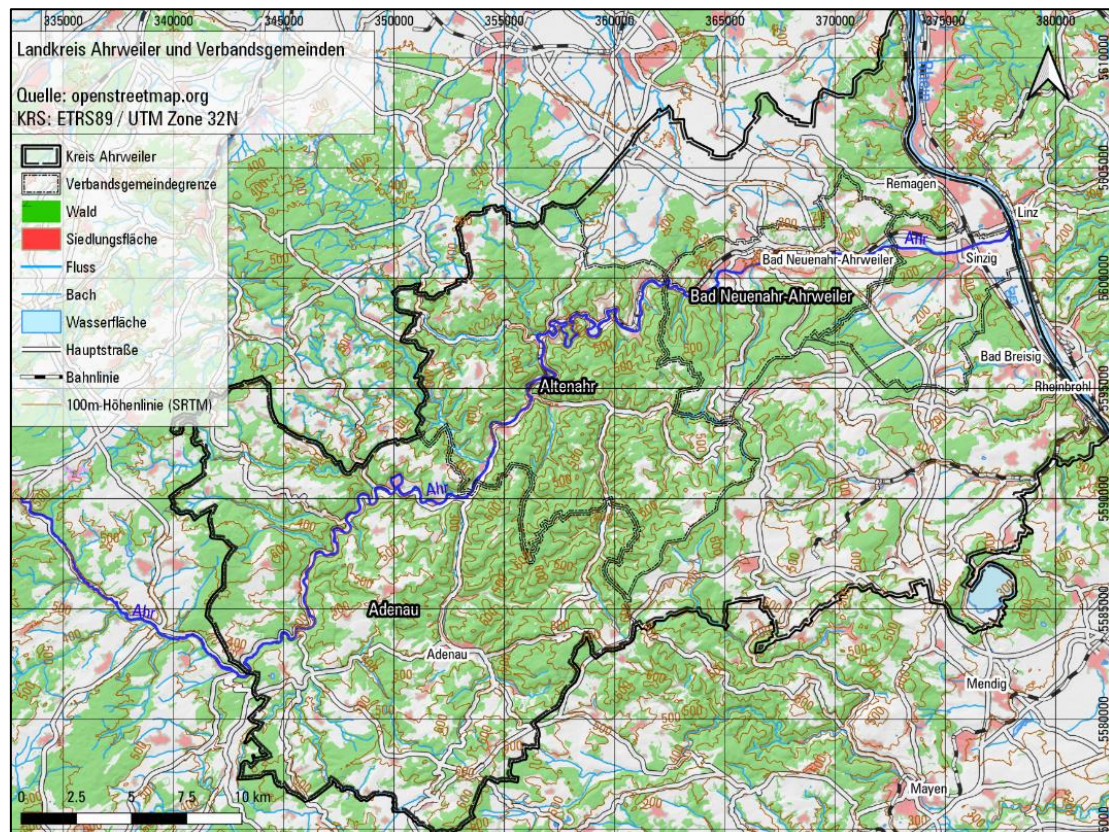
Quelle: HYDROPLAN

Abbildung 2.2-1: Einzugsgebiete der Ahr



## 2.3 Landkreis Ahrweiler – Lageplan

Wichtigster Landkreis im Einzugsgebiet ist der Landkreis Ahrweiler, der fast das gesamte natürliche Einzugsgebiet abdeckt. Die Einwohnerzahl im Landkreis betrug für 2021 128.146 Einwohner.



Quelle: HYDROPLAN

**Abbildung 2.3-1: Landkreis Ahrweiler und Verbandsgemeinden**

## 2.4 Heutige Situation

Das heutige Landschaftsbild basiert auf der Umsetzung der Maßnahmen zur Flurbereinigung der 1970er Jahre: Es wurden (1) Bäche begradigt, (2) Flurstücke deutlich vergrößert, (3) Weinbau Abflussrinnen weitgehend senkrecht zum Hang gebaut.

Im 19. Jahrhundert wurden Sohlschwellen in den Flusslauf der Ahr eingebaut. Hierdurch konnte eine Reduzierung der Geschiebefracht im Fluss erreicht werden. Heute nach der Flutkatastrophe sollte eine Überprüfung der Abflussverhältnisse im Rahmen der jetzt anstehenden Studie vorgenommen werden.

In den 1920er Jahren wurden als Reaktion auf die Flut von 1910 Rückhaltebecken geplant (Volumen). Es wurde von einem Gesamtvolumen von etwa 11,5 Mio. m<sup>3</sup> berichtet. Dieses Volumen erscheint dem Verfasser unter Berücksichtigung der heutigen Situation zu hoch und kann seinen Ursprung darin haben, dass Flächen, wie sie in den Überflutungskarten dargestellt sind, zum Rückhaltevolumen hinzugerechnet wurden.

Diese so wichtigen Maßnahmen wurden wegen Geldmangels nicht realisiert. (Der Bau des Nürburgrings wurde 1927 bevorzugt). Es bleibt die Frage offen, warum bis heute keine Rückhaltebecken am Oberlauf realisiert wurden (das Problem ist seit mehr als 100 Jahren bekannt). Es wird empfohlen, die jetzigen Planungen so auszudehnen, dass Polder entlang des Flusslaufes berücksichtigt werden. Hierzu ist eine genaue Bestandserfassung und eine Maßnahmenplanung und deren Priorisierung erforderlich.

Nachteilig wirkte sich auch aus, dass Eichen- u. Buchenwälder durch Fichtenwälder ersetzt (wenn Fichten absterben, stirbt auch das Wurzelwerk und die Kapazität zur Aufnahme von Regenwasser des Bodens sinkt).

Land - und Forstwirtschaft sind bei künftigen Konzepten gefordert. Es müssen nachhaltige Konzepte entwickelt werden.

## 2.4.1 Historische Starkregenereignisse

**Am 13. und 14. Juli 2021** fielen über dem Westen Deutschlands sowie in Teilen Belgiens und in Luxemburg enorme Regenmengen von 100 bis 150 mm. Ein Großteil des Niederschlags ging innerhalb von 15 bis 18 Stunden nieder.

**Folge:** Der Pegel Altenahr übertraf seinen bisherigen Rekord von 2016 (3,71 m, Abfluss: 236 m<sup>3</sup>/s) deutlich. Die Messstation fiel überflutungsbedingt bei einem Wert von 5,05 m (Abfluss: 332 m<sup>3</sup>/s) komplett aus. Aktuelle Schätzungen vermuten für dieses Ereignis einen Pegelstand zwischen 7 bis 8 m mit einem Abfluss zwischen 400 bis 700 m<sup>3</sup>/s. Genannte Werte von über 1.000m<sup>3</sup>/s erscheinen dem Verfasser etwas zu hoch gegriffen. Für meine weiteren Überlegungen geht der Verfasser von einem Abfluss von etwa 700 m<sup>3</sup>/s aus.

In der Vergangenheit gab es im Ahrtal bereits **drei besonders bedeutende Hochwasserereignisse:** 1601 (30.5), 1804 (21.7.) 1.100 m<sup>3</sup>/s und 1910 (12/13.6.) 500m<sup>3</sup>/s. Die Werte des Ereignisses von 2021 sind, wie vorher erwähnt, niedriger einzuordnen als die für das Hochwasserereignis von 1804 (Schätzung: ~ 1100 m<sup>3</sup>/s). Das Ereignis von 2021 hat hydrologisch, ein ähnliches Ausmaß wie das von 1910.

Da die Gefährdung in aktuellen Hochwasserkarten für das Ahrtal auf einer Abflussstatistik basierend auf zeitlich homogen verfügbaren Messreihen ab 1947 beruht, **wurden die beiden historischen Ereignisse bei der Gefährdungsabschätzung bisher nicht berücksichtigt, und die aktuelle Schätzung des 100-jährlichen Hochwassers (HQ100) für die Ahr liegt „nur“ bei 241 m<sup>3</sup>/s.**

## 2.4.2 Ursachen des aktuellen Hochwassers

Die Ursachen der Flutkatastrophe sind vielfältig. Hier seien nur die wichtigsten Gründe zusammengefasst. Vor allem die Starkregen am Oberlauf, im Bereich des Trierbaches, des Adenauer Baches und des Kesselingerbaches. Sind eine der Hauptgründe für die extremen Abflüsse. Am 14. Juli fielen 120 mm Niederschlag (24h).

Das Schiefergestein aus dem Devon mit Silikaten ist quasi wasser-undurchlässig und führt zu hohen Abflüssen ins Tal. Fehlende Retention am Oberlauf ist hier eine der Hauptursachen für einen ungebremsten Abfluss.



Die vorgenannten Seitenbäche sind steil (großes Gefälle) und erzeugen zudem hohe Abflussgeschwindigkeiten.

Das Ahrtal wird quasi zu einem Trichter: Starker Regen sammelt sich und sucht sich dann mit Gewalt seinen Weg.

### 2.4.3 Pegelstandorte zu historischen Hochwasserabflüssen

Als Grundlage für ein ggf. neu zu erstellendes Hochwasserabflussmodell sind für die aufgezeigten Pegel die Hochwasserabflüsse dringend zu überprüfen.

Rückhaltebecken sind ebenfalls für verschiedene Standorte und Volumina für das Abflussmodell zu berücksichtigen. Retentionsflächen und unterschiedliche Versiegelungsgrade sind für die Abflussermittlung zu variieren. Ziel ist es, ein optimales Szenario mit der Bestimmung der besten technischen Maßnahmen zu berechnen. Die folgende Grafik zeigt die dem Verfasser zugänglichen Daten für die 3 wichtigsten Pegel im Abflussbereich.

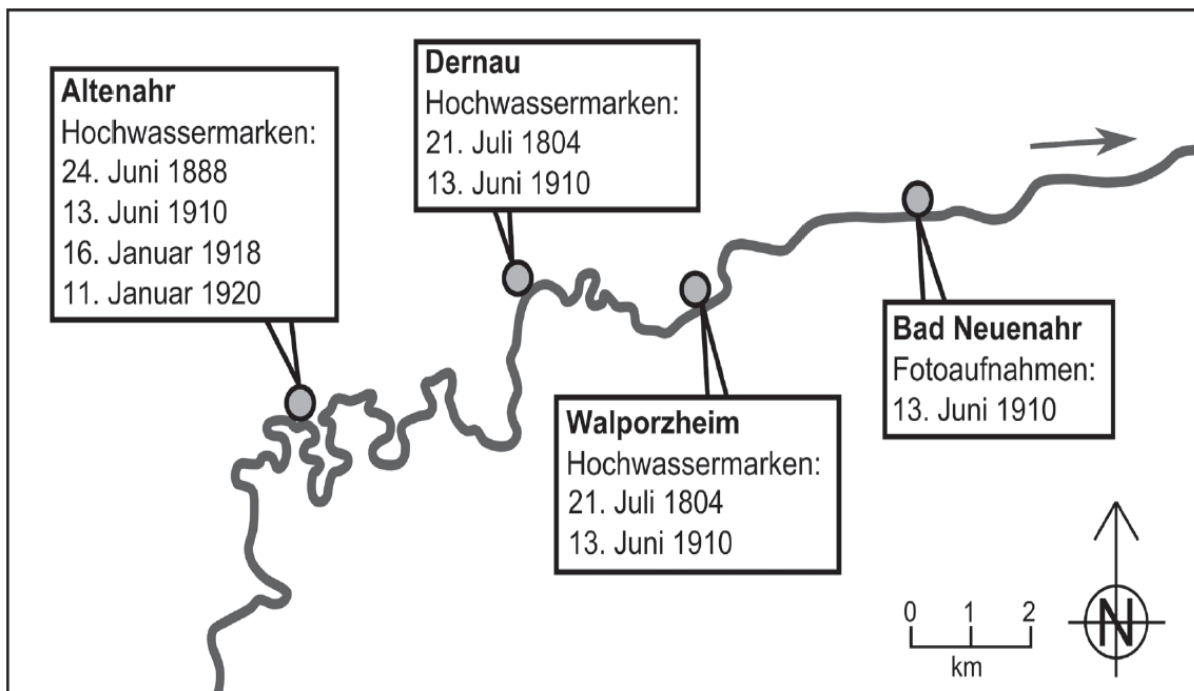


Abbildung 2.4.3-1: Standorte zu historischen Hochwasserabflüssen

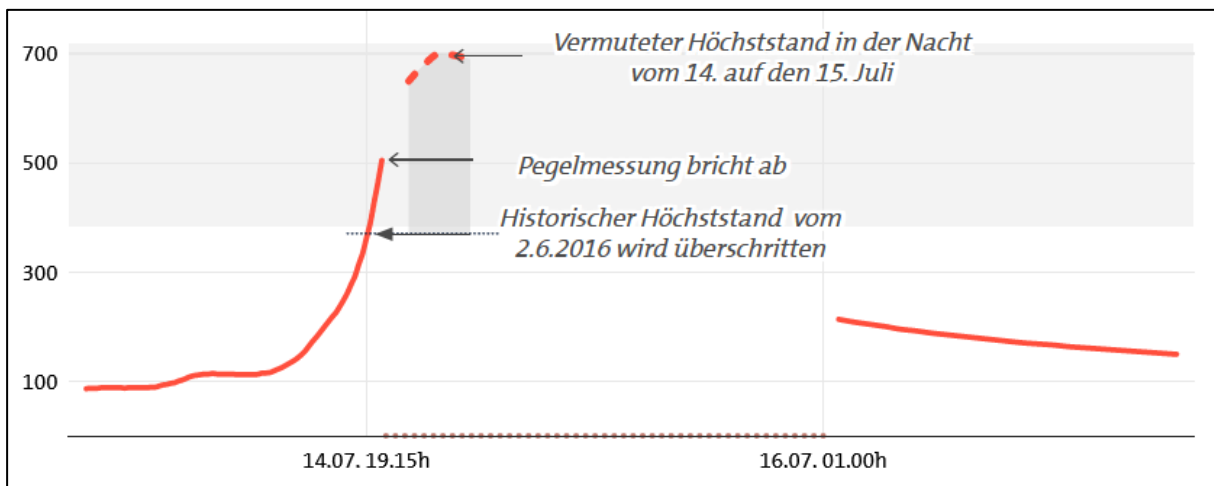
Die eklatante Differenz zwischen den derzeit verwendeten Hochwasserabflüssen und den möglichen maximalen Spitzenabflüssen ist dringend zu diskutieren. Es sind belastbare Maximalabflüsse als Grundlage für die Dimensionierung von dringend notwendigen Hochwasserschutzmaßnahmen festzulegen.

Bei der Diskussion um Pegelstände und historische Hochwasserabflüsse hat der Verfasser lediglich begrenzten Zugang zu vorhandenen Daten und deren Auswirkung. Dies ist bei der Beurteilung der erstellten Abflussszenarien mit in Betracht zu ziehen.

**Tabelle 2.4.3-1: Rekonstruierte Scheitelabflüsse historischer Ahr-Hochwasser für vier Standorte**

	Altenahr	Dernau	Walporzheim	Bad Neuenahr
21. Juni 1804	-	1208 m <sup>3</sup> /s	1180 m <sup>3</sup> /s	-
24. Juni 1888	280 m <sup>3</sup> /s	-	-	-
13. Juni 1910	496 m <sup>3</sup> /s	549 m <sup>3</sup> /s	541 m <sup>3</sup> /s	585 m <sup>3</sup> /s
16. Januar 1918	236 m <sup>3</sup> /s	-	-	-
11. Januar 1920	170 m <sup>3</sup> /s	-	-	-

Die folgende Graphik zeigt die Messungen am Pegel Altenahr bis zu seiner Zerstörung am 14. Juli 2021. Die gestrichelte Kurve wurde vom Verfasser ergänzt.



**Abbildung 2.4.3-2: Messungen am Pegel Altenahr**

## 2.5 Historische Planungskonzepte Hochwasserschutz

In den 1920er Jahren wurden technische Sperren, die nur bei Starkregen aktiviert und geschlossen würden, geplant. Ansonsten kann das Wasser frei fließen. Man hat damals Sperren (Rückhaltebecken) mit einem Fassungsvermögen von 11,5 Millionen Kubikmetern am Oberlauf geplant. Wie bereits erwähnt, scheinen die damals angesetzten Volumina zu hoch. Heute bebauten Flächen müssen in den 1920-er Jahren noch nicht bebaut gewesen, und somit die gezielte Überflutung größerer Flächen möglich gewesen sein. Nach grober Überprüfung der Karten, ist jedoch festzuhalten, dass ein solches Volumen mittels Regenrückhaltebecken alleine nur mit großen Anstrengungen zu realisieren scheint. Trotzdem könnte man eine Hochwasserwelle am Oberlauf mittels Regenrückhaltebecken ganz einfach mit gezielter Überflutung einzelner Flächen abfangen. Nach derzeitigem Wissensstand des Verfassers ist es aber bislang bei den Planungen geblieben. Es ist natürlich völlig richtig, der Ahr wieder mehr Platz zu geben, sie mäandrieren zu lassen, die Ufer mit Weiden und Erlen zu bepflanzen und Überschwemmungsflächen zu schaffen. Das sind völlig sinnvolle Maßnahmen, die

man teilweise schon ergriffen hat. Sie sind bestens dafür geeignet, die Bevölkerung besser gegen die normalen Hochwasser zu schützen und sind ein Mittel, die Biodiversität des Ahrtals überregional zu erhalten.

Zu der Tatsache, dass das Tal wie ein Trichter wirkt, kommen zusätzliche Gefahren – eben zum Beispiel aus früheren Begradigungen, dem früheren Entfernen von Ufervegetation und problematischen Praktiken im Weinbau. Die Naturschutzmaßnahmen dagegen helfen sehr, weil sie den Fluss in seiner Fließgeschwindigkeit verlangsamen und einiges mehr. Diese Maßnahmen reichen jedoch nicht aus, um das Tal gegen solche Extremereignisse zu schützen.

**Regenrückhaltebecken – auch in den Seitentälern – werden dringend benötigt. Zu klären ist, ob es bereits Planungen hierzu gibt. Es wird davon ausgegangen, dass im Rahmen der jetzt vergebenen Ingenieuraufträge diese Informationen und Konzepte erarbeitet werden.**

## 2.6 Raumordnung und Landesplanung

Die Umsetzung der **Raumordnung** obliegt den Ländern (Landesplanung) – und in Rheinland-Pfalz zusätzlich den Regionen (**Regionalplanung**). Gesetzliche Grundlagen sind das Raumordnungsgesetz des Bundes (ROG) sowie das Landesplanungsgesetz für Rheinland-Pfalz (LPIG).

Der Landkreis Ahrweiler gehört zur Region Mittelrhein-Westerwald, deren Planungsaufgaben die Planungsgemeinschaft Mittelrhein-Westerwald mit Sitz in Koblenz ausführt. Dazu gehören in der Hauptsache die Aufstellung und Änderung des regionalen Raumordnungsplans in der Region Mittelrhein-Westerwald.

Aufgabenschwerpunkt der Kreisverwaltung als Untere Landesplanungsbehörde sind die Abgabe von landesplanerischen Stellungnahmen zu Bauleitplanungen (**Flächennutzungsplan**) kreisangehöriger Kommunen sowie die raumordnerische Prüfung zu raumbedeutsamen Einzelvorhaben (z. B. große Windenergieanlagen, großflächige Einzelhandelsbetriebe) im Landkreis Ahrweiler in einem förmlichen **Raumordnungsverfahren**.

Dabei dienen neben den erwähnten gesetzlichen Grundlagen das **Landesentwicklungsprogramm IV** (LEP IV) und der Regionale Raumordnungsplan Mittelrhein-Westerwald (RRoPI MRWW) als Beurteilungsgrundlage.

Soweit ein Vorhaben kreisübergreifende Auswirkungen hat, ist die Obere Landesplanungsbehörde bei der Struktur- und Genehmigungsdirektion (SGD) Nord in Koblenz zuständig. Oberste Landesplanungsbehörde ist das Ministerium des Innern und für Sport.

### 2.6.1 Schadenspotential und Hochwasserschutzgesetz

Hochwasser sind natürliche Ereignisse. Schäden – zum Teil katastrophalen Ausmaßes – richten sie an, wenn sie auf menschliche Siedlungen treffen. Unter dem Begriff Schadenspotential versteht man daher die Werte in hochwassergefährdeten Gebieten, die durch ein Hochwasser geschädigt werden können.

**Die Ausweisung von Überschwemmungsgebieten und der Bau von Rückhaltebecken sind zentrale Bestandteile eines vorbeugenden Hochwasserschutzes.** So können Retentionsflächen zur Ausbreitung von Überschwemmungen erhalten und die Schäden bei Hochwasser reduziert werden.

**Das neue Hochwasserschutzgesetz schafft hier verbindliche Regeln über die Grenzen der Bundesländer hinweg.**

Gefährdete Flächen nicht zu bebauen ist das wirksamste Mittel, um Schäden bei einem künftigen Hochwasser zu verhindern. Wo dennoch in Überschwemmungsgebieten gebaut wird, sollte auf eine angepasste Bauweise geachtet werden. Mit Hilfe dezentraler Regenwasserversickerung, Entsiegelung von Flächen und einer standortangepassten Land- und Forstwirtschaft lässt sich das Wasserspeichervermögen des Bodens verbessern und so Wasser in der Fläche zurückhalten.

Damit all jene, bei denen Schäden unmittelbar entstehen können, ihren Beitrag zur Schadensreduzierung leisten können, sind eine umfassende Information und Kommunikation der Hochwasserrisiken und eine stärkere Eigenvorsorge erforderlich.

Der **technische Hochwasserschutz ist fester Bestandteil einer umfassenden Hochwasservorsorge.** Aber man muss sich darüber im Klaren sein: Tritt ein Hochwasser ein, das die technischen Bauwerke überfordert, so können hohe Schäden entstehen. Dieses Restrisiko bleibt.

Die Kooperation aller Beteiligten im ganzen Flusseinzugsgebiet ist eine wichtige Voraussetzung für einen erfolgreichen und vorsorgenden Hochwasserschutz.

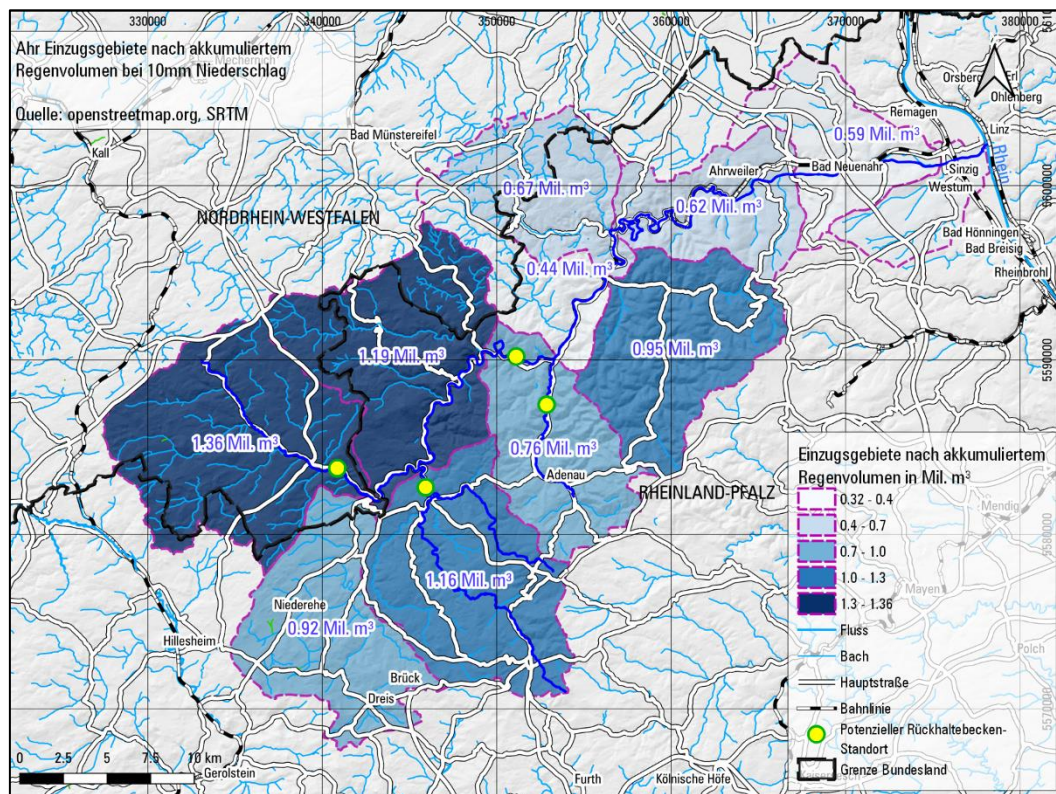
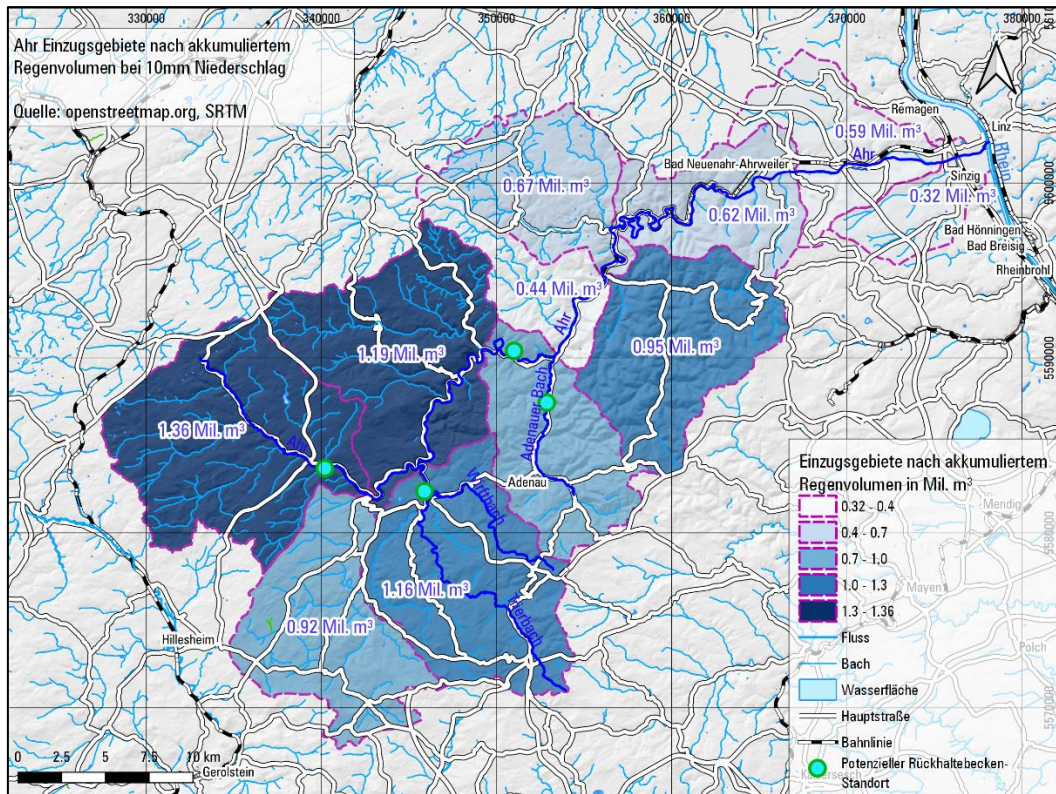
Die Einführung von Instrumenten zur Stärkung der Eigenverantwortung und eine **Berücksichtigung des Klimawandels** sind einige der Herausforderungen für den Hochwasserschutz in den kommenden Jahren.

## **2.7 Ahr Einzugsgebiete – Akkumuliertes Regenvolumen**

Zum Vergleich: Das Regenvolumen bei 10 mm Niederschlag beträgt etwa 9 Millionen m<sup>3</sup>. Die Anwendung eines detaillierten Hochwasser-Abflussmodells ist – als Planungsgrundlage – notwendig. Falls vorhanden, sind bestehende Modelle dringend zu überprüfen. Für eine weitere Beurteilung sind die Aufgabenstellungen für die Berechnung der maßgeblichen Scheitelabflüsse zu definieren. Die Ergebnisse der laufenden Planungen sind umgehend zur Verfügung zu stellen.

Rückhaltebecken sind als Maßnahme zur Vermeidung von Sturmfluten dringend notwendig. Größtes Problem ist die Findung möglicher Standorte. Im Rahmen dieses Berichts wurde der Versuch unternommen, Standorte zu definieren. Diese sind auf den nachfolgenden Karten gekennzeichnet.





Quelle: HYDROPLAN

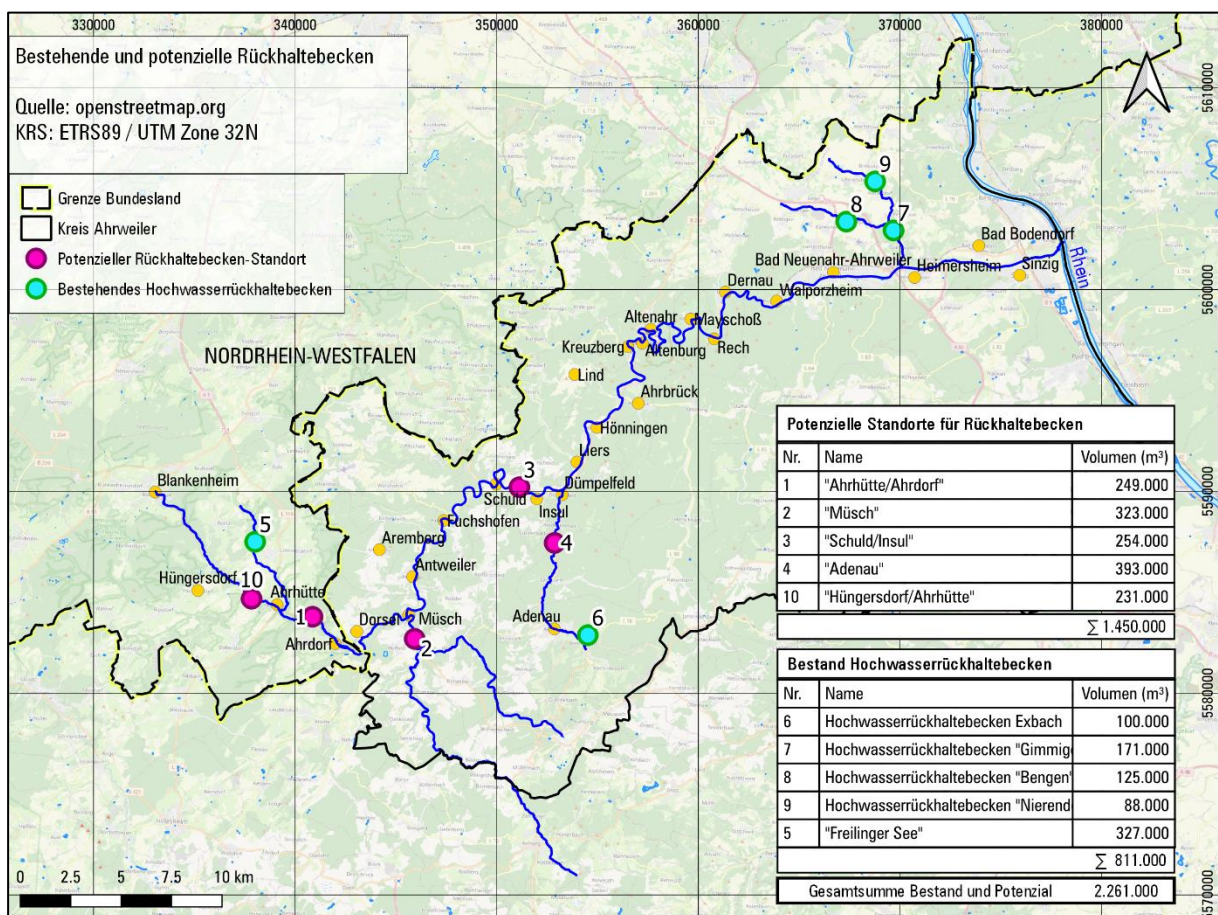
Abbildung 2.7-1: Ahr Einzugsgebiete nach akkumuliertem Regenvolumen



Eine erste Grobanalyse zeigt für Stauhöhen von etwa 5 m, dass wie vorher erwähnt, nutzbare Volumina mit akzeptablen Stauhöhen wohl nur schwer realisierbar sind. Die Übersichtskarte zeigt, dass nur etwa 2,3 Millionen m<sup>3</sup> in dem mittleren Flussabschnitt bereitgestellt werden können ohne die Berücksichtigung von eingestauten Volumina in den Auen entlang der Flüsse. Höhere Stauhöhen bedürfen einer genauen Planung. Offen bleibt zu klären, ob am Oberlauf mehr Potential vorhanden ist.

Weiterhin ist das Potential zu prüfen, ob mittels dezentraler Maßnahmen und Aktivierung der Flussauen größere Volumina bereitgestellt werden können.

Die zusammenfassende Planung für die fünf Teilbereiche können wie vorgesehen, über den Landkreis entwickelt werden, eine Hochwasserabflussmodellierung mit Berücksichtigung unterschiedlicher Parameter wird jedoch empfohlen, auf Landesebene umzusetzen.



Quelle: HYDROPLAN

**Abbildung 2.7-2: Bestehende und potentielle Regenrückhaltebecken**

## **3 HOCHWASSERGEFAHR VERSTEHEN**

### **3.1 Verständnis der Ursachen und Risiken der Überschwemmungen**

Als ersten Schritt beim Hochwasserrisikomanagement müssen politische Entscheidungsträger und die Bevölkerung die Hochwassergefahr verstehen, die die städtische Umwelt beeinträchtigen kann. Die Gefahr zu verstehen, erfordert ein besseres Verständnis der Arten und Ursachen von Überschwemmungen, deren Eintrittswahrscheinlichkeiten und deren Ausprägung in Umfang, Dauer, Tiefe und Geschwindigkeit.

Dieses Verständnis ist unerlässlich, um Maßnahmen und Lösungen zu entwerfen, die Schäden durch bestimmte Arten von Überschwemmungen zu verhindern oder zu begrenzen vermögen. Ebenso wichtig ist es, zu wissen, wo und wie oft Hochwasserereignisse auftreten können, wie viele Einwohner potenziell betroffene Gebiete haben und welche Vermögenswerte diese besitzen, wie gefährdet diese Menschen und ihre Siedlungen sind und wie letztere geplant und entwickelt werden und was die Einwohner bereits zur Verringerung des Hochwasserrisikos beitragen. Dies ist entscheidend für das Verständnis der Notwendigkeit, Dringlichkeit und Priorität für die Umsetzung von Maßnahmen zum Hochwasserrisikomanagement.

Da sich das Hochwasserrisiko im Laufe der Zeit weiterentwickelt, müssen politische Entscheidungsträger auch untersuchen, wie sich Entscheidungen angesichts des Klimawandels verändern. Informationen über die bestehenden Modelle, die zur Berücksichtigung des Klimawandels in verschiedenen Maßstäben verwendet werden, und ein Verständnis der Unsicherheiten in Bezug auf diese Ergebnisse müssen im Mittelpunkt jeder Entscheidungsfindung stehen.

Stadtgebiete können durch die Ahr und ihre Nebenflüsse, regenwasserbezogenes und grundwasserbezogenes Hochwasser sowie durch Ausfälle künstlicher Systeme überflutet werden. Überschwemmungen in Städten und Gemeinden haben ihren Ursprung typischerweise in einer komplexen Verbindung von Ursachen, die aus einer Verbindung meteorologischer und hydrologischer Extreme, wie z.B. extreme Niederschläge und Abflüsse, resultieren. Allerdings treten sie auch häufig als Ergebnis menschlicher Aktivitäten auf, einschließlich außerplanmäßigem Wachstum und außerplanmäßiger Erschließung von Überflutungsebenen oder durch Damnbrüche oder durch Brüche von Befestigungen, die planmäßige Erschließungen nicht wie vorgesehen schützen. Ein vorschneller Wiederaufbau im ausgewiesenen Überflutungsgebieten vor der Fertigstellung der vorgeschlagenen Masterplanung ist eigentlich abzulehnen.

Hier ist es wichtig, zwischen der Eintrittswahrscheinlichkeit eines Wetterereignisses und der Eintrittswahrscheinlichkeit eines Hochwasserereignisses zu unterscheiden. Überschwemmungen werden in erster Linie von Wetterereignissen beeinflusst, die manchmal schwer vorhersehbar sind. Aus diesem Grund sind Vorhersagen für Hochwassergefahren im Allgemeinen in Form von Wahrscheinlichkeiten verfügbar, welche unter Verwendung historischer Daten für das betreffende Gebiet berechnet wurden. Der Wert der auf historischen Beobachtungen basierenden Schlussfolgerungen ist naturgemäß von der Verfügbarkeit und Qualität der Daten abhängig.

## 3.2 Wahrscheinlichkeiten

Diese Wahrscheinlichkeiten zu verstehen, ist daher entscheidend, um Risiken zu verstehen. Die Sprache der Wahrscheinlichkeit kann verwirrend sein, da Menschen eine jährliche Hochwasserwahrscheinlichkeit von einem Prozent (oder eins zu 100) nicht intuitiv verstehen. Die Verwendung des alternativen Konzepts der geschätzten Wiederkehrperiode, wie z.B. ein Jahrhunderthochwasser, wird auch als Hochwasser missverstanden, das in den nächsten 100 Jahren mit Sicherheit eintritt, oder manchmal sogar als Hochwasser angenommen, das nur einmal in 100 Jahren auftreten kann. Ebenso können zwei Ereignisse mit derselben gemeldeten Wiederkehrperiode unterschiedlich stark sein und folglich unterschiedliche Auswirkungen auf dieselben Leute haben. Wenn die Ungewissheiten weitreichend sind oder schlecht verstanden werden, zum Beispiel aufgrund unzureichender Daten, kann die Vermittlung des Hochwasserrisikos in Sachen Überschwemmungswahrscheinlichkeit und ihre Verwendung im Hochwassermanagement irreführend sein.

Die Verwendung der zu aktualisierenden Karten der Überschwemmungsgebiete (SGD Nord vom 20.9.2021) zur Vermittlung von Gefahren und damit verbundenen Risiken ist daher eine wertvolle Hilfe bei der Entscheidungsfindung. Hochwassergefahrenkarten sind visuelle Hilfsmittel zur Vermittlung der Gefahrensituation im Gebiet der Ahr bzw. zur Beurteilung wo eine schnelle Bebauung zulässig ist. Diese Karten sind ebenso wichtig für die Planung von Erschließungsaktivitäten, für die Notfallplanung und die Entwicklung von Strategien. Hochwasserrisikokarten beinhalten Informationen zu Hochwassergefahren innerhalb des Datenkontexts über gefährdete Vermögenswerte und gefährdete Menschen und deren Anfälligkeit für die Gefahr. Diese Informationen können häufig in Form des erwarteten Schadens ausgedrückt und als ergänzende Instrumente zur Entscheidungsfindung benutzt werden.

Die Hochwasservorhersage ist ein weiteres wichtiges Instrument, das Menschen, die immer noch einem Risiko ausgesetzt sind, Vorabinformationen zu Überschwemmungen zur Verfügung stellt, um Leben und Eigentum zu retten. Ohne eine Analyse der physischen Ursachen registrierter Überschwemmungen und des geophysischen, biophysischen, anthropogenen oder menschengemachten Kontexts, welche das Potential für Überschwemmungsbildung festlegt, haben Vorhersagen jedoch das Potential, entweder durch Unter- oder Überschätzung der Gefahr zu den durch die Überschwemmung verursachten Schäden beizutragen. Die Modellierung der heutigen Gefahren birgt viele Herausforderungen und sollte vom Land organisiert werden.

Für die Prognose künftiger Überschwemmungsrisiken gibt es sogar noch größere Unsicherheitsquellen. Die Annahme, die üblicherweise getroffen wird, ist, dass künftige Überschwemmungsmuster eine Fortsetzung der Vergangenheit seien, da sie aus den gleichen zyklischen Prozessen des Klimas, des Geländes, der Geologie und anderer Faktoren erzeugt werden. Wo diese Annahme zutrifft, gilt ein System als stationär, was Zukunft aus der Vergangenheit vorhersehbar macht. Trifft diese Annahme nicht zu, was im Ahrtal zu erwarten ist, wird die Zukunft viel ungewisser.

Für Überschwemmungen in den betroffenen Städten und Gemeinden sind die mit fortschreitender Urbanisierung schnelle Erschließung überschwemmungsgefährdeter Gebiete und mit dem Klimawandel verbundene Veränderungen von Wettermustern zwei potentielle Hauptquellen für das, was folglich als nicht-stationär bezeichnet wird (d.h. vergangene Muster und Trends sind schlechte Vorhersager für die Zukunft).



### **3.3 Urbanisierung / Hochwasser- / Überschwemmungskarten**

Es muss davon ausgegangen werden, dass trotz der Rückschläge, die die Überflutung mit sich gebracht hat, eine weitere Erschließung von Baugebieten und verhaltener weiterer Urbanisierung wohl ein unvermeidlicher, unaufhaltsamer und positiver Trend ist, der jedoch das Potential hat, das Überschwemmungsrisiko deutlich zu erhöhen. Die Prognose des künftigen Bevölkerungswachstums in den Städten und Gemeinden ist jedoch mit Ungewissheiten verbunden, was den Umfang und die räumliche Verteilung der Bevölkerung angeht. Gleichermaßen werden die Auswirkungen des künftigen Wachstums auf das Überschwemmungsrisiko durch die Politik und die Entscheidungen von Stadtbewohnern beeinflusst, da letztere – oder auch nicht – in überschwemmungsgefährdeten Gebieten siedeln oder geeignete städtische Planungen oder Entwürfe anwenden können.

Es gibt auch erhebliche Ungewissheiten bei klimatischen Vorhersagen. Dies ist der Schwierigkeit, den künftigen Verlauf der sozioökonomischen Entwicklung genau vorhersagen zu können, geschuldet, und damit dem unvollständigen Wissen über das Klimasystem und der Grenzen der Computermodelle, die zur Erzeugung von Vorhersagen benutzt werden. Die absolute und relative Bedeutung verschiedener Quellen der Ungewissheit hängt vom räumlichen Maßstab, der Vorlaufzeit der Vorhersage und der berücksichtigten Kennwerte ab.

Die unvermeidliche Schlussfolgerung ist, dass die Genauigkeit oder Präzision langfristiger Vorhersagen von Überschwemmungsrisiken niedrig sein wird und dass ein übermäßiges Vertrauen in künftige Wahrscheinlichkeiten nicht angemessen ist. Es ist gleichermaßen offensichtlich, dass eine besser geplante und geführte Entwicklung das erwartete Wachstum künftiger Überschwemmungsrisiken abmildern kann.

Die Entwicklung angemessener Anpassungen, die gegen ein ungewisses künftiges Risiko schützen werden, ist weiter erschwert durch eine Kombination von Charakteristika der zu schützenden Infrastruktur und den langen Vorlauf- und Bindungsfristen für städtische und kommunale Hochwasserschutzinfrastrukturen und -projekte.

Dies kann dazu führen, dass große Hochwasserschutzprojekte noch vor ihrer Fertigstellung vor neuen Herausforderungen stehen.

Der Schutz vor künftigen Überschwemmungen erfordert daher robustere Konzepte für das Hochwassermanagement, die mit größeren Unwägbarkeiten fertig werden oder sich an ein breiteres Spektrum von Zukunftsszenarien anpassen können. Dies könnte dazu führen, dass man sich stärker auf flexiblere, schrittweise Ansätze für das Hochwasserrisikomanagement verlässt, eine größere Flexibilität in die Gestaltung technischer Maßnahmen einbezieht oder eine potenzielle Überspezifizierung von Maßnahmen akzeptiert.

Mit einem soliden Verständnis der Ursachen und Auswirkungen von Überschwemmungen in den betroffenen Städten und Gemeinden, einer Einschätzung der wahrscheinlichen künftigen Überschwemmungswahrscheinlichkeit und der damit verbundenen Unsicherheiten sowie dem Wissen um die Möglichkeiten und Grenzen verschiedener Ansätze für das Hochwasserrisikomanagement können politische Entscheidungsträger einen integrierten Ansatz für das Hochwasserrisikomanagement verfolgen.

### **3.4 Hochwasserrisiko**

Eine der wesentlichen Aufgaben der anstehenden Planungen sollte sein, das Konzept der Hochwassergefahr in eine Abschätzung der Hochwasserrisiken zu übertragen. Die folgenden Fragen sollen dazu dienen, die Dringlichkeit und Notwendigkeit der Bekämpfung des Hochwasserrisikos im Vorfeld eines Ereignisses zu beurteilen und bei der Bewältigung eines tatsächlichen Hochwassers zu helfen:

- Welche Auswirkungen haben Überschwemmungen insbesondere auf städtische Gebiete?
- Wer und was ist betroffen und wie lange?
- Welchen Einfluss hat die Verstädterung auf das Hochwasserrisiko?
- Wie können Ressourcen gezielt eingesetzt werden, um die am meisten gefährdeten Menschen zu schützen?

Die folgenden Kernaussagen dieses sind als Leitfaden für ein Hochwasserkonzept zu bewerten:

- Die anhaltende Verdichtung der Bebauung stellt die bestehende Infrastruktur für das Hochwassermanagement vor große Herausforderungen, bietet aber auch die Chance, neue Siedlungen zu entwickeln, die von Anfang an ein integriertes Hochwassermanagement berücksichtigen. Bei der Erarbeitung der Flächennutzungs- und Bebauungspläne ist auf die Integration von Versickerungsflächen, Anordnung von Grünflächen, durchlässige Oberflächen und dezentrale Retentionen in den Wohngebieten zu achten.
- Eine wesentliche Vorgabe, wie künftig die Anordnung der Weinberge und Ackerflächen sollte auch an die Landwirtschaft ergehen.
- Direkte Auswirkungen von Großereignissen stellen das größte Risiko für Leben und Eigentum dar, aber auch indirekte und langfristige Auswirkungen und regelmäßige kleinere Überschwemmungen können andere Entwicklungsziele untergraben.
- Die benachteiligten und sozial schwächeren Bevölkerungsgruppen leiden am meisten unter dem Hochwasserrisiko. Die Kartierung des Risikos und der Anfälligkeit hilft dabei, die Ressourcen auf ihren Schutz auszurichten. Solche Kartierungen sollten Bestandteil des empfohlenen Master Plans sein.

## **4 EMPFEHLUNGEN FÜR EIN INTEGRIERTES HOCHWASSERRISIKOMANAGEMENT**

### **4.1 Strukturelle Maßnahmen**

Folgende bauliche Maßnahmen, die im Rahmen eines integrierten Ansatzes für das Hochwasserrisikomanagement zur Kontrolle des Wasserflusses sowohl außerhalb als auch innerhalb städtischer Siedlungen eingesetzt werden sollten sein: Zu den beschriebenen Maßnahmen gehören sowohl die traditionell als bautechnisch schwierig angesehenen Lösungen wie Entwässerungskanäle als auch natürlichere und nachhaltigere ergänzende oder alternative Maßnahmen wie Feuchtgebiete, Flussauen und

natürliche Puffer. Ein integrierter Ansatz für ein zwingend notwendiges Länderübergreifendes Hochwasserrisikomanagement sollte im Rahmen des Masterplans Hochwasser Ahr als eines der Hauptziele definiert werden. Der Schwerpunkt liegt dann auf den Strukturmaßnahmen selbst. Es sollten unter anderem folgende Fragen beantwortet werden:

- Was ist ein integrierter Ansatz?
- Welche strukturellen Maßnahmen können politische Entscheidungsträger in Betracht ziehen, um das Hochwasserrisiko insbesondere in städtischen Gebieten zu mindern?
- In welchen Fällen sind strukturelle Maßnahmen wirksam?

Als Kernaussagen werden die folgenden Punkte empfohlen::

- Eine integrierte Strategie erfordert in der Regel den Einsatz sowohl von strukturellen und nicht-strukturellen Maßnahmen.
- Die strukturellen Maßnahmen reichen von technisch aufwendigen Eingriffen wie Maßnahmen in den Überschwemmungsgebieten und Rückhaltebecken bis hin zu eher natürlichen Ansätzen wie Feuchtgebieten und Begrünungsmaßnahmen

Sie umfassen die Wasserbewirtschaftung im Einzugsgebiet und in den Städten und Gemeinden. Gesamtentwässerungspläne sind ggf. neu zu bearbeiten. In einigen Bereichen wird die Umstellung von dem bei uns üblichen Mischsystem der Kanalisation auf ein Trennsystem, also getrennte Ableitung von Regen- und Schmutzwasser empfohlen.

- Aufwändige bauliche Maßnahmen können bei richtigem Einsatz sehr wirksam sein, aber sie haben ein gemeinsames Merkmal: Sie neigen dazu, das Hochwasserrisiko von einem Ort zu verlagern, um es an einem anderen zu erhöhen. Unter bestimmten Umständen ist dies akzeptabel und angemessen, in anderen Fällen hingegen nicht.
- Eine Wiederherstellung und Wiederaufbau der Systeme, Infrastruktur und Gebäude wie jetzt angedacht, wird ohne Masterplan nicht empfohlen, ebenso wie das rücksichtslose Bauen im jetzt schon bekannten Überflutungsgebiet.
- Menschliche Siedlungen werden durch Maßnahmen des Hochwasserrisikomanagements geschützt, seit es sie gibt. Der Erfolg traditioneller Methoden bei der Begrenzung von Hochwasserschäden und die Erfahrung, dass es trotz solcher Maßnahmen immer wieder zu Überschwemmungen kommt, haben zu Leitprinzipien und Lehren für das Hochwasserrisikomanagement geführt, die etwas widersprüchlich sind. Der moderne Ansatz, der sich herausgebildet hat, wird oft als integriert oder ganzheitlich bezeichnet. In der städtischen Umwelt des 21. Jahrhunderts, die viel komplexer und oft viel größer ist als ihre historischen Pendanten, sind Maßnahmen in einem viel größeren Maßstab erforderlich. Zur Verringerung des Hochwasserrisikos ist ein integriertes Hochwasserrisikomanagement erforderlich, das in der Regel sowohl strukturelle als auch nicht-strukturelle Managementmaßnahmen umfasst.

Vor diesem Hintergrund sollten die Verantwortlichen auf Länder, Kreis- und Gemeindeebene für städtische Gebiete das Einzugsgebiet als Ganzes betrachten, da die wirksamste Maßnahme zur Risikominderung ein flussaufwärts gerichteter Ansatz sein kann. Da es jedoch unrealistisch ist, zu erwarten, dass alle Überschwemmungen von

den Städten ferngehalten werden können, sehen sich die Verantwortlichen zusätzlich mit dem immer komplexeren Verhalten des Hochwassers konfrontiert, sobald es die städtische bebaute Umwelt erreicht. Die Interaktion von Hochwasser mit konzentrierten Bebauungszentren, Gebäuden und städtischer Infrastruktur ist charakteristisch für Überschwemmungen in den bebauten Bereichen und erfordert eine Reihe spezifischer Lösungen, die im Rahmen der Masterplanung erarbeitet werden sollten.

#### **4.1.1 Ein integrierter Ansatz für das Hochwasserrisikomanagement**

Das Hochwasserrisikomanagement erfordert die ganzheitliche Entwicklung einer langfristigen Strategie, die einen Ausgleich zwischen den aktuellen Bedürfnissen und der künftigen Nachhaltigkeit schafft. Eine integrierte Strategie erfordert in der Regel den Einsatz sowohl struktureller als auch nicht-struktureller Lösungen. Es ist wichtig, die Höhe und die Merkmale des bestehenden Risikos und die wahrscheinlichen künftigen Veränderungen des Risikos zu erkennen. Die Verringerung dieses Risikos erfordert dann eine Reihe von Maßnahmen, die einzeln zur Risikominderung beitragen. Nachdem die Maßnahmen ergriffen wurden, bleibt ein Restrisiko bestehen. Derartige Ansätze wurden im Ahrtal bislang nicht gemacht und sollten bei den anstehenden Planungen Länder übergreifend berücksichtigt werden.

Maßnahmen zum Schutz der Menschen vor Überschwemmungen durch die Planung und Bewirtschaftung städtischer Umgebungen werden oft als „nicht-strukturelle“ oder „weiche“ Maßnahmen bezeichnet. Die beiden Arten von Maßnahmen ergänzen einander und sind beides Teile des integrierten Ansatzes.

Integriertes Hochwasserrisikomanagement beinhaltet auch die Erkenntnis, dass Hochwasserrisiken niemals vollständig beseitigt werden können und dass die Widerstandsfähigkeit gegenüber Hochwasserrisiken die Verbesserung der Fähigkeit von Menschen und Gemeinschaften zur Anpassung an und Bewältigung von Hochwasser beinhalten kann.

Die Reduzierung des Hochwasserrisikos für städtische Gebiete als politische oder wirtschaftliche Einheiten muss auf einer Reihe von Ebenen betrachtet werden, einschließlich der Ahr und deren Wassereinzugsgebiets als Ganzes. Denn die Hochwasserquelle kann sich in einiger Entfernung vom betroffenen Rezeptor (in diesem Fall eine Stadt oder Gemeinde) befinden. Die beste Option könnte daher darin bestehen, das Hochwasserproblem anzugehen, bevor es die städtische Umgebung erreicht. Die betroffenen Länder Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz sollten hier ein einheitliches Konzept entwickeln.

Die Auswahl möglicher Lösungen beinhaltet die Identifizierung technisch machbarer Maßnahmenpakete, die auf das jeweilige Hochwasserszenario zugeschnitten sind, und sollte in Absprache mit erfahrenen technischen Fachleuten durchgeführt werden. Die Entwicklung der endgültigen Strategie sollte durch einen partizipativen Prozess durchgeführt werden, an dem alle Bevölkerungsgruppen und Institutionen beteiligt sind, die ein berechtigtes Interesse am Hochwassermanagement haben, einschließlich Personen, die von Hochwasser gefährdet oder direkt betroffen sind. Hier ist die Kommunalpolitik gefordert.

Bei der Festlegung der Strategie sollten sowohl zeitliche als auch räumliche Aspekte berücksichtigt werden. Bauliche Lösungen wie Hochwasserschutz und Fördersysteme

können eine langfristige Lösung für Hochwasserrisiken darstellen, indem sie Überschwemmungsgebiete durch den Schutz bestehender Siedlungen bewohnbar machen. Nicht-strukturelle Lösungen wie Hochwasserwarnsysteme, Evakuierungsplanung und koordinierte Wiederherstellungsverfahren sind auch für den Schutz der Bevölkerung von Städten und Gemeinden erforderlich, die bereits von Hochwasser bedroht sind, unabhängig davon, ob sie durch Sicherungsmaßnahmen geschützt sind oder nicht. Schneller umsetzbare Maßnahmen (wie Betrieb und Instandhaltung, Begrünung städtischer Flächen, verbesserte Entwässerung, bauliche Gestaltung und nachträgliche Schutzmaßnahmen) können zudem die Besetzung hochwassergefährdeter Gebiete bei gleichzeitiger Minimierung der zu erwartenden Hochwasserschäden ermöglichen.

Gleichzeitig ist eines der wichtigsten Instrumente für eine erhöhte Widerstandsfähigkeit gegen die zunehmenden Risiken, die durch das Wachstum der städtischen Bevölkerung und die Ausweitung städtischer Siedlungen verursacht wurden, die Umleitung solcher Siedlungen weg von Gebieten in hohe Hochwassergefahr. Durch den Einsatz der Bauleitplanung kann sowohl die Hochwassergefährdung als auch der Abfluss in städtische Gebiete reduziert werden. In dem sich verstädternden Ahrtal ist die Möglichkeit, die Bildung neuer Siedlungen und neuer Gebäude besser zu planen, von zentraler Bedeutung, um zu verhindern, dass die prognostizierten Zunahmen der zukünftigen Auswirkungen von Überschwemmungen eintreten. Es ist realistisch anzuerkennen, dass die Entwicklung der Überschwemmungsgebiete aufgrund des Drucks auf das Land, die Kreise und Gemeinden von politischen und wirtschaftlichen Erwägungen geprägt wahrscheinlich fortgesetzt wird. Wo jedoch Neuansiedlungen in hochwassergefährdeten Gebieten geplant und nicht erst entstehen, kann während der Bauphase eine hochwasserangepasste Bauweise zu geringeren Kosten eingesetzt werden, als dies bei einer Nachrüstung der Fall wäre. Eine Förderung vom Land könnte sich hier positiv auf die Einführung solcher Maßnahmen dienen.

Nicht-strukturelle Maßnahmen müssen als potenziell für alle Arten von städtischen Siedlungen anwendbar angesehen werden. Angesichts der Unterschiede in den zukünftigen Herausforderungen, mit denen städtische Siedlungen weltweit konfrontiert sind, und ihrer Entwicklungsziele und Ressourcenbeschränkungen ist es jedoch nicht möglich, die Anwendung von Managementstrategien vorzuschreiben. Die spezifische Lösung oder Lösungsgruppe, die an einem bestimmten Standort optimal ist, können nur nach umfassender Bewertung, Kosten-Nutzen-Analyse und Beratung mit den betroffenen Interessengruppen erreicht werden. Die ausgewählten Maßnahmen müssen mit den relevanten Interessenträgern im Rahmen der Masterplan Bearbeitung entwickelt und ausgehandelt werden und an natürliche, soziale und wirtschaftliche Bedingungen angepasst werden können, die sich voraussichtlich im Laufe der Zeit ändern werden.

#### **4.1.2 Schadlose Ableitung**

Im Zusammenhang mit dem Hochwasserrisikomanagement besteht der Zweck einer schadlosen Regenwasserableitung darin, einen Weg bereitzustellen, um potenzielles Hochwasser aus gefährdeten Gebieten abzuleiten. Traditionell wurde dies als eine Möglichkeit angesehen, das Problem der Überschwemmungen aus der städtischen Umgebung zu beseitigen. Solche Systeme sind oft Teil eines viel umfassenderen Wassermanagementkonzepts. Offene Kanäle kombiniert mit Versickerungsmaßnahmen

und Regenwasserrückhaltung sind in Gesamtentwässerungspläne zu integrieren. Eine Überplanung der bestehenden Konzepte sollte als Chance für langfristige, sozial ausgewogene und gleichzeitig wirtschaftliche Lösung angesehen werden.

Die schadlose Ableitung kann entweder über natürliche oder künstliche Kanäle erfolgen. In abgelegenen Gebieten können Flüsse und Bäche entlang der Ahr in einem völlig natürlichen Zustand sein; In einigen Teilbereichen der Ahr wurde der Fluss stark verändert; und in bestimmten Kontexten kann dann der Hochwassertransport durch speziell gebaute künstliche Kanäle erreicht werden.

Wenn Wasser im Flussbett, Bächen oder Kanälen fließt, muss es genügend Energie haben, um den Reibungswiderstand zu überwinden, der durch den Kontakt mit dem Flussbett und den Seiten entsteht. Diese Energie wird effektiv durch die Neigung des Kanals bereitgestellt. Die Kapazität der Ahr oder deren Nebenflüsse ist eine Funktion von drei Hauptfaktoren: der Querschnittsfläche, der Neigung und dem Reibungswiderstand. In einem langen Kanal mit konstanter Fläche ist es möglich, eine „gleichmäßige Strömung“ zu visualisieren, bei der die Tiefe nicht mit der Entfernung variiert; In diesem Fall besteht ein Gleichgewicht zwischen der Energie, die von der Steigung bereitgestellt wird, und der Energie, die zur Überwindung des Reibungswiderstands benötigt wird.

Es sei darauf hingewiesen, dass „Ableitung“ neben der allgemeinen Bedeutung des Übertragens von Strömung in der Hydraulik eine spezifische Definition hat: Es ist eine Kombination aller Eigenschaften, abgesehen von der Neigung, die die Kapazität bestimmen. Wenn also ein Flussabschnitt für eine bestimmte Länge durch Maßnahmen künftigen neu berechneten Scheitelabflüssen angepasst werden soll, sollte die Abflussleistung des neuen Bauwerks nicht geringer sein als die des alten, wenn die Gesamtneigung nicht geändert werden kann, und wenn eine Verringerung der Kapazität vermieden werden soll. Die Festlegung der Abflüsse, die etwa verdreifacht angesetzt werden müssen, wird eine dramatische Anpassung der flussbaulichen Maßnahmen und der Festlegung der Überschwemmungsgebiete erforderlich machen. Die Maßnahmen und Planungen vor der Flut sind entscheidend zu korrigieren.

Die Beziehung zwischen den physikalischen Eigenschaften des Flussbettes, der Fließgeschwindigkeit und der Wassertiefe kann mit etablierten Software-Modellierungspaketen sowohl für stationäre (zeitkonstante) als auch für instationäre (zeitvariable) Bedingungen simuliert werden. Dies kann mit der Regen-Abfluss-Generierung verknüpft werden, um Hochwasserbedingungen darzustellen, und möglicherweise verwendet werden, um die Entwicklung eines Hochwasserereignisses in Echtzeit vorherzusagen.

### **4.1.3 Regenwasserableitung und Speicherung**

Die Begriffe Ableitung und Speicherung sind eng miteinander verknüpft. Jede Speicherung hat die Wirkung, Hochwasserabflüsse zu dämpfen (Spitzenwerte zu reduzieren). Wenn die Tiefe in einer Länge des Flussbetts ohne zusätzliche Zuflüsse von Nebenflüssen zunimmt, wird die Speicherung innerhalb des Bachlaufs selbst genutzt, und so kommt es zu einer Dämpfung, wenn sich der Hochwasserstrom stromabwärts bewegt. Es tritt auch eine Dämpfung auf, wenn das Speichervolumen der Aue im Abfluss Gebiet genutzt wird. Die Aktivierung von Retentionsräumen und Auenlandschaften, wie in der Aufgabenstellung des Landkreises Ahrweiler definiert, sollte aber zum Ziel haben in einem neuen Hochwasserabflussmodell integriert zu werden.

Herkömmliche Systeme, die die Strömungstragfähigkeit der Ahr oder ihrer Nebenflüsse erhöht haben (durch Verringerung der Rauigkeit oder Begradigung des Laufs und damit Beschleunigung der Strömung), haben den gegenteiligen Effekt, indem sie die Dämpfung des Hochwasserabflusses verringern. Sie können daher das Hochwasserrisiko an einem bestimmten Ort verringern, es aber weiter flussabwärts erhöhen. Jedes Schema, das die überschwemmte Fläche an einem bestimmten Ort verringert, wird in der Tat die Speicherung verringern und daher das Hochwasserrisiko flussabwärts erhöhen. Das Problem ist, dass geplante Speicher am Oberlauf nicht realisiert wurden und somit Hochwasserabflüsse ungedämpft abfließen.

#### 4.1.4 Modifikation von Bach und des Flussbettes

Die Änderung bestehender Bachläufe und des Flussbettes kann technische Verfahren beinhalten, die:

- Den Durchflussbereich vergrößern oder Leitung ändern,
- Die Ufer vor Erosion schützen,
- Die Höhe der Böschungen erhöht.

Die Motivation für eine Änderung kann darin bestehen, das Hochwasserrisiko zu bewältigen, die Ufererosion zu verringern oder die Stadtentwicklung zu erleichtern. Maßnahmen zur Erhöhung der Böschungen sind eine Maßnahme, die genauer betrachtet werden sollte.

Die Ahr und ihre Nebenflüsse werden zur Zeit auch noch durch Instandhaltungsmaßnahmen verändert, wie z. B. Ausbaggern oder Entfernen von Vegetation, Schutt oder Schlick. Das Hauptziel hierbei ist es, die Fähigkeit des Gerinnes, Hochwasser zu transportieren, zu erhalten, indem die Querschnittsfläche wiederhergestellt oder die Rauigkeit verringert wird. Leider ist festzuhalten, dass durch verfrühte Maßnahmen nach dem Hochwasser unsachgemäße Regulierungen entstanden, die zu korrigieren sind.

#### 4.1.5 Vergrößerung des Strömungsquerschnitts oder Veränderung des Flussbettes

Traditionell wurden Eingriffe am Flussbett oder den Bächen durchgeführt, um das Hochwasserrisiko an einem bestimmten Ort zu verringern. Dieser Ansatz hat künstliche Fluss Geometrien hervorgebracht, die sich aus verschiedenen Gründen oft als nicht nachhaltig erwiesen haben. Ein Kernprinzip des modernen Flussbaus besteht darin, dass Flüsse im Allgemeinen dazu neigen, in ihren natürlichen Zustand zurückzukehren, in dem der Hauptkanal die Kapazität für einen bestimmten Fluss hat und nicht mehr. Während die Ahr, als einzigartig behandelt werden muss, entspricht die derzeitige Meinung, dass diese Durchflussrate ungefähr dem mittleren jährlichen Hochwasser entspricht.

**Die bislang angesetzten Abflüsse vor der Flut wurden bei weitem unterschätzt.**

Bestehende Karten vor der Flut wurden als Reaktion auf die Flutkatastrophe bereits 2-mal korrigiert. Neue Konzepte sind sollten für den Pegel Altenahr für Abflüsse von etwa **700 m<sup>3</sup>/s** bemessen werden. Das gilt dann auch für die festgelegten Gefährdungsbereiche wie diese in den Übersichts- und Detailkarten eingezeichnet sind. Diese führen

zum Teil zu eklatanten Fehleinschätzungen der noch zu bebauenden Flächen bzw. der Nutzung der überfluteten Häuser.

Die künstliche Vertiefung eines Flussbettes vergrößert die Querschnittsfläche, kann aber das Gefälle verringern; Das Ergebnis kann eine verringerte Geschwindigkeit und eine erhöhte Ablagerung von Schlick sein, was zu einer Umkehrung der anfänglichen Vertiefung führt. Durch künstliche Verbreiterung kann es zu ufernahen Ablagerungen kommen. Das Abschneiden eines Mäanders verkürzt die Rinne zwischen zwei Punkten und vergrößert daher die Sohlenneigung; dies erhöht die Strömungsbelastbarkeit, erhöht aber auch die Geschwindigkeiten. Das Ergebnis kann eine Erosion der Ufer oder des Bettes (als „Auswaschung“ bezeichnet) zusammen mit Ablagerungen weiter flussabwärts sein; dies wird auch dazu neigen, die anfängliche Versteilung umzukehren.

Unter bestimmten Umständen kann eine Verringerung der Rauheit oder eine Begradigung des Verlaufs lokale Überschwemmungsprobleme lösen, indem die Kapazität des Abflusses erhöht wird, aber eine Verringerung sowohl der Speicherung als auch der Dämpfung ist unvermeidlich. Im Gegensatz dazu, wo der Fluss die Naturalisierung oder Wiederherstellung des Flussbettes umfasst die Rückführung eines Wasserlaufs in einen natürlicheren Zustand (z. B. durch die Wiederherstellung von Mäandern). Dies kann die Speicherung erhöhen, die Dämpfung erhöhen und dadurch das Hochwasserrisiko stromabwärts verringern.

#### **4.1.6 Schutz der Ufer vor Erosion**

Auf der ganzen Welt gibt es viele Erosionsschutzsysteme, von denen viele lokale natürliche Materialien und traditionelle Techniken verwenden. Ufersicherungen gehören zum örtlichen Umfeld und müssen sowohl ökologisch als auch baulich angemessen sein. Bei der Konstruktion geht es auch darum, das Auswaschpotenzial der Strömung zu verstehen. Der Schutz mit natürlichen Materialien kann die Anpflanzung von Vegetation umfassen, beispielsweise Gräser oder Sträucher; In der Nähe der Wasserlinie können Schilf oder Strukturen aus natürlichen Materialien, manchmal in Kombination mit etablierter Vegetation, verwendet werden. Drahtgewebe oder offene Geotextilien können als Erosionsschutz verwendet werden und gleichzeitig die Ansiedlung von Vegetation ermöglichen. Zu den künstlichen Systemen gehören Gabionen (ein korbartiger Behälter aus Maschen- oder Weidengeflecht, gefüllt mit Steinen), Stein, Betonblöcke und Spundwände. Ein Deckwerk ist eine Schutzstruktur mit einer Abdeckung aus losen Steinen (sogenannte Steinschüttungen), Gabionen oder Betonblöcken und einer Unterschicht, die für Drainage sorgt und den Grundboden vor Auswaschung schützt. Ein alternativer Ansatz besteht jedoch darin, die Notwendigkeit eines Uferschutzes zu vermeiden, indem das Ufer zu einem flacheren Hang um profiliert wird, wodurch eine Verringerung der Geschwindigkeiten erreicht wird.

Der Aspekt eines naturnahen Ausbaus des Fluss- und Bachbettes sollten besser Berücksichtigung finden. Hierzu gibt es bislang noch keine schlüssigen Vorschläge. Die zusätzliche Vergabe einer Studie zur konkreten Umsetzung komplementärer Renaturierungsmaßnahmen wird dringend empfohlen.



### 4.1.7 Erhöhung der Uferhöhe

Hier betrachten wir die physikalischen Eigenschaften von Hochwasserwänden und Hochwasserdämmen. Ihre Rolle über die Modifikation des Flussbetts hinaus ist weiter zu vertiefen.

Partielle Hochwasserwände können aus Ziegeln, Mauerwerk, Beton oder Spundwänden errichtet werden. Hochwasserdämme (auch Deiche oder Deiche genannt) sind im Allgemeinen Erdwälle, die einen Tonkern haben können, um das Versickern zu verringern. Sie müssen erforderlichenfalls vor Kolk geschützt werden. Die Höhe der Mauer oder Böschung muss ausreichend sein, um den vorgesehenen Hochwasserschutz zu gewährleisten; Die Festigkeit und Stabilität der Konstruktion muss ausreichen, um langanhaltendem Wasserdruck standzuhalten (z. B. wenn die Hochwasserlinie überstiegen wird). Der Abstand zwischen Böschungen auf gegenüberliegenden Seiten des Flussbetts oder der Bäche hat einen erheblichen Einfluss auf die verfügbare Speicherkapazität, wenn der Wasserstand steigt.

Das Kronenniveau, auf dem die Hochwassermauer oder der Damm errichtet wird, bezieht sich auf die Wahrscheinlichkeit des Hochwassers, gegen das abgewehrt wird. „Freibord“ ist eine zusätzliche Höhe, die bereitgestellt wird, um Unsicherheiten und Welleneffekte zu berücksichtigen. Hochwasserschutzwände können Teil des Flussufers sein, wie z. B. Stützmauern oder relativ weit vom Fluss entfernt sein und sind ausschließlich Hochwasserschutzbauwerke. Letztere können als Landschaftsmerkmale getarnt sein.

Hochwasserdämme müssen ebenso wie Flussufer vor Erosion und Kolk geschützt werden. Die typische Form ist ein Trapez mit flachem Scheitel und schrägen Seiten (typischerweise bei Neigungen zwischen 1:2 und 1:3, Verhältnis vertikal zu horizontal). Böschungen werden normalerweise vom Flussufer zurückversetzt, um sowohl das Erosionsrisiko zu verringern als auch bei Hochwasser einen Stau innerhalb des Fließbereichs zu bieten.

### 4.1.8 Entlastungskanäle

Im Rahmen der Hochwasserabflussmodellberechnungen für verschiedene Lastfälle sind die Wasserstände entlang des Fluss- oder Bachbettes zu ermitteln. Bei Erreichen kritischer Wasserstände können Entlastungskanäle positiv zu einer Verbesserung der Situation beitragen. Entlastungskanäle dienen dazu, einen Teil des Wasserflusses bei höchsten Flusspegeln umzuleiten, indem sie ein Entnahmebauwerk (normalerweise ein Seitenwehr) und einen Kanal zu einem Bereich verwenden, in dem das Wasser ohne nachteilige Auswirkungen sicher abgeleitet werden kann. Ein „normal trockenes“ Entlastungsgerinne befindet sich auf einem höheren Niveau als das Hauptgerinne und führt nur bei Hochwasser Bedingungen durch. Daher kann es bei plötzlichen Überschwemmungen zu Sicherheitsproblemen kommen, da sich die Menschen in dem Gebiet daran gewöhnt haben, das Gebiet für andere Zwecke zu nutzen. Ein „normal nasser“ Kanal führt zu jeder Zeit etwas Strömung, aber in beiden Fällen gibt es eine stromabwärtige Auswirkung der umgeleiteten Strömung.

In einem städtischen Kontext fungieren Entlastungskanäle und können eine bedeutende Komponente im „großen“ Entwässerungssystem sein.

### 4.1.9 Wiederherstellung von Überschwemmungsgebieten

Der Verfasser bezieht sich auf die Karten der Überschwemmungsgebiete vom 20.9.2021, die einer dringenden Anpassung bedürfen. Die Aktualisierten Hochwasserabflüsse sind hierzu als Ausgangssituation zu verwenden.

Die Art der Entwicklung und die rücksichtslose Bebauung in den Auen des Flussbettes der Ahr und der Hauptzuflüsse wurde nach den Erfahrungen als Haupteinschränkung für das Hochwassermanagement identifiziert. Menschen haben sich selbst in Gefahr gebracht und meist nicht durch geeignete Schutzmaßnahmen rechtzeitig Vorkehrungen getroffen.

Städte und Gemeinden sind gewachsen und haben sich zu den Überschwemmungsgebieten ausgeweitet, ohne Rücksicht auf die damit verbundenen Hochwasserrisiken. Landnutzungszonen, Bebauungspläne und ihre wirksame Durchsetzung sind ein wichtiges Managementinstrument bei dem Versuch, eine solche Entwicklung zu verhindern.

Wo der Druck auf das Land dafür zu groß ist, müssen Gebäude so geplant und gebaut werden, dass sie Hochwasserrisiken standhalten. Außerdem ist ein umfassendes Managementprogramm für Überschwemmungsgebiete erforderlich, das untersucht, wie ihre frühere Rolle als Regulatoren von Hochwasserspitzen wiederhergestellt werden kann. Maßnahmen können die Umgestaltung des Flussufers, die überbaut oder blockiert wurden, sein.

Diese Aspekte sind in dem einheitlichen Gesamtplan der Gewässerherstellung stärker zu berücksichtigen, wobei der Begriff „Wiederherstellung“ zu überdenken ist.

## 4.2 Hochwasserspeicher

Die Speicherung von Hochwasser wirkt sich auf die Dämpfung (Reduzierung der Spitze) von Hochwasserabflüssen aus. Dies gilt insbesondere dann, wenn ein erhebliches Speichervolumen zur Verfügung steht und der Abfluss kontrolliert wird. In allen Teilen des natürlichen Wasserkreislaufs gibt es eine Speicherung, die durch die Schaffung zusätzlicher Speichermöglichkeiten innerhalb eines Einzugsgebiets verbessert werden kann.

**Speicherung, vorzugsweise naturnahe Speicherung, ist auch ein Schlüssel zur modernen Siedlungsentwässerungsplanung.**

Die Speicherung ist wahrscheinlich eine Komponente in einer Gesamtstrategie zur Verringerung des Hochwasserrisikos. Dies war bereits 1920 geplant. Die Umsetzung der Planung wurde leider durch den Bau des Nürburgrings gestoppt.

Die Speicherung erfolgt auf natürliche Weise in einem Einzugsgebiet, beispielsweise in der Aue oder, lokaler, in Mulden. Zu den künstlich geschaffenen Speichieranlagen gehören Hochwasserrückhaltebecken im Flussbereich und Rückhaltebecken im bebauten Gebiet. Absichtliches Überschwemmen von Ackerland oder städtischen Gebieten wie Spielfeldern oder Parkplätzen kann ebenfalls genutzt werden. Dieser Aspekt muss in einem neuen Konzept ausführlicher behandelt werden.

Einige große Rückhaltebecken im Abflussbereich bieten zwar eine für das Hochwasserrisiko relevante Dämpfung, können aber zusätzliche Funktionen wie die Wasserversorgung haben. Herkömmliche Ansätze zum Management des Reservoir Betriebs,

die auf rein hydraulischen Erwägungen in Bezug auf die Hauptfunktion des Reservoirs basieren, müssen möglicherweise im Kontext eines integrierten Wasserressourcenmanagements erweitert werden, um einen umweltschonenden Reservoir Betrieb zu erreichen.

Eine weitere wichtige Überlegung betrifft Sedimentflüsse, da die Gefahr besteht, dass Rückhalteseen infolge langfristiger Ablagerungen an Kapazität verlieren.

Wenn mehrere Hochwasserrückhaltebecken in einem Einzugsgebiet geplant sind, muss der Gesamteffekt berücksichtigt werden: Becken an den separaten Nebenflüssen können einzeln zu einer Dämpfung führen, aber wenn die stromabwärts gedämpften Spitzenabflüsse gleichzeitig in den Hauptfluss münden dürfen, ist dies von Vorteil kann verloren gehen.

Hier ist der vorgenannte länderübergreifende Einfluss für den Oberlauf der Ahr von bedeutender Wichtigkeit und bedarf einer klaren Regelung.

#### **4.2.1 Online und offline Speicherung**

Die Online-Speicherung bildet einen Teil der Linie des Hauptflussbetts und der gesamte Fluss fließt durch ihn. Online-Speicher befinden sich normalerweise im oberen Einzugsgebiet eines Flusses und bestehen normalerweise aus einem Staubauwerk, einer Abflussregelung am Auslass und einem Überlauf, um den kontrollierten Abfluss bei Extremereignissen zu umgehen.

Im Gegensatz dazu wird der Nebenspeicher mit Wasser gefüllt, das aus dem Hauptkanal abgeleitet und anschließend wieder in diesen zurückgeführt wird. Es sollte normalerweise mit dem Hauptfluss mit weiten Auen verbunden und besteht typischerweise aus einer Einlassstruktur (meistens einem Wehr), um Wasser aus dem Hauptkanal abzuleiten; der Speicherbereich selbst (häufig ein Reservoir, das aus niedrigem oder ausgehobenem Boden oder durch Stützstrukturen gebildet wird); Abflusssteuerung Rückführung des Wassers in den Fluss (durch Schwerkraft oder Pumpen); und ein Überlauf oder Überlauf.

In beiden Fällen ist zeitnah nach einem Hochwasserereignis eine kontrollierte Entleerung erforderlich, um Speicher für Folgeereignisse zur Verfügung zu stellen. Zu den Vorrichtungen zur Steuerung des Auslassflusses gehören Öffnungen, Drosselrohre und Vorrichtungen, die Wirbelbewegungen induzieren, um den Fluss zu steuern (wodurch die Flusskontrolle weniger abhängig von unterschiedlichen Wassersäulen ist). Die größte Wirkung des Speichers auf die Reduzierung des Hochwasserrisikos kann durch die Kontrolle des Zuflusses und Abflusses erzielt werden, um sicherzustellen, dass der Speicher bei einem Starkregen nicht zu früh oder zu spät gefüllt wird, aber dies erfordert ein komplexes Echtzeitsystem und Kontrolle.

#### **4.2.2 Nutzung einer temporären Speicherung**

Es besteht ein erheblicher Spielraum für die vorübergehende Speicherung von Regenwasser in den Gebieten der Städte und Gemeinden durch die Nutzung von Flächen mit anderen Hauptfunktionen, z. B. Parklandschaften, Spielfeldern oder Parkplätzen. Wasser kann aus Flüssen oder Kanälen zu diesem Speicher umgeleitet werden, typischerweise über Wehr; alternativ kann der städtische Abfluss des Stadtgebiets als

„Überfluss“ in den Speicher gelangen, wenn die Kapazität des Entwässerungssystems (des „Nebensystems“) überschritten wurde.

Die nachfolgend beschriebene Methode deckt die wesentlichen Aspekte der Ermittlung geeigneter Standorte für die Zwischenlagerung und Planung ihrer Nutzung ab. Detaillierte Entwurfsüberlegungen sind hier nicht enthalten.

- Geeignete Orte für die Zwischenspeicherung sind zu identifizieren.
- Die maximale Überflutungstiefe für jeden Standort ist zu bestimmen.
- Das bereitgestellte Speichervolumen, eingefügt in ein hydraulisches Modell der Gesamtentwässerungspläne bzw. des zu aktualisierenden Hochwasserabflussmodells für die Ahr ist gegebenenfalls abzuschätzen.
- Gesundheits- und Sicherheitsaspekte, sind zu berücksichtigen.

Geeignete Orte für die Zwischenspeicherung sind zu identifizieren. Typische städtische Merkmale, die als Zwischenspeicher verwendet werden, sind in der nachfolgenden Tabelle angegeben. Es ist zu beachten, dass der Standort:

- Relativ selten zur Speicherung von Hochwasser verwendet wird,
- Normalerweise eine andere Hauptnutzung haben (Parkplatz, Spielfeld usw.) wird,
- Wahrscheinlich nicht die Hauptnutzung haben wird, während der Standort zum Speichern von Regenwasser verwendet wird.

Die maximale Überflutungstiefe ist für jeden Standort zu bestimmen. Empfohlene maximale Überschwemmungstiefen sind in der nachfolgenden Tabelle angegeben.

**Tabelle 4.1.3.2-1: Arten der Zwischenspeicherung in städtischen Gebieten**

Speichertyp	Beschreibung	Maximale Wassertiefe
Parkhäuser	Wird verwendet, um Regenwasser vorübergehend zu speichern. Tiefe aufgrund potenzieller Gefahren für Fahrzeuge, Fußgänger und angrenzende Grundstücke begrenzt.	0,2 m
Kleinere Straßen	Straßen mit Geschwindigkeitsbegrenzungen von bis zu 30 km/h, bei denen die Wassertiefe konstruktionsbedingt kontrolliert werden kann	0,1 m
Erholungsgebiete	Harte Oberflächen, die typischerweise für Basketball-, Fußball-, Hockey- und Tennisplätze verwendet werden.	0,5m; aber wenn Bereich gesichert werden kann, 1,0 m
Schulspielplätze	Spielplätze können einen erheblichen Überschwemmungsspeicher bieten. Auf die Sicherheit der Kinder ist besonders zu achten.	0,3 m
Spielefelder	Unterhalb des Bodenniveaus der Umgebung gelegen und kann ein weites Gebiet abdecken und ein erhebliches Überschwemmungsvolumen bieten.	0,5 m; aber wenn Bereich gesichert werden kann, 1,0 m
Parklandschaft und Campingplätze	Kann oft einen Ablauf enthalten. Es ist darauf zu achten, dass das Hochwasser getrennt und kontrolliert abgeführt wird, um eine Überschwemmung stromabwärts zu verhindern.	0,5 m; aber wenn Bereich gesichert werden kann, 1,0 m
Industriegebiete	Lagerflächen von geringem Wert. Bei der Auswahl sollte sorgfältig vorgegangen werden, da einige Bereiche zu einer erheblichen Verschmutzung der Oberflächengewässer führen können.	0,5 m

Das bereitgestellte Speichervolumen ist abzuschätzen und in ein hydraulisches Modell einzubauen.

Anhand der maximalen Überschwemmungstiefe und der topografischen Daten des Speicherortes kann das verfügbare Speichervolumen an verschiedenen Standorten abgeschätzt werden. Bei Verwendung eines hydraulischen Modells zur Simulation von Hochwasserabflüssen kann die vorteilhafte Wirkung einer Zwischenspeicherung für verschiedene Hochwasserereignisse aus dem Modell ermittelt werden.

Der Zwischenspeicher können in das „kleine“ städtische Entwässerungssystem oder in einen Fluss oder Hochwasserkanal entleert werden, der durch eine Abflussregelungsvorrichtung führt. Unter Umständen ist es erforderlich, das gespeicherte Wasser durch Pumpen zu entleeren. Unter anderen Umständen ist es möglich, sich auf Infiltration und sogar Verdunstung zu verlassen, obwohl in diesen Fällen die Entleerungszeiten länger sind, was zu einer erheblichen Verzögerung bei der Rückkehr des Bereichs zu seiner primären Funktion führt.

Gesundheits- und Sicherheitsaspekte sind zu berücksichtigen. Die wichtigsten Gesundheits- und Sicherheitsüberlegungen sind wahrscheinlich:

- Zugangs- und Fluchtwege für Personen.
- Wassertiefe.
- Wassergeschwindigkeit als potenzielle Gefahr für Menschen, die durch fließendes Wasser gehen müssen.
- Stolperfallen (insbesondere, wenn die Gefahr untergetaucht ist).
- Klare Information der Öffentlichkeit über die Doppelnutzung des Gebiets.
- Wartung zum Entfernen von Ablagerungen.

### 4.2.3 Entwässerungssysteme

Entwässerungssysteme müssen in der Lage sein, sowohl Abwasser als auch Regenwasser zu bewältigen und gleichzeitig Probleme für Mensch und Umwelt, einschließlich Überschwemmungen, zu minimieren. Die Urbanisierung hat erhebliche Auswirkungen auf die Auswirkungen der Abflüsse auf die Umwelt: Wenn beispielsweise Regen auf undurchlässige künstliche Oberflächen fällt und durch ein Rohrsystem abgeleitet wird, gelangt er viel schneller in den Vorfluter, als dies der Fall wäre getan haben, als sich das Einzugsgebiet in einem natürlichen Zustand befand. Dies führt zu einem schnelleren Aufbau von Abflüssen und höheren Spitzen, was das Risiko von Überschwemmungen (und Verschmutzungen) im Vorfluter erhöht. Viele urban Entwässerungssysteme verschieben lediglich ein lokales Überschwemmungsproblem an einen anderen Ort und können das Problem verstärken.

**Natürliche Systeme zur Ableitung von Regenwasser sind zu bevorzugen. Die Potentiale zur lokalen Infiltration des Regenwassers sind ausführlicher als bisher angedacht zu untersuchen. Es gilt dennoch, die Abflüsse aus den bebauten und unbebauten Gebieten unter Ansatz verschiedener Abflussbeiwerte als Grundlage in das zu verwendende Hochwasserabflussmodell im gesamten Einzugsgebiet einzusetzen.**

## 4.2.4 Kanalisation und Abflüsse

Wenn das Entwässerungssystem eines städtischen Gebiets durch ein „Abwassersystem“ verrohrt wird, gibt es zwei Ansätze: „Mischsystem“ oder „Trennsystem“.

Die älteren Teile der Städte und Gemeinden werden mit dem Mischsystem entwässert, wobei Abwasser und Regenwasser gemischt und zusammengeführt werden. Das System führt den kombinierten Fluss zum Einleitungspunkt in das natürliche Wassersystem, üblicherweise über Regenüberlaufbecken in eine Kläranlage, die behandeltes Abwasser abführt. Für die bebauten Gebiete ist die zusammenfassende Aufstellung der vorhandenen oder geplanten Kanalsysteme und Regenwasserbehandlung als Grundlage für das Hochwasserabflussmodell zu erarbeiten.

Bei Starkregenereignissen wird der Regenwasserstrom den Abwasserstrom mengenmäßig stark dominieren, aber es ist kaum möglich, im gesamten System eine ausreichende Kapazität für Regenwasser bereitzustellen, das aus Abflüssen von Starkregen entsteht. Bei Trockenwetter fließt nur ein kleiner Teil der des Gesamtabflusses zur Kläranlage ab.

Bei Starkregen läuft ein erhebliches Volumen des Abflusses direkt oder über Regenüberlaufbecken zum Vorfluter ab. Ohne Regenüberlaufbecken würden eine verdünnte Mischung aus Abwasser und Regenwasser direkt in die Ahr abgeleitet. Dem Verfasser liegen derzeit keine Informationen über die Gesamtentwässerungspläne vor.

In den Gebieten, die im Mischsystem entsorgt werden, wird die Kapazität des Kanalnetzes ebenfalls bei extremen Regenwasserabflüssen überschritten. Hier führt die „Überlastung“ des Systems zu einer Überschwemmung der Oberfläche und da das Hochwasser dann Abwasser enthält, wären ohne Regenüberlaufbecken eine damit verbundene Umweltverschmutzung und gesundheitliche Auswirkungen gegeben.

Beim Trennsystem werden Abwasser und Regenwasser durch getrennte Rohre abgeleitet, die oft parallel gebaut werden. Abwasser wird zur Kläranlage geleitet, während Regenwasser in der Regel direkt in den nächsten Wasserlauf eingeleitet wird.

Die Entsorgung von Fäkalien und Abwasseraus aus dezentralen Entsorgungsanlagen ist meist mittels Klärgruben gesichert. In Gebieten ohne herkömmliche Kanalsysteme erfolgt die Ableitung des Regenwassers typischerweise mittels nicht ausgekleideter Kanäle entlang der Straßenseite. Besser gebaute Kanäle sind abschnittsweise mit Stein oder Beton ausgekleidet und in die bebauten Gebiete integriert worden. Offene Abflüsse sind viel billiger zu bauen als Regenwasserkanäle, und obwohl sie leicht durch Schutt oder Abfall von der Oberfläche verstopft werden können, lassen sich solche Verstopfungen leichter überwachen und entfernen als in Rohrsystemen. Die Wartung ist von entscheidender Bedeutung, nicht nur um offensichtliche Verstopfungen zu entfernen, sondern auch um abgelagerte Sedimente zu entfernen und das Material dann zu entsorgen, damit es nicht wieder in den Abfluss gelangt. Bei Starkregen kann die Kapazität einer offenen Regenwasserentwässerung schnell überschritten werden. Der Überlauf sollte zu einem bestimmten „Hauptsystem“ erfolgen. Dem Verfasser liegen derzeit keine Gesamtentwässerungspläne vor, es wird empfohlen, zeitgleich zu den Planungen der „Gewässerwiederherstellung“ aktualisierte Abflüsse aus der Kanalisation zu verwenden.

Wo es kein geeignetes System zur Abwasserentsorgung gibt, besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass offene Abflüsse durch Schmutzwasser verunreinigt werden. Dies könnte aus Gebieten ohne Kanalisation oder aus Einleitungen aus vereinfachten Kanalisationen stammen, die nicht zu einer Kläranlage führen. Offene Abflüsse können

auch für die Entsorgung von Hausmüll missbraucht werden. Wenn die Qualität des in offenen Kanälen geführten Regenwassers aus diesen Gründen ein Problem darstellt, können die Möglichkeiten zur Nutzung naturnaher Systeme der Siedlungsentwässerung, die auf der Speicherung oder Versickerung von Regenwasser beruhen, eingeschränkt sein.

#### **4.2.5 Schnittstelle zu Flusssystemen**

Abflüsse aus bebauten Gebieten sind eine Teilmenge der Hochwasserabflüsse. Wie auch immer sie gestaltet sind, sie müssen in die Ahr oder ihre Nebenflüsse oder andere Hochwassertransportsysteme schadlos abgeleitet werden. Während der Überschwemmungen im Sommer 2021 wurden eine Vielzahl von Grundstücken überschwemmt.

Die Kanalisation kann jedoch nicht isoliert betrachtet werden, da ihre Kapazität durch steigende Pegel in den Vorflutern reduziert wird. Wenn die Kapazität eines städtischen Entwässerungssystems die Hauptursache für Überschwemmungen ist, sollte Maßnahmen zu zur Kapazitätserhöhung untersucht werden. Das Überflutungsrisiko zumindest im bebauten Gebiet könnte dann eingegrenzt werden. durch eine Erhöhung der Kapazität verringert werden. Dies ist nur dann angemessen, wenn eine ausreichende Kapazität im nachgeschalteten System vorhanden ist.

#### **4.2.6 Naturnahe Systeme**

Ein Schlüsselmerkmal vieler künstlicher Stadtentwässerungssysteme im Vergleich zu natürlichen Systemen ist, dass ein schnellerer Ablauf von Abflüssen und höhere Abfluss-Spitzen entsteht, was zu einem Anstieg des Hochwasserrisikos führt. Es ist möglich, das Einzugsgebiet in einen natürlicheren Zustand zu versetzen, indem man auch im Nachhinein natürlichere Methoden der Entwässerung einsetzt.

Dabei können die Versickerungs- und Speichereigenschaften von naturnahen Einrichtungen wie Versickerungsgräben und -mulden oder Teichen genutzt, die allesamt die Reaktion der Abflüsse des Einzugsgebiets verlangsamen, die Abflussspitzen verringern und somit das Hochwasserrisiko verringern.

Solche modifizierten Entwässerungssysteme helfen nicht nur, Hochwasser zu verhindern, sondern verbessern auch die Wasserqualität. Darüber hinaus können sie die physische Umwelt und die Lebensräume von Tieren im Einzugsgebiet verbessern. Es gilt die Städtischen Entwässerungssysteme nachhaltig aufzurüsten.

Wo immer möglich, sollte Regenwasser in kleinen, kostengünstigen Teileinzugsgebieten abgeleitet werden, anstatt in zu großen Systemen. Regenwasser sollte nur dann an einen anderen Ort (Unterlieger) geleitet werden, wenn es nicht direkt vor Ort entsorgt bzw. versickert werden kann.

Wie alle Entwässerungssysteme sind nachhaltige städtische Entwässerungssysteme so konzipiert, dass sie Kapazität für ein Starkregens einer bestimmten Häufigkeit bereitstellen. Bei extremeren Ereignissen werden wahrscheinlich höhere Abflüsse entstehen und müssen vom Hauptentwässerungssystem und letztendlich vom größeren Vorfluter abgeführt werden.



Viele Teilsysteme für eine nachhaltige städtische Entwässerungssysteme basieren auf der Versickerung in den Boden. Das Risiko einer Grundwasserverschmutzung ist ein wichtiger Gesichtspunkt, insbesondere wenn Oberflächenabflüsse verschmutzt sind und das Grundwasser für die Trinkwasserversorgung verwendet wird. Es wird empfohlen über eine Reduzierung der Abflussbeiwerte im Einzugsgebiet nachzudenken. Hierzu gibt es verschiedene Möglichkeiten, wie durchlässige Straßenbelläge um Versickerung zuzulassen oder dies nicht zu behindern. Die Hauptelemente einer nachhaltigen Regenentwässerung können sein:

- Versickerungsrigolen.
- Begrünte Oberflächen.
- Durchlässige Pflasterung.
- Versickerungsbecken.
- Rückhaltebecken.
- Nutzung der Feuchtgebiete.
- Speicherpotenzial von Flachdächern.
- Gründächer.
- Dezentrale Wasserspeicher, bestehend aus einer Regentonne oder einem bodennahen Tank für die Nutzung im Garten.

Anstelle des direkten Hausanschlusses an das Entwässerungssystem kann das von den Dächern gesammelte Wasser an der Unterseite des Fallrohrs abgeleitet werden, um in nahegelegenen, durchlässigen Bereichen zu versickern. Das Aufstauen von befestigten Flächen zur Aufnahme starker Regenfälle kann erreicht werden, indem der Zufluss zum verrohrten Entwässerungssystem begrenzt wird, wodurch das Hochwasserrisiko stromabwärts verringert wird. Bei dem sehr hohen Überschwemmungsrisiko im Einzugsgebiet der Ahr, sind solche Maßnahmen nur mit Einbindung der Bevölkerung zu realisieren. Eine Verdrängung der Probleme ist nicht zielführend. Darüber hinaus gilt es, wo immer möglich, Speicherpotentiale der Landschaft zu nutzen.

Rückhaltebecken sind aus der Landschaft geformte Speicher mit kontrolliertem Abfluss. Sie speichern Regenwasser vorübergehend und sind zwischen den Regenergebnissen trocken. Sie ermöglichen eine natürliche Behandlung des Regenwassers und bieten Umwelt- und vermindern Spitzenabflüsse. Wo die Gefahr besteht, dass Teiche zu Mückenbrutstätten werden, ist ein dauerhaft offenes Gewässer nicht sinnvoll. Rückhaltebecken müssen daher so geplant sein, dass sie austrocknen, bevor die Larven Zeit zur Reifung haben. Die beschriebenen Vorteile nachhaltiger städtischer Entwässerungssysteme können in bestehenden städtischen Gebieten durch Nachrüstung realisiert werden. Herausforderungen liegen in der Regel in der Verfügbarkeit von Platz und der Schwierigkeit, bestehende Systeme anzupassen. Gezielte Abläufe können noch die praktikabelste Lösung sein. Eigentlich sollten die Erfahrungen jetzt genutzt werden Anpassungen der Systeme umzusetzen. Dies könnte mittels gezielter Förderprogramme erreicht werden. Auf breiterer Ebene wäre dies eine Komponente eines einzugsgebietsweiten und (zwingend notwendigen) länderübergreifenden Bewirtschaftungsplans: Bei diesem Ansatz wird der Spielraum zur Verringerung des Hochwasserrisikos untersucht, indem geeignete Maßnahmen ermittelt werden, die

stromaufwärts des im Bebauungsgebiet ergriffen werden könnten. So kann die Oberflächenwasserbewirtschaftung auf städtischer Ebene betrachtet und in umfassendere Stadtpläne integriert werden.

Bebauung, insbesondere eine zu dichte Bebauung beeinflusst den natürlichen Wasserkreislauf. Wenn Starkregen fällt, verdunstet etwas Wasser in die Atmosphäre zurück (durch Verdunstung oder Transpiration durch Pflanzen). Ein Teil des Niederschlages versickert an der Oberfläche und wird zu Grundwasser; und der Großteil läuft von der Oberfläche ab. Da die Bebauung den Anteil der undurchlässigen Oberfläche erhöht, führt dies zu mehr Oberflächenabfluss und einer geringeren Versickerung. Wie wir gesehen haben, findet der Oberflächenabfluss seinen Weg zu einem Gewässer viel schneller als das Grundwasser und erhöht daher das Hochwasserrisiko, und wenn der Oberflächenabfluss über ein verrohrtes Entwässerungssystem geleitet wird, ist der Effekt noch ausgeprägter.

Eine zunehmende Versickerung durch verbesserte Durchlässigkeit der Oberflächen kann das Hochwasserrisiko verringern, aber in vielen Bereichen tritt das Gegenteil ein. Die zunehmende Verdichtung impliziert, dass jeder Raum maximal für die Nutzung durch die Bewohner genutzt wird. Dies führt zu einer Zunahme an harten Oberflächen und einer Abnahme an Durchlässigkeit von Freiflächen, die nach dem Bau von Gebäuden übrigbleiben. Ein Beispiel dafür ist die Pflasterung von Vorgärten und für Parkplätze. Auch einige Freizeit- und Erholungsnutzungen sind in der Regel mit undurchlässigen Oberflächen hergestellt. In der Vergangenheit haben Sparmaßnahmen, die darauf abzielen, die regelmäßige Pflege von Grünflächen zu begrenzen, können auch dazu geführt haben, dass Flächen betonierte oder entgrünt wurden.

Die Konsequenz hieraus ist, dass die Permeabilität und damit die Infiltration zu erhöhen ist. Dies kann durch formelle Bauvorschriften gefördert werden, die besagen, dass „Oberflächenwasserentwässerung nach Möglichkeit in eine Sickergrube oder ein anderes Versickerungssystem geleitet werden sollte“. Die Planungsrichtlinien sollten hierauf überprüft werden.

### **4.3 Nicht-Strukturelle Maßnahmen**

Diese Maßnahmen erfordern keine umfangreichen Investitionen in bautechnische Infrastrukturen, wie dies bei strukturellen Maßnahmen, sondern beruhen auf einem guten Verständnis der Hochwassergefahr und geeigneter Vorhersagesysteme. Es können die folgenden Maßnahmen skizziert werden.

- Erhöhte Bereitschaft zur Umsetzung der Lehren aus der Flutkatastrophe.
- Erarbeitung des vorgeschlagenen Masterplans Hochwasser Ahrtal unter Berücksichtigung der Ergebnisse eines Hochwasserabflussmodells für etwa 700 m<sup>3</sup>/s am Pegel Altenahr.
- Zwingend notwendige länderübergreifende Planung des Hochwasserabflusses, insbesondere des Oberlaufs der Ahr bis zur Quelle in Blankenheim.
- Erstellung ergänzender Planungen zur Hochwasservermeidung.
- Überarbeitung der Gesamtentwässerungspläne für die Städte und Gemeinden des Ahrtals.
- Eine verbesserte Strukturierung der Notfallplanung und -management.

- Beschleunigung der Wiederherstellung und schnelle Nutzung ausgebaute Systeme für erhöhte Abflüsse.
- Organisation und Durchführung von Flutvorsorgeprogrammen mit Sensibilisierung der Bevölkerung.
- Kampagne zur Erklärung der Vorteile für den Schutz von Leib und Leben der Bevölkerung.
- Überarbeitung der Flächennutzung und Bebauungsplanung mit Ausweisung der Überflutungsflächen für Spitzenabflüsse.
- Verbesserung der Versicherungsbedingungen für Hochwasserschäden und Definition einer effektiven Elementarversicherung.
- Verbesserung der Notfallplanung bei Hochwasser.
- Diskussion der Schadensbegrenzung im Hochwasserfall.
- Stärkere Einbeziehung der Bevölkerung in die Planungen und vorgesehenen Durchführungsmaßnahmen.
- Einführung von Frühwarnsystemen.
- Definition und Erläuterung von Evakuierungsmaßnahmen im Notfall.

Viele der Maßnahmen, wie z. B. Frühwarnsysteme, werden Teil eines jeden Hochwasserrisikomanagements sein. Sie können als ein erster Schritt zum Schutz der Menschen angesehen werden, wenn keine teureren baulichen Maßnahmen ergriffen werden, aber sie werden auch für das Management des Restrisikos benötigt, wenn solche Systeme bereits gebaut wurden.

**In jedem Fall ist die Einbindung der gefährdeten Bevölkerung und die Förderung der Bereitschaft der Bürger entscheidend für den Erfolg des nichtstrukturellen Hochwasserrisikomanagements. Kommunikation ist daher ein Schlüsselement.**

- Die Überarbeitung der Flächennutzungsplanungen und die detaillierte Erarbeitung neuer Bebauungspläne eine zentrale Maßnahme zur Verringerung des künftigen Hochwasserrisikos sind. Viele nicht-strukturelle Maßnahmen haben einen mehrfachen Nutzen, die über ihre Rolle beim Hochwassermanagement hinausgehen. Bauliche Maßnahmen alleine können das Hochwasserrisiko nie ganz ausschalten und auch nicht immer eine angemessene Reaktion auf ein solches Risiko darstellen.
- Zu den Problemen mit baulichen Lösungen gehören ihre hohen Kosten, die Tatsache, dass die Verringerung des Hochwasserrisikos an einem Ort es an einem anderen Ort erhöhen kann, die mögliche Selbstgefälligkeit, die dadurch in der Bevölkerung entsteht und die potenziell größeren Auswirkungen, wenn solche Strukturen versagen oder überflutet werden.

Der Verfasser schlägt diese Maßnahmen und deren Entwicklung, zusammen mit der Notwendigkeit vor, das verbleibende Hochwasserrisiko zu bewältigen, Diese nicht-strukturellen Lösungen für den Hochwasserschutz werden oft als "weiche" Lösungen bezeichnet und werden hier als Maßnahmen definiert, die darauf abzielen, Menschen von Überschwemmungen fernzuhalten und die Auswirkungen von Überschwemmungen auf die noch gefährdeten Menschen und Güter zu verringern. Sie erfordern in der

Regel kaum den Bau physischer Infrastruktur und können daher weniger kostspielig und schneller umzusetzen sein als bauliche Maßnahmen. Unter bestimmten Umständen können sich nicht-strukturelle Lösungen als die wirksamste Methode zur Vermeidung von Überschwemmungen und zur Verringerung ihrer Folgen erweisen. Verbesserungen bei der Sammlung und Entsorgung von festen und flüssigen Abfällen können darüber hinaus zu erheblichen Verbesserungen bei der Minderung des Hochwasserrisikos und der Verringerung der Auswirkungen führen.

Es wird vorgeschlagen, bei der Planung der Kläranlagen im Einzugsgebiet energieautarke Lösungen mit Hilfe des Einsatzes anaerober Systeme kombiniert mit Einsatz der Photovoltaik zu überdenken. Die Auswirkungen von Entscheidungen für verschiedene Interessengruppen veranschaulichen den Entscheidungsprozess und erfordern diese transparenter und nachvollziehbarer machen können.

Während die Vor- und Nachteile von Maßnahmen rein wirtschaftlich definiert werden können, müssen die Entscheidungen des Landes, der Landkreise und der Gemeinden zusammen mit Stadtplanern und Fachleuten der Wasserwirtschaft umfassendere Aspekte berücksichtigen, z. B. die Anfälligkeit der Einwohner zur „Hochwasserdemenz“, die Auswirkungen der Maßnahmen, Gleichheitsüberlegungen, Umweltschäden, biologische Vielfalt, Finanzierungsquellen, Sozialkapital, Kapazitäten und die Möglichkeit, Finanzmittel von Dritten zu erhalten.

Entscheidungen zum Hochwasserrisikomanagement sind komplex und erfordern eine breite Beteiligung von Fachleuten und Nichtfachleuten. Es sind die Instrumente zu definieren, die das Ergebnis von Entscheidungen vorhersagen können, eine Rolle, Risiken kommunizieren und Verbindungen zwischen den Beteiligten herstellen können.

## **5 IMPLEMENTIERUNG EINES HOCHWASSERRISIKOMANAGEMENTS**

In diesem Kapitel wird der Prozess der Umsetzung integrierter Strategien für das städtische Hochwasserrisikomanagement erörtert, die strukturelle und nicht-strukturelle Maßnahmen kombinieren. Bei der Umsetzung eines integrierten Ansatzes spielen gut funktionierende Institutionen, die Beteiligung von Interessengruppen und das Engagement der betroffenen Gemeinden eine entscheidende Rolle. Die Umsetzung erfordert auch nachhaltige Finanzierungsvereinbarungen. Die Instandhaltung der durchgeführten Maßnahmen, die Verhinderung ihres Scheiterns und die Evaluierung und die Evaluierung ihres Nutzens sind ebenfalls von entscheidender Bedeutung für eine dauerhaft erfolgreiche Umsetzung. Das Kapitel zielt auf die Beantwortung von Fragen wie:

- Welche Rolle spielen die formellen und informellen Institutionen im integrierten Hochwasserrisikomanagement?
- Welche Herausforderungen müssen politische Entscheidungsträger und Hochwasserexperten möglicherweise bewältigen?
- Warum sind die Einbeziehung von Stakeholdern und das Engagement von Gemeinden beim integrierten Hochwasserrisikomanagement wichtig?
- Woher können Städte die finanziellen Mittel nehmen, die für die Umsetzung von Hochwasserrisikomanagementmaßnahmen erforderlich sind?

- Welche Aspekte müssen bei der Aufrechterhaltung von Hochwasserrisikomanagementmaßnahmen berücksichtigt werden?
- Warum ist eine Evaluierung notwendig, und welcher Prozess sollte befolgt werden?

Die folgenden Überlegungen, die durchaus auch für Rheinland-Pfalz angesetzt werden können, fassen die wesentlichen Punkte zusammen, wie ein integrierter Hochwasserschutz gewährleistet werden kann. Es befasst sich mit der Frage, wie ein integriertes Hochwasserrisikomanagement eingeleitet werden kann und wie die Fortschritte auf dem Weg zu einem effektiven integrierten Hochwasserrisikomanagement berechnet werden können. Evaluierung und Benchmarking sind wichtige Schritte zur Verbesserung der Planung und Umsetzung von Hochwasserrisikomanagementmaßnahmen, sowohl struktureller als auch nicht-struktureller Art.

Die Kernaussagen sind:

- Überschwemmungen haben jedes Jahr erhebliche Auswirkungen auf die Bevölkerung, weshalb kurzfristig Maßnahmen zum Hochwasserrisikomanagement ergriffen werden müssen.
- Die Auswirkungen von Überschwemmungen nehmen zu und können in Zukunft noch viel schlimmer werden. Die Programme müssen ein Gleichgewicht zwischen kurz- und langfristigen Maßnahmen herstellen und strukturelle und nicht-strukturelle Maßnahmen integrieren.
- Die erfolgreiche langfristige Umsetzung von Hochwasserrisikomanagementmaßnahmen erfordert eine klare Führung, starke Verfechter und den richtigen institutionellen und rechtlichen Rahmen.
- Es ist von entscheidender Bedeutung, das Hochwasserrisikomanagement zu überwachen und zu bewerten, auch wenn es nach der Flutkatastrophe seit einem Jahr kein Hochwasserereignis mehr gegeben hat.

## **6 PRINZIPIEN EINES HOCHWASSERRISIKOMANAGEMENTS**

Der Verfasser beschreibt die Prinzipien des integrierten städtischen Hochwasserrisikomanagements für das Ahrtal beschrieben, die vom Verständnis der Gefahr und des Risikos über die Ermittlung geeigneter Maßnahmen bis hin zur Auswahl und Umsetzung dieser Maßnahmen reicht. Es wurde stets anerkannt, dass diese Maßnahmen das Risiko zwar verringern, aber niemals vollständig beseitigen werden; ebenso kann der maximale potenzielle Schutz aufgrund praktischer und ressourcenbezogener Erwägungen kurzfristig nicht gewährleistet werden. Das Hochwasserrisikomanagement wird somit zu einem iterativen Prozess, bei dem man sich in mehreren Schritten einem langfristigen Ziel nähern muss.

Im Folgenden werden einige Grundsätze des integrierten Hochwasserrisikomanagements vorgestellt. Diese sollen die Fortschritte bei der vollständigen Integration struktureller und nicht-struktureller Maßnahmen unter Einbeziehung mehrerer Interessengruppen und im Rahmen eines umfassenderen Managements auf längere Sicht prüfen. Dies ist hilfreich für Diskussionen über die Festlegung künftiger Ziele für die Verbesserung des Hochwasserschutzes.

- Jedes Hochwasserrisikoszenario ist anders: Es gibt keine Blaupause für das Hochwassermanagement.
- Konzepte für das Hochwassermanagement müssen für eine sich verändernde und unsichere Zukunft gerüstet sein – insbesondere die Veränderungen zur Berücksichtigung des Klimawandels sind zu aktualisieren.
- Anzupassende Stadtplanung erfordert die Integration des Hochwasserrisikomanagements in die reguläre Stadtplanung und -verwaltung.
- Eine integrierte Strategie erfordert den Einsatz sowohl struktureller als auch nicht-struktureller Maßnahmen und gute Metriken, um "das richtige Gleichgewicht zu finden".
- Umfangreiche bauliche Maßnahmen für den technischen Hochwasserschutz können das Risiko flussaufwärts und flussabwärts verlagern.
- Es ist unmöglich, das Risiko einer Überschwemmung völlig auszuschalten.
- Viele der vorgeschlagenen Maßnahmen des Hochwasserschutzes haben neben ihrer Funktion für den Hochwasserschutz einen mehrfachen zusätzlichen Nutzen.
- Es ist wichtig, die weiteren sozialen und ökologischen Folgen der Ausgaben für das Hochwassermanagement zu berücksichtigen.
- Eine klare Zuständigkeit für die Ausarbeitung und Durchführung von Hochwasserrisikoprogrammen ist von entscheidender Bedeutung. Hier ist insbesondere
- Die Umsetzung von Maßnahmen zum Hochwasserrisikomanagement erfordert die Zusammenarbeit mehrerer Interessengruppen. Übergeordnete Studien sollten zwingend vom Land in Auftrag gegeben werden.
- Eine kontinuierliche Kommunikation mit den Betroffenen Städten, Gemeinden und Kreisen ist zwingend notwendig, um das Bewusstsein zu schärfen und die Bereitschaft zu stärken.
- Ein Plan zur raschen Erholung nach Überschwemmungen und zur Nutzung der Erholung zum Aufbau von Kapazitäten.

## 7 UMSETZUNG DER VORSCHLÄGE

Da Hochwasserereignisse trotz der besten Hochwasserrisikomanagement-Praktiken weiterhin die Städte und Gemeinden im Ahrtal verwüsten können, ist es wichtig, eine rasche Erholung zu planen. Dazu gehört auch, dass die richtigen personellen und finanziellen Ressourcen zur Verfügung stehen. Die besten Wiederaufbaupläne nutzen die Gelegenheit des Wiederaufbaus, um sicherere und stärkere Gemeinschaften aufzubauen, die in der Lage sind, Überschwemmungen in Zukunft besser zu widerstehen.

Diese Empfehlungen befassen sich mit der Herausforderung eines integrierten Hochwasserrisikomanagements zur Vermeidung und Bewältigung großer und zunehmender Hochwasserrisiken bei gleichzeitiger Berücksichtigung der sich wandelnden Klimaanpassungen. Das Leben mit dem Hochwasserrisiko ist eine Realität, aber es ist nicht die einzige oder sogar die dringendste Herausforderung, der wir uns Tag für Tag stellen müssen.

Es gibt viele Gründe, die dazu führen können, dass die Priorität des Hochwasserrisikomanagements zugunsten dringenderer Anforderungen vernachlässigt wird. Es gibt finanzielle, praktische und psychologische Faktoren, die hier eine Rolle spielen, einschließlich der weit verbreiteten Auffassung, dass es keine Überschwemmungen geben wird.

Da die Empfehlungen einen integrierten Ansatz für das Hochwasserrisikomanagement befürworten, folgt daraus, dass in einem erfolgreichen System das Bewusstsein für das Hochwasserrisiko, die Wahrnehmung der Gefahren hoch sein müssen. Der Übergang von der gegenwärtigen Situation zum integrierten Ideal wird oft ein schmerzhafter Prozess sein, der eine Änderung der Denkweise und der Motivationen der verschiedenen Interessengruppen sowie die Abwägung ihrer jeweiligen Bedürfnisse und Prioritäten erfordert. Die Vorteile der Integration des Hochwasserrisikomanagements in eine umfassende Planung der Städte und Gemeinden, in die Stadtplanung und in die Anpassung an den Klimawandel liegen auf der Hand, aber es bestehen auch Gefahren, wenn das Hochwassermanagement als Teil einer größeren Aufgabe aufgefasst wird und es eine Zeit lang kein Hochwasser gegeben hat.

Das Hochwasserrisikomanagement braucht daher Befürworter im Land, den Kreisen, Städten und Gemeinden auf regionaler, nationaler und internationaler Ebene, damit es bei wichtigen Entscheidungsprozessen berücksichtigt werden kann. Bei einem Risiko wie Überschwemmungen, das sich oft stark auswirkt und nur selten auftritt, ist die Notwendigkeit der Interessenvertretung sogar noch wichtiger. Ein Gremium mit einer Aufsichtsfunktion ist ebenfalls hilfreich, ebenso wie die zeitliche Planung regelmäßiger Überprüfungen der nationalen Katastrophen-, Notfall-, Resilienz- und Anpassungsplanung, wenn die Berücksichtigung des Hochwassermanagements in diese Pläne eingebettet ist.

Man muss sich darüber im Klaren sein, dass selbst wiederholte Sensibilisierungskampagnen, Hochwasserwarnungen und allgemeine Ratschläge nicht immer zum Handeln führen. Die Trägheit der Institutionen und der gefährdeten Bevölkerung ist weit verbreitet, und die Situation wird durch die Ungewissheit über die Zukunft noch verschlimmert, die die Entscheidungen in diesem Bereich beherrscht. Die erfolgreichsten langfristigen Strategien für das Hochwasserrisikomanagement balancieren die Umsetzung kurzfristiger, nicht-struktureller Maßnahmen mit einer Vision des besten Pakets von strukturellen und nicht-strukturellen Maßnahmen, die längerfristig umgesetzt werden sollen. Die Kenntnis der erforderlichen Ressourcen, der besten und schlechtesten Szenarien und der Schwellenwerte, bei denen Maßnahmen nicht mehr gerechtfertigt, sondern zwingend erforderlich sind, kann zu besseren Entscheidungen führen. Darüber hinaus kann das Wissen um die Maßnahmen, die einfach nicht durchführbar sind, dazu beitragen, dass Tag für Tag echte praktische Lösungen gefunden werden.

Wie die Ausführungen zeigen und die Forschung oft gezeigt hat, werden konzertierte Anstrengungen und Finanzierungen zur Verringerung des Hochwasserrisikos oft erst nach einem größeren Hochwasserereignis ausgelöst – und dann auch nur für relativ kurze Zeit.

Unabhängig davon, woher die Gelegenheit kommt, ist die Zeitspanne für die Planung und Umsetzung von Veränderungen aufgrund einer erhöhten Sensibilisierung im Allgemeinen kurz. Umgekehrt haben bewährte Verfahren zur Bewertung von Optionen, zur Durchführung von Konsultationen und zur Einbeziehung von Interessengruppen

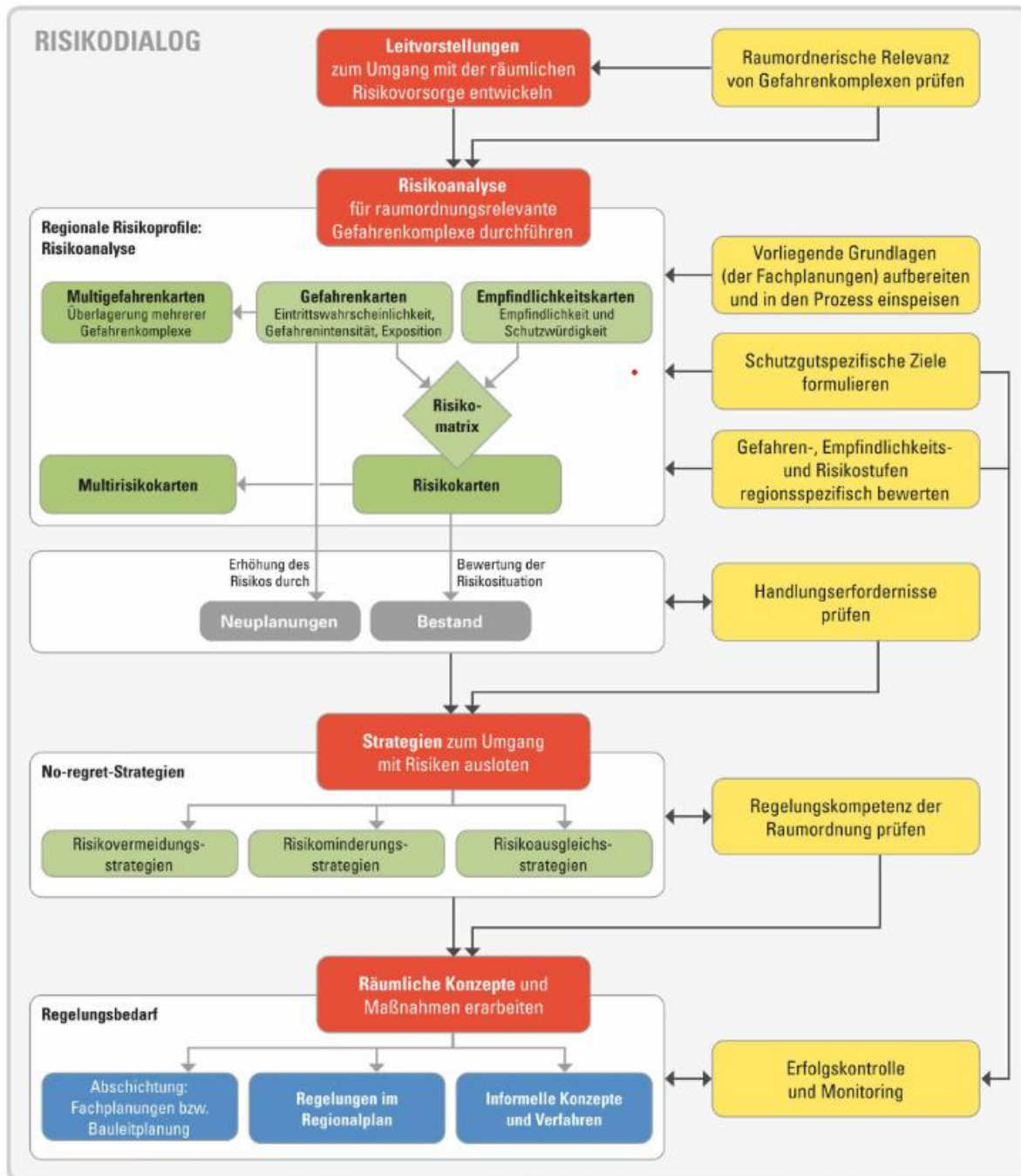


eine relativ lange Vorlaufzeit. Eine Vision für ein integriertes Hochwasserrisikomanagement zu haben, bevor die Umstände für einen Wandel günstig sind, kann ein Faktor sein, um eine solche Gelegenheit erfolgreich zu nutzen, wenn sie sich ergibt.

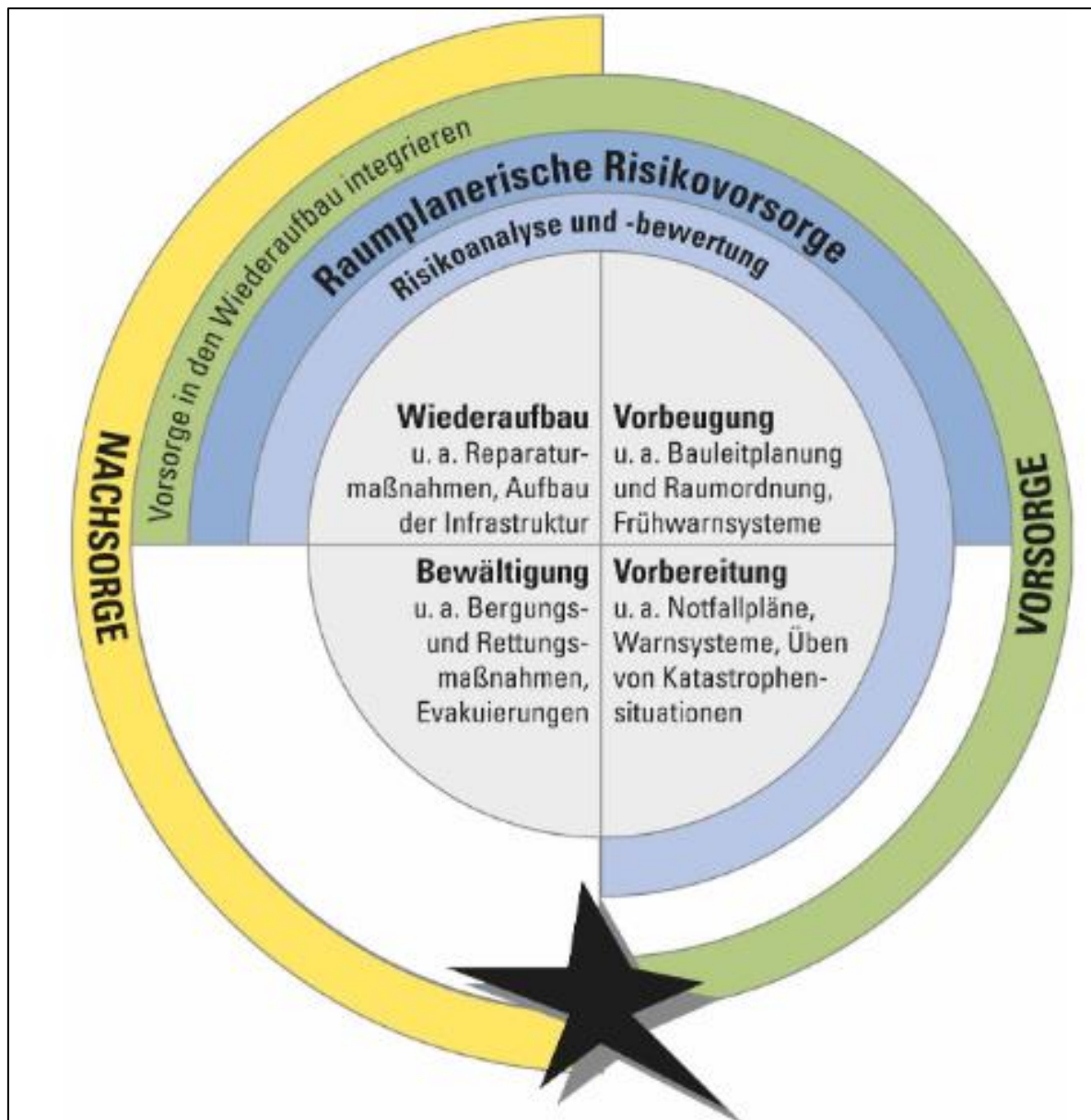
## **8 FAHRPLAN FÜR INTEGRIERTES RISIKOMANAGEMENT IN DER RAUMPLANUNG**

### **8.1 Struktur der Bauleitplanungen**

Der Verfasser hat als gutes Beispiel den vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung erarbeiteten den Fahrplan für ein Integriertes Risikomanagement für die Stadt und Raumplanung. Dieses zeigt, dass das vorgeschlagene Konzept für ein sicheres Hochwasserrisikomanagement die Grundlage für weiterführende Maßnahmen ist.



Quelle: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung



Quelle: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung

**Abbildung 8.1-1: Fahrplan für integriertes Risikomanagement in der Raumplanung**

## 8.2 Hochwasserschutz in der Großregion

Hochwasserschutz muss im regionalen Kontext betrachtet werden. Vergleicht man die historischen Ereignisse, so fällt auf, dass die Überflutungen von 1804 und 1888 jeweils im Sommer stattfanden, während die Hochwasserereignisse in den Jahren 1918 und 1920 jeweils im Januar stattfanden.

Im Juli 2021 wurden das Ahrtal und die Orte in der Region vom Dauerregen und Hochwasser schwer getroffen; viele Straßen wurden gesperrt. Sieben Brücken im Verlauf der 29 Kilometer langen Ahrtalbahn wurden unbefahrbar; 20 Kilometer Bahnstrecke wurden beschädigt oder zerstört.

Die „Großregion“ ist eine der europäischen Großregionen und ist politisch aus dem Kernraum Saar-Lor-Lux entstanden. Sie ist eine Erweiterung der 1998 vertraglich beschriebenen kulturellen Zusammenarbeit der Regionen Saarland, Lothringen, Luxemburg, Trier und Westpfalz. Sie ist nicht identisch mit der sich im gleichen Territorium befindlichen Europaregion.

Eine Überprüfung der hydrologischen Abflüsse für die im Gebiet betroffenen Bäche und Flüsse in einer regionalen Zusammenarbeit wird dringend empfohlen.

Die SGD Nord hat nach Kenntnisstand des Verfassers eine Kooperation mit der TU Kaiserslautern begonnen als Ergebnis dieser ersten Vorschläge sind die nachfolgenden Informationen zusammengestellt. Es wird empfohlen, diese Konzepte zu vertiefen und die Zusammenarbeit mit den betroffenen Ländern und Behörden zu institutionalisieren.

Für die Großregion sollten wasserwirtschaftliche Rahmenplanungen auf der Grundlage gleicher Bewertungskriterien angesetzt werden. Bestehende Strukturen müssen gestärkt und die internationale Zusammenarbeit ausgebaut werden.

Alte und neue planerische Herausforderungen sind neben der Kontrolle der Vorfluter mit Bestimmung der Hochwasserabflüsse und Vorgaben für einheitliche Planungsgrundlagen für die Auswirkungen des Klimawandels mit Abschätzung von Dürreperioden, Nutzung grenzübergreifender Wasser Ressourcen und Abfallwirtschaft in der Region möglich. Folgende Planungsgrundlagen sind überregional zu prüfen:

**Belgien:** Suburbanisierung kontrollieren, polyzentrische Entwicklung steuern,

**Frankreich:** Dezentralisierung fördern, und Flächennutzung steuern,

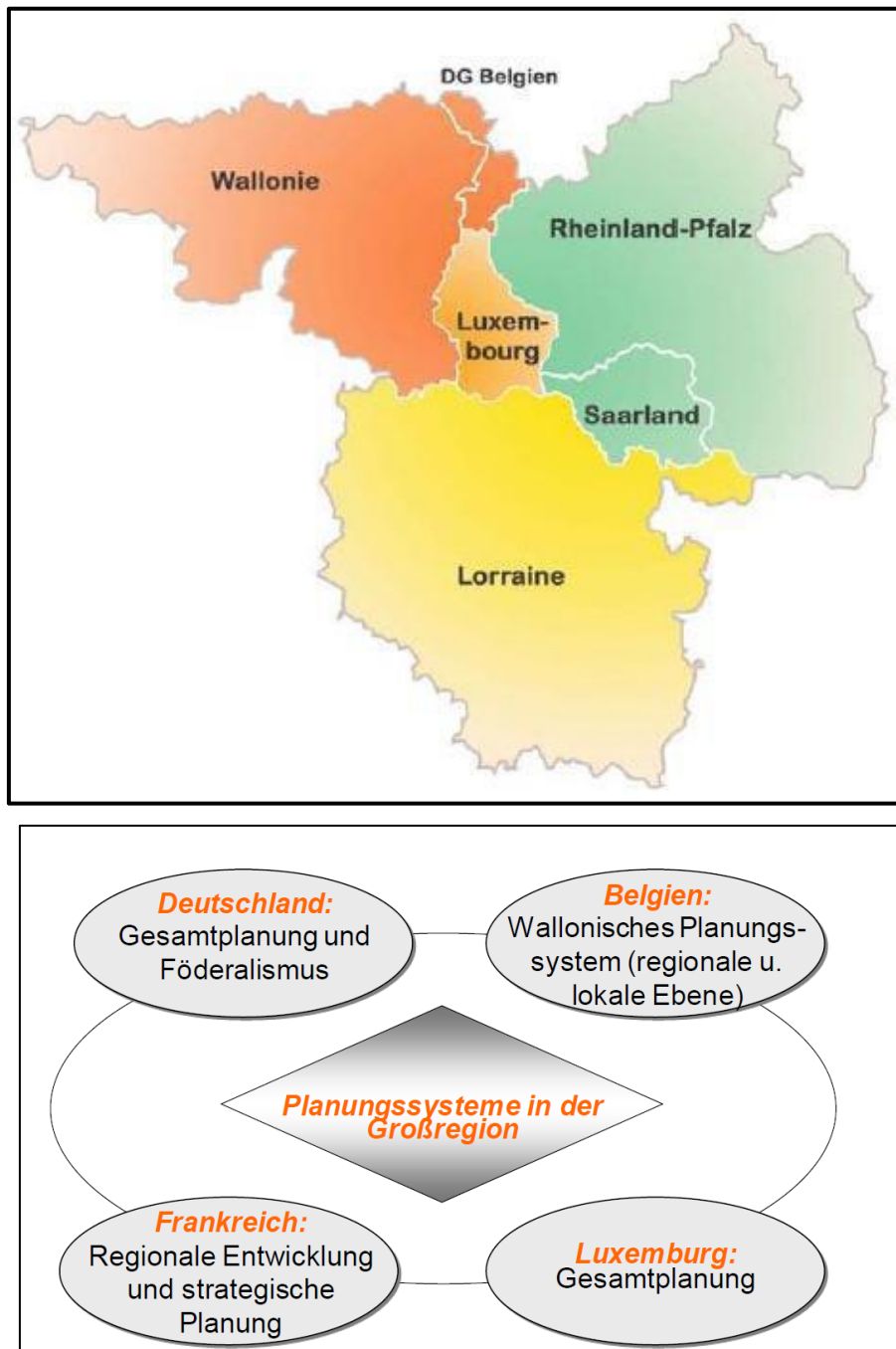
**Deutschland:** Demographischen und wirtschaftlichen Wandel berücksichtigen, Energiewende bewältigen,

**Luxemburg:** Städtisches Wachstum steuern, Wohnraum schaffen, Verkehrsinfrastruktur ausbauen.

### 8.3 Regionale Zusammenarbeit

Die folgende Übersichtskarte zeigt die von den Starkregenereignissen im Juli des vergangenen Jahres betroffenen Regionen in der Nachbarschaft von Rheinland-Pfalz.

Wie oben erwähnt, ist eine Zusammenarbeit und eine Institutionalisierung derselben kurzfristig anzustreben. Insbesondere sind für den Oberlauf der Ahr zwingend notwendige länderübergreifende Planungen und Konzepte für ein Hochwasserabflussmodell zwischen Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz zu berücksichtigen.



Quelle: TU Kaiserslautern

**Abbildung 8.3-1: Regionale Zusammenarbeit**