

Inhaltsverzeichnis

Erläuterungsbericht	Seite
1 Veranlassung, Zielsetzung und Aufgabenstellung	1
2 Projektgebiet und Grundlagen	3
2.1 Geographische Grundlagen der Verbandsgemeinde Bad Ems-Nassau	3
2.1.1 Übersicht	3
2.1.2 Ortsgemeinden im Unteren Lahntal	3
2.1.3 Höhengemeinden	4
2.2 Gewässer, Hydrologie und hydraulische Grundlagen in der Verbandsgemeinde Bad Ems - Nassau	8
2.2.1 Die Lahn – Gewässer 1. Ordnung	8
2.2.2 Gewässer 2. Ordnung	9
2.2.3 Gewässer 3. Ordnung	11
3 Gefahr durch Flusshochwasser und Sturzfluten und der Schutz davor	12
3.1 Allgemeine Einführung /Arten von Hochwasser	12
3.1.1 Flusshochwasser	12
3.1.2 Grundhochwasser	14
3.1.3 Starkregen (Sturzfluten)	15
3.2 Situation in der Verbandsgemeinde Bad Ems – Nassau	17
3.2.1 Hochwasser	17
3.2.2 Starkregen	20
4 Grundlagenermittlung	25
4.1 Datenübernahme / Eingangsdaten	25
4.1.1 Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten der Lahn	27
4.1.2 Hochwasservorsorge durch Flussgebietsmanagement	28
4.2 Kartenerstellung	30
4.2.1 Fachinformationen Flusshochwasser	30
4.2.2 Fachinformationen Starkregen	30
4.3 Ortstermine / Ortsbegehung	31
5 Öffentlichkeitsbeteiligung durch Workshops und Bürgerversammlungen	32
5.1 Auftaktveranstaltung	34
5.2 Fachworkshops	34
5.3 Bürgerversammlungen	35
6 Defizitanalyse und Handlungsbedarf	37
7 Vorsorgemaßnahmen und Handlungsbereiche	39
7.1 Kommunale und private Maßnahmentypen	39
7.2 Kategorisierung und Priorisierung der Maßnahmentypen	39
8 Förderungsmöglichkeiten	42
Anlagen	50

Abbildungsverzeichnis	Seite
Abbildung 1: Naturräumliche Gliederung 3. Ordnung (Naturpark Nassau, 2020)	3
Abbildung 2: Naturräumliche Gliederung 6. Ordnung	8
Abbildung 3: Auslöser des Jahrhunderthochwassers vom 04. Februar 1909. (Historisches Dausenau, 2009)	13
Abbildung 4: Lahnhochwasser von 1984 zwischen Friedensdorf (hinten) und Buchenau (Damm, 2006)	13
Abbildung 5: Gekipptes Haus durch Unterspülen. ©Sebastian Gölz (IÖR)	15
Abbildung 6: Der verwüstete Platz vor dem Alten Rathaus in Dausenau, Hochwasser 1845 (Historisches Dausenau, 2009)	18
Abbildung 7: Aufräumarbeiten nach dem Hochwasser von 1909, Langgasse Dausenau (Historisches Dausenau, 2009)	19
Abbildung 8: Lahnhochwasser von 1909 Bad Ems, Foto: Stadtarchiv Bad Ems	19
Abbildung 9: Überflutung in Miellen entlang der Straße An der Eschbach. (VG BEN, 2016)	22
Abbildung 10: Überflutung in Fachbach (VG BEN, 2016)	22
Abbildung 11: Überflutung in Fachbach (VG BEN, 2016)	23
Abbildung 12: Überflutung in Bad Ems entlang der Straße Am Friedhof (VG BEN, 2016)	23
Abbildung 13: Überflutung in Bad Ems entlang der Straße Am Friedhof (VG BEN, 2016)	24
Abbildung 14: Überflutung in Bad Ems entlang der Straße Am Friedhof (VG BEN, 2016)	24
Abbildung 15: Förderbereich Beseitigung von Hochwasser- und Unwetterschäden, Fördervoraussetzung / Förderfähigkeit (MUEEF, 2018)	43

Tabellenverzeichnis		Seite
Tabelle 1:	Übersicht der Ortsgemeinden im Unteren Lahntal	4
Tabelle 2:	Übersicht der Ortsgemeinden im Taunus	6
Tabelle 3:	Ortsgemeinden im Westerwald	7
Tabelle 4:	Wasserstände am Pegel Kalkofen (Neu) (Pegel Online, 2020)	9
Tabelle 5:	Hauptwerte der Abflussreihe 1973 bis 2017, Pegel Schulmühle, Mühlbach (LFU 2013)	10
Tabelle 6:	Hauptwerte der Abflussreihe 1973 bis 2017, Pegel Weinähr, Aubach, Gelbach (LFU, 2013)	10
Tabelle 7:	Hauptwerte der Abflussreihe 1957 bis 2021, Pegel Kloster Arnstein, Dörsbach (LFU, 2013)	11
Tabelle 8:	Vorschlag zur Zuordnung Starkregenindex und Wiederkehrzeit T_n hier exemplarisch mit ortsunabhängigen Wertebereichen von Starkregenhöhen für unterschiedliche Dauerstufen (Quelle: Schmitt 2015)	17
Tabelle 9:	Lahnhochwasserstände und -abflüsse am Pegel Kalkofen (LFU 2020c)	20
Tabelle 10:	Übersichtstabelle Datengrundlagen	26
Tabelle 11:	Übersicht Workshops und Öffentlichkeitsveranstaltungen	33
Tabelle 7.1:	Kommunale- und private Maßnahmentypen und Nutzen.	40
Tabelle 7.2:	Klassierung des Nutzens der vorgeschlagenen Maßnahmentypen.	41
Tabelle 7.3:	Klassierung des Aufwandes der vorgeschlagenen Maßnahmen.	41

Anlagen

- A-1 Übersicht der Ortsgemeinden / Ortsteile der Verbandsgemeinde Bad Ems – Nassau
- A-2 Fotodokumentation der ehemaligen VG Bad Ems
- A-3 Fotodokumentation der ehemaligen VG Nassau
- A-4 Beschreibung der kommunaler und privater Maßnahmentypen
- A-5 Übersichtstabelle Defizite, Problemstellen, Maßnahmen & Anmerkungen
- A-6 Übersichtstabelle Fördermöglichkeiten
- A-7 HWIP VG Bad Ems - Nassau

Lose beigefügte Protokolle

- WS-01 Arzbach
- WS-02 Dausenau
- WS-03 Bad Ems
- WS-04 Infrastruktur
- WS-05 Singhofen
- WS-06 Weinähr
- WS-07 Behörden
- WS-08 Dessighofen
- WS-09 Fachbach
- WS-10 Nassau, Scheuern
- WS-11 Infrastruktur II
- OB-01 Dessighofen
- OB-02 Arzbach
- OB-03 Nassau, Bergnassau, Scheuern
- OB-04 Dausenau
- OB-05 Obernhof
- OB-06 Weinähr
- OB-07 Fachbach
- OB-08 Schweighausen
- OB-09 Bad Ems
- OB-10 Miellen
- OB-11 Geisig
- OB-12 Sulzbach
- OB-13 Dienethal
- OB-14 Nievern

Lose beigefügte Pläne

Maßstab

- | | | |
|-------|--|------------|
| B-1 | Übersichtslageplan VG Bad Ems - Nassau | 1 : 25.000 |
| B-1.1 | Übersichtslageplan Fotodokumentation ehem. VG Bad Ems | 1 : 17.000 |
| B-1.2 | Übersichtslageplan Fotodokumentation ehem. VG Nassau | 1 : 17.000 |
| B-2 | Planreihe Hochwasser- & Starkregengefährdung Ortslagen | variabel |

Abkürzungsverzeichnis

IBH	Informations- und Beratungszentrum Hochwasservorsorge Rheinland-Pfalz
LfU	Landesamt für Umwelt
LVerGeo	Landesamt für Vermessung und Geobasisinformationen Rheinland-Pfalz
MUEEF	Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten des Landes Rheinland-Pfalz
öHWVK	örtliches Hochwasservorsorgekonzept
VG	Verbandsgemeinde
AG	Auftraggeber
BCE	Björnsen Beratende Ingenieure GmbH
IB	Ingenieurbüro
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
HWRM-RL	europäische Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (2007/60/EG)
SGD	Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord
KHH	Kompetenzzentrum Hochwasservorsorge und Hochwasserrisikomanagement
BW	Bürgerworkshop
OB	Ortsbegehung

1 Veranlassung, Zielsetzung und Aufgabenstellung

Hochwasser und Starkregen sind Naturphänomene, die wir weder verhindern können, noch können wir uns vollständig davor schützen. Vorsorge im Sinne eines zeitgemäßen Hochwasserrisikomanagements geht über die bisher in der Ingenieurpraxis im Mittelpunkt stehenden Handlungsbereiche „Technischer Hochwasserschutz“ und „Wasserrückhalt in der Fläche“ hinaus. Die größten Hochwasserschäden treten in bestehenden Siedlungen auf. Daher setzt hier eine umfassende Hochwasservorsorge u.a. mit folgenden Schwerpunkten an:

- Gefahrenabwehr und Katastrophenschutz,
- Information und Vorbereitung der betroffenen Bevölkerung sowie Vertretern von Industrie und Gewerbe,
- hochwasserangepasstes Planen, Bauen und Sanieren.

Dabei ist festzustellen, dass es keinen absoluten Schutz vor solchen Naturereignissen geben kann – alle Maßnahmen der Hochwasservorsorge sind endlich. Niemand weiß, wann ein vielleicht noch größeres Ereignis eintreten wird. Klimaexperten sagen außerdem voraus, dass aufgrund des Klimawandels in Zukunft vermehrt mit extremen Wetterereignissen, vor allem auch mit lokalem Starkregen, zu rechnen ist.

Bei extremen Hochwasser- und Starkregenereignissen mit sehr seltenen Wiederkehrzeiten werden sich auch in Zukunft Schäden nicht vermeiden lassen, aber durch gute Vorbereitung und passende Schutzmaßnahmen lassen sie sich deutlich verringern. Unter diesem Gesichtspunkt gewinnt die Eigenvorsorge der betroffenen Bürgerinnen und Bürger besondere Bedeutung. Die Betroffenen sind nach § 5 Abs. 2 des Wasserhaushaltsgesetzes selbst verantwortlich, in dem ihnen möglichen und zumutbaren Maße Vorsorge zu treffen und somit Schäden zu minimieren. Darüber hinaus haben die Kommunen und der Staat ebenfalls Aufgaben in der Hochwasser- und Starkregenvorsorge, sodass es sich hierbei um eine Gemeinschaftsaufgabe von den Betroffenen, den Kommunen und dem Staat handelt.

In Rheinland-Pfalz gibt es das Instrument des örtlichen Hochwasser- und Starkregenvorsorgekonzeptes, welches eine intensive Beteiligung der betroffenen Bürgerinnen und Bürger, Gewerbetreibenden und Unternehmen vorsieht. Die Erfahrung zeigt, nur wenn die Eigenvorsorge der Kommunen und der Betroffenen aktiviert wird, lassen sich die Hochwasserschäden in den Ortslagen wirksam mindern. Die Konzepte werden daher in einem partizipativen Prozess mit allen Akteuren vor Ort in Form von Bürgerversammlungen und Workshops aufgestellt.

Das Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz hat zusammen mit dem Informations- und Beratungszentrum Hochwasservorsorge Rheinland-Pfalz dafür einen „Leitfaden für die Aufstellung eines örtlichen Hochwasser- und Starkregen- Vorsorgekonzepts“ sowie ein Förderprogramm zur Umsetzung der Konzepte entwickelt.

Die ehemaligen Verbandsgemeinden Bad Ems und Nassau haben die entsprechenden Förderanträge gestellt und das Ingenieurbüro BjörnSEN Beratende Ingenieure GmbH (BCE) 2018 damit beauftragt, die Erstellung eines örtlichen Hochwasser- und Starkregenvorsorgekonzeptes zu begleiten.

Gemäß dem Leitfaden zur Aufstellung eines örtlichen Hochwasser- und Starkregenvorsorgekonzeptes des IBH (Stand 2020) sollen die folgenden Aufgaben bei der Bearbeitung des Konzeptes Berücksichtigung finden:

- Prüfung der Gefährdungssituation vor Ort, auch unter Einbeziehung von Extremereignissen, die eventuell noch nicht aufgetreten sind
- Informierung bzgl. des Standes der kommunalen Hochwasservorsorge, bereits durchgeführter, laufender und geplanter Hochwasservorsorge- und Schutzmaßnahmen sowie vorliegender Untersuchungen
- Identifikation von Problemstellen und -bereichen auf der Grundlage der beiden vorstehenden Punkte, an denen Maßnahmen durchgeführt werden sollen
- Vorbereitung von Besprechungen und Versammlungen in Absprache mit der Gemeinde- oder Stadtverwaltung (und der Wasserwirtschaftsverwaltung sowie möglichen weiteren Behörden wie z. B. Fachabteilungen des Landkreises)
- Gemeinsames führen von Gesprächen mit weiteren Akteuren, z.B. Landwirtschaft, Forstwirtschaft, LBM oder Ver- und Entsorgungsunternehmen mit der Verbandsgemeinde
- Bei Bedarf kann eine Beratung der Betroffenen zu Maßnahmen der Bauvorsorge an ihren Häusern erfolgen
- Moderation sowie Protokollierung der Veranstaltungen
- Auswertung der Ergebnisse, Formulierung der besprochenen Maßnahmen und Zeiträume für die Umsetzung in Abstimmung mit den Maßnahmenträgern sowie die Priorisierung einer Maßnahmenliste

(Vgl. IBH, 2020a)

2 Projektgebiet und Grundlagen

2.1 Geographische Grundlagen der Verbandsgemeinde Bad Ems-Nassau

2.1.1 Übersicht

Die Verbandsgemeinde Bad Ems-Nassau liegt im rheinischen Schiefergebirge inmitten des Naturparks Nassau, welcher sich von der Stadt Montabaur im Norden, Diez im Osten, Nastätten im Süden bis nach Lahnstein im Westen erstreckt (Naturpark Nassau, 2020).

Die Fläche der Verbandsgemeinde lässt sich drei übergeordneten Naturelementen in Rheinland-Pfalz zuordnen. Im Norden durchziehen Teile der Höhen des Westerwaldes das Verbandsgemeindegebiet, ebenso wie Teile des Taunus im Süden. Das Untere Lahntal, in Ost-West-Richtung verlaufend, bildet darin die Hauptachse.

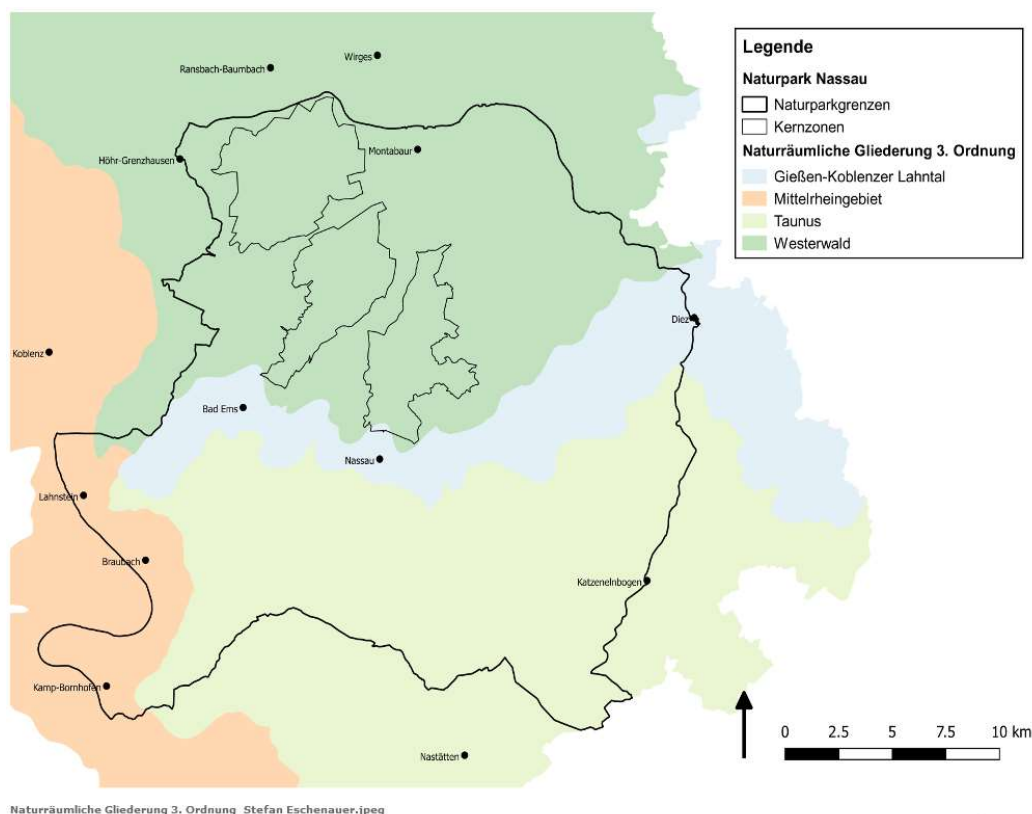


Abbildung 1: Naturräumliche Gliederung 3. Ordnung (Naturpark Nassau, 2020)

2.1.2 Ortsgemeinden im Unteren Lahntal

Die Ortsgemeinden an der Lahn liegen im Landschaftsraum Unteres Lahntal, welches ein Teil des Gießen-Koblenzer-Lahntales ist. Das Untere Lahntal lässt sich im

Verbandsgemeindegebiet wiederum in die Landschaftsraumeinheiten Nassauer Lahntal und Bad Ems Miellener Lahntal untergliedern.

Das Nassauer Lahntal mit einer Länge von ca. 10 km erstreckt sich von der Ortsgemeinde Obernhof im Osten bis an die östlichen Grenzen der Kurstadt Bad Ems. Geprägt ist das Tal von langen schroffen Flanken und einer Vielzahl von Prall- und Gleithängen. Charakteristisch für das Tal ist zudem der geschwungene Verlauf der Lahn. Die Talsohle ist etwa 300 m breit und erweitert sich bei Nassau auf ca. 700 m. Der Landschaftsraum ist überwiegend mit Laubwald bewaldet. Entlang der Lahnaue und der Seitenbäche sowie auf flacheren Hanglagen findet man auch schmale Wiesenbänder. Weitere Orte im Nassauer Lahntal, neben dem östlichen Siedlungskern von Bad Ems und der Ortsgemeinde Obernhof, sind das kleinstädtisch geprägte Nassau sowie die Orte Dausenau und Weinähr.

Das Bad Ems Miellener Lahntal zwischen Bad Ems im Osten und Friedland im Westen ist etwa 15 km lang und ist ähnlich wie das Nassauer Lahntal über 200 m tief ins Östliche Schiefergebirge eingeschnitten. Jedoch ist es im Gegensatz zum Nassauer Lahntal nur leicht gewunden, bis auf den Mäanderbogen am Fuße des Mehrsbergs. Auf den Höhenflächen wird überwiegend Ackerbau betrieben. Vereinzelt prägen auch Streuobstwiesen die Waldbereiche. Zumindest der östliche Teil (von Bad Ems bis Miellen) ist stark besiedelt. Auf den Hochflächen sind Frücht und Nievern neben vereinzelt Höfen die einzigen Siedlungen. (LANIS, 2020)

Tabelle 1: Übersicht der Ortsgemeinden im Unteren Lahntal

Ortsgemeinden im Unteren Lahntal	
Nassauer Lahntal	Bad Ems Miellener Lahntal
Stadt Bad Ems (Ost)	Stadt Bad Ems (West)
Dausenau	Fachbach
Stadt Nassau	Miellen
Obernhof	Frücht
Weinähr	Nievern

2.1.3 Höhengemeinden

Taunus

Die Teilflächen der Großlandschaft Taunus, welche die südlichen Teile der Verbandsgemeinde prägen, lassen sich in die Landschaftsräume Unterlahnhöhen, Katzenelnbogener Hochfläche und Nastätter Mulde unterteilen.

Bei den Unterlahnhöhen handelt es sich um den Nordwestrand der Taunushochflächen, die Höhen bis zu 350 m ü.NN erreichen. Charakteristisch für die Höhen sind die bis zu 150 m tief eingekerbten, steilhängigen Schluchten, welche sich gegen Norden auflösen. Große Flächen des Gebietes sind bewaldet, wobei Laubholz mit zwei Drittel überwiegt. Das Offenland wird zur Ackernutzung und Grünlandnutzung genutzt. Die Landschaft ist nur gering durch die kleinen, bäuerlich geprägten Dörfer Frücht, Sulzbach, Misselberg, Dienethal, Scheuern, Schweighausen, Oberwies, Dornholzhausen und Becheln besiedelt.

Die Katzenelnbogener Hochfläche lässt sich wiederum in die drei Landschaftsraumeinheiten Dörsbach/Mühlbach-Wasserscheide, Unteres Dörsbach-Tiefenbach-Gebiet und Zentrale Katzenelnbogener Hochfläche untergliedern.

Die Dörsbach/Mühlbach-Wasserscheide stellt eine nordwestgerichtete Hochflächenleiste dar, die zum Teil östlich an die Unterlahnhöhen angrenzt. Offene und weite Landschaften charakterisieren das Gebiet. Der Waldanteil liegt lediglich bei etwa 30 Prozent und ist zu zwei Dritteln mit Laubholz bestockt. Aufgrund der fruchtbaren Lösslehmböden wird das Offenland überwiegend landwirtschaftlich genutzt in Form von Ackerbau. Grünland findet man lediglich in den Bachursprungsmulden vor. Durch die intensive Landwirtschaft sind die Gewässersysteme durch den Menschen stark verändert. Die Landschaft ist mit den Ortsgemeinden Singhofen und Pohl nur gering besiedelt.

Das Untere Dörsbach-Tiefenbach-Gebiet grenzt im Westen an die Dörsbach/Mühlbach-Wasserscheide an. Charakteristisch für das Gebiet sind die bis zu 150 Meter eingetieften Kerbtäler des Hasenbaches und des Dörsbachs. Große Flächen entlang der Täler sind mit Laubwald bewachsen. Die waldfreien Bereiche werden überwiegend als Ackerland genutzt. Lediglich in den Talursprungsmulden der Seitenbäche und entlang der Hauptbäche liegt Grünland vor. Das Gebiet ist nur gering besiedelt. Die Ortsgemeinde Lollschied ist der einzige Ort im Unteren Dörsbach-Tiefenbach-Gebiet.

Im Süd-Osten grenzt die Zentrale Katzenelnbogener Hochfläche an das Verbandsgemeindegebiet an. Die wellige Hochfläche liegt auf ca. 300 bis 400 m ü.NN und ist großflächig mit Laubholz bewaldet. Im Offenland überwiegt vor allem die Ackernutzung. Grünland existiert entlang der Bachursprungsmulden und der Bäche. Darüber hinaus finden sich aber auch größere Komplexe von Feucht- und Nasswiesen sowie größere Magerwiesenbestände in der Landschaft wieder. Attenhausen ist die einzige Ortsgemeinde der Hochfläche.

Die Nastätter Mulde grenzt südlich an die Verbandsgemeinde an. Charakteristisch für die Mulde ist das breite und flache Tal des Mühlbachs. Während die Muldensohle bei etwa 200-250 m ü.NN liegt steigen die Randhöhen bis auf 350-400 m ü.NN an. Das Landschaftsbild ist weitestgehend offen und durch intensive Agrarwirtschaft gekennzeichnet. Die fruchtbaren Lössböden eignen sich besonders für Ackerbau, so dass Grünland meist nur bachbegleitend vorliegt. Der

Waldanteil ist mit etwa 25 Prozent vergleichsweise gering. Zudem ist die Nastätter Mulde relativ dicht besiedelt. Neben den Ortsgemeinden Dessighofen und Geisig der Verbandsgemeinde Bad Ems-Nassau befinden sich noch weitere Ortsgemeinden der Verbandsgemeinde Nastätten in der Mulde. (LANIS, 2020)

Tabelle 2: Übersicht der Ortsgemeinden im Taunus

Ortsgemeinden im Taunus				
Unterlahn- höhen	Katzenelnbogener Hochfläche			Nastätter Mulde
	Dörsbach/Mühl- bach-Wasser- scheide	Unteres Dörsbach- Tiefenbach- Gebiet	Zentrale Katzen- elenbogener Hoch- fläche	
Frücht Sulzbach Misselberg Dienethal Scheuern Schweighausen Oberwies Dornholzhausen Becheln	Singhofen Pohl	Lollschied	Attenhausen	Dessighofen Geisig

Westerwald

Die Emsbach-Gelbach-Höhen, ein Teil der Großlandschaft Westerwald, prägen den Norden der Verbandsgemeinde. Der Landschaftsraum lässt sich in die Landschaftsraumeinheiten Horchheimer Höhe, Emsbachtal, Hochfläche von Welschneudorf und Gelbachtal untergliedern.

Im Westen grenzt die Horchheimer Höhe, ein etwa 11 km langer und 3 km breiter Quarzitücken mit Höhen von 350 bis 390 m ü.NN an das Verbandsgemeindegebiet an. Die Höhe ist größtenteils bewaldet, wobei Laubholz mit etwa zwei Dritteln überwiegt.

Das Emsbachtal liegt zwischen der Horchheimer Höhe und der Hochfläche von Welschneudorf. Gegenüber den angrenzenden Höhen ist das Kastental bis zu 250 m tief eingeschnitten. In der Talsohle verläuft der Emsbach, welcher am Fuße der Montabaurer Höhe entspringt und in Bad Ems in die Lahn mündet. Die Talsohle wird überwiegend als Grünland genutzt sowie die Hänge des Umfelds von Kadenbach und Arzbach. Der Rest des Landschaftsraumes ist größtenteils bewaldet, wobei Laubholz leicht überwiegt. Nördliche Teile der Stadt Bad Ems ragen mittlerweile bis in das Emsbachtal hinein. Etwa 5 km nördlich von Bad Ems findet man die Ortsgemeinde Arzbach.

Östlich an das Emsbachtal grenzt die Hochfläche von Welschneudorf. Während die Hochfläche im Norden und im Inneren nur leicht gewellt ist, schneiden sich die Bachläufe von den Bachursprungsmulden ausgehend zu den angrenzenden Tälern hin rasch in tiefe und zum Teil stark gewundene Kerben ein und zergliedern somit die Hochfläche im Randbereich. Auch dieser Landschaftsraum ist überwiegend mit Laubholz bewaldet. Das Offenland ist durch artenreiche Magerwiesen geprägt. Auf der Hochfläche befinden sich die Ortschaften Hömberg, Kemmenau, Winden und Zimmerschied.

Der südliche Teil des Gelbachtals bildet die östliche Grenze der Verbandsgemeinde. Charakteristisch für das Kastental sind die breite Sohle und die steilen Hänge. Das Tal ist zum Teil bis zu 200 m tief. Der Südteil des Tales ist bis auf die Talsohle nahezu vollständig bewaldet. In den Waldflächen überwiegt Laubholz. Das Offenland wird größtenteils als Grünland genutzt. (LANIS 2020b)

Tabelle 3: Ortsgemeinden im Westerwald

Ortsgemeinden im Westerwald			
Horchheimer Höhe	Emsbachtal	Hochfläche von Welschneudorf	Gelbachtal
-	Arzbach (Bad Ems Nord)	Hömberg Kemmenau Winden Zimmerschied (Nassau Nord)	Weinähr

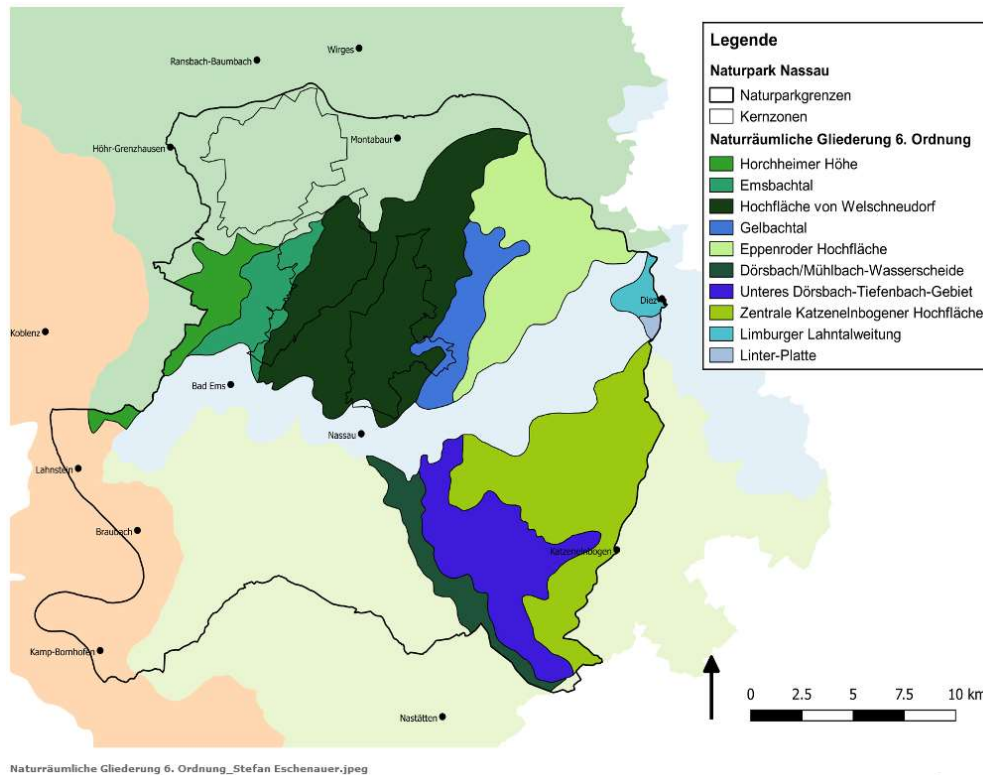


Abbildung 2: Naturräumliche Gliederung 6. Ordnung

2.2 Gewässer, Hydrologie und hydraulische Grundlagen in der Verbandsgemeinde Bad Ems - Nassau

Nach § 3 des Landeswassergesetzes LWG (2015) werden oberirdische natürliche und künstliche Gewässer, mit Ausnahme des wildabfließenden Wassers, nach ihrer wasserwirtschaftlichen Bedeutung in drei Kategorien eingeteilt:

Gewässer erster Ordnung, Gewässer zweiter Ordnung und Gewässer dritter Ordnung.

Über die Ordnung regelt sich die Verantwortlichkeit der Gewässerunterhaltung (d. h. die Verpflichtung zum Ausbau und zur Unterhaltung der Gewässer).

2.2.1 Die Lahn – Gewässer 1. Ordnung

Bei den Gewässern erster Ordnung handelt es sich um Gewässer, die für die Wasserwirtschaft von erheblicher Bedeutung sind. Die Unterhaltung obliegt dem Land bzw. dem Bund, sofern es sich um Bundeswasserstraßen handelt (vgl. § 35 LWG).

Die Lahn ist das einzige Gewässer erster Ordnung in der Verbandsgemeinde Bad Ems-Nassau (siehe auch Anlage - Gewässer erster Ordnung nach § 3 Abs.1 Nr. 1, LWG, 2015). Da es sich um eine Bundeswasserstraße handelt (vgl. Bundeswasserstraßengesetz WaStrG), obliegt die Unterhaltung dem Bund.

Die Lahn entspringt im südöstlichen Rothaargebirge auf 603 m ü. NHN und mündet nach 245,6 km auf einer Höhe von 69 m ü. NHN bei Lahnstein in den Rhein. Aufgrund des überwunden Höhenunterschied von 534 m ist die Lahn ein Fluss mit ungewöhnlich starkem Gefälle, das insbesondere im Unterlauf stark zunimmt. Neben dem starken Gefälle charakterisiert die Lahn zahlreiche Sandbänke und Felsbrocken in und entlang des Flussbettes.

Der mittlere Abfluss der Lahn beträgt 50,92 m³/s und das Einzugsgebiet weist eine Größe von 5.924 km² auf. Insgesamt legt die Lahn in Rheinland-Pfalz eine Strecke von 80 km zurück (165 km – 245,6 km). Die Lahn hatte in ihrer Vergangenheit eine große Bedeutung als Transportweg, auch wenn sie als Wasserstraße nur bedingt geeignet war aufgrund ihrer Charakteristik. Seit 1981 dient sie lediglich der Sportschifffahrt. (LVR, 2020)

Im Projektgebiet legt die Lahn eine Strecke von etwa 20 km zurück. Charakteristisch für den oberen Verlauf ist der geschwungene Verlauf, der im unteren Verlauf nachlässt (siehe auch 2.1.2). Der maßgebende Pegel für die Verbandsgemeinde ist der Pegel Kalkofen. Der Mittlere Wasserstand des Pegels beträgt 175 cm, der höchste Wasserstand 760 cm und der niedrigste Wasserstand 172 cm (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4: Wasserstände am Pegel Kalkofen (Neu) (Pegel Online, 2020)

Kennzeichnende Wasserstände		
HSW	360 cm	gültig ab 13.01.2003
ZS_I	166 cm	gültig ab 01.01.2004
MNW	175 cm	01.11.2006 - 31.10.2015
MW	237 cm	01.11.2006 - 31.10.2015
MHW	588 cm	01.11.2006 - 31.10.2015
HHW	900 cm	10.02.1946
NNW	98 cm	01.10.1997
HW	760 cm	04.01.2003 (01.11.2000 - 31.10.2010)
NW	172 cm	10.08.2004 (01.11.2000 - 31.10.2010)
M_II	360 cm	gültig ab 01.01.2004

2.2.2 Gewässer 2. Ordnung

Bei den Gewässern zweiter Ordnung handelt es sich um Gewässer, die für die Wasserwirtschaft von erheblicher Bedeutung sind und nicht zur ersten Ordnung gehören. Die Unterhaltung obliegt den Landkreisen und kreisfreien Städten (vgl. § 35 LWG).

Durch das Projektgebiet verlaufen drei Gewässer zweiter Ordnung, der Mühlbach, der Gelbach und der Dörsbach. Die Unterhaltungspflicht obliegt dem Rhein-Lahn-Kreis.

Der Mühlbach entspringt in der Gemarkung von Weidenbach (Verbandsgemeinde Nastätten) und mündet nach etwa 32 km Fließstrecke nordwestlich von Nassau in die Lahn. Im Projektgebiet fließt er durch das Untere Mühlbachtal (Dörsbach/Mühlbach-Wasserscheide). Das Einzugsgebiet des Mühlbachs beträgt etwa 171,934 km² und das Sohlgefälle beträgt in etwa 11 ‰.

Der maßgebende Pegel ist der Pegel Schulmühle. Tabelle 5 gibt einen Überblick über die Hauptwerte der Abflussreihe 1973 bis 2017.

Tabelle 5: Hauptwerte der Abflussreihe 1973 bis 2017, Pegel Schulmühle, Mühlbach (LFU 2013)

Abfluss in m ³ /s	Winter-Halbjahr	Sommer-Halbjahr	Abflussjahr	Datum
<u>NQ</u>	0,094	0,092	0,092	28.09.1973
<u>MNQ</u>	0,351	0,231	0,219	
<u>MQ</u>	1,260	0,618	0,939	
<u>MHQ</u>	10,700	8,890	13,300	
<u>HQ</u>	36,300	37,600	37,600	04.07.1975

Der Gelbach entsteht namentlich in Montabaur durch den Zufluss von Aubach und Stadtbach. Bevor er bei Obernhof in die Lahn mündet, windet er sich überwiegend naturnah durch den Wiesengrund des Gelbachtals. Der Gelbach (inkl. Aubach) legt eine Fließstrecke von 39,7 km zurück. Das Einzugsgebiet beträgt 221,2 km² und das Sohlgefälle beträgt etwa 3 ‰.

Tabelle 6 gibt einen Überblick über die Hauptwerte der Abflussreihe 1973 bis 2017.

Tabelle 6: Hauptwerte der Abflussreihe 1973 bis 2017, Pegel Weinähr, Aubach, Gelbach (LFU, 2013)

Abfluss in m ³ /s	Winter-Halbjahr	Sommer-Halbjahr	Abflussjahr	Datum
<u>NQ</u>	0,301	0,133	0,133	09.07.1976
<u>MNQ</u>	0,694	0,373	0,367	
<u>MQ</u>	3,470	1,200	2,330	
<u>MHQ</u>	30,200	15,300	31,200	
<u>HQ</u>	66,500	39,900	66,500	07.02.1984

Ebenfalls zu den Gewässern 2. Ordnung innerhalb der Verbandsgemeinde zählt der Dörsbach. Das Gewässer entspringt im Taunus nördlich des Mappershainer Kopfes und mündet nach etwa

32 km in Obernhof nahe des Klosters Arnstein in die Lahn. Das Einzugsgebiet des Dörsbaches umfasst etwa 113,2 km². Knapp 1,5 km oberhalb der Mündung befindet sich der Pegel Kloster Arnstein, dessen Hauptabflusswerte der Reihe von 1957 bis 2021 in Tabelle 7 dargestellt sind.

Tabelle 7: Hauptwerte der Abflussreihe 1957 bis 2021, Pegel Kloster Arnstein, Dörsbach (LFU, 2013)

Abfluss in m ³ /s	Winter-Halbjahr	Sommer-Halbjahr	Abflussjahr	Datum
<u>NQ</u>	0,051	0,032	0,032	19.08.1998
<u>MNQ</u>	0,232	0,127	0,120	
<u>MQ</u>	1,150	0,468	0,808	
<u>MHQ</u>	8,810	7,080	11,500	
<u>HQ</u>	20,400	97,900	97,900	09.07.1983

2.2.3 Gewässer 3. Ordnung

Gewässer dritter Ordnung sind alle anderen Gewässer. Die Unterhaltung obliegt den kreisfreien Städten, verbandsfreien Gemeinden und Verbandsgemeinden (vgl. § 35 LWG).

Bei dem Großteil der Gewässer im Verbandsgemeindegebiet handelt es sich um Gewässer dritter Ordnung. Gerade diese kleineren Gewässer können infolge intensiver Niederschläge und/oder Schneeschmelze innerhalb von kurzer Zeit anschwellen. Dies führt besonders in steilen und kleinen Einzugsgebieten mit gering durchlässigen Böden dazu, dass der gefallene Regen sehr schnell abflusswirksam wird. In steilen Einzugsgebieten fließt der Abfluss mit einer hohen Geschwindigkeit abwärts und sammelt sich in Tiefenlinien und angrenzenden Bächen. Hier bündeln sich die Abflusskonzentrationen des Einzugsgebietes zu einer Sturzflut und strömen talabwärts. Die kleinen Bäche und Rinnsale verwandeln sich dadurch in reißende Ströme. Auch wenn die Hochwasserwelle oft nur von kurzer Dauer ist, so ist die Abflussspitze aber oft sehr hoch.

Aufgrund des raschen Abflussbildungsprozesses¹ ist eine Hochwasserfrühwarnung, wie sie an großen Gewässern existiert, nicht möglich (siehe auch 3.1.1, 3.1.3).

¹ Der Zeitspanne zwischen dem Einsetzen eines Regenereignisses und der wirksamen Bildung des (Oberflächen-) Abflusses.

3 Gefahr durch Flusshochwasser und Sturzfluten und der Schutz davor

3.1 Allgemeine Einführung /Arten von Hochwasser

„Hochwasser ist eine zeitlich beschränkte Überschwemmung von normalerweise nicht mit Wasser bedecktem Land, insbesondere durch oberirdische Gewässer oder durch in Küstengebiete eindringendes Meerwasser. Davon ausgenommen sind Überschwemmungen aus Abwasseranlagen.“ (WHG § 72)

Wie Artikel 72 des Wasserhaushaltgesetzes (WHG) besagt, gibt es verschiedene Hochwasserarten. Diese unterscheiden sich durch ihre Entstehungsart. Im Folgenden werden die Hochwasserarten näher erläutert. Sturmflut und Sturmhochwasser werden aufgrund der Nichtbetroffenheit ausgelassen.

3.1.1 Flusshochwasser

Wenn Flüsse über die Ufer treten und nah gelegene Landschaften überschwemmt werden, spricht man von Flusshochwasser. Ursachen für Flussüberschwemmungen sind großräumige, ausgiebige und anhaltende Niederschläge.

Die jährlich eintretende Schneeschmelze ist eine weitere Ursache für Flusshochwasser. Nicht selten treten Dauerregen und Schneeschmelze gleichzeitig auf. Ist dann zusätzlich der Boden aufgrund des gefrorenen Zustandes undurchlässig, gelangt das Oberflächenwasser direkt in nah gelegene Gewässer. Sind die Böden durch langanhaltende Niederschläge bereits gesättigt und erneuter Niederschlag tritt auf, führt dies zum selben Effekt. Dauerregen und Schneeschmelze sind in Deutschland typisch für Winterhochwasser (siehe auch 3.2). Laut Prof. Dr.-Ing. Hans Joachim Caspary (2004) sind die Hochwasser während der Wintermonate Dezember bis Februar oft Ursache von Großwetterlagen, welche als „Westlage zyklonal (Wz)“ bezeichnet werden. Diese Wetterlage transportiert feuchte und milde Luftmassen vom Atlantik nach Deutschland, was zu andauernden Niederschlägen und zur Schneeschmelze aufgrund der für die winterliche Jahreszeit eher zu warmen Luftmassen führt (vgl. Abbildung 3).

Wehe, wenn der Warmwind weht

BAD EMS/NASSAU/DAUSENAU. In Lehrbüchern der Geographie kann man nachlesen, daß wir » Mitteleuropa, und in Deutschland, in gemäßigtem Klima leben. Tatsächlich beherrschen auch während des größten Teiles des Jahres Luftmassen aus dem westlichen Quadranten der Windrose unser Gebiet. Sie kommen vom Atlant und bringen die milde, ausgleichende Golfstromluft. Daß aber auch kalte Festlandluft aus dem Osten oder sehr plötzlich Polarluft aus dem Norden bei uns eindringen und wochenlang unser Wetter bestimmen kann, haben wir ja gerade erlebt. Es ist

der kälteste und schneereichste Januar seit 16 Jahren. Ähnliche Verhältnisse hatten wir auch im Januar des Jahres 1909. Doch dann setzte fast schlagartig ein Wandel ein. Erwärmte ozeanische Luft strömte ein und führte nicht nur zu einem Temperatursprung, sondern brachte auch anhaltenden Regen. So kam es im Westerwald und im Taunus zu einer sehr schnellen Schmelze der ungeheuren Schneemassen. Die Wirkung war verheerend.

Abbildung 3: Auslöser des Jahrhunderthochwassers vom 04. Februar 1909. (Historisches Dausenau, 2009)



Abbildung 4: Lahnhochwasser von 1984 zwischen Friedensdorf (hinten) und Buchenau (Damm, 2006)

Mitteleuropa ist jedoch nicht nur von Winterhochwasser betroffen. Auch im Sommer kann es zu Flusshochwasser kommen. Ursache für die in jüngster Zeit stattgefundenen Sommerhochwasser waren „Vb-Tiefs“ (gesprochen: „Fünf- B-Tief“, V = römisch 5), wie z. B. das Hochwasserereignis in Mitteleuropa von 2013. Vb-Wetterlagen entstehen aus Tiefs, welche von Nordwesten in den zentralen Mittelmeerraum ziehen oder direkt über dem Mittelmeer entstehen. Die Tiefs ziehen dann über Österreich weiter nach Polen und zum Baltikum oder nach Ostdeutschland. Diese Tiefs können in den Sommermonaten für langanhaltende und sehr ergiebige Niederschläge sorgen. (Sävert, 2016)

Retentionsräume (z. B. Auen) sorgen für natürlichen Rückhalt in der Fläche, sodass sich das Gewässer bei Hochwasser ausbreiten kann. Natürlich belassene mäandrierende Gewässerabschnitte bremsen zudem den Abfluss. Diese Faktoren sorgen dafür, dass Hochwasserereignisse normalerweise abgeschwächt werden. Fehlen dem Gewässer jedoch Rückhaltungsmöglichkeiten, bedingt durch anthropogene Eingriffe, wird das Phänomen Flusshochwasser verstärkt, denn dadurch treten Flüsse schneller über die Ufer und überfluten größere Bereiche.

Für die Flusshochwasserwarnung sind die einzelnen Bundesländer verantwortlich. Das länderübergreifende Hochwasserportal (www.hochwasserzentralen.de), welches gemeinsam von den deutschen Bundesländern betrieben wird, gibt einen Überblick über die aktuelle Hochwassergefahr. Dazu stellen die Bundesländer laufend aktuelle Daten von Hochwassermeldepegeln zur Verfügung sowie Kurzinformationen zur aktuellen Hochwasserlage. Darüber hinaus stellt die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes und die zuständigen Behörden der Nachbarländer weitere Pegeldata bereit. Das Hochwasserportal klassifiziert die Hochwasser-Situation am Pegel in vier Kategorien: kleines-, mittleres-, großes- und sehr großes Hochwasser. Jedes Bundesland legt selbst fest, ab wann ein Hochwasser in eine der vier Kategorien eingeteilt wird. Während einige Bundesländer auf statistische Hochwassermeldewerte zurückgreifen, beurteilen andere die Hochwasserkategorie anhand der Überflutungsausdehnung. Das rheinland-pfälzische Landesamt für Umwelt teilt die vier Kategorien in statistische Hochwassermeldewerte ein, Kategorie 1: ≥ 2 -jährliches Hochwasser, Kategorie 2: ≥ 10 -jährliches Hochwasser, Kategorie 3: ≥ 20 -jährliches Hochwasser, Kategorie 4: ≥ 50 -jährliches Hochwasser. Das Hochwasserportal ist mit den zuständigen Websites der Landesbehörden verlinkt, über welche man die einzelnen Hochwasseregelstände einsehen kann. (LUBW & LFU, 2018)

In Rheinland-Pfalz obliegt die Hochwasservorhersage der Hochwasservorhersagezentrale, welche für die Flussgebiete² Rhein, Mosel, Nahe Lahn und Sieg pegelbezogene Hochwassermeldungen erstellt und verbreitet (LfU, 2020). Auf der Homepage des Hochwassermeldedienstes RLP (<http://www.hochwasser-rlp.de>) kann man sich über die aktuelle Hochwasserlage informieren.

3.1.2 Grundhochwasser

„Unter einem Grundhochwasser versteht man einen zeitlich begrenzten, unkontrollierten Anstieg des Grundwasserstandes. Grundhochwasser kann durch ein Flusshochwasser, eine erhöhte Grundwasserneubildung, eine Einstellung von Grundwasserhaltungsmaßnahmen oder durch Veränderungen aufgrund von Baumaßnahmen entstehen.“ (GERICS, 2018, zitiert nach Köpke et al. 2012, Landeshauptstadt Dresden 2010)

Wie das obige Zitat zeigt, kann Grundhochwasser verschiedene Ursachen haben. Die wohl häufigste Ursache ist Flusshochwasser, bedingt durch den natürlichen Wasserkreislauf. Bei normalen Wasserständen im Fluss fließt das Grundwasser zum Fluss hin. Bei Hochwasser ändert sich jedoch die Fließrichtung. Das Grundwasser steigt nun ebenso wie der Pegel des Flusses an, sodass das Grundwasser Richtung Land strömt. Dieser Prozess tritt jedoch nicht immer gleichzeitig auf. Oft erfolgt er zeitversetzt. Selbst nach einem Abklingen des Flusshochwassers, kann dennoch das Grundwasser weiter ansteigen. Dies stellt eine oft unterschätzte Gefahr dar. Grundhochwasser kann neben Schäden durch Vernässung in der Landwirtschaft große Schadensbilder in urbanen Bereichen hinterlassen. Überschreitet der Grundwasserpegel

² Die Zuständigkeit für die Vorhersage erstreckt sich am Rhein von der Neckarmündung bis Emmerich, an der Mosel über die rheinland-pfälzische Mosel, Saar und Sauer und beinhaltet an der Nahe außerdem die Glans (LfU, 2020).

beispielsweise das Niveau der Kellersohle, kann es zur Vernässung des Kellers führen. Im schlimmsten Fall kann der Wasserdruck bei unzureichendem Widerstand (Eigengewicht des Hauses) sogar dazu führen, dass das Gebäude aufgrund der Auftriebskraft „aufschwimmt“ und dadurch seine Standfestigkeit verliert. (Stadtentwässerungsbetriebe Köln, 2012)

Eine explizite Warnung für Grundhochwasser existiert nicht. Aufgrund der Zusammenhänge mit Flusshochwasser ist dies auch nicht nötig. Um zu prüfen, ob Gebäude im gefährdeten Bereich liegen, kann man sich Auskunft bei der jeweiligen Stadt oder Kommune geben lassen. Teilweise existieren sogar adressgenaue Online-Suchdienste, die die Gefährdungslage auf entsprechenden Karten kennzeichnen.



Abbildung 5: Gekipptes Haus durch Unterspülen. ©Sebastian Gölz (IÖR)

3.1.3 Starkregen (Sturzfluten)

„Von Starkregen spricht man bei großen Niederschlagsmengen pro Zeiteinheit. Er fällt meist aus konvektiver Bewölkung (z. B. Cumulonimbuswolken). Starkregen kann zu schnell ansteigenden Wasserständen und (oder) zu Überschwemmung führen, häufig einhergehend mit Bodenerosion.“ (DWD, o. J.)

Eine häufige Folge von Starkregen sind Sturzfluten. Nach dem bayrischen Landesamt für Umwelt (2016) werden Sturzfluten folgendermaßen beschrieben: *„ein plötzlich auftretendes, extremes Hochwasser infolge eines außergewöhnlichen Starkregenereignisses. Dabei entwickeln sich schnell ansteigende Wasserstände und kräftige Abflusswellen, die katastrophale Schäden verursachen können und ein erhebliches Gefahrenpotential für Leib und Leben darstellen.“*

Hochwasserereignisse werden dann als Sturzflut klassifiziert, wenn die Reaktionszeit des Hochwassers weniger als sechs Stunden beträgt (LFU, 2016). Starkregenereignisse in Europa sind oft von kurzer Dauer, können aber eine sehr hohe Intensität aufweisen und sind meist lokal beschränkt. Solche Starkregenereignisse entstehen oft durch Konvektion. Dabei steigt feuchte,

warme Luft auf, wodurch sie sich abkühlt. Dadurch kondensiert der Wasserdampf, der in der Luft enthalten ist, zu Wasser. Während des Prozesses wird latente Wärme freigesetzt, wodurch der Auftrieb verstärkt wird. Die Folge sind starke Schauer und Gewitter, oft auch in Kombination mit Sturm und Hagel. Die Starkregenereignisse durch Konvektion beschränken sich häufig auf fünf Minuten bis drei Stunden. Besonders gefährlich sind Wetterlagen, an denen sich die konvektiven Zellen kaum von der Stelle verlagern.

Starkregen tritt hauptsächlich in den Sommermonaten auf, da Konvektion nur bei ausreichend warmer Luft möglich ist. Kalte Luft enthält weniger Feuchtigkeit und Energie. Länger andauernde und regional stattfindende Starkregenereignisse kommen in Europa seltener vor. Auslöser dafür sind Gewitterfronten und Vb-Wetterlagen. (DWD, o. J.)

Da sich die charakteristischen Niederschlagswerte von Klimazone zu Klimazone unterscheiden, gibt es keine allgemein gültige statistische Abgrenzung für Extremniederschlagsereignisse (Baumgartner & Liebscher, 1996). Dies verdeutlicht ein Vergleich des deutschen Extremniederschlagsrekords von 1920 mit dem weltweiten Rekord: 1920 fielen in Füssen im Allgäu in acht Minuten 126 Liter pro Quadratmeter, in Guadeloupe (Französische Antillen) fielen in gerade einmal einer Minute 38,1 Liter auf den Quadratmeter (Staeger, 2019).

Für das Bundesgebiet definiert der Deutsche Wetterdienst (2019) Extremniederschläge in drei Kategorien:

Starkregen:	15 bis 25 l/m ² in 1er Stunde
	20 bis 35 l/m ² in 6 Stunden
Heftiger Starkregen:	25 bis 40 l/m ² in 1er Stunde
	35 bis 60 l/m ² in 6 Stunden
Extrem heftiger Starkregen:	> 40 l/m ² in 1er Stunde
	> 60 l/m ² in 6 Stunden

Überschreitet ein Starkregenereignis voraussichtlich den Schwellenwert der Kategorie Starkregen, gibt der DWD eine „markante Wetterwarnung“ heraus. Ab der Kategorie „heftiger Starkregen“ warnt er vor Unwetter.

Problematisch ist jedoch, dass Starkregen nur schwer vorhergesagt werden kann. So kann der DWD nur Regionen warnen, in denen das Ereignis stattfinden könnte, aber nicht genau wo und wie viel es regnen wird.

Die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA) empfiehlt die Charakterisierung von Starkregen mittels Starkregenindex, basierend auf einem Vorschlag in Schmitt (2015) (vgl. DWA-M 119).

Tabelle 8: Vorschlag zur Zuordnung Starkregenindex und Wiederkehrzeit T_n hier exemplarisch mit ortsunabhängigen Wertebereichen von Starkregenhöhen für unterschiedliche Dauerstufen (Quelle: Schmitt 2015)

Wiederkehrzeit T_n (a)	1-10	20	30	50	100	> 100				
Starkregenindex	1 - 3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Regendauer	Starkregenhöhen in mm									
15 min	10 - 20	20 - 25	25 - 30	30 - 35	> 35					
60 min	15 - 30	30 - 40	40 - 50	50 - 60	60 - 75	75-100	100-130	130-160	160-200	> 200
2 h	20 - 35	35 - 45	45 - 55	55 - 65	65 - 80					
4 h	20 - 45	45 - 55	55 - 60	60 - 75	75 - 85	85-120	120-150	150-180	180-220	> 220
6 h	25 - 50	50 - 60	60 - 65	65 - 80	80 - 90					

Von den Folgen des Starkregens sind vor allem urbane Bereiche stark betroffen, da dort aufgrund des hohen Anteils an versiegelten Flächen natürlicher Retentionsraum fehlt, der das anfallende Oberflächenwasser zurückhalten könnte. Stattdessen fließt das Wasser oft auf direktem Weg in die Kanalisation. Diese ist jedoch nicht für solche Extremereignisse ausgelegt. Folgen sind kurzfristige Verkehrsbehinderungen durch Überflutungen von Straßen, Überflutungen von Kellern, Überschwemmungen an kleinen Bächen, Erdbebengefahr und vieles mehr.

3.2 Situation in der Verbandsgemeinde Bad Ems – Nassau

3.2.1 Hochwasser

Hochwasser ist kein unbekanntes Phänomen für die Verbandsgemeinde Bad Ems-Nassau. Teile der Ortsgemeinden bzw. der Städte der Verbandsgemeinde haben fast jährlich unter dem Hochwasser der Lahn zu leiden. Die Hochwasserereignisse in den Jahren 1396, 1764, 1784, 1824, 1841, 1845, 1882, 1909 und 1984 verursachten dabei besonders hohe Schäden (VG Bad Ems-Nassau, 2020).

Nicht selten führen ergiebige Regenfälle gepaart mit einsetzender Schneeschmelze dafür, dass die Lahn und ihre Nebenflüsse über die Ufer treten.

Der historische Bericht, des Zeitzeugen Ottokar Schupp (Historisches Dausenau, 2009), vom Hochwasser in Dausenau von Ostern 1845 bestätigt dies. Damals lagen ungeheure Mengen an Schnee auf den umliegenden Höhen insbesondere dem Westerwald. Das einsetzende Tauwetter sorgte dafür, dass die Schneedecke allmählich schmolz. Als am Abend des ersten Ostertages 1845 noch zusätzlich ergiebige Regenfälle einsetzten, führte dies dazu, dass sich die Nebengewässer der Lahn, insbesondere die Gewässer Unterbach und Oberbach, in reißende Ströme verwandelten. Das Hochwasser der Bäche überlagerte sich anschließend mit dem Flusshochwasser der Lahn, was zu hohen Schäden führte: „...im Jahre 1845 hatten die Wasserfluten Gärten und Äcker verwüstet, Stege und Brücken zerstört, Sand, Geröll und Steine in die Straßen und in die Gehöfte hineingeworfen. Wände eingedrückt und Mauern umgerissen,

in den Kellern die Kartoffel versandet, das Futter in den Schuppen unbrauchbar gemacht, das gespaltene Holz und Ackergerätschaften, ja sogar Tische, Stühle und Stuben mit sich gerissen,...“ (Historisches Dausenau, 2009).



Abbildung 6: Der verwüstete Platz vor dem Alten Rathaus in Dausenau, Hochwasser 1845 (Historisches Dausenau, 2009)

Ähnliches ereignete sich bei dem Jahrhunderthochwasser im Winter 1909: „Am 4. Februar 1909 wurde Dausenau von einer Hochwasserkatastrophe heimgesucht, wie sie wohl noch nie erlebt worden ist. Der von den Bergen des Westerwaldes herabkommende und mitten durch den Ort fließende, sonst kleine Bach war infolge der nach großem Frost und starkem Schneefall schnell unter Regen eingetretenen Schneeschmelze in kurzer Zeit zu einem breiten, wild daher brausenden Gewässer geworden, das in seinem rasendem Laufe gewaltige Erdmassen und große Steine mit forttriss, in die Keller, Ställe und Wohnungen eindrang und die Straßen des Ortes drei Meter hoch mit Schutt anfüllte.“ (Historisches Dausenau).

Die Wassermassen der Lahnnebenflüsse sorgten schließlich dafür, dass die Lahn stark anschwell. Am Pegel Kalkofen wurde am 05.02.1909 ein Hochwasserstand von 879 cm und ein Abfluss von 830 m³/s gemessen (siehe auch Tabelle 9).

Allein für Dausenau berechnete eine Kommission von Sachverständigen die Hochwasserschäden auf eine halbe Millionen Mark (Historisches Dausenau, 2009).



Abbildung 7: Aufräumarbeiten nach dem Hochwasser von 1909, Langgasse Dausenau (Historisches Dausenau, 2009)



Abbildung 8: Lahnhochwasser von 1909 Bad Ems, Foto: Stadtarchiv Bad Ems

Das letzte große Hochwasser der Lahn von 1984 ist heute noch einigen Anliegern der Lahn in guter Erinnerung. Das Ausmaß des Hochwasserereignisses ähnelte stark dem Lahnhochwasser von 1909 (vgl. Tabelle 9).

Tabelle 9: Lahnhochwasserstände und -abflüsse am Pegel Kalkofen (LFU 2020c)

Wasserstände			Abflüsse		
cm	Datum	Rang	m ³ /s	Datum	Rang
900	10.02.1946	1	840	10.02.1946	1
879	05.02.1909	2	830	05.02.1909	2
873	08.02.1984	3	802	08.02.1984	3
841	29.12.1947	4	728	14.01.1920	4
839	14.01.1920	5	697	29.12.1947	5
804	15.01.1948	6	651	15.01.1948	6
796	03.11.1924	7	638	03.11.1924	7
782	25.11.1882	8	617	25.11.1882	8
764	01.01.1926	9	597	04.01.2003	9
760	04.01.2003	10	591	22.12.1993	10

Vom Hochwasser sind grundsätzlich alle Ortsgemeinden entlang der Lahn sowie die Stadt Bad Ems und Nassau betroffen. Die Hochwassergefahrenkarten des Landes geben genauere Auskunft über den jeweiligen Grad der Betroffenheit (siehe auch 4.1.1). Die Anlage A-1 gibt einen Überblick über die potentiell betroffenen Ortsgemeinden durch das Lahnhochwasser (siehe auch Abschnitt 4.1.1).

Durch Ortsbegehungen im Projektgebiet mit Vertretern der Verbandsgemeinde sowie durch die Beteiligung der Öffentlichkeit wurde zudem deutlich, dass die Hochwasserbetroffenheit über die Ortsgemeinden an der Lahn hinaus geht (siehe auch 4.3 und 5). So verursachte beispielsweise das Hochwasser von 1909 auch Schäden am Oberndörferbach in Arzbach (siehe auch Workshop 01). Verursacht werden die Überschwemmungen meist durch ergiebige Regenfälle und/oder einsetzende Schneeschmelze im Einzugsbereich des Westerwaldes und Taunus, aber auch Starkregenereignisse können Ursache sein (siehe auch 3.2.2).

3.2.2 Starkregen

Aufgrund der Charakteristik von Starkregen wirken sich diese Extremereignisse hochwasserwirksam vor allem auf Gewässer 3. Ordnung aus, weniger auf Gewässer 2. Ordnung und fast kaum auf Gewässer 1. Ordnung. Kurze und kräftige Starkregenereignisse sorgen dafür, dass sich kleine Bäche sowie Gräben in enormer Geschwindigkeit in reißende Ströme verwandeln und für Überflutungen sorgen.

Neben den Gewässern 3. Ordnung sind insbesondere die Sturzflutentstehungsgebiete und deren nahes Umfeld von den Folgen der Extremniederschläge betroffen.

Große Schäden wurden in der Vergangenheit in der Verbandsgemeinde Bad Ems-Nassau vor allem durch Flusshochwasser verursacht. Von großen Schäden durch Starkregenereignisse (gemäß Abschnitt 3.1.3) sind hingegen viele Ortsgemeinden, laut den Vertretern der VG sowie den Bürgerinnen und Bürger der VG, bisher verschont geblieben (vgl. Anlagen WS).

Starkregen ist jedoch auch kein unbekanntes Phänomen der Verbandsgemeinde. Einige der Ortsgemeinden berichteten in den durchgeführten Workshops von vergangenen Extremereignissen und deren Folgen:

In Pohl ereignete sich vor etwa 15 bis 20 Jahren ein Starkregenereignis, bei dem im Unterdorf (Taunusstraße) Keller geflutet wurden (siehe auch WS05). In Attenhausen wurden durch ein Starkregenereignis 1984 im südlichen Ortsteil ebenfalls Keller geflutet (siehe auch WS05). Im Jahr 2016/2017 verursachte ein kurzes Starkregenereignis von ca. 5 Minuten eine Überlastung der Kanalisation und führte zu Ausuferungen (siehe auch WS05). In Hömberg verursachte Starkregen 2017 einen Rückstau im Kanalsystem, sodass es zu einem Schadensereignis in der Schulstraße kam (siehe auch WS06). Infolge eines Starkregenereignisses trat 1984 in Miellen entlang der Früchter Straße starker Oberflächenabfluss auf (siehe auch WS09). Am 25. Juni 2016 kam es in mehreren Ortsgemeinden zu Überflutungen infolge von Starkregen. In Miellen führte eine Verklausung am Einlauf der Verrohrung des Eschbachs zu Überflutungen entlang der Straße An der Eschbach (siehe Abbildung 9). In Fachbach kam es zu Ausuferungen entlang des Gewässers Fachbach. In Höhe des Sportplatzes verursachte eine Verklausung Überflutungen (siehe Abbildung 10 und Abbildung 11). Auch die Stadt Bad Ems war von dem Starkregenereignis betroffen. Dort führte eine Verklausung in Höhe des Friedhofs zu Überflutungen (siehe Abbildung 12, Abbildung 13 und Abbildung 14).



Abbildung 9: Überflutung in Miellen entlang der Straße An der Eschbach. (VG BEN, 2016)



Abbildung 10: Überflutung in Fachbach (VG BEN, 2016)



Abbildung 11: Überflutung in Fachbach (VG BEN, 2016)



Abbildung 12: Überflutung in Bad Ems entlang der Straße Am Friedhof (VG BEN, 2016)



Abbildung 13: Überflutung in Bad Ems entlang der Straße Am Friedhof (VG BEN, 2016)



Abbildung 14: Überflutung in Bad Ems entlang der Straße Am Friedhof (VG BEN, 2016)

4 Grundlagenermittlung

Die Grundlagenermittlung dient der Analyse und Beschreibung der konkreten örtlichen Hochwassergefahr, insbesondere auch vor dem Hintergrund eines Extremhochwassers (d.h. deutlich größer als ein 100-jährliches Hochwasser) sowie potentieller Starkregenereignisse (mit Niederschlagsmengen über 15-25 mm/h (DWD, 2020), siehe auch Abschnitt 3.1.3). Es werden Informationen zu technischen Schutzeinrichtungen, Infrastruktur, Alarm- und Einsatzplänen, kommunalen Handlungsstrategien und Vorsorgemaßnahmen sowie Erfahrungen aus vergangenen Hochwasserereignissen abgefragt und dokumentiert. In den Unterpunkten dieses Abschnittes werden wesentliche Daten und Informationen aufgeführt, welche im Rahmen der Erstellung des Konzeptes Berücksichtigung gefunden haben.

Die eingegangenen Informationen und Daten wurden im Zuge der Grundlagenermittlung detailliert geprüft und ausgewertet. Um eine detaillierte Betrachtung bzw. Identifikation der durch Hochwasser und Starkregen gefährdeten Bereiche zu ermöglichen, wurden die Geodaten des Landes in kleinräumigen Maßstäben betrachtet und ausgewertet sowie ortsspezifisches Kartenmaterial erstellt, worauf in Abschnitt 4.2 weiter eingegangen wird.

Das Kartenmaterial stellte unter anderem eine Grundlage für die gemeinsamen Ortsbegehungen dar, in denen gemeinsam mit Vertretern der Verbandsgemeinde die Gefährdungssituation vor Ort in Augenschein genommen und erfahrungsgemäße Problemstellen identifiziert und verortet wurden (siehe auch Abschnitt 4.3).

Als Grundlage zur Koordination der Ortsbegehungen wurde die in Anlage A-1 beigefügte Übersichtstabelle erstellt. Diese bietet eine Zusammenfassung der einzelnen Ortsgemeinden der Verbandsgemeinde Bad Ems – Nassau, an der sich die jeweiligen Gefährdungseinschätzungen hinsichtlich Flusshochwasser und Starkregen gemäß der eingangs erwähnten Datengrundlagen des LfU ablesen lassen.

4.1 Datenübernahme / Eingangsdaten

Als Grundlage zur Identifikation der Betroffenheit durch Hochwasser wurden u.a. vorhandene Geofachdaten des Landes beim Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz (LfU) angefragt und verwendet. Hierzu zählen topographische Karten, Landnutzungsdaten, Überschwemmungsgebiete der Hochwasserereignisse HQ₁₀, HQ₁₀₀ und HQ_{Extrem} sowie weitere Inhalte der Hochwassergefahren- und –risikokarten des Landes.

Die Geobasis-, Geofachdaten und weiteren Informationen, die im Rahmen des Projektes verwendet wurden, sind in folgender Tabelle zusammengefasst. Auf die Daten der Hochwassergefahrenkarten sowie die Daten des Hochwasser- Informationspaketes des LfU, welche für die

Auswertung der Hochwasser- und potentiellen Starkregenbetroffenheit herangezogen worden sind, wird außerdem in den Unterpunkten dieses Abschnittes vertieft eingegangen.

Tabelle 10: Übersichtstabelle Datengrundlagen

Bezeichnung	Kategorie	Datenquelle	Aktualität	Lieferdatum
Geodaten				
ALKIS	Geobasis-da-ten	LVerGeo / LfU	unbekannt	22.10.2018
ATKIS	Geobasis-da-ten	LVerGeo / LfU	unbekannt	22.10.2018
Digitale Orthofotos (DOP)	Geobasis-da-ten	LVerGeo / LfU	unbekannt	22.10.2018
Digitales Geländemodell (DGM)	Geobasis-da-ten	LVerGeo / LfU	unbekannt	22.10.2018
Betroffene Einwohner HQ₁₀	Geofachdaten	LfU	unbekannt	22.10.2018
Betroffene Einwohner HQ₁₀₀	Geofachdaten	LfU	unbekannt	22.10.2018
Betroffene Einwohner HQ_{Extrem}	Geofachdaten	LfU	unbekannt	22.10.2018
Gesetzliche Überschwemmungsgrenzen	Geofachdaten	LfU	unbekannt	22.10.2018
Wasserstände HQ₁₀	Geofachdaten	BfG / LfU	unbekannt	22.10.2018
Wasserstände HQ₁₀₀	Geofachdaten	BfG / LfU	unbekannt	22.10.2018
Wasserstände HQ_{Extrem}	Geofachdaten	BfG / LfU	unbekannt	22.10.2018
Überschwemmungsgrenzen HQ₁₀	Geofachdaten	BfG / LfU	unbekannt	22.10.2018
Überschwemmungsgrenzen HQ₁₀₀	Geofachdaten	BfG / LfU	unbekannt	22.10.2018
Überschwemmungsgrenzen HQ_{Extrem}	Geofachdaten	BfG / LfU	unbekannt	22.10.2018
Wassertiefen Raster HQ₁₀	Geofachdaten	BfG / LfU	unbekannt	22.10.2018
Wassertiefen Raster HQ₁₀₀	Geofachdaten	BfG / LfU	unbekannt	22.10.2018
Wassertiefen Raster HQ_{Extrem}	Geofachdaten	BfG / LfU	unbekannt	22.10.2018
Abflusskonzentrationen	Geofachdaten	IB Feldwisch / LfU	2018	02.11.2018
Pot. überflutungsgefährdete Bereiche entlang von Tiefenlinien	Geofachdaten	IB Feldwisch / LfU	2018	02.11.2018

Bezeichnung	Kategorie	Datenquelle	Aktualität	Lieferdatum
Sonstige Informationen				
Gewässerunterhaltungskonzept	Konzept	IB Gastring / VG	2018	10.12.2018
Bildmaterial	VG Bad Ems - Nassau	VG	2016	29.03.2019
Hochwasservorsorge durch Flussgebietsentwicklung	Erläuterungsbericht	IB Feldwisch / VG	2018	02.11.2018

4.1.1 Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten der Lahn

Gemäß der Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (HWRM-RL) vom 23.10.2007, welche mit Inkrafttreten des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) am 31.07.2009 in deutsches Recht umgesetzt worden ist, mussten bis Dezember 2013 Hochwassergefahrenkarten (HWGK) und Hochwasserrisikokarten (HWRK) für alle Gebiete mit potentiell signifikantem Hochwasserrisiko erstellt werden, worunter auch die Lahn fällt (RLP, 2015).

Die HWGK dienen der Veranschaulichung der Gefährdung durch Hochwasser führende Flussläufe und berücksichtigen die folgenden drei Hochwasserszenarien:

- Extremhochwasser mit niedriger Wahrscheinlichkeit (d.h. seltener als alle 200 Jahre) oder bei Extremereignissen auftreten,
- Hochwasser mit mittlerer Wahrscheinlichkeit (Ereignisse, die im statistischen Mittel alle 100 Jahre und seltener auftreten),
- Hochwasser mit hoher Wahrscheinlichkeit (Ereignisse, die im statistischen Mittel häufiger, beispielsweise alle 10 oder 25 Jahre auftreten).

(MKUEM, o.J.)

Für die jeweiligen Szenarien stehen für die Lahn zum einen Daten hinsichtlich des Ausmaßes der Überflutung (Überflutungsflächen) und zum anderen Daten hinsichtlich der jeweiligen Wassertiefen zur Verfügung, die auf verschiedenen hydronumerischen Modellen basieren (siehe auch FGG, 2019 sowie Regpr.Grießen, 2015).

Neben den HWGK wurde außerdem noch die Erstellung der Hochwasserrisikokarten (HWRK) im WHG geregelt. Diese enthalten die Anzahl potentiell betroffener Einwohner, die Nutzungsarten betroffener Gebiete, Anlagen deren Überschwemmung zu Verunreinigung der Gewässer führen könnte, durch Hochwasser betroffene Schutzgebiete sowie potentiell betroffene Kulturgüter (RLP, 2015).

Mit Erstellung der HWGK und HWRK soll zum einen eine Optimierung der Hochwasservorsorge der kommunalen Gebietskörperschaften und weiteren zuständigen Akteuren angeregt und zum

anderen auch eine Reduzierung des Schadenspotentials durch Informierung und Aufklärung der Bevölkerung hinsichtlich der bestehenden Gefahren bezweckt werden. Die Karten werden der Öffentlichkeit daher u.a. über die Internetseite des Ministeriums für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz (MUEEF) frei zur Verfügung gestellt³ (RLP, 2015).

Um die sich ändernden Gegebenheiten innerhalb der Flussgebiete und auch die Auswirkungen umgesetzter Maßnahmen erfassen zu können, ist eine regelmäßige Überprüfung und ggf. Aktualisierung des HWGK und HRK in der HWRM-RL festgeschrieben. Bis Ende 2019 erfolgte daher eine Überprüfung sowie Aktualisierung der Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten, deren Veröffentlichung für das erste Quartal 2020 vorgesehen wurde⁴. Der nächste Zyklus der Fortschreibung wird bis Ende 2025 erfolgen (FGG, 2019).

4.1.2 Hochwasservorsorge durch Flussgebietsmanagement

Das zunehmende Auftreten von Starkregenereignissen, was auf die globale Veränderung des Klimas zurückzuführen ist, gewinnt auch für die Hochwasservorsorge an Bedeutung. Dies lässt sich unter anderem damit belegen, dass inzwischen rund die Hälfte aller Überschwemmungsschäden auf die Folge von Starkregenereignissen zurückzuführen sind (IBH, 2013).

Bis zum Auftreten eines Starkregenereignisses ist vielen Betroffenen, gerade in Lagen fernab jeglicher Gewässer, ihre potentielle Gefährdung gar nicht bewusst, sodass diese auch keine Vorsorge betreiben und bei einem Eintritt des Ereignisses meist hohe Schäden entstehen.

Zur Identifikation und Beurteilung dieser Gefährdungen bietet das Landesamt für Umwelt (LfU) den Kommunen die kostenfreie Erstellung eines Infopakets zur Hochwasservorsorge an, welches vielen Gemeinden bereits zum Zwecke einer Berücksichtigung in der Bauleitplanung zugegangen ist (SGD, o.J).

Das Infopaket beinhaltet verschiedene Informationen sowie potentielle Maßnahmen bzgl. der Hochwasservorsorge welche in 5 Karten gebündelt vorliegen. Zu den Informationen zählen:

- Hochwasservorsorge am Gewässer und in der Aue (Karte 1 und Karte 2)
- Hochwasservorsorge in der Fläche (Karte 3 und Karte 4)
- Starkregeninduzierte Sturzflutengefährdung von Siedlungsgebieten (Karte 5)

Bzgl. des Themenbereiches Hochwasservorsorge am Gewässer und in der Aue wurde die Gewässerstruktur innerhalb der Verbandsgemeinde anhand von Kartierungsdaten beurteilt, wobei

³ Einsehbar unter: <https://hochwassermanagement.rlp-umwelt.de/>

⁴ Im Zuge der Erstellung des vorliegenden öHWVK standen die aktualisierten HWGK und HWRK noch nicht zur Verfügung, sodass die verwendeten Daten dem Stand von 2013 bzw. 2015 entsprechen.

Abschnitte, die einen ungünstigen Zustand aufweisen, identifiziert und in Karte 1 hervorgehoben wurden. Hierzu zählen beispielsweise Gewässerstrecken mit sehr tiefen Profilen, Uferverbau oder fehlenden Gewässerrandstreifen. Potentielle Maßnahmen zur Aufrechterhaltung sowie zusätzlichen Generierung von Retentionsraum werden in Karte 2 dargestellt.

In den Karten 3 und 4 werden potentielle Hochwasservorsorgemaßnahmen in der Fläche veranschaulicht. Karte 3 spiegelt dabei den derzeitigen Bestand wieder und visualisiert unter Berücksichtigung verschiedener Landnutzungskategorien Bereiche, in denen Niederschläge zur schnellen Abflussbildung führen können. In Karte 4 werden bezogen auf die verschiedenen Landnutzungskategorien entsprechende Optimierungsansätze bzw. Maßnahmen vorgeschlagen, um der schnellen Ausbildung von Oberflächenabfluss entgegen zu wirken.⁵ Auf die vorgeschlagenen Vorsorgemaßnahmen wird u.a. in Anlage A-4 vertieft eingegangen.

Anhand von topographischen Gebietsanalysen wurde die starkregeninduzierte Sturzflutengefährdung von Sieglungsgebieten ermittelt. Hierbei wurde anhand des vorherrschenden Geländeprofiles geprüft, in welchen Bereichen sich im Zuge von Starkregenereignissen Abflusskonzentrationen ausbilden könnten und wie diese in Richtung des Vorfluters entwässern. Im Unterschied zu einer Niederschlagsabflussmodellierung erfolgte die vorliegende Überprüfung rein auf Basis der Auswertung des digitalen Geländemodells. Eine Berücksichtigung von tatsächlichen oder statistischen Niederschlägen sowie eine detailliertere Betrachtung der konkreten Abflussbildungsprozesse konnte im Zuge der Erstellung des Infopakets aufgrund des deutlich höheren Aufwandes nicht durchgeführt werden (siehe auch LfU, 2018). Nichtsdestotrotz bieten die ermittelten Abflusskonzentrationen einen Anhaltspunkt für die Identifikation potentiell gefährdeter Bebauung bzw. gefährdeter Ortslagen. Auf Basis der abflussgenerierenden Flächengröße sowie der zugehörigen Hangneigung wurde daher im Rahmen des Infopakets bereits ein Gefährdungsrisiko für die jeweiligen Ortslagen der Verbandsgemeinde ermittelt (siehe auch LfU, 2018). Die Abflusskonzentrationen sowie das ermittelte Gefährdungsrisiko werden in Karte 5 des Hochwasserinformationspaketes dargestellt. Die Daten der Abflusskonzentrationen sowie potentiell überflutungsgefährdeter Bereiche entlang von Tiefenlinien wurden BCE außerdem seitens des LfU in Form von Rasterdaten zum Zwecke der Beurteilung der Betroffenheit durch Starkregen digital zur Verfügung gestellt.

⁵ Es ist anzumerken, dass die verwendeten Landnutzungsdaten zur Analyse der gefährdeten Bereiche stets einem gewissen Wandel unterliegen, weshalb die Kartenwerke zum Teil von den realen Bedingungen vor Ort abweichen. Eine vor-Ort-Betrachtung der aktuellen Standort- und Nutzungsbedingungen ist daher unabdingbar (LfU, 2018).

4.2 Kartenerstellung

Im Zuge der Bearbeitung des Konzeptes wurden die bestehenden Datengrundlagen und Informationen zusammengeführt. In Vorbereitung zu den gemeinsamen Ortsbegehungen sowie den Bürgerworkshops wurden die Datengrundlagen außerdem auf Basis von GIS gestützten Analysen untersucht, um potentielle Problemstellen zu identifizieren. Die ermittelten Problemstellen wurden in Lageplänen visualisiert und im Zuge der gemeinsamen Ortsbegehungen in Augenschein genommen und verifiziert. Ergänzend hierzu wurden die im Rahmen der Ortsbegehungen sowie der Bürgerworkshops identifizierten erfahrungsgemäßen Problemstellen aufgenommen und anschließend digital eingepflegt.

Ein Übersichtslageplan der Verbandsgemeinde Bad Ems – Nassau ist dem Bericht in Form von Lageplan B-1 beigelegt.

Auf Wunsch der Ortsgemeinden wurde das erarbeitete Kartenmaterial außerdem in nahezu ortslagenspezifischen Maßstäben aufbereitet, um den Ortsgemeinden eine detaillierte Überprüfung der eigenen Gefährdungssituation zu ermöglichen. Besagte Kartenserie ist dem Bericht in Form von B-2.ff beigelegt und enthält auch die Verortung der identifizierten Problemstellen bzw. Maßnahmenvorschläge aus Anlage A-5.

Ergänzende Informationen zur GIS- gestützten Analyse der Grundlagendaten sind den Abschnitten 4.2.1 und 4.2.2 zu entnehmen.

4.2.1 Fachinformationen Flusshochwasser

Neben den Hochwassergefahrenkarten und den Wassertiefen bei den Hochwasserszenarien HQ₁₀, HQ₁₀₀ sowie HQ_{Extrem} wurden beim LfU auch die Datensätze des amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystems (ALKIS) sowie des amtlichen topografisch-kartografischen Informationssystems angefragt. Die Datensätze der Kataster wurden anschließend innerhalb des Geoinformationssystems hinsichtlich kritischen Infrastrukturen (Bundes-, Land-, und Kreisstraßen) sowie öffentlichen und sozialen Einrichtungen wie bspw. Krankenhäuser, Kindergärten, Schulen, Pflegeheime etc. gefiltert und mit den jeweiligen Wassertiefen bzw. Überschwemmungsflächen der Hochwasserszenarien verschnitten. Die hieraus hervorgehende Betroffenheit der Infrastrukturen bzw. Einrichtungen dienten einer ersten Einschätzung der Gefährdung und wurden im Zuge der Workshops und Ortsbegehungen weiterführend überprüft.

4.2.2 Fachinformationen Starkregen

Auch in der Planreihe Starkregen wurden die aus den ALKIS und ATKIS Datensätzen hervorgehenden kritischen Infrastrukturen und sensiblen Einrichtungen, ähnlich wie in Abschnitt 4.2.1 beschrieben, analysiert. Hierbei erfolgte der Verschnitt jedoch nicht mit den Informationen der Hochwassergefahrenkarten, sondern mit den Datensätzen des Informationspaketes zur

Hochwasservorsorge des LfU. Im Speziellen wurden hierbei die auf Basis der topographischen Analyse des digitalen Geländemodells ermittelten Abflusskonzentrationen, der Kategorien „hoch“ und „sehr hoch“ sowie die potentiell überflutungsgefährdeten Bereiche entlang von Tiefenlinien für den Verschnitt verwendet. Die somit ermittelten, potentiell durch Starkregen betroffenen Infrastrukturen und sensiblen Einrichtungen dienten einer ersten Einschätzung der Gefährdung und wurden im Zuge der Workshops und Ortsbegehungen weiterführend überprüft.

4.3 Ortstermine / Ortsbegehung

Als wichtiger Teil der Grundlagenermittlung und Einstieg in die Planung wurden Ortstermine mit den Vertretern der Verbandsgemeinde durchgeführt. Bei den Ortsterminen wurde die konkrete Hochwasser- und Starkregenbetroffenheit unter Zuhilfenahme des Kartenmaterials überprüft. Ergänzend zu den im Vorfeld ermittelten Problemstellen wurden weitere Problemstellen, die auf Basis von Erfahrungen zurückliegender Hochwasser- und Starkregenereignissen bekannt waren, vor Ort in Augenschein genommen und überprüft. Im Zuge der gemeinsamen Ortsbegehungen wurden neben Besichtigung der Problemstellen auch bereits seitens der Verbandsgemeinde angedachte Maßnahmen, Ideen und Anregungen aufgenommen und dokumentiert. Die Ergebnisse der Ortsbegehungen sind in Fotodokumentationen festgehalten und beschrieben, die dem vorliegenden Bericht in den Anlage A-2 und A-3 beigefügt sind.

5 Öffentlichkeitsbeteiligung durch Workshops und Bürgerversammlungen

Als elementares Werkzeug zur Erstellung von örtlichen Hochwasserschutz- bzw. Vorsorgekonzepten sieht der Leitfaden des Landes die Durchführung von Bürgerversammlungen und Workshops vor, an denen alle maßgeblichen Akteure (u.a. Wasserwirtschaftsverwaltung, Kommunen und Städte, Bürger, Feuerwehr und andere Einsatzkräfte, Gewerbe/Industrie, Wasser-, Abwasser- und Energieversorger) teilnehmen sollen. Ziel dieser öffentlichen Diskussionsrunden ist es letztendlich, in einer transparenten und von allen Beteiligten akzeptierten Art und Weise Maßnahmen für eine örtlich wirksame Hochwasser- und Starkregenvorsorge zu entwickeln.

Für die Verbandsgemeinde Bad Ems – Nassau wurden daher neben der öffentlichen Auftaktveranstaltung und der noch geplanten Abschlussveranstaltung zur Vorstellung des fertigen Konzeptes, acht Bürgerversammlungen bzw. Workshops für die Ortsgemeinden und drei Fachworkshops angeboten.

Im Nachgang zu den Workshops wurden ferner öffentliche Ortsbegehungen in ausgewählten, besonders betroffenen Ortsgemeinden angeboten, bei denen die Problematiken innerhalb der Ortslagen gemeinsam mit den Bürgerinnen und Bürgern in Augenschein genommen worden sind.

Eine Übersicht aller Workshops bzw. Öffentlichkeitsveranstaltungen bietet Tabelle 11. Weitere Informationen zu den Veranstaltungen bzw. Workshops sind den folgenden Unterpunkten von Abschnitt 5 sowie den zugehörigen Protokollen zu entnehmen.

Tabelle 11: Übersicht Workshops und Öffentlichkeitsveranstaltungen

Workshop- bezeichnung	Datum	Titel Fachworkshop / zugehörige Orts- gemeinden Bürgerversammlung	Kürzel Ortsge- meinden
-	03.09.2019	Auftaktveranstaltung	-
WS01	28.10.2019	Arzbach, Kemmenau	ARZ, KEM
WS02	30.10.2019	Becheln, Dausenau	BEC, DAU
WS03	06.11.2019	Bad Ems	EMS
WS04	12.11.2019	Fachworkshop Infrastruktur I	-
WS05	12.11.2019	Attenhausen, Lollschied, Pohl, Seelbach, Singhofen	ATT, LOL, POH, SEE, SIN
WS06	15.11.2019	Hömberg, Obernhof, Weinähr, Winden, Zimmerschied	HÖM, OBE, WEI, WIN, ZIM
WS07	19.11.2019	Fachworkshop Behörden (Land- & Forst- wirtschaft)	-
WS08	19.11.2019	Dessighofen, Dornholzhausen, Geisig, Oberwies, Schweighausen	DES, DOR, GEI, OWI, SWH
WS09	26.11.2019	Fachbach, Frücht, Miellen, Nievern	FACH, FRÜ, MIE, NIE
WS10	27.11.2019	Bergnassau, Dienethal, Misselberg, Nas- sau, Scheuern, Sulzbach	BNA, DIE, MIS, NAS, SEU, SUL
WS11	29.01.2020	Infrastruktur II	-
OB01	21.09.2021	Dessighofen	DES
OB02	22.09.2021	Arzbach	ARZ
OB03	23.09.2021	Nassau, Bergnassau, Scheuern	NAS, SCHEU
OB04	28.09.2021	Dausenau	DAU
OB05	29.09.2021	Obernhof	OBE
OB06	29.09.2021	Weinähr	WEI
OB07	30.09.2021	Fachbach	FACH
OB08	04.10.2021	Schweighausen	SWH
OB09	06.10.2021	Bad Ems	EMS
OB10	07.10.2021	Miellen	MIE
OB11	12.10.2021	Geisig	GEI
OB12	13.10.2021	Sulzbach	SUL
OB13	13.10.2021	Dienethal	DIE
OB14	14.10.2021	Nievern	NIE

5.1 Auftaktveranstaltung

Am 03.09.2019 erfolgte die zentrale, gemeindeübergreifende Auftaktveranstaltung des örtlichen Hochwasser- und Starkregenkonzeptes der Verbandsgemeinde Bad Ems – Nassau im Günter Leifheit Kulturzentrum in Nassau. Der Teilnehmerkreis der Veranstaltung setzte sich neben Vertretern der Verbandsgemeinde, des IBH, der SGD sowie des bearbeitenden Ingenieurbüros aus unterschiedlichen Interessensgruppen, darunter betroffene Bürger und Mitglieder der Feuerwehr zusammen.

Im Wesentlichen diente die Auftaktveranstaltung der generellen Sensibilisierung und Information bzgl. der Thematik Hochwasser- und Starkregenvorsorge sowie der Einführung in das bevorstehende Projekt sowie die damit verbundene und erforderliche Mitwirkung aller Beteiligten.

Die generelle Einführung in die Thematik erfolgte durch Frau Dr. Manthe Romberg vom IBH, anschließend wurde das Projekt durch BCE vorgestellt. Abgerundet wurde die Veranstaltung durch eine Frage- und Diskussionsrunde, in deren Zuge bereits erste Anmerkungen zur Thematik und potentiellen Problemstellen seitens betroffener Bürger eingebracht und dokumentiert wurden.

5.2 Fachworkshops

Im Rahmen der Erstellung des öHWVK wurden insgesamt drei Fachworkshops durchgeführt.

Der Themenschwerpunkt des ersten Fachworkshops (WS-04) wurde auf die kritische Infrastruktur gelegt. Teilgenommen haben Vertreter der Verbandsgemeindewerke, der Kreisfeuerwehr sowie des technischen Hilfswerkes. Nachdem eine Einführungspräsentation in die Thematik sowie dem aktuellen Bearbeitungsstand und der Ziele des Projektes durch BCE vorgestellt wurde, erfolgte eine Diskussionsrunde, die vornehmlich der weiterführenden Identifikation von Problemstellen sowie dem potentiellen Optimierungsbedarf der derzeit vorliegenden Alarm- und Einsatzplanung galt, da diese bislang lediglich für die beiden ehemaligen Verbandsgemeinden getrennt vorliegt und noch zusammenzuführen ist. Im Anschluss an die Präsentation wurde das Kartenmaterial bzgl. Flusshochwasser sowie Starkregen gemeinsam mit den Teilnehmern in Augenschein genommen, Erfahrungen zu den bereits identifizierten Problemstellen ausgetauscht und weitere Problemstellen bzw. Hinweise verortet und dokumentiert.

Auf die Durchführung eines Workshops speziell für „Industrie und Gewerbe“ wurde zunächst verzichtet, da die diesbezügliche Betroffenheit sich nach Ansicht der Verbandsgemeinde in Grenzen hält. Von größerer Bedeutung für die Hochwasser- und Starkregenvorsorge sind aus Sicht der Verbandsgemeinde hingegen die ausgeprägte Land- und Forstwirtschaft, weshalb hinsichtlich dieser Thematik ein gemeinsamer Workshop durchgeführt worden ist. Da in diesem Zusammenhang auch häufig die Unterhaltung der Gewässer sowie naturschutzfachliche

Aspekte eine große Rolle spielen, wurde der Teilnehmerkreis noch weiter ausgeweitet. Im zweiten Fachworkshop (WS07) waren somit Vertreter der Landwirtschaftskammer RLP, des Bauern- und Winzerverbandes Rhein- Lahn, des Dienstleistungszentrums ländlicher Raum, des Forstamtes Lahnstein, der Kreisverwaltung bzw. der Unteren Naturschutzbehörde sowie der Struktur und Genehmigungsdirektion Nord bzw. des Kompetenzzentrums Hochwasservorsorge und Hochwasserrisikomanagement zugegen. Auch in diesem Workshop erfolgte zunächst eine Einführungspräsentation, bei der jedoch ein vermehrtes Augenmerk auf die Inhalte der Karten 3 und 4 des Hochwasserinformationspaketes des LfU gelegt wurde, die die Hochwasservorsorge in der Fläche thematisieren. In der anschließenden Diskussionsrunde wurden auch die diesbezüglichen Optimierungsansätze bzw. Maßnahmenvorschläge, welche häufig auf eine Abänderung der bestehenden Landnutzungen oder auf alternative land- und forstwirtschaftliche Bearbeitungsmethoden gefährdeter Flächen abzielen, mit den jeweiligen Vertretern thematisiert. Neben der Land- und Forstwirtschaft wurden auch Aspekte des Naturschutzes und der Gewässerunterhaltung diskutiert. Weiterführende Informationen sind dem zugehörigen Protokoll zum Workshop (WS-07) zu entnehmen.

Der dritte Fachworkshop thematisierte ebenfalls wieder die kritische Infrastruktur innerhalb der Verbandsgemeinde und fand am 29.01.2020 statt. Im Vergleich zum ersten Fachworkshop zu diesem Thema bestand der Teilnehmerkreis jedoch diesmal aus Vertretern einiger lokaler Feuerwehren, des Ordnungsamtes Bad Ems-Nassau sowie der Syna, welche große Teile der Stromversorgung innerhalb der Verbandsgemeinde betreibt. Ähnlich des ersten Fachworkshops wurde auch diesmal eine Einführung in das Thema mittels einer Präsentation eingeleitet und ein Erfahrungsaustausch in der anschließenden Diskussionsrunde angeregt, welcher anhand des erstellten Kartenmaterials nachvollzogen wurde. Auch im Zuge dieses Workshops wurden zusätzliche erfahrungsgemäße Problemstellen identifiziert und in das Kartenmaterial mitaufgenommen sowie Anregungen zu potentiellen Maßnahmen dokumentiert. Weitere Informationen sind dem zugehörigen Protokoll zum Workshop (WS11) entnehmen.

Die innerhalb der Fachworkshops vorgebrachten Vorschläge und Anregungen hinsichtlich potentieller Maßnahmen sind geprüft und bei der Erstellung der Maßnahmenliste berücksichtigt worden.

5.3 Bürgerversammlungen

Neben den Fachworkshops für einen ausgewählten Teilnehmerkreis wurden für die Ortsgemeinden ebenfalls Workshops bzw. Bürgerversammlungen angeboten, deren Schwerpunkte auf der Information und Sensibilisierung zum Thema Hochwasser und Starkregenvorsorge gelegt wurden.

In den Veranstaltungen erfolgte jeweils eine Einführung in die Thematik sowie die Vorstellung des Projektes im Rahmen einer Präsentation, in der auch die angestrebten Ziele des örtlichen Hochwasser- und Starkregenvorsorgekonzeptes aufgezeigt wurden. Die zur Identifikation der Betroffenheit vorliegenden Datengrundlagen in Form der Hochwassergefahren- und Starkregenkarten des Hochwasserinformationspaketes wurden vorgestellt, erste Analysen exemplarisch aufgezeigt und auf bereits identifizierte Problemstellen sowie ortsspezifische Besonderheiten hingewiesen.

Neben den Möglichkeiten zur Feststellung der Betroffenheit wurde außerdem veranschaulicht, welche Maßnahmen jeder einzelne ergreifen kann, um effektive Hochwasser- und Starkregenvorsorge zu betreiben und sich für den Ernstfall vorzubereiten bzw. zu schützen. In diesem Zusammenhang wurden zum einen Aspekte und Beispiele der privaten Bauvorsorge thematisiert und zum anderen aber auch auf die Risikovorsorge und Vorteile von Elementarschadenversicherungen eingegangen.

Es wurde außerdem auf weiterführendes Informationsmaterial und Maßnahmen des Landes zur Vorsorge hingewiesen sowie zur Verfügung stehende Portale und Apps aufgezeigt, die beispielsweise mittels Push-Mitteilungen Hochwasserfrühwarnungen und Prognosen bzw. Unwetterwarnungen ausgeben können.

Im Anschluss an die jeweilige Präsentation wurde den Teilnehmern die Möglichkeit gegeben Fragen zu stellen sowie Anmerkungen und Anregungen vorzubringen. In der anschließenden Diskussionsrunde hinzugewonnene Erkenntnisse sowie zusätzlich identifizierte Problemstellen wurden dokumentiert und anschließend in den Planunterlagen digital verortet. Vorschläge und Anregungen hinsichtlich potentieller Maßnahmen wurden geprüft und bei der Erstellung der Defizit- und Maßnahmenliste berücksichtigt.

Aufgrund der Vielzahl an Ortsgemeinden innerhalb der Verbandsgemeinde Bad Ems - Nassau wurden die Bürgerversammlungen gebündelt angeboten. In Tabelle 11 sind die einzelnen Workshops bzw. Bürgerversammlungen mit den zugehörigen Ortsgemeinden aufgelistet. Weitere Informationen zu den Veranstaltungen sind den entsprechenden Protokollen gemäß Tabelle 11 zu entnehmen.

6 Defizitanalyse und Handlungsbedarf

Defizite, Problemstellen und Anregungen, die während der Grundlagenermittlung, den Fach- und Bürgerworkshops sowie den Ortsbegehungen identifiziert worden sind, wurden in tabellarischer Form dokumentiert. Die somit entstandene Defizittabelle wurde stets fortgeschrieben und anschließend mit Maßnahmenvorschlägen versehen. Die Liste ist dem vorliegenden Bericht in Anlage A-5 beigelegt.

Auch wenn die gesammelten Problemstellen, Hinweise und Anmerkungen recht umfangreich ausgefallen sind, kann mit der Defizittabelle kein abschließender Anspruch auf Vollständigkeit erhoben werden. Die Tabelle sollte daher als Grundgerüst angesehen werden, welches einer konsequenten und kontinuierlichen Fortschreibung bedarf.

Auch seitens des KHH wird die Fortschreibung der örtlichen Hochwasser- und Starkregenvorsorgekonzepte in einem regelmäßigen Turnus empfohlen.

Neben den zu verortenden Problemstellen in den einzelnen Ortsgemeinden lassen sich zudem noch die folgenden für die Verbandsgemeinde übergreifenden Defizite bzw. Maßnahmenvorschläge festhalten:

- Da die Gewässerunterhaltung vielerorts bemängelt wurde, sollte ein übergreifendes Gewässerunterhaltungskonzept aufgestellt werden. Innerhalb des Konzeptes sollte eine Berücksichtigung aller Gewässer 1. - 3. Ordnung erfolgen und Unterhaltungsmaßnahmen, der erforderliche Unterhaltungsturnus sowie die Zuständigkeiten festgeschrieben werden.
- Ein besonderes Augenmerk sollte in der VG auf die kritischen Gewässer, entlang derer ein hohes Gefahrenpotential besteht, gelegt werden. Zu nennen sind hier u.a. der Gelbach, der Emsbach sowie der Mühlbach.
- An einigen Stellen in der VG kommt es zu einem Eintrag von Grünschnitt u.Ä. in die Gewässer. Im Starkregen- bzw. Hochwasserfall kann das abgelagerte Material mitgeschwemmt werden und Verkläuerungen verursachen. Eine kontinuierliche Aufklärung der Bevölkerung bspw. über Broschüren Flyer, Hinweise auf der Homepage etc. wird angeraten.
- Ein geringes Bewusstsein von weiten Teilen der Bevölkerung über die Starkregengefährdung stellt eine weitestgehend flächendeckende Problematik dar. Auch hier spielt die kontinuierliche Informationsvorsorge daher eine entscheidende Rolle.
- Der Informationsfluss zwischen VG und Feuerwehr sollte sichergestellt werden. Insbesondere bei der Umsetzung baulicher Änderungen, vor allem am Gewässer, sollte die Feuerwehr informiert werden, da dies Auswirkungen auf die Einsätze der Feuerwehr haben kann.

- Die Alarm- und Einsatzpläne der ehemaligen Verbandsgemeinden werden derzeit zusammengeführt. In diesem Zusammenhang ist auch eine Ergänzung der Komponente Starkregen vorzunehmen.
- Der Einsatz von Sirenen zur Warnung der Bevölkerung sollte auch für Hochwasser- und Starkregeneignisse genutzt werden, um die Bevölkerung auch bei einem Stromausfall alarmieren zu können. Nach Angaben der Feuerwehr wird dies derzeit flächendeckend geprüft.
- Die Social Media Kanäle der Verbandsgemeinde (z.B. Facebook, Instagram, etc. soweit vorhanden) könnten zu Informationszwecken bei Starkregen oder Hochwasser eingesetzt werden.
- Wasserrückhalt auf forstwirtschaftlichen Flächen ist sowohl von der Forstwirtschaft als auch hinsichtlich der Hochwasser- und Starkregenvorsorge gewünscht, da Niederschlagswasser auf diese Weise bereits in den Außengebieten zurückgehalten wird und nicht oder weniger in die Ortslagen gelangt.
- Im Rahmen der Starkregenvorsorge sollten Maßnahmen zum Wasserrückhalt innerhalb des Stadtgebiets geprüft werden. Dies umfasst bspw. den Schutz und die Pflege sowie ggf. die Schaffung von Grünflächen, idealerweise nicht nur städtisch sondern auch privat, die Schaffung von Kleinstrückhalten an Gewässern 3. Ordnung oder die Schaffung von kleineren Versickerungssystemen (Mulden-Rigolen-Systeme) in geeigneten, kritischen Bereichen.
- Jeder Eigentümer kann einen wesentlichen Beitrag zum Rückhalt von Niederschlagswasser durch Maßnahmen auf dem eigenen Grundstück leisten. Diese Maßnahmen umfassen die Minimierung der Flächenversiegelung sowie die Schaffung von Regenrückhaltmaßnahmen auf dem Grundstück. Auch können zur Reduzierung der Belastung des Kanalsystems (Mischkanalisation) Möglichkeiten zum Abfangen des Niederschlagswasser auf Dachflächen geprüft werden, um dieses in Regenwassertanks zu speichern oder bei Überlauf in den Garten zu leiten.

7 Vorsorgemaßnahmen und Handlungsbereiche

7.1 Kommunale und private Maßnahmentypen

Zur Vorbeugung und Minimierung starkregenbedingter Schäden sind sowohl die kommunale Starkregenvorsorge als auch die private Eigenvorsorge von Bedeutung. Die kommunalen Handlungsfelder erstrecken sich über technische und bauliche Maßnahmen, Flächenvorsorge, Maßnahmen an Gewässern sowie Informations- und Verhaltensvorsorge im öffentlichen Bereich. Private Vorsorgemaßnahmen umfassen die Bauvorsorge und den privaten Objektschutz sowie die Risikovorsorge und die private Verhaltensvorsorge. Eine Übersicht der kommunalen und privaten Maßnahmentypen, einschließlich der qualitativen Einschätzung des Nutzens ist in Tabelle 7.1 dargestellt.

7.2 Kategorisierung und Priorisierung der Maßnahmentypen

Für die im Zuge der Konzepterstellung identifizierten Defizite wird eine tabellarische Zusammenstellung aller vorgeschlagenen Maßnahmen angefertigt. Diese tabellarische Zusammenstellung umfasst eine kurze Maßnahmenbeschreibung sowie die Angabe der zuständigen Träger und eine Priorisierung der Maßnahmen.

Für eine objektive Priorisierung der Maßnahmenvorschläge wurde ein Bewertungsschema entwickelt, bei dem die vorgeschlagenen örtlichen Maßnahmen zunächst den in Tabelle 7.1 und Anlage A-4 vorgestellten Maßnahmenkategorien bzw. Maßnahmentypen zugeordnet wurden. Die Kategorien wurden grundlegend hinsichtlich ihres Nutzens für das Allgemeinwohl bewertet und diesbezüglich in die in Tabelle 7.2 dargestellten drei Klassen eingeteilt. Für eine feinere Abstufung des Nutzens der jeweiligen örtlichen Maßnahmen innerhalb der drei Klassen, wurde zudem noch ein Bewertungsbereich zur individuellen Bepunktung vorgesehen.

Für die in Anlage A-4 beschriebenen Maßnahmentypen der öffentlichen und privaten Vorsorge ergeben sich somit unter Berücksichtigung des grundlegenden Nutzens die in Tabelle 7.1 unter „Nutzen“ aufgeführten Klassen. Die Bewertung des Nutzens der jeweiligen Maßnahmen bezieht sich dabei auf deren Auswirkungen auf die Allgemeinheit. Für ein einzelnes Objekt ist der lokale Objektschutz beispielsweise eine wirksame Methode des Hochwasserschutzes bis zu einem gewissen Schutzziel. Es ergeben sich hieraus jedoch keine Verbesserungen für die Allgemeinheit, weshalb der Nutzen innerhalb der Maßnahmenliste lediglich gering bepunktet wird.

Weiterführende Erläuterungen und Hinweise zu den jeweiligen Maßnahmenkategorien sind Anlage A-4 des Berichtes zu entnehmen.

Tabelle 7.1: Kommunale- und private Maßnahmenentypen und Nutzen.

Kategorie	Maßnahmentyp / Gefährdungstyp	Detail- / Einzelmaßnahmen / Bemerkung	Nutzen	
Kommunal	Organisatorische, Verhaltensbezogene Vorsorge	Informationsvorsorge Optimierung der Alarm- und Einsatzplanung	Broschüren, Flyer, Internetauftritt, Hinweistafeln, Hochwassermarken, Aufrechterhaltung des Risikobewusstseins Aufstellung / Erweiterung A- & E-Pläne, Prüfung und ggf. Erweiterung Materialbestand, Aufstellung Evakuierungspläne in gefährdeten Bereichen, Übungen	hoch hoch
	Versorgungsinfrastruktur	Flächenvorsorge/ Flächennutzungsplanung / Bauleitplanung	Berücksichtigung der HWGK und des HWIP bei der Bauleitplanung / Flächenvorsorge, Freihaltung pot. Betroffener Flächen von Bebauung	hoch
		Stromversorgung	Pot. betroffene Trafostationen, Verteilelemente, Umspannwerke	hoch
	Verkehrsinfrastruktur	Telekommunikation, Datentransfer, Kommunikationsnetze	Pot. betroffene Verteilerkästen, Leitungen	hoch
		Kanalisation, Abwasserentsorgung	Häufige Überlastung des Kanalnetz, Rückstauprozesse aus dem Kanalnetz heraus, Probleme durch aus dem Kanalnetz austretendes Abwasser	mittel
	Außengebietsentwässerung	Wasserversorgung	Gefährdung Wasserversorgung, Trinkwasserbrunnen	hoch
		Gas-, Fernwärmeversorgung	Gefährdung Gas-/ Fernwärmeversorgung, Verteilerstationen, etc.	mittel
	Gewässerbezogen	Sozioökonomische Dienstleistungsinfrastrukturen	Medizinische Einrichtungen, Verwaltung, Bildung, Justiz, Grundversorgung,...	hoch
		Straßenentwässerung	(regionale) Verkehrsinfrastruktur, Straßenentwässerung / Unterhaltung d. Entwässerungseinrichtungen, mangelhafte Aufnahmefähigkeit von Niederschlagswasser in das Kanalnetz	mittel
	Private Vorsorge	Kritische Verkehrsinfrastruktur	(überregionale / regionale) kritische Verkehrsinfrastruktur, Hochwassernotwege, relevante Verkehrswege für Einsatzkräfte / Evakuierung	hoch
		Hochwasserermindernde Flächenbewirtschaftung	Angepasste Landnutzung / Bearbeitungsmethoden	mittel
	Technischer Starkregen	Optimierung der Außengebietsentwässerung	Unterhaltung von Gräben / kleinen Rechen / Geschieberückhalten in Verbindung mit der Außengebietsentwässerung	mittel
		Gewässerunterhaltung	Regelmäßige Unterhaltung zur Aufrechterhaltung des Abflussquerschnittes, Einlaufbauwerke in Gewässerverrohrungen,...	hoch
Technischer HWS	Gestaltung Einlaufbauwerke / Bachverrohrung	Optimierung von Einlaufbauwerken und Verrohrungen insbesondere zur Reduzierung von Verklausungen	hoch	
	Totholz- und Treibgutsperrn	Rückhaltung von Geschwemmel vor sensitiven Bauwerken / Bereichen	hoch	
Technischer HWS	Gewässerausbau/-renaturierungen	Vergrößerung Abflussquerschnitt / Bereitstellung zus. Retentionsraumes	mittel	
	Technischer HWS - Starkregen	RRB, RÜB, etc.	hoch	
Technischer HWS	Technischer HWS - Starkregen	Sicherung / Ausbau von Notabflusswegen / Notentlastungen / Abschlüsse / Verrohrungen	hoch	
	Technischer HWS - Zurückhalten - Gewässer	HRB / Polder / gesteuert / ungesteuert	hoch	
Private Vorsorge	Technischer HWS - Zurückhalten - Gewässer	HWS-Anlagen	hoch	
	Bauvorsorge	Angepasste Bauweisen / Nutzung, lokaler Objektschutz	gering	
Private Vorsorge	Risikovorsorge	Versicherungsschutz, Bildung von Rücklagen,...	gering	
	Verhaltensvorsorge	Korrektes Handeln vor, während und nach dem Hochwasserereignis	gering	

Tabelle 7.2: Klassierung des Nutzens der vorgeschlagenen Maßnahmentypen.

Nutzen	Beschreibung	Bewertungspunktzahl
Gering	Nur lokal ausgeprägt	1 – 3 Pkt.
Mittel	Flächige Ausprägung, mittlere Auswirkung auf Gefährdung	4 – 6 Pkt.
Hoch	Flächige Ausprägung, hohe Auswirkung auf Gefährdung	7 – 9 Pkt.

Zum Zwecke der Priorisierung der Maßnahmen wurde im Rahmen des Konzeptes nicht nur der Nutzen der jeweiligen Maßnahmenvorschläge betrachtet, sondern auch der damit einhergehende finanzielle Aufwand sowie die Genehmigungspflichtigkeit mit einbezogen. Da sich der erforderliche Umsetzungsaufwand im Rahmen einer Konzepterstellung lediglich begrenzt bzw. relativ grob abschätzen und monetär beziffern lässt, wurde der Aufwand ebenfalls nach Kategorien eingeordnet. Die Definition der Kategorien ist Tabelle 7.3 zu entnehmen. Für eine feinere Abstufung des Aufwandes der jeweiligen örtlichen Maßnahmen innerhalb der drei Klassen, wurde ebenfalls noch ein Bewertungsbereich zur individuellen Bepunktung vorgesehen.

Tabelle 7.3: Klassierung des Aufwandes der vorgeschlagenen Maßnahmen.

Aufwand	Beschreibung / Definition	Bewertungspunktzahl
Gering	geringer finanzieller Aufwand kommunaler oder privater Vorhabensträger	1 - 3 Pkt.
Mittel	mittlerer finanzieller Aufwand und nicht genehmigungspflichtig	4 - 6 Pkt.
Hoch	hoher finanzieller Aufwand und / oder genehmigungspflichtig	7 - 9 Pkt.

Die Priorisierung der Maßnahmenvorschläge ermittelt sich anschließend aus dem Verhältnis zwischen dem jeweiligen Nutzen sowie dem hiermit verbundenen Aufwand. Des Weiteren wurden im Rahmen der Konzepterstellung bereits Zuständigkeiten bzw. Träger für die Umsetzung der Maßnahmenvorschläge identifiziert. Die Maßnahmenliste ist dem Bericht in Anlage A-5 beigefügt.

8 Förderungsmöglichkeiten

Neben der Förderung zur Aufstellung eines örtlichen Hochwasserschutzkonzeptes von bis zu 90 Prozent fördert das Land Rheinland-Pfalz auch ein Teil der Maßnahmen, welche im Rahmen der Vorsorgekonzepte entwickelt werden.

Da in den letzten Jahren vermehrt hohe Schäden durch Starkregenereignisse aufgetreten sind, fördert das Land nun verstärkt auch Hochwasserschutzmaßnahmen zur Starkregenvorsorge.

Grundsätzlich werden nur Maßnahmen gefördert, die zur Vermeidung oder Verminderung von Sachschäden in außerordentlichem Maße bei einer größeren Zahl von Betroffenen beitragen. Zusätzlich muss die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen nachgewiesen werden. Die Wirtschaftlichkeit ist gegeben, wenn der Nutzen, das heißt die zu erreichende Schadensminimierung, größer ist als die Kosten der Maßnahmen.

Darüber hinaus wird auch die Beseitigung von Hochwasser- und Umweltschäden an Gewässern und gewässerbezogenen Anlagen gefördert. Voraussetzung der Förderung ist, dass es sich bei den entstandenen Schäden um Schäden handelt, bei denen eine vollständige Beherrschung weder technisch noch wirtschaftlich leistbar gewesen wäre. Dies ist ab einem Starkregenereignis von ungefähr 50 Millimeter in einer Stunde oder mehr der Fall (etwa 50-jährlicher Wiederkehrzeit nach DWA-Merkblatt M-119). Abbildung 15 gibt einen Überblick über die Förderungsvoraussetzungen und deren Förderfähigkeit. Weitere Informationen diesbezüglich sind (IBH, 2017) zu entnehmen.

Die Tabelle „Förderungsmöglichkeiten von Hochwasservorsorgemaßnahmen“ (siehe auch Anlage A-6) gibt einen Überblick über die möglichen Förderungsbereiche sowie Art, Höhe und Umfang der Zuwendungen gemäß der Förderrichtlinien der Wasserwirtschaftsverwaltung (Fö-RiWWV).

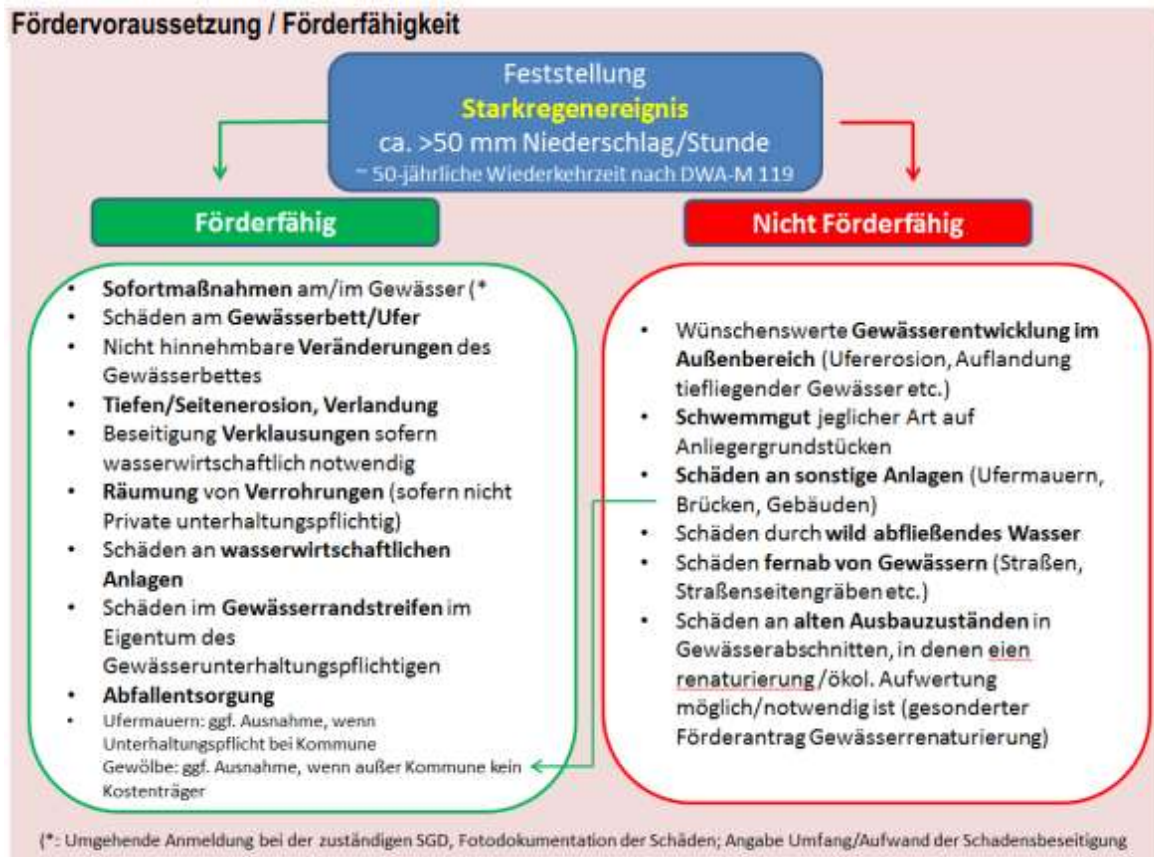


Abbildung 15: Förderbereich Beseitigung von Hochwasser- und Unwetterschäden, Fördervoraussetzung / Förderfähigkeit (MUEEF, 2018)

Sachbearbeiter:

M.Sc. Christoph Ingenhoff

Koblenz, im September 2022

Björnsen Beratende Ingenieure GmbH

Literaturverzeichnis

- ACO (o. J.). Abwasserhebeanlagen. ACO Passavant GmbH. Zugriff unter: <https://www.aco-hauttechnik.de/produkte/release/abwasserhebeanlagen/>, zuletzt abgerufen 11.05.2020.
- Aquariwa (o. J.). Aquariwa – das mobile Hochwasserschutzsystem – Made in Germany. Aquariwa. Zugriff unter: <http://www.aquariwa.de/home/>, zuletzt abgerufen 11.05.2020.
- Baumgartner & Liebscher (1996). Allgemeine Hydrologie. Gebrüder Bornträger (Hrsg.) (Berlin, 1996).
- BMI (2018). Hochwasserschutzfibel, Objektschutz und Vorsorge. Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat. 2018.
- Caspary (2004). Zunahme „kritischer“ Wetterlagen als Ursache für die Entstehung extremer Hochwasser in Südwestdeutschland. Jans J. Caspary, Fachhochschule Stuttgart – Hochschule für Technik. KLIWA-Symposium 2004. Zugriff unter: https://www.hans.caspary.hft-stuttgart.de/pdf/KLIWA_Symposium2004_Paper_Caspary_16.11.04.pdf, zuletzt abgerufen 11.12.2022.
- DESOI (o. J.). Injektionstechnik. DESOI Induktionstechniken. Zugriff unter <https://www.desoi.de/produkte/injektionstechnik/schleierinjektion.html>, zuletzt abgerufen 11.05.2020.
- Deutsche Bauvermittlung (o. J.). Flächeninjektion » Kosten und Vorteile der nachträglichen Barriere. Deutsche Bauvermittlung. Zugriff unter: <https://www.deutsche-bauvermittlung.de/blog/flaecheninjektion/>, zuletzt abgerufen 11.05.2020.
- DWA (2013). DWA-Themen T1/2013 Starkregen und urbane Sturzfluten – Praxisleitfaden zur Überflutungsvorsorge. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft , Abwasser und Abfall e.V., Hennef 2013.
- DWD (2019). Warnkriterien. Deutscher Wetterdienst. Zugriff unter: https://www.dwd.de/DE/wetter/warnungen_aktuell/kriterien/warnkriterien.html, zuletzt abgerufen 11.05.2020.
- DWD (o. J.). Starkregen. Wetterlexikon des Deutschen Wetterdienstes. Zugriff unter: <https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/begriffe/S/Starkregen.html>, zuletzt abgerufen 11.05.2020.
- DWD (o. J.b) Unwetterklimatologie: Starkregen. Deutscher Wetterdienst. Zugriff unter https://www.dwd.de/DE/leistungen/unwetterklima/starkregen/starkregen_node.html, zuletzt abgerufen 11.05.2020.
- FGG (2019). Bericht der FGG Rhein über die Überprüfung und Aktualisierung der Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten im deutschen Teil des Rheineinzugsgebiets nach § 74 WHG. Flussgebietsgemeinschaft Rhein
- GERICS (2018). Grundhochwasser. GERICS Climate Services Center Germany. Zugriff unter: https://www.gerics.de/products_and_publications/publications/detail/062930/index.php.de, zuletzt abgerufen 11.05.2020.
- Hain-System-Bauteile (o. J.). AquaFem Hochwasserschutz. Hain-System-Bauteile. Zugriff unter: <https://www.hain-system-bauteile.de/sicherheit/aquaferm-hochwasserschutz-im-lichtschacht/>, zuletzt abgerufen 11.05.2020.

- Hamburg Wasser (2012). Wie schütze ich mein Haus vor Starkregenfolgen? Ein Leitfaden für Hauseigentümer, Bauherren und Planer. Hamburg Wasser (Hamburg 2012).
- Historisches Dausenau (2009). Beiträge zur Geschichte, Das Jahrhunderthochwasser vom 04. Februar 1909, Augenzeugenberichte, auch vom Hochwasser an Ostern 1845 und historische Fotos. Historisches Dausenau e.V. (Hrsg.) 2009.
- Hohmann (2011). Nachträgliche erstellte druckwasserdichte Keller aus Beton. Bausubstanz. 2011.
- Hübner Hochwasserschutz (o. J.). acquastop® Flutschott für Türen, Fenster, Tore. Hübner Hochwasserschutz. Zugriff unter: <https://hübner-hochwasserschutz.de/Hochwasserschutz-Systeme/acquastop-Flutschott-fuer-Tueren-Fenster-Tore.html>, zuletzt abgerufen 11.05.2020.
- IBH (2013). Starkregen, Was können Kommunen tun? Informations- und Beratungszentrum Hochwasservorsorge Rheinland-Pfalz (Hrsg.). Zugriff unter: <https://ibh.rlp-umwelt.de/servlet/is/8580/>, zuletzt abgerufen 08.05.2020.
- IBH (2017). Förderung Beseitigung Hochwasser- und Unwetterschäden. Informations- und Beratungszentrum Hochwasservorsorge Rheinland-Pfalz. Zugriff unter: <https://ibh.rlp-umwelt.de/servlet/is/9163/>, zuletzt abgerufen 18.05.2020.
- IBH (2018). Förderung von Hochwasserschutzmaßnahmen zur Starkregenvorsorge. Informations- und Beratungszentrum Hochwasservorsorge Rheinland-Pfalz. Zugriff unter: <https://ibh.rlp-umwelt.de/servlet/is/9163/>, zuletzt abgerufen 18.05.2020.
- IBH (2020). Informationen zur Hochwasserfrühwarnung. Informations- und Beratungszentrum Hochwasservorsorge Rheinland-Pfalz. Zugriff unter: <https://ibh.rlp-umwelt.de/servlet/is/8843/>, zuletzt abgerufen 08.05.2020.
- IBH (2020a). Leitfaden für die Aufstellung eines örtlichen Hochwasser- und Starkregen- Vorsorgekonzepts. Informations- und Beratungszentrum Hochwasservorsorge Rheinland-Pfalz, Mainz. 06.02.2020
- IKSR (2020). Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) Koblenz. IKSR – Internationale Kommission zum Schutz des Rheins. Zugriff unter: <https://www.iksr.org/de/themen/hochwasser/melde-und-vorhersagezentralen/bfg>, zuletzt abgerufen 08.05.2020.
- LANIS (2020). 30 Großlandschaft Taunus. Landschaftsinformationssystem der Naturschutzverwaltung Rheinland-Pfalz. Zugriff unter: https://geodaten.naturschutz.rlp.de/landschaften_rlp/grosslandschaft.php?gl_nr=30, zuletzt abgerufen 19.05.2020.
- LANIS (2020b). 30 Großlandschaft Westerwald. Landschaftsinformationssystem der Naturschutzverwaltung Rheinland-Pfalz. Zugriff unter: https://geodaten.naturschutz.rlp.de/landschaften_rlp/grosslandschaft.php?gl_nr=32, zuletzt abgerufen 19.05.2020.
- LBKG (2019). Landesgesetz über den Brandschutz, die allgemeine Hilfe und den Katastrophenschutz. Ministerium der Justiz Rheinland-Pfalz. Zugriff unter: <http://landesrecht.rlp.de/jportal/?quelle=jlink&query=Brand%2FKatSchG+RP&psml=bsrlpprod.psml>, zuletzt abgerufen 08.05.2020.

- LFU (2013). Messdaten: Pegel Schulmühle / Gewässer. Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz. Zugriff unter: <http://213.139.159.46/prj-wwvauskunft/projects/messstellen/wasserstand/register2.jsp?intern=false&msn=2589080500&pegel-name=Schulm%C3%BChle&gewaesser=M%C3%BChlbach&dfue=1>, zuletzt abgerufen 20.05.2020.
- LFU (2016). Starkregen und Hochwasser in Rheinland-Pfalz im Mai/Juni 2016. Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz. Zugriff unter: https://www.hochwasser-rlp.de/publikationen/bericht_starkregen_hochwasser_juni2016.pdf, zuletzt abgerufen 11.05.2020.
- LFU (2020). Erläuterungen zum Hochwassermeldedienst. Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz, Mainz. Zugriff unter: <https://www.hochwasser-rlp.de/service/erlaeuterungen>, zuletzt abgerufen 27.03.2020.
- LFU (2020a). Übersicht des Pegels Kalkofen, Hochwasserereignisse. Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz. Zugriff unter: https://www.hochwasser-rlp.de/karte/einzelpegel/flussgebiet/lahn/pegel/KALKOFEN_NEU, zuletzt abgerufen 14.05.2020.
- LFU (2020b). Hochwasserfrühwarnung für Einzugsgebiete < 500km². Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz. Zugriff unter: <https://fruehwarnung.hochwasser-rlp.de/n-rdliche-lahn-zufl-sse.21.html>, zuletzt abgerufen 08.05.2020.
- LFU Bayern (2016). Sturzfluten- und Hochwasserereignisse Mai/Juni 2016. Bayrisches Landesamt für Umwelt. Zugriff unter: https://www.lfu.bayern.de/wasser/hw_ereignisse/2016_mai_juni/index.htm, zuletzt abgerufen 11.05.2020.
- LFU Bayern (2018). Technischer Hochwasserschutz – Hochwasserschutzanlagen. Bayrisches Landesamt für Umwelt. Zugriff unter: https://www.lfu.bayern.de/wasser/technischer_hochwasserschutz/index.htm, zuletzt abgerufen 08.05.2020.
- LUBW & LFU (2018). Hinweise zum Internetangebot. Länderübergreifendes Hochwasserportal. Zugriff unter: <https://www.hochwasserzentralen.de/info.htm>, zuletzt abgerufen 11.05.2020.
- LVR (2020). Lahn (Fluss). Landschaftsverband Rheinland (LVR), Kultur. Landschaft. Digital. Zugriff unter: <https://www.kuladig.de/Objektansicht/KLD-264360>, zuletzt abgerufen 20.05.2020.
- LWG (2015). § 3 Einteilung oberirdischer Gewässer, Gewässername. Landeswassergesetz Rheinland-Pfalz. Zugriff unter: <http://landesrecht.rlp.de/jportal/?quelle=jlink&query=WasG+RP+%C2%A7+3&psml=bsrlpprod.psml>, zuletzt abgerufen 20.05.2020.
- LWG (2015). Landeswassergesetz (LWG). Ministerium der Justiz. Zugriff unter: <http://landesrecht.rlp.de/jportal/?quelle=jlink&query=WasG+RP+%C2%A7+35&psml=bsrlpprod.psml>, zuletzt abgerufen 08.05.2020.
- MDI (2019). Rahmen- und Alarm- und Einsatzplan Hochwasser. Ministerium des Inneren und für Sport. Zugriff unter: <https://bks-portal.rlp.de/sites/default/files/og-group/57/dokumente/RAEP%20Hochwasser%20Stand%2022%2005%202019.pdf>, zuletzt abgerufen 08.05.2020.

- MIS (2019). Rahmen-Alarm- und Einsatzplan Hochwasser. Ministerium des Inneren und für Sport Rheinland-Pfalz. Zugriff unter: <https://bks-portal.rlp.de/sites/default/files/og-group/57/dokumente/RAEP%20Hochwasser%20Stand%2022%2005%202019.pdf>, zuletzt abgerufen 20.05.2020.
- Mörtelbauer (2012). Stahlsperre Horizontalsperre im Mauersägeverfahren. Bauhandwerk, Das Profimagazin für Ausbau, Neubau und Sanierung. Zugriff unter: https://www.bauhandwerk.de/artikel/bhw_Stahlsperre_1457912.html, zuletzt abgerufen 11.05.2020.
- MUEEF (2018). Förderrichtlinie der Wasserwirtschaftsverwaltung – FöRiWWV, Kommentierung. Winfried Schreiber, MULEWF 1031a, 23.03.2018.
- MUEEF (o. J.). Hochwasserangepasstes Bauen. Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten. Zugriff unter: <https://hochwassermanagement.rlp-umwelt.de/servlet/is/177064/#1>, zuletzt abgerufen 11.05.2020.
- MUEEF et al (2017). Leitfaden zur Erstellung örtlicher Hochwasservorsorgekonzepte für Starkregenereignisse in ländlichen Mittelgebirgslagen. Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz, Informations- und Beratungszentrum Hochwasservorsorge Rheinland-Pfalz (Hrsg.), Obermeyer Planen + Beraten GmbH. Zugriff unter: <https://ibh.rlp-umwelt.de/servlet/is/9125/>, zuletzt abgerufen 08.05.2020.
- MKUEM (o.J.). Hochwasserschutz in Rheinland-Pfalz, Hochwassergefahren und Hochwasserrisikokarten. Ministerium für Klimaschutz Umwelt Energie und Mobilität, Mainz. Zugriff unter: <https://hochwassermanagement.rlp-umwelt.de/servlet/is/8662/>, zuletzt abgerufen: 03.01.2023
- Naturpark Nassau (2020). Naturräumliche Gliederung. Zweckverband Naturpark Nassau. Zugriff unter: <http://www.naturparknassau.de/index.php/naturraeumliche-gliederung.html>, zuletzt abgerufen 19.05.2020.
- Pegel Online (2020). Stammdaten, Pegel: Kalkofen Neu. Pegel Online, Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV). Zugriff unter: <https://www.pegelonline.wsv.de/gast/impressum>, zuletzt abgerufen 20.05.2020.
- Regpr.Gießen (2015). Hochwasserrisikomanagementplan für das hessische Einzugsgebiet der Lahn. Regierungspräsidium Gießen, Dezernat oberirdische Gewässer und Hochwasserschutz
- Reimann (2012). Äußere Schutzschicht Kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtungen (KMB) und Kaltselfstklebebahnen (KSK). Bauhandwerk, das Profimagazin für Ausbau, Neubau und Sanierung. Zugriff unter: https://www.bauhandwerk.de/artikel/bhw_aeussere_Schutzschicht_1414717.html, zuletzt abgerufen 11.05.2020.
- RLP (2015). Hochwasserrisikomanagementplan, Bearbeitungsgebiet Mittelrhein, Beitrag Rheinland-Pfalz. Land Rheinland-Pfalz, vertreten durch Struktur und Genehmigungsdirektion Nord, Zentralreferat Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft, Bodenschutz, Koblenz.
- Sävert (2016). Was ist ein Vb-Tief? Kachelmann GmbH. Zugriff unter: <https://wetterkanal.kachelmannwetter.com/was-ist-ein-vb-tief/>, zuletzt abgerufen 11.05.2020.
- Schmitt (2015). Weiterentwicklung des Starkregenindex zur Verwendung in der kommunalen Überflutungsvorsorge. In: gwf-Wasser/Abwasser, 7-8/2015, S. 774–781

- SGD (o.J.). Sturzflutgefährdung von Siedlungsbereichen durch Starkregen. Struktur und Genehmigungsdirektion Nord. Zugriff unter: <https://sgdnord.rlp.de/de/wasser-abfall-bo-den/wasserwirtschaft/hochwasserschutz/starkregenvorsorg/>, zuletzt abgerufen 17.05.2020
- Steb Köln (2012). Grundhochwasser - die unterschätzte Gefahr, Informationen zu Ursachen und Schutzmaßnahmen. Stadtentwässerungsbetriebe Köln, AöR. Zugriff unter: <https://www.steb-koeln.de/Redaktionell/ABLAG/Downloads/Brosch%C3%BCren-Ver%C3%B6ffentlichungen/Grundhochwasser/Grundhochwasser-die-unter-sch%C3%A4tzte-Gefahr.pdf>, zuletzt abgerufen 12.12.2022.
- Staeger (2019). Starkregen. tagesschau.de Norddeutscher Rundfunk. Zugriff unter: <https://wetter.tagesschau.de/wetterthema/2019/05/20/starkregen.html>, zuletzt abgerufen 11.05.2020.
- TAS Hochwasserschutz (o. J.). Automatische Hochwasser-Klappschotts. Safety Products & Services Hochwasserschutz. Zugriff unter: <https://www.tas-hochwasserschutz.de/produkte/reithaler-automatische-hochwasser-klappschotts/>, zuletzt abgerufen 11.05.2020.
- UBA (2019). Hochwasser durch Renaturierung entschärfen. Umwelt Bundesamt. Zugriff unter: <https://www.umweltbundesamt.de/hochwasser-durch-renaturierung-entschaerfen#natuerlicher-hochwasserschutz-durch-flussauen>, zuletzt abgerufen 08.05.2020.
- UBA (2013). Grundlagen für die Technische Regel für Anlagensicherheit (TRAS) 310, Vorkehrungen und Maßnahmen wegen der Gefahrenquellen Niederschläge und Hochwasser. Prof. Dr. Karl-Erich Köppke, Dr. Olaf Sterger, Prof. Dr. Manfred Stock und Bernhard Selbmann. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau, Januar 2013. Zugriff unter: <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/461/publikationen/4447.pdf>, zuletzt abgerufen 12.12.2022
- Umweltbundesamt (2012). Hochwasser verstehen, Erkennen, Handeln! Umweltbundesamt. Zugriff unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/uba_hochwasser_barrierefrei_new.pdf, zuletzt abgerufen 11.05.2020.
- Umweltministerium BaWü (o. J.). Hochwassergerecht bauen. Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft. Zugriff unter: <https://www.hochwasser.baden-wuerttemberg.de/bauvorsorge>, zuletzt abgerufen 11.05.2020.
- VG Altenahr (2018). Örtliches Hochwasser- und Starkregenvorsorgekonzept VG Altenahr. Verbandsgemeinde Altenahr, Ingenieurgesellschaft Dr. Siekmann + Partner mbH
- VG Bad Ems-Nassau (2020). Stadt Nassau. Verbandsgemeinde Bad Ems-Nassau. Zugriff unter: <https://www.vgben.de/gemeinden/stadt-nassau/>, zuletzt abgerufen 14.05.2020.
- WaterSave (o. J.). Hochwasserschutz. WaterSAve Hochwasserschutz. Zugriff unter: <https://watersave.ch/>, zuletzt abgerufen: 11.05.2020.
- WHG (2005). Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG) § 76 Überschwemmungsgebiete an oberirdischen Gewässern. Bundesministerium für Justiz und Verbraucherschutz. Zugriff unter: https://www.gesetze-im-internet.de/whg_2009/_76.html, zuletzt abgerufen 08.05.2020.

Wild (2012). Nachträgliche mechanische Horizontalsperre. Springer Link. Zugriff unter: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-8348-8222-6_7, zuletzt abgerufen 11.05.2020.

Anlagen