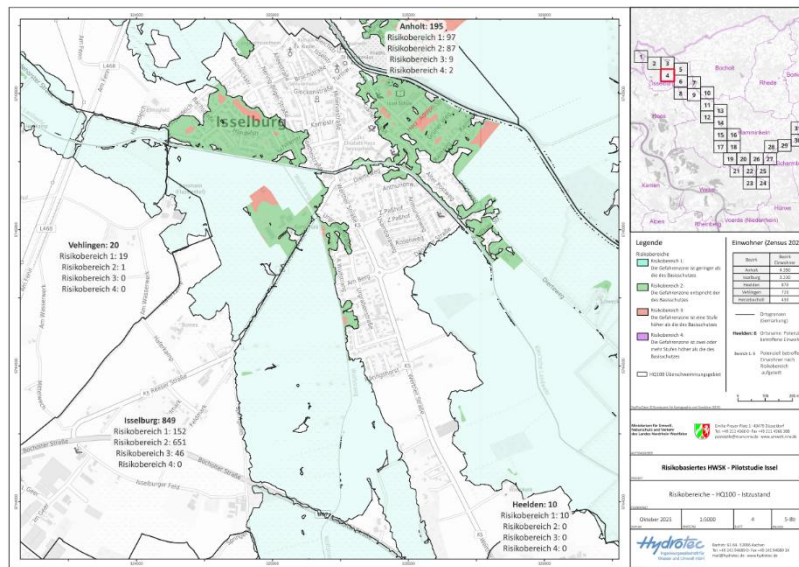


## Projektbericht

# Evaluierung und Weiterentwicklung des Risikobasierten HWSK für die Hochwasserschutzplanung in NRW – Pilotstudie Issel –



## Auftraggeber

# Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen

Aachen, Oktober 2025

Wir danken allen Beteiligten für die Hilfestellungen bei der Bearbeitung und die jederzeit freundliche und kooperative Zusammenarbeit.

## Impressum

|                  |                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Verfasser        | Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH<br>Bachstraße 62-64<br>52066 Aachen<br>+49 241 94689 0<br><a href="mailto:mail@hydrotec.de">mail@hydrotec.de</a><br><a href="http://www.hydrotec.de">www.hydrotec.de</a> |
| Auftraggeber     | Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes<br>Nordrhein-Westfalen (MUNV)<br>Emilie-Preyer-Platz 1<br>40479 Düsseldorf                                                                                             |
| Projektbetreuung | Ines Röbbbecke-Avsec (MUNV)<br>Daniel Posanski (MUNV)<br>Annika Hiller (BR Münster)                                                                                                                                               |
| Autoren          | Dr. Oliver Buchholz (Hydrotec)<br>Michel Heidemanns (Hydrotec)                                                                                                                                                                    |
| Bildnachweis     | Risikobereiche Istzustand Isselburg, Maximum aus HQ30, HQ100<br>und HQ300 (Hydrotec)                                                                                                                                              |
| Stand            | Oktober 2025                                                                                                                                                                                                                      |
| Projektnummer    | P2837                                                                                                                                                                                                                             |

Die Studie ist Teil des Projektes „Fachberatung und Unterstützung der Koordinierungsarbeiten des MUNV bei der Fortschreibung der Hochwasserrisikomanagementpläne zur Umsetzung der EG-Richtlinie 2007/60/EG – 3. Berichtsperiode“, welches Hydrotec gemeinsam mit dem Büro INFRASTRUKTUR & UMWELT im Auftrag des MUNV umsetzt.

© 2025 Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH

Jegliche anderweitige, auch auszugsweise, Verwertung des Berichtes, der Anlagen und ggf. mitgelieferter Projekt-Datenträger außerhalb der Grenzen des Urheberrechts ist ohne schriftliche Zustimmung des Auftraggebers unzulässig. Dies gilt insbesondere auch für Vervielfältigungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen. Die Vervielfältigung von Teilen des Werkes ist nur zulässig, wenn die Quelle genannt wird.

# Inhaltsverzeichnis

|                                                                                                               |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>Abbildungsverzeichnis</b>                                                                                  | <b>V</b>    |
| <b>Tabellenverzeichnis</b>                                                                                    | <b>VI</b>   |
| <b>Abkürzungsverzeichnis</b>                                                                                  | <b>VII</b>  |
| <b>Glossar Risikobasiertes HWSK</b>                                                                           | <b>VIII</b> |
| <b>Anlagen- und Anhangsverzeichnis</b>                                                                        | <b>IX</b>   |
| <b>1 Veranlassung, Methodik und Aufgabenstellung</b>                                                          | <b>1</b>    |
| <b>2 Datengrundlage</b>                                                                                       | <b>4</b>    |
| <b>3 Termine</b>                                                                                              | <b>5</b>    |
| <b>4 Hydrologische und hydraulische Berechnungen</b>                                                          | <b>6</b>    |
| 4.1 Hydrologische Berechnungen .....                                                                          | 6           |
| 4.2 Hydraulische Berechnungen .....                                                                           | 7           |
| <b>5 Ermittlung von Vulnerabilitätsbereichen, Gefahrenzonen und Risikobereichen nach Risikobasiertem HWSK</b> | <b>9</b>    |
| 5.1 Ermittlung Vulnerabilitätsbereiche .....                                                                  | 9           |
| 5.2 Ermittlung betroffener Einwohnerinnen und Einwohner .....                                                 | 13          |
| 5.3 Ermittlung Gefahrenzonen .....                                                                            | 15          |
| 5.4 Ermittlung Risikobereiche .....                                                                           | 18          |
| <b>6 Nutzen-Kosten-Analyse</b>                                                                                | <b>23</b>   |
| 6.1 Schadenspotenzialberechnung .....                                                                         | 23          |
| 6.1.1 Modifikationen BEAM-Ansatz .....                                                                        | 23          |
| 6.1.2 Ergebnisse Schadenspotenzialberechnung im Pilotprojekt Issel .....                                      | 27          |
| 6.2 Maßnahmenkosten .....                                                                                     | 29          |
| 6.3 Nutzen-Kosten-Analyse .....                                                                               | 30          |
| <b>7 Schutzziel und Maßnahmenkonzeption</b>                                                                   | <b>34</b>   |
| 7.1 Festlegung Schutzziel .....                                                                               | 34          |
| 7.2 Maßnahmenkonzeption .....                                                                                 | 34          |

|           |                                                                            |           |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>8</b>  | <b>Bewertung von Maßnahmenvarianten</b>                                    | <b>36</b> |
| 8.1       | Wirksamkeit .....                                                          | 36        |
| 8.1.1     | Erreichen des Basisschutzziels.....                                        | 36        |
| 8.1.1.1   | Auswertung Erreichen des Basisschutzziels.....                             | 37        |
| 8.1.1.2   | Analyseergebnisse .....                                                    | 41        |
| 8.1.1.3   | Einhaltung Freibordvorgabe für Deiche .....                                | 44        |
| 8.1.2     | Reduzierung der Anzahl der potenziell betroffenen Einwohner .....          | 44        |
| 8.1.3     | Reduzierung der Anzahl der potenziell betroffenen vulnerablen Gebäude..... | 46        |
| 8.1.4     | Gesamtbewertung Wirksamkeit im HWSK Issel.....                             | 48        |
| 8.2       | Wirtschaftlichkeit .....                                                   | 48        |
| 8.2.1     | Kosten für Basisschutz und Kosten für weitergehenden HWS .....             | 48        |
| 8.2.2     | Schadenspotenziale und Nutzen-Kosten-Verhältnis .....                      | 48        |
| 8.2.3     | Berücksichtigung der ökologischen Verbesserung durch Maßnahmen .           | 48        |
| 8.2.4     | Gesamtbewertung Wirtschaftlichkeit im HWSK Issel.....                      | 49        |
| 8.3       | Finanzierbarkeit.....                                                      | 49        |
| 8.3.1     | Gesamtkosten und Bewertung der Finanzierbarkeit.....                       | 49        |
| 8.4       | Verbesserung Gewässerökologie.....                                         | 50        |
| 8.5       | Umsetzbarkeit .....                                                        | 57        |
| 8.6       | Festlegung einer Vorzugsvariante .....                                     | 57        |
| <b>9</b>  | <b>Zusammenfassende Bewertung des Risikobasierten HWSK</b>                 | <b>60</b> |
| <b>10</b> | <b>Literatur und verwendete digitale Daten sowie EDV-Programmsysteme</b>   | <b>63</b> |

## Abbildungsverzeichnis

|                 |                                                                                                                                          |    |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 4-1:  | Niederschlagsfaktoren für weitere Jährlichkeiten .....                                                                                   | 6  |
| Abbildung 4-2:  | Aus den Niederschlagsfaktoren abgeleitete Übertragungsfunktion.....                                                                      | 7  |
| Abbildung 5-1:  | Legende der Karte für Vulnerabilitätsbereiche.....                                                                                       | 12 |
| Abbildung 5-2:  | Beispielkarte für Vulnerabilitätsbereiche (hier: Isselburg) .....                                                                        | 12 |
| Abbildung 5-3:  | Zensus 2022 Daten, beispielhafter Ausschnitt.....                                                                                        | 14 |
| Abbildung 5-4:  | Beispiel Kartendarstellung für betroffene Einwohner (hier:<br>Gefahrenzonenkarte HQ100 Istzustand, Anholt) inkl. Legende .....           | 15 |
| Abbildung 5-5:  | Gefahrenzonen für den Menschen bei Überflutung in Abhängigkeit von<br>der Wassertiefe $h$ und der Fließgeschwindigkeit $v$ .....         | 16 |
| Abbildung 5-6:  | Legende der Karte für Gefahrenzonen .....                                                                                                | 17 |
| Abbildung 5-7:  | Beispielkarte für Gefahrenzonen (hier: HQ100 Istzustand, Isselburg) .....                                                                | 18 |
| Abbildung 5-8:  | Basisschutzziele für den Menschen bei Hochwasser in Abhängigkeit<br>von Gefahrenzonen und Lastfällen (Eintrittswahrscheinlichkeit) ..... | 19 |
| Abbildung 5-9:  | Legende der Karte für die Risikobereiche .....                                                                                           | 20 |
| Abbildung 5-10: | Beispielkarte für Risikobereiche (hier: HQ100 Istzustand, Isselburg) .....                                                               | 21 |
| Abbildung 5-11: | Beispielkarte für Risikobereiche, Maximum aus HQ30, HQ100 und<br>HQ300 (hier: Istzustand Isselburg).....                                 | 22 |
| Abbildung 6-1:  | Ansatz eines Impulsfaktors .....                                                                                                         | 25 |
| Abbildung 6-2:  | Gesamtschaden für berechnete Wahrscheinlichkeiten (oben:<br>logarithmische Darstellung, unten: nicht logarithmische Darstellung) .....   | 29 |
| Abbildung 8-1:  | Wassertiefen HQ100 Istzustand, Ortslage Marienthal .....                                                                                 | 41 |
| Abbildung 8-2:  | Maximaler Risikobereich Istzustand für HQ30, HQ100 und HQ300,<br>Ortslage Marienthal.....                                                | 42 |
| Abbildung 8-3:  | Maximaler Risikobereich Planzustand für HQ30, HQ100 und HQ300,<br>Ortslage Hamminkeln Ringenberg .....                                   | 43 |
| Abbildung 8-4:  | Risikobereich Istzustand HQ30, Ortslage Anholt.....                                                                                      | 44 |

## Tabellenverzeichnis

|              |                                                                                                   |    |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 3-1: | Abstimmungstermine und Anlagennummern.....                                                        | 5  |
| Tabelle 4-1: | Im Planzustand berücksichtigte Hochwasserschutzmaßnahmen .....                                    | 8  |
| Tabelle 5-1: | Besonders vulnerable Einzelobjekte und Einstufung nach Unterklassen.                              | 10 |
| Tabelle 6-1: | Ermittelte Schadenspotenzialwerte Istzustand .....                                                | 27 |
| Tabelle 6-2: | Ermittelte Schadenspotenzialwerte Planzustand.....                                                | 28 |
| Tabelle 6-3: | Maßnahmenkosten HWSK Issel.....                                                                   | 29 |
| Tabelle 6-4: | Nutzen-Kosten-Verhältnisse für verschiedene Nutzungsdauern und<br>schadensfreie HQx.....          | 32 |
| Tabelle 8-1: | Erreichte Basisschutzziele Istzustand und Planzustand .....                                       | 39 |
| Tabelle 8-2: | Betroffene Einwohner, Ist- und Planzustand sowie Veränderungen<br>zwischen beiden Zuständen ..... | 45 |
| Tabelle 8-3: | Potenziell betroffene vulnerable Objekte .....                                                    | 47 |
| Tabelle 8-4: | Bewertung der Auswirkung auf die Gewässerökologie je<br>Maßnahmenbereich .....                    | 52 |
| Tabelle 8-5: | Punkteverteilung Bewertungskriterien .....                                                        | 58 |
| Tabelle 8-6: | Gesamtbewertung für den Planzustand .....                                                         | 59 |

## Abkürzungsverzeichnis

|              |                                                                                                                                                                                                               |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AG           | Auftraggeber                                                                                                                                                                                                  |
| ALKIS        | Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem                                                                                                                                                             |
| ATKIS        | Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem                                                                                                                                                   |
| Basis-DLM    | Digitales Basis-Landschaftsmodell                                                                                                                                                                             |
| BEAM         | Basic European Assets Map                                                                                                                                                                                     |
| DWA          | Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall                                                                                                                                                |
| EHQ          | HQ extrem                                                                                                                                                                                                     |
| EMP Wurm     | Entwurf Masterplan Wurm (Hydrotec 2023)                                                                                                                                                                       |
| EW           | Einwohnerinnen und Einwohner                                                                                                                                                                                  |
| EZG          | Einzugsgebiet                                                                                                                                                                                                 |
| GIS          | Geografisches Informationssystem                                                                                                                                                                              |
| HQx          | Hochwasserereignis mit einer statistischen Eintrittswahrscheinlichkeit von x Jahren                                                                                                                           |
| HRB          | Hochwasserrückhaltebecken                                                                                                                                                                                     |
| HWRM         | Hochwasserrisikomanagement                                                                                                                                                                                    |
| HWS          | Hochwasserschutz                                                                                                                                                                                              |
| HWSK         | Hochwasserschutzkonzept                                                                                                                                                                                       |
| IED-Anlagen  | Anlagen nach Industrieemissionsrichtlinie                                                                                                                                                                     |
| IUCN         | International Union for Conservation of Nature                                                                                                                                                                |
| KG V09       | Kleingruppe der UAG, die sich mit der Alternativenuntersuchung beschäftigt                                                                                                                                    |
| MUNV         | Ministerium für Umweltschutz, Naturschutz und Verkehr des Landes NRW                                                                                                                                          |
| N-A-Modell   | Niederschlag-Abfluss-Modell                                                                                                                                                                                   |
| NKA          | Nutzen-Kosten-Analyse                                                                                                                                                                                         |
| NKV          | Nutzen-Kosten-Verhältnis                                                                                                                                                                                      |
| PKBW         | Projektkostenbarwert                                                                                                                                                                                          |
| PNBW         | Projektnutzenbarwert                                                                                                                                                                                          |
| PRTR-Anlagen | Anlagen nach European Pollutant Release and Transfer                                                                                                                                                          |
| UAG HWSK     | Unterarbeitsgruppe Hochwasserschutzkonzepte des MUNV                                                                                                                                                          |
| WRRL         | Wasserrahmenrichtlinie, Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik |
| WVER         | Wasserverband Eifel-Rur                                                                                                                                                                                       |

## Glossar Risikobasiertes HWSK

|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Basisschutzziel       | Schutzziel zur Abwendung von Gefahren für Leib und Leben                                                                                                                                                                                                                               |
| Erweiterter Schutz    | über Basisschutz hinausgehender Schutz, der volkswirtschaftlich gerechtfertigt ist (positives Nutzen-Kosten Verhältnis)                                                                                                                                                                |
| Gefahrenzone          | Überflutete Bereiche, die auf Basis des Impulses nach der möglichen Auswirkung auf den Menschen klassifiziert werden. Insgesamt werden 6 Gefahrenzonen definiert (0 bis 6).                                                                                                            |
| Hochwassergefährdung  | Kombination von Hochwassergefahr (definiert über Gefahrenzone) und Eintrittswahrscheinlichkeit (definiert über Jährlichkeit)                                                                                                                                                           |
| Impuls                | Produkt aus Fließgeschwindigkeit und Fließtiefe [ $\text{m}^2/\text{s}$ ]                                                                                                                                                                                                              |
| Lastfall              | Beschreibt das betrachtete Ereignis (Jährlichkeit oder Niederschlags-Szenario)                                                                                                                                                                                                         |
| Risiko                | Kombination aus Eintrittswahrscheinlichkeit/Gefährdung und Schadensausmaß/Vulnerabilität                                                                                                                                                                                               |
| Risikobereich I       | höherer Schutzgrad als beim Basisschutzziel, entspricht allen Gefahrenzonen unterhalb des Schutzziels und allen Gefahrenzonen in unbebautem Gelände (da hier keine Zielvorgabe besteht)                                                                                                |
| Risikobereich II      | Schutzgrad stimmt mit dem Basisschutzziel überein und entspricht der für den Basisschutz erforderlichen Gefahrenzone                                                                                                                                                                   |
| Risikobereich III     | niedrigerer Schutzgrad als beim Basisschutzziel, entspricht der ersten Gefahrenzone oberhalb des Schutzziels                                                                                                                                                                           |
| Risikobereich IV      | deutlich niedrigerer Schutzgrad als beim Basisschutzziel, entspricht allen weiteren Gefahrenzonen oberhalb des Schutzziels                                                                                                                                                             |
| Risikobereich         | Vier Risikobereiche für die Lebensgefahren bei Hochwasser zur Prüfung des Basisschutzes, welche in Karten dargestellt werden können                                                                                                                                                    |
| Schutzziel            | Erforderliche Kombination von <b>Vulnerabilität</b> , <b>Lastfall</b> und <b>Gefahrenzone</b> zur Erreichung des Basisschutzziels                                                                                                                                                      |
| Variante              | Hochwasserschutz-/Planungs-/Maßnahmenvariante                                                                                                                                                                                                                                          |
| Variantenuntersuchung | Untersuchung zur Ermittlung der Vorzugsvariante                                                                                                                                                                                                                                        |
| Vorzugsvariante       | Bestmögliche Lösung (Maßnahme oder Maßnahmenkombination) zur Erreichung eines Hochwasserschutzziels                                                                                                                                                                                    |
| Vulnerabilität        | Allgemein: Anfälligkeit gegenüber Hochwasser.<br>Hier: Differenziert über die Flächennutzung in 3 Stufen:<br>geschlossenen Siedlungen (hohe Vulnerabilität)<br>Einzelgebäuden außerhalb geschlossener Siedlungen (geringe Vulnerabilität)<br>unbebautes Gelände (keine Vulnerabilität) |
| Zustand               | Istzustände oder Planzustände                                                                                                                                                                                                                                                          |

## Anlagen- und Anhangsverzeichnis

|             |                                                                                                                          |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Anlage 3-1: | Präsentationsfolien Abstimmungstermin 09.07.25                                                                           |
| Anlage 3-2: | Präsentationsfolien Abstimmungstermin 23.09.25                                                                           |
| Anlage 5-1: | Gebäude ALKIS NRW Einzelbebauung                                                                                         |
| Anlage 5-2: | Gebäude ALKIS NRW Einzelbebauung „besonders vulnerabel“                                                                  |
| Anlage 5-3: | Karten Vulnerabilitätsbereiche Istzustand, Planzustand (1 : 5.000) – nur digital                                         |
| Anlage 5-4: | Potenziell betroffene vulnerable Objekte für den Istzustand und die Maßnahmenalternativen je Unterklasse, Bereich und HQ |
| Anlage 5-5: | Potenziell betroffene Einwohner für den Istzustand und die Maßnahmenalternativen je Bereich und HQ                       |
| Anlage 5-6: | Karten HQ30, HQ100, HQ300, Gefahrenzonen, Istzustand (1 : 5.000) – nur digital                                           |
| Anlage 5-7: | Karten HQ30, HQ100, HQ300, Gefahrenzonen, Planzustand (1 : 5.000) – nur digital                                          |
| Anlage 5-8: | Karten HQ30, HQ100, HQ300, Maximum, Risikobereiche, Istzustand (1 : 5.000) – nur digital                                 |
| Anlage 5-9: | Karten HQ30, HQ100, HQ300, Maximum, Risikobereiche, Planzustand (1 : 5.000) – nur digital                                |
| Anlage 6-1: | Nutzen-Kosten-Analyse, Nutzungsdauer 80 Jahre, HQ2                                                                       |
| Anlage 6-2: | Nutzen-Kosten-Analyse, Nutzungsdauer 80 Jahre, HQ5                                                                       |
| Anlage 6-3: | Nutzen-Kosten-Analyse, Nutzungsdauer 80 Jahre, HQ10                                                                      |
| Anlage 6-4: | Nutzen-Kosten-Analyse, Nutzungsdauer 120 Jahre, HQ2                                                                      |
| Anlage 6-5: | Nutzen-Kosten-Analyse, Nutzungsdauer 120 Jahre, HQ5                                                                      |
| Anlage 6-6: | Nutzen-Kosten-Analyse, Nutzungsdauer 120 Jahre, HQ10                                                                     |
| Anlage 8-1: | Matrix Widerstands- und Konfliktanalyse                                                                                  |

### Anhänge

|           |                                                  |
|-----------|--------------------------------------------------|
| Anhang 1: | Grundlagen der hydrologischen Berechnungen       |
| Anhang 2: | Grundlagen der 2D-Berechnungen der Gewässer      |
| Anhang 3: | Grundlagen der 2D Berechnung von Starkregen      |
| Anhang 4: | Grundlagen der GIS-Bearbeitung                   |
| Anhang 5: | Grundlagen der Ermittlung des Schadenspotenzials |
| Anhang 6: | Grundlagen der Ermittlung der Maßnahmenkosten    |
| Anhang 7: | Grundlagen der Nutzen-Kosten-Analysen            |
| Anhang 8: | Formularvorlage Nutzen-Kosten-Analyse            |

# 1 Veranlassung, Methodik und Aufgabenstellung

Die Bearbeitung der Pilotstudie an der Issel soll gemäß den aktuellen Empfehlungen der von der Hochwasserkommission des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Verkehr NRW (MUNV) einberufenen Unterarbeitsgruppe „Hochwasserschutzkonzepte“ (UAG HWS-Konzepte) erfolgen (HK 2024).

Die Unterarbeitsgruppe erarbeitet zurzeit die Grundlagen und Methodiken zur Erstellung von Risikobasierten Hochwasserschutzkonzepten (HWSK). Die Arbeiten werden im Laufe des Jahres abgeschlossen sein. Ende 2025 soll der Hochwasserkommission über den aktuellen Stand berichtet werden. Neben der Issel wird die Methodik für drei weitere Pilotprojekte getestet und optimiert.

Für die Issel liegen ein hydrologisches Niederschlag-Abfluss-Modell (N-A-Modell) sowie ein 2D-hydraulisches Gewässermodell vor. Die Modelle wurden unter anderem im Rahmen der Untersuchung „Erstellung des interkommunalen Hochwasserschutzkonzeptes Issel“ (ProAqua 2017; Auftraggeber Kreis Wesel) erstellt und weiterentwickelt. Für dieses Projekt wurden weitere hydraulische Berechnungen durchgeführt und sozioökonomische Wirkungsanalysen erstellt. Dazu wurden die im Hochwasserschutzkonzept Issel erarbeiteten Maßnahmen hinsichtlich verschiedener Aspekte bewertet und Nutzen-Kosten-Nachweise erstellt. Ein Fokus beim Pilotprojekt Issel lag auf der ökologischen Bewertung der geplanten Maßnahmen und einer Konzepterarbeitung zur Integration der Thematik Gewässerökologie bei der Erstellung von Hochwasserschutzkonzepten unter Anwendung des Risikobasierten HWSK.

Von Hydrotec wurden im Rahmen der Pilotstudie Issel folgende Leistungen erbracht:

- Ergänzung der hydrologischen Berechnungen um HQ30 und HQ300
- Ergänzung der hydraulischen Berechnungen um HQ30 und HQ300
- Ermittlung der Gefahrenzonen
- Nutzen-Kosten-Analyse
- Anwendung des Risikobasierten HWSK, Ermittlung der Risikobereiche
- Bewertung der Gewässerökologie im Kontext Risikobasiertes HWSK
- Diskussion der Methodik und Mindeststandards
- Dokumentation und Ergebnisübergabe

Ursprünglich war eine Optimierung der Maßnahmenvarianten vorgesehen. Da sich das HWSK Issel bereits in der Umsetzung befand, wurde in Abstimmung mit dem Auftraggeber (AG) im Laufe des Projekts festgelegt, dass keine optimierte Maßnahmenvariante erarbeitet werden sollte. Vielmehr sollte im Sinne der methodischen Untersuchung des Risikobasierten HWSK überprüft werden, ob sich auf Basis des Risikobasierten HWSK mehr oder weniger Maßnahmen gegenüber dem HWSK Issel ergeben würden. Diese Untersuchung wird in Kapitel 8.1.1.2 erläutert.

Die Arbeiten von Hydrotec erfolgten in enger Abstimmung mit dem MUNV, der Bezirksregierung Münster und in Koordination mit der UAG HWSK sowie der Kleingruppe KG V09. Zwischenergebnisse aus dem Projekt wurden in mehreren Arbeitsterminen dargestellt und mit den Beteiligten diskutiert und in der KG bzw. UAG präsentiert und abgestimmt.

Im Pilotprojekt Issel waren folgende Personen beteiligt:

- MUNV:
  - Daniel Posanski
  - Ines Röbbbecke-Avsec
  - Jan Oetjen

- Bezirksregierung Münster:
  - Daniel Marius Berger
  - Marco Eckervogt
  - Sebastian Hansmann
  - Anika Hiller
  - Olivia Wrobel
- Zweckverband Hochwasserschutz Issel:
  - Pia Scholten
- Hydrotec:
  - Michel Heidemanns
  - Dr. Oliver Buchholz
  - Dirk Sobolewski
  - Sandy Jeroma
  - Leandro Mücke
  - Diane Kaiser
  - Damian Stawinoga
  - Matthias Webering
  - Christina Zorenböhmer
  - Susanne Kurz
- UAG, KG V09:
  - Dr. Fabian Gier, MUNV
  - Daniel Posanski, MUNV
  - Rudolf Wergen, BR Köln
  - Prof. Schüttrumpf, RWTH Aachen
  - Dr. Julian Hofmann, RWTH Aachen
  - Dr. Daniel Bittner, Erftverband
  - Dr. Gerd Demny, WVER
  - Susanne Kozerke, WVER
  - Dr. Oliver Buchholz, Hydrotec

Im Rahmen der Pilotprojekte wurde eine Handlungsanleitung für die Durchführung eines „Risikobasierten HWSK“ erarbeitet. Diese ist in einem separaten Bericht dokumentiert.

- „Empfohlener Ablauf zur Erstellung Risikobasierter Hochwasserschutzkonzepte auf Basis von drei Hydrotec-Pilotstudien“ (Hydrotec 2025)

Weiterhin sind in diesem Dokument die technischen Umsetzungen als Anhänge 1 bis 8 beige-fügt:

- Anhang 1: Grundlagen der hydrologischen Berechnungen
- Anhang 2: Grundlagen der 2D-Berechnungen der Gewässer
- Anhang 3: Grundlagen der 2D Berechnung von Starkregen
- Anhang 4: Grundlagen der GIS-Bearbeitung
- Anhang 5: Grundlagen der Ermittlung des Schadenspotenzials
- Anhang 6: Grundlagen der Ermittlung der Maßnahmenkosten
- Anhang 7: Grundlagen der Nutzen-Kosten-Analysen
- Anhang 8: Formularvorlage Nutzen-Kosten-Analyse

Diese haben i. d. R. jeweils den Aufbau:

- Ziel und Methodik
- Grundlagendaten
- Bearbeitungsschritte
- Ergebnisse

Weitergehende Informationen zum Risikobasierten HWSK und zu den Technischen Umsetzungen sind somit den o. g. Dokumenten zu entnehmen.

Ergänzend sind diese Dokumente dem vorliegenden Bericht zum Pilotprojekt Issel als Anhänge beigefügt.

## 2 Datengrundlage

Aus dem Projekt „Erstellung des interkommunalen Hochwasserschutzkonzeptes Issel“ (ProAqua 2017) wurden folgende Daten übernommen (bereitgestellt durch die Bezirksregierung (BR) Münster):

- hydrologisches Modell für die Issel (NASIM) für den Istzustand, Version 2013
- hydraulisches 2D-Modell für den Ist- und Planzustand, Version 2021, für die Jährlichkeiten
  - HQ20
  - HQ100
  - EHQ (extremer Hochwasserabfluss)
- Projektberichte
  - Erstellung einer einheitlichen wasserwirtschaftlichen Modellbasis zur Issel und ihrer Nebengewässer einschließlich Ermittlung und Darstellung von Überschwemmungsgebieten (2013 ProAqua)
  - Issel Modellintegration 2016 (2016 ProAqua)
  - Erstellung des interkommunalen Hochwasserschutzkonzeptes Issel (2017 ProAqua)
  - Upgrade des zweidimensionalen Modells für das Hochwasserschutzkonzept Issel (2021 ProAqua)

Darüber hinaus wurden eigenständig folgende Daten des Landes NRW recherchiert und verwendet:

- Nutzungsdaten aus ALKIS, ATKIS (WFS-Dienst)
- digitale Orthofotos (WMS-Dienst)
- weitere Kartendienste des Landes NRW (WMS-Dienste)

Alle zur Verfügung gestellten Daten wurden gesichtet und auf Verwendbarkeit, Vollständigkeit und Plausibilität geprüft.

### 3 Termine

Im Rahmen des Pilotprojekts wurden zwei Abstimmungstermine mit den Beteiligten durchgeführt. Für die Termine hatte Hydrotec PowerPoint-Vorträge vorbereitet, anhand denen die Methodiken, Ergebnisse und die weiteren Vorgehensweisen besprochen wurden. Tabelle 3-1 listet die Termindaten und die zugehörigen Anlagen auf.

Tabelle 3-1: Abstimmungstermine und Anlagennummern

| <b>Datum<br/>Abstimmungstermin</b> | <b>Hydrotec Präsentation<br/>als Anlage</b> |
|------------------------------------|---------------------------------------------|
| 09.07.2025                         | Anlage 3-1                                  |
| 23.09.2025                         | Anlage 3-2                                  |

Die jeweiligen Präsentationsfolien zeigen Bearbeitungszustände, Berechnungsvarianten, Zwischenergebnisse, offene Fragen und Abstimmungen. Im Rahmen der Pilotstudie wurden eine Vielzahl von Sensitivitätsuntersuchungen, Kartendarstellungen und Berechnungsmethoden durchgeführt bzw. angewendet. Die Terminfolien dokumentieren die Bearbeitungschronologie, bei der die „Best Practice“ festgelegt wurde, die in die Handlungsempfehlung mündete.

## 4 Hydrologische und hydraulische Berechnungen

Für die Issel liegen ein hydrologisches Niederschlag-Abfluss-Modell (N-A-Modell) sowie ein 2D-hydraulisches Gewässermodell vor. Die Modelle wurden unter anderem im Rahmen der Untersuchung „Erstellung des interkommunalen Hochwasserschutzkonzeptes Issel“ (ProAqua 2017; Auftraggeber Kreis Wesel) erstellt und weiterentwickelt. Im Folgenden die damit durchgeführten Berechnungen erläutert.

### 4.1 Hydrologische Berechnungen

Für die Issel liegt ein hydrologisches Niederschlag-Abfluss-Modell (N-A-Modell) für das gesamte Einzugsgebiet vor.

Bei der Datenprüfung wurde festgestellt, dass die Ganglinien aus dem hydrologischen Modell nicht mit den Ganglinien übereinstimmen, die in das hydraulische Modell eingehen. Es ist sehr zeitaufwendig, zu prüfen, warum diese Unterschiede vorliegen. Insbesondere ist auch das hydrologische Modell sehr komplex und fachlich schwierig zu durchdringen. Im Rahmen der Pilotstudie ist diese detaillierte Modell-Analyse nicht vorgesehen.

In Abstimmung mit dem AG wurde beschlossen, die fehlenden Jährlichkeiten HQ30 und HQ300 aus den vorhandenen Zuflussganglinien des hydraulischen Modells durch Faktorisierung abzuleiten. Dabei werden die gleichen Faktoren verwendet, die bei der Generierung der Niederschlagsbelastung für das N-A-Modell angewendet wurden.

| Jährlichkeit     | Faktor zu HQ <sub>100</sub> |
|------------------|-----------------------------|
| HQ <sub>1</sub>  | 0,41                        |
| HQ <sub>2</sub>  | 0,52                        |
| HQ <sub>5</sub>  | 0,64                        |
| HQ <sub>10</sub> | 0,73                        |
| HQ <sub>20</sub> | 0,83                        |
| HQ <sub>50</sub> | 0,93                        |
| EHQ              | 1,40                        |

Quelle: ProAqua 2013, Abb. 4.2

Abbildung 4-1: Niederschlagsfaktoren für weitere Jährlichkeiten

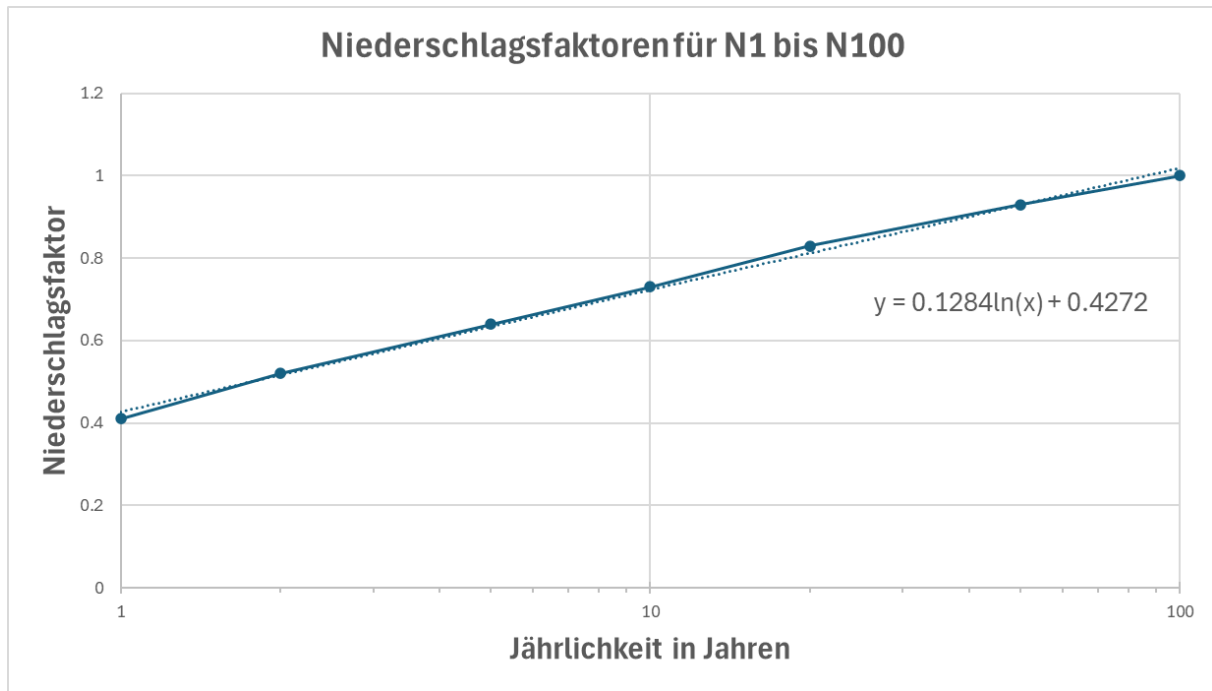


Abbildung 4-2: Aus den Niederschlagsfaktoren abgeleitete Übertragungsfunktion

Die Skalierung der Zuflussganglinien für das HQ30 erfolgte auf Basis des HQ20 und die Skalierung für das HQ300 erfolgte auf Basis des EHQ. Dabei ergaben sich folgende Faktoren:

- $HQ30 = 1,041 \cdot HQ20$
- $HQ300 = 0,828 \cdot EHQ$

Zuflüsse, die von HQ20 zu HQ100 bzw. von EHQ zu HQ100 den Faktor 1 aufweisen, wurden nicht faktorisiert.

## 4.2 Hydraulische Berechnungen

Die vorliegenden hydraulischen 2D-Modelle für den Ist- und Planzustand wurden in die aktuelle HydroAS-Version 6.2.5 konvertiert. Ebenso wurden die Modelle vom Koordinatensystem Deutsches Hauptdreiecksnetz (DHDN) bzw. Gauss-Krüger Zone 2 (EPSG: 31466) in das Europäische Terrestrische Referenzsystem 1989 (ETRS89), UTM Zone 32N (EPSG: 25832) konvertiert.

Die zuvor skalierten Zuflussrandbedingungen wurden in die jeweiligen 2D-Modelle übernommen.

Um versionsbedingte Unterschiede auszuschließen, wurden anschließend Berechnungen für alle Zustände und Jährlichkeiten durchgeführt:

- Istzustand: HQ30, HQ100 und HQ300
- Planzustand: HQ30, HQ100 und HQ300

Für die Jährlichkeiten HQ30, HQ100 und HQ300 wurden aus den 2D-Ergebnissen die Rasterdaten der Wassertiefen, Fließgeschwindigkeiten und Impulse für den Ist- und Planzustand erarbeitet.

Folgende Maßnahmen aus dem Hochwasserschutzkonzept Issel sind im Modell des Planzustands enthalten:

Tabelle 4-1: Im Planzustand berücksichtigte Hochwasserschutzmaßnahmen

| <b>Nr. Maßnahmenbereich</b> | <b>Name der Maßnahme</b>                                           |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| MB4                         | Marienthal (Hochwasserschutz (HWS) und Ökologie)                   |
| MB5                         | Polder Brüner Bruch                                                |
| MB6                         | Schwarze Heide                                                     |
| MB7                         | Ortschaft Obrighoven                                               |
| MB8                         | Rechtes Vorland unterhalb Bärenschleuse östlich Bundesstraße B 70  |
| MB9                         | Rechtes Vorland unterhalb Bärenschleuse westlich Bundesstraße B 70 |
| MB10                        | Polder Bramhorst                                                   |
| MB11                        | Möllganshorst südlich Ringenberg                                   |
| MB12                        | Abgrabung Weikensee                                                |
| MB13                        | Abgrabung Schultenhof                                              |
| MB15                        | Abgrabung Kleine Issel                                             |
| MB16                        | Polder Krahenbusch                                                 |
| MB17                        | Linkes Vorland gegenüber Abgrabung Werth                           |
| MB18                        | Abgrabung Werth                                                    |
| MB19                        | Linkes Vorland gegenüber Ortschaft Werth                           |
| MB20                        | Ortschaft Werth                                                    |
| MB21                        | Wall und Vorland links unterhalb Ortschaft Werth                   |
| MB22                        | Gewässeraufweitung Issel oberhalb Isselburg                        |
| MB23                        | Vorland rechts oberhalb Isselburg (Schüttenstein)                  |
| MB24                        | Innenstadt Isselburg                                               |
| MB26                        | Bereich Am Stromberg                                               |
| MB27                        | Bereich Anholt Kläranlage                                          |
| MB28                        | Bereich unterhalb Anholt bis zu den Niederlanden                   |
| MB29                        | Gewässeraufweitung Klev'sche Landwehr unterhalb Isselburg          |
| MB33                        | Gewässeraufweitung Klev'sche Landwehr Bereich Passhof              |
| MB34                        | Überleitung Ringenberger Bruchgraben in die Kleine Issel           |
| MB35                        | Deichneubau Hamminkeln                                             |

## 5 Ermittlung von Vulnerabilitätsbereichen, Gefahrenzonen und Risikobereichen nach Risikobasiertem HWSK

Gemäß den „Empfehlungen zur Erstellung von Hochwasserschutzkonzepten in NRW“ (Hochwasserkommission 2024) ergibt sich das Risiko für die Unversehrtheit von Menschen bei Hochwasser aus der Definition

$$\text{Risiko} = \text{Gefährdung} \times \text{Vulnerabilität}$$

Somit sind für die Risikoeinschätzung (vgl. Kapitel 5.4) die Gefährdung (Gefahrenzonen, vgl. Kapitel 5.3) sowie die vulnerablen Bereiche (vgl. Kapitel 5.1) zu ermitteln und zu verschneiden.

Ergänzend werden im Rahmen der Pilotstudie die potenziell betroffenen Einwohnerinnen und Einwohner aus vorliegenden Grundlagendaten je Hochwasserjährlichkeit (vgl. Kapitel 5.2) berechnet.

Alle abgestimmten und festgelegten GIS-Ermittlungen der Flächen sind in Anhang 4 dargestellt.

### 5.1 Ermittlung Vulnerabilitätsbereiche

Die Vulnerabilität von Menschen in Überflutungsgebieten wird über die Flächennutzung ermittelt. Dafür werden in den „Empfehlungen zur Erstellung von Hochwasserschutzkonzepten in NRW“ (Hochwasserkommission 2024) folgende Vulnerabilitätsbereiche definiert:

- In **geschlossenen Siedlungen** sind viele Menschen betroffen und es wird grundsätzlich von einer hohen Vulnerabilität ausgegangen. Dabei spielt es keine Rolle, ob es sich um Innenstadtkerne, Siedlungen mit einer hohen Dichte an medizinischen und sozialen Einrichtungen oder um reine Wohnbereiche handelt.
- Bei **Einzelgebäuden** außerhalb geschlossener Siedlungen sind wenige Menschen betroffen, damit ergibt sich eine geringe Vulnerabilität.
- Bei **unbebautem Gelände** liegt praktisch keine Vulnerabilität vor. Dass sich dort während eines Hochwasserereignisses Menschen aufhalten, die sich nicht rechtzeitig in Sicherheit bringen können, ist äußerst unwahrscheinlich.

Bei allen Ermittlungen der Vulnerabilitätsbereiche wurden alternative GIS-Vorgehensweisen untersucht und diese mit den Beteiligten bewertet, abgestimmt und festgelegt.

#### Geschlossene Siedlungsgebiete

Als GIS-Datengrundlage für geschlossene Siedlungsgebiete wurden die GIS-Daten des Basis-DLM genutzt. Im GIS-Layer sind fünf unterschiedliche Polygone für Siedlungsklassen enthalten (sie01\_f bis sie05\_f). Die unterschiedlichen Siedlungsklassen wurden auf Inhalt und Verwendbarkeit geprüft. Die Klasse „sie01“ enthält eine Objektart („AX\_Ortslage“). In Abstimmung mit dem Auftraggeber (AG) wurde die Klasse „sie01\_\_f“ als Vorgabe für ein geschlossenes Siedlungsgebiet im Hinblick auf den Vulnerabilitätsbereich verwendet. Die Auswahl von Klasse „sie01“ entspricht auch dem Vorgehen für die Untersuchung zum „Deichkataster“, die Hydrotec 2025 für das MUNV bearbeitet hat.

#### Einzelgebäude

Als GIS-Datengrundlage für Einzelgebäude wurden die Gebäude des ALKIS-Datensatzes verwendet. Die Anlage 5-1 dokumentiert die abgestimmten und festgelegten Objekte für die Definition von Einzelgebäuden.

## Unbebautes Gelände

Flächen außerhalb von geschlossenen Siedlungsgebieten und außerhalb der ermittelten Einzelgebäude werden als unbebaut definiert.

## Besonders vulnerable Einzelobjekte

Ergänzend wurde in der Pilotstudie Wurm ein weiterer Gefährdungsbereich untersucht, der Bereiche bzw. Objekte mit besonderer Vulnerabilität berücksichtigen soll. In Abstimmung mit den Beteiligten wurde festgelegt, dass kein ergänzender Gefährdungsbereich zu den o. g. drei Bereichen definiert wird.

Als zusätzliche Information in den Karten werden jedoch „besonders vulnerable Einzelobjekte“ dargestellt. In Abstimmung mit dem AG wurden hier drei Unterklassen festgelegt, die verschiedene Vulnerabilitätsstufen berücksichtigen:

- höchst vulnerabel
  - Objekte, in denen sich potenziell Personen aufhalten, die nicht mobil sind und sich somit nicht eigenständig aus dem Gefahrenbereich begeben können.
  - Beispiele: Krankenhaus, Seniorenheim, Kindergarten
- hoch vulnerabel
  - Objekte, in denen sich potenziell Personen aufhalten, die sich ggf. zum Teil nicht eigenständig aus dem Gefahrenbereich begeben können.
  - Beispiele: Schulen, Jugend- und Freizeitheim
- funktionale Gebäude
  - Objekte, in denen sich Personen aufhalten, die im Rahmen der Gefahrenabwehr, des Katastrophenschutzes und der Soforthilfe bei Hochwasserereignissen eingesetzt werden.
  - Beispiele: Feuerwehr, Technisches Hilfswerk (THW), Polizei, Rathaus

Die Tabelle 5-1 zeigt für die drei Unterklassen die festgelegten Vulnerabilitätsstufe der Einzelobjekte. Diese sind ergänzend in der Anlage 5-2 dokumentiert.

Tabelle 5-1: Besonders vulnerable Einzelobjekte und Einstufung nach Unterklassen

| Funktion Objekt                                | Unterklasse | Vulnerabilitätsstufe |
|------------------------------------------------|-------------|----------------------|
| Ärztelhaus, Poliklinik                         | 1           | höchst vulnerabel    |
| Heilanstalt, Pflegeanstalt, Pflegestation      | 1           | höchst vulnerabel    |
| Kinderheim                                     | 1           | höchst vulnerabel    |
| Kinderkrippe, Kindergarten, Kindertagesstätte  | 1           | höchst vulnerabel    |
| Krankenhaus                                    | 1           | höchst vulnerabel    |
| Seniorenfreizeitstätte                         | 1           | höchst vulnerabel    |
| Seniorenheim                                   | 1           | höchst vulnerabel    |
| Allgemeinbildende Schule                       | 2           | hoch vulnerabel      |
| Berufsbildende Schule                          | 2           | hoch vulnerabel      |
| Hochschulgebäude (Fachhochschule, Universität) | 2           | hoch vulnerabel      |
| Jugendfreizeitheim                             | 2           | hoch vulnerabel      |
| Jugendherberge                                 | 2           | hoch vulnerabel      |
| Justizvollzugsanstalt                          | 2           | hoch vulnerabel      |
| Obdachlosenheim                                | 2           | hoch vulnerabel      |
| Schullandheim                                  | 2           | hoch vulnerabel      |
| Schwesterwohnheim                              | 2           | hoch vulnerabel      |

| Funktion Objekt                    | Unterklasse | Vulnerabilitätsstufe |
|------------------------------------|-------------|----------------------|
| Studenten-, Schülerwohnheim        | 2           | hoch vulnerabel      |
| Rathaus                            | 3           | funktionale Gebäude  |
| Rathaus; Post                      | 3           | funktionale Gebäude  |
| Verwaltungsgebäude                 | 3           | funktionale Gebäude  |
| Feuerwehr                          | 3           | funktionale Gebäude  |
| Gebäude für Fernmeldewesen         | 3           | funktionale Gebäude  |
| Gebäude für Sicherheit und Ordnung | 3           | funktionale Gebäude  |
| Kreisverwaltung                    | 3           | funktionale Gebäude  |
| Polizei                            | 3           | funktionale Gebäude  |

In den Karten werden diese Gebäude abhängig von ihrer Klasseneinstufung farblich gekennzeichnet und im Hinblick auf ihre Funktion gelabelt.

In den Karten werden als nachrichtliche Darstellung ergänzend folgende Risikopunkte mit aufgenommen:

- Industrieanlagen  
Dies sind Anlagen nach der Industrieemissionsrichtlinie (IED-, PRTR- bzw. Störfallanlagen). Die Darstellungen entsprechen denen in der HWRK (Quelle: WasserBLick.).
- Risiko-Hotspots  
Dabei handelt es sich um öffentlich zugängliche Punkte, bei denen Personen in Gefahr geraten können, weil sie überrascht und eingeschlossen werden können (keine Möglichkeiten zur Flucht):
  - Geländetiefpunkte, Unterführungen, Senken
  - Abgänge zu Unterführungen
  - öffentliche Tiefgaragen
  - tiefliegende Fußgängerpassagen
 Diese können in Anlehnung an das DWA Merkblatt 119 „Risikomanagement kommunale Überflutungsvorsorge für Entwässerungssysteme bei Starkregen“ (DWA 2016) bzw. an die nordrhein-westfälische „Arbeitshilfe kommunales Starkregenrisikomanagement“ (MUNLV 2018) identifiziert werden.  
Die Risiko-Hotspots wurden im Rahmen der Pilotstudie Wurm nicht erhoben.

Die Abbildung 5-1 zeigt die Legende der Vulnerabilitätskarte, Abbildung 5-2 zeigt eine Beispielkarte.

## Legende

### Besonders vulnerable Gebäude

- Höchst vulnerabel
- Hoch vulnerabel
- Funktionale Gebäude

### Nachrichtliche Darstellung

-  Industrieanlagen (IED-, PRTR- bzw. Störfallanlagen)
-  Risiko-Hotspots

### Vulnerabilitätsbereiche

- Geschlossene Siedlung
- Einzelgebäude
- Unbebaute Fläche



TopPlusOpen © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2025)

Abbildung 5-1: Legende der Karte für Vulnerabilitätsbereiche



Hintergrundkarte: TopPlusOpen, © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie

Abbildung 5-2: Beispielkarte für Vulnerabilitätsbereiche (hier: Isselburg)

## Ergebnis

Alle o. g. Vulnerabilitätsbereiche wurden abschließend um die 2D-Gewässerschlauch-Fläche verkleinert. Dies berücksichtigt, dass sich im Bachbett generell keine Personen aufhalten. Die querenden Brücken wurden jedoch über eine GIS-Abfrage nicht ausgestanzt, da sich hier potenziell Personen bei Hochwasserereignissen befinden können. Aufgrund der umfangreichen Renaturierungsmaßnahmen ergeben sich im Planzustand deutlich unterschiedliche Gewässerverläufe. Daher unterscheiden sich die Vulnerabilitätsbereiche zwischen Ist- und Planzustand.

Weiterhin ist zu prüfen, ob **größere Wasserflächen** in den Vulnerabilitätsbereichen liegen. Dies können Seen, Teiche, Baggerlöcher, Burggräben oder Mündungsbereiche von Nebengewässern sein. Diese sollten aus den Vulnerabilitätsbereichen ebenfalls entfernt werden. Diese Flächen ergeben bei den Schadenpotenzialberechnungen hohe unplausible Schäden (vgl. Kapitel 6.1).

In Anlage 5-3 sind die im Rahmen dieser Untersuchung erarbeiteten Karten der Vulnerabilitätsbereiche an der Issel im Maßstab 1 : 5.000 dargestellt.

In der Anlage 5-4 sind die besonders vulnerablen Gebäude bzw. Objekte für den Ist- und Planzustand je Vulnerabilitätsstufe, Stadt und HQ dargestellt. Vulnerable Gebäude sind nur in den Ortslagen Anholt, Bocholt, Isselburg, Werth und Wertherbruch betroffen.

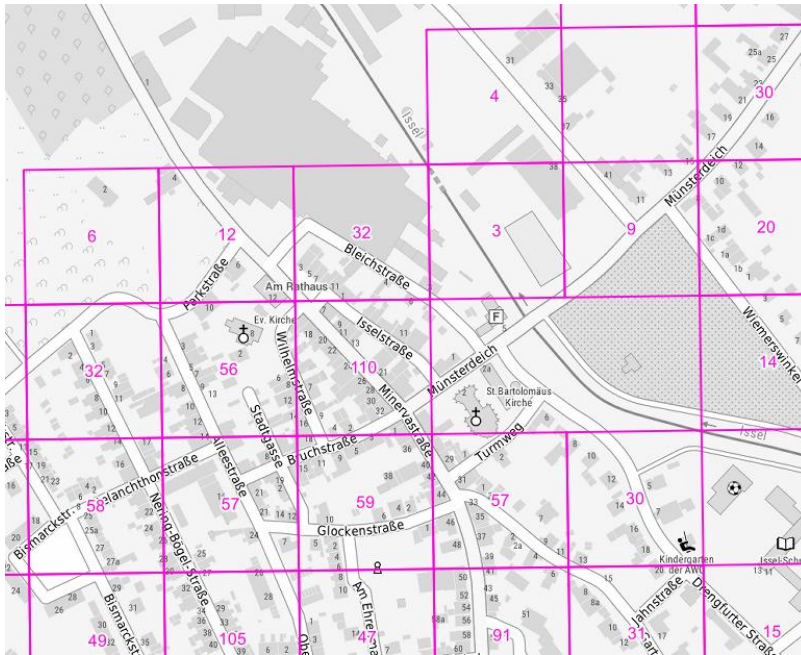
## 5.2 Ermittlung betroffener Einwohnerinnen und Einwohner

Im Rahmen des Pilotprojektes Issel wurden die potenziell durch Hochwasser betroffenen Einwohner (EW) ermittelt. Diese Ermittlung wurde je Variante und Jährlichkeit auf der Grundlage der Überschwemmungsgebietsflächen durchgeführt.

Die Anzahl der Einwohner kann nur überschlägig auf der Basis vorliegender Grundlagendaten ermittelt werden. Folgende Datensätze wurden als mögliche Bewertungsgrundlage recherchiert:

- Einwohnerzahlen lt. WasserBLlck-Daten NRW (EW je Kommune)
- Zensus 2022 (100 x 100 m Rasterzellen mit Einwohnerwerten)
- Kommunale EW-Daten

Die Werte aus WasserBLlck liegen als Gesamtwert je Kommune vor. Lokale Unterschiede in der Bevölkerungsdichte werden hier nicht abgebildet, sodass diese als eher ungenau eingestuft werden. Die EW-Daten vom Zensus 2022 liegen als 100 m x 100 m Kacheln mit je einer EW-Zahl vor (vgl. Abbildung 5-3). Damit sind diese räumlich deutlich höher aufgelöst als die Daten aus WasserBLlck. Kommunale EW-Daten bieten meist die höchste Genauigkeit, sind jedoch nicht immer und flächendeckend verfügbar.



Hintergrundkarte: TopPlusOpen, © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie

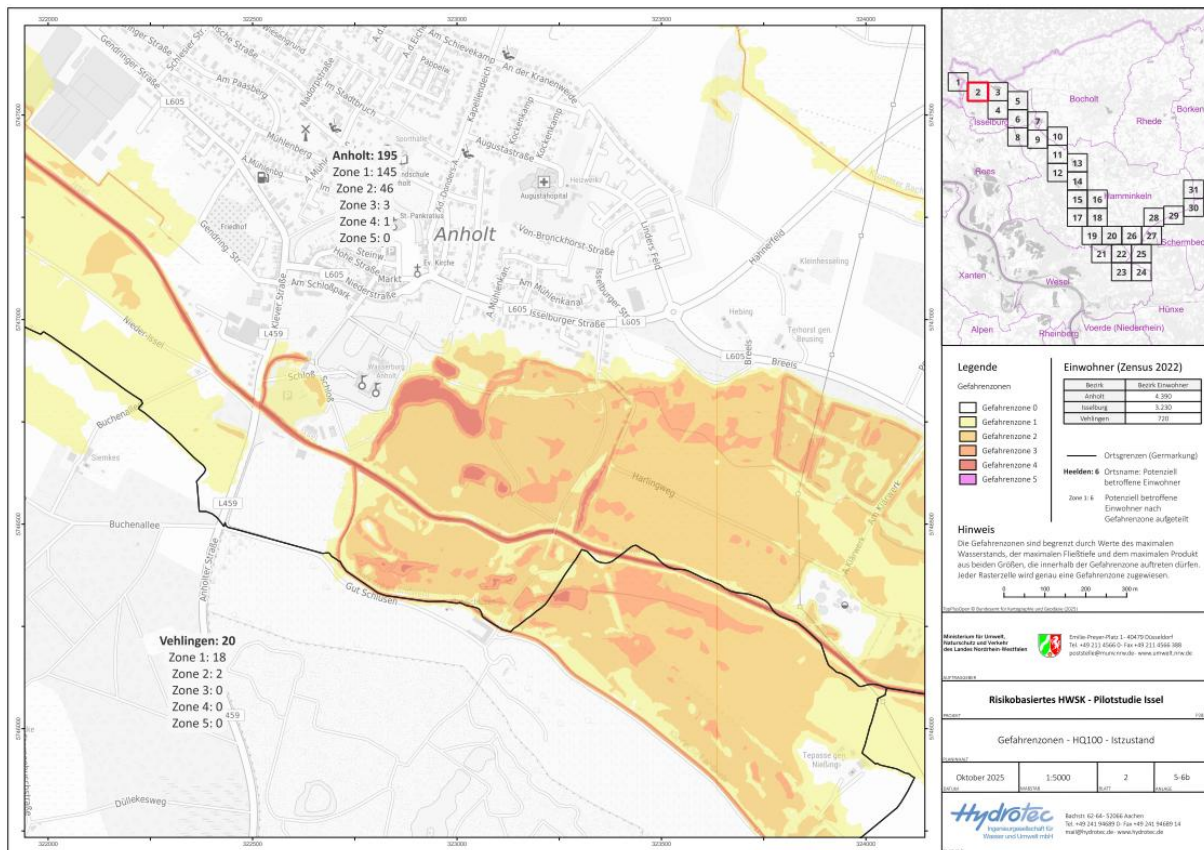
Abbildung 5-3: Zensus 2022 Daten, beispielhafter Ausschnitt

Im Pilotprojekt Wurm wurde ein Variantenvergleich zwischen den drei oben angegebenen Datenquellen durchgeführt. Dabei wurde festgestellt, dass die Zensusdaten gut zu den Daten des Melderegisters passen. Die WasserBLICK-zahlen ergaben größere Abweichungen. Daher wird empfohlen, die ZENSUS-Daten für die Ermittlung der potenziell vom Hochwasser betroffenen Einwohner zu verwenden.

Es werden die Gesamtzahlen je Ortsteil als Wert in den Karten der Gefahrenzonen und Risikobereiche dargestellt. Dabei wird eine weitere Aufteilung von potenziell betroffenen Personen in die jeweiligen Gefahrenzonen und Risikobereiche durchgeführt.

In der Anlage 5-5 sind die auf der Grundlage der ZENSUS-Daten ermittelten potenziell betroffenen Einwohner für den Ist- und Planzustand je Ortsteil und HQ dargestellt. Aus den Ergebnissen können die Wirkungen der Maßnahmen auf potenzielle Personenschäden abgeleitet werden. Die Werte können für die Bewertung und Festlegung einer Vorzugsvariante genutzt werden (vgl. Kapitel 8).

Die Abbildung 5-4 zeigt ein Beispiel einer Kartendarstellung mit der Angabe der betroffenen Einwohner und der Gesamtzahl der Einwohner in der Legende.



Hintergrundkarte: TopPlusOpen, © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie

Abbildung 5-4: Beispiel Kartendarstellung für betroffene Einwohner (hier: Gefahrenzonenkarte HQ100 Istzustand, Anholt) inkl. Legende

### 5.3 Ermittlung Gefahrenzonen

Für die Jährlichkeiten  $T = 30$  a, 100 a und 300 a wurden aus den 2D-Ergebnissen die Rasterdaten der Wassertiefen, die Fließgeschwindigkeiten und Impulse für den Ist- und Planzustand abgeleitet.

Im Zuge des Pilotprojektes wurden die Impulsgrößen (Fließtiefe x Geschwindigkeit) je Zeitschritt für ein 1-x-1-m-Raster berechnet.

Die Gefahrenzonen für den Menschen werden aus den Ergebnissen der 2D-Berechnungen für das HQ30, HQ100 und HQ300 für ein 1-x-1-m-Raster gewonnen.

Dabei werden jeweils folgende Größen je Rasterfläche ermittelt:

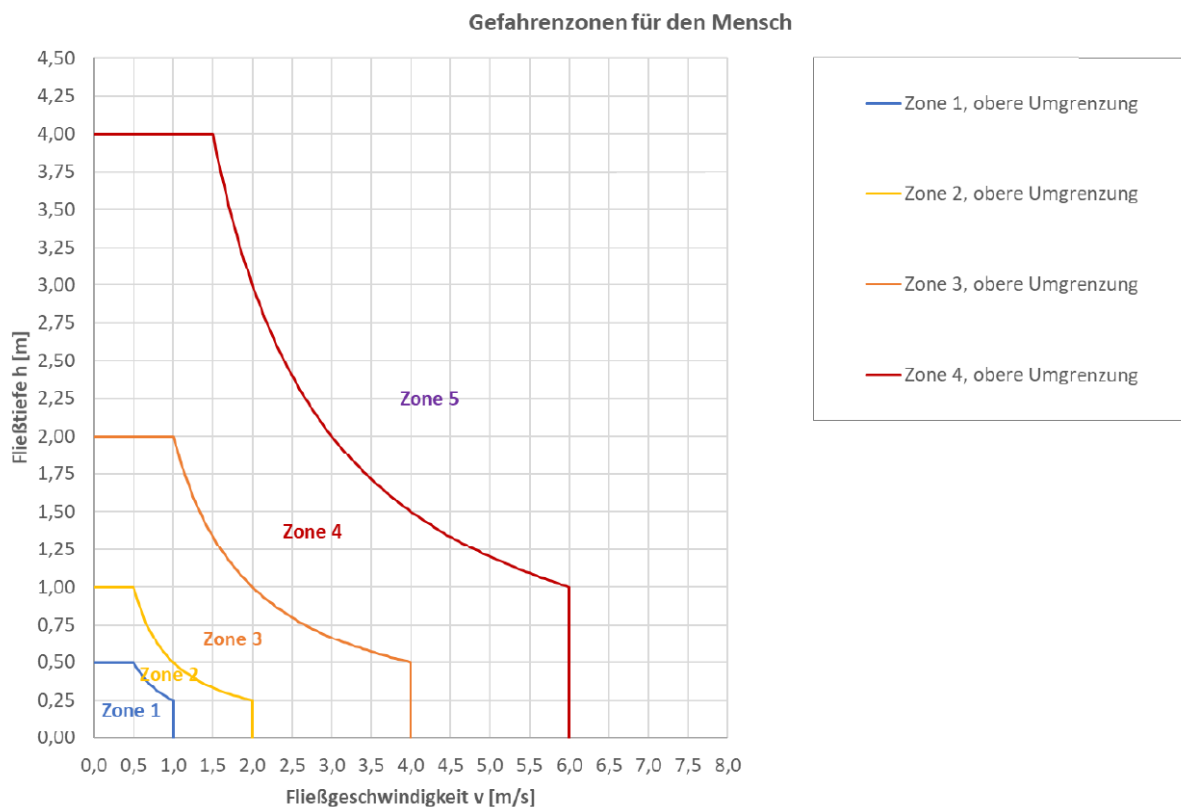
- maximale Wassertiefe  $h$  in m, maximaler Wert im Simulationszeitraum
- maximale Fließgeschwindigkeit  $v$  in m/s, maximaler Wert im Simulationszeitraum
- maximale Impulskräfte  $v \times h$  in  $m^2/s$ , maximaler Wert im Simulationszeitraum (Produkt aus Fließgeschwindigkeit und Wassertiefe in der Rasterzelle im jeweiligen Zeitschritt)

Die drei oben angegebenen Maxima können dabei zu unterschiedlichen Simulationszeitpunkten auftreten.

In den „Empfehlungen zur Erstellung von Hochwasserschutzkonzepten in NRW“ (Hochwasserkommission 2024) werden folgende Gefahrenzonen definiert:

- Gefahrenzone 0
  - mit überflutungsfreier Fläche
- Gefahrenzone 1
  - mit oberer Begrenzung  $h \leq 0,5 \text{ m}$  und  $v \times h \leq 0,25 \text{ m}^2/\text{s}$  und  $v \leq 1,0 \text{ m/s}$
- Gefahrenzone 2
  - mit oberer Begrenzung  $h \leq 1,0 \text{ m}$  und  $v \times h \leq 0,5 \text{ m}^2/\text{s}$  und  $v \leq 2,0 \text{ m/s}$
- Gefahrenzone 3
  - mit oberer Begrenzung  $h \leq 2,0 \text{ m}$  und  $v \times h \leq 2,0 \text{ m}^2/\text{s}$  und  $v \leq 4,0 \text{ m/s}$
- Gefahrenzone 4
  - mit oberer Begrenzung  $h \leq 4,0 \text{ m}$  und  $v \times h \leq 6,0 \text{ m}^2/\text{s}$  und  $v \leq 6,0 \text{ m/s}$
- Gefahrenzone 5
  - ohne Begrenzung mit  $h > 4,0 \text{ m}$ ,  $v \times h > 6,0 \text{ m}^2/\text{s}$  und/oder  $v > 6,0 \text{ m/s}$ :

Die Abbildung 5-5 zeigt die Gefahrenzonen 1 bis 5 mit den oberen Grenzen.



Quelle: Hochwasserkommission 2024, Abbildung 6

Abbildung 5-5: Gefahrenzonen für den Menschen bei Überflutung in Abhängigkeit von der Wassertiefe  $h$  und der Fließgeschwindigkeit  $v$

In den Anlagen 5-6 und 5-7 sind die erarbeiteten Karten der Gefahrenzonen für die Issel im Maßstab 1 : 5.000 dargestellt:

- Istzustand: für HQ30, HQ100 und HQ300
- Planzustand: für HQ30, HQ100 und HQ300

Die Abbildung 5-6 zeigt die Legende der Karten für die Gefahrenzonen, Abbildung 5-7 eine Beispielkarte.

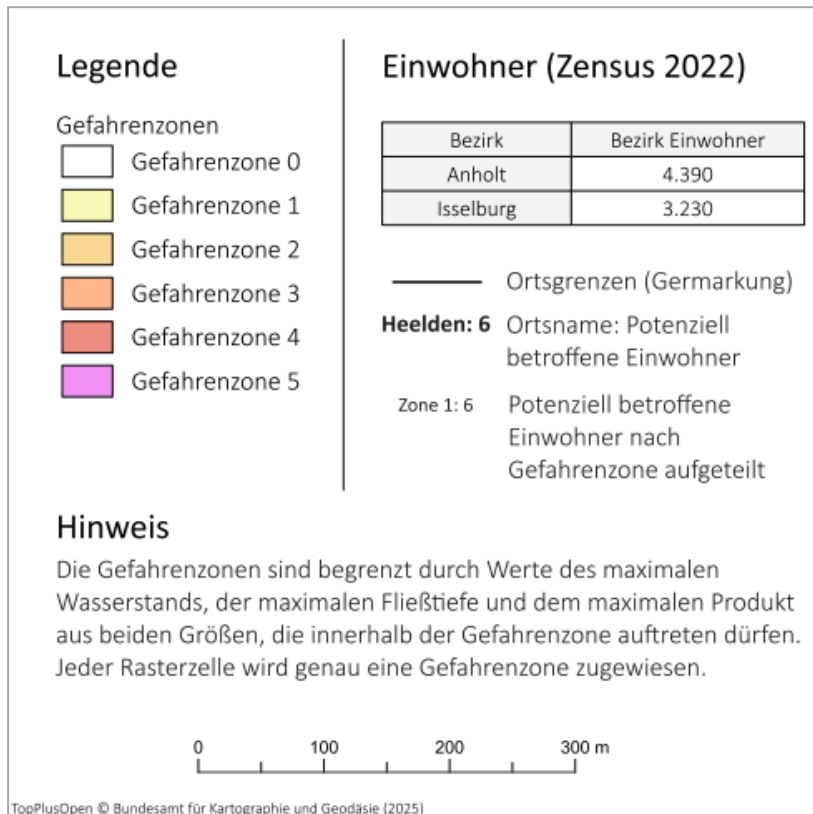
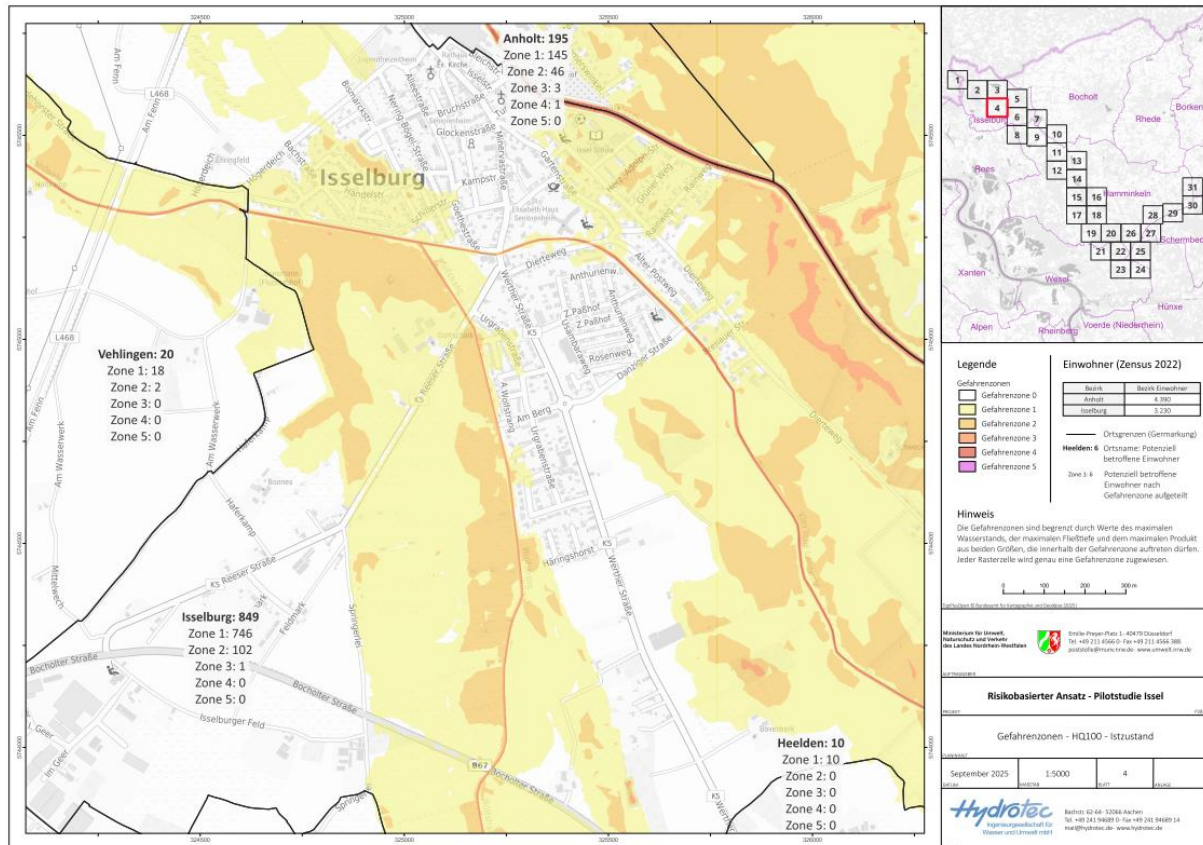


Abbildung 5-6: Legende der Karte für Gefahrenzonen



Hintergrundkarte: TopPlusOpen, © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie

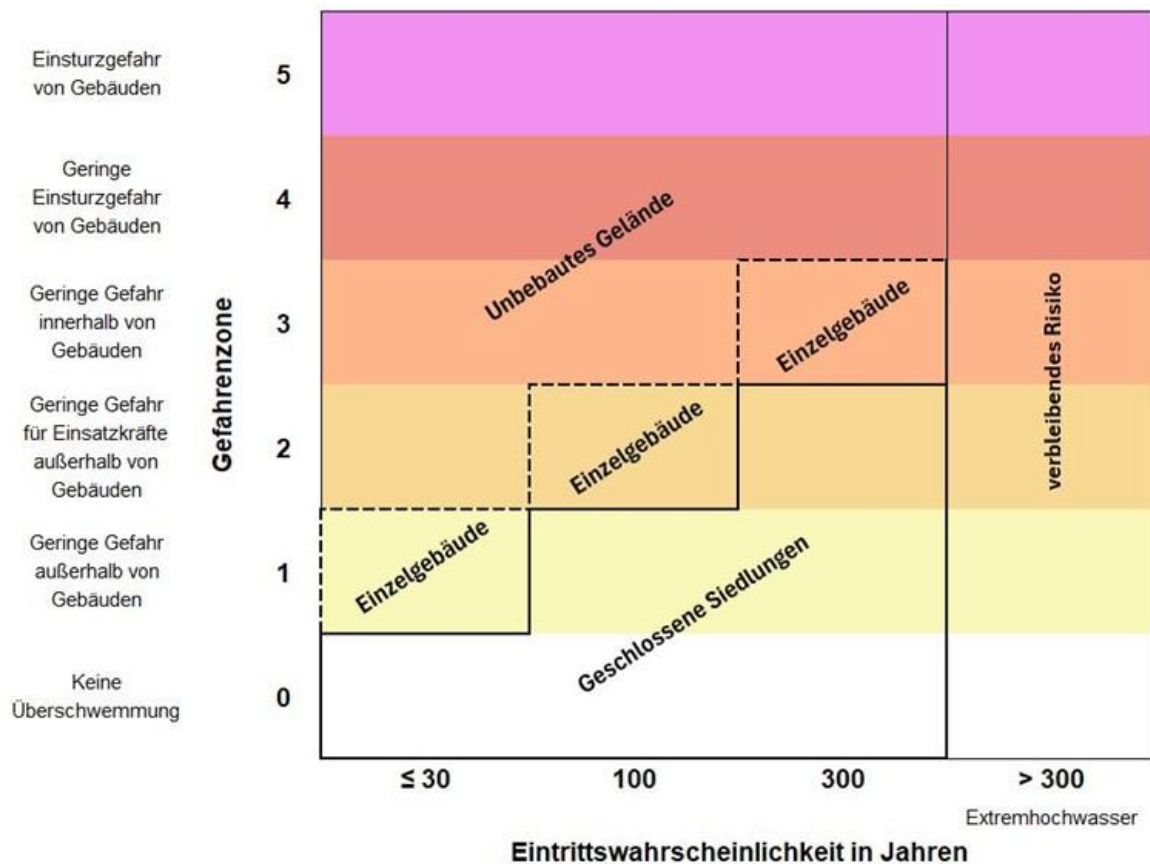
Abbildung 5-7: Beispielkarte für Gefahrenzonen (hier: HQ100 Istzustand, Isselburg)

## 5.4 Ermittlung Risikobereiche

Gemäß den „Empfehlungen zur Erstellung von Hochwasserschutzkonzepten in NRW“ (Hochwasserkommission 2024, S. 26) ergeben sich für den Basisschutz zur Abwehr von Lebensgefahren bei Hochwasser folgende Schutzziele:

- geschlossene Siedlungen
  - bei HQ30 Gefahrenzone 0
  - bei HQ100 Gefahrenzone 1
  - bei HQ300 Gefahrenzone 2
- Einzelgebäude außerhalb geschlossener Siedlungen
  - bei HQ30 Gefahrenzone 1
  - bei HQ100 Gefahrenzone 2
  - bei HQ300 Gefahrenzone 3
- unbebautes Gelände
  - bei HQ30 kein Schutzbedarf
  - bei HQ100 kein Schutzbedarf
  - bei HQ300 kein Schutzbedarf

In der Abbildung 5-8 sind die Basisschutzziele für den Menschen bei Hochwasser in Abhängigkeit von der jeweiligen Gefahrenzone und den jeweiligen Lastfällen (Eintrittswahrscheinlichkeiten HQ30, HQ100, HQ300) dargestellt.



Quelle: Hochwasserkommission 2024, Abbildung 8

Abbildung 5-8: Basisschutzziele für den Menschen bei Hochwasser in Abhängigkeit von Gefahrenzonen und Lastfällen (Eintrittswahrscheinlichkeit)

Zum Verständnis der Abbildung ist folgende Erläuterung lt. den „Empfehlungen zur Erstellung von Hochwasserschutzkonzepten in NRW“ (Hochwasserkommission 2024, S. 27) ergänzend angegeben:

„Die Prüfung des Basisschutzes lässt sich über eine geeignete Kartendarstellung realisieren. Dazu werden vier Risikobereiche für die Lebensgefahren bei Hochwasser definiert:

- **Risikobereich I:**
  - **höherer Schutzgrad als beim Basisschutzziel**, entspricht allen Gefahrenzonen unterhalb des Schutzziels und allen Gefahrenzonen in unbebautem Gelände (da hier keine Zielvorgabe besteht)
- **Risikobereich II:**
  - **Schutzgrad stimmt mit dem Basisschutzziel überein** und entspricht der für den Basisschutz erforderlichen Gefahrenzone
- **Risikobereich III:**
  - **niedrigerer Schutzgrad als beim Basisschutzziel**, entspricht der ersten Gefahrenzone oberhalb des Schutzziels
- **Risikobereich IV:**
  - **deutlich niedrigerer Schutzgrad als beim Basisschutzziel**, entspricht allen weiteren Gefahrenzonen oberhalb des Schutzziels

Die Risikobereiche werden durch die Verschneidung der Gefahrenzonen und der Vulnerabilitätsbereiche je Hochwasserlastfall ermittelt.“

In den Anlagen 5-8 und 5-9 sind die erarbeiteten Karten der Risikobereiche für die Issel im Maßstab 1 : 5.000 dargestellt:

- Istzustand: für HQ30, HQ100, HQ300 und maximaler über alle Jährlichkeiten
- Planzustand: für HQ30, HQ100, HQ300 und maximaler über alle Jährlichkeiten

Die Abbildung 5-9 zeigt die Legende der Karten für die Risikobereiche, Abbildung 5-10 eine Beispielkarte.

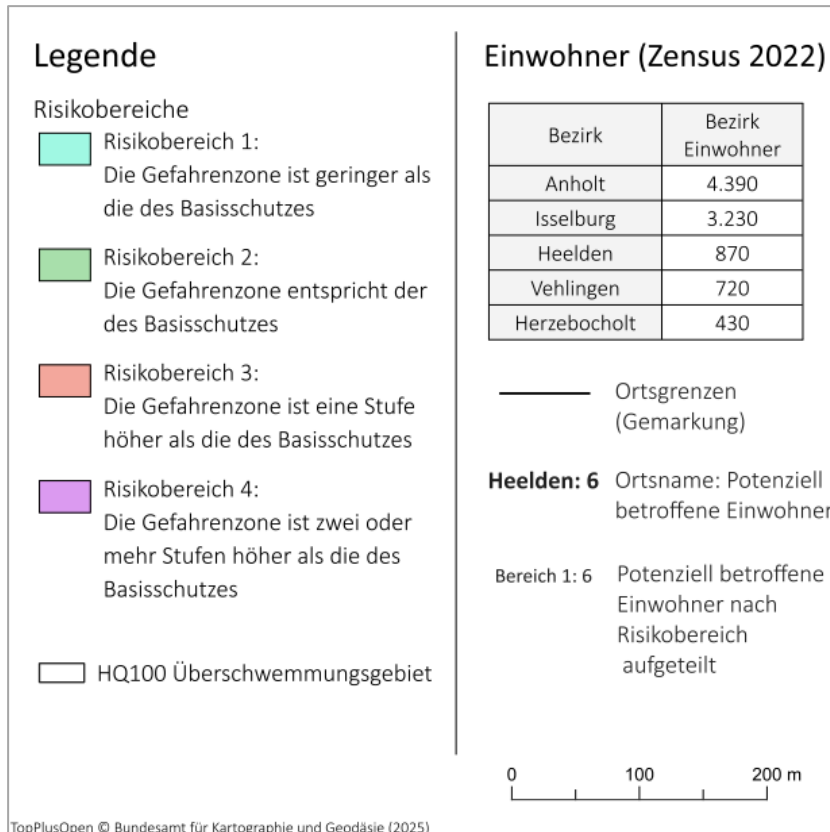
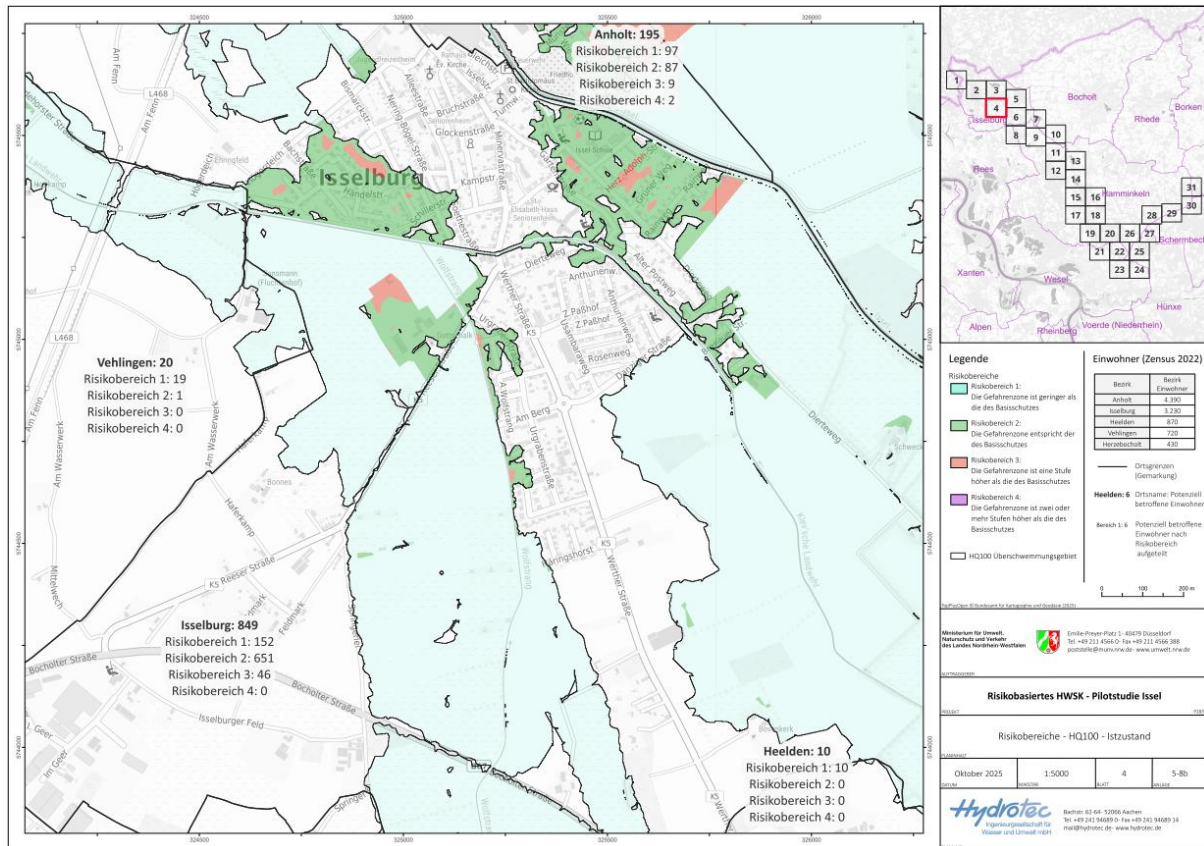


Abbildung 5-9: Legende der Karte für die Risikobereiche



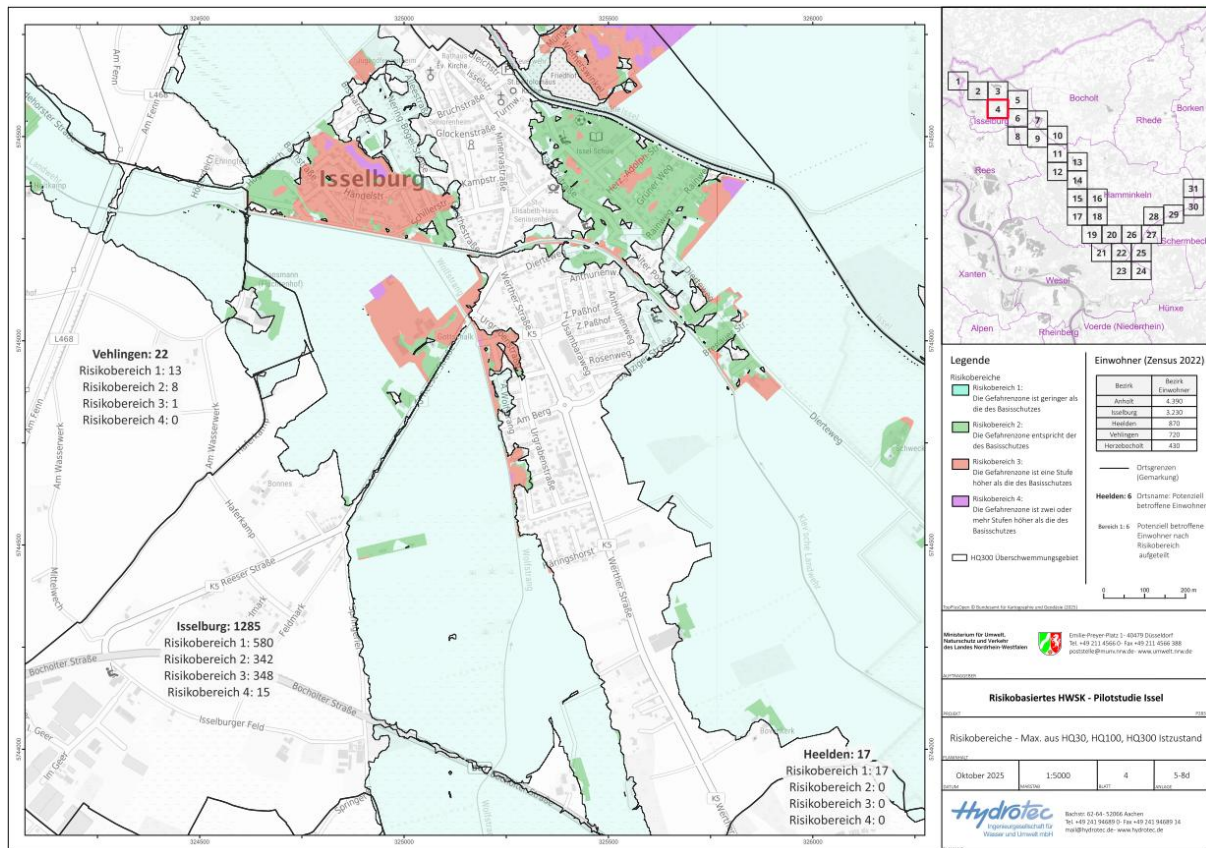
Hintergrundkarte: TopPlusOpen, © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie

Abbildung 5-10: Beispielkarte für Risikobereiche (hier: HQ100 Istzustand, Isselburg)

### Maximale Risikobereiche aus HQ30, HQ100 und HQ300

Der jeweils maßgebliche höchste Risikobereich in den Überschwemmungsgebieten kann durch unterschiedliche Jährlichkeiten hervorgerufen werden. In einigen vulnerablen Teilflächen ist das HQ30, in anderen das HQ100 oder HQ300 für die höchste Risikoklasse verantwortlich. Für den Ist- und Planzustand wurde jeweils eine resultierende Risikobereichskarte erstellt (vgl. Anlage 5-8 und 5-9). Diese fügt die jeweiligen Karten der Jährlichkeiten  $T = 30$  a, 100 a und 300 a in einer Karte zusammen, wobei generell der größte Risikobereich der 3 Szenarien dargestellt wird. Dies vereinfacht die Beurteilung der Überflutungsbereiche auf der Grundlage des Risikobasierten HWSK und die Ableitung des Schutzbedarfs.

Die Abbildung 5-11 zeigt eine Beispielkarte für die Risikobereiche, die das Maximum aus HQ30, HQ100 und HQ300 darstellen.



Hintergrundkarte: TopPlusOpen, © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie

Abbildung 5-11: Beispielkarte für Risikobereiche, Maximum aus HQ30, HQ100 und HQ300 (hier: Istzustand Isselburg)

## 6 Nutzen-Kosten-Analyse

### 6.1 Schadenspotenzialberechnung

Schadenspotenziale beschreiben den Verlust von Vermögenswerten bei einem entsprechenden Hochwasserereignis. Die Ermittlung der Schadenspotenziale beruht auf der Berechnung der Schäden an Gebäude- und Flächennutzungen in hochwassergefährdeten Gebieten. In der Untersuchung Entwurf Masterplan Wurm (Hydrotec 2023) wurde der BEAM-Datensatz (Basic European Assets Map), der für die gesamte Europäische Union und somit auch für Deutschland vorliegt, verwendet.

Die Grundlagen der Landnutzungskategorien basieren auf dem CORINE-Land-Cover und dem Urban Atlas. Als Ergebnis wurde der BEAM-Datensatz mit Stand 2021 erstellt und unter der Internetseite <https://www.wasserblick.net/servlet/is/219256/?highlight=beam> inklusive Handbuch veröffentlicht. Dabei handelt es sich um einen flächendeckenden Vektordatensatz, in dem auch Linienstrukturen, wie die Infrastruktur (z. B. Straßen), als Flächendatensätze enthalten sind.

Die Vermögenswerte sind bei diesem Verfahren regional angepasst. Der BEAM-Datensatz beinhaltet die räumlich verorteten Daten zur Landnutzung und -bedeckung sowie deren zugeordnete Vermögenswerte. Er nutzt über 90 Landnutzungskategorien. Je Landnutzungskategorie sind 16 Vermögenswertkategorien enthalten. Mittels Schadensfunktionen wird in Abhängigkeit von der Wassertiefe eine prozentuale Schädigung anhand von spezifischen Vermögenswerten jeder Vermögenswertkategorie (€/m<sup>2</sup>) ermittelt. Die sozioökologische Betrachtung bezieht sich auf Sachgüter und ihre Schädigung.

Trägt man die berechneten Schäden (in €) grafisch über die Jährlichkeit (Wahrscheinlichkeit in 1/a) der zugehörigen Abflüsse auf und integriert die Fläche der Schadenswahrscheinlichkeiten, erhält man eine jährliche Schadenserwartung in €/a. Diese Summe entspricht einem „jährlichen Rücklagebetrag“, mit dem theoretisch auf alle Zeit Hochwasserschäden abgegolten werden könnten.

Die Schäden werden für Wasserstände unterschiedlicher Jährlichkeiten berechnet. Als Eingangsgrößen dienen die mittels 2D-Hydraulik berechneten Wassertiefen als GIS-Raster (1 x 1 m). Für die Schadenspotenzialberechnung sind mögliche 2D-Modelllücken (z. B. „disabled“ oder „ausgestanzte“ Bauwerke) zu füllen, damit dort Schäden berücksichtigt werden.

#### 6.1.1 Modifikationen BEAM-Ansatz

Die Anwendung des BEAM-Verfahrens wurde im Pilotprojekt Wurm ausführlich untersucht. Dabei wurde festgestellt, dass das Original-BEAM-Verfahren für das untersuchte Hochwasserereignis nicht die vorliegenden Schadensgrößen erreicht. Daher wurden Anpassungen am BEAM-Verfahren vorgenommen, welche auf der einen Seite belastbare Größen für die Schadenswerte liefern, auf der anderen Seite jedoch den Aufwand im Vergleich zur herkömmlichen Erstellung von Hochwasserschutzkonzepten auf das Wesentliche reduzieren.

Die Ergebnisse wurden mit den bekannten Schadenswerten aus dem Projekt „Entwurf Masterplan Wurm. Hydraulische Berechnung von Maßnahmen, Schadenspotenzialanalysen und Risikoermittlung“ (Hydrotec 2023) (kurz: EMP Wurm) als belastbare Zielgröße verglichen.

Nachfolgend werden die untersuchten Anpassungen aufgelistet und die jeweilige Bewertung dargestellt:

#### Nutzung Original BEAM

Es ergeben sich große Differenzen bei HQ10 bis HQ200.

Fazit: → So nicht zu verwenden.

### **Ausschneiden des 2D-Flussschlauchs aus den Nutzungspolygonen**

Es ergeben sich große Verbesserungen bei kleinen und mittleren Jährlichkeiten. Dadurch wird vermieden, dass große fehlerhafte Schäden im Gewässer durch große Fließtiefen berechnet werden.

Fazit: → Ist zu berücksichtigen. Die Schadensermittlung durch diese Anpassung ergibt plausible Ergebnisse.

### **Schadensberechnungen nur für Vulnerabilitätsbereiche**

Durch die Reduzierung der Schadenspotenzialberechnungen auf die vulnerablen Gebiete werden die zum Teil fehlerhaften urbanen BEAM-Nutzungsflächen in den Bereichen Wald, Wiese und Acker korrigiert. Im Rahmen der Untersuchung EMP Wurm wurde festgestellt, dass 95 % der Schäden in den urbanen Gebieten liegen, die unbebauten Nutzungen im Agrarsektor haben somit nur einen geringen Einfluss. In den Vulnerabilitätsbereichen ist der 2D-Gewässerschlauch bereits ausgeschnitten. Die oben beschriebene Anpassung „Ausschneiden des 2D-Flussschlauchs aus den Nutzungspolygonen“ ist somit nicht mehr separat erforderlich. Im Rahmen des Risikobasierten HWSK sind die Vulnerabilitätsbereiche für die Risikoermittlung zwingend zu ermitteln. Diese können somit für die Schadensberechnungen ohne weiteren Aufwand übernommen werden.

Fazit: → Ist zu berücksichtigen. Die Schadensermittlung durch diese Anpassung ergibt plausible Ergebnisse.

### **Ausschneiden von weiteren Gewässerflächen aus den Nutzungspolygonen (sollte bereits im Rahmen der Ermittlung der Vulnerabilitätsbereiche erfolgen)**

Im Rahmen der iterativen Untersuchungen zeigte es sich, dass die noch in den Vulnerabilitätsbereichen vorliegenden Wasserflächen einen großen Einfluss auf die Schadenshöhen bereits bei kleinen Jährlichkeiten besitzen. Größere Wasserflächen wie Seen, Teiche, Baggerlöcher, Burggräben oder Mündungsbereiche von Nebengewässern sind daher bereits im Rahmen der Ermittlung der Vulnerabilitätsbereiche aus den Flächen auszuschneiden. Es ergeben sich große Verbesserungen bei kleinen und mittleren Jährlichkeiten. Dadurch wird vermieden, dass große fehlerhafte Schäden im Gewässer durch große Fließtiefen berechnet werden.

Fazit: → Ist zu berücksichtigen (sollte bereits im Rahmen der Ermittlung der Vulnerabilitätsbereiche erfolgen). Die Schadensermittlung durch diese Anpassung ergibt plausible Ergebnisse.

### **Berücksichtigung von Kellerschäden**

Durch eine ergänzende Berücksichtigung von Kellerschäden ergeben sich konstante Erhöhungen bei allen Jährlichkeiten. Das Ziel, die Schäden bei kleineren HQ zu verringern und bei größeren zu erhöhen, konnte nicht erreicht werden.

Fazit: → Ist nicht zu berücksichtigen. Die Schadensermittlung durch diese Anpassung ergibt keine besseren Ergebnisse.

### **Berücksichtigung von Impulsschäden**

Im Rahmen der UAG HWS-Konzepte bzw. der Kleingruppe KG V09 wurde ein Vorschlag zur Berücksichtigung von Impulsschäden diskutiert und erarbeitet. Dieser Ansatz besagt, dass bei größeren Wassertiefen bzw. Fließgeschwindigkeiten die potenziellen Schäden in den Gefahrenzonen höher sein können. Die Gefahr des Teil- bzw. Totalversagens von Gebäuden wird durch einen dreistufigen Impulsfaktor bei den BEAM-Berechnungen berücksichtigt (Faktoren 1,0, 1,5 und 2,0).

Die Abbildung 6-1 zeigt den Impulsfaktoransatz.

## Optimierter Impulsfaktor-Ansatz für BEAM basierend auf NRW-Gefahrenzonen

**Wissenschaftliche Grundlage:** Integration der Erkenntnisse aus JONKMAN & PENNING-ROWSELL (2008) und den NRW-Gefahrenzonen zur Berücksichtigung von Impulskräften ( $v \times h$ ) in BEAM-Schadensfunktionen.

### 1. Impulsfaktor-Schwellenwerte basierend auf NRW-Gefahrenzonen

| Impulsfaktor-Stufe | Produkt $v \times h$ [m <sup>2</sup> /s] | Fließgeschwindigkeit $v$ [m/s] | Entspricht Gefahrenzone | Risikobewertung                                  | Impulsfaktor $F$ |
|--------------------|------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------|------------------|
| 1                  | $v \times h \leq 0,5$                    | $v \leq 2,0$                   | Zone 1-2                | Geringes bis moderates Impulsrisiko              | 1,0              |
| 2                  | $0,5 < v \times h \leq 2,0$              | $2,0 < v \leq 4,0$             | Zone 3                  | Erhöhtes Impulsrisiko (Stabilitätsgrenze Mensch) | 1,5              |
| 3                  | $v \times h > 2,0$                       | $v > 4,0$                      | Zone 4-5                | Extremes Impulsrisiko (Strukturschäden möglich)  | 2,0*             |

\*Bei Impulsfaktor-Stufe 3 sind Totalschäden an Gebäuden möglich

#### Kritische Schwellenwerte aus der Forschung:

- $v \times h = 0,5$  m<sup>2</sup>/s: Beginn der Instabilität für Menschen im Wasser
- $v \times h > 2,0$  m<sup>2</sup>/s: Keine Person kann den Strömungskräften widerstehen
- Ab  $h = 2$  m und  $v = 3$  m/s: Irreparable Gebäudeschäden möglich

Quelle: Julian Hofmann 11.06.2025: 20250611\_UAG\_KG\_Hofmann\_Impulskräfte\_Update\_v2.pdf

### Abbildung 6-1: Ansatz eines Impulsfaktors

Bei der BEAM-Berechnung wurde dieser Ansatz implementiert und im Pilotprojekt Wurm Schadensberechnungen für den Istzustand durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen eine Erhöhung der Schadenssumme um rund 8 % bei allen Jährlichkeiten.

Testweise wurde eine 2. Testvariante mit erhöhten Faktoren geprüft (Faktoren 1,0, 2,0 und 3,0). Diese ergab ca. 15 % höhere Schäden bei allen Jährlichkeiten.

Das Ziel, die Schäden bei größeren Jährlichkeiten im Vergleich zu kleineren zu erhöhen, konnte nicht erreicht werden.

Bei der Wurm hat der originäre Impulsansatz geringe Auswirkungen auf die Schadenshöhen. Die Issel ist wie die Wurm im Untersuchungsbereich ein Flachlandfluss. Im Mittelgebirge kann der Impulsansatz jedoch aufgrund eines höheren Gewässer- und Vorlandgefälles einen stärkeren Einfluss besitzen. Die Berücksichtigung des Impulsansatzes ist bei der von Hydrotec entwickelten automatisierten BEAM-Schadensberechnung implementiert und kann optional angesetzt werden. An der Issel wurde der Impulsansatz nicht weiter berücksichtigt

Fazit: → Kann berücksichtigt werden. Der Impulsfaktor kann jedoch bei anderen Gewässern bzw. Gewässertypen einen maßgeblichen Einfluss auf die Schadenshöhe haben und dadurch belastbarere Ergebnisse ergeben. Der Impulsansatz kann optional ergänzend bei der Schadensberechnung angesetzt werden.

### Steilere Schadensfunktionen

Bereits im Rahmen der Untersuchung für den Entwurf Masterplan Wurm wurden für einige Schadensfunktionen im Rahmen der Validierung die Steigungen erhöht. Dieser Ansatz wurde durch eine Dissertation (Kutschera 2008) bestätigt (s. Anlagen 6-1 bis 6-6). Diese Anpassung wurde hier durch einen generellen Faktor von 1,5 auf alle Schadenfunktionen berücksichtigt. Der Endwert von 100 % wird somit jeweils früher erreicht, aber nicht überschritten.

Durch die steileren Funktionen ergeben sich insbesondere bei größeren HQ höhere Schäden, was den Ergebnissen des EMP Wurm näher kommt.

Fazit: → Ist zu berücksichtigen. Die Schadensermittlung durch diese Anpassung ergibt plausible Ergebnisse.

### **Höhere Maximalschäden**

Bereits im Rahmen der Untersuchung für den Entwurf Masterplan Wurm wurden für einige urbane Nutzungstypen im Rahmen der Validierung die Maximalschäden erhöht. Diese Anpassung wurde hier durch einen generellen Faktor von 1,5 auf alle Nutzungen berücksichtigt. Da die Berechnung nur für die Vulnerabilitätsbereiche durchgeführt wird, sind auch hier nur die urbanen Nutzungstypen von der Anpassung betroffen.

Durch die höheren potenziellen Maximalschäden ergeben sich insbesondere bei größeren HQ höhere Schäden, was den Ergebnissen des EMP Wurm näher kommt.

Fazit: → Ist zu berücksichtigen. Die Schadensermittlung durch diese Anpassung ergibt plausible Ergebnisse.

### **Jährlichkeitsdifferenzierte Faktoren auf die Schadenssummen**

Im Rahmen der iterativen Schadensberechnungen wurde kurzfristig der Ansatz verfolgt, unterschiedliche jahresdifferenzierte Faktoren auf die Schadenssummen zu ermitteln. Diese sollten dann für alle Varianten gelten. Es zeigte sich, dass diese im Istzustand ermittelten Faktoren keine plausiblen Ergebnisse bei den weiteren Varianten ergaben. Dies verdeutlicht, dass die Schadensgrößen nicht HQ-abhängig, sondern wassertiefenabhängig sind. Auch konstante Faktoren auf die Schadenssummen ergaben keine Verbesserungen.

Fazit: → Ist nicht zu berücksichtigen. Die Schadensermittlung durch diese Anpassung ergibt keine besseren Ergebnisse.

### **Preissteigerungen seit 2018**

Die Datengrundlage der BEAM-Schadensgrößen ist gültig für das Jahr 2018. Seitdem wurden die Eingangsdaten für die Schadenswerte nicht angepasst. Laut statistischem Bundesamt liegt seitdem jedoch eine Preissteigerung von rund 30 – 50 % vor.

Für eine BEAM-Berechnungsvariante wurde ein Preissteigerungsindex von 40 % angesetzt, mit dem alle Schadensgrößen entsprechend erhöht wurden. Dies hat große Auswirkungen auf die ermittelten Gesamtschäden.

Da die zugrunde gelegten Kosten aus dem Jahr 2017 stammen (vgl. Kapitel 6.2), wurde die Kostenfortschreibung aus Gründen der Vergleichbarkeit im Rahmen des Pilotprojektes Issel nicht berücksichtigt.

Für zukünftige Untersuchungen ist dies aber zu berücksichtigen. Die Größenordnung von 30 – 50 % ist zu validieren und im Hinblick auf die unterschiedlichen Vermögenswertkategorien jeweils plausibel anzupassen.

Fazit: → Ist zu berücksichtigen. Eine Schadenssteigerung sollte für zukünftige Untersuchungen angesetzt werden. Die Größenordnung ist für die Vermögenswertkategorien zu validieren.

Basierend auf den Erkenntnissen aus dem Pilotprojekt Wurm wurde der Original-BEAM-Ansatz mit folgenden Anpassungen verwendet:

- Schadensberechnungen nur für Vulnerabilitätsbereiche
- Ausschneiden von weiteren Gewässerflächen aus den Nutzungspolygonen
- steilere Schadensfunktionen
- höhere Maximalschäden
- optional: Berücksichtigung von Impulsschäden (nicht angewendet)
- optional: Preissteigerungen seit 2018 (nicht angewendet)

### 6.1.2 Ergebnisse Schadenspotenzialberechnung im Pilotprojekt Issel

Mit dem modifizierten BEAM-Verfahren (vgl. Kapitel 6.1.1) wurden die Schadenspotenziale für den Ist- und Planzustand berechnet.

Die berechneten Überschwemmungsgebiete des Ist- und Planzustands wurden für die Jährlichkeiten HQ30, HQ100 und HQ300 mit dem im Rahmen des Pilotprojektes Wurm entwickelten modifizierten BEAM-Verfahren verschnitten. Daraus können die Gesamtschadenssummen je Jährlichkeit und die Schadenssummen für unterschiedlich definierte Flächenbereiche (Städte, Ortslagen, Teilbereiche) ermittelt werden.

Die ermittelten Werte für die berechneten Jährlichkeiten sind in Tabelle 6-1 für den Ist- und in Tabelle 6-2 für den Planzustand dargestellt.

Tabelle 6-1: Ermittelte Schadenspotenzialwerte Istzustand

| Ortschaft     | Schadenspotenzial Istzustand |                        |                        |
|---------------|------------------------------|------------------------|------------------------|
|               | HQ30                         | HQ100                  | HQ300                  |
| Dingden       | 874.173,50 €                 | 1.389.005,63 €         | 2.179.297,50 €         |
| Haldern       | 51,03 €                      | 287,31 €               | 637,10 €               |
| Obrighoven    | 4.890.267,50 €               | 10.511.423,00 €        | 15.386.628,00 €        |
| Hamminkeln    | 107.756,90 €                 | 316.448,91 €           | 979.062,75 €           |
| Brünen        | 803.243,75 €                 | 1.404.813,50 €         | 2.260.929,00 €         |
| Dämmerwald    | 0,00 €                       | 7.832,59 €             | 15.337,40 €            |
| Anholt        | 5.025.204,50 €               | 5.958.244,50 €         | 12.929.853,00 €        |
| Bocholt       | 171.871,41 €                 | 347.209,06 €           | 4.804.153,50 €         |
| Lowick        | 7,63 €                       | 9,02 €                 | 825.262,06 €           |
| Mussum        | 1.666.781,25 €               | 1.923.577,13 €         | 3.671.015,75 €         |
| Mehrhoog      | 1.251.968,25 €               | 1.868.007,75 €         | 2.195.233,50 €         |
| Lackhausen    | 1.219.787,88 €               | 2.254.218,00 €         | 3.703.865,75 €         |
| Heeren-Herken | 0,02 €                       | 1.596,22 €             | 2.325,01 €             |
| Loikum        | 96.770,74 €                  | 104.658,70 €           | 116.472,21 €           |
| Wertherbruch  | 95.415,92 €                  | 165.206,55 €           | 632.413,63 €           |
| Ringenberg    | 151.282,09 €                 | 245.326,47 €           | 504.039,31 €           |
| Drevenack     | 465.074,63 €                 | 912.028,19 €           | 1.147.007,63 €         |
| Weselerwald   | 75.191,77 €                  | 114.054,87 €           | 185.546,03 €           |
| Werth         | 4.622.821,50 €               | 5.142.261,00 €         | 7.606.409,00 €         |
| Liedern       | 68.779,46 €                  | 146.505,36 €           | 286.507,88 €           |
| Isselburg     | 3.077.080,25 €               | 7.623.336,50 €         | 13.600.328,00 €        |
| Heelden       | 2.928,31 €                   | 15.349,22 €            | 49.580,29 €            |
| Vehlingen     | 102.328,75 €                 | 201.163,09 €           | 343.849,28 €           |
| Herzebocholt  | 1.180.898,00 €               | 1.434.799,50 €         | 2.983.789,50 €         |
| <b>Summe</b>  | <b>25.949.685,04 €</b>       | <b>42 087.362,07 €</b> | <b>76.409.543,08 €</b> |

Tabelle 6-2: Ermittelte Schadenspotenzialwerte Planzustand

| Ortschaft     | Schadenspotenzial Planzustand |                        |                        |
|---------------|-------------------------------|------------------------|------------------------|
|               | HQ30                          | HQ100                  | HQ300                  |
| Dingden       | 835.752,63 €                  | 1.361.003,00 €         | 2.137.222,50 €         |
| Haldern       | 6,51 €                        | 129,29 €               | 381,07 €               |
| Obrighoven    | 4.180.449,75 €                | 8.047.055,00 €         | 11.492.629,00 €        |
| Hamminkeln    | 55.173,46 €                   | 135.036,45 €           | 214.719,78 €           |
| Brünen        | 794.684,44 €                  | 1.428.763,25 €         | 2.537.850,50 €         |
| Dämmerwald    | 0,00 €                        | 7.832,72 €             | 15.336,82 €            |
| Anholt        | 2.351.425,75 €                | 2.815.330,00 €         | 8.576.138,00 €         |
| Bocholt       | 171.954,20 €                  | 347.234,75 €           | 4.807.660,50 €         |
| Lowick        | 7,63 €                        | 9,02 €                 | 824.841,94 €           |
| Mussum        | 1.278.486,88 €                | 1.581.481,00 €         | 3.575.281,50 €         |
| Mehrhoog      | 1.251.224,38 €                | 1.867.685,38 €         | 2.195.251,00 €         |
| Lackhausen    | 1.220.388,25 €                | 2.192.204,25 €         | 3.269.150,75 €         |
| Heeren-Herken | 0,00 €                        | 0,00 €                 | 348,63 €               |
| Loikum        | 64.139,42 €                   | 76.928,45 €            | 94.304,11 €            |
| Wertherbruch  | 60.758,20 €                   | 94.142,62 €            | 440.623,97 €           |
| Ringenberg    | 112.938,02 €                  | 131.388,63 €           | 293.628,25 €           |
| Drevenack     | 495.715,34 €                  | 800.368,38 €           | 1.010.607,00 €         |
| Weselerwald   | 75.188,16 €                   | 113.433,39 €           | 185.325,39 €           |
| Werth         | 1.396.072,13 €                | 1.670.424,13 €         | 3.170.530,50 €         |
| Liedern       | 11.650,19 €                   | 21.560,89 €            | 252.933,89 €           |
| Isselburg     | 187.514,02 €                  | 291.609,09 €           | 2.439.851,75 €         |
| Heelden       | 170,22 €                      | 221,94 €               | 23.065,62 €            |
| Vehlingen     | 10.039,38 €                   | 15.819,39 €            | 82.244,95 €            |
| Herzebocholt  | 464.375,06 €                  | 706.005,44 €           | 2.056.594,25 €         |
| <b>Summe</b>  | <b>15.018.114,02 €</b>        | <b>23.705.666,46 €</b> | <b>49.696.521,67 €</b> |

Die in den Tabellen dargestellten Schadenssummen fließen in die Nutzen-Kosten-Berechnung ein (Kapitel 6.3).

Im Zuge der Schadenspotenzialberechnungen sind grafische Darstellungen der berechneten Schäden hilfreich, um die Schadenszuwächse je Hochwasserjährlichkeit zu bewerten. Abbildung 6-2 zeigt für den Planzustand die Gesamtschäden in € (y-Achse) in Abhängigkeit von den Wahrscheinlichkeiten  $1/T$  (x-Achse). In der oberen Grafik sind die Werte logarithmisch, in der unteren äquidistant dargestellt.

Die obere Grafik zeigt gut den steileren Kurvenverlauf für Abflüsse größer HQ100 (Wahrscheinlichkeit 0,01), ab HQ100 liegen somit höhere Schadenszuwächse vor. In der unteren Grafik ist erkennbar, dass das Integral der Schadenssummen bei kleinen Jährlichkeiten (Wahrscheinlichkeiten von 0,2 (HQ5) bis 0,01 (HQ100)) für die statistische Auswertung einen maßgeblichen Einfluss besitzt.

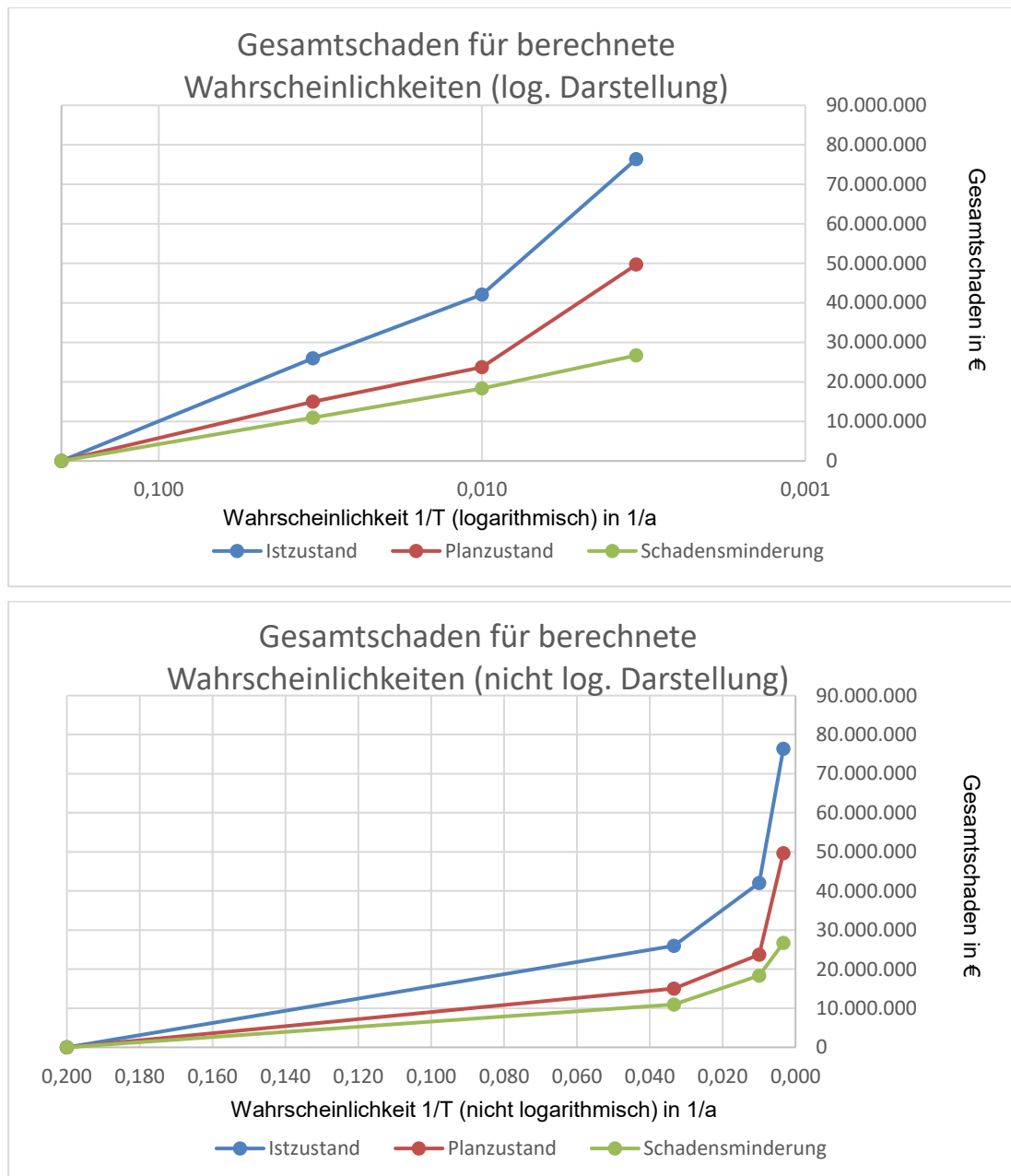


Abbildung 6-2: Gesamtschaden für berechnete Wahrscheinlichkeiten (oben: logarithmische Darstellung, unten: nicht logarithmische Darstellung)

## 6.2 Maßnahmenkosten

Die Maßnahmenkosten wurden aus dem Projekt „Erstellung des interkommunalen Hochwasserschutzkonzeptes Issel“ (ProAqua 2017) übernommen. In Tabelle 6-3 sind die Kosten aufgeführt.

Tabelle 6-3: Maßnahmenkosten HWSK Issel

| Nr. Maßnahmenbereich | Name der Maßnahme             | Kosten in € |
|----------------------|-------------------------------|-------------|
| MB4                  | Marienthal (HWS und Ökologie) | 2.700.000   |
| MB5                  | Polder Brüner Bruch           | 1.397.500   |
| MB6                  | Schwarze Heide                | 1 279.000   |
| MB7                  | Ortschaft Obrighoven          | 337.500     |

| Nr. Maßnahmenbereich | Name der Maßnahme                                         | Kosten in €       |
|----------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------|
| MB8                  | Rechtes Vorland unterhalb Bärenschleuse östlich B 70      | 50.000            |
| MB9                  | Rechtes Vorland unterhalb Bärenschleuse östlich B 70      | 50.000            |
| MB10                 | Polder Bramhorst                                          | 3.090.000         |
| MB11                 | Möllganshorst südlich Ringenberg                          | 1.182.500         |
| MB12                 | Abgrabung Weikensee                                       | 125.000           |
| MB13                 | Abgrabung Schultenhof                                     | 612.500           |
| MB15                 | Abgrabung Kleine Issel                                    | 5.000             |
| MB16                 | Polder Krahenbusch                                        | 480.000           |
| MB17                 | Linkes Vorland gegenüber Abgrabung Werth                  | 50.000            |
| MB18                 | Abgrabung Werth                                           | 5.000             |
| MB19                 | Linkes Vorland gegenüber Ortschaft Werth                  | 50.000            |
| MB20                 | Ortschaft Werth                                           | 1.162.500         |
| MB21                 | Wall und Vorland links unterhalb Ortschaft Werth          | 515.000           |
| MB22                 | Gewässeraufweitung Issel oberhalb Isselburg               | 2.250.000         |
| MB23                 | Vorland rechts oberhalb Isselburg (Schüttenstein)         | 585.000           |
| MB24                 | Innenstadt Isselburg                                      | 1.500.000         |
| MB26                 | Bereich Am Stromberg                                      | 614.000           |
| MB27                 | Bereich Anholt Kläranlage                                 | 2.470.000         |
| MB28                 | Bereich unterhalb Anholt bis NL                           | 3.071.000         |
| MB29                 | Gewässeraufweitung Klev'sche Landwehr unterhalb Isselburg | 3.037.500         |
| MB33                 | Gewässeraufweitung Klev'sche Landwehr Bereich Passhof     | 565.000           |
| MB34                 | Überleitung Ringenberger Bruchgraben in die Kleine Issel  | 60.000            |
| MB35                 | Deichneubau Hamminkeln                                    | 1.357.500         |
| <b>Summe</b>         |                                                           | <b>28.601.500</b> |

Die angegebenen Kosten enthalten keine Kosten für Flächenerwerb, Ausgleichszahlungen und Einzelobjektschutz.

### 6.3 Nutzen-Kosten-Analyse

Ein zentrales Kriterium für die Bewertung der Vorteilhaftigkeit einer Hochwasserschutzmaßnahme ist ihre ökonomische Effizienz. Diese wurde auf Grundlage der „Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen (KVR-Leitlinien)“ (DWA 2012) berechnet.

Für die Nutzen-Kosten-Berechnungen wurde die digitale Vorlage der Kalkulationstabelle (HochWasserSchadenPotenzialAnalyseSystem, HWSPAS-Ansatz) der „Arbeitshilfe zur Bewertung von Hochwasserschutzmaßnahmen in Baden-Württemberg“ (BW 2019) genutzt.

Eine Maßnahme bzw. die Summe von Teilmaßnahmen ist in der Regel dann wirtschaftlich, wenn das Nutzen-Kosten-Verhältnis mindestens 1 oder größer ist. Der Nutzen wird ökonomisch durch die verhinderten Schäden beschrieben. Diese wurden mittels Schadenspotenzialberechnungen für den Ist- und Planzustand ermittelt (vgl. Kapitel 6.1).

Bei der Bewertung ist zu berücksichtigen,

- dass die ermittelten Gesamtkosten der jeweiligen Maßnahmen als erste Annäherungswerte anzusehen sind (vgl. Kapitel 6.2) und
- dass auch die Schadensermittlungen auf einer Abschätzung mit regionalen Schadensgrößen und -verteilungen basieren (vgl. Kapitel 6.1).

Die Nutzen-Kosten-Analyse ist somit ein Annäherungswert für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen.

In Anlehnung an die Arbeitshilfe zur Bewertung von Hochwasserschutzmaßnahmen in Baden-Württemberg (BW 2019) wurden für die Nutzen-Kosten-Analyse folgende Randbedingungen angesetzt:

- Nutzungsdauer 80 Jahre für alle Maßnahmen  
Dieser Ansatz wurde lt. Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen (DWA 2012) geprüft. Für übliche Hochwasserschutzmaßnahmen aus dem technischen Bereich (Linienschutz, HRB etc.) hat sich dieser Wert als Standardwert etabliert. Für vorwiegend ökologische Maßnahmen (Renaturierung, Gewässeraufweitung etc.), wie sie im HWSK Issel geplant wurden, ist ggf. mit einer längeren Nutzungsdauer zu rechnen. Daher wurden im Rahmen einer Sensitivitätsuntersuchung, auch Nutzen-Kosten-Analysen unter Annahme einer Nutzungsdauer von 120 Jahren (vereinfacht für alle Maßnahmen) durchgeführt.
- Zinssatz 2 % für alle Maßnahmen  
In der Arbeitshilfe von Baden-Württemberg wird dieser Zinssatz als „Standardfall“ empfohlen. Er variiert lt. Arbeitshilfe zwischen 1,5 und 3,5 %.
- Laufende Kosten:
  - Bei allen untersuchten Maßnahmen (außer HRB, s. u.) werden 0,5 % der Investitionskosten als laufende Kosten pro Jahr angesetzt.
  - Bei Hochwasserrückhaltebecken fallen erfahrungsgemäß höhere laufende Kosten an, diese wurden mit 1,0 % der Investitionskosten pro Jahr angesetzt.

In den Anlagen 6-1 bis 6-6 sind die Ergebnisse der Nutzen-Kosten-Analyse detailliert aufgeführt. Folgende Werte sind angegeben:

- Maßnahmenkosten
  - Nutzungsdauer in Jahren (s. o.)
  - Mittlerer Zinssatz in Prozent (s. o.)
  - Investitionskosten als Summe von Bau- und Planungskosten plus Zuschlag für Unwägbarkeiten in Euro (vgl. Kapitel 6.2)
  - Laufende Kosten in Euro/Jahr (s. o.)
  - Projektkostenbarwert in Euro  
Der Projektkostenbarwert (PKBW) ergibt sich aus der Summe der Investitionskosten, der Barwerte der laufenden Kosten und der Barwerte der Reinvestitionskosten. Der Projektkostenbarwert beschreibt alle zu einem Bezugszeitpunkt entstehenden Kosten.
  - Jahreskosten in Euro/Jahr  
Die Jahreskosten sind die Summe der laufenden jährlichen Kosten plus der über die Nutzungsjahre verteilten Investitionskosten.
- Schadensminderung
  - Schadensminderung je HQ in Euro  
Für jede Wiederkehrhäufigkeit wird die Schadenminderung in Euro angegeben. Die Schadensminderung ergibt sich aus der Differenz der berechneten Schäden „Istzustand – Planzustand“. Ein positiver Wert dokumentiert somit eine Verbesserung durch die geplanten Maßnahmen im Hinblick auf die ermittelten Schadenspotenziale.

Negative Werte zeigen, dass durch die geplante Maßnahme potenziell ein höherer Schaden hervorgerufen werden kann.

- Schadensminderung in Euro/Jahr  
Die Schadensminderung ist die Differenz der aufsummierten Schadens Erwartungswerte „Istzustand – Planzustand“ über alle Wiederkehrintervalle. Die Schadensminderung beschreibt den jährlich gleichbleibenden Nutzen (durchschnittlich jährlich verhin- derter Schaden) über die gesamte Lebensdauer einer Hochwasserschutzmaßnahme.
- Projektnutzenbarwert in Euro  
Der Projektnutzenbarwert (PNBW) ergibt sich aus der Diskontierung der mittleren jährlichen Schadensminderung. Er beschreibt alle zu einem Bezugszeitpunkt ver- meidbaren Gesamtschäden jeder Maßnahme.
- Nutzen-Kosten-Analyse
  - Kapitalwert in Euro  
Der Kapitalwert einer Maßnahme ergibt sich aus der Differenz von monetarisier- tem Nutzen und den Kosten („Projektnutzenbarwert – Projektkostenbarwert“). Eine Maß- nahme mit einem positiven Kapitalwert ist aus rein ökonomischer Sicht der Nutzen- Kosten-Analyse immer durchzuführen, solange die Durchführung keine negativen Aus- wirkungen auf andere Maßnahmen oder Bereiche hat.
  - Nutzen-Kosten-Verhältnis  
Das Nutzen-Kosten-Verhältnis einer Maßnahme ergibt sich aus dem Quotienten von „Projektnutzenbarwert ÷ Projektkostenbarwert“ ( $NKV = PNBW / PKBW$ ).

Maßgeblichen Einfluss auf das Nutzen-Kosten-Verhältnis hat die Jährlichkeit, die schadensfrei abfließen kann. Da keine Ergebnisse für hydraulische Berechnungen kleiner Jährlichkeiten vorlagen, wurde im Rahmen einer Sensitivitätsuntersuchung überprüft, welchen Einfluss ver- schiedene schadensfreie HQx auf das Nutzen-Kosten-Verhältnis haben. Beim HQhäufig treten bereits Überflutungen im Siedlungsbereich auf, sodass ein größeres Ereignis als HQ10 nicht als schadensfrei anzunehmen ist. In Tabelle 6-4 sind die berechneten Kombinationen sowie die daraus resultierenden Nutzen-Kosten-Verhältnisse aufgeführt. Die detaillierten Ergebnisse können den Anlagen 6-1 bis 6-6 entnommen werden.

Die ermittelten Nutzen-Kosten-Verhältnisse zeigen, dass eine längere Nutzungsdauer sich po- sitiv auswirkt, jedoch in geringem Maße. Deutlichere Unterschiede entstehend durch die Wahl des HQx schadensfrei. Daher ist es für HWSK wichtig, das HQx schadensfrei eindeutig zu bestimmen.

Tabelle 6-4: Nutzen-Kosten-Verhältnisse für verschiedene Nutzungsdauern und schadens- freie HQx

| Anlage | Nutzungsdauer | HQx schadensfrei | Nutzen-Kosten-Verhältnis |
|--------|---------------|------------------|--------------------------|
| 6-1    | 80 Jahre      | HQ02             | 3,63                     |
| 6-2    | 80 Jahre      | HQ05             | 1,73                     |
| 6-3    | 80 Jahre      | HQ10             | 1,10                     |
| 6-4    | 120 Jahre     | HQ02             | 4,05                     |
| 6-5    | 120 Jahre     | HQ05             | 1,93                     |
| 6-6    | 120 Jahre     | HQ10             | 1,22                     |

Der Nutzen einer Maßnahme geht somit über die verhinderten Schäden ein, deren Basis die Schadenspotenzialberechnung für den Ist- und den Planzustand ist. Der monetäre Nutzen ei- ner Maßnahme ist die Minderung der jährlichen Schadens Erwartung und wird als Barwert des Nutzens (Projektnutzenbarwert) angegeben.

Mithilfe der oben beschriebenen Kenngrößen können bei der Erstellung von HWSK für mehrere Maßnahmenvarianten Aussagen zur Wirtschaftlichkeit einzelner Varianten getroffen werden.

Die Bewertung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses ist mit den Beteiligten abzustimmen, da die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit einer Maßnahme stark vom Umfang der vorliegenden Eingangsdaten abhängt.

## 7 Schutzziel und Maßnahmenkonzeption

### 7.1 Festlegung Schutzziel

Im HWSK Issel wurde kein eindeutiges Schutzziel definiert. Die Vorgehensweise wurde im Bericht folgendermaßen beschrieben (ProAqua 2017):

*„Die Erstellung von Hochwasserschutzkonzepten erfolgt in der Regel schutzzielorientiert (Top-Down-Ansatz). Es werden in einem ersten Schritt Schutzziele und zu schützende Bereiche definiert und hierauf ausgerichtete Maßnahmen entwickelt. Häufig werden unterschiedliche Lösungsvarianten erarbeitet, welche diese Schutzziele gewährleisten können. Aus diesen Lösungsvarianten wird dann üblicherweise eine oder mehrere Vorzugsvarianten gewählt und weiter vertieft.*

*Im Einzugsgebiet der Issel wurden in der Vergangenheit mehrfach Hochwasserschutzkonzepte nach dieser Vorgehensweise erstellt. Aufgrund der Struktur und der Besonderheiten im Isselgebiet führte dies bisher jedoch zu keiner umfassenden Akzeptanz, so dass bisher lediglich einzelne Hochwasserschutzmaßnahmen geplant und umgesetzt wurden.*

*Für die Erstellung des interkommunalen Hochwasserschutzkonzeptes wurde dieser Prozess nun umgedreht (Bottom-Up-Ansatz): Es wurden mögliche Einzelmaßnahmen entwickelt. Eine oder mehrere konkrete Einzelmaßnahmen wurden dann zu sinnvollen Maßnahmenbausteinen kombiniert. Aus diesen Maßnahmenbausteinen wurde ein Gesamtschutzkonzept zusammengestellt und die damit erreichbare Wirkung bestimmt.“*

Die Ergebnisse des Planzustands haben jedoch gezeigt, dass die HWS-Maßnahmen im Wesentlichen einen HQ100 Schutz aufweisen. Daher wird für die weitere Bearbeitung ein HQ100-Schutzziel angenommen.

### 7.2 Maßnahmenkonzeption

Die Grundsätze der Maßnahmenkonzeption wurden im Bericht zum HWSK Issel folgendermaßen beschrieben (ProAqua 2017):

*„Ziele des interkommunalen Hochwasserschutzkonzeptes sind die Minderung der Schadensrisiken und Hochwasserstände. Die Entwicklung von Maßnahmen erfolgt in den Handlungsfeldern natürlicher Wasserrückhalt und technischer Hochwasserschutz sowie der Ermittlung der Maßnahmenwirksamkeit.*

*Die Entwicklung der Maßnahmen erfolgt dabei unter Berücksichtigung der spezifischen hydrologischen, hydraulischen und topografischen Gegebenheiten im Einzugsgebiet der Issel.*

*Unter dem Handlungsbereich natürlicher Wasserrückhalt ist die Verbesserung der natürlichen Rückhaltung auf land- und forstwirtschaftlichen Flächen, die Wiedergewinnung von Überschwemmungsflächen und die Auenentwicklung zu verstehen. Im Handlungsbereich des natürlichen Wasserrückhalts ist dabei im Besonderen das Ziel der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), einen guten ökologischen Zustand der Oberflächengewässer zu erreichen, zu berücksichtigen und in die Ziele des Hochwasserschutzes zu integrieren.“*

Aus der Zielsetzung wird deutlich, dass die gleichzeitige Zielerreichung von Hochwasserschutz und der Verbesserung des ökologischen Zustands ein zentraler Baustein im HWSK Issel sind. Dabei gehen Maßnahmen des natürlichen Wasserrückhalts und des technischen Hochwasserschutzes oft Hand in Hand (z. B. Gewässeraufweitung verbunden mit Linienschutz).

Folgende Maßnahmenarten wurden konzeptionell erarbeitet:

- Unterhaltung und Ertüchtigung der Verwallungen
- Deichneubau bzw. Objektschutz
- Polderflächen
- Abgrabungsseen
- Gewässeraufweitung

Die weiterverfolgten und im Planzustand abgebildeten Maßnahmen sind in Tabelle 4-1 aufgeführt.

## 8 Bewertung von Maßnahmenvarianten

Zur Ermittlung einer Vorzugsvariante sind die verschiedenen Maßnahmenvarianten, welche im Rahmen eines Hochwasserschutzkonzeptes erarbeitet werden, zu bewerten. In dieser Pilotstudie wurde zwar nur ein Planzustand betrachtet, jedoch sollte das grundsätzliche Vorgehen zur Bewertung von Maßnahmenvarianten exemplarisch durchgeführt werden.

In Abstimmung mit der UAG soll die Bewertung in 5 verschiedenen Kategorien erfolgen:

- Wirksamkeit (vgl. Kapitel 8.1)
- Wirtschaftlichkeit (vgl. Kapitel 8.2)
- Finanzierbarkeit (vgl. Kapitel 8.3)
- ökologische Verbesserung (vgl. Kapitel 8.4)
- Umsetzbarkeit (vgl. Kapitel 8.5)

In Kapitel 8.6 erfolgt die zusammenfassende Bewertung der Varianten auf der Grundlage o. g. Kategorien.

### 8.1 Wirksamkeit

Die Bewertung der Wirksamkeit von Maßnahmenvarianten erfolgt auf Basis der Ergebnisse des Risikobasierten HWSK:

- Erreichen des Basisschutzziels
- Reduzierung der Anzahl der potenziell betroffenen Einwohner
- Reduzierung der Anzahl der potenziell betroffenen vulnerablen Gebäude

Basierend auf den Ergebnissen wird anschließend jede Maßnahmenvariante in Bezug auf die Wirksamkeit in folgenden Klassen bewertet:

- hohe Wirksamkeit
- mittlere Wirksamkeit
- geringe Wirksamkeit

#### 8.1.1 Erreichen des Basisschutzziels

Das primäre Ziel des Risikobasierten HWSK ist der Schutz von Leib und Leben. Auf der Grundlage der Darstellungen in den Gefahrenzonenkarten (Anlagen 5-6 bis 5-7) und Risikobereichskarten (Anlagen 5-8 bis 5-9) wurde das Erreichen des Basisschutzziels für den Ist- und Planzustand ausgewertet und bewertet.

Bei der Bewertung der Ergebnisse in den Karten der Risikobereiche ist zu prüfen, ob in den Bereichen, in denen die Basisschutzziele nicht erreicht werden, gefährdete Objekte liegen. Die Vulnerabilitätsbereiche (vgl. Kapitel 5.1) beinhalten die Flächen der geschlossenen Siedlungsgebiete. In diesen sind auch größere Garten- und sonstige Nutzflächen enthalten, z. B. können tiefliegende Gärten am Gewässer überflutet werden, ohne dass Objekte bzw. Personen in den Objekten betroffen sind. Daher können Überschreitungen des Basisschutzziels bereichsweise zugelassen werden. Dies ist generell in den Karten zur Bewertung der Basisschutzziele zu beachten.

Weiterhin ist im Rahmen eines zukünftig durchzuführenden Risikobasierten HWSK zu prüfen, wie mit geringfügigen Überschreitungen des Basisschutzziels in geschlossenen Ortschaften umgegangen wird, wenn z. B. in einer größeren Ortschaft nur kleinste rote Risikoflächen vorliegen. Hier müssten ggf. nicht unbedingt umfangreiche Maßnahmen erforderlich sein, die die gesamte Ortschaft schützen würden. Es ist sinnvoller und wirtschaftlicher hier Objektschutzmaßnahmen zu entwickeln, sodass es z. B. zu einer Maßnahmenkombination aus Linienschutz und Objektschutz kommt.

Dies ist im Rahmen der Bearbeitung zu prüfen und zu bewerten.

#### **8.1.1.1 Auswertung Erreichen des Basisschutzziels**

Das Erreichen des Basisschutzes wurde systematisch für alle Ortslagen für den Ist- und Planzustand ausgewertet (vgl. Tabelle 8-1). Anschließend wurde überprüft, ob sich Unterschiede in Bezug auf die erforderlichen Maßnahmen zwischen dem angestrebten Schutzziel und der Zielerreichung Basisschutz ergeben. Im Folgenden werden die einzelnen Inhalte der Tabelle erläutert.

##### **Block 1 der Tabelle 8-1: Maßnahmenplanung HWSK Issel**

Die Tabelleninhalte dokumentieren die im HWSK geplanten Maßnahmen sowie deren Schutzfunktionen. Ob das angesetzte Schutzziel erreicht wird, zeigen die Zellenfarben grün (erreicht) und rot (nicht erreicht).

Folgende Spalten sind in der Tabelle 8-1 enthalten:

- maßgebliche Betroffenheiten Istzustand ab:  
Hochwasserjährlichkeit, ab der im Istzustand Betroffenheiten in den bebauten Gebieten zu erwarten sind
- Nr. Maßnahmenbereich:  
Nummer der im Bereich der Ortslagen liegenden Maßnahmen
- Gepl. HWS-Maßnahmen:  
Kurzdarstellung der im HWSK Issel geplanten Hochwasserschutzmaßnahmen
- Schutzziel:  
Angesetztes Schutzziel (standardmäßig HQ100)
- Schutzgrad HWSK:  
Wurde das angesetzte Schutzziel erreicht?  
Bis zu welcher Jährlichkeit wurde ein Schutz durch die Maßnahme für den zu schützende Bereich erzielt?
- Kommentar zur Wirkung der Maßnahme

##### **Block 2 der Tabelle 8-1: Betroffenheiten im Istzustand entsprechend dem Risikobasierten HWSK**

Die Tabelleninhalte zeigen, ob für den Istzustand die Basisschutzziele in den betrachteten Ortsbereichen erreicht werden oder nicht. Falls im Istzustand das Basisschutzziel erreicht ist, sind entsprechend dem Risikobasierten HWSK keine Maßnahmen in dem jeweiligen Ortsbereich erforderlich. Es wurde untersucht, ob das Basisschutzziel erreicht (grün) oder nicht erreicht (rot) wird und in den Tabellenfeldern unterschieden in „erreicht mit Überflutungen“ (hellgrün) bzw. „erreicht ohne Überflutungen“ (dunkelgrün). Das Erreichen des Basisschutzziels wird für die Hochwasserabflüsse HQ30, HQ100 und HQ300 und insgesamt dargestellt.

Folgende Spalten sind in der Tabelle 8-1 enthalten:

- Basisschutzziel Ist (gesamt):  
Wird das Basisschutzziel im Istzustand insgesamt erreicht (für HQ30, HQ100 und HQ300)?
- Basisschutzziel HQ30:  
Wird das Basisschutzziel im Istzustand erreicht für HQ30?
- Basisschutzziel HQ100:  
Wird das Basisschutzziel im Istzustand erreicht für HQ100?
- Basisschutzziel HQ300:  
Wird das Basisschutzziel im Istzustand erreicht für HQ300?
- Betroffene Bereiche:  
Kurzdarstellung der betroffenen Bereiche

- Maßnahmen:  
Sind auf der Grundlage des erreichten Basisschutzziels Maßnahmen für die Ortslage in den Maßnahmenbereichen erforderlich? Falls das Basisschutzziel bereits im Istzustand erreicht ist, sind keine Maßnahmen nach dem Risikobasierten HWSK zu entwickeln. Die Maßnahmen, die im HWSK Issel angesetzt wurden, könnten entfallen.

### **Block 3 der Tabelle 8-1: Betroffenheiten im Planzustand entsprechend dem Risikobasierten HWSK**

Die Tabelleninhalte zeigen, ob für den Planzustand die Basisschutzziele durch die angesetzten Maßnahmen in den betrachteten Ortsbereichen erreicht werden oder nicht. Falls nun im Planzustand das Basisschutzziel erreicht wird, wird ergänzend geprüft, ob Maßnahmen ggf. entfallen können. Falls im Planzustand das Basisschutzziel nicht erreicht wird, sind entsprechend dem Risikobasierten HWSK weitere Maßnahmen in dem jeweiligen Ortsbereich erforderlich. Es wurde untersucht, ob das Basisschutzziel erreicht (Grün) oder nicht erreicht (Rot) wird und in den Tabellenfeldern unterschieden in „erreicht mit Überflutungen“ (Hellgrün) bzw. „erreicht ohne Überflutungen“ (Dunkelgrün). Das Erreichen des Basisschutzziels wird für die Hochwasserabflüsse HQ30, HQ100 und HQ300 und insgesamt dargestellt. Im Rahmen der Auswertungen wird weiterhin dokumentiert, ob die Maßnahmenkulisse des HWSK Issel der erforderlichen Maßnahmenkulisse des Risikobasierten HWSK entspricht. Unterschiedliche Maßnahmenkulissen können auf folgenden Aspekten beruhen:

- Maßnahmen können entfallen.
- Zusätzliche Maßnahmen bzw. Linienschutzmaßnahmen sind erforderlich.

Diese Auswertung zeigt, ob man mit der Anwendung des Risikobasierten HWSK die gleiche Maßnahmenkulisse erhält, wie beim HWSK Issel.

Folgende Spalten sind in der Tabelle 8-1 enthalten:

- Basisschutzziel Plan (gesamt):  
Wird das Basisschutzziel insgesamt erreicht (für HQ30, HQ100 und HQ300)?
- Basisschutzziel HQ30:  
Wird das Basisschutzziel im Planzustand erreicht für HQ30?
- Basisschutzziel HQ100:  
Wird das Basisschutzziel im Planzustand erreicht für HQ100?
- Basisschutzziel HQ300:  
Wird das Basisschutzziel im Planzustand erreicht für HQ300?
- Betroffene Bereiche:  
Kurzdarstellung der trotz Maßnahmen noch betroffenen Bereiche
- Können Maßnahmen entfallen:  
Sind die im Rahmen des HWSK Issel erarbeiteten Maßnahmen auch für das Erreichen des Basisschutzziels im Risikobasierten HWSK erforderlich oder können Maßnahmen entfallen („ja“, „nein“, „ggf.“ falls andere Maßnahmen mit Blick auf das Risikobasierte HWSK zielführender wären)?
- Sind zusätzliche Maßnahmen erforderlich:  
Sind ergänzend zu den im Rahmen des HWSK Issel erarbeiteten Maßnahmen weitere Maßnahmen für das Erreichen des Basisschutzziels im Risikobasierten HWSK erforderlich („ja“, „nein“)?
- Maßnahmenkulisse HWSK vs. Risikobasiertes HWSK:  
Ergibt sich beim Risikobasierten HWSK die gleiche erforderlichen Maßnahmenkulisse wie die, die im HWSK Issel angesetzt wurde oder ist sie unterschiedlich („gleich“, „nicht gleich“, „ungefähr gleich“)?
- Anmerkung zu Unterschieden:  
Worauf sind die unterschiedlichen Maßnahmenkulissen zurückzuführen?

Tabelle 8-1: Erreichte Basisschutzziele Istzustand und Planzustand

| <b>Bewertung Planzustand HWSK Issel</b>                                                             |                                                                                                                 |                                                                                   |                                                                                                           |                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| <b>Parameter</b>                                                                                    | <b>Ortsbereiche</b>                                                                                             |                                                                                   |                                                                                                           |                              |
|                                                                                                     | <b>Marienthal</b>                                                                                               | <b>Obrighoven</b>                                                                 | <b>Hamminkeln Ringenberg</b>                                                                              | <b>Loikum</b>                |
| <b>Maßnahmenplanung HWSK Issel</b>                                                                  |                                                                                                                 |                                                                                   |                                                                                                           |                              |
| Maßgebliche Betroffenheiten Istzustand ab                                                           | HQ30                                                                                                            | HQ30                                                                              | HQ30                                                                                                      | keine Betroffenheit          |
| Nr. Maßnahmenbereich                                                                                | MB4                                                                                                             | MB5 bis MB9                                                                       | MB10, MB11, MB34, MB35                                                                                    | MB16 bis MB21                |
| Gepl. HWS-Maßnahmen                                                                                 | Rückbau einer Wehranlage, ökologische Aufwertung Gewässer, Anlage eines Umfluters, lokale Objektschutzmaßnahmen | gezielte Flutung Polder, ökologische Aufwertung Brüner Bach, Objektschutz (Mauer) | Wallrückverlegung, gezielte Aktivierung Polder, ökologische Aufwertung Gewässer, Flutrinne, Deichneubau   | -                            |
| Schutzziel                                                                                          | HQ100                                                                                                           | HQ100                                                                             | HQ100                                                                                                     | HQ100                        |
| Schutzgrad HWSK                                                                                     | -                                                                                                               | erreicht bis HQ300                                                                | nicht vollständig erreicht                                                                                | erreicht bis HQ300           |
| Kommentar zur Wirkung                                                                               | Wirkung n. nachgewiesen                                                                                         | -                                                                                 | -                                                                                                         | -                            |
| <b>Betroffenheiten Istzustand risikobasierte HWSK im Hinblick auf Maßnahmenbereiche HWSK Issel</b>  |                                                                                                                 |                                                                                   |                                                                                                           |                              |
| <b>Basisschutzziel Ist (ges.)</b>                                                                   | <b>nicht erreicht</b>                                                                                           | <b>nicht erreicht</b>                                                             | <b>nicht erreicht</b>                                                                                     | <b>erreicht ohne Überfl.</b> |
| Basisschutzziel HQ30                                                                                | nicht erreicht (nördl.)                                                                                         | nicht erreicht                                                                    | nicht erreicht                                                                                            | erreicht ohne Überfl.        |
| Basisschutzziel HQ100                                                                               | nicht erreicht (nördl.)                                                                                         | nicht erreicht                                                                    | erreicht mit Überfl.                                                                                      | erreicht ohne Überfl.        |
| Basisschutzziel HQ300                                                                               | nicht erreicht (nördl.)                                                                                         | nicht erreicht                                                                    | erreicht mit Überfl.                                                                                      | erreicht ohne Überfl.        |
| Betroffene Bereiche                                                                                 | Kloster Marienthal                                                                                              | Wurmflakstraße                                                                    | nördliche Ortslage                                                                                        | -                            |
| <b>Maßnahmen</b>                                                                                    | <b>erforderlich</b>                                                                                             | <b>erforderlich</b>                                                               | <b>erforderlich</b>                                                                                       | nicht erforderlich           |
| <b>Betroffenheiten Planzustand risikobasierte HWSK im Hinblick auf Maßnahmenbereiche HWSK Issel</b> |                                                                                                                 |                                                                                   |                                                                                                           |                              |
| <b>Basisschutzziel Plan (ges.)</b>                                                                  | -                                                                                                               | <b>erreicht ohne Überfl.</b>                                                      | <b>nicht erreicht</b>                                                                                     | <b>erreicht ohne Überfl.</b> |
| Basisschutzziel HQ30                                                                                | -                                                                                                               | erreicht ohne Überfl.                                                             | nicht erreicht                                                                                            | erreicht ohne Überfl.        |
| Basisschutzziel HQ100                                                                               | -                                                                                                               | erreicht ohne Überfl.                                                             | erreicht mit Überfl.                                                                                      | erreicht ohne Überfl.        |
| Basisschutzziel HQ300                                                                               | -                                                                                                               | erreicht ohne Überfl.                                                             | erreicht mit Überfl.                                                                                      | erreicht ohne Überfl.        |
| Betroffene Bereiche                                                                                 | -                                                                                                               | -                                                                                 | nördliche Ortslage                                                                                        | -                            |
| Können Maßnahmen entfallen                                                                          | ja                                                                                                              | nein                                                                              | ggf.                                                                                                      | -                            |
| Sind zus. Maßnahmen erforderl.                                                                      | nein                                                                                                            | nein                                                                              | ja                                                                                                        | nein                         |
| <b>Maßn-kulisse HWSK Issel vs. Risikob. HWSK</b>                                                    | <b>nicht gleich</b>                                                                                             | <b>gleich</b>                                                                     | <b>ungefähr gleich</b>                                                                                    | <b>gleich</b>                |
| Anmerkung zu Unterschieden                                                                          | Im Risikob. HWSK südl. keine M. erf.                                                                            |                                                                                   | Überflutung deutlich reduziert, Ortslage jedoch nicht überflutungsfrei, daher weitere bzw. andere M. erf. | -                            |

| Bewertung Planzustand HWSK Issel                                                                    |                                                                                              |                                                                                         |                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Parameter                                                                                           |                                                                                              |                                                                                         |                                                                |
|                                                                                                     | Werth                                                                                        | Isselburg                                                                               | Anholt                                                         |
| <b>Maßnahmenplanung HWSK Issel</b>                                                                  |                                                                                              |                                                                                         |                                                                |
| Maßgebliche Betroffenheiten Istzustand ab                                                           | HQ30                                                                                         | HQ30                                                                                    | HQ30                                                           |
| Nr. Maßnahmenbereich                                                                                | MB16 bis MB21                                                                                | MB22 - MB24, MB26, MB33                                                                 | MB27 bis MB29                                                  |
| Gepl. HWS-Maßnahmen                                                                                 | gezielte Flutung Polder, Deichneubau, kontrollierte Ausleitung, ökologische Aufwertung Issel | Deichrückverlegung, Gewässeraufweitung, ökologische Aufwertung, gezielte Flutung Polder | Deichrückverlegung, Gewässeraufweitung, ökologische Aufwertung |
| Schutzziel                                                                                          | HQ100                                                                                        | HQ100                                                                                   | HQ100                                                          |
| Schutzgrad HWSK                                                                                     | erreicht bis HQ300                                                                           | erreicht bis HQ100                                                                      | erreicht bis HQ100                                             |
| Kommentar zur Wirkung                                                                               | -                                                                                            | -                                                                                       | -                                                              |
| <b>Betroffenheiten Istzustand risikobasierte HWSK im Hinblick auf Maßnahmenbereiche HWSK Issel</b>  |                                                                                              |                                                                                         |                                                                |
| <b>Basisschutzziel Ist (ges.)</b>                                                                   | <b>nicht erreicht</b>                                                                        | <b>nicht erreicht</b>                                                                   | <b>nicht erreicht</b>                                          |
| Basisschutzziel HQ30                                                                                | nicht erreicht                                                                               | nicht erreicht                                                                          | nicht erreicht                                                 |
| Basisschutzziel HQ100                                                                               | nicht erreicht                                                                               | nicht erreicht                                                                          | nicht erreicht                                                 |
| Basisschutzziel HQ300                                                                               | erreicht mit Überfl.                                                                         | erreicht mit Überfl.                                                                    | erreicht mit Überfl.                                           |
| Betroffene Bereiche                                                                                 | süd-östliche Ortslage                                                                        | Ortslage                                                                                | Ortslage                                                       |
| <b>Maßnahmen</b>                                                                                    | <b>erforderlich</b>                                                                          | <b>erforderlich</b>                                                                     | <b>erforderlich</b>                                            |
| <b>Betroffenheiten Planzustand risikobasierte HWSK im Hinblick auf Maßnahmenbereiche HWSK Issel</b> |                                                                                              |                                                                                         |                                                                |
| <b>Basisschutzziel Plan (ges.)</b>                                                                  | <b>erreicht ohne Überfl.</b>                                                                 | <b>erreicht mit Überfl.</b>                                                             | <b>erreicht mit Überfl.</b>                                    |
| Basisschutzziel HQ30                                                                                | erreicht ohne Überfl.                                                                        | erreicht ohne Überfl.                                                                   | erreicht ohne Überfl.                                          |
| Basisschutzziel HQ100                                                                               | erreicht ohne Überfl.                                                                        | erreicht ohne Überfl.                                                                   | erreicht ohne Überfl.                                          |
| Basisschutzziel HQ300                                                                               | erreicht ohne Überfl.                                                                        | erreicht mit Überfl.                                                                    | erreicht mit Überfl.                                           |
| Betroffene Bereiche                                                                                 | -                                                                                            | Ortslage                                                                                | Ortslage                                                       |
| Können Maßnahmen entfallen                                                                          | nein                                                                                         | nein                                                                                    | ggf.                                                           |
| Sind zus. Maßnahmen erforderl.                                                                      | nein                                                                                         | nein                                                                                    | nein                                                           |
| <b>Maßn-kulisse HWSK Issel vs. Risikob. HWSK</b>                                                    | <b>gleich</b>                                                                                | <b>gleich</b>                                                                           | <b>ungefähr gleich</b>                                         |
| Anmerkung zu Unterschieden                                                                          | -                                                                                            | -                                                                                       | einfachere Maßnahmen wären ausreichend gewesen                 |

### 8.1.1.2 Analyseergebnisse

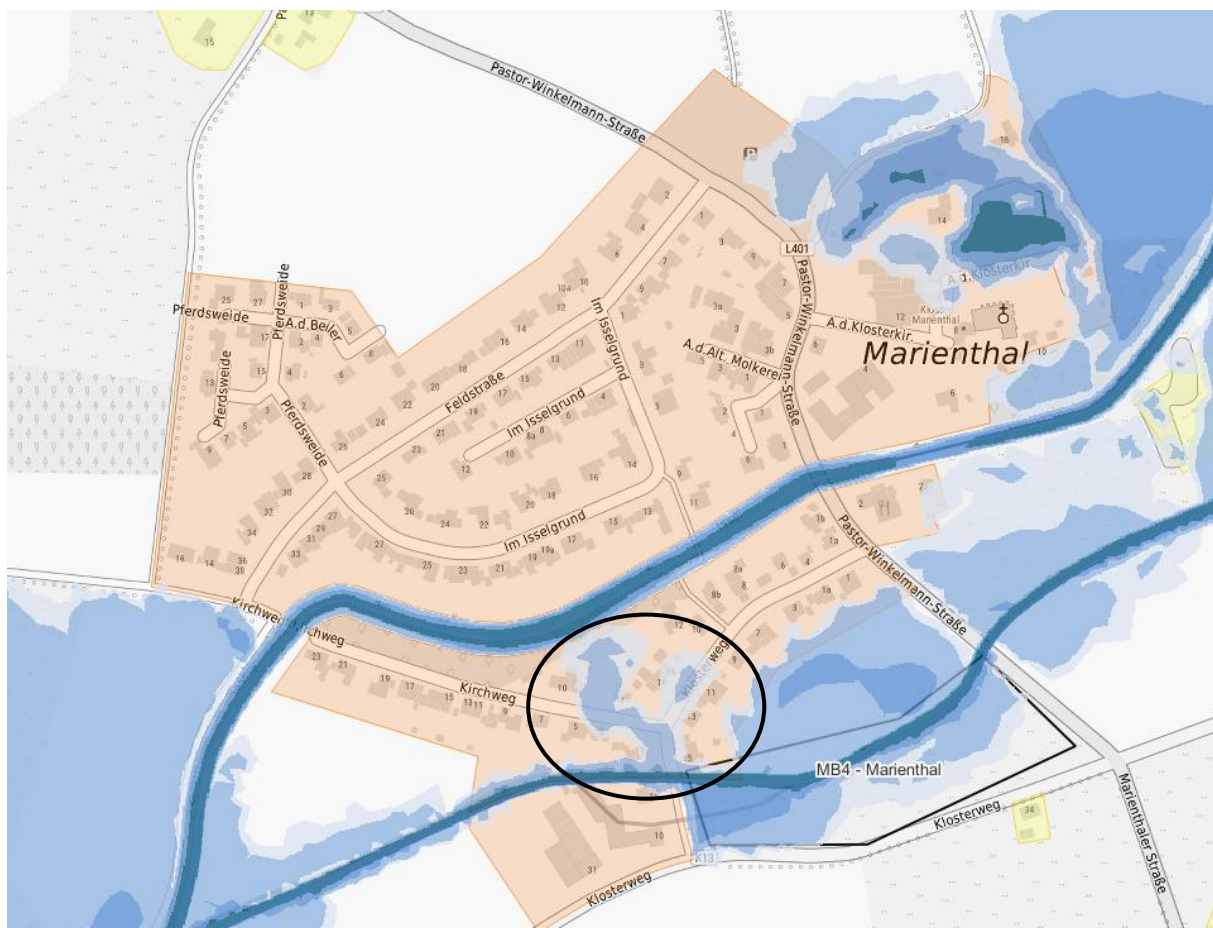
Aus den Auswertungen und Ergebnissen, die im Hinblick auf den Basisschutz und die erforderlichen Maßnahmen in Tabelle 8-1 dargestellt sind, ergeben sich folgende Aspekte:

- Die bisherige Planung im HWSK wird durch das Risikobasierte HWSK in großen Teilen bestätigt.
- Für alle sechs betroffenen Ortsbereiche ergibt das Risikobasierte HWSK, dass die Basisschutzziele bei HQ30, HQ100 und/oder HQ300 im Istzustand nicht erreicht werden.
- Teilweise weichen die erforderlichen Maßnahmen nach Risikobasiertem HWSK jedoch von den im HWSK angesetzten Maßnahmen ab.

Relevante Ortsbereiche mit Abweichungen zwischen Risikobasiertem HWSK und herkömmlichen HWSK werden im Folgenden vorgestellt.

#### Marienthal

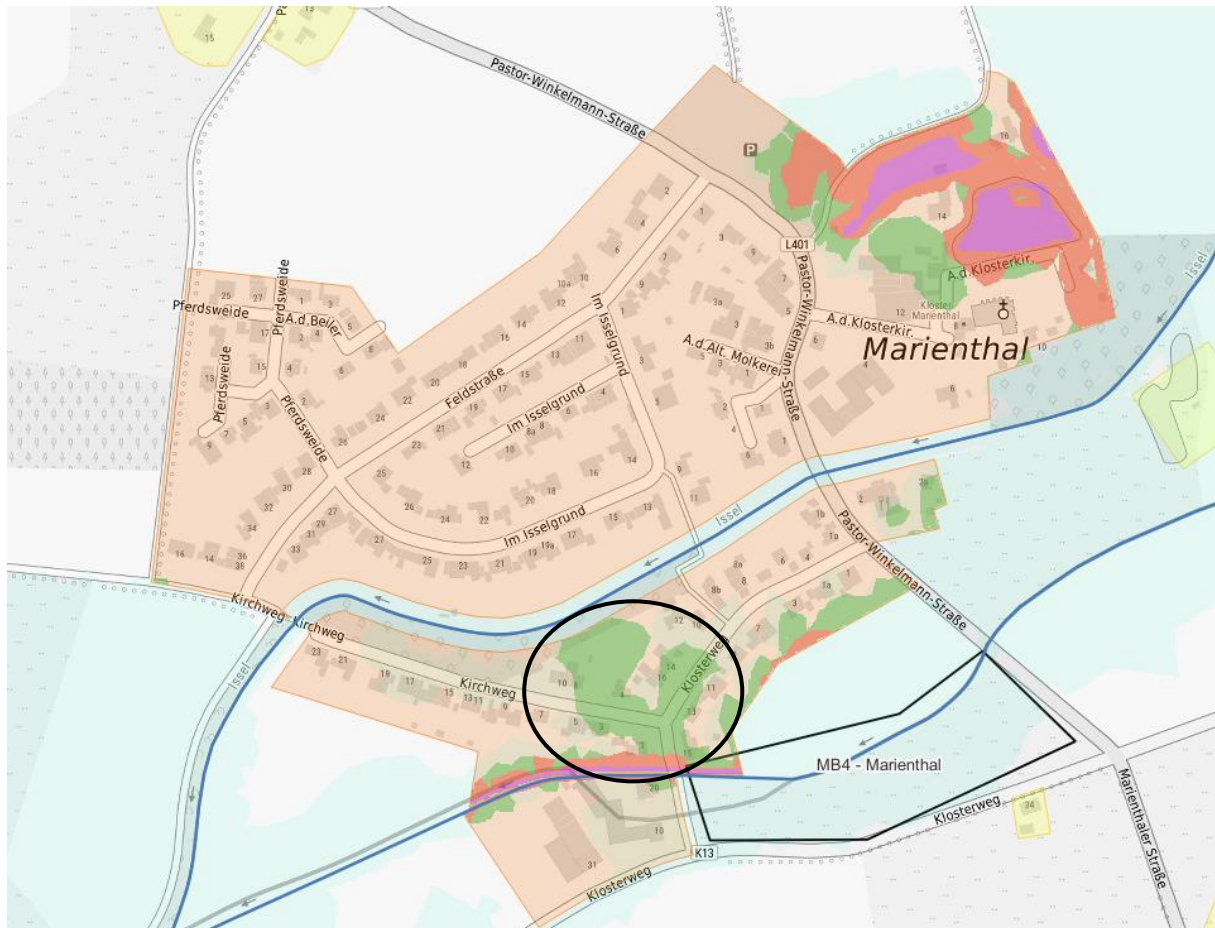
In Marienthal ist ein Teil des südlichen Siedlungsbereichs im Istzustand vom HQ100 betroffen (vgl. Abbildung 8-1). Im HWSK Issel sind für diesen Bereich Hochwasserschutzmaßnahmen vorgesehen (MB4), welche jedoch nicht im Modell des Planzustands abgebildet wurden. Somit liegt kein rechnerischer Nachweis der geplanten Maßnahmen vor. Es ist jedoch davon auszugehen, dass diese Maßnahmen die bestehenden Überflutungen verhindern können.



Hintergrundkarte: TopPlusOpen, © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie

Abbildung 8-1: Wassertiefen HQ100 Istzustand, Ortslage Marienthal

Nach Risikobasiertem HWSK sind für diesen Bereich jedoch keine Maßnahmen erforderlich (vgl. Abbildung 8-2). Somit reduziert sich hier nach Risikobasiertem HWSK die erforderliche Maßnahmenkulisse.



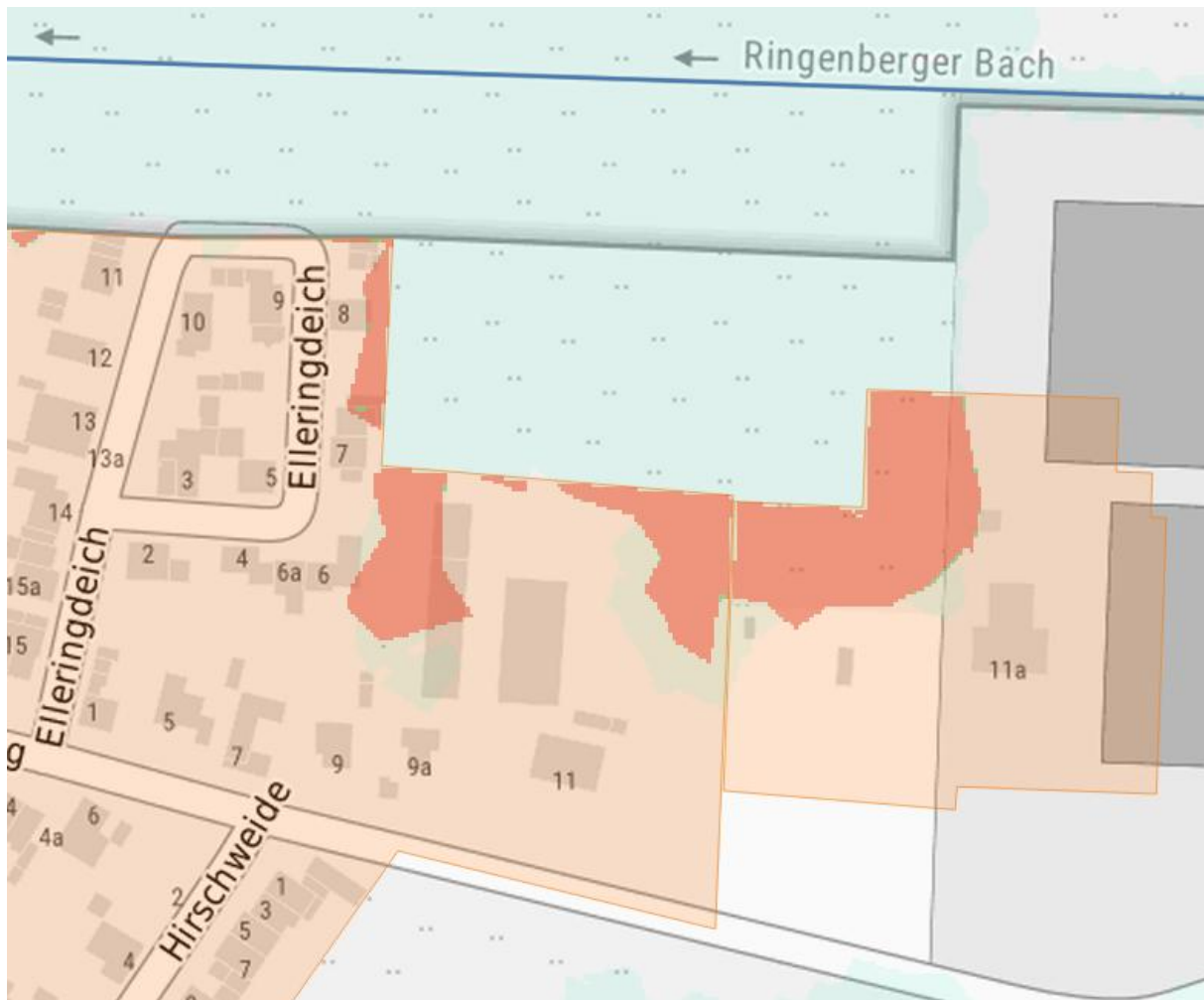
Hintergrundkarte: TopPlusOpen, © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie

Abbildung 8-2: Maximaler Risikobereich Istzustand für HQ30, HQ100 und HQ300, Ortslage Marienthal

### Hamminckeln Ringenberg

In Hamminckeln Ringenberg wird der Basisschutz auch im Planzustand nicht erreicht (vgl. Abbildung 8-3). Die Wassertiefen werden zwar im Planzustand deutlich reduziert, die Ortslage ist jedoch in allen Jährlichkeiten nicht vollständig überflutungsfrei. Da in geschlossenen Ortschaften nach Risikobasiertem HWSK keine Überflutungen vorliegen dürfen, ist der Basisschutz nicht erfüllt. Gleichredend ist auch das potenziell angestrebte Schutzziel HQ100 nicht erreicht, sodass sich die Zielerreichung zwischen Risikobasiertem HWSK und herkömmlichen HWSK nicht unterscheidet.

Als einfache ergänzende Maßnahme bietet sich Objektschutz (Mauer) an.

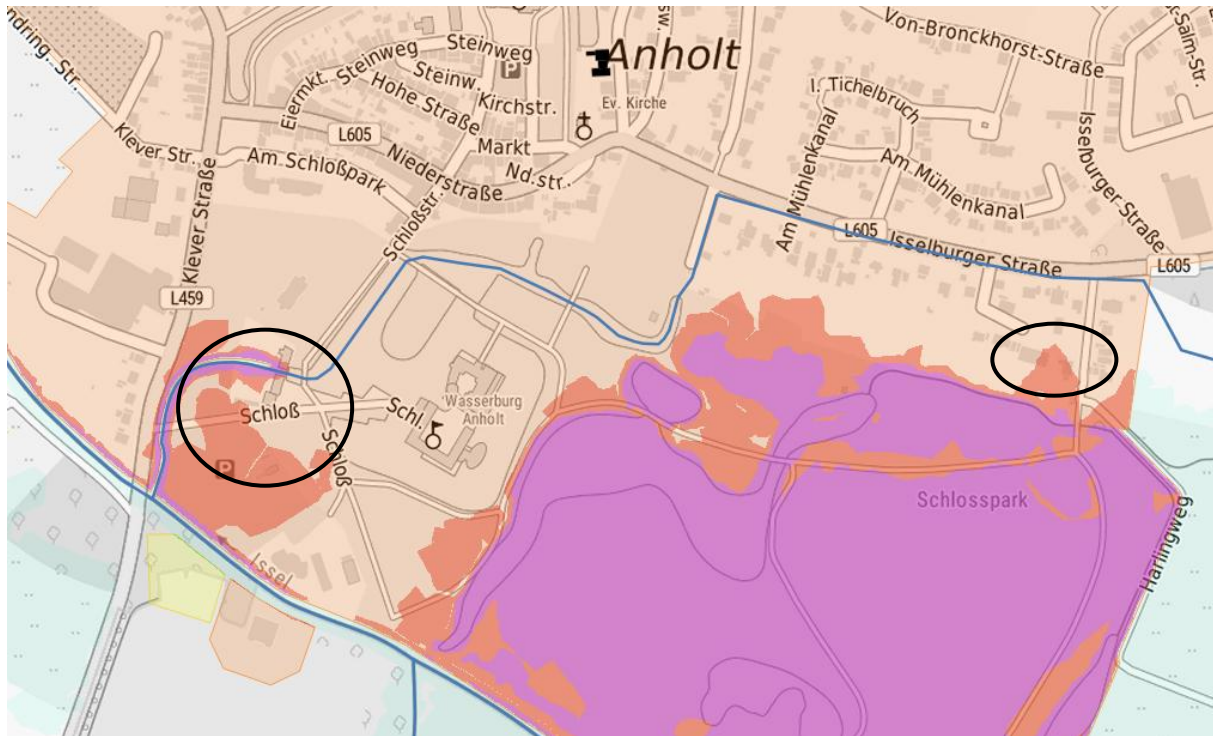


Hintergrundkarte: TopPlusOpen, © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie

Abbildung 8-3: Maximaler Risikobereich Planzustand für HQ30, HQ100 und HQ300, Ortslage Hamminckeln Ringenberg

## Anholt

In Anholt sind im HWSK aufwändige ökologische Maßnahmen geplant, die ihre Wirkung bis in die Siedlungsfläche entfalten. Der Basisschutz wird im Istzustand in den Jährlichkeiten HQ30 und HQ100 nicht erreicht, jedoch sind die betroffenen Bereiche mit Bebauung klein (vgl. Abbildung 8-4). Einfachere, lokale Maßnahmen wären zur Zielerreichung des Basisschutzes ausreichend gewesen.



Hintergrundkarte: TopPlusOpen, © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie

Abbildung 8-4: Risikobereich Istzustand HQ30, Ortslage Anholt

### 8.1.1.3 Einhaltung Freibordvorgabe für Deiche

Auf der Grundlage des Risikobasierten HWSK gilt für die Freibordberücksichtigung („Wasserstandsachweise“) bei Deichen zur Überprüfung des Basisschutzes:

- Schutzziel HQ30: Bei HQ100 darf der Freibord (50 cm) zu 50 % ausgenutzt werden.
- Schutzziel HQ100: Bei HQ300 darf der Freibord (50 cm) zu 100 % ausgenutzt werden.

Für die Überprüfung der Freibordvorgabe für Deiche im HWSK Issel wurde das Schutzziel HQ100 angenommen (vgl. Kapitel 7.1). Die Deiche dürfen somit bei einem HQ300 nicht überströmt werden, es muss kein Freibord vorhanden sein. Eine seitliche Umströmung der Deiche ist zulässig. Hochwasserschutzmauern dürfen überströmt werden. Aufgrund der Kriterien wurden die Deiche am linken und rechten Ufer der Issel für das HQ300 überprüft. Alle überprüften Deiche halten die Vorgaben ein.

### 8.1.2 Reduzierung der Anzahl der potenziell betroffenen Einwohner

Die angesetzten Hochwasserschutzmaßnahmen reduzieren im Vergleich zum Istzustand die überfluteten Gebiete. Für den Ist- und Planzustand wurden die potenziell betroffenen Einwohner ermittelt (vgl. Kapitel 5.2 und Anlage 5-5).

In Tabelle 8-2 werden die Verbesserungen des Planzustands im Vergleich zum Istzustand dargestellt. Die Ergebnisse werden durch prozentuale Größen angegeben und verdeutlichen durch die Länge der Balken den Grad der Verbesserungen.

Tabelle 8-2: Betroffene Einwohner, Ist- und Planzustand sowie Veränderungen zwischen beiden Zuständen

| HQ    | Kartenbasis     | Ist  | Plan | Verbesserung<br>Plan zu Ist |
|-------|-----------------|------|------|-----------------------------|
| HQ30  | Gefahrenzone_1  | 1500 | 685  | 54%                         |
|       | Gefahrenzone_2  | 183  | 82   | 55%                         |
|       | Gefahrenzone_3  | 23   | 23   | 0%                          |
|       | Gefahrenzone_4  | 1    | 0    | 100%                        |
|       | Gefahrenzone_5  | 0    | 0    | 0%                          |
|       | Risikobereich_1 | 619  | 487  | 21%                         |
|       | Risikobereich_2 | 123  | 96   | 22%                         |
|       | Risikobereich_3 | 907  | 191  | 79%                         |
|       | Risikobereich_4 | 58   | 16   | 72%                         |
|       | Summe betr. EW  | 1707 | 790  | 54%                         |
| HQ100 | Gefahrenzone_1  | 2218 | 908  | 59%                         |
|       | Gefahrenzone_2  | 319  | 138  | 57%                         |
|       | Gefahrenzone_3  | 34   | 36   | -6%                         |
|       | Gefahrenzone_4  | 1    | 0    | 100%                        |
|       | Gefahrenzone_5  | 0    | 0    | 0%                          |
|       | Risikobereich_1 | 956  | 734  | 23%                         |
|       | Risikobereich_2 | 1498 | 320  | 79%                         |
|       | Risikobereich_3 | 104  | 22   | 79%                         |
|       | Risikobereich_4 | 14   | 6    | 57%                         |
|       | Summe betr. EW  | 2572 | 1082 | 58%                         |
| HQ300 | Gefahrenzone_1  | 4754 | 3135 | 34%                         |
|       | Gefahrenzone_2  | 724  | 388  | 46%                         |
|       | Gefahrenzone_3  | 72   | 59   | 18%                         |
|       | Gefahrenzone_4  | 3    | 7    | -133%                       |
|       | Gefahrenzone_5  | 0    | 0    | 0%                          |
|       | Risikobereich_1 | 5175 | 3453 | 33%                         |
|       | Risikobereich_2 | 346  | 117  | 66%                         |
|       | Risikobereich_3 | 32   | 19   | 41%                         |
|       | Risikobereich_4 | 0    | 0    | 0%                          |
|       | Summe betr. EW  | 5553 | 3589 | 35%                         |

Tabelle 8-2 zeigt, dass die Anzahl der potenziell betroffenen Einwohner durch die Maßnahmen deutlich gesenkt wird. Bei HQ30 und HQ100 liegen die Verbesserungen insgesamt bei 54 bis 58 % (Zeilen „Summe betroffene Einwohner“).

Da die Maßnahmen i. d. R. für ein HQ100 bemessen wurden, fallen die Verbesserungen bei HQ300 mit 35 % geringer aus.

Die im Rahmen des Risikobasierten HWSK untersuchte Wirkung der Maßnahmen auf die potenziell betroffenen Einwohner zeigt an der Issel, dass durch die Maßnahmen eine deutliche Verbesserung erzielt wird. Dieser Aspekt ist bei der Bewertung von Maßnahmen zu berücksichtigen.

### 8.1.3 Reduzierung der Anzahl der potenziell betroffenen vulnerablen Gebäude

Die angesetzten Hochwasserschutzmaßnahmen reduzieren im Vergleich zum Istzustand die überfluteten Gebiete. Für den Ist- und Planzustand wurden die potenziell betroffenen vulnerablen Gebäude ermittelt (vgl. Kapitel 5.1 und Anlage 5-4).

In Tabelle 8-3 werden die Verbesserungen des Planzustands im Vergleich zum Istzustand dargestellt. Die Ergebnisse werden durch prozentuale Größen angegeben und verdeutlichen durch die Länge der Balken den Grad der Verbesserungen.

Tabelle 8-3 zeigt, dass die Anzahl der potenziell betroffenen vulnerablen Objekte durch die Maßnahmen deutlich gesenkt wird. Bei HQ30 ist kein vulnerables Objekt mehr betroffen, bei HQ100 nur noch 1 von 6 (Summen der Objekte in den Zeilen „Gesamt“).

Da die Maßnahmen i. d. R. für ein HQ100 bemessen wurden, fallen die Verbesserungen bei HQ300 mit 5 von 11 geringer aus.

Tabelle 8-3: Potenziell betroffene vulnerable Objekte

| HQ                                                                        | Stadt                        | Vulnerabilitätsstufe         | Ist | Plan | Verbesserung<br>Plan zu Ist |
|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----|------|-----------------------------|
| HQ30                                                                      | Anholt                       | Anzahl 'höchst vulnerabel'   | 0   | 0    |                             |
|                                                                           |                              | Anzahl 'hoch vulnerabel'     | 0   | 0    |                             |
|                                                                           |                              | Anzahl 'funktionale Gebäude' | 0   | 0    |                             |
|                                                                           | Bochholt                     | Anzahl 'höchst vulnerabel'   | 0   | 0    |                             |
|                                                                           |                              | Anzahl 'hoch vulnerabel'     | 0   | 0    |                             |
|                                                                           |                              | Anzahl 'funktionale Gebäude' | 0   | 0    |                             |
|                                                                           | Isselburg                    | Anzahl 'höchst vulnerabel'   | 0   | 0    |                             |
|                                                                           |                              | Anzahl 'hoch vulnerabel'     | 0   | 0    |                             |
|                                                                           |                              | Anzahl 'funktionale Gebäude' | 0   | 0    |                             |
|                                                                           | Werth                        | Anzahl 'höchst vulnerabel'   | 1   | 0    | 100%                        |
|                                                                           |                              | Anzahl 'hoch vulnerabel'     | 1   | 0    | 100%                        |
|                                                                           |                              | Anzahl 'funktionale Gebäude' | 1   | 0    | 100%                        |
|                                                                           | Wertherbruch                 | Anzahl 'höchst vulnerabel'   | 0   | 0    |                             |
|                                                                           |                              | Anzahl 'hoch vulnerabel'     | 0   | 0    |                             |
|                                                                           |                              | Anzahl 'funktionale Gebäude' | 0   | 0    |                             |
| Gesamt                                                                    | Anzahl 'höchst vulnerabel'   | 1                            | 0   | 100% |                             |
|                                                                           | Anzahl 'hoch vulnerabel'     | 1                            | 0   | 100% |                             |
|                                                                           | Anzahl 'funktionale Gebäude' | 1                            | 0   | 100% |                             |
| HQ100                                                                     | Anholt                       | Anzahl 'höchst vulnerabel'   | 0   | 0    |                             |
|                                                                           |                              | Anzahl 'hoch vulnerabel'     | 0   | 0    |                             |
|                                                                           |                              | Anzahl 'funktionale Gebäude' | 0   | 0    |                             |
|                                                                           | Bochholt                     | Anzahl 'höchst vulnerabel'   | 0   | 0    |                             |
|                                                                           |                              | Anzahl 'hoch vulnerabel'     | 1   | 1    | 0%                          |
|                                                                           |                              | Anzahl 'funktionale Gebäude' | 0   | 0    |                             |
|                                                                           | Isselburg                    | Anzahl 'höchst vulnerabel'   | 1   | 0    | 100%                        |
|                                                                           |                              | Anzahl 'hoch vulnerabel'     | 1   | 0    | 100%                        |
|                                                                           |                              | Anzahl 'funktionale Gebäude' | 0   | 0    |                             |
|                                                                           | Werth                        | Anzahl 'höchst vulnerabel'   | 1   | 0    | 100%                        |
|                                                                           |                              | Anzahl 'hoch vulnerabel'     | 1   | 0    | 100%                        |
|                                                                           |                              | Anzahl 'funktionale Gebäude' | 1   | 0    | 100%                        |
|                                                                           | Wertherbruch                 | Anzahl 'höchst vulnerabel'   | 0   | 0    |                             |
|                                                                           |                              | Anzahl 'hoch vulnerabel'     | 0   | 0    |                             |
|                                                                           |                              | Anzahl 'funktionale Gebäude' | 0   | 0    |                             |
| Gesamt                                                                    | Anzahl 'höchst vulnerabel'   | 2                            | 0   | 100% |                             |
|                                                                           | Anzahl 'hoch vulnerabel'     | 3                            | 1   | 67%  |                             |
|                                                                           | Anzahl 'funktionale Gebäude' | 1                            | 0   |      |                             |
| HQ300                                                                     | Anholt                       | Anzahl 'höchst vulnerabel'   | 2   | 2    | 0%                          |
|                                                                           |                              | Anzahl 'hoch vulnerabel'     | 0   | 0    |                             |
|                                                                           |                              | Anzahl 'funktionale Gebäude' | 0   | 0    |                             |
|                                                                           | Bochholt                     | Anzahl 'höchst vulnerabel'   | 1   | 1    | 0%                          |
|                                                                           |                              | Anzahl 'hoch vulnerabel'     | 1   | 1    | 0%                          |
|                                                                           |                              | Anzahl 'funktionale Gebäude' | 0   | 0    |                             |
|                                                                           | Isselburg                    | Anzahl 'höchst vulnerabel'   | 2   | 1    | 50%                         |
|                                                                           |                              | Anzahl 'hoch vulnerabel'     | 1   | 0    | 100%                        |
|                                                                           |                              | Anzahl 'funktionale Gebäude' | 0   | 0    |                             |
|                                                                           | Werth                        | Anzahl 'höchst vulnerabel'   | 1   | 0    | 100%                        |
|                                                                           |                              | Anzahl 'hoch vulnerabel'     | 1   | 0    | 100%                        |
|                                                                           |                              | Anzahl 'funktionale Gebäude' | 1   | 0    | 100%                        |
|                                                                           | Wertherbruch                 | Anzahl 'höchst vulnerabel'   | 0   | 0    |                             |
|                                                                           |                              | Anzahl 'hoch vulnerabel'     | 0   | 0    |                             |
|                                                                           |                              | Anzahl 'funktionale Gebäude' | 1   | 0    | 100%                        |
| Gesamt                                                                    | Anzahl 'höchst vulnerabel'   | 6                            | 4   | 33%  |                             |
|                                                                           | Anzahl 'hoch vulnerabel'     | 3                            | 1   | 67%  |                             |
|                                                                           | Anzahl 'funktionale Gebäude' | 2                            | 0   | 100% |                             |
| Hinweise:                                                                 |                              |                              |     |      |                             |
| Betroffene vulnerable Objekte                                             |                              |                              |     |      |                             |
| Verbesserungen durch die Maßnahmen im Vergleich zum Istzustand            |                              |                              |     |      |                             |
| Nicht aufgelistete Städte haben keine betroffenen vulnerablen Gebäude/Obj |                              |                              |     |      |                             |

### 8.1.4 Gesamtbewertung Wirksamkeit im HWSK Issel

Zusammenfassend wird die Wirksamkeit der Maßnahmen im HWSK Issel als hoch bewertet. Das Basisschutzziel wird nahezu flächendeckend erreicht. Gleichzeitig reduziert sich die Anzahl der betroffenen Einwohner und vulnerablen Gebäude deutlich.

## 8.2 Wirtschaftlichkeit

Jede betrachtete Maßnahmenvariante wird hingehend ihrer Wirtschaftlichkeit bewertet. Grundlage für die Bewertung der Wirtschaftlichkeit bilden die ermittelten Nutzen-Kosten-Verhältnisse. Dabei muss unterschieden werden, ob die Maßnahmen zur Erreichung des Basisschutzes erforderlich sind oder einem weitergehendem HWS dienen.

- NKV größer 1,6: **sehr gut** im Sinne einer Nutzen-Kosten-Analyse
- NKV zwischen 0,8 und 1,6: **gut** im Sinne einer Nutzen-Kosten-Analyse
- NKV zwischen 0,2 und 0,8: **prüfungswürdig** im Sinne einer Nutzen-Kosten-Analyse; hier sind weitergehende Untersuchungen erforderlich und ggf. weitere Kriterien zu berücksichtigen.
- NKV bis 0,2 **schlecht** im Sinne einer Nutzen-Kosten-Analyse

Sehr niedrige NKV kleiner 0,2 können als Ausschlusskriterium für die Maßnahme dienen. Wenn eine solche Maßnahme aber dennoch weiter betrachtet werden soll, ist dies zu begründen, z. B.

- weil sie alternativlos ist oder
- weil sie zu einem übergeordneten Konzept gehört.

### 8.2.1 Kosten für Basisschutz und Kosten für weitergehenden HWS

Auf Basis des Risikobasierten HWSK ergeben sich ggf. unterschiedliche Anforderungen an die HWS-Maßnahmen zur Erreichung des Basisschutzes und zur Erreichung des definierten Schutzziels.

Um die Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen gezielt bewerten zu können und auch im Hinblick auf mögliche Förderungen sollte für jede erarbeitete Maßnahmenvariante überprüft werden, ob zur Erreichung des definierten Schutzziels aufwändigere Maßnahmen als zur Erreichung des Basisschutzes erforderlich sind. Dies kann zum Beispiel eine höhere Oberkante eines Linienschutzes oder ein größeres Rückhaltevolumen eines HRB sein.

Falls bei der Überprüfung festgestellt wird, dass aufwändigere Maßnahmen zur Erreichung des Schutzziels erforderlich sind, sollte für die betreffenden Maßnahmenvarianten für beide Umsetzungsvarianten eine Nutzen-Kosten-Analyse durchgeführt werden. Dazu sind die Kosten für beide Umsetzungsvarianten zu ermitteln und die jeweiligen Überflutungsflächen im hydraulischen Modell zu ermitteln. Anschließend kann jeweils das Schadenspotenzial und das Nutzen-Kosten-Verhältnis ermittelt werden (vgl. Kapitel 6).

Das Ergebnis der Nutzen-Kosten-Analyse ist dann in der Bewertung der Wirtschaftlichkeit für die jeweilige Umsetzungsvariante zu berücksichtigen.

### 8.2.2 Schadenspotenziale und Nutzen-Kosten-Verhältnis

Die Ermittlung der Schadenspotenziale und Nutzen-Kosten-Verhältnis wurde in Kapitel 6 ausführlich beschrieben.

### 8.2.3 Berücksichtigung der ökologischen Verbesserung durch Maßnahmen

Ökologische Maßnahmen, die sich positiv auf die Zielerreichung der WRRL auswirken, sind oft mit höheren Kosten verbunden. Da die ökologische Verbesserung als eigenständige Kategorie in die Gesamtbewertung einfließt, sind zusätzliche Kosten durch ökologische

Maßnahmen bei der Betrachtung der Wirtschaftlichkeit nicht gesondert zu betrachten. Vielmehr wirken sich zusätzliche Kosten direkt auf die Nutzen-Kosten-Analyse aus.

#### **8.2.4 Gesamtbewertung Wirtschaftlichkeit im HWSK Issel**

Die Auswertungen in Kapitel 6.3 haben gezeigt, dass sich für den Planzustand unabhängig von der Nutzungsdauer und vom HQx schadensfrei ein positives NKV ergibt. Da das HQ10 als nicht vollständig schadensfrei bewertet wird, wird für die weitere Bewertung das HQ5 als schadensfrei angenommen. Weiterhin wird von einer Nutzungsdauer von 80 Jahren ausgegangen. Damit ergibt sich ein NKV von 1,73, welches als sehr gut einzustufen ist.

### **8.3 Finanzierbarkeit**

Die Finanzierbarkeit der erarbeiteten Maßnahmenvarianten spielt eine wesentliche Rolle bei der Festlegung einer Vorzugsvariante. Maßgebend für die Bewertung der Finanzierbarkeit ist der nach Abzug möglicher Förderungen verbleibende, vom Maßnahmenträger zu tragende Eigenanteil. Höchst wirksame und wirtschaftliche Maßnahmenvarianten sind nicht zielführend, wenn sie durch den Maßnahmenträger nicht finanziert werden können. Die Bewertung erfolgt in den folgenden Klassen:

- sehr gut finanzierbar
- gut finanzierbar
- schwierig finanzierbar

Maßnahmen, die aufgrund eines zu hohen Eigenanteils für den Maßnahmenträger nicht finanzierbar sind, werden aus der Bewertung ausgeschlossen.

Folgende Aspekte sind bei der Finanzierbarkeit von Maßnahmen zu berücksichtigen bzw. zu bewerten:

- die Gesamtkosten (geschätzter Kostenrahmen)
- der Fördersatz
- der aufzubringende bzw. maximal mögliche Eigenanteil der Kommune

Die Bewertung der Finanzierbarkeit einer Maßnahme ist insbesondere vom aufzubringenden bzw. maximal möglichen Eigenanteil der Kommune abhängig. Dies ist für die Issel derzeit nicht abzuschätzen. Aufgrund dessen wurde die Bewertung der Finanzierbarkeit sehr grob nur auf der Grundlage der Gesamtkosten (Kostenrahmen) abgeschätzt.

#### **Gesamtkosten und Bewertung der Finanzierbarkeit**

Die Gesamtkosten wurden aus dem HWSK Issel übernommen (vgl. Kapitel 6.2). Unter Berücksichtigung der absoluten Höhe der Kosten sowie der bereits begonnen Umsetzung des HWSK, wird die Finanzierbarkeit im Rahmen dieses Pilotprojekts als gut finanzierbar eingestuft.

## 8.4 Verbesserung Gewässerökologie

Ein weiteres Kriterium bei der Bewertung der Maßnahmenvarianten ist die ökologische Verbesserung des Gewässers durch die geplanten Maßnahmen. Zur Ermittlung der ökologischen Verbesserung werden alle Maßnahmen hinsichtlich ihres Einflusses auf die Gewässerökologie bewertet. Die Bewertung der einzelnen Maßnahmen erfolgt in den Klassen:

- sehr positiv
- positiv
- neutral
- negativ

Folgende Grundsätze können bei der Bewertung herangezogen werden<sup>1</sup>:

- Technischer Linienschutz (Deich, HWS-Mauer, Objektschutz) wirkt negativ, wenn infolgedessen der Entwicklungsraum des Gewässers eingeschränkt wird.
- Technische Rückhaltung (HRB, Polder, Drosselbauwerk) ist zunächst neutral zu bewerten.
  - Ein HRB kann bei naturnaher Gestaltung (sehr) positiv wirken.
  - Ein HRB im Hauptschluss ist ggf. negativer zu bewerten als ein HRB im Nebenschluss.
  - Die Durchgängigkeit für Organismen, Geschiebe und Fische ist sicherzustellen. Dies ist eine Planungsaufgabe. Dabei können örtliche Restriktionen die Durchgängigkeit verhindern.
- Die Vertiefung eines Stillgewässers ist neutral, wenn dadurch keine Beeinträchtigung des Fließgewässers erfolgt.
- Für die Differenzierung zwischen positiv und sehr positiv sind die Kriterien für einen Strahlursprung geeignet, z. B.
  - mind. 500 m Länge bei kleinen Fließgewässern bzw. mind. 1.000 m bei mittelgroßen Fließgewässern ( $EZG < 1.000 \text{ km}^2$ )
  - naturnah gestaltetes und/oder sich eigendynamisch entwickelndes Mittelwasserbett in Primär- oder Sekundäraue
  - naturnaher Entwicklungskorridor, der für die Erreichung von mindestens dem guten ökologischen Zustand (GÖZ) oder dem guten ökologischen Potenzial (GÖP) erforderlich ist
  - naturnahe Überflutungsdynamik innerhalb der Sekundär- oder Primäraue
  - sehr positive Wirkung, wenn o. g. Kriterien und/oder ein Strahlursprung erreicht wird

Unter Berücksichtigung dieser Kriterien wurden die im HWSK angesetzten Teilmaßnahmen hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Gewässerökologie bewertet (vgl. Tabelle 8-4). Im Folgenden werden die einzelnen Inhalte der Tabelle erläutert.

- technischer Linienschutz:  
Enthält die Maßnahme technischen Linienschutz und wird dabei das Gewässer eingengt?
- technischer Rückhalt:  
Enthält die Maßnahme Bauwerke des technischen Rückhalts?
- Vertiefung Stillgewässer:  
Enthält die Maßnahme die Vertiefung des Stillgewässers?
- ökologische Aufwertung:  
Ist in der Maßnahme eine ökologische Aufwertung des Gewässerabschnitts geplant?

---

<sup>1</sup> Mittelung BR Münster, Frau Hiller vom 26.09.2025, ergänzt

- Strahlursprung:  
Bündelt Kriterien, die zur Erfüllung eines Strahlursprungs erforderlich sind.
  - Länge:  
Länge des beplanten Gewässerabschnittes
  - Mittelwasserbett:  
Enthält die Maßnahme ein naturnah gestaltetes und/oder sich eigendynamisch entwickelndes Mittelwasserbett in Primär- oder Sekundäraue?
  - Entwicklungskorridor:  
Enthält die Maßnahme einen naturnahen Entwicklungskorridor?
  - Überflutungsdynamik Auen:  
Ermöglicht die Maßnahme eine naturnahe Überflutungsdynamik innerhalb der Sekundär- oder Primäraue?
- Umfluter bzw. Flutrinne:  
Wird bei der Maßnahme eine Flutrinne oder ein Umfluter angelegt?
- Bewertung:  
Bewertung der Teilmaßnahme auf Basis der vorherigen Spalten

Die Bewertung der Maßnahmenbereiche kann entsprechend Tabelle 8-4 folgendermaßen zusammengefasst werden:

- sehr gut: 5 Maßnahmenbereiche
- gut: 6 Maßnahmenbereiche
- neutral: 14 Maßnahmenbereiche
- negativ: 2 Maßnahmenbereiche

Die Mehrzahl der Maßnahmenbereiche erzielt somit eine Verbesserung der Gewässerökologie oder hat weder positive noch negative Auswirkungen.

Wird für jeden Maßnahmenbereich die Punktzahl entsprechend Tabelle 8-5 angesetzt und der Mittelwert gebildet, ergibt sich ein Mittelwert von 1,52. Nach diesem Verfahren läge die Maßnahmenvariante zwischen der neutralen und guten Klasse. Diese Einschätzung passt nicht zum Umfang der geplanten Maßnahmen. Daher ist die reine Mittelwertbildung der Teilmaßnahmen zur Ermittlung der Gesamtbewertung nicht zielführend.

Vielmehr ist in die Bewertung mit einzubeziehen, dass gar nicht alle Maßnahmentypen eine gute oder sehr gut ökologische Verbesserung erzielen können. Schließt man daher die neutralen Maßnahmen aus der Mittelwertbildung aus, ergibt sich ein Mittelwert von 2,07. Dieser Wert ist in Bezug auf die geplanten Maßnahmen deutlich plausibler. Durch dieses Vorgehen werden die positiven und negativen Auswirkungen auf die Gewässerökologie vereinfacht abgewogen.

Da die Mittelwertbildung auf der Anzahl der Teilmaßnahmen beruht, jedoch nicht Umfang und Größe (z. B. Länge eines Linienschutzes oder einer Gewässeraufweitung) berücksichtigt, kann die reine Mittelwertbildung nur als Orientierung dienen. Die abschließende Bewertung der Maßnahmenvarianten sollte immer individuell geprüft und ggf. angepasst werden.

Auf Basis der vorliegenden Erkenntnisse wird die Maßnahmenvariante HWSK Issel in Bezug auf die Verbesserung der Gewässerökologie mit sehr gut bewertet.

Tabelle 8-4: Bewertung der Auswirkung auf die Gewässerökologie je Maßnahmenbereich

| Nr. MB | Name Maßnahmenbereich                                  | Geplante Maßnahmen                                                                                                         | Technischer Linien-schutz     | Technischer Rückhalt | Vertiefung Stillge-wässer | Ökologi-sche Aufwertung | Strahlursprung |                    |                        |              | Umfluter/ Flutrinne | Bewer-tung |
|--------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------|---------------------------|-------------------------|----------------|--------------------|------------------------|--------------|---------------------|------------|
|        |                                                        |                                                                                                                            |                               |                      |                           |                         | Länge          | Mittel-wasser-bett | Entwick-lungs-korridor | Überfl. Auen |                     |            |
| MB4    | Marienthal (HWS und Ökologie)                          | Rückbau einer Wehranlage (Herstellung der Durchgängig-keit), ökologi-sche Aufwertung des Gewässers, Anlage eines Umfluters | -                             | -                    | -                         | Ja                      | 400 m          | -                  | -                      | -            | Ja                  | gut        |
| MB5    | Polder Brüner Bruch                                    | gezielte Flutung Polder, ökol. Aufwertung Brüner Bach                                                                      | -                             | Ja, Polder           | -                         | Ja                      | > 500 m        | -                  | -                      | -            | -                   | gut        |
| MB6    | Schwarze Heide                                         | gezielte Flutung Polder mit Flut-rinne, Linien-schutz für Einzelgehöfte                                                    | Ja, Gewässer nicht einge-engt | Ja, Polder           | -                         | -                       | -              | -                  | -                      | -            | Ja                  | neutral    |
| MB7    | Ortschaft Obrighoven                                   | Objektschutz (Mauer)                                                                                                       | Ja, Gewässer nicht einge-engt | -                    | -                         | -                       | -              | -                  | -                      | -            | -                   | neutral    |
| MB8    | Rechtes Vor-land unterhalb Bären-schleuse östlich B 70 | gezielte Flutung Polder                                                                                                    | -                             | Ja, Polder           | -                         | -                       | -              | -                  | -                      | -            | -                   | neutral    |

| Nr. MB | Name<br>Maßnahmen-<br>bereich                                           | Geplante<br>Maßnahmen                                                                                                                   | Techni-<br>scher<br>Linien-<br>schutz   | Techni-<br>scher<br>Rückhalt | Vertiefung<br>Stillge-<br>wässer  | Ökologi-<br>sche Auf-<br>wertung | Strahlursprung |                            |                                |                 | Umfluter/<br>Flutrinne | Bewer-<br>tung |
|--------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------|------------------------|----------------|
|        |                                                                         |                                                                                                                                         |                                         |                              |                                   |                                  | Länge          | Mittel-<br>wasser-<br>bett | Entwick-<br>lungs-<br>korridor | Überfl.<br>Auen |                        |                |
| MB9    | Rechtes Vor-<br>land unter-<br>halb Bären-<br>schleuse<br>westlich B 70 | gezielte Flutung<br>Polder                                                                                                              | -                                       | Ja,<br>Polder                | -                                 | -                                | -              | -                          | -                              | -               | -                      | neutral        |
| MB10   | Polder<br>Bramhorst                                                     | Wallrückverle-<br>gung, gezielte<br>Aktivierung Pol-<br>der, Linien-<br>schutz, ökologi-<br>sche Aufwertung<br>Gewässer ggf.<br>möglich | Ja,<br>Gewässer<br>eingeeengt           | Ja,<br>Polder                | -                                 | Ja                               | > 500 m        | -                          | -                              | -               | -                      | neutral        |
| MB11   | Möllgans-<br>horst südlich<br>Ringenberg                                | Verlegung Ge-<br>wässer, natur-<br>nahe Ausfüh-<br>rung                                                                                 | -                                       | -                            | -                                 | Ja                               | > 500 m        | -                          | -                              | -               | Ja                     | gut            |
| MB12   | Abgrabung<br>Weikensee                                                  | Vertiefung eines<br>Stillgewässers                                                                                                      | -                                       | -                            | Ja, keine<br>Beeintr.<br>Gewässer | -                                | -              | -                          | -                              | -               | -                      | neutral        |
| MB13   | Abgrabung<br>Schultenhof                                                | Vertiefung eines<br>Stillgewässers                                                                                                      | Ja,<br>Gewässer<br>nicht einge-<br>engt | -                            | Ja, keine<br>Beeintr.<br>Gewässer | -                                | -              | -                          | -                              | -               | -                      | neutral        |
| MB15   | Abgrabung<br>Kleine Issel                                               | Vertiefung eines<br>Stillgewässers                                                                                                      | -                                       | -                            | Ja, keine<br>Beeintr.<br>Gewässer | -                                | -              | -                          | -                              | -               | -                      | neutral        |
| MB16   | Polder<br>Krahenbusch                                                   | ökologische Auf-<br>wertung Issel                                                                                                       | -                                       | -                            | -                                 | Ja                               | > 500 m        | -                          | -                              | -               | -                      | gut            |

| Nr. MB | Name Maßnahmenbereich                               | Geplante Maßnahmen                                                              | Technischer Linien-schutz     | Technischer Rückhalt | Vertiefung Stillge-wässer | Ökologi-sche Aufwertung | Strahlursprung |                    |                        |              | Umfluter/ Flutrinne | Bewer-tung |
|--------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------|---------------------------|-------------------------|----------------|--------------------|------------------------|--------------|---------------------|------------|
|        |                                                     |                                                                                 |                               |                      |                           |                         | Länge          | Mittel-wasser-bett | Entwick-lungs-korridor | Überfl. Auen |                     |            |
| MB17   | Linkes Vorland gegen-über Abgra-bung Werth          | gezielte Flutung Polder                                                         | -                             | Ja, Polder           | -                         | -                       | -              | -                  | -                      | -            | -                   | neutral    |
| MB18   | Abgrabung Werth                                     | gezielte Flutung Polder                                                         | -                             | Ja, Polder           | -                         | -                       | -              | -                  | -                      | -            | -                   | neutral    |
| MB19   | Linkes Vorland gegen-über Ort-schaft Werth          | gezielte Flutung Polder                                                         | -                             | Ja, Polder           | -                         | -                       | -              | -                  | -                      | -            | -                   | neutral    |
| MB20   | Ortschaft Werth                                     | Deichneubau                                                                     | Ja, Gewässer eingeengt        | -                    | -                         | -                       | -              | -                  | -                      | -            | -                   | negativ    |
| MB21   | Wall und Vorland links un-terhalb Ort-schaft Werth  | kontrollierte Aus-leitung, ökologi-sche Aufwertung Issel geplant                | -                             | Ja, Polder           | -                         | Ja                      | > 500 m        | -                  | -                      | -            | -                   | gut        |
| MB22   | Gewäs-seraufwei-tung Issel oberhalb Is-selburg      | Deichrückverle-gung, Gewäs-seraufweitung, Erreichung öko-logisch guter Zu-stand | Ja, Gewässer nicht einge-engt | -                    | -                         | Ja                      | > 500 m        | Ja                 | Ja                     | Ja           | -                   | sehr gut   |
| MB23   | Vorland rechts oberhalb Issel-burg (Schüt-tenstein) | gezielte Flutung Polder, Deich-neubau                                           | Ja, Gewässer nicht einge-engt | ja, Pol-der          | -                         | -                       | -              | -                  | -                      | -            | -                   | neutral    |

| Nr. MB | Name Maßnahmenbereich                                     | Geplante Maßnahmen                                                                         | Technischer Linien-schutz        | Technischer Rückhalt | Vertiefung Stillgewässer | Ökologische Aufwertung | Strahlursprung |                  |                      |              | Umfluter/Flutrinne | Bewertung |
|--------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------|--------------------------|------------------------|----------------|------------------|----------------------|--------------|--------------------|-----------|
|        |                                                           |                                                                                            |                                  |                      |                          |                        | Länge          | Mittelwasserbett | Entwicklungskorridor | Überfl. Auen |                    |           |
| MB24   | Innenstadt Isselburg                                      | Deichneubau, ökologische Aufwertung Issel                                                  | Ja, Gewässer eingeengt           | -                    | -                        | Ja                     | > 500 m        | -                | -                    | -            | -                  | neutral   |
| MB26   | Bereich Am Stromberg                                      | Deichrückverlegung, Gewässeraufweitung, Erreichung guter ökologischer Zustand              | Ja, Gewässer nicht eingeengt     | -                    | -                        | Ja                     | 400 m          | Ja               | Ja                   | Ja           | -                  | gut       |
| MB27   | Bereich Anholt Kläranlage                                 | Deichrückverlegung, Gewässeraufweitung, Erreichung guter ökologischer Zustand, Deichneubau | Ja, Gewässer nicht eingeengt     | -                    | -                        | Ja                     | > 500 m        | Ja               | Ja                   | Ja           | -                  | sehr gut  |
| MB28   | Bereich unterhalb Anholt bis NL                           | Deichrückverlegung, Gewässeraufweitung, Erreichung guter ökologischer Zustand              | Ja, Gewässer teilweise eingeengt | -                    | -                        | Ja                     | > 500 m        | Ja               | Ja                   | Ja           | -                  | sehr gut  |
| MB29   | Gewässeraufweitung Klev'sche Landwehr unterhalb Isselburg | Deichrückverlegung, Gewässeraufweitung, Erreichung guter ökologischer Zustand, HWS-Mauern  | Ja, Gewässer teilweise eingeengt | -                    | -                        | ja                     | > 500 m        | Ja               | Ja                   | Ja           | -                  | sehr gut  |

|        |                                                          |                                                                                           |                                  |                      |                          |                        | Strahlursprung |                  |                      |              |                    |           |
|--------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------|--------------------------|------------------------|----------------|------------------|----------------------|--------------|--------------------|-----------|
| Nr. MB | Name Maßnahmenbereich                                    | Geplante Maßnahmen                                                                        | Technischer Linien-schutz        | Technischer Rückhalt | Vertiefung Stillgewässer | Ökologische Aufwertung | Länge          | Mittelwasserbett | Entwicklungskorridor | Überfl. Auen | Umfluter/Flutrinne | Bewertung |
| MB33   | Gewässeraufweitung Klev'sche Landwehr Bereich Passhof    | Deichrückverlegung, Gewässeraufweitung, Erreichung guter ökologischer Zustand, HWS-Mauern | Ja, Gewässer teilweise eingeengt | -                    | -                        | ja                     | > 500 m        | Ja               | Ja                   | Ja           | -                  | sehr gut  |
| MB34   | Überleitung Ringenberger Bruchgraben in die Kleine Issel | Flutrinne zu Abgrabungsseen                                                               | -                                | -                    | -                        | -                      | -              | -                | -                    | -            | Ja                 | neutral   |
| MB35   | Deichneubau Hamminkeln                                   | Deichneubau                                                                               | Ja, Gewässer teilweise eingeengt | -                    | -                        | -                      | -              | -                | -                    | -            | -                  | negativ   |

## 8.5 Umsetzbarkeit

Zur Bewertung der Umsetzbarkeit ist eine umfangreiche Widerstands- und Konfliktanalyse durchzuführen. Die im Folgenden dargestellten Aspekte sind für jede geplante Maßnahme zu prüfen und zu bewerten. Anschließend werden die Ergebnisse der Widerstands- und Konfliktanalyse in einer Tabelle dargestellt und je Maßnahmenvariante eine Gesamtbewertung für die Umsetzbarkeit in den Klassen

- hohes Umsetzungspotenzial,
- mittleres Umsetzungspotenzial und
- geringes Umsetzungspotenzial

durchgeführt.

Für alle im HWSK Issel betrachteten Maßnahmenbereiche wurde eine detaillierte Widerstands- und Konfliktanalyse durchgeführt. Die Ergebnisse sind in der Anlage 8-1 dargestellt.

Im Rahmen der Widerstands- und Konfliktanalyse werden folgende Aspekte durch eine Vielzahl von Einzelkriterien bewertet:

- Gebietsentwicklungsplan (Datenquelle: Regionalpläne NRW)
  - Siedlungsraum
  - Freiraum
  - Verkehrsinfrastruktur
- Schutzgebiete (Datenquelle: Landschaftsinformationssammlung NRW (LINFOS))
  - Internationale Schutzgebiete/IUCN (International Union for Conservation of Nature)
    - IUCN-II Nationalpark
    - IUCN-IV Biotop-/Artenschutzgebiet
    - IUCN-V Geschützte Landschaft
  - Nationale Schutzgebiete
  - Geschützte Biotope
- örtliche Kriterien (Detaillierung der oben genannten Kriterien)
  - Infrastruktur
  - Verkehr
  - Flächenverfügbarkeit
  - Geologie
  - Freizeit
  - Umsetzung

Die jeweiligen Bewertungskriterien der o. g. Aspekte sind in der Anlage 8-1 dargestellt. Die Kriterien Infrastruktur, Flächenverfügbarkeit und Geologie konnten auf Basis der vorliegenden Daten nicht bewertet werden.

Auf Basis der untersuchten Kriterien wird dem HWSK Issel insgesamt eine **hohes Umsetzungspotenzial** zugesprochen.

## 8.6 Festlegung einer Vorzugsvariante

Die Festlegung einer Vorzugsvariante erfolgt auf Basis eines Bewertungsschemas der fünf zuvor beschriebenen Kriterien. Dabei erhält jede Maßnahmenvariante (ggf. mit verschiedenen Umsetzungsvarianten) je Kriterium eine Punktzahl, welche in die Festlegung einer Vorzugsvariante einfließt (vgl. Tabelle 8-5). Die Variante, die summiert die meisten Punkte aufweist, ist

als Vorzugsvariante weiter zu verfolgen. Dabei können die einzelnen Kriterien, in Abhängigkeit von den projektspezifischen Besonderheiten unterschiedlich gewichtet werden.

Tabelle 8-5: Punkteverteilung Bewertungskriterien

| <b>Wirksamkeit</b>                                            |               |
|---------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>Bewertung</b>                                              | <b>Punkte</b> |
| hohe Wirksamkeit                                              | 3             |
| mittlere Wirksamkeit                                          | 2             |
| geringe Wirksamkeit                                           | 1             |
| <b>Wirtschaftlichkeit</b>                                     |               |
| <b>Bewertung</b>                                              | <b>Punkte</b> |
| sehr gute Wirtschaftlichkeit (NKV größer 1,6)                 | 3             |
| gute Wirtschaftlichkeit (NKV zwischen 0,8 und 1,6)            | 2             |
| prüfungswürdige Wirtschaftlichkeit (NKV zwischen 0,2 und 0,8) | 1             |
| schlechte Wirtschaftlichkeit (NKV kleiner 0,2)                | 0             |
| <b>Finanzierbarkeit</b>                                       |               |
| <b>Bewertung</b>                                              | <b>Punkte</b> |
| sehr gut finanzierbar                                         | 3             |
| gut finanzierbar                                              | 2             |
| schwierig finanzierbar                                        | 1             |
| <b>Verbesserung der Gewässerökologie</b>                      |               |
| <b>Bewertung</b>                                              | <b>Punkte</b> |
| sehr positiv, deutliche Verbesserung der Gewässerökologie     | 3             |
| positiv, Verbesserung der Gewässerökologie                    | 2             |
| neutral, weder positive noch negative Auswirkungen            | 1             |
| negative Auswirkung auf die Gewässerökologie                  | 0             |
| <b>Umsetzbarkeit</b>                                          |               |
| <b>Bewertung</b>                                              | <b>Punkte</b> |
| hohes Umsetzungspotenzial                                     | 3             |
| mittleres Umsetzungspotenzial                                 | 2             |
| geringes Umsetzungspotenzial                                  | 1             |

Dabei können die einzelnen Kriterien in Abhängigkeit von den projektspezifischen Besonderheiten unterschiedlich gewichtet werden. Folgende Gewichte erhalten die Kriterien in der Standardgewichtung (s. Tabelle 8-6).

Tabelle 8-6: Standardgewichte der Bewertungskriterien

| <b>Bewertungskriterium</b>        | <b>Gewicht</b> |
|-----------------------------------|----------------|
| Wirksamkeit                       | 1              |
| Wirtschaftlichkeit                | 0,5            |
| Finanzierbarkeit                  | 0,5            |
| Verbesserung der Gewässerökologie | 1              |
| Umsetzbarkeit                     | 1              |

Damit die „monetäre Bewertung“ im Vergleich zu den weiteren Bewertungskategorien nicht überbewertet wird, wird die Wirtschaftlichkeit und die Finanzierbarkeit getrennt ermittelt und bei der Gewichtungverteilung 1 („gleichmäßige Gewichtung“) jeweils mit einem Gewicht von 0,5 angesetzt.

Die Variante, die summiert die meisten mit den Gewichten multiplizierten Punkte erreicht, ist als Vorzugsvariante weiter zu verfolgen.

In Tabelle 8-7 wurde die Gesamtbewertung für den Planzustand beispielhaft durchgeführt.

Tabelle 8-7: Gesamtbewertung für den Planzustand

| <b>Kriterium</b>         | <b>Bewertungsbandbreite</b> | <b>Gewicht</b> | <b>Bewertung Planzustand</b> |
|--------------------------|-----------------------------|----------------|------------------------------|
| Wirksamkeit              | 3, 2, 1                     | 1              | 3                            |
| Wirtschaftlichkeit       | 3, 2, 1, 0                  | 0,5            | 3                            |
| Finanzierbarkeit         | 3, 2, 1                     | 0,5            | 2                            |
| Ökologische Verbesserung | 3, 2, 1, 0                  | 1              | 3                            |
| Umsetzbarkeit            | 3, 2, 1                     | 1              | 3                            |
| <b>Summe</b>             |                             |                | <b>11,5</b>                  |

## 9 Zusammenfassende Bewertung des Risikobasierten HWSK

Im Pilotprojekt Issel wurden die entwickelten Verfahrensweisen und die zugehörigen Ergebnisse für den Planzustand im Hinblick auf das Risikobasierte HWSK detailliert dargestellt. Es wird gezeigt, dass die Anwendung „funktioniert“. Im Rahmen der Pilotprojekte wurden durch unterschiedliche Sensitivitätsanalysen die sinnvollsten Verfahrensweisen und Ergebnisdarstellungen ermittelt („Best Practice“).

Im Rahmen des Verfahrens werden Karten, Daten und Ergebnisse ermittelt, auf deren Basis das Erfordernis von Maßnahmen und deren Wirkung sehr gut beurteilt werden kann. Folgende Ergebnisse werden ermittelt und sind Grundlage für das Risikobasierte HWSK:

- hydrologische Berechnungen zur Ermittlung von Hochwasserwellen unterschiedlicher Jährlichkeiten
- hydraulische 2D-Berechnungen als Basis für die Ermittlung von Gefahrenzonen und Risikobereichen
  - Ausuferungen
  - Wassertiefen
  - Fließgeschwindigkeiten
- Karten
  - für Vulnerabilitätsbereiche
  - für Gefahrenzonen
  - für Risikobereiche
- Schadenspotenziale auf der Grundlage eines modifizierten BEAM-Ansatzes
- Maßnahmenkosten
- Nutzen-Kosten-Analysen
- Bewertungskriterien für Varianten
  - Umsetzbarkeit
  - Wirksamkeit
  - Wirtschaftlichkeit
  - Finanzierbarkeit
  - ökologische Verbesserung
- Gesamtbewertung zur Festlegung einer Vorzugsvariante

Nachfolgend werden die Aspekte dargestellt, die durch die Anwendung des Risikobasierten HWSK im Vergleich zu den herkömmlichen HWSK eine deutliche Verbesserung der Verfahrensweise darstellen:

- Die zusätzlich erforderlichen Grundlegendaten sind in NRW alle frei verfügbar.
- Maßgebliche Verfahrensweisen wurden im Rahmen des Pilotprojektes detailliert untersucht und ein „Best Practice“ für folgende Arbeitsinhalte erarbeitet:
  - Schadenspotenzialberechnung
  - Ermittlung von Maßnahmenkosten
  - Nutzen-Kosten-Analyse
  - Variantenbewertungen
- Durch die Festlegung von Vulnerabilitätsbereichen wird der Fokus bei den Hochwasserschutzmaßnahmen auf geschlossene Siedlungsgebiete bzw. Einzelbebauungen gerichtet.
- Die Karten der Risikobereiche zeigen deutlich, für welche vulnerablen Gebiete Hochwasserschutzmaßnahmen aus der Sicht des Personenschutzes erforderlich sind.

- Die Entwicklung von Hochwasserschutzmaßnahmen ist durch das Risikobasierte HWSK zielgerichteter, d. h. die Maßnahmenkulisse unterscheidet sich von herkömmlichen HWSK.
- Durch das Zulassen von Überflutungen in den Bereichen, in denen der Basisschutz eingehalten ist, können Maßnahmen z. T. entfallen.
- Durch das Zulassen von Überflutungen in den Bereichen, in denen der Basisschutz eingehalten ist, können Maßnahmen z. T. einen geringeren Umfang besitzen bzw. weniger hoch ausfallen.
- Zum Teil wird das Basisschutzziel trotz Überschwemmungen bei HQ100 und HQ300 erreicht, obwohl Überflutungen in den Siedlungsgebieten vorliegen. Dies zeigt, dass das Risikobasierte HWSK somit im Vergleich zu standardmäßigen HWSK, die auf überflutungsfreie Gebiete zielen, durch alternative Schutzziele ggf. kleinere Maßnahmen erfordert. Bei herkömmlichen HWSK war eine Überflutung von bebauten Gebieten für das Schutzziel generell nicht erlaubt.
- Bei herkömmlichen HWSK wird i. d. R. ein Schutzziel im Vorfeld vorgegeben. Das Risikobasierte HWSK ermöglicht es, durch die Darstellung der Risikobereiche für den Istzustand ein bereichsweise erforderliches Schutzziel zu definieren. Diese kann auch ein HQ30 sein, wenn beim HQ100 und HQ300 der Basisschutz bereits besteht.
- Bei herkömmlichen HWSK liegt das Schutzziel i. d. R. bei HQ100. Ein Überlastfall war nicht zwingend zu betrachten. Beim Risikobasierten HWSK wird ergänzend ein höherer Hochwasserabfluss untersucht (HQ300). Daher können die erforderlichen Maßnahmen z. T. umfangreicher oder höher ausfallen. Dies erhöht gleichzeitig die Sicherheit der potenziell betroffenen Personen.
- Die Vorgabe, dass Deiche (auch im Überlastfall) nicht überströmt werden dürfen, kann dazu führen, dass die geplanten Deiche trotz 50 cm Freibord erhöht werden müssen.
- Weiterhin ist im Rahmen eines zukünftig durchzuführenden Risikobasierten HWSK zu prüfen, wie mit geringfügigen Überschreitungen des Basisschutzziels in geschlossenen Ortschaften umgegangen wird, wenn z. B. in einer größeren Ortschaft nur kleinste rote Risikoflächen vorliegen. Hier müssten ggf. nicht unbedingt umfangreiche Maßnahmen erforderlich sein, die die gesamte Ortschaft schützen würden. Es ist sinnvoller und wirtschaftlicher hier Objektschutzmaßnahmen zu entwickeln, sodass es z. B. zu einer Maßnahmenkombination aus Linienschutz und Objektschutz kommt.
- Durch die Berücksichtigung von potenziell betroffenen und geschützten Einwohnern wird die Bewertung von Hochwasserschutzmaßnahmen weitergehend sinnvoll ergänzt.
- Durch die Berücksichtigung von potenziell betroffenen und geschützten vulnerablen Objekten wird die Bewertung von Hochwasserschutzmaßnahmen weitergehend sinnvoll ergänzt.
- Durch die Berücksichtigung von weiteren „Risiko-Hotspots“ kann die Defizitanalyse und Maßnahmenplanung zielgerichteter durchgeführt werden.
- Durch die Ermittlung eines Nutzen-Kosten-Verhältnisses kann die Wirtschaftlichkeit einer Maßnahme bzw. Maßnahmenkombination bewertet werden. Das NKV ist jedoch nur ein Aspekt zur Beurteilung von sinnvollen Hochwasserschutzmaßnahmen. Daher ist dieser Wert im Einzelfall zu bewerten.
- Die nicht-monetären Faktoren, die sogenannten sozioökonomischen Aspekte werden durch das Risikobasierte HWSK bei der Bewertung der Maßnahmen berücksichtigt.
- Durch standardisierte Bewertungsmatrizen können für die fünf Kategorien Umsetzbarkeit, Wirksamkeit, Wirtschaftlichkeit, Finanzierbarkeit und ökologische Verbesserung belastbare Bewertungen der Varianten bzw. Maßnahmen erfolgen.
- Die Gesamtbewertung aus den fünf Kategorien erfolgt ebenfalls durch ein standardisiertes Bewertungsschema, sodass eine Vorzugsvariante benannt werden kann.

- Das Ergebnis der Gesamtbewertung und somit die Beurteilung einer Vorzugsvariante kann abhängig von der angesetzten Gewichtung variieren.

## 10 Literatur und verwendete digitale Daten sowie EDV-Programmsysteme

- BW Land Baden-Württemberg (Hrsg.) 2019: Arbeitshilfe zur Bewertung von Hochwasserschutzmaßnahmen in Baden-Württemberg. Wiesbaden & München
- DVWK Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e. V. (Hrsg.) 1985: Ökonomische Bewertung von Hochwasserschutzwirkungen. (DVWK-Mitteilungen, Heft 10) Bonn
- DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (Hrsg.) 2012: Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen (KVR-Leitlinien). 8. überarbeitete Auflage, Hennef
- DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (Hrsg.) 2016: Merkblatt DWA-M 119. Risikomanagement kommunale Überflutungsvorsorge für Entwässerungssysteme bei Starkregen. Hennef
- Geomer GmbH & Rodriguez, Zeisler, Blank Ingenieurgesellschaft für Wasserbau und Wasserwirtschaft 2018: Anwendungsanleitung. Bewertung des Hochwasserrisikos auf der Grundlage von Schadenspotenzialen. Anwendung von Schadensfunktionen in repräsentativen Beispielsregionen. Heidelberg & Wiesbaden
- Geomer GmbH 2018: BEAM-DE Basic European Assets Map 2018. Nutzerhandbuch. Heidelberg
- Hochwasserkommission Kommission „Hochwasserschutz in Zeiten des Klimawandels“ (Hrsg.) 2024: Empfehlungen zur Erstellung von Hochwasserschutzkonzepten in NRW. Ergebnisdokument der Unterarbeitsgruppe „Hochwasserschutzkonzepte“. Stand 29.11.2024. Düsseldorf
- Hofmann, Julian 2025: 20250611\_UAG\_KG\_Hofmann\_Impulskräfte\_Update\_v2.pdf. Zugelassen am 11.06.2025
- Hydrotec 2023 (auch EMP Wurm): Entwurf Masterplan Wurm. Hydraulische Berechnung von Maßnahmen, Schadenspotenzialanalysen und Risikoermittlung. Aachen. Studie im Auftrag des Wasserverbands Eifel-Rur, Düren
- Hydrotec 2025: Hochwasserrisikomanagementplanung in NRW 2022-2027. GIS-Auswertungen HWSA-Kataster. Aachen. Studie im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf
- Kutschera, Gesa 2008: Analyse der Unsicherheiten bei der Ermittlung der Schadenspotentiale infolge Überschwemmung. [Dissertation an der Fakultät für Bauingenieurwesen der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen] Aachen
- LAWA Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (Hrsg.) 2022: Empfehlungen für die Überprüfung der vorläufigen Bewertung des Hochwasserrisikos und der Risikogebiete nach EG-HWRM-RL. (Handlungsempfehlung. Hochwasserschutz und Hydrologie) München - [https://www.wasserblick.net/servlet/is/219256/20220927\\_Empfehlung-PFRA-Anlage.pdf](https://www.wasserblick.net/servlet/is/219256/20220927_Empfehlung-PFRA-Anlage.pdf)
- MUNV Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (Hrsg.) 2018: Arbeitshilfe kommunales Starkregenrisikomanagement. Hochwasserrisikomanagementplanung in NRW. Düsseldorf
- ProAqua 2013: Erstellung einer einheitlichen wasserwirtschaftlichen Modellbasis zur Issel und ihrer Nebengewässer einschließlich Ermittlung und Darstellung von Überschwemmungsgebieten. Aachen. Studie im Auftrag der Bezirksregierung Münster
- ProAqua 2016: Issel Modellintegration 2016. Aachen. Studie im Auftrag der Bezirksregierung Münster

ProAqua 2017: Erstellung des interkommunalen Hochwasserschutzkonzeptes Issel. Aachen. Studie im Auftrag des Kreises Wesel

ProAqua 2021: Upgrade des zweidimensionalen Modells für das Hochwasserschutzkonzept Issel. Aachen. Studie im Auftrag des Zweckverbands HWS Issel

## Verwendete digitale Daten

### Basis-DLM (ATKIS) Siedlung Daten

- Name: sie01\_f.shp
- Quelle <https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/geobasis/lm/akt/basis-dlm/>

BEAM Datensatz (2021): Schadenspotenzial auf der Grundlage der bereitgestellten Version des BEAM (Basic European Assets Map) Datensatzes für Deutschland mit Stand 2021. Verfügbar unter <https://www.wasserblick.net/servlet/is/219256/>, abgerufen September 2022

DBD-Baupreise für STLB-Bau, Version 2022-10: Gemeinsamer Ausschuss Elektronik im Bauwesen (GAEB), Bonn; umgesetzt von Dr. Schiller & Partner GmbH, Dresden

### Gebäude Daten (ALKIS)

- Name: ave\_GebaeudeBauwerk.shp
- Quelle: NRW ALKIS WFS Dienst ([https://www.wfs.nrw.de/geobasis/wfs\\_nw\\_alkis\\_vereinfacht](https://www.wfs.nrw.de/geobasis/wfs_nw_alkis_vereinfacht))

### Industrieanlagen HWRM („IED-, PRTR- bzw. Störfallanlagen“)

- Name: umweltrelevante\_industrieanlagen.shp
- Quelle: WasserBLick

### Ortschaften (ALKIS)

- Name: ave\_Gemarkung.shp
- Quelle: NRW ALKIS WFS Dienst ([https://www.wfs.nrw.de/geobasis/wfs\\_nw\\_alkis\\_vereinfacht](https://www.wfs.nrw.de/geobasis/wfs_nw_alkis_vereinfacht))

### Planungskosten

- gemäß HOAI §44 Honorarzone III Basissatz für die LP 1-9 auf der Grundlage der abgeschätzten Baukosten

### Regionalpläne NRW

- Quelle: <https://www.giscloud.nrw.de/arcgis/apps/PublicInformation/index.html?appid=68842b4474384e07972e838b64b84e9c>

### Schutzgebiete

- Quelle: Landschaftsinformationssammlung NRW (@LINFOS), <https://infos.naturschutzinformationen.nrw.de/atinfos/de/start>

STLB-Bau, Version 2022-10: Gemeinsamer Ausschuss Elektronik im Bauwesen (GAEB), Bonn; umgesetzt von Dr. Schiller & Partner GmbH, Dresden

### Zensus 2022 (100x100 m Rasterzellen mit Einwohnerwerten)

- Name: Zensus2022\_Bevoelkerungszahl\_100m-Gitter\_Nordrhein-Westfalen
- Quelle: Destatis ([https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Zensus2022/\\_inhalt.html#1403950](https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Zensus2022/_inhalt.html#1403950))

**Verwendete EDV-Programmsysteme**

|                               |   |                                                                  |
|-------------------------------|---|------------------------------------------------------------------|
| ArcGIS Desktop®, Version 10.8 | - | ESRI, Redlands (CA), USA                                         |
| ArcGIS Pro®, Version 3.0      | - | ESRI, Redlands (CA), USA                                         |
| HydroAS, Version 6.2.5        | - | Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH, Aachen |
| HydroAS MapView, Version 1.5  | - | Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH, Aachen |
| HydroAS MapWork, Version 6.1  | - | Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH, Aachen |
| QGIS, Version 3.40 LRT        | - | QGIS.org, QGIS Geographic Information System, QGIS Association   |
| SMS, Version 13.3             | - | AQUAVEO, Provo (Utah), USA                                       |