

A. Abels

# Hochwasservorsorge und -schutz auf kommunalen Kläranlagen

Fallbeispiele aus der Emscher-Lippe Region

Gefördert durch:





## HOCHWASSERVORSORGE UND -SCHUTZ AUF KOMMUNALEN KLÄRANLAGEN

### Fallbeispiele aus der Emscher-Lippe Region

Anna Abels

**Institut für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen**

www.isa.rwth-aachen.de

---

*dynaklim*-Publikation Nr. 46 / Januar 2014



#### **Abstract**

Im Rahmen des Klimawandels ist unter anderem eine Erhöhung der Hochwasserwahrscheinlichkeit in der Emscher-Lippe-Region zu erwarten. Die über 60 Kläranlagen in der Emscher-Lippe-Region sind dadurch auf sehr unterschiedliche Weise betroffen. Mehr als die Hälfte von ihnen liegt in oder an einem hochwassergefährdeten Gebiet, davon beruht bei acht Anlagen der Schutz auf der Lage hinter einem Deich. Eine erste Betrachtung der spezifischen Gefährdungssituation der drei Kläranlagen Duisburg-Hochfeld, Hamm-Mattenbecke und Hünxe erfolgt im Rahmen dieses Berichtes.

Für alle drei Anlagen hat sich gezeigt, dass die Hochwassergefährdung seitens des Anlagenbetreibers und -personal bekannt ist, und ein Risikobewusstsein besteht. Darüber hinaus wurden bereits in verschieden hohem Umfang Maßnahmen zur Verminderung des Risikos ergriffen. Nichtsdestotrotz besteht für keine der Anlagen ein umfassendes und ganzheitliches Hochwasserschutzkonzept, das das Zusammenspiel aller vorhandenen sowie möglichen baulichen und betrieblichen Maßnahmen beinhaltet.

Ein umfassender Überblick über Maßnahmen, welche dem Hochwasserschutz auf einer Kläranlage dienen, wird im Anschluss an die Fallstudien gegeben. Dieser verdeutlicht, dass die aufeinander abgestimmte Umsetzung von betrieblichen und baulichen Maßnahmen ein wichtiger Schritt zur Sicherung des Hochwasserschutzes ist. Besonders angesichts der noch kommenden Veränderungen durch den Klimawandel ist sie damit auch ein wesentlicher Baustein einer „Kläranlage der Zukunft“.

#### **Schlagworte (im *dynaklim*-Wiki<sup>1</sup>)**

Hochwasser, Hochwasservorsorge, Hochwasserschutz, Verwundbarkeitsanalyse, Kläranlagen

---

<sup>1</sup> <http://www.dynaklim.de/dynaklim/index/wissensmanagement/wiki.html>



## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis .....	3
Abbildungsverzeichnis .....	5
Tabellenverzeichnis .....	6
1 Einleitung .....	7
2 Hochwassergenese und Klimawandel .....	8
2.1 Die Entstehung von Hochwasser .....	8
2.2 Klimawandel und Hochwassergefahr in der Emscher-Lippe-Region .....	9
3 Hochwasser und Kläranlagen in der Emscher-Lippe-Region .....	13
3.1 Aufzeichnungen historischer Hochwasser an Emscher und Lippe .....	13
3.2 Aktuelle Situation an Emscher und Lippe .....	16
3.2.1 Emscher .....	16
3.2.2 Lippe .....	18
3.2.3 Kläranlagen in der Emscher-Lippe-Region .....	18
4 Detailuntersuchung von Kläranlagen in der Emscher-Lippe-Region .....	21
4.1 Methodik der Verwundbarkeitsanalyse .....	21
4.2 Hochwasserbetrachtung Kläranlage Duisburg-Hochfeld .....	23
4.2.1 Beschreibung der Kläranlage Duisburg-Hochfeld .....	23
4.2.2 Szenarien .....	25
4.2.3 Teilprozesse/Komponenten .....	25
4.2.4 Exposition .....	26
4.2.5 Funktionsanfälligkeit .....	26
4.2.6 Ersetzbarkeit (technisch) .....	27
4.2.7 Ersetzbarkeit (organisatorisch) .....	28
4.2.8 Resultierende Einordnung in die Verwundbarkeitsklassen .....	28
4.3 Hochwasserbetrachtung Kläranlage Hamm-Mattenbecke .....	30
4.3.1 Beschreibung der Kläranlage Hamm-Mattenbecke .....	30
4.3.2 Szenarien .....	32
4.3.3 Teilprozesse/Komponenten .....	33
4.3.4 Exposition .....	33
4.3.5 Funktionsanfälligkeit .....	35
4.3.6 Ersetzbarkeit (technisch) .....	38
4.3.7 Ersetzbarkeit (organisatorisch) .....	41
4.3.8 Sonstiges .....	41
4.3.9 Resultierende Einordnung in die Verwundbarkeitsklassen .....	41
4.4 Hochwasserbetrachtung Kläranlage Hünxe .....	44

4.4.1 Beschreibung der Kläranlage Hünxe .....	44
4.4.2 Szenarien .....	45
4.4.3 Teilprozesse/Komponenten .....	46
4.4.4 Exposition .....	46
4.4.5 Funktionsanfälligkeit .....	48
4.4.6 Ersetzbarkeit (technisch) .....	50
4.4.7 Ersetzbarkeit (organisatorisch) .....	50
4.4.8 Sonstige organisatorische Maßnahmen.....	51
4.4.9 Resultierende Einordnung in die Verwundbarkeitsklassen .....	51
4.5 Fazit der Detailuntersuchungen .....	53
5 Bestandteile einer ganzheitlichen Hochwasservorsorgestrategie .....	54
5.1 Was ist eine Hochwasservorsorgestrategie? .....	54
5.2 Flächenvorsorge .....	55
5.3 Bauliche Maßnahmen zum Hochwasserschutz auf Kläranlagen.....	56
5.3.1 Permanente Maßnahmen zum Hochwasserschutz des Kläranlagengeländes.....	56
5.3.2 Temporäre/Mobile Maßnahmen zum Hochwasserschutz des Kläranlagengeländes.....	58
5.3.3 Maßnahmen zum Hochwasserschutz von Gebäuden, Becken und Anlagentechnik .....	62
5.4 Verhaltensvorsorge und betriebliche Vorsorge .....	64
5.5 Risikovorsorge .....	65
6 Empfehlungen/ Fazit & Ausblick .....	66
Literatur.....	67
Anhang A .....	70
Anhang B .....	71

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Steuergrößen einer Hochwasserganglinie für natürliche Einzugsgebiete in Abhängigkeit von der Gebietsgröße und der Jährlichkeit des Ereignisses [nach Niehoff, 2002] .....	8
Abb. 2:	Veränderung der Auftretenshäufigkeit von HW100: Vergleich von Klima und Wassernutzung in den Jahren 1961-1990 mit Simulationen für die 2020er und 2070er (ECHAM4 und HadCM3) unter Benutzung von WaterGAP 2.1 [Lehner et al., 2006] .....	10
Abb. 3:	Kritische Regionen hinsichtlich einer Erhöhung der Hochwasser- und/oder Dürrehäufigkeit [Lehner et al., 2006] .....	12
Abb. 4:	Geplante Maßnahmen der Emschergenossenschaft [Emschergenossenschaft, 2012b] .....	17
Abb. 5:	Schema der methodischen Vorgehensweise der Verwundbarkeitsanalyse [nach BBK, 2010] .....	21
Abb. 6:	Luftbild der Kläranlage Duisburg-Hochfeld [Google Maps, 2011] .....	23
Abb. 7:	Gesamtlageplan der Kläranlage Duisburg-Hochfeld [Grontmij, 2007] .....	24
Abb. 8:	Luftbild der Kläranlage Hamm-Mattenbecke mit Lippe und Datteln-Hamm-Kanal im unteren Bildbereich [Google Maps, 2012] .....	30
Abb. 9:	Neuer Fischweg und geänderte Ablaufsituation der Kläranlage Hamm-Mattenbecke [Lippeverband, 2008a] .....	31
Abb. 10:	Umbau des Ablaufes der Kläranlage Hamm-Mattenbecke im Juni 2012 .....	31
Abb. 11:	Lageplan der Kläranlage Hamm-Mattenbecke [nach Lippeverband, 2008b] .....	32
Abb. 12:	Ablaufplan für den Fall einer Unterbrechung der Stromversorgung [EGLV, o.J.] .....	39
Abb. 13:	Luftbild der Kläranlage Hünxe [Lippeverband/ Blossey 2011] .....	44
Abb. 14:	Gesamtlageplan der Kläranlage Hünxe [Dahlem, 2011] .....	45
Abb. 15:	Lage der Stromversorgungskomponenten auf der Kläranlage Hünxe .....	46
Abb. 16:	Hochwasserpumpwerk der Kläranlage Hünxe .....	47
Abb. 17:	Grundriss des im Jahr 2009 erbauten Hochwasserpumpwerks der Kläranlage Hünxe [Dahlem, 2011] .....	48
Abb. 18:	Ausgebaute Hochwasserpumpe und Führungsschiene zum Einbau im Hochwasserpumpwerk .....	49
Abb. 19:	Vorgehensweise bei der Erarbeitung einer Hochwasserstrategie .....	54
Abb. 20:	Bestandteile einer ganzheitlichen Hochwasservorsorgestrategie .....	55
Abb. 21:	Als Drängewasserpumpe einsetzbare trocken ansaugende Schmutzwasserpumpe [Eekels Pumpen, 2012] .....	58
Abb. 22:	Übersicht von mobilen Hochwasserschutzsystemen [eigene Darstellung unter Verwendung von BWK, 2005] .....	59
Abb. 23:	Prinzipskizze und Beispiel eines Dammbalkensystems [Köngeter, 2002; Blobel, o.J.] .....	59
Abb. 24:	Sandsacksystem [Köngeter, 2002] .....	60
Abb. 25:	Offenes Behältersystem als Beispiel für ein Sandsackersatzsystem [Köngeter 2002] .....	61
Abb. 26:	Konzept der Versorgungseinrichtungen [IKSR, 2002] .....	63

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Jährlichkeit von Niederschlagsereignissen in der Emscher-Lippe-Region in der Zeit von 1961-1990 und in der nahen Zukunft von 2021-2050 [Kersting und Werbeck, 2012] .....	12
Tab. 2:	Historische Hochwasserereignisse der Emscher .....	14
Tab. 3:	Historische Hochwasserereignisse der Lippe.....	15
Tab. 4:	Hochwassergefährdete Kläranlagen in der Emscher-Lippe-Region.....	19
Tab. 5:	Übersicht der untersuchten Szenarien .....	22
Tab. 6:	Relevante Anlagenkomponenten und zugehörige Teilprozesse .....	22
Tab. 7:	Pegelhöhen für verschiedene Hochwasserereignisse am Rhein, berechnet mit FLYS 2.1.3 [Bezirksregierung Düsseldorf, 2012].....	25
Tab. 8:	Einordnung der betrachteten Komponenten der Kläranlage Duisburg-Hochfeld in die Verwundbarkeitsklassen I-V .....	29
Tab. 9:	Pegelhöhen für verschiedene Hochwasserereignisse an der Lippe, berechnet mit FLYS 2.1.3 [Bezirksregierung Düsseldorf, 2012] .....	33
Tab. 10:	Einordnung der betrachteten Komponenten der Kläranlage Hamm-Mattenbecke in die Verwundbarkeitsklassen I-V .....	42
Tab. 11:	Hochwasserpegel verschiedener Jährlichkeiten an der Lippe auf Höhe der Kläranlage Hünxe .....	45
Tab. 12:	Einordnung der betrachteten Komponenten der Kläranlage Hünxe in die Verwundbarkeitsklassen I-V .....	52
Tab. 13:	Vergleich von mobilen Hochwasserschutzsystemen bezüglich Stauhöhe sowie personellem und finanziellen Aufwand [nach BWK, 2005] .....	62

## 1 Einleitung

Die im Rahmen des Projektes *dynaklim* durchgeführten Untersuchungen zeigen, dass der Klimawandel in der Emscher-Lippe-Region zu einer Veränderung des Niederschlagsregimes führen wird. Damit einher gehen gegebenenfalls auch eine erhöhte Wahrscheinlichkeit von Hochwässern und ein erhöhtes Hochwassergefährdungspotential der Kläranlagen in dieser Region.

Die möglichen Auswirkungen von Hochwasserereignissen auf Kläranlagen zeigen sich in Berichten von praktischen Erfahrungen mit Hochwasser auf verschiedenen Anlagen in Deutschland und der Schweiz. So waren durch die Elbehochwasser in den Jahren 2002 und 2013 eine Vielzahl von Anlagen zum Teil erheblich betroffen [Simon, 2002; Fischer, 2013]. Während in vielen Kläranlagen Schäden nur an den Pumpwerken verzeichnet werden konnten, kam es auch zu einigen Totalausfällen. In der Kläranlage Dresden-Kaditz waren die Trafostation und die Pumpenhalle überflutet, was zu einem Ausfall von einer Woche führte. Auch in der Kläranlage Birkwitz-Praschitz fand ein Totalausfall aufgrund einer Zerstörung der Pumpen durch Schlamm statt. Schadenhöhe und Ausfallzeit konnten jedoch durch den frühzeitigen Ausbau der Motoren verringert werden [Simon, 2002]. Hier zeigt sich somit der Erfolg von Hochwasserschutzmaßnahmen.

Für die Schweiz kann als Beispiel die Kläranlage Ottenbach-Jonen genannt werden, wo durch einen Luftschacht Wasser eindrang und das Untergeschoss des Betriebsgebäudes überflutete. Da die Stromversorgung abgeschaltet wurde, führte dies unter anderem zu einem Rückstau im Ablauf der Kläranlage und einem Überlauf der Vorklärung. Durch das Wasser-Schlamm-Gemisch kam es zudem zu Schäden an der Elektro-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (EMSR). Des Weiteren trat Altöl aus Fässern aus [Spohn & Bittscheid, 2008].

Aufgrund dieser durch den Klimawandel besonders aktuellen Problematik, gibt dieser Bericht eine umfassende Einführung über die Hochwassergefahr in der Emscher-Lippe-Region im Allgemeinen und auf den dort vorhandenen Kläranlagen im Speziellen. Für drei Kläranlagen wird zudem beispielhaft untersucht, wie hoch die Gefährdung aufgrund der baulichen und betrieblichen Gegebenheiten ist. Darüber hinaus wird ein detaillierter Überblick über die Bestandteile von Hochwasserschutzmaßnahmen und -konzepten für Kläranlagen, sowie die Erstellung derselben gegeben. Im Hinblick auf die Konzeptionierung einer sogenannten „Kläranlage der Zukunft“ ist die Berücksichtigung der an dieser Stelle genannten Maßnahmen ein integraler Baustein.

## 2 Hochwassergene und Klimawandel

### 2.1 Die Entstehung von Hochwasser

Hochwasser entsteht aus Niederschlag. Die Hochwassergene hängt davon ab, auf welche Weise der Niederschlag in Abfluss umgewandelt wird [Hooijer, 2004]. Die Umstände werden dabei durch mehrere Einflussgrößen beeinflusst, die sich den Bereichen Ereignisseigenschaften, Gebietseigenschaften und Anfangsbedingungen zuordnen lassen [Niehoff, 2002]. Die Ereignisseigenschaften beschreiben die Niederschlagscharakteristik, wie z.B. die Niederschlagshöhe, -intensität und -dauer. Die Gebietseigenschaften umfassen die Geomorphologie des Einzugsgebietes, einschließlich der Größe und Form des hochwasserführenden Vorfluters. Bei den Anfangsbedingungen handelt es sich um den Zustand der Gebietsmerkmale unmittelbar vor dem Niederschlagsereignis. Darüber hinaus ist auch der räumliche Untersuchungsmaßstab von Bedeutung. Abb. 1 verdeutlicht die verschiedenen Einflussgrößen, welche bei der Entwicklung eines Hochwassers von Bedeutung sind.

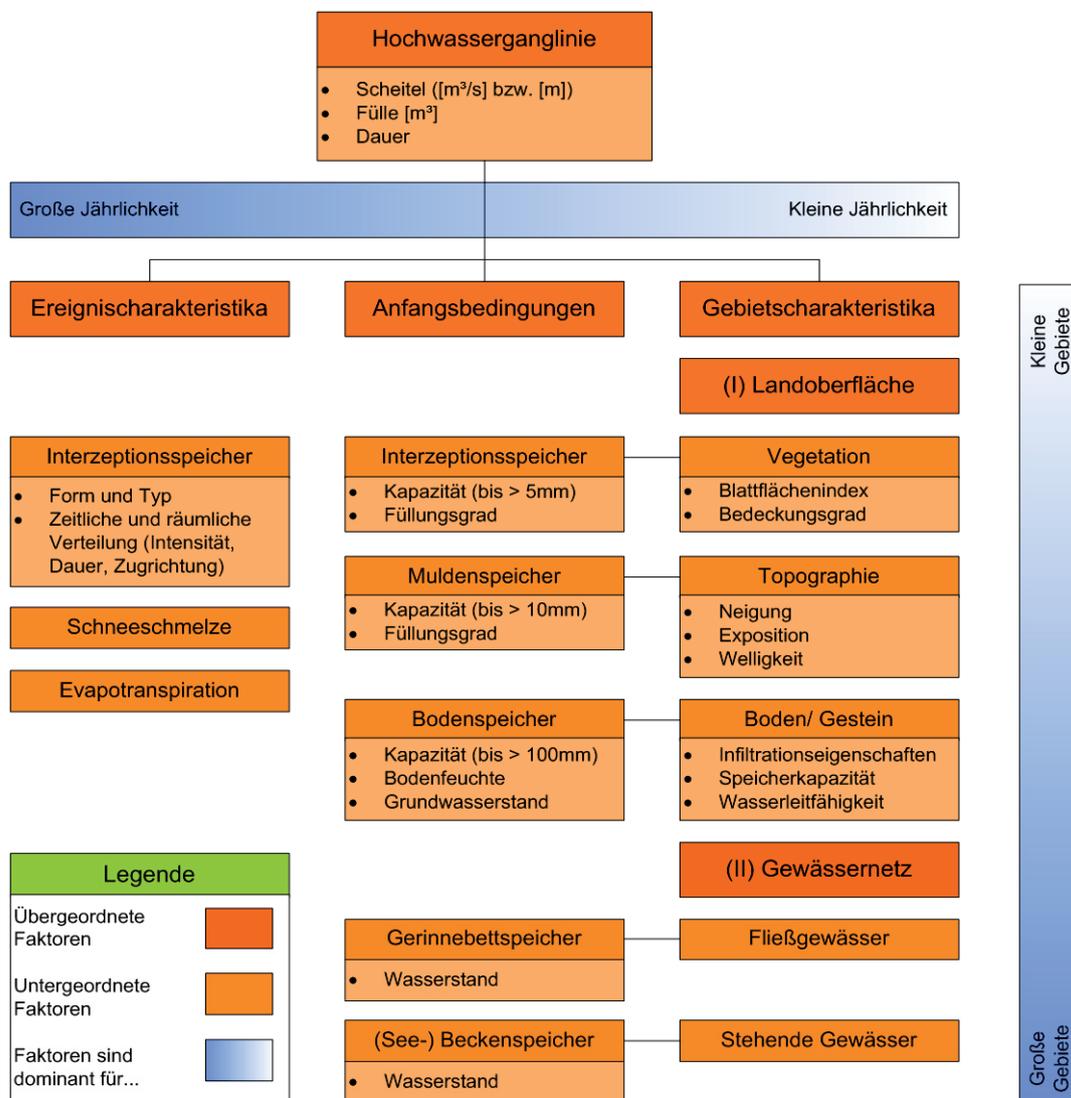
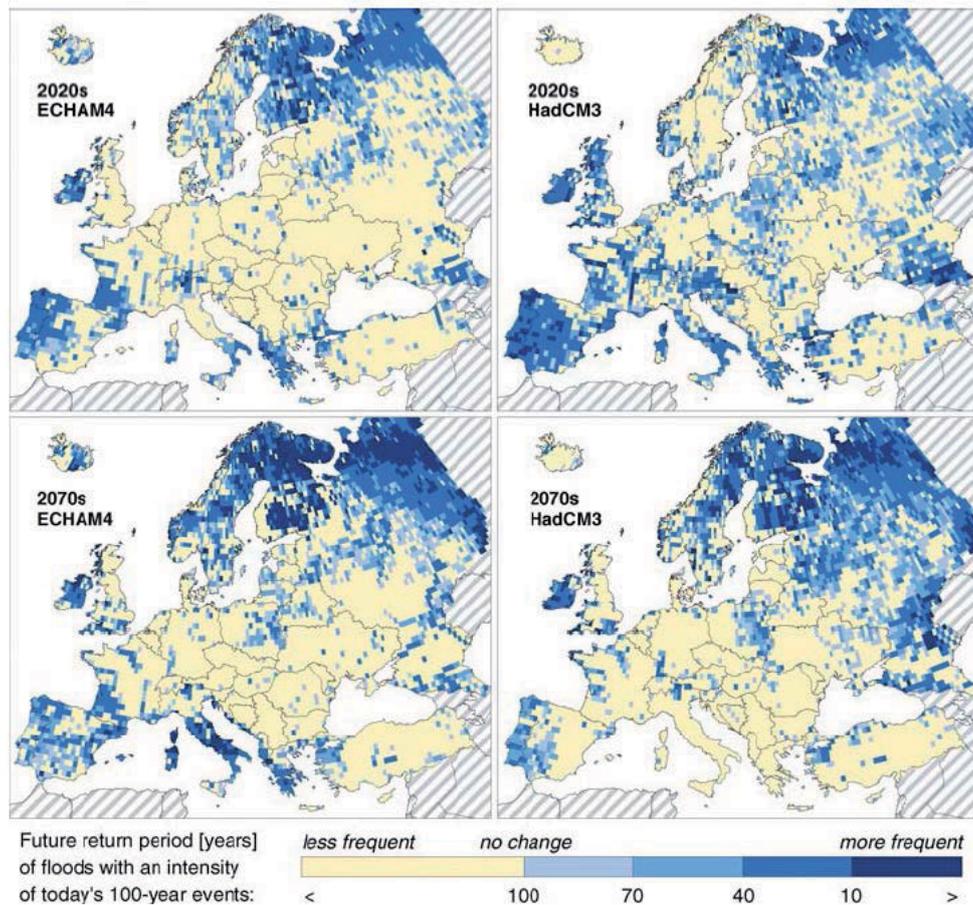


Abb. 1: Steuergrößen einer Hochwasserganglinie für natürliche Einzugsgebiete in Abhängigkeit von der Gebietsgröße und der Jährlichkeit des Ereignisses [nach Niehoff, 2002]

Eine umfangreiche Analyse von Hochwasserereignissen und Wetterlagen sowohl neuerer als auch historischer Ereignisse in Mitteleuropa zeigt, dass Hochwasser häufig im Rahmen bestimmter Großwetterlagen auftreten [Jacobeit et al., 2004]. Die für Hochwasser günstigen Rahmenbedingungen treten im Frühjahr besonders häufig im Rahmen von zonalen Westlagen auf. Diese haben erhöhte Niederschlags-, Temperatur- und Intensitätswerte gegenüber anderen Wetterlagen [Jacobeit et al., 2004]. Dabei ist in Westdeutschland besonders die Westlage zyklonal relevant, da dort ein starker Einfluss der Luftmassen vom Atlantik vorhanden ist. Speziell für Mittelgebirgslagen in Südwestdeutschland konnte gezeigt werden, dass sie in den meisten Fällen durch eine Westwetterlage, insbesondere der Westlage zyklonal hervorgerufen werden [Caspary, 2004].

### 2.2 Klimawandel und Hochwassergefahr in der Emscher-Lippe-Region

In Europa wird die Wasserwirtschaft durch den Klimawandel zwei grundlegenden, gegensätzlichen Herausforderungen begegnen müssen. Während in Südeuropa die bereits heutzutage problematische Wasserknappheit zunehmen wird, ist ein Anstieg des Hochwasserrisikos für den Großteil Kontinentaleuropas zu erwarten [IPCC, 2007; Zebisch et al., 2005]. Ein Anstieg der Hochwassergefahr ist vor allem in den Winter- und Frühjahrsmonaten zu erwarten, ausgelöst durch vermehrte Niederschläge [Zebisch et al., 2005]. Auch Berechnungen mit dem globalen WaterGAP-Modell – welche HadCM3- und ECHAM4-Klimaprojektionen sowie Annahmen der Wassernutzungsentwicklung einbeziehen – deuten darauf hin, dass in Westeuropa das Flutrisiko ansteigen wird [Lehner et al., 2006]. Abb. 2 verdeutlicht das Ergebnis dieser Berechnungen. Die Vergrößerung der Hochwassergefahr könnte durch eine zunehmende Urbanisierung und einer Zunahme der versiegelten Oberfläche verstärkt werden [de Roo et al., 2003]. Auch die Verdichtung natürlicher Böden durch den Einsatz schwerer Maschinen auf Feldern trägt zur Verschlechterung der Infiltration bei [Zebisch et al., 2005]. In kleinen Einzugsgebieten kann ein Anstieg des Hochwasserrisikos auch durch eine Veränderung in der Vegetation bewirkt werden [Robinson, 2003].



**Abb. 2:** Veränderung der Auftretenshäufigkeit von HW100: Vergleich von Klima und Wassernutzung in den Jahren 1961-1990 mit Simulationen für die 2020er und 2070er (ECHAM4 und HadCM3) unter Benutzung von WaterGAP 2.1 [Lehner et al., 2006]

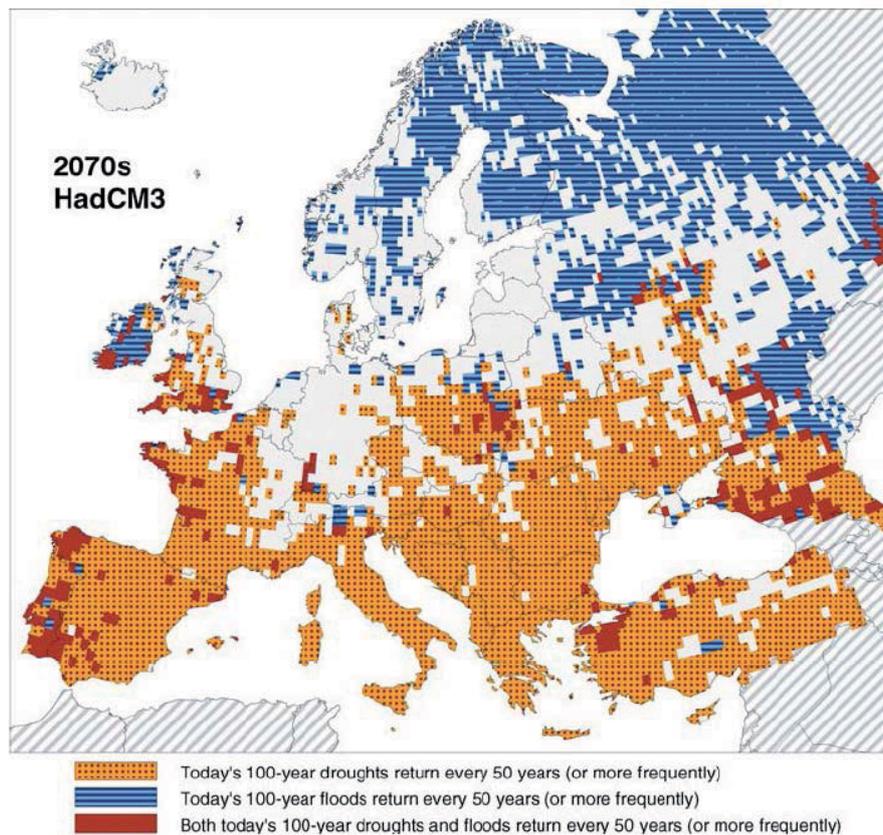
Laut Giorgi et al. [2004] wird von Dezember bis Februar ein Anstieg der zyklonalen Zirkulation zu erwarten sein, die vermehrte Niederschlag in Westeuropa mit sich bringt und zu für die Hochwasserentstehung günstigen Wetterbedingungen führen kann. Durch die Temperaturerhöhung im Winterhalbjahr ist jedoch auch davon auszugehen, dass eine Abnahme der durch die Schneeschmelze bedingten Abflüsse im Frühjahr auftreten wird [Eisenreich, 2005]. Von Juni bis August hingegen ist eine Veränderung der Zirkulation zu erwarten, die in Westeuropa für Hochdrucklagen sorgt [Giorgio et al., 2004].

Für Nordrhein-Westfalen ist für die Jahre 2031-2060 ein Temperaturanstieg von durchschnittlich 1,9°C gegenüber den Jahren 1961-1990 zu erwarten [MUNLV, 2009]. Die westfälische Bucht – und damit die Emscher-Lippe-Region – sowie das Weserbergland, das Sauerland und das Siegerland werden dabei möglicherweise eine etwas stärkere Erwärmung zu verzeichnen haben, als der Niederrhein. Aus der Erwärmung resultiert ein Rückgang der jährlichen Zahl an Schneetagen. Winterniederschläge werden somit in wachsendem Maße als Regen und nicht als Schnee fallen.

Eine Auswertung von Niederschlagsdaten aus Nordrhein-Westfalen im Rahmen des Projektes „Extremwertuntersuchung Starkregen in Nordrhein-Westfalen“ (ExUS) zeigt, dass die mittleren Niederschlagssummen des hydrologischen Jahres mehrheitlich gestiegen sind [Mehlig & Oermann, 2010]. Für das Winterhalbjahr von November bis April ist dabei eine Zunahme der Niederschläge zu verzeichnen, während im Sommerhalbjahr je nach Region Zu- oder Abnahmen auftreten. Im Hinblick auf die Anzahl an Tagen mit Starkregenereignissen zeigt sich für die Emscher-Lippe-Region eine deutliche Zunahme, sowohl für das Sommer- als auch das Winterhalbjahr. Eine im Jahr 2002 durchgeführte Studie der Veränderung statistischer Niederschlagswerte in der Emscher-Lippe-Region führte jedoch zu dem Ergebnis, dass kein Hinweis auf eine signifikante Veränderung derselben besteht [Pfister, 2002].

Während diese Änderungen auf der statistischen Auswertung von Niederschlagsdaten beruhen, zeigen auch verschiedene Modelle zur Klimadatenprognose eine steigende Tendenz. Berechnungen, die mit den regionalen Klimamodellen CLM1 und CLM2 durchgeführt wurden, weisen auch auf eine Erhöhung der Jahresniederschlagssumme hin [Mehlig & Oermann, 2010]. Im Rahmen des Projektes *dynaklim* berechnete Läufe von CLM1 und CLM2 deuten auf eine Erhöhung der Niederschlagshöhe für Starkregenereignisse in der nahen Zukunft hin [Quirnbach et al., 2012]. Andere Quellen gehen von einer Zunahme der jährlichen Niederschlagssumme von ca. 5% in Nordrhein-Westfalen aus, wobei in den Wintermonaten eine Steigerung zwischen 10-20% zu erwarten ist, im Sommer hingegen eine Abnahme bis ca. 20% [MUNLV, 2009]. Auch bei der Betrachtung des mittleren Abflusses an Fließgewässern zeigt sich für das Winterhalbjahr eine Tendenz zum Anstieg und im Sommer zur Abnahme. Jedoch unterliegt der Jahresmittelwert keiner relevanten Veränderung [MUNLV, 2007].

Die Berechnung von Hochwasserhäufigkeiten wird üblicherweise mittels einer statistischen Auswertung durchgeführt. Dabei erfolgt die Zuordnung eines Pegelstandes bzw. eines Wasserabflusses zu der Häufigkeit mit der das entsprechende Ereignis auftritt [Hooijer et al., 2004]. Dies kann grundsätzlich nur dann fehlerfrei geschehen, wenn die zugrundeliegenden Daten aus einer Zeitspanne stammen, in der die Rahmenbedingungen keinen Veränderungen unterlagen. In Europa und insbesondere in der Emscher-Lippe-Region ist jedoch eine starke anthropogene Einflussnahme in den Naturraum erfolgt, die zu einer signifikanten Veränderung relevanter Einflüsse geführt hat. Es ist schwierig, zwischen Veränderungen zu unterscheiden, die durch den Klimawandel hervorgerufen werden und solchen, die anthropogen bedingt sind. Daher ist die Unsicherheit der entsprechenden Hochwasservorhersagen sehr hoch [Lehner et al., 2006; Hooijer et al., 2004; Silva et al., 2001]. Abb. 3 zeigt für ganz Europa Regionen auf, bei denen eine kritische Veränderung der Hochwasser- oder Dürrehäufigkeit zu erwarten ist. Laut Lehner et al. [2006] ist die Emscher-Lippe-Region nicht von einer Verdopplung der Auftretenshäufigkeit eines 100-jährlichen Hochwassers betroffen. Die entsprechenden Berechnungen fanden mit dem globalen WaterGAP-Modell statt.



**Abb. 3:** Kritische Regionen hinsichtlich einer Erhöhung der Hochwasser- und/oder Dürrehäufigkeit [Lehner et al., 2006]

Berechnungen zur Erhöhung der Jährlichkeit von Hochwasserereignissen ausschließlich für die Emscher-Lippe-Region nahmen Kersting und Werbeck [2012] im Rahmen des Projekts *dynaklim* vor. Dabei verglichen Sie die Niederschlagsdaten der Referenzperiode von 1961 bis 1990 mit den Niederschlagsmengen- und -häufigkeiten für die nahe Zukunft. Wie in Tabelle 1 aufgeführt, wird ein 100-jährliches Niederschlagsereignis in Zukunft möglicherweise schon alle 36,9 (CLM1) oder alle 47,3 (CLM2) Jahre auftreten. Diejenigen Hochwasserereignisse, welche durch lokalen Niederschlag ausgelöst werden, treten somit auch entsprechend häufiger auf, falls alle anderen Parameter sich nicht verändern. Im Gegensatz zu den Ergebnissen von Lehner et al. [2006] deuten die Berechnungen von Kersting und Werbeck [2012] daher durchaus auf eine deutliche Erhöhung der Hochwasserhäufigkeit in der Emscher-Lippe-Region hin.

**Tab. 1:** Jährlichkeit von Niederschlagsereignissen in der Emscher-Lippe-Region in der Zeit von 1961-1990 und in der nahen Zukunft von 2021-2050 [Kersting und Werbeck, 2012]

Referenz	CLM1	CLM2
1 a	0,8 a	0,8 a
5 a	3,1 a	3,4 a
10 a	5,5 a	6,2 a
25 a	11,7 a	14,0 a
50 a	20,7 a	25,7 a
100 a	36,9 a	47,3 a

## 3 Hochwasser und Kläranlagen in der Emscher-Lippe-Region

### 3.1 Aufzeichnungen historischer Hochwasser an Emscher und Lippe

Die Hochwasseraufzeichnung in der Emscher-Lippe-Region reicht bis in das 14. Jahrhundert zurück. So ist in der Chronik der Stadt Lünen ein Hochwasserereignis im Jahr 1342 dokumentiert [Sacher, 2004]. Regelmäßige Aufzeichnungen sind ab dem 19. Jahrhundert vorhanden. Damals verfügte die Emscher über ein ausgesprochen flaches Gefälle (zum großen Teil <1‰) und einen sehr gewundenen Lauf. Häufige Überschwemmung waren die Folge [HWAP Emscher]. Ein Hochwasserereignis im Jahr 1890 führte zur ersten systematischen Ausweisung von Überschwemmungsgebieten [Sacher, 2004; HWAP, Lippe]. Diese sogenannten „Preußischen Überschwemmungsgebiete“ aus den Jahren 1910/13 beruhten auf bereits erfolgten, extremen Hochwasserereignissen. Sie wurden erst auf aufgrund des Runderlasses des Ministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten vom 30.03.1972 (III A 5 - 607/11 – 594) sukzessive von neu ausgewiesenen Überschwemmungsgebieten in ihrer Gültigkeit abgelöst.

Das große Hochwasser im Jahr 1909 führte zudem zum Bau von ersten umfassenden Hochwasserschutzmaßnahmen. Diese zeichneten sich durch eine umfangreiche Eindeichung und Regulation aus. In Tabelle 2 und Tabelle 3 finden sich einige der größeren Hochwasser seit 1890.

**Tab. 2: Historische Hochwasserereignisse der Emscher**

Hochwasserereignisse der Emscher		
Datum	Ereignis	Quellen
Februar 1909	<p>Einem sehr kalten Dezember und Januar folgte starker Schneefall Ende Januar, mit Höhen von ca. 1 Meter im Mittelgebirge und 20-40 Zentimetern im Tiefland. Anfang Februar stiegen die Temperaturen, zugleich fielen große Mengen Niederschlag. Daraufhin wurden Höchststände an den Pegeln von Main, Pegnitz, Ruhr, Emscher, Fulda, Werra, Leine und Weißer Elster verzeichnet.</p> <p>Bei diesem Ereignis waren Flächen von mehr als 2.700 ha betroffen. Die Wasserstände betrug teilweise mehrere Meter. Von Überschwemmungen war besonders der Stadtteil <b>Gelsenkirchen-Horstermark</b> betroffen (siehe Postkarte)</p> <p>Im Anschluss an dieses Ereignis –ab 1910– begann die Eindeichung und Regulation der Emscher.</p>	DWA, 2009; Postkarte, Hydrotec & Emschergenossenschaft, 2004; DLRG, 2010; MKULNV, 2011
01.08.1917	Es liegen keine weiteren Informationen vor.	Sons, 1956; MKULNV, 2011
30.08.1938	Das Ereignis hatte Auswirkungen auf den heutigen Stadtteil <b>Oberhausen-Osterfeld</b> .	Sons, 1956; MKULNV, 2011
1945	Aufgrund der Zerstörung einiger Deiche während des Krieges kam es bei diesem Hochwasser zu Schadensfällen.	
08.02.1946	<p>Die Schäden dieses großen Hochwasserereignisses waren besonders hoch, da auf einer Länge von 50 km der rechte Emscherdeich nördlich von Essen versagte. Möglicherweise ist der Deichbruch auf Schädigungen aufgrund des Krieges zurückzuführen.</p> <p>Betroffen von den Überschwemmungen waren Teile von <b>Essen-Karnap</b> und <b>Gelsenkirchen-Horst</b>.</p>	Hydrotec & Emschergenossenschaft, 2004, MKULNV, 2011
14./15.08.1954	<p>Ein außerordentlich starker Dauerregen führte zu diesem Ereignis mit Schäden in <b>Essen, Duisburg</b> und <b>Gelsenkirchen</b>.</p> <p>Der in Essen-Mülheim gemessene Niederschlag betrug mit 134 mm in rund 14 Stunden mehr als je zuvor registriert.</p>	Hydrotec & Emschergenossenschaft, 2004, MKULNV, 2011, Sons 1956
Januar 1995	Es liegen keine weiteren Informationen vor.	MKULNV, 2011
26.07.2008	Ein Starkregenereignis [200mm/(m <sup>2</sup> *2h)] führte zum höchsten je gemessenen Pegel in Dortmund-Marten von 5,16 m anstelle von 1 m. Es kam zu Überflutungen im <b>Dortmunder</b> Stadtgebiet.	Duyf, 2008, MKULNV, 2011

**Tab. 3: Historische Hochwasserereignisse der Lippe**

<b>Hochwasserereignisse der Lippe</b>		
Datum	Ereignis	Quelle
1890	Mittlere Lippe (Pegel Haltern) ein Hochwasserabfluss von ca. 738 m <sup>3</sup> /s → Kläranlagen Haltern-West/Haltern-Hullern möglicherweise in preußischem Überschwemmungsgebiet?	Sacher, 2004, MKULNV, 2011
1909	Von diesem Ereignis war Lippstadt betroffen.	MKULNV, 2011
1932	Es liegen keine weiteren Informationen vor.	
Februar 1946	Im Bereich Untere Lippe (Pegel Krudenburg) ein geschätzter Hochwasserabfluss von ca. 850 m <sup>3</sup> /s. Betroffen: Lippstadt	Sacher, 2004
16./17.07.1965	Die sogenannte „Heinrichsflut“ fand statt an der Alme; dabei handelt sich um das höchste Ereignis zwischen 1950 und 2005 am Pegel Weine/Alme.  Das Ereignis ist besonders bedeutend für die Obere Lippe. Betroffene Gemeinden waren Lippstadt, Lippstadt-Lipperode und Paderborn-Schloss Neuhaus.  Der Pegel Bentfeld/Lippe war mehr als dreimal so hoch wie beim nächsthöchsten Ereignis im Zeitraum von 1955 bis 2005. Ursprünglich wurde er vom Lippeverband mit Q = 404 m <sup>3</sup> /s angesetzt. Neue Berechnungen der StUÄ Bielefeld und Lippstadt haben jedoch einen Wert von Q = 531 m <sup>3</sup> /s ergeben.  Ausgelöst durch dieses Ereignis wurde der heutige Wasserverband Obere Lippe gegründet.	MKULNV, 2011, Hydrotec, 2002
1994	Von diesem Ereignis war Lippstadt betroffen.	Hydrotec, 2002, MKULNV, 2011,
1995	Es liegen keine weiteren Informationen vor.	Hydrotec, 2002, MKULNV, 2011
02./03.11.1998	Hierbei handelt es sich um das höchste Ereignis am Pegel Paderborn/Lippe zwischen 1986 und 2004.	MKULNV, 2011, Sacher, 2004
2000	Von diesem Ereignis war Lippstadt betroffen.	Hydrotec, 2002, MKULNV, 2011
2002/2003	Silvester-Hochwasser Lippe	Teichgräber & Pfeiffer, 2004

## 3.2 Aktuelle Situation an Emscher und Lippe

### 3.2.1 Emscher

Die Emscher ist ein rechter Nebenfluss des Rheins mit einer Länge von 83,2 km. Sie entspringt auf dem Emscherquellhof in Holzwickede bei Dortmund auf einer Höhe von 144 m ü. NHN und durchfließt von dort unter anderem die Städte Dortmund, Recklinghausen, Herne, Gelsenkirchen, Essen, Bottrop, Oberhausen und Duisburg. In Dinslaken-Eppinghoven mündet die Emscher dann auf einer Höhe von 20 m ü. NHN in den Rhein [MUNLV NRW, 2005]. Im Durchschnitt hat die Emscher ein Gefälle von 1,5 %. Der mittlere Abfluss beträgt ca. 16 m<sup>3</sup>/s, wobei die gesamte Bandbreite zwischen einem mittleren Niedrigwasserabfluss von 9,4 m<sup>3</sup>/s und einem mittleren Hochwasserabfluss von 132 m<sup>3</sup>/s liegt. Der jährliche Niederschlag im 865 km<sup>2</sup> großen Einzugsgebiet der Emscher beträgt ca. 798 mm [MUNLV NRW, 2005], was dem bundesweiten Durchschnitt ungefähr entspricht.

In der Vergangenheit wurde die Mündung der Emscher in Folge von Bergsenkungen mehrmals verlegt. Dadurch entstanden sind die Altarme Alte Emscher und Kleine Emscher, welche inzwischen vom Hauptlauf separiert sind. Aus demselben Grund muss inzwischen auch ein großer Teil des Einzugsgebietes der Emscher künstlich entwässert werden. So werden z.B. 38 % des Gebietes der Emscherogenossenschaft mittels 107 Pumpwerken entwässert [Emscherogenossenschaft, 2012a]. Auch die Gewässersohle der Emscher unterlag zahlreichen Veränderungen. Einhergehend mit der Industrialisierung wurde sie in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts großteils mit Beton-Sohlschalen mit Trapez- oder Doppeltrapezprofil versehen, was eines der ersten großen Projekte der im Jahr 1899 gegründeten Emscherogenossenschaft darstellte. Die Emscher nahm daraufhin bis in die Gegenwart reichend die Funktion des Hauptabwassersammlers der Region ein. Im Moment wird die Emscher einer umfassenden Umbaumaßnahme unterzogen, welche der Vision eines „Neuen Emschertals“ folgt [Emscherogenossenschaft, 2009].

Mit einer Einwohnerzahl von 2,3 Millionen ist das Einzugsgebiet der Emscher sehr dicht besiedelt [Emscherogenossenschaft, 2009]. Es liegt nahezu vollständig in der Metropolregion Ruhrgebiet; die Flächennutzung besonders im Mittel- und Unterlauf ist vorwiegend von Siedlungen und Industrie geprägt. Ein Großteil der Fläche des Einzugsgebietes ist daher befestigt, was im Hinblick auf die Niederschlagswasserversickerung und damit dem Hochwasserschutz erhebliche Nachteile mit sich bringt.

Im Rahmen des Großprojektes zum Emscherumbau präsentierte die Emscherogenossenschaft auch ein Hochwasserschutzkonzept, welches die neuen Gegebenheiten nach dem Emscherumbau berücksichtigt. Das Konzept sieht vor Allem die Schaffung von Hochwasserretentionsraum vor. Abb. 4 gibt einen Überblick über die von der Emscherogenossenschaft geplanten Maßnahmen.

Maßnahmen der Emschergenossenschaft

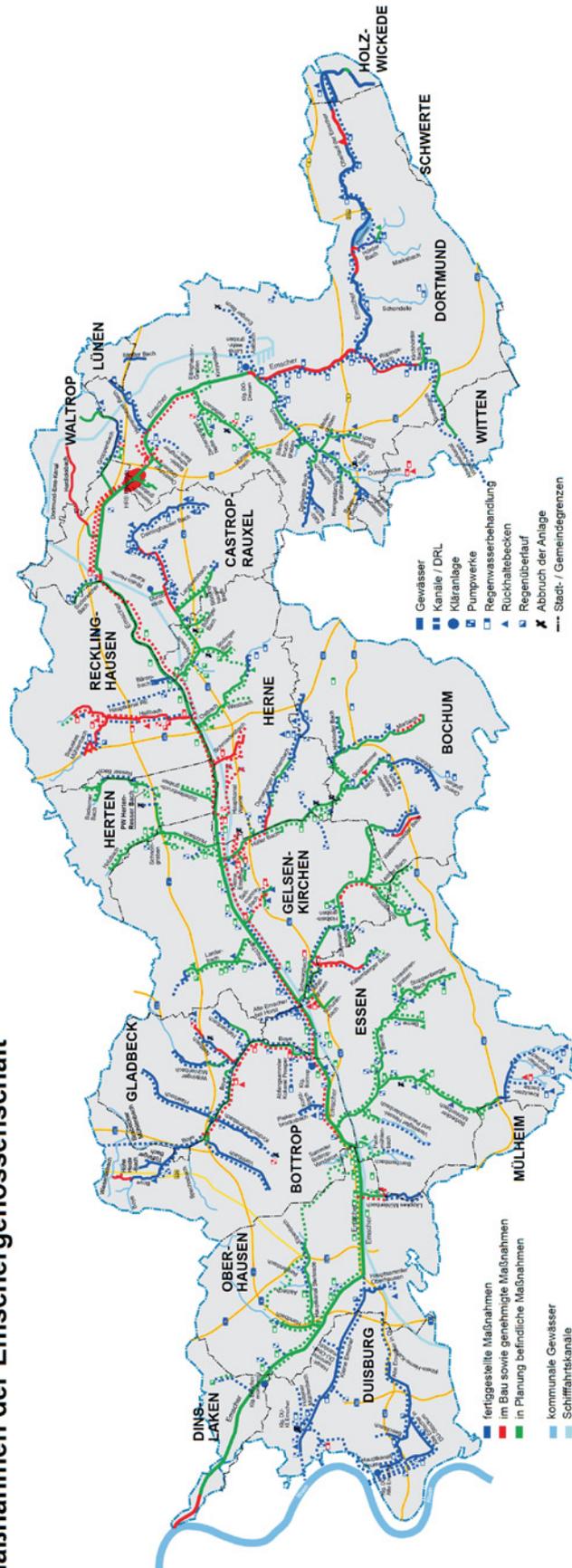


Abb. 4: Geplante Maßnahmen der Emschergenossenschaft [Emschergenossenschaft, 2012b]

Die hohe Kapazität der Emscher in Kombination mit der starken Regulation führt nur bei sehr extremen Ereignissen oder dem Versagen eines Deiches zu einem Hochwasser. Aufgrund der besonderen Gegebenheiten an der Emscher beträgt die Vorwarnzeit dabei nur wenige Stunden. Zudem sind hohe Einstautiefen zu erwarten, da ein großer Teil des Einzugsgebietes aus Polderflächen besteht. In dieser Situation (Deichbruch) ist der Schutz eines Einzelobjektes in vielen Fällen nur durch sehr umfangreiche permanente Maßnahmen zu gewährleisten. Aufgrund der geringen Wahrscheinlichkeit eines Deichbruches sowie den zu erwartenden hohen Kosten eines davon unabhängigen Einzelobjektschutzes scheint es im Hinblick auf die Emscher grundsätzlich besonders empfehlenswert, die Verbesserung eines ganzheitlichen Hochwasserschutzes vorzunehmen. Ein Umbau von wichtigen Gebäuden bzw. Kläranlagen ist jedoch immer individuell anhand einer Kosten-Nutzen-Analyse zu überprüfen. Die Umsetzung von betrieblichen Maßnahmen auf den entsprechenden Anlagen ist hingegen in jedem Fall ratsam.

### 3.2.2 Lippe

Die Lippe ist ein 220 km langer rechter Nebenfluss des Rheins mit Ursprung in Bad Lippspringe auf 134 m ü. NHN [MUNLV NRW, 2005]. Sie durchfließt unter anderem die Städte Paderborn, Lippstadt, Hamm, Dorsten und Wesel. Mit 71 % landwirtschaftlicher Flächennutzung ist das 4.882 km<sup>2</sup> große Einzugsgebiet jedoch besonders im Bereich des Oberlaufes sehr ländlich geprägt. Die Mündung in den Rhein erfolgt in Wesel auf einer Höhe von 20 m ü. NHN [MUNLV NRW, 2005] in einem stärker besiedelten Teil des Gebietes. Das durchschnittliche Gefälle der Lippe beträgt mit 0,52 % nur ein Drittel des Gefälles der Emscher. Der durchschnittliche Abfluss der Lippe am Pegel Schermbeck beträgt 44,9 m<sup>3</sup>/s, mit einem Niedrigwasserabfluss von 17,7 m<sup>3</sup>/s und einem mittleren Hochwasserabfluss von 241 m<sup>3</sup>/s [Lippeverband 2008]. Die durchschnittliche Niederschlagsmenge im Einzugsgebiet der Lippe beträgt 770 mm/a [MUNLV NRW, 2005].

Die Lippe ist im Oberlauf bis zur Einmündung der Pader bei Schloss Neuhaus in ihrer Struktur nur gering bis mäßig verändert. Von dort bis Hamm hat sie aufgrund der Begradigungen kaum Möglichkeiten der seitlichen Ausdehnung. Im Unterlauf hingegen sind auch mäandrierende Bereiche aufzufinden, dennoch handelt es sich auch hier häufig um ausgebaute Bereiche, in denen keine natürliche Entwicklung erfolgen kann [MUNLV NRW, 2005]. Auch die Lippe wird daher zurzeit in großen Teilen naturnah umgebaut, was auch positive Auswirkungen auf die Hochwasserretention mit sich bringt.

Zu den aktuellen Maßnahmen zur Verbesserung des Hochwasserschutzes an der Lippe gehört z.B. das Maßnahmenpaket Haltern-Lippramdorf-Marl. Zwischen Kilometer 47,5 und 43,1 der Lippe soll eine Vielzahl von Maßnahmen durchgeführt werden. Dazu gehören mehrere Deichrückverlegungen, Deichertüchtigungen, der Bau neuer Pumpwerke sowie eine Umgestaltung der Lippe. Das Planfeststellungsverfahren läuft seit 2010, die geplante Bauzeit beträgt 7,5 Jahre [Bezirksregierung Münster, 2012; Lippeverband, 2010].

### 3.2.3 Kläranlagen in der Emscher-Lippe-Region

Im Folgenden soll auf einige Kläranlagen in der Emscher-Lippe-Region eingegangen werden. Von diesen Anlagen werden später einige intensiv im Hinblick auf Strategien zum Umgang mit Hochwasser beleuchtet. Bei der Auswahl dieser Anlagen spielte besonders die Darstellung verschiedener Risikosituationen eine Rolle.

Zur Abschätzung der aktuellen Hochwassersituation von Kläranlagen in der Emscher-Lippe-Region wurden folgende Dokumente herangezogen:

- Hochwasseraktionsplan (HWAP) Emscher [Hydrotec & Emschergenossenschaft, 2004]
- HWAP Lippe [Hydrotec, 2002]

- ELWAS-IMS (GIS-Tool für Abwasser, Gewässergüte, Grundwasser/Trinkwasser und Oberflächengewässer in NRW) des MKULNV NRW
- Digitale Karten der hochwassergefährdeten Bereiche in NRW des Landesumweltamtes Nordrhein-Westfalen [2003]
- online-Kartendienst "Überschwemmungsgebiete" der Bezirksregierung Münster
- Geodatenportal der Kreisverwaltung Recklinghausen
- Atlas der Überschwemmungsgefährdung und möglichen Schäden bei Extremhochwasser am Rhein [IKSR, 2001]
- TIM-online: Topographisches Informationsmanagement des Landes Nordrhein-Westfalen

Für alle hochwassergefährdeten Kläranlagen in der Emscher-Lippe-Region stellt die Übersicht in Tabelle 4 den Grad der Hochwassergefährdung laut aller gerade genannten Informationsquellen dar. Um eine möglichst umfassende Zusammenstellung zu erreichen wurden alle Kläranlagen berücksichtigt, die sich in einer Entfernung von weniger als 300 m zu einem (potentiellen) Überflutungsgebiet befinden, bei einem Hochwasser mit einer Jährlichkeit von mindestens 500 Jahren. Des Weiteren sind auch Kläranlagen enthalten, mit einer Lage in oder an einem historischen, preußischen Überschwemmungsgebiet. Die Häufigkeit mit der ein Hochwasser in einem designierten Überflutungsgebiet zu einer Überflutung führen könnte, ist dabei anhand der statistischen Jährlichkeit des entsprechenden Abflussvolumens angegeben. HQ100 entspricht dem Abflussvolumen eines Hochwassers, welches statistisch alle 100 Jahre auftritt; alle anderen Jährlichkeiten entsprechend.

Tab. 4: Hochwassergefährdete Kläranlagen in der Emscher-Lippe-Region

Kläranlage	Überflutungs-/Überschwemmungsgebiet			potentielles Überflutungsgebiet			preuß. ÜSG	Umfang/Lage zum ÜSG			
	HQ100	HQ250	*	HQ100	HQ200	HQ500		ganz	zum Teil	<50m	<300m
Hünxe	x		x				x		x		
Dorsten				x				x			
Hamm-West				x				x			
Dortmund-Deusen					x			x			
Duisburg-Alte Emscher						x		x			
Dortmund-Scharnhorst							x	x			
Hamm-Uentrop	x							x			
Werl-Westtoennen			x					x			
Hamm-Wambeln							x	x			
Wesel	x								x		
Lüdinghausen	x						x		x		
Lippetal	x	x							x		
Welver	x						x		x		
Senden	x								x		
Nottuln-Appelhülsen	x (an)						x (z.T.)		x	x	
Selm							x		x		
Kamen-Körnebach							x		x		
Nordkirchen							x		x		
Dattelner Mühlenbach	x										x
Haltern-West	x										x
Lünen-Sesekemündung				x							x
Olfen	x										x
Selm-Bork	x										x
Bad Sassendorf-Neu	x						x				x
Bottrop					x						x

Kläranlage	Überflutungs-/ Überschwemmungs- gebiet			potentielles Überflutungsgebiet			preuß. ÜSG	Umfang/Lage zum ÜSG			
	HQ100	HQ250	*	HQ100	HQ200	HQ500		ganz	zum Teil	<50m	<300m
Emschermündung						x				x	
<b>Duisburg-Hochfeld</b>						<b>x</b>				<b>x</b>	
Soest							x			x	
Bönen							x			x	
<b>Hamm-Mattenbecke</b>	<b>x</b>									<b>x</b>	
Hamm-Pedinghausen							x			x	
Hamm-Westtuennen	x									x	
Werne	x									x	
Unna-Hemmerde							x			x	

*\*Überflutetes Gebiet, das aufgrund seiner Bebauung kein ÜSG nach WHG ist*

## 4 Detailuntersuchung von Kläranlagen in der Emscher-Lippe-Region

### 4.1 Methodik der Verwundbarkeitsanalyse

Die Vorgehensweise bei der Verwundbarkeitsanalyse entspricht einem 6-schrittigen Prozess, bei dem für verschiedene Szenarien die Exposition und Ersetzbarkeit aller relevanten Teilprozesse bzw. Anlagenkomponenten untersucht wird. Die Methodik wird ausführlich vorgestellt in einer Publikation des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe [BBK, 2010].

Der Ablauf des Prozesses ist in Abb. 5 visualisiert. Darin wird deutlich, dass das Resultat der Verwundbarkeitsanalyse die Einstufung in eine von fünf Verwundbarkeitsklassen ist. Hierbei entspricht Verwundbarkeitsklasse I der Verwundbarkeit einer Komponente, welche dem Hochwasserereignis nicht exponiert ist. Verwundbarkeitsklasse V wird erreicht, wenn eine Komponente durch das Hochwasserereignis in einem Maße beeinträchtigt wird, welches die Funktionsfähigkeit aufhebt. Des Weiteren ist die entsprechende Komponente in diesem Fall weder technisch noch organisatorisch ersetzbar.

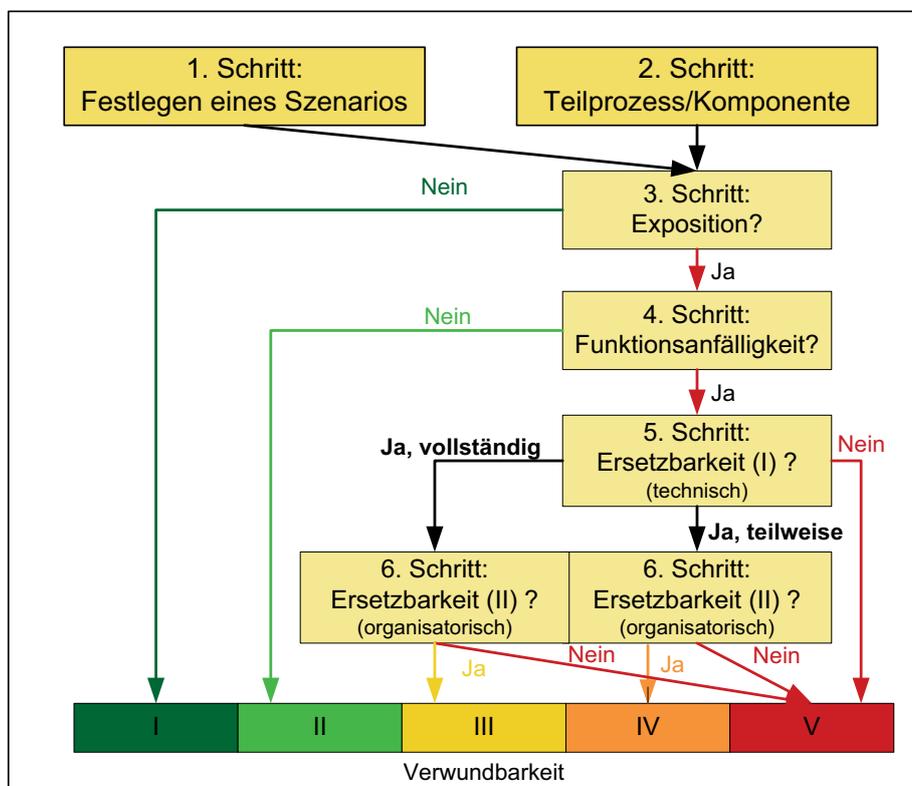


Abb. 5: Schema der methodischen Vorgehensweise der Verwundbarkeitsanalyse [nach BBK, 2010]

#### 1. Szenarien

Da die meisten Kläranlagen häufig auftretenden Hochwasserereignissen schadlos begegnen können, soll das Ziel der Betrachtung eine Aussage für seltenere Ereignisse sein. Aus diesem Grund wurde das vielfach als Bemessungsereignis genutzte 100-jährliche Hochwasser ausgewählt. Darüber hinaus soll auch die Gefährdung bei einem Hochwasser, das im Allgemeinen als Extremereignis gilt, geprüft werden. Ein 500-jährliches Hochwasser wurde dabei einem 1000-jährlichen Hochwasser vorgezogen, da die statistische Bestimmung desselben mit höherer Genauigkeit erfolgen kann und die Eintretenswahrscheinlichkeit doppelt so hoch ist, trotz eines möglicherweise sehr hohen Schadens.

Für die Verwundbarkeitsanalyse wurden die Kläranlage Duisburg-Hochfeld aus dem Einzugsgebiet der Emscher sowie die Kläranlagen Hamm-Mattenbecke sowie Hünxe aus dem Einzugsgebiet der Lippe gewählt. Für die Betrachtung der beiden letztgenannten konnte jedoch nur ein 250-jährliches Hochwasser benutzt werden, da keine Berechnungen zur Höhe eines 500-jährlichen Hochwassers vorliegen.

Im Hinblick auf die genannten Ereignisse wurden die Auswirkungen für den Fall einer bei Eintreten des Ereignisses funktionierenden Stromversorgung und einer von Beginn an nicht funktionierenden Stromversorgung seitens des Netzbetreibers, untersucht. Die Kläranlagen, welche durch Deiche geschützt sind, wurden zudem einer Betrachtung der Auswirkung eines 100-jährlichen Hochwassers bei einem Deichbruch unterzogen. Die Zuordnung der Kläranlagen zu den Szenarien wird in Tabelle 5 verdeutlicht.

Tab. 5: Übersicht der untersuchten Szenarien

	HW100 & HW250 Mit & ohne Stromausfall	HW100 & HW500 Mit & ohne Stromausfall	HW100 mit Deichbruch Ohne Stromausfall
KA Duisburg-Hochfeld	-	x	x
KA Hamm-Mattenbecke	x	-	x
KA Hünxe	x	-	-

## 2. Teilprozesse/Komponenten

Für die Betrachtung wurden Anlagenkomponenten und Teilprozesse identifiziert, deren Exposition und Ersetzbarkeit für die Betriebssicherheit von besonderer Relevanz ist. Hierbei handelt es sich um die in Tabelle 6 aufgeführten Untersuchungsgegenstände.

Tab. 6: Relevante Anlagenkomponenten und zugehörige Teilprozesse

Komponenten	Teilprozesse
Stromversorgungseinrichtungen	Stromversorgung
Betriebsgebäude	Anlagensteuerung
Zulaufpumpwerk	Sicherstellung des Anlagenzulaufs
Hochwasser-Pumpwerk	Sicherstellung der Entwässerung bei Hochwasser
Rechen	Mechanische Reinigung
auf der Anlage befindliche Becken	Abwasserspeicherung und -behandlung
<u>Komponenten der biologischen Reinigungsstufe:</u> Belüftung Rezirkulationspumpe Rücklaufschlamm (RLS)-Pumpe	Biologische Reinigung/Stickstoffentfernung

## 3. Exposition

In diesem Schritt wird geprüft, inwiefern die einzelnen Komponenten und Prozesse dem Hochwasser ausgesetzt sind. Dabei ist nicht relevant, zu welchen Auswirkungen die Exposition führen wird, sondern nur ob eine potentielle Betroffenheit besteht. Konkret sollen die folgenden Fragen beantwortet werden:

- Übersteigt der Wasserspiegel die Geländehöhe am Ort der Komponente?
- Wird Wasser in die Komponente eindringen?

#### 4. Funktionsanfälligkeit

Für alle dem Hochwasser exponierten Komponenten wird an dieser Stelle untersucht, welche Schäden oder funktionalen Beeinträchtigungen zu erwarten sind.

- Wie ist die jeweilige Komponente ausgeführt/gebaut?
- Welche Schäden, funktionale Beeinträchtigungen und Ausfälle können als Folge der Exposition gegenüber einer Überflutung oder einem Stromausfall auftreten?
- Welche Prozesse sind davon betroffen?

#### 5. Ersetzbarkeit (technisch)

- Gibt es eine technische Möglichkeit den Ausfall der Komponente mit vor Ort vorhandenem Material zu kompensieren (z.B. durch redundante Auslegung), sodass die Durchführung der betroffenen Prozesse wiederhergestellt wird?

#### 6. Ersetzbarkeit (organisatorisch)

- Kann ein Ersatz für die Komponente oder ihre Funktion organisiert werden? Besteht diese Möglichkeit auch an Feiertagen und bei Nacht?

### 4.2 Hochwasserbetrachtung Kläranlage Duisburg-Hochfeld

#### 4.2.1 Beschreibung der Kläranlage Duisburg-Hochfeld

Die Kläranlage Duisburg Hochfeld liegt rechtsrheinisch in 250 m Abstand zum Rhein bei Flusskilometer 774,5 (siehe Abb. 6). Sie wurde im Jahr 1961 als mechanisch reinigende Kläranlage in Betrieb genommen und in den Jahren 1983 bis 1998 zu einer mechanisch-biologischen Kläranlage ausgebaut. Im Jahr 1988 wurde zudem ein umfangreicher Ausbau zur Erweiterung des Hochwasserschutzes vorgenommen. Die Kläranlage ist für die Behandlung des Abwassers von 105.000 Einwohnerwerten ausgelegt.

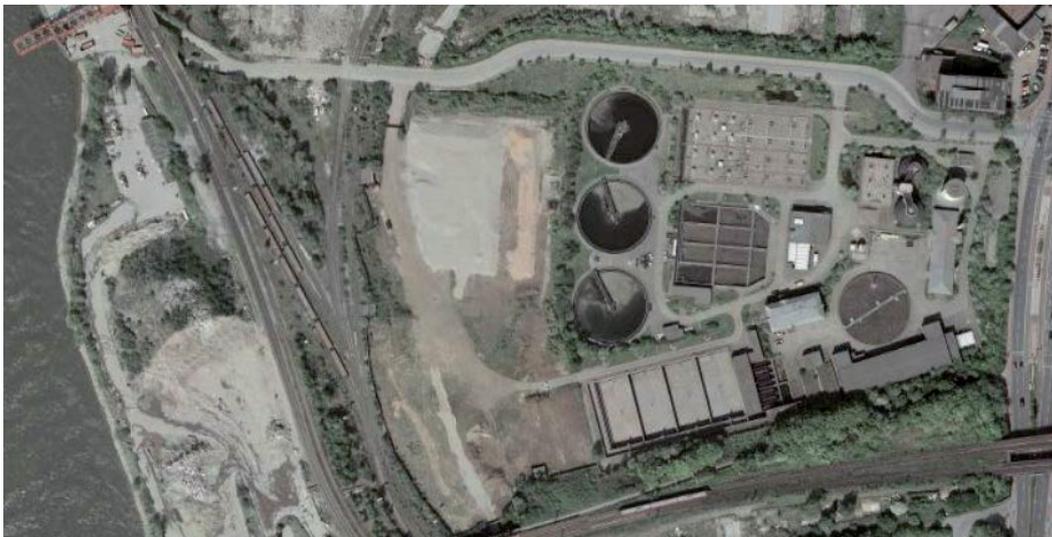


Abb. 6: Luftbild der Kläranlage Duisburg-Hochfeld [Google Maps, 2011]

Das Einzugsgebiet der Kläranlage erstreckt sich über die Stadtteile Hochfeld sowie Teile von Dellviertel und Neudorf, Wanheimerort, Wedau und Bissingheim. Es sind zurzeit ca. 76.000 Einwohnerwerte an die Anlage angeschlossen. Davon sind 53.000 angeschlossene Einwohner, der Rest berechnet sich aus Einwohnergleichwerten. Die gewerblichen Einleitungen sind nicht von einem einzelnen Gewerbe geprägt, sondern unterschiedlicher Natur. Sie beinhalten unter anderem die Einleitungen aus der

metallverarbeitenden Industrie, der Tankwageninnenreinigung und einem Krankenhaus. Basierend auf der aktuellen BSB<sub>5</sub>-Belastung entspricht die Kläranlage der Größenklasse 4 nach Abwasserverordnung.

Wie in Abb. 7 zu sehen, wird die Anlage im Belebtschlammverfahren betrieben. Eine Besonderheit ist die Ausführung des ersten Teils der biologischen Stufe im sogenannten LINDOX-Verfahren. Hierbei handelt es sich um ein modifiziertes Belebungsverfahren, welches sich durch die Belüftung mittels Reinsauerstoff auszeichnet. Um die Effizienz zu erhöhen, ist dieser Teil der Belebung in geschlossener Bauweise ausgeführt.

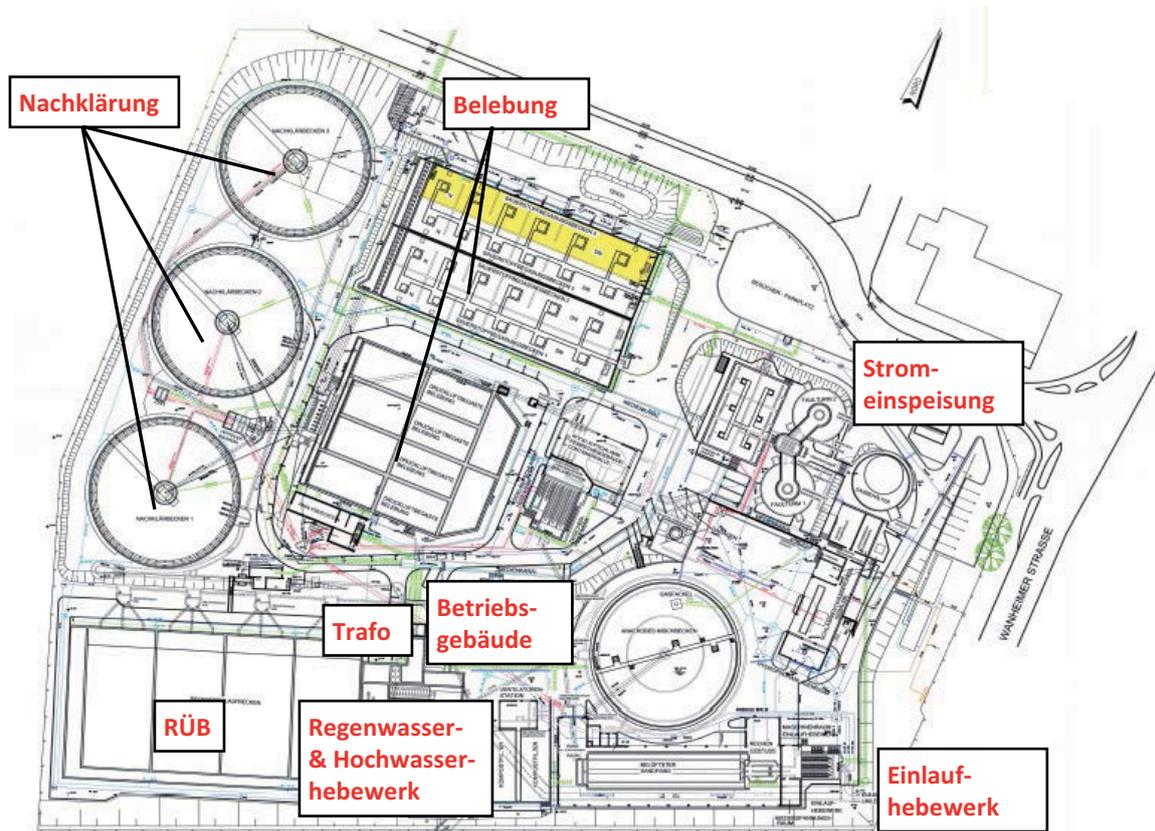


Abb. 7: Gesamtlageplan der Kläranlage Duisburg-Hochfeld [Grontmij, 2007]

Aufgrund der unmittelbaren Nähe zum Rhein ist ein umfassender Hochwasserschutz für die Kläranlage Duisburg-Hochfeld erbaut worden. Auf diese Weise sind die Kläranlage sowie das oberhalb liegende Kanalnetz bis zu einem Rheinwasserstand von ca. 30 m ü. NHN (gemessen am Ruhrorter Pegel; Pegelnullpunkt=16,088 m ü. NHN) geschützt. Die Maßnahmen zum Hochwasserschutz umfassen ein Hochwasserhebewerk mit drei Schneckenpumpen einen zusätzlichen Stauraumkanal und die Möglichkeit den Ablauf mittels Pumpen anzuheben, sodass auch im Hochwasserfall weiterhin entwässert werden kann. Die Höhe des Rheindeiches neben der Kläranlage Duisburg-Hochfeld entspricht ungefähr dem Pegelstand eines 500-jährlichen Hochwasserereignisses.

Im Jahr 2011 wurde von der Dr. Pecher AG eine Detailuntersuchung der Kläranlage Duisburg-Hochfeld im Hinblick auf einen Stromausfall seitens des Netzversorgers vorgenommen. Ein Untersuchungsschwerpunkt war dabei die Gefährdung der Anlage bei Stromausfall und einem gleichzeitig auftretenden Regenereignis. Die Ergebnisse wurden bei den nachfolgenden Auswertungen berücksichtigt.

#### 4.2.2 Szenarien

Im Rahmen des Projektes *dynaklim* wurde die Verwundbarkeit der Kläranlage Duisburg-Hochfeld untersucht für ein 100-jährliches Hochwasser (HW100) sowie ein Extremhochwasser (HW500). Die Auswirkungen beider Hochwasserereignisse werden für den Fall einer bei Eintreten des Ereignisses funktionierenden Stromversorgung und einer von Beginn an nicht funktionsfähigen Stromversorgung seitens des Netzbetreibers untersucht. Dafür wurden unter anderem die Ergebnisse der zuvor genannten Studie der Dr. Pecher AG genutzt. Darüber hinaus soll die Auswirkung eines 100-jährlichen Hochwassers im Falle eines Deichbruches betrachtet werden.

Der Wasserstand für ein 100-jährliches Hochwasser des Rheins auf Höhe der Kläranlage Duisburg-Hochfeld beträgt 29,44 m ü. NHN, der eines 500-jährlichen Hochwassers 30,50 m ü. NHN. Diese Daten basieren auf Berechnungen mit der Flusshydrologischen Software FLYS der Bundesanstalt für Gewässerkunde [Bezirksregierung Düsseldorf, 2012]. Weitere Wasserstände verschiedener Jährlichkeiten sowohl für die Kläranlage Duisburg-Hochfeld, als auch den Ruhrorter Pegel, der häufig als Referenz auf der Kläranlage dient, können Tabelle 7 entnommen werden. Zwischen den Wasserständen zeigen sich Differenzen von z.T. mehr als einem Meter zu Ungunsten der Kläranlage Duisburg-Hochfeld.

Tab. 7: **Pegelhöhen für verschiedene Hochwasserereignisse am Rhein, berechnet mit FLYS 2.1.3 [Bezirksregierung Düsseldorf, 2012]**

	<b>Km 780,8: Ruhrorter Pegel</b>	<b>Km 774,5: KA Duisburg-Hochfeld</b>
<b>Wiederkehrzeit des Hochwasserereignisses [a]</b>	<b>W [m ü. NHN] / Q [m³/s]</b>	<b>W [m ü. NHN] / Q [m³/s]</b>
10	26,56 / 9.470	27,86 / 9.100
20	27,01 / 10.290	27,93 / 9.210
50	27,64 / 11.380	28,94 / 10.870
100	28,08 / 12.400	29,44 / 12.000
200	28,54 / 13.400*	29,91 / 12.900
500	29,18 / 14.900*	30,50 / 14.200*
500	29,14 / 14.800**	k.A.

\* Anhaltswerte, da Beobachtungsreihe nicht lang genug für gesicherte Extrapolation

\*\* Werte wurden gegenüber 1996 geändert

#### 4.2.3 Teilprozesse/Komponenten

Die relevanten, auf ihre Hochwasserexposition hin untersuchten Teilprozesse sind:

- Stromversorgung
- Betriebsgebäude/ Anlagensteuerung
- Einlaufhebewerk
- Regen- & Hochwasserhebewerk
- auf der Anlage befindliche Becken

### 4.2.4 Exposition

#### Stromversorgung

Die 10kV-Einspeisung befindet sich auf dem Geländehochpunkt im Nordosten des Kläranlagengeländes, 3,30 m über dem 500-jährlichen Hochwasserpegel.

Trafostation und Hauptverteilung sind etwas südwestlich der Geländemitte gelegen. Auch hier ist die Geländehöhe mit ungefähr 32 m ü. NHN deutlich über einem 500-jährlichen Hochwasser.

Der Niederspannungsraum befindet sich erhöht über dem Zulaufhebewerk. Die genaue Höhe ist unbekannt.

#### Betriebsgebäude/ Anlagensteuerung

Die Oberkante Fußboden des rückwärtigen Bereiches liegt auf einer Höhe von 28,48 m ü. NHN. Dies entspricht in etwa einem HW50. Der Haupteingang befindet sich eine Etage höher, die Oberkante Fußboden beträgt hier mehr als 31 m ü. NHN.

#### Einlaufhebewerk

Das Einlaufhebewerk ist im niedrigsten Bereich des Geländes im Südosten der Kläranlage Duisburg-Hochfeld angeordnet. Um das Einlaufhebewerk herum hat das Gelände eine Höhe von ungefähr 28,35 m ü. NHN, der entsprechende Pegelstand liegt zwischen einem 20-jährlichen und einem 50-jährlichen Hochwasserereignis. Die Rohrsohle vor den Zulaufschnecken befindet sich auf einer Höhe von 24,09 m ü. NHN und damit unterhalb eines HW10.

#### Regenwasserhebewerk/ Hochwasserhebewerk

Das Regen- und das Hochwasserhebewerk dienen der Bewältigung des Anlagenzulaufs bei Starkniederschlägen und Rheinhochwasser. Die Rohrsohle im Zulauf des Hochwasserhebewerks hat eine Höhenlage von 24,90 m ü. NHN, der Ablauf kann im Hochwasserfall bis auf eine Höhe von 31,80 m ü. NHN gepumpt werden und entwässert somit auch noch im Fall eines 500-jährlichen Hochwassers in den Rhein.

#### Becken

Die Becken sind bei erhöhtem Grundwasserstand den entsprechenden Auftriebskräften ausgesetzt.

Die Belebungsbecken befinden sich auf einem Geländeniveau von ca. 31 m ü. NHN und somit höher als ein HW500.

### 4.2.5 Funktionsanfälligkeit

#### Stromversorgung

Bei der Stromversorgung der Kläranlage Duisburg-Hochfeld handelt es sich um eine zweiseitige Einspeisung aus einem Ringnetz. Bei einer Störung an einer Stelle im Versorgungsnetz ist eine Weiterversorgung grundsätzlich gewährleistet. Im Falle einer Überflutung des Anlagengeländes ist die Stromversorgung aufgrund der erhöhten Lage selbst bei einem Wasserstand, welcher die Pegelhöhe eines HQ500 erreicht, nicht direkt durch das Hochwasserereignis gefährdet.

#### Betriebsgebäude/ Anlagensteuerung

Das Betriebsgebäude ist nicht überflutungssicher angelegt, jedoch befinden sich in dem auf der Rückseite des Gebäudes ebenerdig liegenden Geschoss keine relevanten Anlagenkomponenten. Im Falle eines Deichbruches bei einem 100-jährlichen Hochwasser würde dieses Geschoss ca. 0,96 m unter Wasser stehen. Das vom Haupteingang gesehen ebenerdig liegende Geschoss ist aufgrund seiner Höhe theoretisch auch bei einem 500-jährlichen Hochwasser mit Deichbruch geschützt.

#### Einlaufhebewerk/ Regenwasserhebewerk/ Hochwasserhebewerk

Das Zulaufhebwerk ist ausgelegt für einen Volumenstrom von  $2Q_{TW}=750$  l/s. Wird dieser Volumenstrom überschritten, erfolgt auf dem Anlagengelände ein Abschlag in den zum Regenwasser-/Hochwasserhebwerk führenden Kanal. Mittels vier Mischwasserschneckenpumpen mit einer Förderleistung von zusammen 6.000 l/s werden die ersten drei der vier Regenüberlaufbecken sukzessive gefüllt. Ab Beginn der Füllung des 4. Beckens schaltet eine Pumpe ab, da die Befüllung dieses Beckens nur mit einem Volumenstrom von 5.100 l/s erfolgen kann. Die Differenz von 900 l/s gelangt über die Mauer zwischen dem Pumpensumpf der Regenwasser- und der Hochwasserpumpen in den Hochwasserpumpensumpf. Bei Bedarf können auch die drei Hochwasserpumpen eingesetzt werden. Sobald der Pumpensumpf vollständig gefüllt ist, beginnt ein Rückstau in den Entleerungskanal der Becken, welcher ein Stauvolumen von weiteren 4.000 m<sup>3</sup> aufweist. Zudem erfolgt ein Abschlag des Wassers über eine Öffnung am oberen Rand des Hochwasserpumpensumpfes in den Ablaufkanal der Kläranlage.

Bei einem Stromausfall würde das Zulaufpumpwerk seine Funktion einstellen und es käme zu einem Rückstau des zufließenden Wassers. Dieser kann bereits bei einem 1-jährlichen Regenereignis zu einem Überstau am Geländetiefpunkt führen. Die Installation und Öffnung eines Schiebers im Ablaufschacht vor dem Mischwasserpumpwerk führt laut Berechnungen der Dr. Pecher AG [2011] zur Reduktion des Wasserspiegels unterhalb von 27,50 m ü. NHN und damit des Geländetiefpunktes. Über eine Schwelle der Höhe 25,39 m ü. NHN fließt das Wasser in diesem Fall dem Regenwasserpumpwerk zu. Im Anschluss kann eine weitere Entlastung in den Sumpf des Hochwasserhebwerkes und von dort in den Ablaufkanal der Kläranlage erfolgen. Mit einer Schwellenhöhe zum Ablaufkanal von 27,59 m ü. NHN ist diese Möglichkeit jedoch nur bei niedrigeren Wasserständen des Rheins durchführbar. Schon bei einem HW10 käme es zu einem Rückstau aus dem Rhein. Der von der Dr. Pecher AG vorgeschlagene Schieber wird möglicherweise im Jahr 2013 auf der Kläranlage Duisburg-Hochfeld installiert.

### Auf der Anlage befindliche Becken

Der Beckenrand von Nachklär- und Belebungsbecken ist über dem Niveau eines 500-jährlichen Hochwassers. Selbst bei einer diesem Ereignis entsprechenden Überflutung des Anlagengeländes käme es zu keiner Ausschwemmung des Beckeninhaltes.

Der Bemessungsgrundwasserstand beträgt ca. 26 m ü. NHN, es sind keine Flutventile vorhanden.

### **4.2.6 Ersetzbarkeit (technisch)**

#### Stromversorgung

Es befindet sich keine Möglichkeit der Notstromversorgung auf der Kläranlage.

#### Einlaufhebwerk

Das Einlaufhebwerk besteht aus drei Schneckenpumpen mit einer Leistung von je 375 l/s. Die Auslegung der Kläranlage erfolgte auf  $2Q_{TW}=750$  l/s. Eine Pumpe ist somit redundant ausgelegt.

Da kein Notstromaggregat auf der Kläranlage Duisburg-Hochfeld vorgehalten wird, ist bei Stromausfall keine technische, jedoch eine organisatorische Ersetzbarkeit gegeben.

#### Regenwasserhebwerk/ Hochwasserhebwerk

Bei einem Hochwasser ohne Deichbruch kommt es grundsätzlich nicht zu einer Beeinträchtigung der Schneckenpumpen. Bei einem gleichzeitig auftretenden Stromausfall kann eine sichere Entwässerung jedoch nicht mehr gewährleistet werden, da ein Anheben des Abwassers in den Rhein erfolgen muss.

Im Fall eines Deichbruchs ist auch mit einer Unterbrechung der Stromversorgung sowie einer Überflutung des Anlagengeländes zu rechnen.

#### Betriebsgebäude/ Anlagensteuerung

Das Betriebsgebäude an sich ist nicht ersetzbar.

Das Prozessleitsystem verfügt über eine unterbrechungsfreie Stromversorgung. Im Gegensatz zur allgemeinen Stromversorgung kann somit für die Anlagensteuerung von einer technischen Ersetzbarkeit ausgegangen werden.

### Auf der Anlage befindliche Becken

Nicht ersetzbar.

### **4.2.7 Ersetzbarkeit (organisatorisch)**

#### Stromversorgung

Ein mobiles Notstromaggregat mit einer Leistung von 50 kVA befindet sich auf der Kläranlage Rheinhausen. Darüber hinaus existieren mehrere mobile Notstromaggregate mit einer Leistung von <10 kVA. Der Transportweg von der Kläranlage Rheinhausen zur Kläranlage Duisburg-Hochfeld hat eine Länge von knapp 8 km und ist in 10-15 min zurückzulegen [Google Maps, 2012]. Aufgrund der Auslegung der Deiche für ein 500-jährliches Hochwasser, ist die Strecke auch in diesem Fall befahrbar.

Da kein Notstromaggregat auf der Kläranlage Duisburg-Hochfeld vorgehalten wird, ist bei Stromausfall keine technische, jedoch eine organisatorische Ersetzbarkeit für das Einlaufhebewerk sowie Regenwasser- und Hochwasserhebewerk gegeben.

#### Betriebsgebäude/ Anlagensteuerung

Wie zuvor bereits erläutert, wird die Anlagensteuerung bei Stromausfall durch die unterbrechungsfreie Stromversorgung weiterversorgt. Ein organisatorischer Ersatz ist in Form des anzufordernden Notstromaggregates verfügbar. Bei Beschädigung ist eine manuelle Bedienung aller Hochwasserschieber möglich.

### **4.2.8 Resultierende Einordnung in die Verwundbarkeitsklassen**

#### Stromversorgung

Die auf dem Gelände der Kläranlage Duisburg-Hochfeld befindlichen Komponenten der Stromversorgung sind selbst bei einem Pegelstand von der Höhe eines Extremhochwassers nicht dem Hochwasser direkt exponiert. Daraus resultiert eine Einstufung in die Verwundbarkeitsklasse I sowohl für die Szenarien HW100 und HW500 als auch für einen Deichbruch bei HW100.

Bei einem Stromausfall von Seiten des Netzbetreibers ist keine technische Ersetzbarkeit vorhanden, jedoch eine organisatorische. Dies entspricht der Verwundbarkeitsklasse V.

#### Betriebsgebäude/ Anlagensteuerung

Es erfolgt keine Exposition ohne Stromausfall oder Deichbruch.

#### Einlaufhebewerk

Das Zulaufpumpwerk ist durch die redundante Auslegung einer Pumpe teilweise technisch ersetzbar, jedoch nicht organisatorisch. Bei einem Stromausfall stellt es seine Funktion in jedem Fall ein. Ein Deichbruch würde zur Überflutung führen, die Folgen für die Funktion sind unklar. Diese Tatsachen führen zu einer Einordnung in Verwundbarkeitsklasse V für die Szenarien Stromausfall und Deichbruch.

Regenwasserhebewerk/ Hochwasserhebewerk

Bei Stromausfall besteht keine technische Ersetzbarkeit, jedoch eine organisatorische. Daraus resultiert die Einordnung in Verwundbarkeitsklasse V für den Fall eines Stromausfalls seitens des Netzbetreibers.

Ein HW100 mit Deichbruch führt zu einer Überflutung des unteren Bereiches von Regen- und Hochwasserhebewerk und einem Austrag des Mischwassers. Auch wenn die Hebeoperation möglicherweise noch durchgeführt werden kann, erfolgt ein Austrag von Mischwasser. Dies wird als Funktionsanfälligkeit angesehen ohne eine Möglichkeit der Ersetzbarkeit. Es muss daher für dieses Szenario eine Einstufung in Verwundbarkeitsklasse V erfolgen.

Auf der Anlage befindliche Becken

Eine Exposition findet über den ansteigenden Grundwasserstand statt. Da keine Flutventile vorhanden sind, ist mit einer Funktionsanfälligkeit für den entleerten Zustand zu rechnen. Bei einem Deichbruch können einzelne Becken ausgeschwemmt werden, auch in diesem Fall ist die Funktion nicht weiter gegeben. Aufgrund der nicht vorhandenen Ersetzbarkeit erfolgt die Einordnung in Verwundbarkeitsklasse V für alle Szenarien. Zum Teil bezieht sich dies jedoch ausschließlich auf den entleerten und nicht den Betriebszustand, wie auch in Tabelle 8 zu erkennen ist.

**Tab. 8:** Einordnung der betrachteten Komponenten der Kläranlage Duisburg-Hochfeld in die Verwundbarkeitsklassen I-V

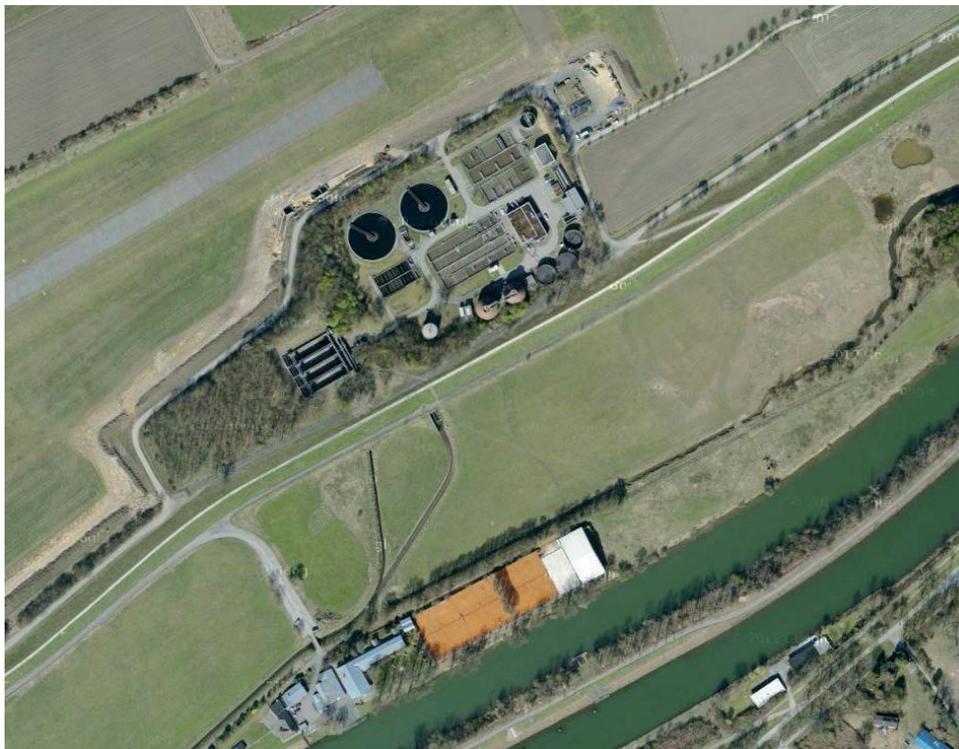
	<b>HW100 &amp; HW500 Ohne Stromausfall*</b>	<b>HW100 &amp; HW500 Mit Stromausfall*</b>	<b>HW100 mit Deichbruch</b>
Stromversorgung	I	V	I
Betriebsgebäude/ Anlagensteuerung	I	III	I
Einlaufhebewerk	I	V	V
Regen- & Hochwasserhebewerk	I	V	V
Becken	V (entleerter Zustand)	V (entleerter Zustand)	V

\* seitens des Netzbetreibers

## 4.3 Hochwasserbetrachtung Kläranlage Hamm-Mattenbecke

### 4.3.1 Beschreibung der Kläranlage Hamm-Mattenbecke

Die Kläranlage Hamm-Mattenbecke ist eine rechts der Lippe gelegene konventionelle Kläranlage, welche im Jahr 2010 das Abwasser von ca. 60.000 Einwohnerwerten behandelte [ELWAS-IMS, 2012]. In ca. 130 m Entfernung zur Kläranlage Hamm-Mattenbecke befindet sich der Mühlenbach, die Lippe ist ca. 180 m entfernt. Unmittelbar an das Gelände der Kläranlage grenzend verläuft parallel zur Lippe ein Deich, die Deichhöhe beträgt 61,68 m ü. NHN. Das Gebiet zwischen Deich und Lippe ist ein Überschwemmungsgebiet HQ100. Die Kläranlage selbst befindet sich aufgrund ihrer Lage hinter dem Deich in einem potentiellen Überflutungsgebiet HQ100. Eine im HWAP Lippe vorgestellte Maßnahme sieht eine Rückverlegung des Deiches mit der gleichzeitigen Anlage eines Stadtsees vor, dieser Plan wurde nach einem negativen Bürgerentscheid jedoch aufgegeben. Die Lage der Kläranlage Hamm-Mattenbecke relativ zur Lippe ist in Abb. 8 zu sehen.



**Abb. 8:** Luftbild der Kläranlage Hamm-Mattenbecke mit Lippe und Datteln-Hamm-Kanal im unteren Bildbereich [Google Maps, 2012]

Nach der endgültigen Ablehnung der Pläne für den Stadtsee wurde eine Neuplanung der Ablaufsituation vorgenommen, welche den Bau einer Fischtreppe sowie die Verlegung und Renaturierung des Ablaufes der Kläranlage und des Regenüberlaufbeckens vorsieht. Während der Untersuchung im Jahr 2012 befand sich diese in Abb. 9 und Abb. 10 gezeigte Veränderung im Bau. Die Fertigstellung erfolgte im Herbst 2012.

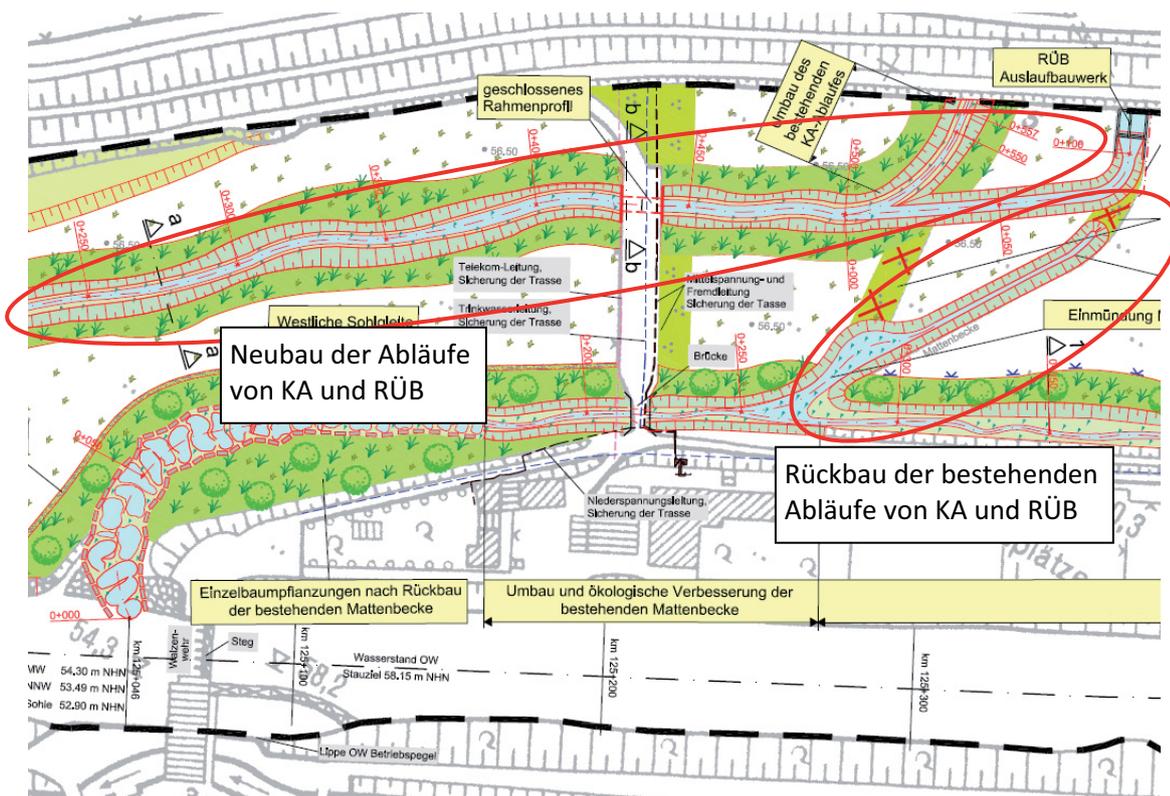


Abb. 9: Neuer Fischweg und geänderte Ablaufsituation der Kläranlage Hamm-Mattenbecke [Lippeverband, 2008a]



Abb. 10: Umbau des Ablaufes der Kläranlage Hamm-Mattenbecke im Juni 2012

Abb. 11 verdeutlicht die Lage der einzelnen Anlagenkomponenten auf der Kläranlage Hamm-Mattenbecke sowie die Anordnung der drei Mischwasserzuläufe. In den Pumpensumpf der drei Schnecken des Zulaufpumpwerkes gelangen die Zuläufe aus Hamm-Ost und dem RÜB Heesen. Der Zulauf Hamm-Ost erreicht das Anlagengelände mittels eines die Lippe unterkreuzenden Dükers, der über einen Drosselschieber verfügt. Der Zulauf aus dem Pumpwerk Hamm-Mattenbecke gelangt über das RÜB Hamm-Mattenbecke auf das Anlagengelände. Von dort fließt das Abwasser in das Oberwasser des Schnecken-Zulaufpumpwerkes.

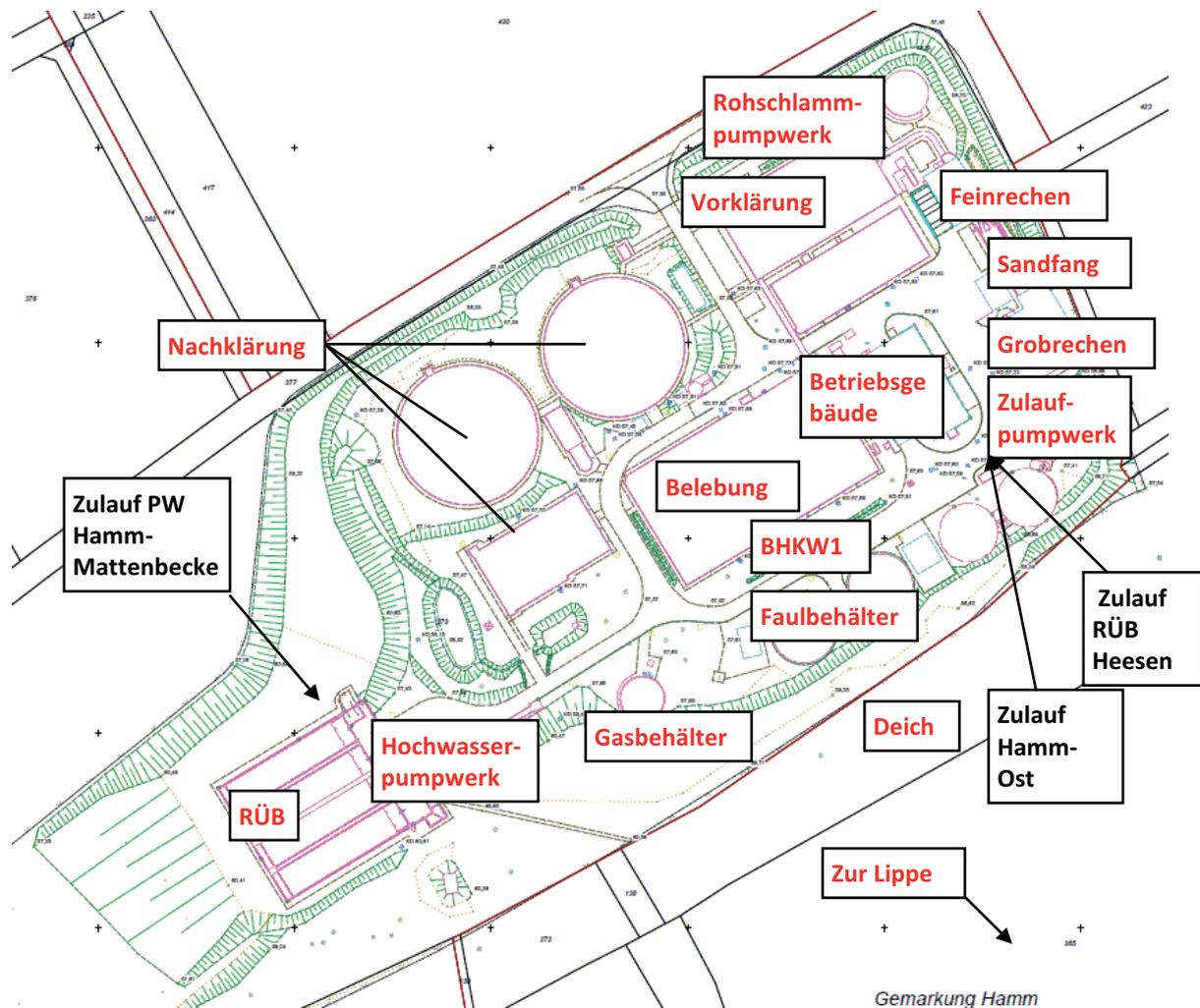


Abb. 11: Lageplan der Kläranlage Hamm-Mattenbecke [nach Lippeverband, 2008b]

Die Verfahrenstechnik der Kläranlage Hamm-Mattenbecke besteht aus einer mechanischen Reinigungsstufe mit Grobrechen, Sandfang, Feinrechen und Vorklärung. Daraufhin erfolgt die biologische Reinigung in einer Kaskadenbelebung mit dreistufiger Ausführung. Von den drei Nachklärbecken sind zwei als Rundbecken ausgeführt, ein drittes, neueres Becken als Rechteckbecken.

### 4.3.2 Szenarien

Für die Kläranlage Hamm-Mattenbecke wurden die Szenarien HW100 und HW250 betrachtet, die entsprechenden Pegeldata sind in Tabelle 9 aufgeführt. Eine Untersuchung des 500-jährlichen Hochwassers kann aufgrund der nicht vorhandenen Daten zur Höhe des entsprechenden Pegelstandes nicht erfolgen. Es erfolgte eine Betrachtung der genannten Ereignisse für den Fall einer von Seiten des Netzbetreibers intakten bzw. nicht intakten Stromversorgung sowie für den Fall eines intakten bzw. nicht intakten Deiches (Deichbruch).

Tab. 9: **Pegelhöhen für verschiedene Hochwasserereignisse an der Lippe, berechnet mit FLYS 2.1.3**  
[Bezirksregierung Düsseldorf, 2012]

	<b>Km 125,4: KA Hamm-Mattenebecke</b>
<b>Wiederkehrzeit des Hochwasserereignisses [a]</b>	<b>W [m ü. NHN]</b>
HW 10*	58,87
HW 25**	59,17
HW 100**	59,51
HW 250*	59,75

\*Berechnung des Lippeverbandes

\*\*Berechnung im Rahmen des Projektes Hydrologie und Hydraulik der Lippe auf Grundlage der nachkalibrierten 2D-Lippehydraulik von BCE und der im HWAP Lippe aufgestellten Hochwasserstatistik

### 4.3.3 Teilprozesse/Komponenten

Für die Betrachtung wurden Teilprozesse bzw. Anlagenkomponenten identifiziert, deren Exposition und Ersetzbarkeit für die Betriebssicherheit von besonderer Relevanz sind.

- Stromversorgung
- Betriebsgebäude/Anlagensteuerung
- Zulaufpumpwerk
- Hochwasserpumpwerk
- Rechen
- auf der Anlage befindliche Becken
- Belüftung der biologischen Reinigungsstufe
- Rohschlammumpwerk
- Rücklaufschlamm (RLS)-Pumpe

### 4.3.4 Exposition

Die gesamte Kläranlage ist durch den an der Lippe befindlichen Deich (61,68m ü. NHN) geschützt. Die Geländehöhe liegt zwischen 57 und 61 m ü. NHN. Eine Überflutung des Anlagengeländes tritt demnach nur im Falle eines die Deichhöhe überschreitenden Extremhochwassers, einem Deichbruch, einem lang anhaltenden Hochwasserereignis mit Drängewasseranfall oder einer Überschwemmung durch Überschreiten des maximalen Zulaufvolumenstroms der Kläranlage auf. Die nachfolgend aufgeführten Vergleiche mit der Pegelhöhe von Hochwassern verschiedener Jährlichkeiten sind vor diesem Hintergrund zu interpretieren.

#### Stromversorgungseinrichtungen

- Stromeinspeisung/ Trafostation

Es befinden sich zwei 400 kVA-Trafos sowie die 15 kV-Mittelspannungsanlage im Betriebsgebäude neben dem Meisterbüro. Die Oberkante Fußboden liegt dort bei 58,70 m ü. NHN, das heißt ca. 1,05 m über Geländeniveau. Dennoch ist dies niedriger als ein HW10. Eine Absicherung der Gebäudeöffnungen ist nicht vorhanden, die Komponenten wären bei einer Überflutung dem Wasser ausgesetzt.

- Schaltanlage (Niederspannung)

Die Schaltanlage für Niederspannung ist im Keller des Betriebsgebäudes angeordnet. Die Oberkante Fußboden liegt auf einer Höhe von 55,77 m ü. NHN und damit unterhalb eines HW10. Türschwelle und betretbarer Boden des Raumes sind gegenüber dem Vorraum um 25 cm erhöht, aufgrund des eingebauten Doppelbodens. Der Raum weist eine Öffnung zum Außengelände auf, um die Frischluftzufuhr mittels des Klimaanlage-Außengeräts zu ermöglichen.

- BHKWs

Auf der Anlage sind zwei BHKW mit einer Leistung von jeweils 100 kW vorhanden. BHKW 1 befindet sich gegenüber der beiden Faulbehälter auf einer Geländehöhe von ca. 57,69 m ü. NHN. BHKW 2 befindet sich im Maschinen- und Gebläsekeller des Betriebsgebäudes, Oberkante Fußboden bei 53,10 m ü. NHN. Der zugehörige Gasbehälter besitzt ein Fassungsvermögen von 600 m<sup>3</sup>. Die Geländehöhe um den Gasbehälter beträgt zwischen 57,63 bis 57,85 m ü. NHN. Beide BHKWs und der Gasbehälter sind damit niedriger als ein HW10 gelegen.

Ein Inselbetrieb der BHKWs z.B. bei Stromausfall ist möglich. Ein BHKW läuft im Regelbetrieb konstant mit einem Gasumsatz von ca. 52 m<sup>3</sup>/h. Das zweite BHKW wird ab einem Gasbehälterfüllstand von mehr als 500 m<sup>3</sup> dazugeschaltet.

### Betriebsgebäude/Anlagensteuerung

Das Betriebsgebäude befindet sich im östlichen Bereich des Geländes, die Geländehöhe beträgt hier zwischen 57,48 m ü. NHN und 57,80 m ü. NHN. Das Erdgeschoss des Betriebsgebäudes ist als Hochparterre ausgeführt, die Anlagensteuerung ist im Erdgeschoss angeordnet. Die Oberkante des Fußbodens im Erdgeschoss befindet sich auf einer Höhe von 58,70 m ü. NHN und damit unterhalb eines HW10. Abgesehen von der erhöhten Lage ist das Gebäude nicht gegen eindringendes Oberflächenwasser gesichert. Des Weiteren ist das Gebäude einem Hochwasser gegenüber auch über den damit einhergehenden erhöhten Grundwasserstand exponiert.

### Zulaufschneckenpumpwerk

Wie zuvor bereits erläutert, besitzt die Kläranlage Hamm-Mattenbecke drei Mischwasserzuläufe:

- Das Pumpwerk Hamm-Mattenbecke mit einer Leistung von max. 6.300 l/s fördert in den Zulauf RÜB Hamm-Mattenbecke. Dieses hat einen max. Drosselabfluss von 161 l/s ( $Q_{TW}=80$  l/s). Vom RÜB Hamm-Mattenbecke aus gelangt das Wasser in den Zulauf des Grobrechens hinter dem Zulaufschneckenpumpwerk.
- Das RÜB Hamm-Heessen besitzt einen max. Drosselabfluss von 190 l/s ( $Q_{TW}=95$  l/s). Das Wasser fließt in den Pumpensumpf des Zulaufschneckenpumpwerks.
- Der Zulauf Hamm-Ost erreicht die Anlage mittels eines Dükers mit Drosselschieber. Der Trockenwetterzulauf beträgt 186 l/s, die maximale Zuflussmenge  $2Q_{TW}$ , entsprechend 372 l/s. Das Wasser fließt gemeinsam mit dem Zulauf aus Hamm-Heessen dem Zulaufschneckenpumpwerk zu.

Das Pumpwerk Hamm-Mattenbecke verfügt über sieben Pumpen mit einer maximalen Förderkapazität von 6.300 l/s. Im Zeitraum vom 10.05.1999-10.05.2012 war es 41 Mal unter Volllast in Betrieb. Die Dauer des gleichzeitigen Einsatzes aller Pumpen reichte dabei von 2 min bis 43 min. In zwei dieser Fälle waren jedoch die Pumpen M3 und M4 außer Betrieb, sodass die volle Leistung nur 4.900 l/s betrug. Dies bezieht sich auch auf das 43 Minuten andauernde Ereignis. Insgesamt zeichnet sich eine deutliche Häufung von Ereignissen in den Monaten Mai bis August ab. 38 der 41 aufgetretenen Ereignisse fanden in diesem Zeitraum statt.

Das Zulaufschneckenpumpwerk im östlichen Bereich des Anlagengeländes verfügt über drei Schneckenpumpen. Zwei Schneckenpumpen verfügen über eine Förderleistung von 252 l/s, bei einer

Anschlussleistung von 15 kW. Diese beiden Pumpen wurden bereits beim Bau der Kläranlage installiert. Sie pumpen das Wasser von einer Höhe von 54,310 m ü. NHN (Sohle im Pumpensumpf) auf eine Höhe von 58,250 m ü. NHN (Sturzpunkt). Die dritte Schnecke wurde im Zuge einer Erweiterung der Kläranlage installiert und fördert bis zu 150 l/s bei einer Anschlussleistung von 11 kW. Sie schaltet bei einem Wasserstand von 55,74 m ü. NHN im Zulauf ein, dies entspricht einem Niveau von ca. 0,95 m der Sonde im Zulauf.

### Hochwasserpumpwerk/Kläranlagenablauf

Das Hochwasserpumpwerk wurde gleichzeitig mit der gesamten Kläranlage errichtet und dient der Anlagenentwässerung bei Lippehochwasser. Es ist mit vier Hochwasserpumpen ausgestattet, die eine Pumpleistung von 1.084 l/s aufweisen. Die Inbetriebnahme der Hochwasserpumpen erfolgt automatisch basierend auf dem Signal einer Berührungssonde im Trockenwetter-ablaufschacht. Die Inbetriebnahme der Pumpen führt gleichzeitig zum Schließen der Hochwasser-schieber um einem Rückstau aus dem Vorfluter vorzubeugen.

### Rechen

Der Grobrechen (2 Aggregate à 4 kW) hat eine Sohlhöhe, welche sich bei 57,55 m ü. NHN befindet; der Feinrechen (2,5 kW) liegt etwas niedriger auf 57,11 m ü. NHN. Dies ist niedriger als ein HW10.

### Auf der Anlage befindliche Becken

Die grundsätzliche Exposition aller Becken bei einem Hochwasserereignis ist gegeben. Diese findet vor allem über den erhöhten Grundwasserstand statt, da sich die Sohle aller Becken deutlich unter einem HW10 befindet.

### Belüftung der biologischen Reinigungsstufe

Die sechs Drehkolbengebläse befinden sich im Gebläsekeller. Die Räumlichkeiten sind nicht vor eindringendem Wasser geschützt. Die Lage ist unterirdisch und niedriger als ein HW10.

### Rohschlammumpwerk

Das Rohschlammumpwerk befindet sich in der Pumpenkammer östlich neben dem Vorklärbecken. Es ist unterirdisch angeordnet und befindet sich unterhalb des Pegelstandes eines HW10.

Das Pumpwerk besteht aus drei Pumpen (2x7,5 kW, 1x 15 kW), welche der Beschickung des Faulbehälters mit Rohschlamm dienen.

### Rücklaufschlamm (RLS)-Pumpen

Das Rücklaufschlammumpwerk verfügt über drei Pumpen mit einer Leistung von jeweils 206 l/s. Der Stromverbrauch der Pumpen beträgt je 7,5 kW.

Das Pumpwerk ist im westlichen Teil des Anlagengeländes zwischen den Nachklärbecken angeordnet. Die Geländehöhe beträgt hier ca. 57,5 m ü. NHN, die Pumpen befinden sich zum größten Teil unter Geländehöhe. <HW10.

## **4.3.5 Funktionsanfälligkeit**

### Stromversorgung

- Stromeinspeisung/ Trafostation

Die Stromversorgung erfolgt über eine zweiseitige Einspeisung aus einem Ringnetz. Dies bedeutet, dass im Fall einer Störung an beliebiger Stelle des Ringnetzes die weitere Funktionsfähigkeit gegeben ist.

Ein Hochwasser ohne Deichbruch sollte keine Auswirkungen auf die Stromversorgung haben. Bei einer Flutung des Anlagengeländes ist die Stromeinspeisung und Mittelspannung durch die

erhöhte Lage bis zu einem Wasserstand von gut einem Meter über Geländehöhe geschützt. Im Fall eines Deichbruchs bei HW100 übersteigt der zu erwartende Wasserstand diese Höhe und es erfolgt die Flutung der Stromeinspeisung und Mittelspannung. Dabei kommt es womöglich zu einem Kurzschluss. Dies ist jedoch auch von weiteren Parametern, wie zum Beispiel der Leitfähigkeit des Wassers abhängig. Grundsätzlich kann bei einer Überflutung nicht von einer weiteren Funktionsfähigkeit der Stromeinspeisung und Trafostation ausgegangen werden.

- Schaltanlage

Die Schaltanlage für Niederspannung ist im Keller gelegen, welcher durch das Treppenhaus sowie die Belüftung geflutet werden kann. Ein Hochwasserereignis hat keine negativen Auswirkungen auf die Schaltanlage. Bei einem Deichbruch käme es jedoch unweigerlich zu einer Überflutung. In diesem Fall kann – genau wie bei den anderen Komponenten der Stromversorgung – nicht von einem Beibehalt der Funktionsfähigkeit ausgegangen werden.

- BHKWs

Im Falle eines Hochwassers ohne Deichbruch sind die BHKWs nicht gefährdet. Ein gleichzeitig auftretender Stromausfall bei einem Hochwasserereignis führt zum Umschalten auf Inselbetrieb. Die mechanische Überdrucksicherung des Gasbehälters gewährleistet jedoch auch bei Problemen mit dem Inselbetrieb den Schutz vor einem zu hohen Füllstand.

Sollte sich ein Deichbruch ereignen, kommt es aufgrund der Funktionsanfälligkeit der restlichen Stromversorgung wahrscheinlich zu einem Stromausfall. Aufgrund der Lage der BHKWs unterhalb der Geländeoberfläche bzw. auf Geländehöhe werden beide BHKWs bei einem Deichbruch überflutet. Die Notstromversorgung im Inselbetrieb ist in diesem Fall nicht durchführbar.

### Betriebsgebäude/Anlagensteuerung

Im Falle eines Hochwassers ist das Betriebsgebäude durch den Lippedeich vor Oberflächenwasser geschützt. Bei Deichbruch würde es trotz der erhöhten Ausführung unweigerlich zu einer Flutung kommen. Es ist davon auszugehen, dass das Prozessleitsystem in diesem Fall seine Funktionalität verlieren würde.

Die Lage des Gebäudes deutlich unterhalb eines HW10 lässt darauf schließen, dass in der Vergangenheit bereits eine Exposition gegenüber einem erhöhten Grundwasserspiegel stattgefunden hat. Dies führte nicht zu Problemen. Das Verhalten des Grundwasserspiegels bei einem HW100 bzw. HW250 ist jedoch nicht bekannt. Es wird an dieser Stelle dennoch von keiner Anfälligkeit ausgegangen.

Das Prozessleitsystem verfügt über eine unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV). Bei einem Stromausfall würde es über eine 220 V USV Notstrombatterie versorgt und ist damit unabhängig von der allgemeinen Notstromversorgung. Darüber hinaus können alle Einzelaggregate auch von Hand in Betrieb genommen werden. Das Betriebsgebäude verfügt über eine Notbeleuchtung.

### Zulaufschneckenpumpwerk

Die Messung des Zulaufvolumenstroms erfolgt sowohl hydraulisch mit einer Höhenstandssonde im Zu- und Ablauf des Zulaufschneckenpumpwerkes als auch mittels einer auf der Fließgeschwindigkeit basierenden Durchflussmessung. Der max. Anlagenzulauf beträgt 723 l/s. Sollte im Zulaufschneckenpumpwerk ein zu hoher Volumenstrom gemessen werden, fahren alle Sicherheitsschieber zu. Damit ist der Kläranlagenzulauf komplett verriegelt. Auch bei einem Ausfall der Pumpen des Hochwasserpumpwerkes werden alle Schieber im Zulauf geschlossen. Für den Fall, dass nur im RÜB Hamm-Mattenbecke ein zu hoher Volumenstrom gemessen wird (Messung erfolgt auch hier mit Sonde & Durchflussmessung), dann erfolgt nur dort ein Zufahren des Sicherheitsschiebers.

Ein Lippehochwasser hat keine negativen Auswirkungen auf das Pumpwerk, ein Deichbruch führt zu einer Überflutung mit unbekanntem Schaden.

Für den Betrieb des Zulaufpumpwerks ist eine funktionierende Stromversorgung erforderlich. Bei Notstrombetrieb im Hochwasserfall wird von den drei Schneckenpumpen des Zulaufpumpwerkes nur Pumpe 3 (11 kW, 150 l/s) betrieben. Damit kann nur ein Teil des üblichen Anlagenzulaufs gewährleistet werden. Die hydraulische Ausführung der Sicherheitsschieber im Anlagenzulauf gewährleistet jedoch auch bei Stromausfall die Abriegelung des Zulaufs. Es kommt daher nicht zu einer Überschwemmung der Kläranlage durch einen zu hohen Zulaufvolumenstrom.

### Hochwasserpumpwerk

Monatlich werden der HW-Schieber sowie die HW-Pumpen einem Probelauf „Lippehochwasser“ unterzogen. Dadurch sind die regelmäßige Prüfung der korrekten Funktionsweise sowie eine Übung des Betriebsablaufs gewährleistet.

Bei einem Hochwasserereignis ohne Deichbruch kann die Entwässerung der Kläranlage mittels der Hochwasserpumpen bis zu einer Pegelhöhe erfolgen, welche der Deichhöhe von 61,68 m ü. NHN entspricht. Dies ist mehr als ein HW250. Bei einem Deichbruch würde eine teilweise Flutung des Hochwasserpumpwerkes erfolgen. Dies beträfe besonders die im Keller des Pumpwerkes angeordneten Pumpen. Die damit einhergehenden Schäden sind unbekannt.

Bei einem gleichzeitig auftretenden Stromausfall wäre die Anlagenentwässerung nicht gewährleistet. Die hydraulischen Sicherheitsschieber im Anlagenzulauf schließen in diesem Fall, sodass kein weiterer Zufluss stattfindet. Erfolgt die Stromversorgung mittels des Inselbetriebes eines BHKW, sieht die Betriebsanweisung nur den Betrieb von entweder Hochwasserpumpe 1 oder 2 vor, welche eine Anschlussleistung von 30 kW haben.

### Rechen

Bei einem 100-jährlichen Hochwasser mit Deichbruch erfolgt eine Überflutung sowohl von Grob- als auch Feinrechen. Bei Stromausfall erfolgt ein Ausfall der Rechen. Erfolgt dann ein Inselbetrieb mit BHKW1 können die Rechen aufgrund ihrer vergleichsweise geringen Anschlussleistung von 2,5 kW (Feinrechen) und 4 kW (Grobrechen) in Betrieb gehalten werden.

Der Grobrechen ist darauf ausgelegt, dass im Notfall die Rechenstäbe überspült werden können. Für den Feinrechen existiert ein Notumlauf, welcher bei einem Wasserstand von 0,88 m in der Zulaufrinne des Feinrechens geöffnet wird. Diese Rinne kann sowohl durch das Prozessleitsystem als auch vor Ort elektrisch geöffnet werden. Zudem besteht die Möglichkeit einer manuellen Öffnung mittels Handrädern. Beide Rechen sind somit bei Stromausfall nicht gefährdet.

### Auf der Anlage befindliche Becken

Ein Hochwasserereignis geht mit einem erhöhten Grundwasserstand einher. Im gefüllten Betriebszustand besteht dadurch keine Gefährdung der Becken. Diese besteht nur im entleerten Zustand. In diesem Fall erfolgt eine Grundwasserabsenkung rund um alle Becken vor der Außerbetriebnahme. Die Flutventile werden zudem in offener Stellung gehalten. Dadurch ist eine Auftriebssicherheit auch bei einem unerwarteten Anstieg des Grundwasserstandes gewährleistet.

Bei einer Überflutung des Anlagengeländes im Fall eines Deichbruchs tritt aufgrund der Höhenlage der Vorklärung, Belebung und Nachklärung eine Durchmischung des Abwassers mit dem Oberflächenwasser auf.

Von einem Stromausfall sind die Becken nicht betroffen.

### Belüftung der biologischen Reinigungsstufe

Bei einem Hochwasserereignis und gleichzeitigem Deichbruch wäre eine Überflutung nicht zu vermeiden.

Die Belüftung erfolgt über Membranteller. Im Fall einer Stromversorgung mittels Inselbetrieb des BHKW oder durch ein Notstromaggregat haben die Rechen und Pumpen Priorität vor der Belüftung der biologischen Reinigungsstufe.

### Rohschlammumpwerk

Bei einem Hochwasserereignis und gleichzeitigem Deichbruch wäre eine Überflutung nicht zu vermeiden.

Die Pumpe ist auf eine funktionierende Stromversorgung angewiesen.

### Rücklaufschlamm (RLS)-Pumpen

Bei einem Hochwasserereignis und gleichzeitigem Deichbruch würde sich auf dem Gelände um das Rücklaufschlammumpwerk eine Wasserspiegelhöhe von ca. 2 m einstellen. Dies bedeutet, dass auch der oberirdische Teil der Pumpen komplett unter Wasser stünde.

Die Pumpen sind auf eine funktionierende Stromversorgung angewiesen.

## **4.3.6 Ersetzbarkeit (technisch)**

### Stromversorgung

Es existiert ein aus mehreren Einzelteilen bestehendes schriftliches Notstromkonzept. Dies umfasst die allgemeine Vorgehensweise bei Stromausfall, die Vorgehensweise bei Inselbetrieb, sowie Angaben zu möglicherweise auftretenden Begleitumständen (z.B. Zulaufmengen, Möglichkeit interner Überflutungen etc.)

In dem in Abb. 12 dargestellten Ablaufplan bei Unterbrechung der Stromzufuhr ist die grundsätzliche Vorgehensweise von EGLV zu sehen. Hierbei handelt es sich nicht um ein anlagenspezifisches, sondern um ein übergreifendes Konzept, was in dieser Form auch auf den anderen Kläranlagen der EGLV gültig ist. In diesem Ablaufplan wird die Meldeabfolge bei Stromausfall sowie die weitere Vorgehensweise (Inbetriebnahme BHKW, Anforderung Notstromaggregat) chronologisch dargestellt. Speziell für die Kläranlage Hamm-Mattenbecke existiert zudem eine Betriebsanweisung für den Inselbetrieb des als Containeranlage ausgeführten BHKW1. Abweichend vom Ablaufplan in Abb. 12, ist in der Betriebsanweisung die grundsätzliche Anforderung eines externen Notstromaggregates bei der Betriebsüberwachungszentrale (BÜZ) in Bottrop vorgesehen. Die Betriebsanweisung enthält detaillierte Informationen zum Vorgehen bei Inbetriebnahme des BHKW1. Im Falle eines Inselbetriebes stehen maximal 105 kW zur Verfügung. Es dürfen nur Aggregate mit einer Einzelleistung von 30 kW zugeschaltet werden. Dabei sollen die leistungsstarken Aggregate grundsätzlich zuerst in Betrieb genommen werden um die größtmögliche Reserveleistung zur Verfügung zu haben. Im Allgemeinen werden bei Stromausfall nicht alle Aggregate, sondern nur die die Pumpen und möglicherweise der Rechen betrieben.

Bei Lippehochwasser und gleichzeitigem Notstrombetrieb über das BHKW ist nur eine Teilbehandlung des zufließenden Abwassers möglich. Hierbei gilt die Priorität dem Zulauf aus Hamm-Ost, die anderen Zuläufe sollen in den entsprechenden Regenüberlaufbecken zwischengespeichert werden. Sind diese voll, und es erfolgt die Messung eines zu hohen Zulaufvolumenstroms, so werden die bereits erwähnten Sicherheitsschieber zugefahren, welche auch im Falle eines Stromausfalls einmalig funktionsfähig sind.

Weder bei einem HW100 noch bei einem HW250 ist die Stromversorgung durch das Hochwasserereignis beeinträchtigt. Im Falle eines Deichbruches stünde das Anlagengelände jedoch in beiden Fällen komplett unter Wasser.

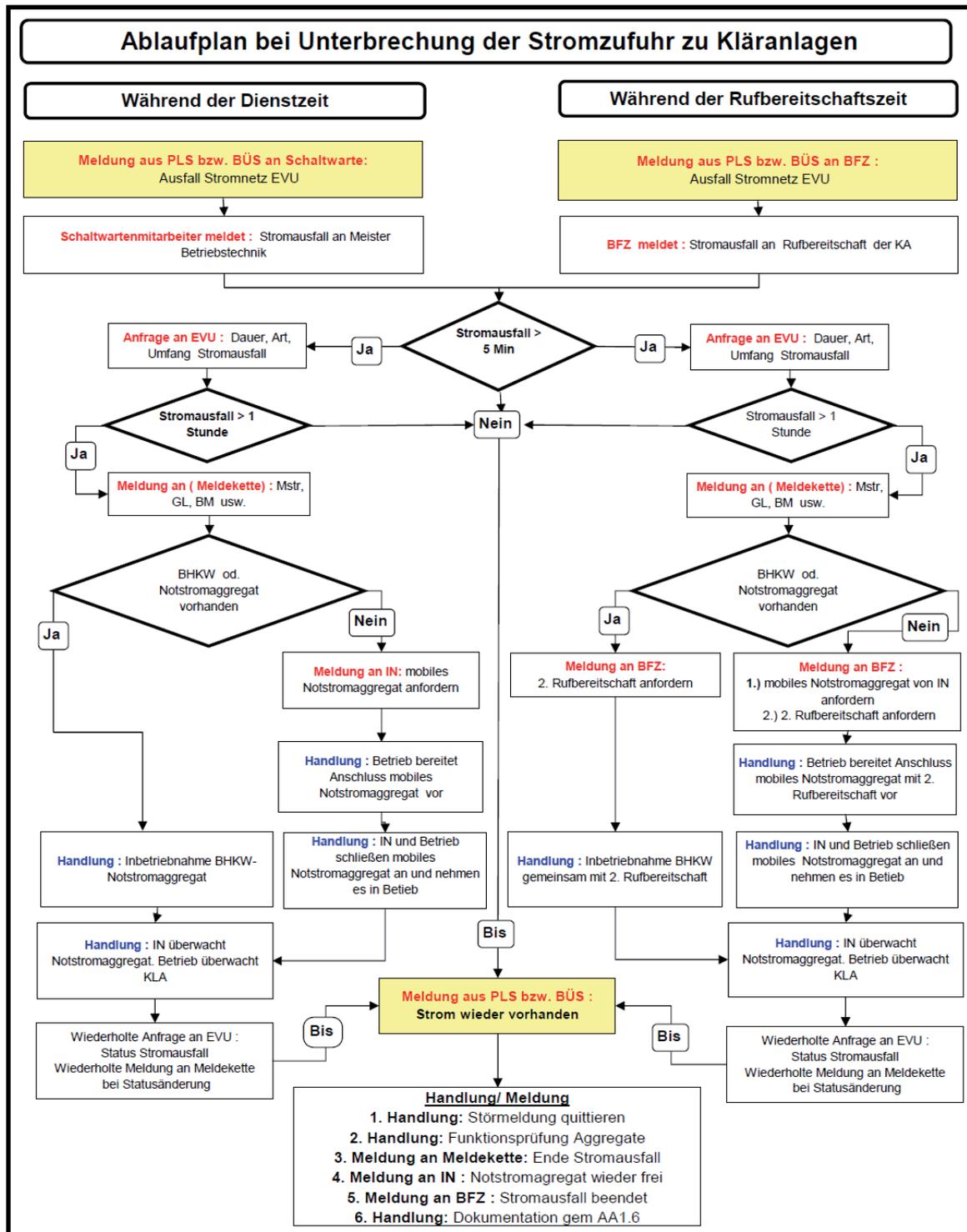


Abb. 12: Ablaufplan für den Fall einer Unterbrechung der Stromversorgung [EGLV, o.J.]

### Betriebsgebäude/Anlagensteuerung

Das Prozessleitsystem an sich kann nicht ersetzt werden. Bei einem Stromausfall besteht jedoch ein sofortiger technischer Ersatz aufgrund der unterbrechungsfreien Stromversorgung mittels einer 220 V Pufferbatterie.

### Zulaufpumpwerk

Das Zulaufpumpwerk hat eine maximale Fördermenge von 654 l/s und wird ausschließlich benötigt um die Zuflüsse Hamm-Ost und Heessen zu heben, da der Zufluss Hamm-Mattenbecke oberhalb der Schnecken zugeführt wird. Der maximale Zufluss dieser beiden Zuflüsse beträgt 562 l/s. Bei Ausfall einer Pumpe werden automatisch zwei Tauchpumpen im Unterwasser aktiviert, mit einer Förderleistung von je 82 l/s. Damit ist eine Gesamtleistung von 566 l/s vorhanden. Eine Redundanz bzw. weitere Funktionsfähigkeit bei einem Ausfall der Pumpen ist somit gegeben.

Bei einem Hochwasser ohne Deichbruch sollte es grundsätzlich nicht zu einer Beeinträchtigung der Schneckenpumpen kommen. Ein gleichzeitig auftretender Stromausfall würde zum zuvor beschriebenen Schließen der hydraulischen Sicherheitsschieber führen.

Im Fall eines Deichbruchs ist auch mit einer Unterbrechung der Stromversorgung sowie einer Überflutung des Anlagengeländes zu rechnen. Es ist nicht vorhersehbar, ob die Sicherheitsschieber dadurch beeinträchtigt würden.

### Hochwasserpumpwerk

Das Hochwasserpumpwerk ist nicht redundant ausgelegt, ein Ausfall führt zum Schließen aller drei Kläranlagenzuflüsse. Die Sicherheit der Kläranlage ist damit gewährleistet, nicht jedoch ihre Funktion.

Genau wie beim Zulaufpumpwerk, hat ein HW100 oder HW250 ohne Deichbruch keinerlei negative Auswirkungen auf das Hochwasserpumpwerk. Bei einem Stromausfall wären die Pumpen nicht betriebsfähig, in diesem Fall käme es zu einem Ausfall des Hochwasserpumpwerkes. Bei Notstromversorgung mittels eines BHKWs im Inselbetrieb sieht die Betriebsanweisung nur einen Betrieb der Hochwasserpumpe 1 oder 2 vor.

### Rechen

Die Rechen sind in ihrer Funktion grundsätzlich nicht ersetzbar. Sollte ihre Nutzung unmöglich werden, wird durch den Notüberlauf bzw. -umlauf die hydraulische Kapazität an dieser Stelle der Kläranlage nicht beeinträchtigt. Aufgrund der geringen Leistungsaufnahme können die Rechen auch bei Inselbetrieb der Kläranlage komplett weiter betrieben werden.

### Becken

Die Becken können nicht ersetzt werden.

### Weitere Komponenten

- Belüftung der biologischen Reinigungsstufe
- Rohschlammumpwerk
- Rücklaufschlamm (RLS)-Pumpe

Bei einem Ersatz der Stromversorgung durch den Inselbetrieb eines BHKWs können möglicherweise nicht alle genannten Komponenten durchgängig betrieben werden. Eine weitere Möglichkeit der Ersetzbarkeit besteht in diesem Fall nicht.

#### **4.3.7 Ersetzbarkeit (organisatorisch)**

##### Stromversorgung

Bei Stromausfall wird in jedem Fall, d.h. auch bei Nutzung des Stroms aus den BHKW, die Anforderung eines Notstromaggregates bei der BÜZ in Bottrop durchgeführt. Die Entfernung nach Bottrop beträgt ca. 80 km und die Fahrt von Bottrop bis Hamm-Mattenbecke dauert ca. 1 h [Google Maps, 2012].

Des Weiteren sind bei der Abteilung Instandhaltung in Lünen Notstromaggregate von 100 bis 800 kVA vorhanden. Die Länge der Fahrstrecke von Lünen bis Hamm-Mattenbecke beträgt ca. 25 km und dauert ca. 33 Minuten laut Routenplaner [Google Maps, 2012]. Die Wegstrecke von Lünen bis zur Kläranlage Hamm-Mattenbecke ist zum Teil sogar niedriger als ein HW10 gelegen. Ein Notstromaggregattransport ist damit nur bei intaktem Deich durchführbar. Die organisatorische Ersetzbarkeit der Stromversorgung ist für alle strombetriebenen Anlagenkomponenten gegeben.

##### Betriebsgebäude/Anlagensteuerung

Die Anlagensteuerung wird bei Stromausfall durch die unterbrechungsfreie Stromversorgung weiterr versorgt. Ein organisatorischer Ersatz ist in Form des anzufordernden Notstromaggregates verfügbar. Bei Beschädigung ist eine manuelle Bedienung der einzelnen Aggregate möglich. Die Überwachung aller Betriebsparameter ist in diesem Fall jedoch nur sehr eingeschränkt möglich.

##### Rechen

Die Rechen können mithilfe des Notstromaggregates angetrieben werden. Grundsätzlich ist jedoch auch eine Räumung von Hand denkbar.

##### Becken

Die Becken können nicht ersetzt werden.

#### **4.3.8 Sonstiges**

Das Anlagenpersonal informiert sich über den Pegelstand der Lippe im Intranet. Bei extremen Pegelständen erfolgt zudem eine Information per E-Mail.

#### **4.3.9 Resultierende Einordnung in die Verwundbarkeitsklassen**

Sollte auf der Kläranlage Hamm-Mattenbecke ein HW100 oder HW250 auftreten und es dabei zu einem Deichbruch kommen, so stünden alle betrachteten Komponenten unter Wasser. Ein Betrieb der Kläranlage ist unter diesen Umständen unmöglich. Für alle Komponenten erfolgt daher eine Einordnung in die Verwundbarkeitsklasse V für die Szenarien mit Deichbruch.

##### Stromversorgung

Die Stromversorgung ist in der Einzelbetrachtung einem Hochwasserereignis von 1,93 m über dem Pegel eines HW250 nicht exponiert und entspricht in diesem Fall der Verwundbarkeitsklasse I. Für das Szenario eines Stromausfalls von Seiten des Netzbetreibers ist eine teilweise technische und organisatorische Ersetzbarkeit vorhanden. Damit ist sie bei Versagen der relevanten anderen Komponenten in der Verwundbarkeitsklasse IV einzuordnen.

##### Betriebsgebäude/Anlagensteuerung

Bei HW100 oder HW250 ohne Stromausfall erfolgt keine Exposition und es ist keine Beeinträchtigung zu erwarten. Dies entspricht der Verwundbarkeitsklasse I.

Bei einem Stromausfall erfolgt die Beleuchtung des Gebäudes mit Notstrombeleuchtung, auch das Prozessleitsystem wird unterbrechungsfrei versorgt. Darüber hinaus ist auch ein organisatorischer

Ersatz der Stromversorgung möglich. Im Hinblick auf die Ersetzbarkeit der Stromversorgung ist die Anlagensteuerung damit in Verwundbarkeitsklasse III einzuordnen.

Zulaufpumpwerk

Bei HW100 oder HW250 ohne Stromausfall erfolgt keine Exposition und es ist keine Beeinträchtigung zu erwarten. Dies entspricht der Verwundbarkeitsklasse I.

Bei gleichzeitiger Stromversorgung mittels BHKW erfolgt nur der Betrieb von Zulaufpumpe 3 (11 kW), womit eine teilweise technische Ersetzbarkeit gegeben ist. Darüber hinaus kann ein 500 kVA-Notstromaggregat angefordert werden, womit die organisatorische Ersetzbarkeit gegeben ist. Dies führt zur Zuordnung in die Verwundbarkeitsklasse IV.

Hochwasserpumpwerk

Das Hochwasserpumpwerk wird bei Hochwasser planmäßig betrieben. Dabei können Ereignisse bis zur Höhe des Deiches bewältigt werden. Dies ist deutlich mehr als ein 250-jährliches Hochwasser, weswegen eine Zuordnung in Verwundbarkeitsklasse I für ein HW100 und ein HW250 erfolgt.

Sollte ein Stromausfall auftreten, kann das Hochwasserpumpwerk erstmal nicht weiter betrieben werden. Analog zum Zulaufpumpwerk gestaltet sich auch die Ersetzbarkeit des Hochwasserpumpwerkes. Daraus resultiert die Verwundbarkeitsklasse IV.

Rechen

Aufgrund des geringen Stromverbrauchs können die Rechen auch bei Notstrombetrieb in vollem Umfang betrieben werden, weswegen eine Einstufung in die Verwundbarkeitsklasse III erfolgen kann.

Auf der Anlage befindliche Becken

Die Becken sind exponiert, jedoch durch die eingebauten Flutventile auch im geleerten Betriebszustand geschützt. Daraus ergibt sich Verwundbarkeitsklasse II für die Szenarien HW100 und HW250 mit und ohne Stromausfall.

Weitere Komponenten

- Belüftung der biologischen Reinigungsstufe
- Rohschlammumpwerk
- Rücklaufschlamm (RLS)-Pumpe

Es besteht die organisatorische Ersetzbarkeit der Stromversorgung dieser Komponenten mittels Notstromaggregat. In diesem Fall können möglicherweise nicht alle genannten Komponenten durchgängig betrieben werden, jedoch mehr als bei Versorgung im Inselbetrieb. Eine weitere Möglichkeit der Ersetzbarkeit besteht in diesem Fall nicht.

**Tab. 10:** Einordnung der betrachteten Komponenten der Kläranlage Hamm-Mattenbecke in die Verwundbarkeitsklassen I-V

	<b>HW100 &amp; HW250 Ohne Stromausfall*</b>	<b>HW100 &amp; HW250 Mit Stromausfall*</b>	<b>HW100 mit Deichbruch</b>
Stromversorgung	I	IV	V
Betriebsgebäude/ Anlagensteuerung	I	III	V
Zulaufpumpwerk	I	IV	V
Hochwasserpumpwerk	I	IV	V
Rechen	I	III	V

	<b>HW100 &amp; HW250 Ohne Stromausfall*</b>	<b>HW100 &amp; HW250 Mit Stromausfall*</b>	<b>HW100 mit Deichbruch</b>
Becken	II	II	V
Belüftung	I	IV	V
Rohschlammumpwerk	I	IV	V
RLS-Pumpe	I	IV	V

*\*seitens des Netzbetreibers*

## 4.4 Hochwasserbetrachtung Kläranlage Hünxe

### 4.4.1 Beschreibung der Kläranlage Hünxe

Die Kläranlage Hünxe ist von einem Überschwemmungsgebiet HQ100 der Lippe umgeben, ihr Gelände stellt jedoch selber kein Überschwemmungsgebiet dar. Wie in Abb. 13 zu sehen, ist die Kläranlage nur ca. 50 m von der Lippe entfernt. Im Osten grenzt der Langefortsbach an das Gelände an. Die im HWAP Lippe vorgeschlagene Maßnahme Krudenburg würde die Wohnbebauung westlich der Kläranlage durch einen Deich schützen. Die Kläranlage ist jedoch davon ausgenommen und benötigt daher einen Einzelobjektschutz.



Abb. 13: Luftbild der Kläranlage Hünxe [Lippeverband/ Blossey 2011]

An die Kläranlage Hünxe waren im Jahr 2010 ca. 15.000 EW angeschlossen, davon waren 9.000 E und 6.000 EGW [ELWAS-IMS, 2012]. Die ursprünglich ausschließlich im konventionellen Belebtschlammverfahren betriebene Anlage wurde im Jahr 2009 um eine Membranbelebungsstufe mit Plattenmembranen erweitert. Wie in Abb. 14 sichtbar, besteht die konventionelle Belebungsstufe fort. Seit der Erweiterung wird die Kläranlage Hünxe zweistraßig betrieben, mit jeweils 50 % Beschickung der konventionellen und der Membranstraße. Im Zuge des zuvor erwähnten Umbaus wurde zudem das Betriebsgebäude erneuert und ein Hochwasserpumpwerk im Ablauf gebaut, das ursprünglich nicht vorhanden war.

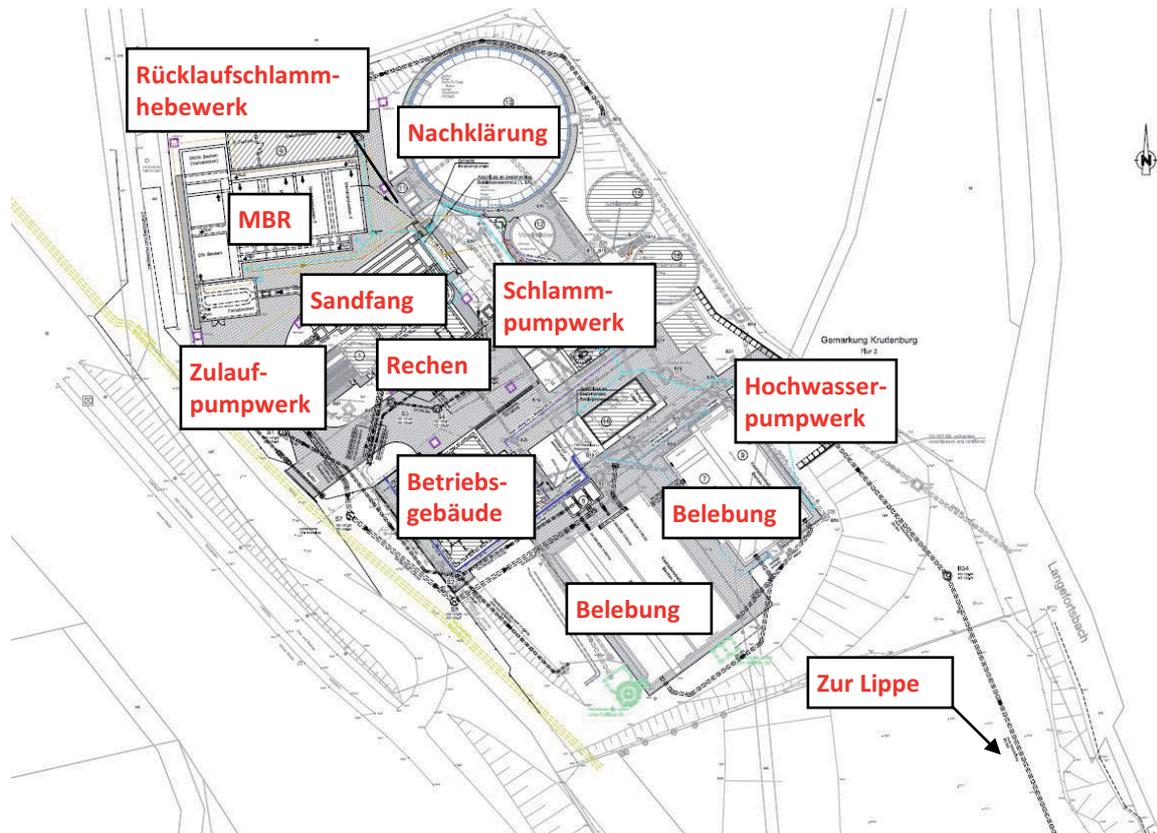


Abb. 14: Gesamtlageplan der Kläranlage Hünxe [Dahlem, 2011]

#### 4.4.2 Szenarien

Für die Kläranlage Hünxe wurden die Szenarien HW100 und HW250 betrachtet. Dafür wurden Abflussmengen und Pegeldata benutzt, welche aus Berechnungen des Lippeverbandes sowie im Rahmen des Projektes „Hydrologie und Hydraulik der Lippe“ erfolgten Berechnungen stammen (siehe Tabelle 11). Eine Untersuchung des 500-jährlichen Hochwassers kann anhand dieser Daten nicht durchgeführt werden.

Die Ereignisse HW100 und HW250 wurden jeweils betrachtet für den Fall, dass von Seiten des Netzbetreibers eine intakte Stromversorgung vorliegt und für den Fall, dass netzseitig keine Stromversorgung zur Verfügung steht.

Tab. 11: Hochwasserpegel verschiedener Jährlichkeiten an der Lippe auf Höhe der Kläranlage Hünxe

	Km 125,4: KA Hünxe
Wiederkehrzeit des Hochwasserereignisses [a]	W [m ü. NHN]
10	24,72*
25	25,14**
100	25,65**
250	25,95*

\*Berechnung des Lippeverbandes

\*\*Berechnung im Rahmen des Projektes Hydrologie und Hydraulik der Lippe auf Grundlage der nachkalibrierten 2D-Lippehydraulik von BCE und der im HWAP Lippe aufgestellten Hochwasserstatistik

#### 4.4.3 Teilprozesse/Komponenten

In der Hochwasser-Betrachtung wurden die folgenden Teilprozesse bzw. Anlagenkomponenten untersucht:

- Stromversorgung
- Betriebsgebäude/Anlagensteuerung
- Zulaufpumpwerk
- Hochwasserpumpwerk
- Rechen
- auf der Anlage befindliche Becken
- Schlammförderung

#### 4.4.4 Exposition

##### Stromversorgung

Die Stromeinspeisung ist ebenerdig im Betriebsgebäude angeordnet. Dieses befindet sich im mittleren Bereich des Geländes, in der Nähe des Eingangstores. Die Geländehöhe beträgt hier ca. 26,70 m ü. NHN bis 28,00 m ü. NHN. Dies ist um mehr als 0,75 m höher als die Pegelhöhe für ein HW250. Die entsprechende Jährlichkeit ist jedoch nicht bekannt.

Auch die Trafostation und die Schaltanlage befinden sich im Erdgeschoss des Betriebsgebäudes, über der Höhe eines HW250.

Die Anordnung der Stromversorgung ist in Abb. 15 fotografisch dargestellt.



Abb. 15: Lage der Stromversorgungsanlagenkomponenten auf der Kläranlage Hünxe

##### Betriebsgebäude/Anlagensteuerung

Das Prozessleitsystem befindet sich ebenerdig im nördlichen Bereich des Betriebsgebäudes. Das umgebende Gelände hat eine Höhe von 26,40 m ü. NHN bis 26,90 m ü. NHN, was mindestens 0,55 m oberhalb des Wasserpegels bei einem HW250 ist.

Abgesehen von der erhöhten Lage ist das Gebäude nicht gegen eindringendes Oberflächenwasser gesichert. Das Gebäude besitzt keine Unterkellerung.

### Zulaufpumpwerk

Die Mischwasserzuflüsse der Kläranlage Hünxe aus dem Pumpwerk Hünxe sowie dem Pumpwerk Krudenburg sind Druckrohrleitungen, bei denen es nicht zu einem Überschreiten des vorgesehenen Zulaufvolumenstroms kommen kann. Davon ausgenommen ist der Zufluss aus dem nordwestlich gelegenen Einzugsgebiet Drevenack, welches in den Sumpf der Schneckenpumpe fließt. Die hohe Förderleistung der Schnecke, sowie die redundante Auslegung verhindern einen Rückstau zumindest im Falle einer intakten Stromversorgung.

Die Oberkante der Mauer um das Zulaufpumpwerk hat eine Höhe von 26,50 m ü. NHN, das Gelände befindet sich etwa 10 cm tiefer. Damit sind Mauer und Gelände höher als ein HW250. Eine Exposition gegenüber einem HW100 oder HW250 kann somit nur über den bei einem Hochwasserereignis erhöhten Grundwasserstand erfolgen.

### Hochwasserpumpwerk

Das Hochwasserpumpwerk der Kläranlage Hünxe (Abb. 16) wurde im Jahr 2009 im Rahmen eines die gesamte Kläranlage umfassenden Ertüchtigungskonzeptes gebaut.

Das Gelände der Kläranlage Hünxe weist an den meisten Stellen eine Höhe von über 25,95 m ü. NHN auf. Damit ist es vor einem HW250 geschützt. Der tiefstgelegene Geländebereich war vor dem Bau des Pumpwerkes der Bereich des Kläranlagenablaufs. Die Geländehöhe war hier zum Teil deutlich unter 24,72 m ü. NHN, was dem Niveau eines HW10 entspricht. Die Sohlhöhe des Kläranlagenablaufs befand sich bei 22,91 m ü. NHN. Hochwasserereignisse mit einem höheren Pegelstand führten bereits zu einem Rückstau auf das Anlagengelände. Aufgrund des ansonsten hohen Geländeneaus hatte dies jedoch im Falle von Ereignissen mit geringen Jährlichkeiten keine weiteren Auswirkungen. Im Rahmen des Pumpwerkbaus wurde auch das Gelände um das Pumpwerk auf eine Höhe von 26,00 m ü. NHN angehoben, sodass auch dieser Bereich nun bis zu einem HW250 nicht überflutet wird.



**Abb. 16:** Hochwasserpumpwerk der Kläranlage Hünxe

Im Grundriss des Hochwasserpumpwerkes in Abb. 17 ist zu sehen, dass die Unterkante der Ablaufrohrleitungen auf einer Höhe von 25,95 m ü. NHN angeordnet ist. Damit ist das Pumpwerk in der Lage den Ablauf der Kläranlage auf eine Höhe zu pumpen, die einem Hochwasserereignis mit einer Jährlichkeit von 250 Jahren entspricht.

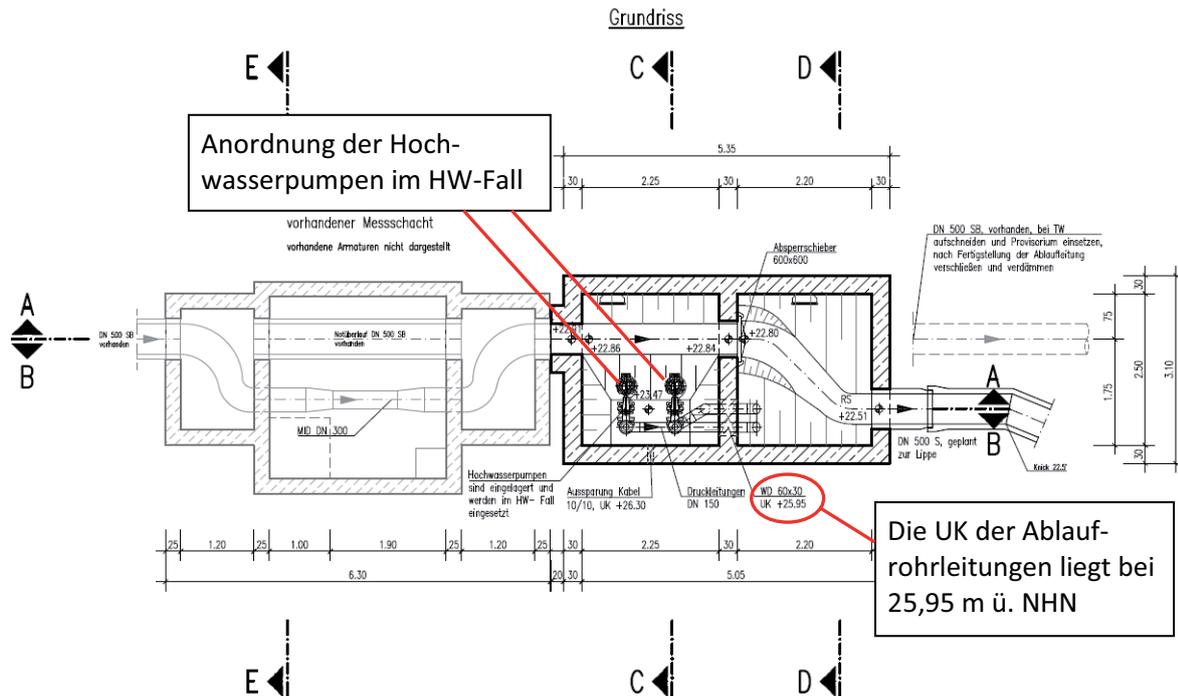


Abb. 17: Grundriss des im Jahr 2009 erbauten Hochwasserpumpwerks der Kläranlage Hünxe [Dahlem, 2011]

### Rechen

Die Fußbodenhöhe im Rechengebäude beträgt 27,05 m ü. NHN und ist damit deutlich höher als ein HW250. Es erfolgt jedoch möglicherweise eine Exposition des Gerinnes über den erhöhten Grundwasserstand.

### Auf der Anlage befindliche Becken

Da die Beckenkronen alle über dem Pegel eines HW250 liegen, erfolgt die Exposition der Becken ausschließlich über den bei einem Hochwasser erhöhten Grundwasserstand. Der Grundwasserstand, welcher bei der Bemessung der Becken genutzt wurde, beträgt 25,60 m ü. NHN. Dies entspricht ungefähr einem 100-jährlichen Hochwasser.

### Schlammförderung

Das Rücklaufschlammhebewerk befindet sich im nördlichen Bereich der Anlage auf einer Geländehöhe von ca. 26,05 m ü. NHN. Das Gebäude des Schlammumpwerks ist in der Mitte des Geländes und ca. 0,2 m höher gelegen. Eine Exposition der unterirdischen Schlammförderung findet möglicherweise über den erhöhten Grundwasserstand statt.

## 4.4.5 Funktionsanfälligkeit

### Stromversorgung

Die Stromversorgung würde bis zu einem Hochwasser, welches 0,75 m höher ist als HW250, nicht von einem Hochwasserereignis auf der Kläranlage Hünxe betroffen sein. Erst bei einem darüber hinausgehenden Extremereignis, fände eine Überflutung des Betriebsgebäudes statt.

Da auf der Anlage eine einseitige Stromeinspeisung vorliegt, ist bei Problemen im Bereich des Verteilungsnetzes die Stromversorgung durch den üblichen Verteilungsnetzbetreiber nicht sicher gewährleistet.

### Betriebsgebäude/Anlagensteuerung

Das Gebäude ist nicht gegen eindringendes Grund- oder Oberflächenwasser gesichert, ein Schutz besteht jedoch aufgrund der hohen Lage des Gebäudes von 0,75 m über HW250.

### Zulaufpumpwerk

Das Zulaufpumpwerk ist aufgrund der redundanten Auslegung nicht anfällig für einen Ausfall durch Defekt einer Komponente. Jedoch kann der Ausfall der Stromversorgung die Funktion unterbrechen. Eine Überschwemmungsgefahr von Seiten der Lippe besteht bis zu einem HW250 nicht. Das Eindringen von Oberflächenwasser bei einem HW250 ist aufgrund der Geländehöhe nicht möglich. Die Auslegung des Bauwerkes erfolgte für einen Grundwasserstand von 25,60 m ü. NHN, entsprechend einem HW100. Die Auswirkung eines darüber hinaus erhöhten Grundwasserstandes bei einem HW250 ist nicht bekannt. Es muss daher mit einer negativen Beeinträchtigung gerechnet werden.

Darüber hinaus ist ein Notumlauf der Anlage nicht möglich, da sich im Zulauf kein Notabschlag befindet. Die vollständige oder teilweise Außerbetriebnahme der Kläranlage ist in keinem Fall vorgesehen.

### Hochwasserpumpwerk

Die Lagerung der beiden Hochwasserpumpen des Herstellers Flygt erfolgt üblicherweise wettergeschützt in einem Lagerraum. Bei einem Hochwasserereignis wird die in Abb. 18 links dargestellte Hochwasserpumpe sowie eine weitere baugleiche Pumpe in das Hochwasserpumpwerk eingesetzt. Der Einbau der Pumpen erfolgt mit Hilfe eines Kranes, welcher neben dem Pumpwerk fest installiert ist. Entlang der in Abb. 18 rechts sichtbaren Führungsschienen werden die Pumpen in das Hochwasserpumpwerk hinabgelassen. Die Arretierung am Einsatzort erfolgt mittels eines Schnellverschlusses. Dieser Vorgang kann von allen Mitarbeitern mit Rufbereitschaft ausgeführt werden. Der planmäßige Einbau nimmt ca. 15 Minuten in Anspruch.



**Abb. 18:** Ausgebaute Hochwasserpumpe und Führungsschiene zum Einbau im Hochwasserpumpwerk

### Auf der Anlage befindliche Becken

Bei einem Grundwasserstand von über 25,60 m ü. NHN besteht Auftriebsgefahr für Becken im ungefüllten Betriebszustand. Im gefüllten Betriebszustand ist die Funktionsweise selbst bei einem HW250 gewährleistet.

Darüber hinaus verfügen die Membrankammern über Flutrohre, welche bedarfsgerecht geöffnet werden können.

### Schlammförderung

Das Schlammumpwerk befindet sich höher als ein HW250 und ist daher nicht gefährdet. Die Rücklaufschlammförderung findet jedoch teilweise unterirdisch statt und ist über den Grundwasserstand einem Hochwasser exponiert. Da alle Bemessungen für ein HW100 vorgenommen wurden, ist in diesem Fall nicht von einem Versagen auszugehen. Bei darüber hinaus erhöhten Grundwasserständen sind die Auswirkungen zwar möglicherweise gering jedoch nicht sicher absehbar.

### **4.4.6 Ersetzbarkeit (technisch)**

#### Stromversorgung

Die Kläranlage Hünxe verfügt über keine stationäre Notstromanlage und keine Möglichkeit die Stromversorgung durch vor Ort befindliche Komponenten zu ersetzen oder zu reparieren.

Wie auch auf der Kläranlage Hamm-Mattenbecke, sind in der Betriebsanweisung bei Unterbrechung der Stromzufuhr zur Kläranlagen alle in diesem Fall vorzunehmenden Handlungen schriftlich festgehalten.

#### Zulaufpumpwerk

Das Zulaufpumpwerk ist redundant ausgelegt, eine Ersetzbarkeit bei Defekt einer Pumpe ist somit vorhanden. Eine Alternative bei Stromausfall besteht jedoch nicht, es muss die Ankunft eines Notstromaggregates erwartet werden. Bei einem Stromausfall käme es zu einem Rückstau in das Kanalnetz der angeschlossenen Gemeinde.

#### Hochwasserpumpwerk

Das Pumpwerk verfügt über zwei Pumpen, beide können maximal einen Volumenstrom von 156 l/s fördern. Damit sind sie jeweils in der Lage den maximalen Regenwetterzufluss von 150 l/s zu fördern. Die Redundanz ist somit gegeben. Bei einem Stromausfall können die Pumpen nicht genutzt werden.

#### Betriebsgebäude/Anlagensteuerung

Die unterbrechungsfreie Stromversorgung garantiert auch bei einem Stromausfall die Funktionsfähigkeit der Anlagensteuerung.

#### Auf der Anlage befindliche Becken

Die Becken sind nicht ersetzbar.

#### Schlammförderung

Bei Stromausfall kann der Betrieb ohne Notstromaggregat nicht fortgeführt werden.

### **4.4.7 Ersetzbarkeit (organisatorisch)**

#### Stromversorgung

Es befinden sich mehrere mobile Aggregate bei der Abteilung Instandhaltung auf der Kläranlage Emschermündung. Sobald der Betriebsüberwachungszentrale (BÜZ) in Bottrop ein Stromausfall von mehr als 5 min gemeldet wird, erfolgt die Anforderung eines mobilen Aggregates. Dabei kommt der in Abb. 12 gezeigte Ablaufplan bei Unterbrechung der Stromversorgung zur Anwendung, der auch auf der Kläranlage Hünxe gültig ist. Die reine Transportdauer von der Kläranlage Emschermündung bis zur Kläranlage Hünxe beträgt ca. 20 min, die Wegstrecke hat eine Länge von ca. 15 km [Google Maps, 2012].

### Zulaufpumpwerk

Das Zulaufpumpwerk ist auf keine andere Weise als seine redundante Auslegung ersetzbar.

### Hochwasserpumpwerk

Aufgrund der Tatsache, dass die Pumpen vor Ort redundant vorhanden sind, ist kein organisatorischer Ersatz geplant. Die Stromversorgung ist mittels des Notstromaggregates ersetzbar.

### Betriebsgebäude/Anlagensteuerung

Nicht ersetzbar.

### Auf der Anlage befindliche Becken

Nicht ersetzbar.

## 4.4.8 Sonstige organisatorische Maßnahmen

Der regelmäßige Informationsbezug von Lippepegelangaben erfolgt über die optische Kontrolle des vom Anlagengelände sichtbaren Lippepegels. Darüber hinaus werden die exakten Pegeldata sowie -vorhersagen zentral bei der Gebietseinzugszentrale erfasst. Im Falle des Vorliegens von relevanten Informationen erfolgt eine Meldung an die Kläranlage Hünxe.

Es existiert keine schriftliche Ausarbeitung eines individuellen Hochwasserschutzkonzeptes für die Kläranlage Hünxe. Im Falle eines Hochwasserereignisses erfolgt ein allen Mitarbeitern bekanntes Vorgehen. Darüber hinaus besteht jedoch bei der EGLV die Einrichtung einer Hochwasserschutzzentrale, welche sich mit der Beurteilung von Hochwasserrisiken befasst.

## 4.4.9 Resultierende Einordnung in die Verwundbarkeitsklassen

### Stromversorgung

Eine Exposition ist sowohl bei einem HW100 als auch bei einem HW250 für keine Komponente der Stromversorgung gegeben. Aus diesem Grund muss eine Einordnung in die Verwundbarkeitsklasse I erfolgen. Bei einem Stromausfall seitens des Netzbetreibers besteht keine technische, sondern nur eine organisatorische Ersetzbarkeit. Es erfolgt daher die Einstufung in Verwundbarkeitsklasse V.

### Betriebsgebäude/Anlagensteuerung

Aufgrund seiner Höhenlage und der nicht vorhandenen Unterkellerung besteht keine Exposition des Betriebsgebäudes gegenüber einem HW100 oder HW250. Analog zum Vorgehen bei der Stromversorgung wird auch hier eine Einstufung in Verwundbarkeitsklasse I vorgenommen.

Die Anlagensteuerung verfügt über eine unterbrechungsfreie Stromversorgung und ist damit sowohl technisch als auch organisatorisch ersetzbar. Für dieses Szenario kann daher eine Einstufung in Verwundbarkeitsklasse III erfolgen.

### Zulaufpumpwerk

Die Exposition des Zulaufpumpwerkes erfolgt über einen erhöhten Grundwasserstand. Bei einem HW100 wird der Bemessungsgrundwasserstand erreicht. Eine Exposition ist damit vorhanden, eine Funktionsbeeinträchtigung ist noch nicht zu erwarten. Aus diesem Grund handelt es sich für dieses Szenario um die Verwundbarkeitsklasse II. Bei einem HW250 muss mit einer unbekanntem Beeinträchtigung gerechnet werden, daher erfolgt die Einstufung in Verwundbarkeitsklasse V.

Im Rahmen eines Stromausfalls kann kein direkter Ersatz erfolgen, die Stromversorgung muss durch ein anforderndes Notstromaggregat wiederhergestellt werden. Der Transport im Hochwasserfall kann problembehaftet oder unmöglich sein. Unabhängig davon entspricht die rein organisatorische Ersetzbarkeit Verwundbarkeitsklasse V.

### Hochwasserpumpwerk und Schlammförderung

Die Angaben des Zulaufpumpwerkes gelten auch für das Hochwasserpumpwerk und die Schlammförderung.

### Rechen

Eine Exposition des Rechengebäudes ist nicht vorhanden. Die Exposition des Gerinnes über den Grundwasserpfad kann jedoch erfolgen. Hier gelten die gleichen Angaben wie beim Zulaufpumpwerk.

### Auf der Anlage befindliche Becken

Die Bemerkungen bezüglich des Grundwasserstandes sind auch hier zutreffend.

**Tab. 12: Einordnung der betrachteten Komponenten der Kläranlage Hünxe in die Verwundbarkeitsklassen I-V**

	<b>HW100 &amp; HW250 Ohne Stromausfall*</b>	<b>HW100 &amp; HW250 Mit Stromausfall*</b>
Stromversorgung	I	V
Betriebsgebäude/ Anlagensteuerung	I	III
Zulaufpumpwerk	II (HW100) / V (HW250)	V
Hochwasserpumpwerk	II (HW100) / V (HW250)	V
Rechen	II (HW100) / V (HW250)	V
Becken	II (HW100) / V (HW250)	V
Schlammförderung	II (HW100) / V (HW250)	V

*\*seitens des Netzbetreibers*

## 4.5 Fazit der Detailuntersuchungen

Ein Vergleich der resultierenden Einstufung in die Verwundbarkeitsklassen für alle drei untersuchten Kläranlagen zeigt, dass die Verwundbarkeit gegenüber einem 100-jährlichen Hochwasser bei einer funktionierenden Stromversorgung insgesamt sehr gering ist. Dies lässt sich vor allen Dingen auf die nur bei wenigen Komponenten vorhandene Exposition zurückführen. Für die Kläranlagen Duisburg-Hochfeld und Hamm-Mattenbecke verändert sich die Exposition auch nicht bei Betrachtung eines noch selteneren Hochwasserereignisses (HW250 bzw. HW500). Nur die Kläranlage Hünxe zeigt eine hohe Verwundbarkeit gegenüber einem 250-jährlichen Ereignis.

Bei einem zur gleichen Zeit wie ein Hochwasserereignis auftretender Stromausfall von Seiten des Netzbetreibers ist die Exposition jedoch für alle betrachteten Komponenten auf allen drei Kläranlagen gegeben. In Abhängigkeit von der Möglichkeit einer Notstromversorgung ergeben sich dabei zwischen den einzelnen Kläranlagen offensichtliche Unterschiede. Die individuellen Auswirkungen der sich ergebenden Exposition und der damit einhergehenden erhöhten Verwundbarkeit können im Rahmen dieses Projektes nicht beurteilt werden.

Alle drei untersuchten Kläranlagen verfügen über ein Pumpwerk, mit dem im Hochwasserfall der Ablauf angehoben werden kann, um die Entwässerung der Anlage aufrecht zu erhalten. Die Hochwasserpumpwerke sind mindestens ausgelegt für ein alle 250 Jahre auftretendes Ereignis, im Fall der Kläranlage Duisburg-Hochfeld sogar für ein alle 500 Jahre auftretendes Ereignis. Die Pumpwerke sind jedoch auf eine funktionierende Stromversorgung angewiesen. Eine ordnungsgemäße Entwässerung – und damit auch die Anlagensicherheit – sind bei einem Stromausfall nicht gewährleistet.

Darüber hinaus besteht bei den Kläranlagen Duisburg-Hochfeld und Hamm-Mattenbecke auch eine bauliche Vorsorge in Form eines Deiches, der einen Schutz für ein Hochwasserereignis mit einer Jährlichkeit von über 250 Jahren bzw. ungefähr 500 Jahren bietet. Die dritte Kläranlage könnte bei einem Hochwasser mit einer Jährlichkeit ab ungefähr 250 Jahren von mobilen Hochwasserschutzmaßnahmen profitieren.

Für alle drei Kläranlagen hat sich gezeigt, dass die Hochwassergefährdung seitens des Anlagenbetreibers und -personals bekannt ist. Darüber hinaus wurden bereits in verschieden hohem Umfang Maßnahmen zur Verminderung des daraus resultierenden Risikos ergriffen. Dies wird zum Beispiel im Bau des Hochwasserpumpwerkes auf der Kläranlage Hünxe im Jahr 2009 deutlich. Nichtsdestotrotz besteht für keine der Anlagen ein ganzheitliches, den baulichen und betrieblichen Hochwasserschutz integrierendes Hochwasserschutzkonzept, das das Zusammenspiel aller vorhandenen sowie möglichen baulichen und betrieblichen Maßnahmen beinhaltet. Im Hinblick auf die betriebliche Vorsorge besteht daher noch Potential für eine systematische Aufstellung und Beurteilung aller ein Hochwasserereignis betreffenden Verhaltensweisen und ihrer Zusammenführung in einem umfassenden und praxisnahen Konzept.

## 5 Bestandteile einer ganzheitlichen Hochwasservorsorgestrategie

### 5.1 Was ist eine Hochwasservorsorgestrategie?

Laut Hooijer (2004) kann eine Strategie definiert werden als „ein konsistentes Bündel von Maßnahmen, welche darauf abzielen, Entwicklungen auf eine bestimmte Weise zu beeinflussen“. Angewandt auf Kläranlagen ist das Ziel einer Hochwasservorsorgestrategie (kurz: „Hochwasserstrategie“) die effiziente Vermeidung negativer Hochwasserauswirkungen. Der erste Schritt bei der Entwicklung einer solchen Strategie ist daher die Analyse der aktuellen Situation mit Fokus auf die Schwachstellen der konkreten Anlage. Hierbei müssen die verschiedenen zu schützenden Güter identifiziert werden, sowie das Risiko dem sie möglicherweise ausgesetzt sind. Einer Priorisierung der einzelnen Schutzgüter schließt sich die Formulierung von Schutzziele an. Darauf aufbauend können eine Identifikation geeigneter Maßnahmen sowie die Ermittlung ihrer Realisierungskosten stattfinden. Zusammen bildet dies die Basis für die Zusammenstellung einer individuellen Anpassungsstrategie (Abb. 19).

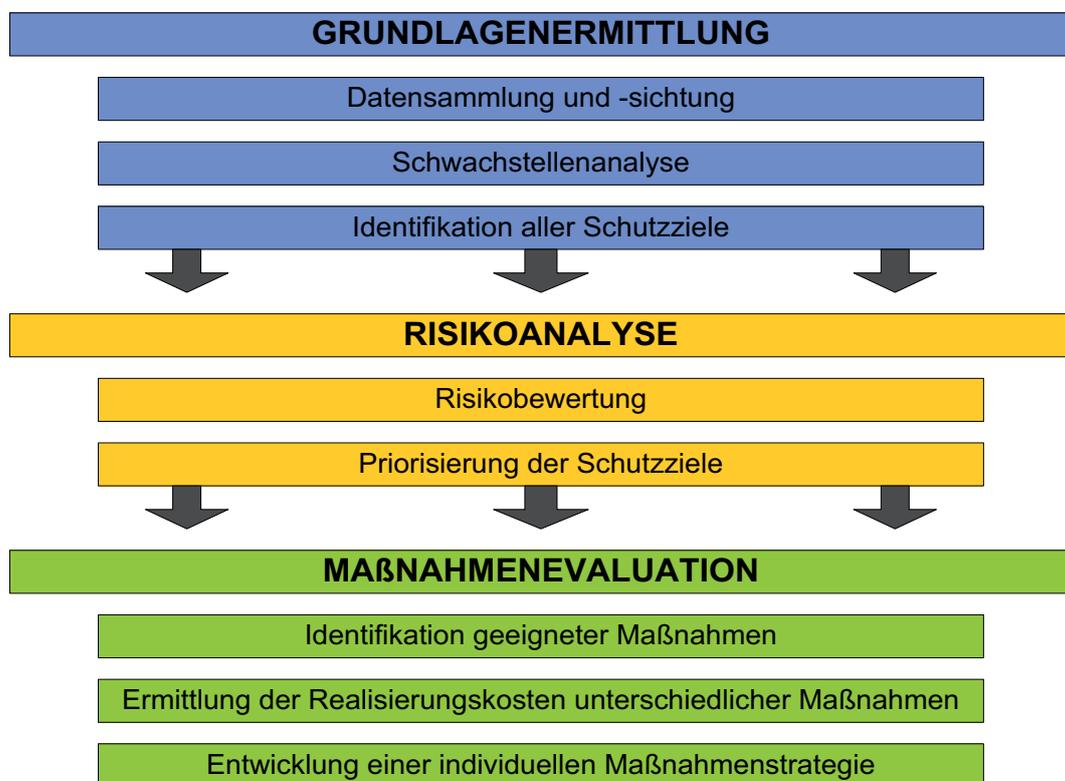


Abb. 19: Vorgehensweise bei der Erarbeitung einer Hochwasserstrategie

Im Folgenden wird ein kurzer Überblick über alle potentiellen Schäden eines Hochwassers auf Kläranlagen gegeben. Insgesamt können die Schäden dabei den verschiedenen Schutzgütern Mensch, Umwelt, Sachwerte und Sonstige zugeordnet werden.

#### Mensch:

- Gefährdung, Schädigung

#### Umwelt:

- Verschlechterung der Gewässerqualität im Vorfluter durch Ausfall oder Teilversagen der Kläranlage und damit einhergehender bakterielle, organischer oder hydraulischer Belastung des Vorfluters

**Sachwerte:**

- Gebäude-/ Straßenschäden
  - durch Wassereintritt
  - durch Auftrieb/ hydrostatischen Druck auf die Gebäudehülle
  - durch Strömung/ dynamische Überschwemmung
    - ➔ Beschädigung/Zerstörung/eingeschränkte Erreichbarkeit
- Schäden an der Anlagentechnik/-ausrüstung
  - durch statische/dynamische Überschwemmung
    - ➔ Beschädigung/Zerstörung

**Sonstige:**

- Darüber hinausgehende Auswirkungen juristischer oder finanzieller Art
- Störung des Betriebsablaufs aus anderen Gründen als den zuvor genannten; Konsequenzen für alle Schutzziele möglich

Im Idealfall werden bei der Erstellung eines Hochwasserschutzkonzeptes alle vorgenannten Schutzgüter sowie potentiellen Schäden berücksichtigt. Bezogen auf ein ganzes Flusseinzugsgebiet lassen sich alle für eine Hochwasserstrategie relevanten Maßnahmen den Kategorien Flächenvorsorge, Bauvorsorge, Verhaltensvorsorge oder Risikovorsorge zuordnen. Mit dem Begriff Risikovorsorge ist an dieser Stelle der vorsorgende Umgang mit dem stets verbleibenden Restrisiko gemeint. Dies kann zum Beispiel eine Absicherung der finanziellen Schäden mittels einer Versicherung sein.

Wie auch in Abb. 20 verdeutlicht, kann von einer ganzheitlichen Hochwasserstrategie nur dann gesprochen werden, wenn Maßnahmen aus allen Kategorien integrale und ineinandergreifende Bestandteile dieser Strategie darstellen. In den folgenden Abschnitten erfolgen eine ausführliche Darstellung der genannten Kategorien sowie die Vorstellung entsprechender Maßnahmen zum Schutz von Kläranlagen vor Hochwasser. Unabhängig von möglicherweise auftretenden Veränderungen in der Betriebstechnik, stellt die Integration der vorgestellten Maßnahmen auf einer Kläranlage einen wichtigen Bestandteil des Konzeptes „Kläranlage der Zukunft“ dar.

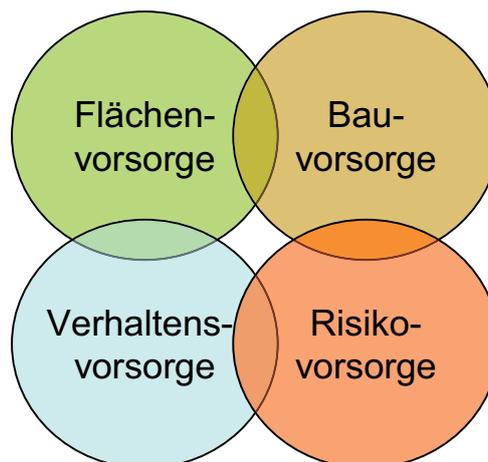


Abb. 20: Bestandteile einer ganzheitlichen Hochwasservorsorgestrategie

## 5.2 Flächenvorsorge

Ein wirksamer Schutz vor oberflächlicher Überschwemmung hilft bei der Vermeidung eines Großteils der negativen Folgen von Hochwasser. Im Rahmen eines umfassenden integrierten

Hochwasserschutzkonzeptes ist es nicht sinnvoll, Maßnahmen nur auf der zu schützenden Kläranlage umzusetzen. Die dort durchzuführenden Maßnahmen dienen daher immer der Ergänzung eines gebietsumfassenden Hochwasserschutzkonzeptes, niemals jedoch seinem Ersatz.

Um den Hochwasserschutz eines ganzen Gebietes zu gewährleisten, ist eine umsichtige und frühzeitige Planung der Flächennutzung unabdingbar. Das wichtigste Ziel ist dabei das großflächige Bereitstellen von Rückhalteräumen, die eine gefahrlose Ausbreitung des Hochwassers ermöglichen [Patt, 2001]. In der Vergangenheit wurden flussnahe Gebiete häufig als attraktive Baugebiete genutzt. Dies ist jedoch in zweierlei Hinsicht problematisch. Während diese Baugebiete aufgrund ihrer Lage einem direkten Hochwasserrisiko ausgesetzt sind, führt die Nutzung der Fläche zudem auch zu einer Verringerung des Retentionsraums. Daraus kann sich wiederum eine negative Beeinträchtigung des Hochwasserrisikos der Unterlieger ergeben.

### 5.3 Bauliche Maßnahmen zum Hochwasserschutz auf Kläranlagen

Vereinfacht ausgedrückt, beginnen bauliche Hochwasserschutzmaßnahmen dort, wo die Flächenvorsorge endet. Sie umfassen sowohl Maßnahmen, welche dazu dienen z.B. ganze Siedlungen zu schützen, als auch Maßnahmen des Einzelobjektschutzes. Im Hinblick auf den Schutz von Kläranlagen werden im Folgenden besonders diejenigen Maßnahmen vorgestellt, die dazu geeignet sind, auf dem Anlagengelände durchgeführt zu werden.

Dabei kann eine Kategorisierung anhand verschiedener Merkmale erfolgen. So kann z.B. grundsätzlich unterschieden werden zwischen permanenten und temporären Maßnahmen. Während erstere vorbeugender Art sind, werden die temporären Maßnahmen im Augenblick der akuten Gefährdung angewendet. Sie werden daher auch als Notfallmaßnahmen bezeichnet. Dies bedeutet jedoch nicht, dass es sich dabei um ungeplante Maßnahmen handelt.

Eine weitere Systematik ist die Einteilung in Maßnahmen der nassen Vorsorge und Maßnahmen der trockenen Vorsorge. Laut UBA [2007] umfasst die trockene Vorsorge z.B. das Anheben des Geländeniveaus oder eine Eindeichung. Primäres Ziel dieser Maßnahmen ist der Schutz vor einer Überschwemmung von Gelände und Gebäuden sowie der Aufrechterhaltung von Stromversorgung und Kommunikationsmöglichkeiten. Im Gegensatz dazu sieht die nasse Vorsorge Maßnahmen vor, die die Auswirkungen einer gegebenen Überschwemmung minimieren. Dies können die Nutzung von auftriebssicheren Tanks, oder die Hochlagerung bzw. räumlich hohe Anordnung von Gefahrstoffen oder gefährdeten Elektroeinrichtungen sein.

#### 5.3.1 Permanente Maßnahmen zum Hochwasserschutz des Kläranlagengeländes

Der Schutz des Anlagengeländes vor oberflächlich eindringendem Wasser kann durch eine komplette oder teilweise Einhausung erfolgen. Permanente Maßnahmen umfassen das Errichten von ortsfesten Schutzanlagen/-wänden/-deichen, Hochwasserschutzmauern, Dämmen und Deichen [Patt, 2001]. Die Anlagen sind stets einsatzbereit, eine ausreichende Vorwarnzeit ist daher nicht nötig. Das Schutzniveau ist aus diesem Grund bei permanenten Maßnahmen am höchsten.

#### Deiche

Deiche sind künstlich errichtete Dämme, die keinem Dauerstau ausgesetzt sind, sondern der Abwehr von temporären Gefahren, wie z.B. Hochwassern dienen. Aus diesem Grund verfügen sie üblicherweise über keine Dichtung [Patt, 2001]. Dennoch sollte ein Deich im Einsatzfall möglichst dicht sein. Eine bewährte Bauform stellt daher der Zonendeich dar. Dabei werden unterschiedliche Baumaterialien verwendet, wobei das am geringsten durchlässige Material auf der Flusseite des Deiches eingesetzt wird. Bei Flussdeichen, so wie sie an Emscher und Lippe vorkommen, werden die Böschungen üblicherweise mit einer Neigung von 1:3 oder flacher ausgeführt [Patt, 2001]. Daraus resultiert ein sehr hoher Platzbedarf für den Bau von Deichen.

Mit Stand vom 30.06.2012 befinden sich im Gebiet der Emschergenossenschaft 116,92 km Deiche. Davon sind 60,47 km Deiche am Hauptlauf der Emscher [EGLV, 2012a]. Die Deiche sind mindestens für ein 200-jährliches Hochwasser ausgelegt. Sie sind zu einem großen Teil aus Waschbergematerial gebaut, welches als Nebenprodukt des Bergbaus in der Region kostengünstig vorhanden ist. Untersuchungen u.a. der Emschergenossenschaft haben gezeigt, dass das Material auch nach mehreren Jahrzehnten seine gute Scherfestigkeit beibehält [Borchert et al., 2009]. Bedenklich ist jedoch die Tatsache, dass sich die bei Rissen entstehenden Undichtigkeiten nicht wieder abdichten [Hydrotec & EGLV, 2004].

### Hochwasserschutzwände

Hochwasserschutzwände weisen einen deutlich geringeren Platzbedarf auf als Deiche. Sie werden meist aus massivem Stahlbeton hergestellt und können als Spundwand oder als Schwergewichtswand ausgeführt werden [Patt, 2001]. In letzterem Fall ist jedoch noch eine zusätzliche unterirdische Dichtwand anzuordnen, um eine Umströmung der Wand zu verhindern.

Während Hochwasserschutzwände beispielsweise in Köln als Hauptbestandteil des innerstädtischen Hochwasserschutzes eingesetzt werden, ist eine Verbreitung in der Emscher-Lippe-Region nicht vorhanden. In der Emscher-Lippe-Region bieten Deiche bereits bis zu einem 200-jährlichen Hochwasser Schutz. Der Einsatz von Hochwasserschutzwänden ist daher nur bei einer Erhöhung des Schutzniveaus und gleichzeitigem geringen Platzbedarf nötig.

Neben der permanenten Ausführung gibt es auch vielfältige Systeme für mobile Hochwasserschutzwände, welche im Abschnitt 5.3.2 vorgestellt werden.

### Sicherstellung der Anlagenentwässerung/ des Anlagenablaufs

Die Entwässerung der Anlage muss auch im Hochwasserfall gewährleistet sein. Dazu ist es unter Umständen ratsam die Anhebung des Anlagenablaufes vorzusehen. Dabei hängt die notwendige Förderhöhe vom zu erwartenden Wasserstand ab. Bei der Auslegung der Pumpen ist zu beachten, dass im Falle eines Hochwasserereignisses unter Umständen mehr Wasser gepumpt werden muss als im Regelbetrieb. Wenn eine Entwässerung im Anlagenablauf nicht in jedem Fall gewährleistet werden kann, so kann ein Notabschlag des Anlagenzulaufs erforderlich werden (s.u.). Hierbei ist zwischen den Auswirkungen einer Anlagenüberflutung und langfristigen Beschädigung der Anlage einerseits, sowie der direkten Verschmutzung des empfangenden Gewässers andererseits abzuwägen.

Wie sich am Beispiel der Kläranlage Hünxe (15.000 E) zeigt, ist die Nachrüstung einer bestehenden Kläranlage mit einem Hochwasserpumpwerk im Anlagenablauf für knapp 100.000 Euro möglich. In diesem Fall wurde das Schutzniveau von HW100 auf HW250 angehoben. Die Kosten einer solchen Nachrüstung können jedoch für andere Gegebenheiten (z.B. Anlagengröße, aktuelles Schutzniveau) erheblich abweichen.

### Begrenzung des Anlagenzulaufs/ Schutz vor Hochwasser aus dem Kanalsystem

Zum Schutz vor Überflutung aufgrund eines erhöhten Anlagenzulaufs ist dieser zu begrenzen und vor der Anlage ein Überlauf vorzusehen. Dabei ist zu beachten, dass dieser auch bei Erreichen des angestrebten Schutzzieles noch hochwasserfrei und funktionstüchtig sein muss.

Darüber hinaus sind auf der Kläranlage befindlichen Kanaldeckel druckwasserdicht auszuführen.

### Schutz vor Drängewasser

Bei Kläranlagen, die sich in einem potentiellen Schutzgebiet hinter einem Deich befinden, besteht die Möglichkeit, dass sich bei einem besonders lang andauernden Hochwasser sogenanntes Drängewasser bildet. Hierbei handelt es sich um Wasser, welches den Deich unterströmt und auf der Landseite austritt.

Um Drängewasser abzuführen, können mobile Drängewasserpumpen eingesetzt werden, so wie das in Abb. 21 dargestellte Modell der niederländischen Firma Eekels Pompen. Das Beispiel der Kläranlage Hamm-Mattenbecke zeigt, dass auch andere Ansätze möglich sind. Dort besteht die Möglichkeit Tauchpumpen in auf dem Anlagengelände vorhandene Brunnen einzubringen und so den Grundwasserspiegel zu beeinflussen. Ein Einsatz aufgrund von drohendem Drängewasser ist dort jedoch noch nicht nötig gewesen.



Abb. 21: Als Drängewasserpumpe einsetzbare trocken ansaugende Schmutzwasserpumpe [Eekels Pompen, 2012]

### 5.3.2 Temporäre/Mobile Maßnahmen zum Hochwasserschutz des Kläranlagengeländes

Temporäre Maßnahmen als Basis einer vorsorgenden Maßnahmenstrategie sollten nur bei ausreichender Vorwarnzeit für Maßnahmenaufbau und –installation gewählt werden. Dies ist bei Flussüberschwemmungen im Gegensatz zu Sturzfluten vermehrt der Fall. Im Bezug auf die Emscher-Lippe-Region ist die umfassende Begradigung der Emscher am Anfang des 20. Jahrhunderts zu berücksichtigen. Diese hat zu einer Erhöhung der Fließgeschwindigkeit und somit zu sehr geringen Vorwarnzeiten geführt. Damit einher geht auch die geringere Dauer eines Hochwassers im Vergleich zur Lippe-Region. Die an der Emscher gelegenen Kläranlagen sind daher für einen auf temporären Maßnahmen basierenden Schutz eher ungeeignet. Im Rahmen eines ausgewogenen Maßnahmenkonzeptes können temporäre Maßnahmen jedoch durchaus eine sinnvolle Ergänzung zu einem Maßnahmenkonzept darstellen, z.B. als Verschluss für notwendige Öffnungen in permanenten Schutzwänden. Für die temporäre Sicherung vor eindringendem Oberflächenwasser existiert inzwischen eine Vielzahl verschiedener Systeme, die in Dauer und Einfachheit des Aufbaus, Lagerung und Vorhaltung der Systembestandteile, Umfang des Schutzes sowie den Kosten wesentliche Unterschiede aufweisen. Grundsätzlich kann zwischen teilmobilen, ortsfesten Maßnahmen sowie ortsungebundenen Maßnahmen unterschieden werden. Die ortsfesten Maßnahmen sind dabei auf den konkreten Einsatzort abgestimmt und dort zumindest teilweise vorinstalliert. Sie haben daher eine kraftschlüssige Verbindung mit dem Einsatzort, welche zu einer guten Schutzwirkung beiträgt. Ortsungebundene Maßnahmen sind Sandsäcke oder sandsackähnliche Systeme, die häufig dann eingesetzt werden, wenn vor Ort keine oder nur unzureichende Maßnahmen getroffen wurden.

Eine Übersicht über alle Arten von planmäßigen und ortsungebundenen mobilen Systemen ist in Abb. 22 gegeben. Im Anschluss folgen kurze Erläuterungen zu den wichtigsten Systemtypen.

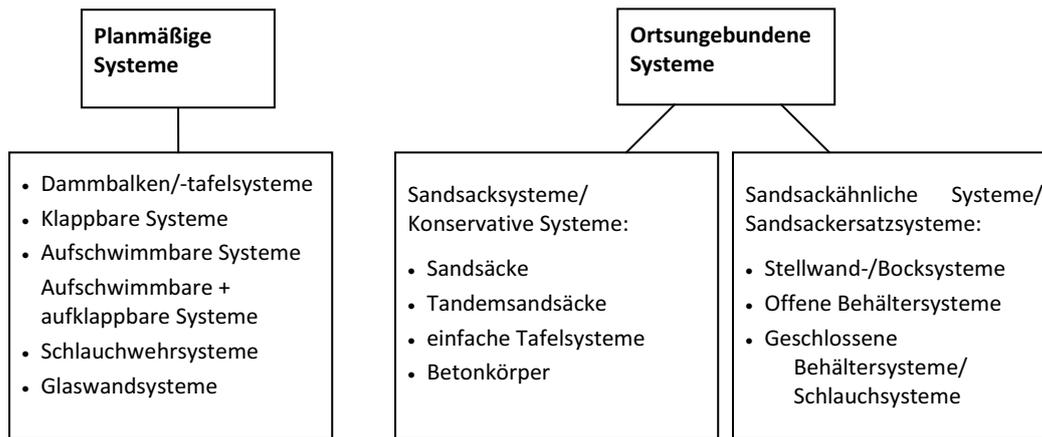


Abb. 22: Übersicht von mobilen Hochwasserschutzsystemen [eigene Darstellung unter Verwendung von BWK, 2005]

### Planmäßige mobile Systeme

Dammbalkensysteme werden bei Bedarf in permanent vorhandene Aufnahmevorrichtungen an den Rändern der zu schließenden Öffnungen eingefügt. Dabei kann es sich um Öffnungen an Gebäuden als auch in freistehenden Mauern oder ähnlichem handeln. Die Prinzipskizze sowie das Ausführungsbeispiel in Abb. 23 verdeutlichen die Funktionsweise. Die Dammbalken verfügen über eine Profilierung um die Dichtigkeit zu gewährleisten. Abhängig vom Hersteller unterscheiden sich die Dichtungsformen und ihre Effektivität untereinander [Patt, 2001]. In der Regel erfolgt die Fertigung von Dammbalken aus Aluminium, um das Gewicht niedrig zu halten. Üblicherweise ist der Einbau auch von ungeübten Personen durchführbar.

Ähnlich den Dammbalkensystemen sind die Dammtafelsysteme, bei denen die einzelnen Abdichtungselemente eine größere Grundfläche aufweisen. Üblicherweise gibt es bei Dammtafelsystemen für jeden Systemabschnitt nur eine einzusetzende Tafel, welche die volle Schutzhöhe aufweist [BWK, 2005].

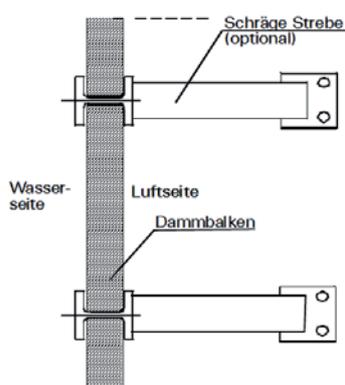


Abb. 23: Prinzipskizze und Beispiel eines Dammbalkensystems [Köngeter, 2002; Blobel, o.J.]

Für einzelne Öffnungen eignen sich zudem klappbare Systeme. Sie erfordern jedoch umfangreichere bauliche Maßnahmen als Dammbalkensysteme und eine ständig freie Geländefläche, die der Größe der zu schützenden Öffnung entspricht. Ein großer Vorteil dieser Systeme ist das vollautomatische Schließen.

Ausschließlich für den Schutz von Gebäudeöffnungen existieren zudem noch weitere Systemtypen, wie z.B. Schiebetore, Schwenktore oder Dichtungsplatten. Diese sind je nach Einsatzort sowie gewünschtem Schutzniveau und Anforderungen an das Handling sehr unterschiedlich. Eine Übersicht von Herstellern wurde im Anhang A zusammengetragen. Dort finden sich auch Hersteller und Bezugsmöglichkeiten für andere planmäßige mobile Systeme.

### Ortsungebundene mobile Systeme

Das klassische ortsungebundene System stellt die Stapelung von Sandsäcken dar. Diese werden aus Jute oder Polyethylen hergestellt und bis zu einem Füllgrad von ca. 2/3 mit Sand gefüllt. Ein übliches Gewicht von Sandsäcken im gefüllten Zustand sind ca. 20 kg [Patt, 2001]. Die Anordnung von Sandsäcken erfolgt wie in Abb. 24 visualisiert, mit einer wasserundurchlässigen Folie als abdichtender Trennschicht. Darüber hinaus existieren auch noch sogenannte Tandem-Sandsäcke, welche einen Verbund von zwei Sandsäcken darstellen. Damit ist ein stabilerer Aufbau im Vergleich zu herkömmlichen Sandsäcken möglich [BWK, 2005].

Sandsäcke sind einfach zu verwenden und dabei mit Materialkosten von 1,5 Euro pro Sandsack in der Anschaffung kostengünstig [Schöpf, 2005].

Ein Vorteil der Nutzung von Sandsäcken ist die sehr flexible Anwendbarkeit. Sandsäcke können in unebenem und auch bereits überschwemmtem Gelände eingesetzt werden und weisen zudem die Möglichkeit eines nahezu beliebigen Richtungswechsels auf. Darüber hinaus kann ein Schutzwall aus Sandsäcken bei Bedarf auch nach der Fertigstellung bis zu einer maximalen Höhe von 1,8 m erhöht werden [Patt, 2001].

Nachteilig ist hingegen der hohe Sandbedarf, welcher mit einem nicht unerheblichen Transport- und Zeitaufwand verbunden sein kann. Zudem wird eine vergleichsweise hohe Anzahl an Arbeitskräften für den Aufbau benötigt. Nichtsdestotrotz ist der Aufbau auch bei hohem Personaleinsatz zeitaufwändig im Vergleich zu anderen mobilen Systemen. Im Anschluss an das Hochwasserereignis muss der Sand zudem in der Regel entsorgt werden, eine Wiederverwendung ist kaum möglich [BWK, 2005].

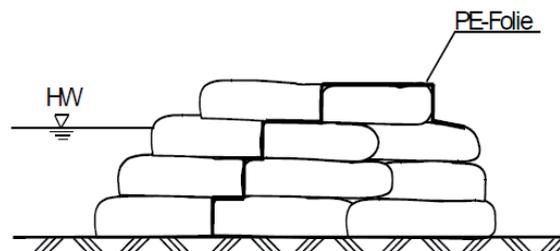


Abb. 24: Sandsacksystem [Köngeter, 2002]

Stellwand- oder Bocksysteme bestehen in der Regel aus einer Stützvorrichtung, einem Wandelement und einer abdichtenden Folie. Als Wandelemente werden von verschiedenen Anbietern Europaletten eingesetzt. Diese bieten jedoch nur die Möglichkeit, Längen zu realisieren, die einem Vielfachen der Palettenlänge entsprechen. Metallische Wandelemente werden üblicherweise als schmale Platten gefertigt und sind daher in der Länge flexibler aufbaubar.

Von den Stellwandssystemen werden die einfachen Tafelsysteme unterschieden, die nur geringe Schutzhöhen von ca. 0,5 m erreichen. Es kann sich dabei sowohl um notdürftig mit Sandsäcken gesicherte Europaletten handeln, als auch kommerziell angebotene niedrige Barrieren.

Ein weiterer Ansatz sind die Behältersysteme, die in geschlossener und offener Bauweise existieren. Offene Behältersysteme bestehen aus mit Feststoffen gefüllten Trögen, Wannen oder Körben. Genau wie bei den Sandsäcken ist auch hier die Logistik des Füllmaterials aufwändig.

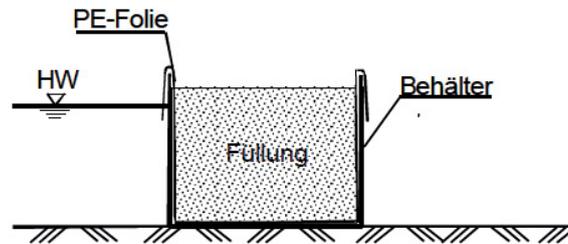


Abb. 25: Offenes Behältersystem als Beispiel für ein Sandsackersatzsystem [Köngeter 2002]

Geschlossene Behältersysteme sind flexible Schläuche oder Trapeze aus Kunststoff oder Textil, die gerollt aufbewahrt werden. Im Einsatzfall erfolgt in der Regel eine Wasserfüllung, da sowohl Luft als auch Sand als Füllmaterial problematisch sind. Die Wasserfüllung wird meist im Anschluss an eine Luftfüllung vorgenommen, welche eine einfache Positionierung ermöglicht.

Eine Abdichtung zum Untergrund erfolgt durch das Schlauchmaterial selbst, das üblicherweise in der Lage ist, kleine Unregelmäßigkeiten auszugleichen. Auch die Anschlüsse an Mauern und Wänden können ohne zusätzliche Hilfsmittel durchgeführt werden. Bei sehr unregelmäßigem Gelände ist es dennoch möglicherweise notwendig, an einigen Stellen eine weitere Abdichtung, z.B. mittels Sandsäcken vorzunehmen [Koppe & Brinkmann, 2011].

Schlauchsysteme sind beliebig verlängerbar und auch die geraden Standardelemente können meist in gewissem Umfang für Kurven benutzt werden. Die maximale Stauhöhe ist jedoch vergleichsweise niedrig bei nicht vollständig befestigten Schlauchsystemen, da ihr Gewicht und die Haftreibung auch bei Wasserfüllung eher niedrig sind. [Koppe & Brinkmann, 2011].

Aufgrund des leichten Materials und der Möglichkeit die Behälter zu rollen sind die Lagerung und der Transport von geschlossenen Behältersystemen mit vergleichsweise geringem Aufwand behaftet.

Anhang B gibt eine Übersicht über alle zuvor vorgestellten ortsungebundenen Systeme und Möglichkeiten diese zu beziehen.

Allen zuvor beschriebenen mobilen Maßnahmen ist gemein, dass durch ein Anbringen an tiefliegenden Außenbereichen bereits ein hohes Schutzniveau erreicht werden kann. Diese Art von Schutzmaßnahmen kann möglicherweise auch effektiv an einem Ort, welcher sich nicht auf dem Anlagengelände befindet, errichtet werden. Innerhalb des so vor Hochwasser gesicherten Bereiches sind die Kanaldeckel besonders zu sichern oder druckdicht auszuführen, um einem Zu-Tage-Treten des Wassers aus der Kanalisation vorzubeugen.

Bei Neuplanung einer Kläranlage ist es sinnvoll, schon im Vorfeld darauf zu achten, dass auf dem Anlagengelände hochwassersichere Freiflächen verbleiben. Im Falle eines Hochwasserereignisses können diese als Ausweichflächen z.B. für das Abstellen von Fahrzeugen oder als Lagerplatz verwendet werden.

Bei der Auswahl von mobilen Systemen spielen im Wesentlichen folgende Aspekte eine Rolle:

- Anschaffungspreis
- Personalbedarf und Dauer des Aufbaus
- Lagereigenschaften
- Maximale Schutzhöhe und Möglichkeit der Erweiterung
- Eignung in Hinblick auf den Einsatzort
- Möglichkeit des Einbaus in bereits überschwemmten Gelände

Wie auch in Tabelle 13 aufgeführt, ergeben sich dabei zum Teil erhebliche Unterschiede bei den zuvor vorgestellten Systemen. Während Stellwandsysteme eine besonders hohe Schutzhöhe von bis zu 2,0 m erreichen können, weisen sie auch die höchsten Kosten auf. Im Gegensatz dazu sind Sandsacksysteme zu nennen, mit denen bei korrekter Stapelung eine nahezu ebenso hohe Stauhöhe erreicht werden kann. Hier sind die Anschaffungskosten sehr niedrig, aber entweder der Personalaufwand auffallend hoch oder aber die Aufbaugeschwindigkeit langsam.

Im Hinblick auf die Kosten für den Schutz von Fenstern und Türen ist aufgrund der Ähnlichkeit der Systeme mit geringeren Preisunterschieden zu rechnen.

**Tab. 13: Vergleich von mobilen Hochwasserschutzsystemen bezüglich Stauhöhe sowie personellem und finanziellen Aufwand [nach BWK, 2005]**

Systemtyp	Max. Stauhöhe (Herstellerangabe)	Personalbedarf je 100 m/h	Anschaffungskosten
Sandsacksysteme	2,0 m 1,8 m [Patt, 2001]	20 - 30 Personen	15 €/m + Sandkosten 1,5 €/Sandsack (ohne Personalkosten)
Tafelsysteme	0,5 m	4 - 8 Personen	40 €/m
Geschlossene Behältersysteme	1,6 m	4 Personen	200 – 450 €/m
Offene Behältersysteme	1,5 m	4 - 8 Personen	300 – 400 €/m + Kosten für Füllmaterial
Stellwandsysteme	2,0 m	4 - 8 Personen	450 – 550 €/m

### 5.3.3 Maßnahmen zum Hochwasserschutz von Gebäuden, Becken und Anlagentechnik

#### Sicherstellung der Auftriebs- und Standsicherheit von Gebäuden und Becken

Zur Vermeidung von Schäden an Gebäuden und Becken durch einen erhöhten Grundwasserstand ist es nötig, bereits während der Planung eine ausreichende Vorsorge vorzusehen. Dazu gehört die Gewährleistung der Sicherheit gegen Auftrieb und gegen Wasserdruck auf Sohle und Seitenwände. Diese ist auch während des Baus zu jedem Zeitpunkt zu gewährleisten. Maßnahmen sind ein hohes Eigengewicht, sowie besonders im Bauzustand oder bei Becken der Einbau von Flutventilen/-öffnungen. Für die Bemessung gilt, dass das Eigengewicht des Gebäudes mindestens 10 % höher sein muss, als die mögliche Auftriebskraft [Stiefelmeyer, 2004]. Auch nachträglich kann eine Beschwerung mit Beton vorgenommen werden. Tritt der Hochwasserfall ein, ohne dass eine ausreichende Sicherung gegen Auftrieb vorhanden ist, kann eine Flutung des Gebäudes mit sauberem Wasser die Schadenshöhe verringern.

#### Abdichtung von Gebäuden

Im Rahmen der trockenen Vorsorge entspricht es dem Stand der Technik, für den Kellerbereich von Gebäuden eine wasserundurchlässige Konstruktion zu wählen. Hierbei kann ein wasserundurchlässiges Betonbauwerk zum Einsatz kommen („Weiße Wanne“), oder eine Abdichtung von Außen („Schwarze Wanne“) [BMVBS, 2010].

Durch Anbringen von Rückstausicherungen sind alle Gebäude vor dem Eindringen von Wasser aus dem Kanalnetz zu sichern. Dabei ist in jedem Fall die örtliche Rückstauenebene einzuhalten. Da die Erhöhung der Rückstauenebene bei einem Neubau oft mit geringem finanziellem und baulichem Mehraufwand möglich ist, sollte eine Anhebung über das vorgeschriebene Niveau in Betracht gezogen werden.

Ein Abdichten von Tür- und Fensteröffnungen durch mobile Maßnahmen (Anhang A und B) sollte frühzeitig vorgesehen werden. Darüber hinaus stellen auch alle weiteren Öffnungen, wie

Rohrdurchlässe, Kabelschächte oder zur Klimatisierung notwendige Außenverbindungen, eine häufig übersehene Schwachstelle dar. Diese müssen mit individuellen Maßnahmen verschlossen werden.

### Anhebung der Beckenkronen zur Erhöhung der Rückstauebene/ Vorbeugung des Ausschwemmens von Becken

Sowohl im Falle einer oberflächlichen Überflutung des Kläranlagengeländes als auch bei nicht ausreichender Entwässerung des Ablaufs kann es zu einem Ausschwemmen der Beckeninhalte kommen. Besteht diese Gefahr, ist eine Erhöhung der Beckenkronen der tief gelegenen Becken in Erwägung zu ziehen.

### Sicherung nicht ortsfester Gegenstände

Für den Fall einer Überschwemmung des Anlagengeländes ist die Druckwasserdichtheit und Auftriebssicherheit aller Tanks (Fällmittel, Kraftstoff etc.) zu überprüfen. Sollte die Auftriebssicherheit nicht vom Hersteller garantiert sein, so ist eine ausreichende Füllung sicherzustellen. Eine Aufständering kann bei nur geringer Überschwemmung eine sinnvolle Maßnahme darstellen.

### Anpassung der Gebäudenutzung und -ausstattung

In hochwassergefährdeten Gebieten sollte grundsätzlich keine sensible Technik in Kellergeschossen installiert werden. Darüber hinaus ist auch die Lagerung von empfindlichen Gütern oder gefährlichen Substanzen möglichst an höhergelegenen Orten vorzunehmen. Ein hochwassersicher durchdachtes Konzept wird in Abb. 26 dargestellt.

Konkret bedeutet dies, dass sowohl Heizungsanlagen als auch elektrische Installationen, zum Beispiel Stromverteilerkästen, in den Obergeschossen hochwassersicher zu installieren sind. Sollte dies nicht, oder nur eingeschränkt möglich sein, so kann eine Aufständering das Schutzniveau geringfügig erhöhen. Darüber hinaus ist eine Abschaltautomatik vorzusehen oder eine Abschaltung vor dem Kontakt mit Wasser vorzunehmen.

Auch auf Ölheizungstanks im Kellergeschoss sollte möglichst völlig verzichtet werden. Ist dies nicht möglich, so ist in jedem Fall ein druckwassersicherer Tank zu nutzen und ein Schutz gegen Auftrieb auch für den teilgefüllten oder entleerten Zustand sicherzustellen.

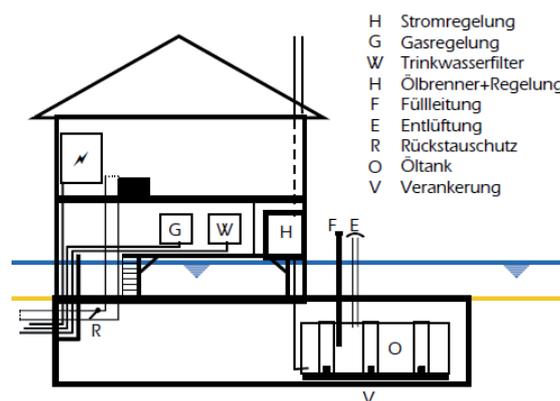


Abb. 26: Konzept der Versorgungseinrichtungen [IKSR, 2002]

### Sicherstellung der Entwässerung

Auch bei Durchführung aller Schutzmaßnahmen ist die Möglichkeit von eindringendem Wasser zu bedenken. Für diesen Fall sollten Pumpen zur Entwässerung von Kellern beschaffbar sein. Ihre Handhabung ist auch bei einer Lagerung, welche nicht vor Ort stattfindet, im Vorfeld zu prüfen und üben [BMVBS, 2010]. Das Leerpumpen von überschwemmten Kellergeschossen ist erst nach Prüfung

der Gebäudestatik und des noch vorhandenen Hochwasserpegels durchzuführen, um Auftriebsproblemen vorzubeugen.

### 5.4 Verhaltensvorsorge und betriebliche Vorsorge

#### Erstellung eines Hochwasserkonzeptes

Ein Konzept für den Umgang mit akuter Hochwassergefahr und Hochwasser sollte für jede Anlage individuell erarbeitet werden. Die Maßnahmen sind dabei möglichst konkret definiert und objektbezogen darzustellen.

Bei der Erstellung eines Hochwasserkonzeptes ist es in jedem Fall von hoher Wichtigkeit, auf die konkrete Zuordnung der Verantwortlichkeiten einzugehen, sowie Stellvertreterregelungen vorzusehen. Um die Erfüllung aller Aufgaben zu gewährleisten ist es notwendig, stets mehr personelle Ressourcen einzuplanen als theoretisch benötigt werden.

Neben allen im Folgenden aufgeführten Maßnahmen, findet sich eine umfangreiche Checkliste im DWA-Merkblatt 103 [DWA, 2013].

- Das Konzept sollte die regelmäßige Informationsbeschaffung über aktuelle und zukünftige Pegelstände sowie Wetterwarnungen enthalten. Wichtig ist auch hier die Zuordnung der Verantwortung für diese Aufgabe und die Sicherstellung des Kommunikationsweges. Wenn möglich sollte es sich um ein redundantes System handeln. So ist es sinnvoll neben telefonischen Warnungen auch solche per E-Mail oder als SMS durchzuführen.
- Der offizielle Beginn eines Hochwasserereignisses und der damit verbundenen Maßnahmen sollte pegelbezogen definiert werden.
- Ein Alarmplan ist zu erstellen sowohl für die interne Weitergabe von Informationen als auch für die Kommunikation mit Behörden.
- Die vorgesehenen Handlungen zur Gefahrenabwehr sollten umfassend und prioritätsbezogen sortiert aufgeführt werden. Sofern Anlagen ab- oder zuzuschalten sind, muss dies im Konzept übersichtlich aufgeführt sein, um unkontrollierten und nicht abgestimmten Reaktionen vorzubeugen.
- Ein Hochwasserkonzept sollte auch die Handlungen enthalten, die sich an das eigentliche Hochwasserereignis anschließen. Alle exponierten Anlagenteile sind zu prüfen und gegebenenfalls zu reinigen. Betroffene Teile des Anlagengeländes sind zu räumen, tiefliegende Räumlichkeiten in Absprache mit der Feuerwehr leerzupumpen.
- Die Kommunikation des Konzepts stellt einen integralen Bestandteil desselben dar und sollte nicht vernachlässigt werden. In regelmäßigen Abständen ist das Konzept allen Mitarbeitern erneut zu kommunizieren und es sind entsprechende Übungen durchzuführen.

#### Vorhaltung benötigter Materialien

Für den Hochwasserfall benötigte Materialien sind zu beschaffen und an einem auch im Hochwasserfall zugänglichen Ort zu lagern. Im Hinblick auf Ersatzteile kann schon bei Anschaffung von neuen Aggregaten auf die einfache Austauschbarkeit aller Komponenten geachtet werden, um mögliche Ausfallzeiten kurz zu halten.

Dazu gehören je nach Gegebenheiten vor Ort:

- Sandsäcke + Befüllutensilien bzw. andere Gegenstände des mobilen Hochwasserschutzes
- Ersatzteile
- Funkgeräte und Radio

- Verbandsmaterial
- Batterien und Notstromaggregate
- Taschenlampen
- Trinkwasservorrat und Lebensmittel

### Schaffung von Bewusstsein für Hochwasser

Besonders wichtig ist es, das Bewusstsein dafür zu schaffen, dass ein Hochwasserereignis auch auf bisher völlig unbetroffenen Kläranlagen eintreten kann. Aufgrund von mit dem Klimawandel zunehmenden Starkregenereignissen ist eine Gefährdung auch ohne die Nähe zu einem Fließgewässer möglich. Eine Gefährdungsabschätzung und eine abgestimmte Vorgehensweise für den Hochwasserfall sind daher für jede Anlage absolut unentbehrlich.

### Vorbereitung auf Unpassierbarkeit

Auf Unpassierbarkeit des Anlagengeländes vorbereiten: Eine Überschwemmung des Anlagengeländes kann zu einer teilweisen oder totalen Unpassierbarkeit führen. Auch wenn alle möglichen Maßnahmen zur Vermeidung dieser Situation getroffen werden, ist mit ihrem Eintreten zu rechnen. Eine Unpassierbarkeit kann dazu führen, dass sowohl Personal als auch Lieferanten die Anlage oder wichtige Teilbereich nicht erreichen können. Daher ist es wichtig darüber nachzudenken, welche negativen Auswirkungen die Unerreichbarkeit bestimmter Anlagenabschnitte haben könnte und wie diesen vorzubeugen ist. So ist die Möglichkeit einer Fernsteuerung für manuell zu betätigende Veränderungen in Betracht zu ziehen. Verbrauchsgüter sollten in ausreichender Menge an einem zugänglichen Ort eingelagert werden.

## 5.5 Risikovorsorge

Egal wie gut eine Kläranlage vor einem Hochwasserereignis geschützt ist: Es verbleibt stets ein Risiko. Aus diesem Grund ist eine finanzielle Absicherung der Schäden in Form einer Versicherung empfehlenswert. Je nach Versicherungsunternehmen ist die Möglichkeit, eine solche Versicherung abzuschließen in gefährdeten Gebieten gegebenenfalls eingeschränkt oder gar nicht vorhanden. Aus diesem Grund ist eine Einzelfallprüfung und der Vergleich mehrerer Angebote durchzuführen.

## 6 Empfehlungen/ Fazit & Ausblick

Einhergehend mit dem Klimawandel ist eine Erhöhung der Hochwasserwahrscheinlichkeit in der Emscher-Lippe-Region zu erwarten. Möglicherweise werden Hochwasserereignisse mit einer statistischen Jährlichkeit von 100 Jahren in der nahen Zukunft mehr als doppelt so häufig auftreten [Kersting & Werbeck, 2012].

Die über 60 Kläranlagen in der Emscher-Lippe-Region sind dadurch auf sehr unterschiedliche Weise betroffen. Mehr als die Hälfte von ihnen liegt in oder an einem hochwassergefährdeten Gebiet, davon beruht bei acht Anlagen der Schutz auf der Lage hinter einem Deich. Die differenzierte Bewertung der Hochwassergefährdung einzelner Anlagen kann nur auf der Basis einer detaillierten individuellen Analyse erfolgen. Eine erste Betrachtung der spezifischen Gefährdungssituation der drei Kläranlagen Duisburg-Hochfeld, Hamm-Mattenbecke und Hünxe erfolgte im Rahmen dieses Berichtes.

Für alle drei Anlagen hat sich gezeigt, dass die Hochwassergefährdung seitens des Anlagenbetreibers und -personal bekannt ist, und ein Risikobewusstsein besteht. Darüber hinaus wurden bereits in verschieden hohem Umfang Maßnahmen zur Verminderung des Risikos ergriffen. Alle drei untersuchten Kläranlagen verfügen über ein Hochwasserpumpwerk, mit dem im Hochwasserfall das Abwasser angehoben werden kann. Das Schutzniveau ist mindestens ausgelegt für ein alle 250 Jahre auftretendes Ereignis, im Fall der Kläranlage Duisburg-Hochfeld sogar für ein alle 500 Jahre auftretendes Ereignis. Nichtsdestotrotz besteht für keine der Anlagen ein umfassendes und ganzheitliches Hochwasserschutzkonzept, das das Zusammenspiel aller vorhandenen sowie möglichen baulichen und betrieblichen Maßnahmen beinhaltet.

Ein umfassender Überblick über Maßnahmen, welche dem Hochwasserschutz auf einer Kläranlage dienen, wurde im Anschluss an die Fallstudien gegeben. Auch hier wurde deutlich, dass die aufeinander abgestimmte Umsetzung von betrieblichen und baulichen Maßnahmen ein wichtiger Schritt zur Sicherung des Hochwasserschutzes ist. Besonders angesichts der noch kommenden Veränderungen durch den Klimawandel ist sie damit auch ein wesentlicher Baustein einer „Kläranlage der Zukunft“.

Unerlässlich ist in jedem Fall die individuelle Analyse eines sinnvollen Schutzniveaus basierend auf einer Untersuchung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses. Dabei können sich erhebliche Unterschiede ergeben, die auf den spezifischen Rahmenbedingungen der jeweiligen Kläranlage beruhen. Ausschlaggebende Faktoren sind zum Beispiel die Lage der Kläranlage in Relation zum Gewässer, die Umgebungstopografie, die Vorwarnzeit oder die Art der zu erwartenden Hochwasserereignisse. Darüber hinaus ist auch die Tatsache, ob es sich um Neubau oder Nachrüstung einer bestehenden Kläranlage handelt, entscheidend. Während der Neubau einer Kläranlage grundsätzlich die Möglichkeit bietet hochwasserangepasst zu bauen und auszustatten, müssen im Falle einer Nachrüstung unter Umständen unerlässliche Kompromisse eingegangen werden.

Unabhängig von den baulichen Gegebenheiten ist das Risikobewusstsein auf der Seite des Kläranlagenpersonals ein wichtiger Erfolgsfaktor. Betriebliche Schutzmaßnahmen wie die Erarbeitung von Notfallplänen, das Vorhalten von Hochwasserausrüstung sowie die regelmäßige Schulung des Personals sind vergleichsweise kostengünstig vorzunehmen und in jedem Fall angebracht.

Insgesamt ist zu unterstreichen, dass ein umfassender Hochwasserschutz nicht nur auf einer einzigen Schutzmaßnahme beruht, sondern eine ganzheitliche Kombination verschiedener Maßnahmen darstellt. Ein partnerschaftliches und abgestimmtes Vorgehen aller relevanten Akteure ist dabei unerlässlich.

## Literatur

BBK (Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe) (2010): Abschätzung der Verwundbarkeit gegenüber Hochwasserereignissen auf der kommunalen Ebene, Bonn.

BWK (Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau e.V. (2005): Mobile Hochwasserschutzsysteme. Grundlagen für Planung und Einsatz, Sindelfingen.

Bezirksregierung Düsseldorf, Sebesta, D. (2012): Persönliche Anfrage.

Bezirksregierung Münster (2012): [http://www.bezreg-muenster.nrw.de/startseite/presse/pressearchiv/2012/20120419\\_Plaene\\_liegen\\_zur\\_Einsichtnahme\\_aus\\_Hochwasserschutz\\_im\\_Raum\\_Haltern-Lippamsdorf-Marl/index.html](http://www.bezreg-muenster.nrw.de/startseite/presse/pressearchiv/2012/20120419_Plaene_liegen_zur_Einsichtnahme_aus_Hochwasserschutz_im_Raum_Haltern-Lippamsdorf-Marl/index.html), abgerufen am 3.8.2012.

Blobel Umwelttechnik (o.J.): Broschüre zu Hochwassersperre stapelbar BL/HAP-SB.

BMVBS (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.) (2010): Hochwasserschutzfibel – Objektschutz und bauliche Vorsorge.

Borchert, C., Grün, E., Dudzik, A., Jagsch, N. (2009): Einsatz von Waschbergen im Deichbau. geotechnik, Band 32, Heft 3, Seiten 87-92.

Caspary, H.J. (2004): Zunahme „kritischer“ Wetterlagen als Ursache für die Entstehung extremer Hochwasser in Süddeutschland. Vortrag im Rahmen des KLIWA-Symposiums 2004.

competitionline Verlagsgesellschaft mbH (2009): Ausschreibung: „Bauüberwachungsleistungen für das Hochwasserrückhaltebecken Dortmund-Mengede“:  
<http://www.competitionline.com/de/wettbewerbe>, abgerufen am 26.7.2012.

Dahlem (2011): Gesamtlageplan der Kläranlage Hünxe, unveröffentlicht.

Dahlem (2011): Kläranlage Hünxe, neues Hochwasserpumpwerk, unveröffentlicht.

DLRG (Deutsche Lebens-Rettungs-Gesellschaft Bezirk Gelsenkirchen) (2010): Land unter im Emschertal, GE-rettet, Ausgabe 2009/2010, Gelsenkirchen.

Dr. Pecher AG, Graf-van Riesenbeck, G. (2011): Risikoorientierte Störfallkonzeption für Kläranlagen und Pumpwerke der Stadt Duisburg unter dem Gesichtspunkt „Spannungsausfall“ – Detailuntersuchung für Anlagen der Risikoklasse 1. Erkrath.

Duyf, C. (2008): Die Flut von Dortmund. Artikel in der Westdeutschen Allgemeinen Zeitung (WAZ) vom 28.7.2008.

DWA (2013): Hochwasserschutz für Abwasseranlagen. Hennef.

DWA (2009): 100 Jahre Hochwasser 1909 – Was interessiert uns das heute noch?, KW gewässer-info, 46, Seiten 464f.

Eisenreich, S.J. (Hrsg.) (2005): Climate and the European water dimension. EU Report No. 21553. Joint Research Center – European Commission, Ispra, Italien.

Emschergenossenschaft (2005a): Bodenverbringung und Transportwege ins. der Hochwasserrückhaltebecken Mengede und Ellinghausen. Ausschusssitzung.

Emschergenossenschaft (2005b): Generationenprojekt Emscher-Umgestaltung – Bau der Hochwasserrückhaltebecken in Dortmund-Ellinghausen und Dortmund-Mengede/Castrop-Rauxel-Ickern. Anhang zur Vorlage in den politischen Gremien der Stadt Dortmund im April 2005.

Emschergenossenschaft (2009): Flussgebietsplan Emscher, Essen.

Emschergenossenschaft (2012a): <http://www.eglv.de/emshergenossenschaft/ueber-uns/daten-und-fakten.html> (abgerufen am 27.7.2012 und 5.9.2012).

Emschergenossenschaft (2012b): Maßnahmen der Emschergenossenschaft.

- Fischer, M. (2013): Das Jahrhunderthochwasser und die Auswirkungen auf Abwasseranlagen. Korrespondenz Abwasser – Betriebs-Info 4/13, GFA, Hennef.
- Giorgi, F., Bi, X., Pal, J. (2004): Mean, interannual variability and trends in a regional climate change experiment over Europe. II: climate change scenarios (2071–2100). Climate Dynamics Band 23, Heft 7-8, Seiten 839-858.
- Grontmij (2007): Gesamtlageplan der Kläranlage Duisburg-Hochfeld.
- Hooijer, A., Klijn, F., Pedroli, G.B.M., van Os, A.G.: (2004): Towards sustainable flood risk management in the Rhine and Meuse river basins: Synopsis of the findings of IRMA-SPONGE. River research and applications, Band 20, Heft 3, Seiten 343-357.
- Hydrotec Aachen (2002): Hochwasser-Aktionsplan Lippe, P639, Aachen.
- Hydrotec Aachen, Emschergenossenschaft (2004): Hochwasser-Aktionsplan Emscher, P750, Aachen.
- Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR) (2001): Atlas der Überschwemmungsgefährdung und möglichen Schäden bei Extremhochwasser am Rhein.
- Jacobeit, J., Glaser, R., Nonnenmacher, M., Stangl, H. (2004): Hochwasserentwicklung in Mitteleuropa und Schwankungen der atmosphärischen Zirkulation. Geographische Rundschau, Jhg. 56, Heft 1, Seiten 26-34.
- Kersting, M., Werbeck, N. (2012): Hochwasserschäden durch die Flusshauptläufe von Emscher und Lippe in der *dynaklim*-Region im (Klima)Wandel. *dynaklim*-Publikation 28, Essen.
- Köngeter, J. (2002): Mobiler Hochwasserschutz – Generallösung oder Kinderspiel?. Beitrag zum 14. Wasserbau-Seminar an der Universität Essen, Essen.
- Koppe, B., Brinkmann, B. (2011): Entwicklung und Einsatz von wassergefüllten Schlauchsystemen im HWS. Konferenzbeitrag *acqua alta* 2011, 11. – 13.10.2011 - Congress Center Hamburg.
- Kreis Soest [2012]: <http://www.kreis-soest.de/presseservice/2011/presseservice831592.php>, abgerufen am 3.8.2012.
- LfU (Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg) (2005): Festlegung des Bemessungshochwassers für Anlagen des technischen Hochwasserschutzes. Leitfaden.
- LUA NRW (Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen) (2003): Digitale Karte der hochwassergefährdeten Bereiche in NRW, Statuskarte Oktober 2003, Essen.
- Lehner, B., Döll, P., Alcamo, J., Henrichs, T., Kaspar, F. (2006): Estimating the impact of global change on flood and drought risks in Europe: A continental , integrated analysis. Climatic Change, 75, Seiten 273–299.
- Lippeverband (2008a): Lageplan des Fischwegs am Wehr Hamm, unveröffentlicht.
- Lippeverband (2008b): Lageplan der Kläranlage Hamm-Mattenbecke, unveröffentlicht.
- Lippeverband (2010): Hochwasserschutz im Raum Haltern-Lippamsdorf – Marl (HaLiMa), Antrag auf Planfeststellung gem. § 31 WHG, Essen.
- Mehlig, B., Oermann, K. (2010): Extremwertuntersuchung Starkregen in Nordrhein-Westfalen. Jahresbericht 2009. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen.
- MKULNV (Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz) (2011): Bericht zur vorläufigen Bewertung nach der EG-Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (EG-HWRM-RL) in NRW.
- MUNLV (Ministerium für Umwelt- und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen) (2005): Ergebnisbericht Emscher. Wasserrahmenrichtlinie in NRW – Bestandsaufnahme.

MUNLV (Ministerium für Umwelt- und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen) (2007): Klimawandel in NRW – Wege zu einer Anpassungsstrategie.

MUNLV (Ministerium für Umwelt- und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen) (2009): Anpassung an den Klimawandel. Eine Strategie für Nordrhein-Westfalen.

Niehoff, D. (2002): Modellierung des Einflusses der Landnutzung auf die Hochwasserentstehung in der Mesoskala. Schriftenreihe der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Potsdam, Potsdam.

Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden, P.J., Hanson, C.E. (Hrg.) (2007): IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007 – Working Group II Report "Impacts, Adaptation and Vulnerability", Cambridge University Press, Cambridge, Vereinigtes Königreich.

Patt, H. (Hrsg.) (2001): Hochwasser-Handbuch – Auswirkungen und Schutz. Springer Verlag, Berlin.

Pfister A., Verworn H. R. (2002): Trenduntersuchungen von Starkregen im Emscher-Lippe-Raum. KA Wasserwirtschaft Abwasser Abfall, Heft 8, S. 1101-1104.

Quirnbach, M., Freistühler, E., Papadakis, I. (2012): Auswirkungen des Klimawandels in der Emscher-Lippe-Region. Analysen zu den Parametern Lufttemperatur und Niederschlag. *dynaklim*-Publikation Nr. 30, Essen.

Robinson, M., A.-L. Cognard-Plancq, C. Cosandey, J. David, P. Durand, H-W. Führer, R. Hall, M.O. Hendriques, V. Marc, R. McCarthy, M. McDonell, C. Martin, T. Nisbel, P. O’Dea, M. Rodgers and A. Zollner (2003): Studies of the impact of forests on peak flows and baseflows: a European perspective. *Forest Ecology and Management*, 186, 85-94.

Sacher, H. (2004): Abfluss und Hochwassersituation, Hochwasser-Aktionsplan Lippe. NUA-Seminarbericht Band 9, 1. Aufl. 01/2004, ISSN 1436-0284, Seiten 18-16.

Simon, H.-W. (2002): Wasser bis unters Dach. *ENTSORGA MAGAZIN* 11-12, Deutscher Fachverlag GmbH.

Spohn, P., Bittscheid, S. (2008): Hochwassersicherheit der Zürcher Abwasserreinigungsanlagen. Bericht für das Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) der Baudirektion des Kantons Zürich, Zürich.

Teichgräber, B., Pfeiffer, E. (2004): Hochwasserschutz an der Lippe und an der Neuen Emscher. Vortrag am 7.1.2004 im Rahmen des 34. Internationalen Wasserbau-Symposiums Aachen: „Hochwasserschutz – Eindeichen oder Ausweichen“.

UBA (Umweltbundesamt) (2007): Schutz von neuen und bestehenden Anlagen und Betriebsbereichen gegen natürliche, umgebungsbedingte Gefahrenquellen, insbesondere Hochwasser (Untersuchung vor- und nachsorgender Maßnahmen), Dessau-Roßlau.

Zebisch M., Grothmann T., Schröter D., Hasse C., Fritsch U. und Cramer W. (2005): Klimawandel in Deutschland: Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimasensitiver Systeme. Projektbericht im UFOPLAN des Umweltbundesamtes, Förderkennzeichen 201 41 253, Berlin.

## Anhang A

### Übersicht über verschiedene Arten und Hersteller von planmäßigen mobilen Hochwasserschutzsystemen

Systemart	Produkt	Hersteller	Internetseite	Adresse
<b>Damm(-balken/-tafel)systeme</b>	Damm Balken	WHS Hochwasserschutzsysteme	www.whs-hochwasserschutz.de	Stocker Weg 18, D-89331 Burgau
	Damm Balken	ZFH Zentrum für Hochwasserschutz	www.zentrum-hochwasserschutz.de	Tränkeweg 5, D-15517 Fürstenwalde
	NOAH Hochwasserschutzplatten HSP	NOAH GmbH	www.noah-systems.de	Maria-Theresia-Straße 6, D-81675 München
	Damm Balken IBS BSH	IBS GmbH	www.hochwasserschutz.de	Gemeindewald 4-6, D-86672 Thierhaupten
	PREFA Hochwasserschutz	PREFA GmbH	www.prefa.de	Aluminiumstr. 2, D-98634 Wasungen
	BL/HDS: Hochwasserschutz Damm Balken-System	BLOBEL Umwelttechnik GmbH	www.blobel.de	Ziegeleistraße 5, D-86368 Gersthofen
	Stapelbare Barrierekörper	BLOBEL Umwelttechnik GmbH	www.blobel.de	Ziegeleistraße 5, D-86368 Gersthofen
<b>Klappbare Systeme</b>	Damm Balkensystem	Aluisse Singen, Vertrieb: Will & Sohn Metallbau GmbH	www.will-metallbau.de	Limburger Straße 28, D-65594 Runkel/Lahn
	Hochwasserschutz-Klappe BL/HWS-K	BLOBEL Umwelttechnik GmbH	www.blobel.de	Ziegeleistraße 5, D-86368 Gersthofen
<b>Verschlussysteme für Gebäudeöffnungen</b>	HWS-System-Schott	HWS-System GmbH	www.hwssystem.de	Annastraße 13, D-97072 Würzburg
	diverse Lösungen	WHS Hochwasserschutzsysteme	www.whs-hochwasserschutz.de	Stocker Weg 18, D-89331 Burgau
	Light Shot, Clear Shot, PrevFix	ZFH Zentrum für Hochwasserschutz	www.zentrum-hochwasserschutz.de	Tränkeweg 5, D-15517 Fürstenwalde
	Klappen und Platten	IBS GmbH	www.hochwasserschutz.de	Gemeindewald 4-6, D-86672 Thierhaupten
	Hochwasserschutz für Türen	rifutec GmbH	www.rifutec.net	Am Linneborn 8, D-58636 Iserlohn
	diverse Systeme für Fenster, Türen und Kanal	BLOBEL Umwelttechnik GmbH	www.blobel.de	Ziegeleistraße 5, D-86368 Gersthofen

## Anhang B

### Übersicht über verschiedene Arten und Hersteller von ortsungebundenen mobilen Hochwasserschutzsystemen

Systemarten	Produkt	Hersteller	Internetseite	Adresse
Sandsäcke	Sandsäcke	Hehma Vertrieb	www.hochwasser-sandsack.de, www.sandsack-hehma.de	Am Ehbrauk 51, D-18211 Ostseebad-Nienhagen
	Sandsäcke	Seidel GmbH – Braunschweig	www.sandsaecke-bs.de	Hohe Wiese 25, D-38124 Braunschweig
	Sandsäcke	Erco-Verpackungen GmbH	www.erco-sandsaecke.de	Betrieb: Gewerbegebiet Kraiburg/Inn, Untersbergstr. 10, Verwaltung: Schweppermannring 15, D-84559 Kraiburg/Inn
	Sandsäcke	Sandsack.info - Schroth Kommunaltechnik	www.sandsack.info	Ringstrasse 23, D-01468 Moritzburg
	Sandsäcke	König Innovationstechnik GmbH	www.koenig-innovationstechnik.de	Abtsdorf 19, D-83416 Saaldorf-Surheim
	Hochwasserschutz-Jute/PP-Sack	feutech - Feuerschutz & Technikhandel	www.feutech.de	Gartenstraße 4, D-17209 Priborn
	Tandemsandsäcke	Tandem-Sandsäcke	König Innovationstechnik GmbH	www.koenig-innovationstechnik.de
Tandem-Sandsäcke		Hehma Vertrieb	www.hochwasser-sandsack.de, www.sandsack-hehma.de	Am Ehbrauk 51, D-18211 Ostseebad-Nienhagen
Tandem-Hochwasserschutz-Sandsack		feutech - Feuerschutz & Technikhandel	www.feutech.de	Gartenstraße 4, D-17209 Priborn
Tafelsysteme	HOP HWSS 2500	HOP-Logistik	www.wasserstauwand.de/	In den Rödern 36, D-64297 Darmstadt
	Aqua Fence Teilmobiles Hochwasserschutzsystem	AquaFence Germany Kubra Kunststoff-Systemtechnik GmbH	www.aquafence.com www.kubra-systemtechnik.de	Ludolfstrasse 9, D-40597 Düsseldorf Wartenburger Str. 84, D-06901 Glogbig
	AquaFence	ZFH Zentrum für Hochwasserschutz	www.zentrum-hochwasserschutz.de	Tränkeweg 5, D-15517 Fürstenwalde
Bocksysteme/Stellwandsysteme (z.B. mit Europaletten oder mit metallischen Wandelementen)	K-System	IBS GmbH	www.hochwasserschutz.de	Gemeindewald 4-6, D-86672 Thierhaupten
	Biber-Barriere	TransMIT Gesellschaft für Technologietransfer mbH	www.transmit.de	Kerkraeder Straße 3, D-35394 Gießen
	Hochwasserschutzwand plettac aqua defence	ALTRAD plettac assco GmbH	www.plettac-assco.de	plettac Platz 1, D-58840 Plettenberg
	HOP-Wasserstauwand-system HSW 1350	HOP-Logistik	www.wasserstauwand.de/	In den Rödern 36, D-64297 Darmstadt
	Schlauchsysteme mit Sand, Wasser oder Luft	Sandschlauch	HOP-Logistik	http://www.wasserstauwand.de
Mobildeich (Wasserfüllung)		MOBILDEICH GmbH	www.mobildeich.de	Schleswig-Holstein-Straße, D-24558 Henstedt-Ulzburg
Doppelkammerschlauch, NOAQ-Schlauchwall		Öko-Tec Umweltschutzsysteme GmbH	www.oeko-tec.de	Im Krötengrund 4, D-63579 Freigericht-Horbach
Beaver Schutzsystem		Beaver Schutzsysteme AG	www.beaver-ag.com/	Rothmatte 2, CH-6022 Grosswangen
Behältersysteme (offen & geschlossen)	Big Bag-Schutzwand	Seidel GmbH – Braunschweig	www.sandsaecke-bs.de	Hohe Wiese 25, D-38124 Braunschweig
	Hochwasserschutz Big Bag	Big Bag Harbeck GmbH	www.big-bag-harbeck.de/	Industriestraße 11, D-84364 Bad Birnbach
	NOAH Hochwasserschutzwanne HSW	NOAH GmbH	www.noah-systems.de	Maria-Theresia-Straße 6, D-81675 München

<b>Systemarten</b>	<b>Produkt</b>	<b>Hersteller</b>	<b>Internetseite</b>	<b>Adresse</b>
	Quick-Damm	PFITZNER Rettungsausrüstung GmbH	<a href="http://www.pfitzner.de">www.pfitzner.de</a>	Lärchenstraße 48, D-65933 Frankfurt/Main
	Hochwasserschutz- Barriere	rifutec GmbH	<a href="http://www.rifutec.net">www.rifutec.net</a>	Am Linneborn 8, D-58636 Iserlohn
	Mobiles Hochwasserschutzsys- tem	Kubra Kunststoff-Systemtechnik GmbH	<a href="http://www.kubra-systemtechnik.de">www.kubra-systemtechnik.de</a>	Wartenburger Str. 84, D-06901 Globig



**Ansprechpartner**

Jens Hasse  
hasse@fiw.rwth-aachen.de

Michaela Stecking  
stecking@fiw.rwth-aachen.de

**Projektbüro *dynaklim***

Mozartstraße 4  
45128 Essen

Tel.: +49 (0)201 104-33 39

***www.dynaklim.de***