Tab. 17: Potenzielle Überschwemmungsflächen und betroffene Raumnutzungen bei möglichen Binnenhochwasserpegeln im Verbandsgebiet des EV Norden

EV Norden			BINNENPEGEL [m NHN]								
Verbandsgebiet: 24.506 ha			-0,80	-0,60	-0,40	-0,20	0,00	0,20	0,40	0,60	0,80
ÜBERSCHWEMMUNGSFLÄCHEN UND -VOLUMINA											
Überschwemmungsfläche		ha	157	201	276	388	594	986	1.616	2.777	4.982
entspricht einem **Gebietsanteil** von		%	0,6	0,8	1,1	1,6	2,4	4,0	6,6	11,3	20,3
Überschwemmungsvolumen*		Mio. m³	0,3	0,7	1,1	1,8	2,8	4,4	6,9	11,3	18,9
entspricht einer **Gebietsabflusshöhe** von		mm	1,3	2,7	4,7	7,4	11,4	17,8	28,3	46,0	77,3
BETROFFENHEIT VON RAUMNUTZUNGEN											
Flächennutzung (ALKIS)	Siedlungsflächen[1]	ha	0	1	2	5	9	20	36	68	136
	Verkehrsflächen		0	3	9	17	30	50	78	120	183
	Landwirtschaftsflächen		1	24	56	119	262	562	1.068	2.052	4.017
	sonstige Vegetationsflächen[2]		0	4	11	24	47	84	135	213	300
	Gewässerflächen		156	169	199	224	247	272	298	324	345
Gebäude (ALKIS)	Gebäude mit (partieller) Wohnfunktion[3]	Anzahl	0	1	1	2	4	18	39	76	358
	Gebäude für öffentliche Zwecke[4]		0	0	0	0	0	0	0	1	2
	Gebäude für Gewerbe und Industrie[5]		0	0	0	0	4	22	53	187	625
sensible Infrastruktur	Windenergieanlagen[6]	Anzahl	0	0	1	1	1	10	21	40	63
	Biogasanlagen[6]		0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Umspannwerke[7]		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kläranlagen[7]		0	0	0	0	0	0	0	0	0

* bezogen auf den winterlichen Sollwasserstand von -1,0 m NHN im Hauptvorflutsystem

[1] Wohnbauflächen, Flächen gemischter Nutzung, Flächen besonderer funktionaler Prägung, Sport-/Freizeit-/Erholungsflächen, Friedhof, Industrie- und Gewerbeflächen, Halde, Tagebau/Grube/Steinbruch

[2] Wald, Gehölz, Heide, Moor, Sumpf, Unland

[3] Gebäudefunktion (FKT): 1000-1223; Hinweis: Ist ein Gebäude (partiell) betroffen, so wird die Grundfläche des gesamten Gebäudes in die Berechnung einbezogen.

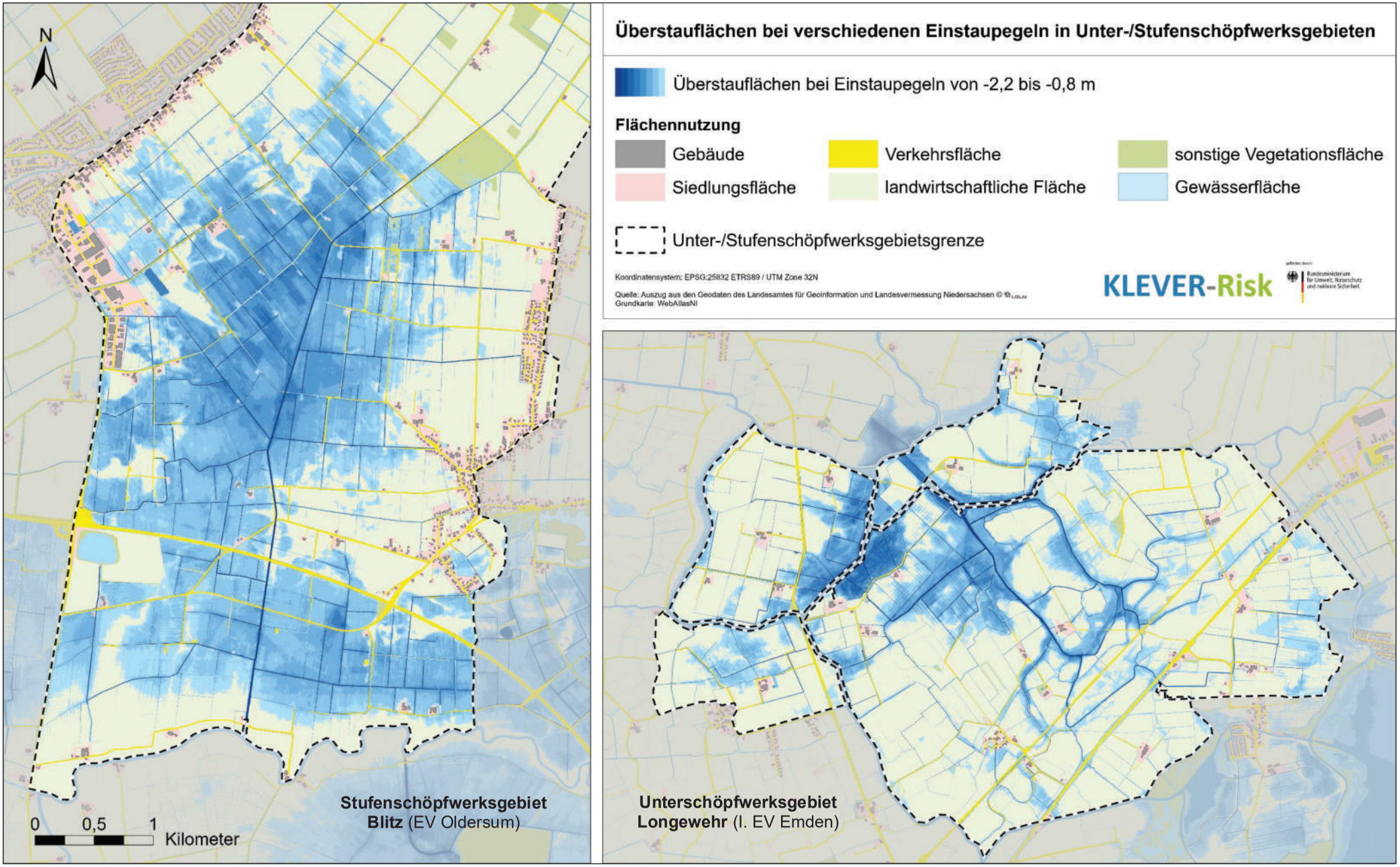
[4] Gebäudefunktion (FKT): 3000-3281; Hinweis: Ist ein Gebäude (partiell) betroffen, so wird die Grundfläche des gesamten Gebäudes in die Berechnung einbezogen.

[5] Gebäudefunktion (FKT): 2000-2740; Hinweis: Ist ein Gebäude (partiell) betroffen, so wird die Grundfläche des gesamten Gebäudes in die Berechnung einbezogen.

[6] Datenquelle: Energieatlas Niedersachsen

[7] Datenquelle: OpenStreetMap

Abb. 47: Überstauflächen bei verschiedenen Einstaupegeln in den Stufen-/Unterschöpfwerksgebieten Blitz (EV Oldersum) und Longewehr (I. EV Emden)



Tab. 18: Überstauflächen, Retentionsvolumina und betroffene Raumnutzungen bei verschiedenen Einstaupegeln in den Stufen-/Unterschöpfwerksgebieten Blitz (EV Oldersum) und Longewehr (I. EV Emden)

Stufenschöpfwerksgebiet Blitz			EINSTAUPEGEL [m NHN]							
Gebietsgröße: 3.104 ha			-2,20	-2,00	-1,80	-1,60	-1,40	-1,20	-1,00	-0,80
ÜBERSTAUFLÄCHEN UND RETENTIONSVOLUMINA										
Überstaufläche		ha	20,0	26,7	36,2	80,1	217,8	499,4	881,0	1.158
entspricht einem **Gebietsanteil** von		%	0,6	0,9	1,2	2,6	7,0	16,1	28,4	37,3
Retentionsvolumen		Mio. m³	0,04	0,09	0,15	0,26	0,54	1,24	2,65	4,72
entspricht einer **Gebietsabflusshöhe** von		mm	1	3	5	8	17	40	85	152
BETROFFENHEIT VON RAUMNUTZUNGEN										
Flächennutzung (ALKIS)	Siedlungsflächen[1]	ha	0,0	0,0	0,1	0,2	0,9	3,2	6,9	13,8
	Verkehrsflächen		0,4	1,0	2,3	4,7	8,2	14,2	23,5	34,4
	Landwirtschaftsflächen		0,3	0,6	3,5	37,2	162,2	427,3	782,3	1.025,7
	Ackerland[2]		*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,4*	*6,5*	*29,6*	*66,4*	*105,2*
	Grünland[2]		*0,0*	*0,1*	*2,2*	*33,6*	*142,2*	*352,8*	*633,9*	*816,5*
	Mischblock[2]		*0,0*	*0,0*	*0,4*	*1,9*	*12,1*	*43,2*	*72,4*	*87,9*
	sonstige Vegetationsflächen[3]		0,0	0,1	0,2	0,5	1,4	3,3	7,5	11,9
	Gewässerflächen		19,3	25,1	30,1	37,6	45,2	51,5	60,7	72,3
Gebäude (ALKIS)	Gebäude mit (partieller) Wohnfunktion[4]	Anzahl	0	0	0	0	0	0	2	3
	Gebäude für öffentliche Zwecke[5]		0	0	0	0	0	0	0	0
	Gebäude für Gewerbe und Industrie[6]		0	0	0	0	0	0	8	19
sensible Infrastruktur	Windenergieanlagen[7]	Anzahl	0	0	0	0	0	2	5	12
	Biogasanlagen[7]		0	0	0	0	0	0	0	1
	Umspannwerke[8]		0	0	0	0	0	0	1	1
	Kläranlagen[8]		0	0	0	0	0	0	0	0
Verkehrswege	Bahnlinie[8]	m	0	0	0	0	0	0	0	0
	Autobahn/Kraftfahrstraße[9]		0	0	0	0	0	0	0	0
	Bundesstraße[10]		0	0	0	0	0	0	0	0
	Landesstraße[11]		0	0	0	0	0	0	0	0
	Kreisstraße[12]		8	8	9	10	10	11	11	13
	sonstige Verkehrswege[13]		17	22	37	71	290	1.337	3.333	7.062
Schutzgebiete	Schutzgebietsflächen[14]	ha	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,9	4,5	7,4
	EU-Vogelschutzgebiete		*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*
	FFH-Gebiete		*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,6*	*0,7*	*4,2*	*6,5*
	Naturschutzgebiete		*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*
	Landschaftsschutzgebiete		*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,1*	*0,2*	*0,3*	*0,9*
	Wasserschutzgebiete Zone II		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
	Wasserschutzgebiete Zone III		17,9	22,9	30,7	71,0	198,0	436,9	754,5	974,1

[1] Wohnbauflächen, Flächen gemischter Nutzung, Flächen besonderer funktionaler Prägung, Sport-/Freizeit-/Erholungsflächen, Friedhof, Industrie- und Gewerbeflächen, Halde, Tagebau/Grube/Steinbruch
[2] Datenquelle: Servicezentrum für Landentwicklung und Agrarförderung (InVeKos-Referenzparzellen (Feldblöcke))
[3] Wald, Gehölz, Heide, Moor, Sumpf, Unland
[4] Gebäudefunktion (FKT): 1000-1223; Hinweis: Ist ein Gebäude (partiell) betroffen, so wird die Grundfläche des gesamten Gebäudes in die Berechnung einbezogen.
[5] Gebäudefunktion (FKT): 3000-3281; Hinweis: Ist ein Gebäude (partiell) betroffen, so wird die Grundfläche des gesamten Gebäudes in die Berechnung einbezogen.
[6] Gebäudefunktion (FKT): 2000-2740; Hinweis: Ist ein Gebäude (partiell) betroffen, so wird die Grundfläche des gesamten Gebäudes in die Berechnung einbezogen.
[7] Datenquelle: Energieatlas Niedersachsen
[8] Datenquelle: OpenStreetMap
[9] Datenquelle: OpenStreetMap; Straßen der Verkehrsbedeutung: motorway(_link), trunk(_link)
[10] Datenquelle: OpenStreetMap; Straßen der Verkehrsbedeutung: primary(_link)
[11] Datenquelle: OpenStreetMap; Straßen der Verkehrsbedeutung: secondary(_link)
[12] Datenquelle: OpenStreetMap; Straßen der Verkehrsbedeutung: tertiary(_link)
[13] Datenquelle: OpenStreetMap; Straßen der Verkehrsbedeutung: unclassified; residential; living_street; track(_grade1, _grade2, _grade3)
[14] Die Oberkategorie "Schutzgebietsflächen" umfasst die Gesamtfläche der vier genannten Unterkategorien, wobei Gebietsüberlagerungen herausgerechnet wurden.

Unterschöpfwerksgebiet Longewehr			EINSTAUPEGEL [m NHN]							
Gebietsgröße: 1.430 ha			-2,20	-2,00	-1,80	-1,60	-1,40	-1,20	-1,00	-0,80
ÜBERSTAUFLÄCHEN UND RETENTIONSVOLUMINA										
Überstaufläche		ha	11,0	15,5	29,1	52,4	99,9	174,6	270,7	428,2
entspricht einem **Gebietsanteil** von		%	0,8	1,1	2,0	3,7	7,0	12,2	18,9	29,9
Retentionsvolumen		Mio. m³	0,02	0,05	0,09	0,17	0,32	0,60	1,04	1,73
entspricht einer **Gebietsabflusshöhe** von		mm	2	3	6	12	23	42	73	121
BETROFFENHEIT VON RAUMNUTZUNGEN										
Flächennutzung (ALKIS)	Siedlungsflächen[1]	ha	0,1	0,1	0,2	0,4	0,6	0,9	1,4	2,5
	Verkehrsflächen		0,2	0,6	1,0	1,8	2,9	4,7	7,4	11,6
	Landwirtschaftsflächen		3,1	5,3	14,1	33,3	76,2	145,5	234,0	381,1
	Ackerland[2]		*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,1*	*1,7*	*7,0*	*15,1*	*23,3*
	Grünland[2]		*0,1*	*0,6*	*7,0*	*23,1*	*60,8*	*119,9*	*194,0*	*325,6*
	Mischblock[2]		*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,1*	*0,4*
	sonstige Vegetationsflächen[3]		0,6	0,9	1,4	2,1	2,9	4,0	6,0	8,7
	Gewässerflächen		7,1	8,7	12,4	14,9	17,3	19,6	22,0	24,3
Gebäude (ALKIS)	Gebäude mit (partieller) Wohnfunktion[4]	Anzahl	0	0	0	0	0	0	0	0
	Gebäude für öffentliche Zwecke[5]		0	0	0	0	0	0	0	0
	Gebäude für Gewerbe und Industrie[6]		0	0	0	0	0	0	2	4
sensible Infrastruktur	Windenergieanlagen[7]	Anzahl	0	0	0	0	0	0	0	0
	Biogasanlagen[7]		0	0	0	0	0	0	0	0
	Umspannwerke[8]		0	0	0	0	0	0	0	0
	Kläranlagen[8]		0	0	0	0	0	0	0	0
Verkehrswege	Bahnlinie[8]	m	0	0	0	4	6	8	11	16
	Autobahn/Kraftfahrstraße[9]		0	0	0	0	0	0	0	0
	Bundesstraße[10]		0	0	0	0	0	0	0	0
	Landesstraße[11]		0	0	0	0	0	0	0	0
	Kreisstraße[12]		0	0	0	0	0	0	0	0
	sonstige Verkehrswege[13]		5	8	22	119	213	359	666	1.604
Schutzgebiete	Naturschutz[14]	ha	7,2	9,4	13,8	23,6	51,3	96,4	147,8	233,7
	EU-Vogelschutzgebiete		*6,4*	*8,5*	*12,8*	*22,3*	*49,4*	*93,4*	*141,9*	*221,0*
	FFH-Gebiete		*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,1*	*0,1*
	Naturschutzgebiete		*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,1*
	Landschaftsschutzgebiete		*7,2*	*9,4*	*13,8*	*23,5*	*51,1*	*96,1*	*147,4*	*233,1*
	Wasserschutzgebiete		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

[1] Wohnbauflächen, Flächen gemischter Nutzung, Flächen besonderer funktionaler Prägung, Sport-/Freizeit-/Erholungsflächen, Friedhof, Industrie- und Gewerbeflächen, Halde, Tagebau/Grube/Steinbruch
[2] Datenquelle: Servicezentrum für Landentwicklung und Agrarförderung (InVeKos-Referenzparzellen (Feldblöcke))
[3] Wald, Gehölz, Heide, Moor, Sumpf, Unland
[4] Gebäudefunktion (FKT): 1000-1223; Hinweis: Ist ein Gebäude (partiell) betroffen, so wird die Grundfläche des gesamten Gebäudes in die Berechnung einbezogen.
[5] Gebäudefunktion (FKT): 3000-3281; Hinweis: Ist ein Gebäude (partiell) betroffen, so wird die Grundfläche des gesamten Gebäudes in die Berechnung einbezogen.
[6] Gebäudefunktion (FKT): 2000-2740; Hinweis: Ist ein Gebäude (partiell) betroffen, so wird die Grundfläche des gesamten Gebäudes in die Berechnung einbezogen.
[7] Datenquelle: Energieatlas Niedersachsen
[8] Datenquelle: OpenStreetMap
[9] Datenquelle: OpenStreetMap; Straßen der Verkehrsbedeutung: motorway(_link), trunk(_link)
[10] Datenquelle: OpenStreetMap; Straßen der Verkehrsbedeutung: primary(_link)
[11] Datenquelle: OpenStreetMap; Straßen der Verkehrsbedeutung: secondary(_link)
[12] Datenquelle: OpenStreetMap; Straßen der Verkehrsbedeutung: tertiary(_link)
[13] Datenquelle: OpenStreetMap; Straßen der Verkehrsbedeutung: unclassified; residential; living_street; track(_grade1, _grade2, _grade3)
[14] Die Oberkategorie "Naturschutz" umfasst die Gesamtfläche der vier genannten Unterkategorien, wobei Gebietsüberlagerungen herausgerechnet wurden.

5.6 Verbesserung der Binnenhochwasservorsorge seitens der Kommunen und Verbände

Neben den im vorangegangenen Kapitel thematisierten Binnenhochwasser-Alarmplänen wurden im Rahmen von KLEVER-Risk weitere Verbesserungsmöglichkeiten der Binnenhochwasservorsorge im Zuständigkeitsbereich der Kommunen und/oder Verbände identifiziert. Von den beteiligten Projektpartnern wurden insbesondere folgende Optimierungspotenziale benannt:

- Sicherung der Funktionsfähigkeit von Schöpfwerken im Falle eines Stromausfalls,
- koordinierte Beschaffung und Vorhaltung von Notfallausrüstung,
- Einrichtung eines verbandsübergreifenden Pegelinformationssystems,
- Intensivierung der institutionenübergreifenden Zusammenarbeit

Sicherung der Funktionsfähigkeit von Schöpfwerken im Falle eines Stromausfalls

Sowohl durch einen lokal begrenzten (z. B. aufgrund eines defekten Umspannwerks) als auch durch einen großräumigen Stromausfall (z. B. infolge eines Blackouts) kann es zur Unterbrechung der Stromversorgung für ein oder mehrere Schöpfwerke kommen. Trifft ein solcher Stromausfall mit größeren Niederschlagsmengen und fehlenden Sielmöglichkeiten zusammen, können Binnenhochwassersituationen entstehen, die tendenziell umso stärker ausfallen, je länger die Stromversorgung unterbrochen ist.

Um dieser Gefahr vorzubeugen, könnten Schöpfwerke mit einer **Notstromversorgung** ausgestattet werden, wobei hinsichtlich der Realisierungsmöglichkeiten deutliche Unterschiede zwischen den Unter- bzw. Stufenschöpfwerken und den Mündungsschöpfwerken bestehen.

Unter- bzw. Stufenschöpfwerke

Eine Notstromversorgung der Unter- bzw. Stufenschöpfwerke ist prinzipiell mit Hilfe mobiler Notstromaggregate möglich. Hierfür sind allerdings entsprechende Anschlussmöglichkeiten erforderlich, die längst noch nicht bei allen Schöpfwerken vorhanden sind. Im Zuge ohnehin anstehender Erneuerungsmaßnahmen können fehlende Anschlüsse aber sukzessive nachgerüstet werden.
Um eine ausreichende Anzahl passfähiger Notstromaggregate vorzuhalten, wäre die Schaffung eines verbandsübergreifenden Pools verschiedener Aggregatetypen denkbar, die im Bedarfsfall jeweils flexibel für bestimmte Unter- bzw. Stufenschöpfwerke eingesetzt werden könnten.

Mündungsschöpfwerke

Für eine Notstromversorgung der Mündungsschöpfwerke kämen nur große Aggregate in Form von Container-Lösungen in Frage, die bis zu einer gewissen Leistung unter Umständen noch als mobile Anlagen ausgeführt werden könnten, in der Regel aber eher stationär errichtet werden müssten. Die Dimensionierung entsprechender Notstromaggregate wäre neben den technischen Voraussetzungen des jeweiligen Mündungsschöpfwerks insbesondere von der Frage abhängig, wie viele der vorhandenen Schöpfwerkspumpen im Notfall mit Hilfe der Anlage in Betrieb gehalten werden sollen. Derartige Notstromaggregate werden in der Regel mit Diesel (oder alternativ mit Methanol) betrieben und weisen einen Verbrauch von bis zu mehreren hundert Litern pro Stunde auf, sodass für den Fall eines längerfristig erforderlichen Notstrombetriebs eine ausreichende Bevorratung bzw. Nachlieferung des benötigten Kraftstoffes zu gewährleisten wäre.

Vor dem Hintergrund des immensen Investitionsaufwands, der bei einer Realisierung von Notstromaggregaten dieser Größenordnung entstehen würde, stellt sich die Frage, wie derartige Maßnahmen finanziert werden könnten. Für die Entwässerungsverbände allein wäre dies nicht leistbar. Vielmehr müsste die Notstromversorgung der Mündungsschöpfwerke als Aufgabe der kommunalen Daseinsvorsorge definiert und von Seiten des Landes finanziell unterstützt werden.

Neben der Ausstattung mit Notstromaggregaten bestünde theoretisch auch die Möglichkeit, Mündungsschöpfwerke durch eine **Direkteinspeisung von Strom aus einer nahegelegenen Windkraftanlage** energieautark zu machen, um den Schöpfwerksbetrieb auch im Falle eines Stromausfalls (zumindest mit einem Teil der Pumpen) aufrechterhalten zu können. So gibt es seitens des I. EV Emden entsprechende Bestrebungen, genauer zu eruieren, ob und inwieweit das Schöpfwerk Knock bei einem kompletten Stromnetzausfall mit Hilfe der dortigen Windkraftanlage im Inselbetrieb weitergenutzt werden könnte. Sollte sich dieser Ansatz künftig tatsächlich realisieren lassen, könnte der Aspekt „autarke Energieversorgung bei Stromausfall“ ein gewichtiges Argument dafür sein, auch bei anderen Mündungsschöpfwerken eine (Ausnahme-)Genehmigung entsprechender Windkraftanlagen zu ermöglichen.

koordinierte Beschaffung und Vorhaltung von Notfallausrüstung

Um für potenzielle Binnenhochwasserereignisse möglichst gut aufgestellt zu sein, wurde vorgeschlagen, die Beschaffung und Vorhaltung von Notfallausrüstungsgegenständen stärker verbands- und kommunenübergreifend zu koordinieren, um auf diese Weise Synergieeffekte zu schaffen. Auf Basis einer umfassenden Bestandsaufnahme bei den Landkreisen, bei den Städten und Gemeinden (insb. Ortsfeuerwehren) sowie bei den Entwässerungs- und Deichverbänden könnten abgestimmte Konzepte für eine zielgerichtete Optimierung der erforderlichen Notfallausrüstung zur Bekämpfung von Hochwasserereignissen (z. B. mobile Notstromaggregate und Pumpen, mobile Hochwasserbarrieren, Depots zur Befüllung und Lagerung von Sandsäcken etc.) erarbeitet werden. Dabei wären auch die kurzfristigen Bereitstellungsmöglichkeiten für bestimmte Notfallausrüstungsgegenstände durch Hilfsorganisationen wie das Technische Hilfswerk (THW) abzuklären.

Des Weiteren wäre unter Umständen auch bei der Vorhaltung von Ersatzteilen für die Entwässerungstechnik (z. B. für Pumpen), die im Bedarfsfall (d. h. bei einem technischen Defekt) möglichst schnell verfügbar sein müssen, eine verbandsübergreifende Kooperation möglich. Dies wird allerdings durch die zum Teil sehr spezifischen Pumpensysteme erschwert, die häufig individuelle Ersatzteile benötigen. Abhilfe könnte diesbezüglich in Zukunft möglicherweise die seitens der Entwässerungsverbände vorgeschlagene Modularisierung und Standardisierung der Schöpfwerkstechnik (s. Kap. 5.1) schaffen.

Einrichtung eines verbandsübergreifenden Pegelinformationssystems

Während die vom Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) sowie von der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) betriebenen Pegel an Tidegewässern und Binnenflüssen im webbasierten Informationsportal (www.pegelonline.nlwkn.niedersachsen.de) zusammengeführt werden und öffentlich einsehbar sind, gibt es für die von den Entwässerungsverbänden und vom NLWKN betriebenen Pegel in den Binnengewässern des Küstenraumes bislang keine vergleichbare Lösung. Um diese Lücke zu schließen, wurde im Rahmen von KLEVER-Risk unter Federführung des Landkreises Aurich und des I. EV Emden eine Initiative zur Einrichtung eines verbandsübergreifenden Pegelinformationssystems im westlichen Ostfriesland gestartet, das künftig unter Umständen auch auf weitere Bereiche des Küstenraumes ausgedehnt werden könnte.

Die Idee besteht – ähnlich wie beim oben genannten Portal – darin, die Daten der von den Entwässerungsverbänden und vom NLWKN betriebenen Binnenpegel der einzelnen Verbandsgebiete in einer webbasierten Plattform zu bündeln und in Form eines Ampelsystems (normale, erhöhte, kritische Pegelstände) in einer Karte darzustellen. Neben der verbandlichen und behördlichen Nutzung zur Beobachtung von (kritischen) Wasserstandsentwicklungen könnte eine solche Plattform auch zur Verbesserung der öffentlichen Hochwasserwarnung genutzt werden, indem die Bevölkerung bei Überschreitung bestimmter Pegelwerte mittels geeigneter Kommunikationswege (z. B. gängige Warn-Apps) über mögliche Gefahren informiert wird. Über einen öffentlichen Online-Zugang könnten zudem bestimmte Interessengruppen, wie z. B. Gewässeranrainer, Landwirte oder Bootfahrer, in die Lage versetzt werden, sich jederzeit über aktuelle Pegelstände zu informieren.

Perspektivisch könnte ein verbandsübergreifendes Pegelinformationssystem darüber hinaus zu einem regionalen Wassermanagement-Informationssystem ausgebaut werden, in dem neben Pegeldaten zusätzlich auch Daten zu Niederschlags- und Abflussmengen sowie Betriebsdaten technischer Anlagen (Siele, Schöpfwerke, Stauwehre, Schleusen etc.) erfasst und für den jeweils zugriffsberechtigten Personenkreis angezeigt werden könnten. Dies wäre für die wasserwirtschaftliche Praxis mit großen Vorteilen verbunden, da auf diese Weise u. a. eine Optimierung bestimmter Managemententscheidungen und eine erhebliche Verbesserung der systematischen Datenerfassung und -archivierung möglich wäre.

Intensivierung der institutionenübergreifenden Zusammenarbeit

Als weitere Vorsorgemaßnahme wurde seitens der Projektpartner ein intensiverer Austausch zwischen den wasserwirtschaftlichen Institutionen (Entwässerungsverbände, NLWKN) einerseits sowie den Behörden der Gefahrenabwehr (Städte und Gemeinden) und des Katastrophenschutzes (Landkreise und kreisfreie Städte) andererseits angeregt. Neben einer engen Abstimmung im Rahmen der Aufstellung verbandlicher Binnenhochwasser-Alarmpläne (s. Kap. 5.5) wurde vor allem die regelmäßige **Durchführung gemeinsamer Katastrophenschutzübungen** für extreme Binnenhochwassersituationen unter Zugrundelegung spezifischer Katastrophenszenarien (z. B. Ausfall eines oder mehrerer Mündungsschöpfwerke) vorgeschlagen. Da derartige Ereignisse mit großräumigen Wirkungen verbunden wären, sollten entsprechende Übungen verbands- und kreisgebietsübergreifend angelegt sein.

Darüber hinaus wurde ein noch stärkerer **Wissens- und Informationsaustausch zwischen den Entwässerungsverbänden** angeregt. Als konkrete Vorsorgemöglichkeit wurde beispielsweise eine gegenseitige Schulung des Schöpfwerkspersonals bezüglich des Betriebs der jeweiligen Mündungsschöpfwerke benannt. Auf diese Weise könnte Sorge dafür getragen werden, dass im Falle eines möglichen Ausfalls aller (beider) Schöpfwerksmeister eines Verbandes (z. B. aufgrund einer gleichzeitigen Erkrankung während einer Epidemie) der dortige Schöpfwerksbetrieb vertretungsweise durch geschulte Schöpfwerksmeister eines Nachbarverbandes aufrechterhalten werden kann.

5.7 Erstellung von Binnenhochwassergefahren- und -risikokarten

Während im Binnenland im Rahmen der Umsetzung der EU-Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (EU-HWRM-RL) Gefahren- und Risikokarten für Hochwasserereignisse mit hoher (HQ_{20}), mittlerer (HQ_{100}) und geringer (HQ_{extrem}) Wahrscheinlichkeit erstellt sowie Risikomanagementpläne erarbeitet und umgesetzt werden, konzentriert man sich im Küstenraum bislang lediglich auf das größte Risiko: das einer Sturmflut.

„Das Küstengebiet wird als gesondertes Gebiet betrachtet, da dort vorrangig eine Gefahr durch Sturmfluten besteht. Für das ausreichend geschützte Küstengebiet wird die Darstellung in den Karten auf das Extremereignis beschränkt (gemäß §74 Abs. 2 WHG)“.

In den entsprechenden Karten ist das durch die Hauptdeiche geschützte Gebiet dargestellt (s. Abb. 48). Die potenziellen Überflutungshöhen entsprechen der Differenz zwischen den zugrunde gelegten Sturmflutwasserständen und der Geländehöhe. Der Nutzen derartiger Karten, z. B. für den Katastrophenschutz, ist aber gering, da auch im Falle einzelner Deichbrüche kaum das gesamte geschützte Gebiet betroffen sein würde.

Die potenziellen Gefahren von Binnenhochwasserereignissen in Küstenniederungen werden hingegen bisher nicht quantifiziert, obwohl sie für ein Risikomanagement und die Konzipierung von Maßnahmen eine zentrale Rolle spielen. In KLEVER-Risk wurde hierfür ein methodischer Ansatz entwickelt, der im Folgenden beschrieben wird.

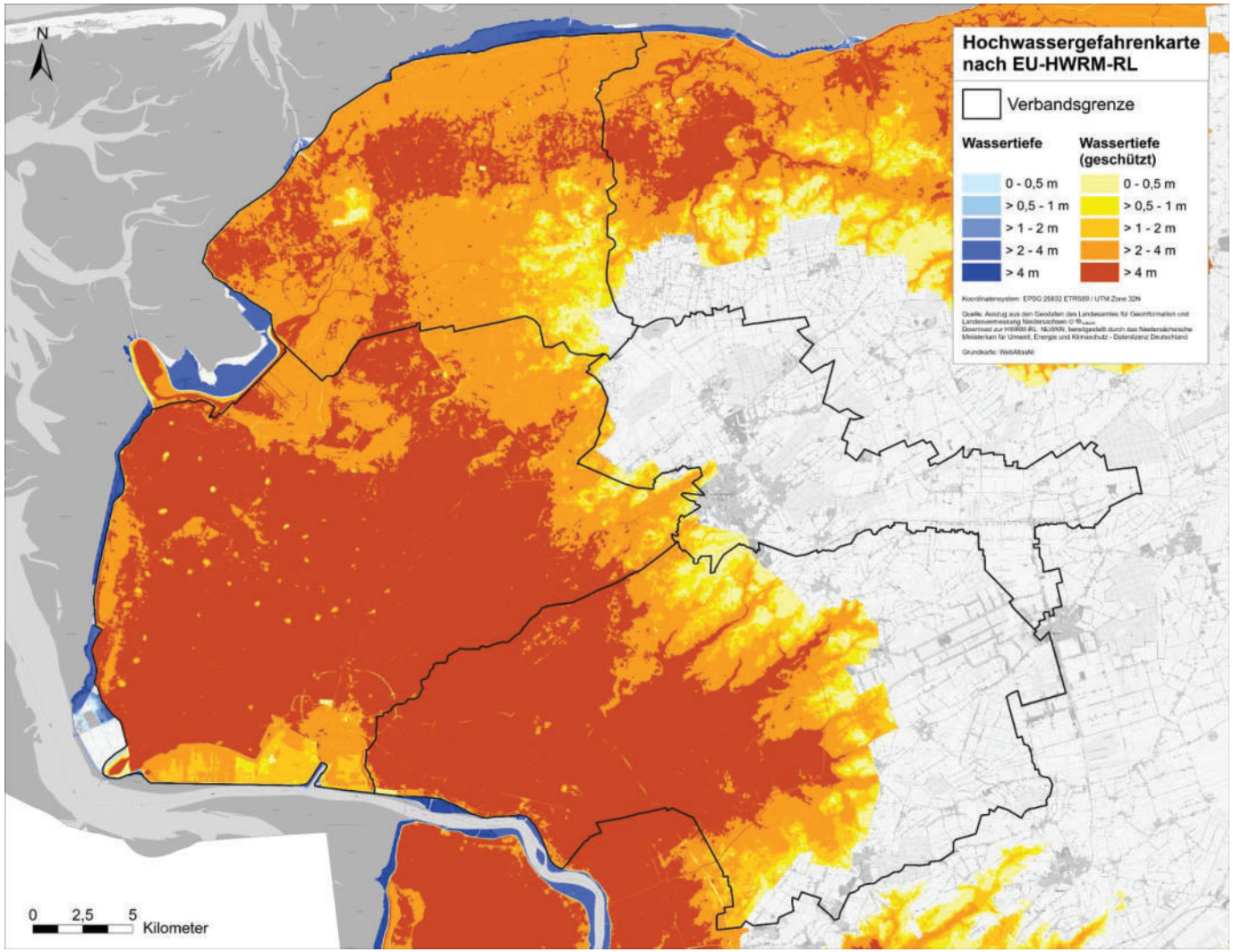


Abb. 48: Gefahrenkarte nach EU-HWRM-RL für das westliche Ostfriesland (ausschließliche Darstellung der Sturmflutgefahren)

Quantifizierung der Binnenhochwassergefahren als besondere Herausforderung

Binnenhochwassergefahren entstehen in den Küstenniederungen dadurch, dass die Abflussbildung eines Entwässerungsgebietes dessen Entwässerungskapazität übersteigt. Können Abflussbildung und Entwässerungskapazität kontinuierlich quantifiziert werden, ist eine Abschätzung der potenziellen Überlastung eines definierten Entwässerungssystems möglich. Für eine statistische Auswertung ausreichende langfristige Messungen stehen in der Region allerdings nicht zur Verfügung.

Ein alternativer Ansatz wäre die Nutzung der Klimafolgensimulationen (s. Kap. 3), in denen die potenziellen Auswirkungen des Klimawandels auf Basis von regionalisierten Klimaszenarien abgeschätzt werden. Die Klimafolgensimulationen zeigen bis zum Ende des 21. Jahrhunderts eine deutliche saisonale Veränderung der Wasserbilanz (konsistente Zunahme der Abflussbildung in den Wintermonaten, Abnahme der Abflussbildung in den Sommermonaten) sowie eine Zunahme der Häufigkeit von extremen Abflussereignissen, die zu einer potenziellen Überlastung des Entwässerungssystems führen können. Allerdings kann den simulierten Ereignissen aufgrund der begrenzten Anzahl von Modellläufen keine Jährlichkeit bzw. keine Veränderung der Jährlichkeit bestimmter Ereignisse zugeordnet werden. Darüber hinaus stehen bisher keine dazu passenden Zeitreihen der Außenwasserstände zur Verfügung, um eventuelle Einschränkungen der Entwässerungskapazitäten zu quantifizieren.

Kombination von Ereignis- und Versagensszenarien

Im Rahmen von KLEVER-Risk wurde diese Lücke durch einen szenariobasierten Ansatz geschlossen. Entscheidend für die Verwendung von Binnenhochwassergefahren- und -risikokarten in der (wasserwirtschaftlichen) Planungspraxis ist die Akzeptanz der Karten durch die potenziellen Nutzergruppen. Ein wesentlicher Aspekt dabei besteht darin, die der Erstellung zugrundeliegenden Annahmen bzw. Ereignisse mit eigenen Erfahrungen in Bezug auf Extremereignisse zu verknüpfen. Da es sich bei den Entwässerungssystemen in den Küstenniederungen um stark anthropogen gesteuerte Systeme handelt, bietet es sich an, extreme Ereignisszenarien mit technischen Versagensszenarien zu kombinieren.

Die Auswahl entsprechender Szenarien erfolgte im Rahmen der in KLEVER-Risk durchgeführten Workshops zum Themenfeld „Binnenhochwasservorsorge“. Die beteiligten Praxisakteure konnten aufgrund von in jüngerer Vergangenheit erlebter Ereignisse eine schnelle Einigung erzielen, welche Arten bzw. Intensitäten von Extremereignissen dargestellt werden sollten. Es wurde eine Kombination folgender Ereignisse vorgeschlagen:

1. **Auftreten ergiebiger Niederschläge** bei vorgesättigten Böden, die zu großen Abflussmengen und damit zu hohen Entwässerungsbedarfen führen (wie z. B. im Februar 2022 im gesamten Projektgebiet),
2. **Auftreten einer ausgeprägten Kettentide**, die mit stark eingeschränkten Entwässerungskapazitäten einhergeht (wie z. B. im Januar 2012 u. a. am Leysiel),
3. **Ausfall der Entwässerungstechnik**, verursacht durch technisches Versagen von Pumpsystemen oder durch einen langanhaltenden (gebietsweiten) Stromausfall (wie z. B. im Münsterland im November 2005).

Auf Basis dieser Ereignis-Komponenten wurden drei Szenarien definiert, die eine abgestufte Verschärfung eines ungünstigen Zusammentreffens mehrerer Ereignisse darstellen (s. Tab. 19). Die Szenarien bestehen aus dem Auftreten eines Extremniederschlags (Szenario 1), einer gleichzeitig auftretenden Kettentide (Szenario 2) sowie eines zusätzlichen Schöpfwerksausfalls (Szenario 3). Die Szenarien 2 und 3 stellen insofern Compound Events bzw. Ereignisbündel dar.

Zur Quantifizierung der einzelnen Szenarien war es zudem erforderlich, eine bestimmte Ereignisdauer zu definieren. Diese wurde in Abstimmung mit den beteiligten Praxisakteuren auf drei Tage (72 Stunden) festgelegt.

Tab. 19: Szenarien für die Betrachtung der Binnenhochwassergefahren im Projektgebiet

Szenario 1	Extremniederschlag bei normalen Außenwasserständen (mittlere Tide)
Szenario 2	Extremniederschlag in Kombination mit langanhaltend hohen Sturmflutwasserständen (Kettentide)
Szenario 3	Extremniederschlag in Kombination mit langanhaltend hohen Sturmflutwasserständen (Kettentide) und einem zusätzlichen Schöpfwerksausfall

Methodisches Vorgehen bei der Quantifizierung der Binnenhochwassergefahren

Um die jeweiligen Binnenhochwassergefahren der in Tabelle 19 dargestellten Szenarien quantifizieren und darauf basierende Gefahren- und Risikokarten erstellen zu können, wurde im Rahmen von KLEVER-Risk folgendermaßen vorgegangen (s. Abb. 49):

Zunächst wurden extreme Niederschlagsereignisse einer bestimmten Jährlichkeit ermittelt, für die mit Hilfe definierter Abflusskoeffizienten der abflusswirksame Teil des Niederschlags (Abflussmenge) bestimmt wurde. Danach wurde die Entwässerungskapazität abgeschätzt, die von den in den Szenarien zugrunde gelegten Außenwasserständen abhängig ist. Auf dieser Basis konnte dann bilanziert werden, wie groß der potenzielle Gebietsüberschuss ist, der bei den jeweiligen Szenarien nicht entwässert werden kann. Anschließend wurde das überschüssige Wasser im jeweiligen Verbandsgebiet entsprechend der Topographie verteilt (Gefahrenkarte) und mit Informationen zur Landnutzung verschnitten (Risikokarte). Im Folgenden werden die Arbeitsschritte im Einzelnen erläutert.

5.7 Erstellung von Binnenhochwassergefahren- und -risikokarten

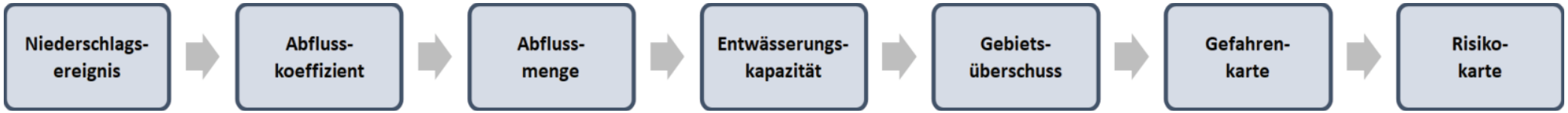


Abb. 49: Arbeitsschritte zur Quantifizierung der Binnenhochwassergefahren

Ermittlung extremer Niederschläge

Bei den in den Szenarien zugrunde gelegten Niederschlagsereignissen handelt es sich um winterliche Ereignisse. Daher wurden nach der KOSTRA-Methodik des Deutschen Wetterdienstes (DWD) 20-jährliche und 100-jährliche Winter-Niederschläge der Dauerstufe 72 Stunden aus den Messwerten der Niederschlagsstationen im Projektgebiet abgeleitet (s. Tab. 20). Zum Vergleich wurden die für die Sturmtief-Serie im Februar 2022 (Ylenia, Zeynep, Antonia) aus dem Radarprodukt des DWD (RADOLAN) ermittelten 3-Tages-Niederschlagsmengen gegenübergestellt, die im Gebietsmittel in etwa einem 20-jährlichen Niederschlag entsprachen.

Ermittlung des Abflusskoeffizienten

Der Abflusskoeffizient beschreibt den Quotienten aus Abflussbildung und Niederschlag für ein betrachtetes Gebiet in einem bestimmten Zeitraum. Ist dieser Wert für ein Gebiet bzw. für eine Jahreszeit charakteristisch, kann daraus für Extremereignisse die Abflussbildung abgeschätzt werden. Zur Ermittlung entsprechender Abflusskoeffizienten für die Quantifizierung der Szenarien wurden für die Wintermonate (Dezember, Januar, Februar) den Siel- und Pumpmengen der einzelnen Verbandsgebiete die mittels RADOLAN abgeschätzten Niederschlagsmengen gegenübergestellt. Unter der Annahme, dass nicht mehr Wasser zum Abfluss kommen kann, als Niederschlag fällt, wurden die maximalen monatlichen Abflusskoeffizienten auf den Wert 1 begrenzt (s. Tab. 21). Da für den EV Aurich keine langjährigen Daten über Abflussmengen vorliegen, wurden für dieses Gebiet die Werte des naturräumlich vergleichbaren Obergebietes des EV Oldersum angenommen.

Berechnung der Abflussmenge

Die Berechnung der Abflussmenge erfolgte durch die Multiplikation des zugrundeliegenden Niederschlagsereignisses mit dem Abflusskoeffizienten und der Flächengröße des jeweiligen Verbandsgebietes (s. Tab. 22).

Abschätzung der Entwässerungskapazität

Zur Abschätzung der Entwässerungskapazität wurden die vom Außenwasserstand abhängigen Siel- und Pumpleistungen der Mündungsbauwerke herangezogen. Diese wurden sowohl für normale Außenwasserstände (mittlere Tide) als auch für Sturmflutwasserstände (Referenz-Kettentide aus dem Januar 2012) bestimmt (s. hierzu auch Kap. 3). Durch Multiplikation der ermittelten durchschnittlichen Entwässerungsleistungen (m^3/s) aller relevanten Mündungsbauwerke mit der zugrunde gelegten Ereignisdauer der Szenarien von 72 Stunden konnten die jeweiligen Entwässerungskapazitäten der Verbandsgebiete für die Szenarien 1 (mittlere Tide) und 2 (Kettentide) berechnet werden (s. Tab. 22). Bei der Berechnung der Entwässerungskapazitäten für das Verbandsgebiet Aurich wurden die variierenden Entwässerungswege über den Emder Hafen bzw. über das Schöpfwerk Borssum entsprechend ihrer vom Außenwasserstand abhängigen Nutzungszeitfenster jeweils anteilig berücksichtigt.

In Szenario 3 (Kettentide + Schöpfwerksausfall) besteht allenfalls noch die Möglichkeit für eine Entwässerung durch notstrombetriebenes Sielen. Bei den zugrunde gelegten Kettentidewasserständen ergeben sich jedoch lediglich für das Auricher Verbandsgebiet (über die Große Seeschleuse im Emder Hafen) und das Obergebiet des EV Oldersum

Tab. 20: 20- und 100-jährliche Winterniederschläge (berechnet nach KOSTRA-Methodik) im Vergleich zum Ereignis im Februar 2022 (ermittelt aus RADOLAN)

Verbands-gebiet	Winterniederschläge [mm/72 h]		
	20-jährliches Ereignis	100-jährliches Ereignis	Ereignis im Feb 2022
Norden	55	66	59
Emden	54	64	50
Oldersum UG	55	66	46
Oldersum OG	56	66	58
Aurich	57	67	66
Mittelwert	**55**	**65**	**56**

Tab. 21: Mittlere und maximale Abflusskoeffizienten für die Wintermonate

Verbands-gebiet	mittlerer Abflusskoeffizient	maximaler Abflusskoeffizient
Norden	0,88	0,93
Emden	0,92	1,00
Oldersum UG	0,73	1,00
Oldersum OG	0,68	0,93
Aurich	0,68	0,93

(über das Siel in Sautel) aufgrund der vergleichsweise hohen Binnenwasserstände des Ems-Jade-Kanals bzw. des Sauteler Kanals noch nennenswerte Sielmöglichkeiten. In den anderen Gebieten liegen die Entwässerungskapazitäten im Szenario 3 dagegen bei null (s. Tab. 22).

Berechnung des Gebietsüberschusses

Der Gebietsüberschuss für die drei Szenarien ergab sich schließlich als Differenz der Abflussmenge und der Entwässerungskapazität innerhalb des zugrunde gelegten Ereigniszeitraums von 72 Stunden s. Tab. 22).

Tab. 22: Bilanzierung der Gebietsüberschüsse der betrachteten Szenarien für die Verbandsgebiete Norden, Emden, Oldersum (getrennt in Unter- und Obergebiet) und Aurich

I. EV Emden		Extremniederschlag 72 h-Winterereignis	
Gebietsgröße:	465 km²		
Abflusskoeffizient:	1,00	20-jährlich	100-jährlich
Gebietsniederschlag	[mm]	54	64
Abflussmenge	[Mio. m³]	25,1	29,9
		Szenario 1	
Entwässerungskapazität	[Mio. m³]	18,4	18,4
Gebietsüberschuss	[Mio. m³]	**6,7**	**11,5**
		Szenario 2	
Entwässerungskapazität	[Mio. m³]	12,9	12,9
Gebietsüberschuss	[Mio. m³]	**12,3**	**17,0**
		Szenario 3	
Entwässerungskapazität	[Mio. m³]	0,0	0,0
Gebietsüberschuss	[Mio. m³]	**25,1**	**29,9**

EV Aurich		Extremniederschlag 72 h-Winterereignis	
Gebietsgröße:	126 km²		
Abflusskoeffizient:	0,93	20-jährlich	100-jährlich
Gebietsniederschlag	[mm]	57	67
Abflussmenge	[Mio. m³]	6,5	7,8
		Szenario 1	
Entwässerungskapazität	[Mio. m³]	6,1	7,0
Gebietsüberschuss	[Mio. m³]	**0,4**	**0,8**
		Szenario 2	
Entwässerungskapazität	[Mio. m³]	4,9	5,3
Gebietsüberschuss	[Mio. m³]	**1,6**	**2,6**
		Szenario 3	
Entwässerungskapazität	[Mio. m³]	1,6	2,0
Gebietsüberschuss	[Mio. m³]	**4,9**	**5,8**

EV Norden		Extremniederschlag 72 h-Winterereignis	
Gebietsgröße:	245 km²		
Abflusskoeffizient:	0,93	20-jährlich	100-jährlich
Gebietsniederschlag	[mm]	55	66
Abflussmenge	[Mio. m³]	12,6	15,0
		Szenario 1	
Entwässerungskapazität	[Mio. m³]	11,7	11,7
Gebietsüberschuss	[Mio. m³]	**0,9**	**3,3**
		Szenario 2	
Entwässerungskapazität	[Mio. m³]	10,6	10,6
Gebietsüberschuss	[Mio. m³]	**1,9**	**4,3**
		Szenario 3	
Entwässerungskapazität	[Mio. m³]	0,0	0,0
Gebietsüberschuss	[Mio. m³]	**12,6**	**15,0**

EV Oldersum (Untergebiet)		Extremniederschlag 72 h-Winterereignis	
Gebietsgröße:	246 km²		
Abflusskoeffizient:	1,00	20-jährlich	100-jährlich
Gebietsniederschlag	[mm]	55	66
Abflussmenge	[Mio. m³]	13,6	16,2
		Szenario 1	
Entwässerungskapazität	[Mio. m³]	10,8	10,8
Gebietsüberschuss	[Mio. m³]	**2,8**	**5,4**
		Szenario 2	
Entwässerungskapazität	[Mio. m³]	9,0	9,0
Gebietsüberschuss	[Mio. m³]	**4,6**	**7,2**
		Szenario 3	
Entwässerungskapazität	[Mio. m³]	0,0	0,0
Gebietsüberschuss	[Mio. m³]	**13,6**	**16,2**

EV Oldersum (Obergebiet)		Extremniederschlag 72 h-Winterereignis	
Gebietsgröße:	191 km²		
Abflusskoeffizient:	0,93	20-jährlich	100-jährlich
Gebietsniederschlag	[mm]	56	66
Abflussmenge	[Mio. m³]	10,0	11,8
		Szenario 1	
Entwässerungskapazität	[Mio. m³]	9,0	9,0
Gebietsüberschuss	[Mio. m³]	**0,9**	**2,8**
		Szenario 2	
Entwässerungskapazität	[Mio. m³]	8,9	8,9
Gebietsüberschuss	[Mio. m³]	**1,1**	**2,9**
		Szenario 3	
Entwässerungskapazität	[Mio. m³]	0,8	0,8
Gebietsüberschuss	[Mio. m³]	**9,2**	**11,0**

Erstellung der Binnenhochwassergefahrenkarten

Da eine hydrodynamische Simulation zur Verteilung der Gebietsüberschüsse innerhalb der Verbandsgebiete aufgrund fehlender Informationen und erforderlicher Annahmen nicht realistisch durchführbar war, wurden die Binnenhochwassergefahrenkarten mittels eines kaskadierenden Vorgehens erstellt. Dabei wurde auf Basis des digitalen Geländemodells folgendermaßen vorgegangen:

1. Auffüllen der Speichervolumina des Gewässersystems,
2. sukzessive „Flutung“ von Unter- bzw. Stufenschöpfwerksgebieten (soweit vorhanden) in Abhängigkeit ihrer Verwallungshöhen,
3. Verteilung verbleibender Überschüsse in den tiefst gelegenen Bereichen der Verbandsgebiete

Schritt 3 entspricht damit quasi der Vorgehensweise der Gefahrenkarten im Küstenraum für den Sturmflutfall, bei deren Erstellung die Sturmflutwasserstände ins Binnenland projiziert und die gefährdeten Gebiete entsprechend der Topographie abgeleitet werden.

Für das Verbandsgebiet des EV Aurich und für das Obergebiet des EV Oldersum konnten aufgrund der dortigen Reliefeigenschaften (Geestgebiete) mit der oben skizzierten Methodik keine Gefahrenkarten erzeugt werden.

Erstellung der Binnenhochwasserrisikokarten

Die erstellten Binnenhochwasserrisikokarten basieren auf einer Verschneidung der Binnenhochwassergefahrenkarten mit der Landnutzung der von den potenziellen Überflutungen betroffenen Gebiete entsprechend der ALKIS-Daten (Flächennutzungen, Gebäude) (s. Abb. 50). Als weitere relevante Nutzungen, die in einer entsprechenden Risikokarte Berücksichtigung finden können, kommen z. B. Standorte besonders umweltrelevanter Industrieanlagen, kritische Infrastrukturen, Verkehrswege (im Hinblick auf die Erreichbarkeit bestimmter Gebiete im Hochwasserfall) sowie Schutzgebiete und Kulturgüter in Betracht.

Binnenhochwassergefahrenkarten der Verbandsgebiete

Wie ein Abgleich der in Tabelle 22 aufgeführten Gebietsüberschüsse mit den in Tabelle 23 dargestellten Speichervolumina in den Gewässersystemen zeigt, kommt es beim 20-jährlichen Niederschlagsereignis in der Regel ab Szenario 2 (Kettentide) zu mehr oder weniger starken Überlastungen der Entwässerungssysteme. Beim 100-jährlichen Niederschlagsereignis treten hingegen in der Regel bereits ab Szenario 1 (mittlere Tide) deutliche Kapazitätsüberschreitungen auf.

Beispielhaft werden auf den folgenden Seiten die Gefahrenkarten für das Szenario eines 100-jährlichen 3-Tages-Winterniederschlagsereignisses bei Kettentide und zusätzlichem Schöpfwerksausfall (Szenario 3) für die Verbandsgebiete Norden, Emden und Oldersum (Untergebiet) gezeigt.

EV Norden

Da es im Verbandsgebiet des EV Norden keine Unterschöpfwerksgebiete gibt, wurde der Gebietsüberschuss von 15,0 Mio. m³ nach Auffüllung des Gewässersystems entsprechend der Topographie direkt im Gesamtgebiet verteilt. Der resultierende Binnenhochwasserpegel läge beim zugrunde gelegten Szenario 3 mit 100-jährlichem Niederschlag bei ca. +0,7 m NHN (gegenüber dem winterlichen Sollwasserstand von -1,0 m NHN), sodass es zu einer flächenhaften Überflutung der niedrig gelegenen Marschengebiete käme. In den betroffenen Flächen würden sich Wassertiefen von bis zu 1 m und stellenweise auch etwas mehr ergeben (s. Karte auf Seite 89).

I. EV Emden

Für das Verbandsgebiet des I. EV Emden sind für das zugrunde gelegte Szenario 3 mit 100-jährlichem Niederschlag, bei dem sich ein Gebietsüberschuss von 29,9 Mio. m³ ergäbe, zwei unterschiedliche Binnenhochwassergefahrenkarten dargestellt. Während in der ersten Karte (s. Seite 90) sämtliche Unterschöpfwerksgebiete unabhängig von ihrer jeweiligen Verwallungshöhe als „geflutet“ angesehen wurden, wurde bei der zweiten Karte (s. Seite 91) differenzierter vorgegangen. Hier wurden nur diejenigen Unterschöpfwerksgebiete mit in den Überflutungsbereich einbezogen, deren Verwallungen laut Geländemodell (DGM1) bei dem sich einstellenden Binnenhochwasserpegel auch tatsächlich (in stärkerem Maße) überströmt würden, wohingegen Unterschöpfwerksgebiete mit ausreichend hoher Verwallung als nicht betroffen eingestuft wurden (Freepsum-Canum, Freepsumer Meerkompanie, Uhlsmeer und Logumer Vorwerk). Aufgrund der unterschiedlichen räumlichen Verteilungsmuster ergäben sich leicht differierende Binnenhochwasserpegel (-0,55 m NHN in der ersten Karte und -0,50 m NHN in der zweiten Karte), die jeweils deutlich über dem winterlichen Sollwasserstand im Hauptvorflutsystem von -1,4 m NHN lägen und im überwiegenden Teil der überfluteten Flächen zu Wassertiefen von bis zu 1 m bzw. in Teilbereichen einzelner Unterschöpfwerksgebiete auch von mehr als 1 m führen würden.

EV Oldersum (Untergebiet)

Auch für das Untergebiet des EV Oldersum sind für das zugrunde gelegte Szenario 3 mit 100-jährlichem Niederschlag, bei dem sich ein Gebietsüberschuss von 16,2 Mio. m³ ergäbe, zwei unterschiedliche Binnenhochwassergefahrenkarten dargestellt. In der ersten Karte (s. Seite 92) wurden – wie auch im Gebiet des I. EV Emden – sämtliche Stufenschöpfwerksgebiete unabhängig von ihrer jeweiligen Verwallungshöhe als „geflutet“ angesehen. Da der hieraus resultierende Binnenhochwasserpegel von -0,75 m NHN allerdings deutlich unterhalb der Verwallungshöhen der Stufenschöpfwerksgebiete liegt, stellt die Karte kein realistisches Flutungsszenario dar. In der zweiten Karte (s. Seite 93) wurde der Gebietsüberschuss stattdessen so verteilt, dass nur diejenigen Stufenschöpfwerksgebiete in den Überflutungsbereich einbezogen wurden, die