

Bezirksregierung
Düsseldorf



ÜBERSCHWEMMUNGSGEBIETE MOERSBACH UND NEBENBÄCHE

Kurzbericht



Dezember, 2010

Inhaltsverzeichnis

| Erläuterungsbericht | | Seite |
|----------------------------|----------------------------------|--------------|
| 1 | Einleitung und Aufgabenstellung | 1 |
| 2 | Einzugsgebiet | 3 |
| 3 | Datengrundlagen | 6 |
| 4 | Modelltechnik | 7 |
| 4.1 | Hydrologische Untersuchung | 7 |
| 4.1.1 | Modellerstellung | 7 |
| 4.1.2 | Modellkalibrierung | 10 |
| 4.1.3 | Ableitung der Bemessungsabflüsse | 11 |
| 4.2 | Hydraulisches Modell | 12 |
| 5 | Überschwemmungsgebiete | 15 |

Abbildungsverzeichnis:

| | | |
|--------------|---|---|
| Abbildung 1: | Gewässersystem Moersbach mit seinen Teileinzugsgebieten | 4 |
| Abbildung 2: | Gewässerpumpanlagen (PAV) und Pegel im Gewässersystem | 9 |

Tabellenverzeichnis:

| | | |
|------------|---|----|
| Tabelle 1: | Vorflutpumpanlagen (PAV) am Moersbach | 8 |
| Tabelle 2: | Gewässerpegel der LINEG mit kontinuierlichen Aufzeichnungen | 10 |

Verwendete Unterlagen

- [1] Hochwassergefahrenkarten Moersbach (2010)
Niederschlag-Abflussmodellierung und Erstellung von Hochwassergefahrenkarten für
das Einzugsgebiet des Moersbaches,
Auftraggeber: Linksniederrheinische Entwässerungs-Genossenschaft (LINEG)
Björnsen Beratende Ingenieure, Koblenz
- [2] BWK, Merkblatt 1 (1999)
Hydraulische Berechnung von naturnahen Fließgewässern,
BWK, Düsseldorf
- [3] BWK, Merkblatt 2 (2002)
Wasserbilanzmodelle in der Wasserwirtschaft
BWK, Düsseldorf
- [4] NASIM 3.4 (2006)
Modellbeschreibung NASIM, Version 3.4,
Hydrotec, Aachen
- [5] SOBEK (2007)
Sobek User Manual,
Deltares, Delft, NL

1 Einleitung und Aufgabenstellung

Das Land Nordrhein-Westfalen (NRW) unternimmt seit vielen Jahren umfangreiche Maßnahmen zur Hochwasservorsorge. Neben aktiven Hochwasserschutzmaßnahmen in Form von Schutzanlagen oder Maßnahmen zur Retention der Hochwasserwellen kommt dabei der Prävention gerade in jüngster Zeit eine erhöhte Bedeutung zu, um im Hochwasserfall die Schäden und die Gefährdung für die Bevölkerung möglichst klein zu halten.

Hierzu werden entlang der landeseigenen Gewässer Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten erstellt. In das landesweite Programm einbezogen ist auch der Moersbach mit seinen Oberlaufzuflüssen. Die Fossa Eugenia und der Anrathskanal werden in parallelen Bearbeitungen berücksichtigt. In den Hochwassergefahrenkarten sind zu erwartende Ausuferungen für drei Lastfälle, insbesondere für ein Hochwasser mit einem 100 jährlichen Wiederkehrintervall (HQ_{100}) sowie ein Extremhochwasser in Karten dargestellt. Die Karten wurden im Auftrag des Landes NRW, vertreten durch die Bezirksregierung Düsseldorf, von der Linksniederrheinischen Entwässerungsgenossenschaft (LINEG) und der BjörnSEN Beratende Ingenieure GmbH (BCE) erstellt.

Mit den vorliegenden Überschwemmungsgrenzen aus den Hochwassergefahrenkarten sollen diese gem. § 76 Wasserhaushaltsgesetz und gem. § 112 Landeswassergesetz (NRW) als Überschwemmungsgebiete festgesetzt werden. Nach Wasserhaushaltsgesetz versteht man unter Überschwemmungsgebieten Bereiche, die bei Hochwasser überschwemmt oder durchflossen oder die für Hochwasserentlastung oder Rückhaltung beansprucht werden. Für die rechnerische Ermittlung der Überschwemmungsgebiete ist ein Ereignis anzusetzen, welches im statistischen Mittel einmal in 100 Jahren zu erwarten ist (HQ_{100}). Die Überschwemmungsgebiete werden den Hochwassergefahrenkarten entnommen und entsprechend der Vorgabe der Bezirksregierung in Übersichtskarten sowie 17 Detailkarten dargestellt. Die Karten sind als Anlage beigefügt.

Im Folgenden wird die Vorgehensweise zur Ableitung der Überschwemmungsgebiete am Moersbach in Kurzform erläutert. Eine ausführliche Dokumentation wird für die Hochwassergefahrenkarten erstellt.

Neben dem Moersbach sind folgende Gewässerabschnitte in die Ausweisung der Überschwemmungsgebiete einbezogen (gemäß amtlicher Stationierung des Landes NRW):

| | |
|---------------------------------|-----------------------|
| Moersbach: | Fluss-km 0,88 – 29,27 |
| Moersbach Schleife: | Fluss-km 0,0 – 3,77 |
| Graben Repelen: | Fluss-km 0,49 – 1,17 |
| Graben im Ufporter Tiefegebiet: | Fluss-km 0,0 – 1,06 |
| Hülsdonker Flutgraben: | Fluss-km 0,0 – 3,67 |
| Weyergraben: | Fluss-km 0,0 – 1,27 |
| Aubruchkanal: | Fluss-km 0,0 – 9,01 |
| Schwafheimer Bruch-Kendel: | Fluss-km 0,0 – 2,69 |
| Achterathsheidegraben: | Fluss-km 0,0 – 9,27 |
| Eyrahmsgraben: | Fluss-km 0,0 – 0,95 |
| Förtgensgraben: | Fluss-km 0,0 – 0,80 |
| Graben am Hengelhorst: | Fluss-km 0,0 – 1,35 |
| Neukirchener Kanal: | Fluss-km 0,0 – 0,52 |
| Laarfeldgraben: | Fluss-km 0,95 – 0,46 |
| Ophülsgraben: | Fluss-km 4,38 – 0,0 |
| Hagenscher Graben: | Fluss-km 1,56 – 0,0 |
| Dimmersgraben A: | Fluss-km 0,0 – 1,01 |
| Buschgraben: | Fluss-km 0,0 – 3,37 |
| Niepkuhlen: | Fluss-km 21,1 – 32,5 |

2 Einzugsgebiet

Der Moersbach entwässert ein ca. 158,6 km² großes Einzugsgebiet im Bereich der Städte Rheinberg, Moers mit dem Stadtzentrum und den Ortsteilen Repelen, Hülsdonk und Kapellen, Neukirchen-Vluyn, nördliche Stadtteile von Krefeld und der Ortslage Duisburg Rumeln.

Der Moersbach (im Oberlauf auch als Moerskanal bezeichnet) beginnt mit einer Überleitung vom Buschgraben im Norden von Krefeld. Weitere Zuflüsse in den Oberlauf erfolgen über den Neukirchener Flutgraben aus dem Achterathsheidegraben und dem Ophülsgraben. Mit der Einmündung des Aubruckkanal südlich des Stadtzentrums von Moers beginnt der Mittellauf. Auch als Stadtgraben bezeichnet durchfließt der Moersbach das Stadtzentrum Moers. Im Weiteren münden linksseitig der Hülsdonker Flutgraben und rechtsseitig, über die Druckleitung der Pumpanlage, der Graben im Ufoter Tiefgebiet ein. Beide Gräben führen allerdings nur Hochwasser. In den Unterlauf erfolgt Zufluss aus dem Anrathskanal sowie der Fossa Eugeni-ana. Unterstromig der Ortslage Rheinberg erreicht der Moersbach einen alten weitgehend verlegten Rheinmäander (Rheinberger Altrhein) und mündet über diesen bei Ossenbergl in den Rhein. Eine Hochwasserschleuse verhindert einen Rückstau des Rheins in den Unterlauf, wobei ein Hochwasserpumpwerk (PAV Rheinberger Altrhein) die Vorflut in den Rhein sicherstellt.

In die Festsetzung der Überschwemmungsgebiete ist der Moersbach mit seinen Oberlaufzuflüssen Aubruckkanal, Achterathsheidegraben, Ophülsgraben und Buschgraben einbezogen. Zusätzlich ist der obere Niepkuhlenzug bis zur Pumpanlage (PAV) Niep berücksichtigt, da ein Teil des Abflusses der PAV in den Ophölsgraben eingeleitet wird. Zudem fließen im Hochwasserfall Abflussanteile des Buschgrabens zum Niepkuhlenzug. Nicht berücksichtigt werden mit dem Anrathskanal und der Fossa Eugeni-ana zwei größere Zuflüsse in den Unterlauf. Diese beiden Gewässer werden in eigenständigen Untersuchung bearbeitet. In der hier vorliegenden Untersuchung werden die Zulaufbedingungen an den beiden Gewässern anhand von Pumpmengen kurz oberhalb der Einmündung liegender Gewässerpumpanlagen übernommen. Den unteren Rand des Untersuchungsgebietes bilden die Hochwasserschleuse Ossendorf ca. 900 m vor der Einmündung in den Rhein. Hier quert der Moersbach den Rheinhauptdeich. Der unterhalb in der Rheinaue liegende Gewässerabschnitt ist Bestandteil des Überflutungs- bereichs des Rheins. Ausuferungen des Moersbachs sind hier unerheblich. Insgesamt wird ein Einzugsgebiet mit einer Flächengröße von 122,7 km² betrachtet.

Das Einzugsgebiet ist nur gering reliefiert. Wasserscheiden zwischen einzelnen Gewässern sind nur undeutlich ausgebildet. Die höchste Erhebung wird im Engelsberg mit 43,50 m NN erreicht. In jüngerer Zeit sind zudem künstliche Geländemarken in Form von Abraumhalden entstanden, die das sonst flache Gelände deutlich überragen. Sie tragen allerdings nicht zur Abflussbildung bei.

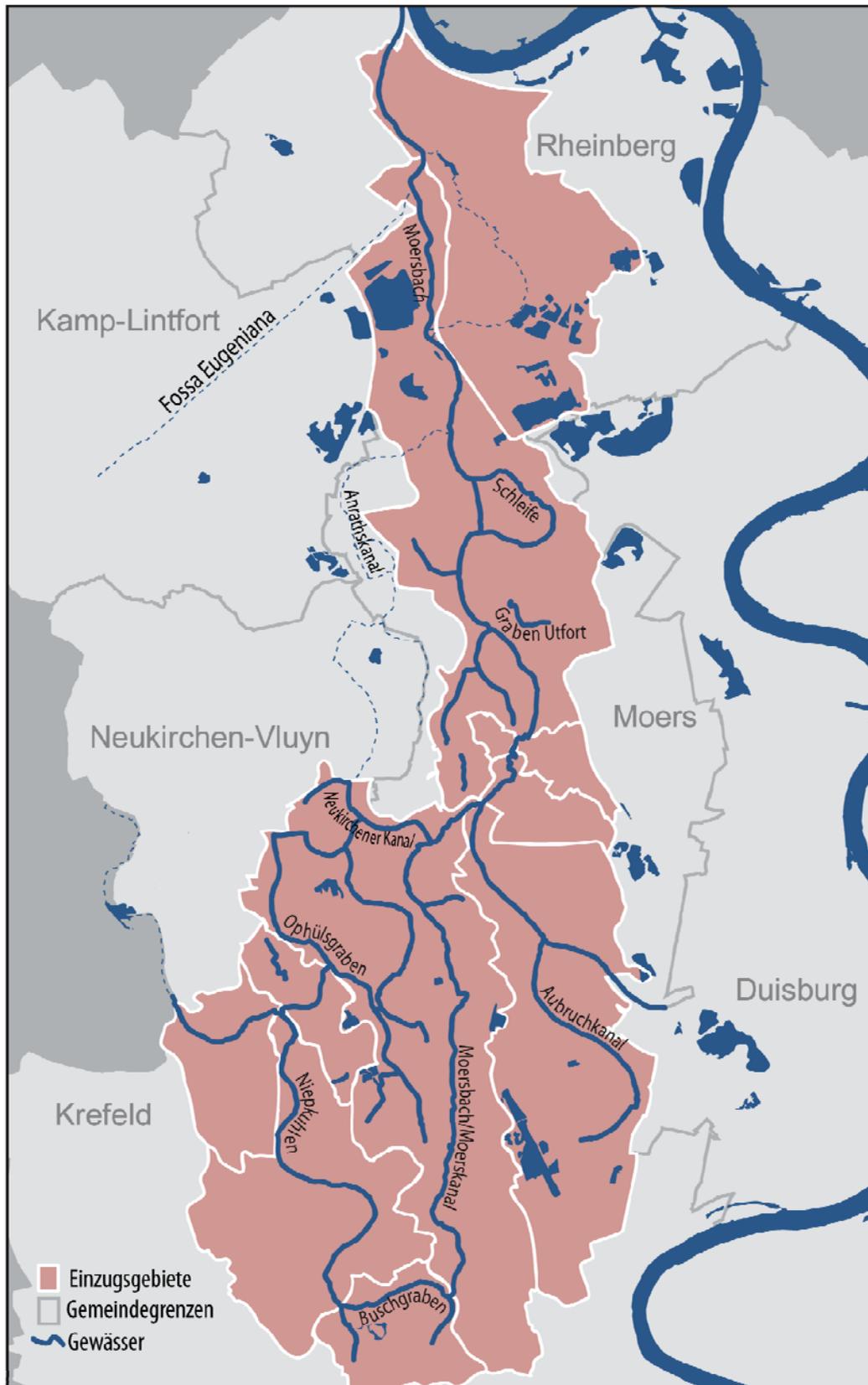


Abbildung 1: Gewässersystem Moersbach mit seinen Teileinzugsgebieten

Bei sehr niedrigem Gefälle ist eine ständige Unterhaltung der Gewässer erforderlich, um einer Sedimentation vorzubeugen und eine ausreichende Vorflut sicherzustellen. Zum Teil wird eine ausreichende Entwässerung mit Hilfe künstlicher Gräben und Umleitungen erreicht bzw. deutlich verbessert (Neukirchener Flutgraben, Fossa Eugeniana).

In jüngerer Zeit haben sich die Entwässerungsverhältnisse durch bergbaubedingte Senkungen deutlich verschlechtert. Große Senkungsbereiche ohne eine natürliche Vorflut sind entstanden. Die Vorflut wird erst durch Pumpanlagen (PAV) wieder hergestellt. Dabei liegen die Pumpen in der Regel im Senkungsschwerpunkt. Über Druckleitungen wird der Abfluss aus der Senke bis zum stromabwärtigen Gewässerhochpunkt weitergeleitet. Damit der so überbrückte Gewässerabschnitt nicht trocken fällt, wird ein Teil des Pumpabflusses über diesen Gewässerabschnitt zurück zur Pumpanlage geleitet (Rücklaufstrecken).

Im Hochwasserfall bilden die maximalen Pumpleistungen der Gewässerpumpen obere Abflussbegrenzungen. Bei erhöhtem Zufluss kommt es zu Rückstau vor den Pumpanlagen.

Durch die Bergsenkungen sind zudem zahlreiche Grundwasserpumpanlagen (PAG) erforderlich, um Vernässungen insbesondere in Siedlungsbereichen entgegenzuwirken. Die Grundwasserpumpen leiten direkt ins Gewässernetz ein.

Das Einzugsgebiet wird weitgehend landwirtschaftlich genutzt. Dabei dominieren Wiesen und Weiden die gewässernahen Auenbereiche, während in höheren Kuppenlagen überwiegend Äcker anzutreffen sind. Große Waldflächen fehlen mit Ausnahme des Hülser Bruchs westlich des Niepkuhlenzugs. Es liegen zahlreiche Ortslagen innerhalb des Einzugsgebietes. Regenwassereinleitungen der Siedlungsflächen führen dabei zu hohen Zuflussspitzen im Gewässer. Größere Industrie- oder Gewerbeflächen beschränken sich auf stadtnahe Gewerbegebiete im Norden von Moers.

3 Datengrundlagen

Die Überschwemmungsgebiete für ein Hochwasserereignis mit 100 jährlichem Wiederkehrintervall (HQ_{100}) werden den durch BCE in Zusammenarbeit der LINEG zwischen 2007 und 2010 aufgestellten Hochwassergefahrenkarten entnommen. Die Hochwassergefahrenkarten wurden unter Anwendung hydrologischer und hydraulischer Modelle ermittelt. Die Modellaufstellung erfolgte anhand folgender Grundlagendaten (Auszug):

- Topografische Karte 1:25.000 und Deutsche Grundkarte 1:5.000
- ATKIS Nutzungsdaten des Landes NRW
- Digitale Bodenkarten des Landes NRW
- Digitales Geländemodell der LINEG, Stand 2006
- Digitales Geländemodell NRW, 2 Meter Raster, Stand 2010 (nur südlicher Bereich mit Buschgraben und Niepkuhlen)
- Grundwasseroberfläche für trockene und nasse Zeiträume (LINEG)
- Verzeichnis der Regenwassereinleitungen der LINEG
- Kanalnetzkataster und Kanalnetzmodelle für Regen- und Mischwassereinleitungen der Städte Moers, Neukirchen-Vluyn, Krefeld, Duisburg Rumeln und Rheinberg.
- Bauwerksverzeichnisse und Detailpläne zu Rückhaltungen, Pumpanlagen u.ä. in der Regenwasserkanalisation (Kommunen)
- Grundwasserpumpwerke (PAG) der LINEG (mit Kenndaten der Pumpen sowie Zeitreihen der Pumpmengen, 1995-2008)
- Gewässerpumpwerke (PAV) der LINEG (mit Kenndaten der Pumpen sowie Zeitreihen der Pumpmengen, 1995-2008)
- Pegeldaten der LINEG mit Zeitreihen zum Abfluss über die jeweiligen Messzeiträume
- Gewässerquerprofile und Längsschnitte nach Vermessungen der LINEG zwischen 1995-2008; in Senkungsbereichen Höhen korrigiert
- Neuvermessung von Gewässerprofilen für Niepkuhlen und Buschgraben
- Verzeichnis der Bauwerke am Gewässer (LINEG)
- Hochaufgelöste Niederschlagszeitreihen aus dem Stationsnetz der LINEG, Zeitraum 1995-2008
- Gebietsniederschlag nach Radar-Messungen, Zeitraum 2004-2007 (LINEG)
- Zeitreihen zur Temperatur- und Verdunstung; Klimastationen des Landes NRW sowie der Station Bochum (Emschergenossenschaft)
- Extremniederschlagshöhen nach KOSTRA und PEN-LAWA (DWD) sowie der Niederschlagsstation Dinslaken (Emschergenossenschaft)

4 Modelltechnik

4.1 Hydrologische Untersuchung

4.1.1 Modellerstellung

Für das Einzugsgebiet des Moersbachs wurde ein Niederschlags-Abfluss-Modell (NA-Modell) aufgestellt. Eingesetzt wurde das Modell NASIM (Hydrotec, Aachen) in den Versionen 3.4 und 3.7. In einem ersten Schritt wurde das Einzugsgebiet in 250 natürliche Teilgebiete untergliedert. Dazu wurden Wasserscheiden aus dem digitalen Geländemodell abgeleitet. Für die Teilgebietsgliederung wurden zudem die Gewässerpumpwerke, Pegel sowie Einmündungen von Seitenbächen und größere Regenwassereinleitungen berücksichtigt.

Für die Teilgebiete wurden anschließend entsprechend den Empfehlungen nach [3] sowie der NASIM Modelldokumentation die benötigten Modellparameter abgeleitet. Bodenverhältnisse und Landnutzung wurden aus den Boden- und Flächennutzungskarten übernommen. Dabei simuliert NASIM die Abflussbildung anhand eines Bodenspeicheransatzes. Die einzelnen Abflusskomponenten werden auf Grundlage der physikalischen Bodeneigenschaften (Wasser-aufnahmevermögen, Feldkapazität, Leitfähigkeit) ermittelt. Für die Abbildung der Abflussverzögerung innerhalb des Teilgebietes sind zudem Geometrieparameter anzugeben, die anhand des DGM erhoben wurden.

In einem zweiten Bearbeitungsschritt wurden Regenwassereinleitungen mit ihren kanalisierten Flächen erhoben. Zugrunde gelegt wurden Kanalnetzpläne und Kanalnetzmodelle, die von den Kommunen bereitgestellt wurden. Die kanalisierten Flächen bilden eigene städtische Teilgebiete. Nach Vorgabe der LINEG erfolgte eine einleitungsscharfe Differenzierung, um der hohen Bedeutung der Regenwassereinleitung gerade für den Hochwasserabfluss gerecht zu werden. Größere Kanalnetze wurden zudem weiter differenziert. Insgesamt wurden 125 städtische Teilgebiete mit 112 Regenwassereinleitungen abgebildet.

Die Modellparameter zum Versiegelungsgrad sowie der längsten Fließzeit wurden aus den Unterlagen der Kommunen übernommen bzw. anhand der ergänzend bereitgestellten Kanalnetzmodelle ermittelt. Zusätzlich wurden Sonderbauwerke im Kanalnetz erhoben und ins NA-Modell übernommen. Im NA-Modell entwässern generell nur die an die Kanalisation angeschlossenen versiegelten Haltungsflächen über die städtischen Teilgebiete. Um eine flächentreue Abbildung zu gewährleisten, wurden die Flächen der natürlichen Teilgebiete um die in den städtischen Teilgebieten berücksichtigten Flächenanteile reduziert.

Die Weiterleitung der Teilgebietsabflüsse erfolgt über Gerinneelemente. Die Modellparameter der Fließgewässerstrecken wurden über hydraulische Berechnungen anhand der verfügbaren Gewässerquerprofile ermittelt. Zahlreiche Seen und Gewässeraufweitungen (Niepkuhlen, Fildmeer, Stadtgraben, Repelener Meer, Schwafheimer Meer u.a.) wurden mit Speicherelementen gesondert im NA-Modell abgebildet. Die Drosselkurven der Seeausläufe wurden anhand der Bauwerksunterlagen sowie aktueller Vermessungen festgelegt und anhand von Ortsbegehungen überprüft.

Tabelle 1: Vorflutpumpanlagen (PAV) am Moersbach

| Name | Gewässer | Anzahl der Pumpen | Max. Pumpmenge bei Parallelbetrieb [m ³ /s] |
|---|--------------------------|-------------------|--|
| Stadtgraben | Moersbach | 4 | 0,924 |
| Moers-Repelen | " | 5 | 6,181 |
| Kohlenhuck | " | 5 | |
| Rheinberger Altrhein (Hochwasserpumpanlage) | " | 4 | 10,00 |
| Krefeld Traar | Moersbach / Moerskanal | 2 | 0,090 |
| Lauersfort | " | 2 | 0,054 |
| Kapellen (Moerskanal) | " | 4 | 0,260 |
| Biefang | " | | 0,400 |
| Hohenforster | Achterathsheidegraben | 3 | 0,129 |
| Kapellen (Achtrathsheideg.) | " | 5 | 0,500 |
| Aubruch | Aubruchkanal | 3 | 0,400 |
| Holderberg | " | 5 | 0,550 |
| Niep | Niepkuhlen | 5 | 1,800 |
| Kirschkamperhof | Achterath Heidegraben 47 | 2 | 0,131 |
| Dimmersgraben | Dimmersgraben | 3 | 0,127 |
| Hagenscher Graben | Hagenscher Graben | 3 | 0,083 |
| Laarfeldgraben | Laarfeldgraben | 4 | 0,354 |
| Hülndonk | Hülndonker Flutgraben | 3 | 0,174 |
| Ufört | Uförtor Tiefengraben | 2 | 0,112 |
| Zuflusspumpwerke | | | |
| Alte Landstrasse | Fossa Eugeniana | | 5,4 |
| Hochfeld | Anrathskanal | 4 | 1,1 |

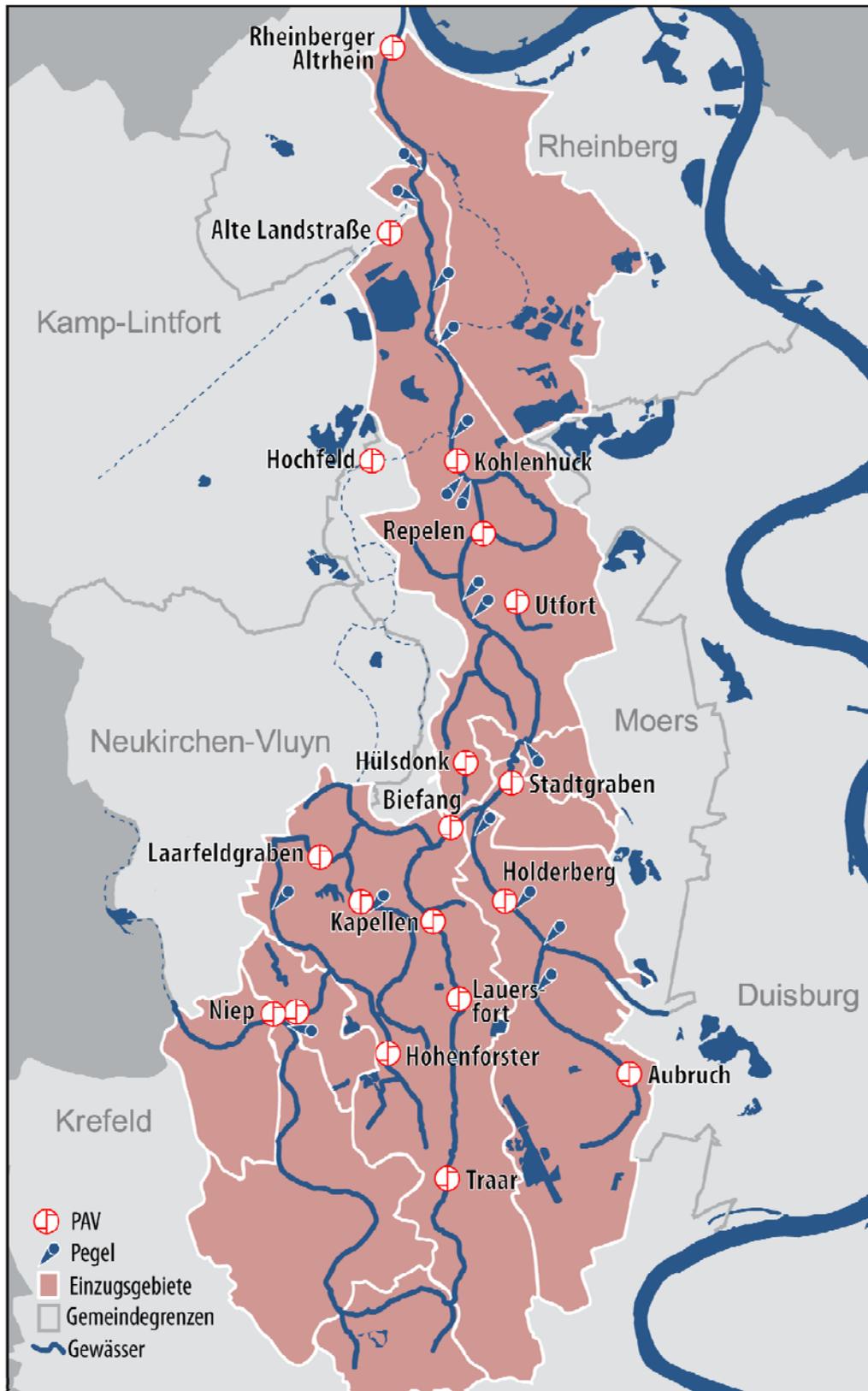


Abbildung 2: Gewässerpumpanlagen (PAV) und Pegel im Gewässersystem

Zudem wurden die Gewässerpumpwerke anhand ihrer Pumpleistung übernommen. Retentionsvolumina zwischen dem Anspringen von Teilpumpen wurden anhand der Gewässermorphologie vor den Pumpwerken festgelegt und in das entsprechende Speicherelement des NA-Modells übernommen.

4.1.2 Modellkalibrierung

Gerade für Tieflandgewässer ist für die Qualität der Modellabbildung eine Modellkalibrierung wesentlich. Am Moersbach standen zur Kalibrierung 10 Gewässerpegel der LINEG zur Verfügung (Tab. 2):

Tabelle 2: Gewässerpegel der LINEG mit kontinuierlichen Aufzeichnungen

| Pegelname | Gewässer | dig. Daten seit | MQ [m ³ /s] | HQ ₁₀₀ [m ³ /s] |
|------------------------|--------------|-----------------|---------------------------|--|
| Ak-Holderberg | Aubruchkanal | 10.05.1997 | 0,119 | 1,16 |
| Aubruchk.I v.d. Falk | Aubruchkanal | 25.09.2003 | 0,140 | 0,78 |
| Ophülsgraben/Gartmanns | Ophülsgraben | 04.11.1997 | 0,072 | 0,62 |
| Kirchwehmsdyk | Niep | 19.08.2003 | 0,096 | 1,6 |
| Nordschleuse | Moersbach | 16.06.2005 | 0,198 | 6,2 |
| Repelener Meer | Moersbach | 10.10.2003 | 0,251 | 7,6 |
| Repelen im Meerfeld | Moersbach | 16.10.2006 | 0,300 | 7,0 |
| Moersbach Schleife | Moersbach | 22.10.1998 | 0,497 | 7,5 |
| Strommörs | Moersbach | 18.03.1997 | 0,670 | 3,5 |
| Kaskaden Rheinberg | Moersbach | 16.10.1997 | 1,929 | 9,9 |

Zudem konnten die Pumpmengen der Gewässerpumpwerke herangezogen werden, die in hoher zeitlicher Auflösung (15 Minuten-Werte) vorliegen. An mehr als der Hälfte der Anlagen stehen induktive Messwerte zur Verfügung, so dass eine hohe Zuverlässigkeit der Pumpmengen angenommen werden kann. Damit steht in dem ca. 122,7 km² großen Einzugsgebiet des Moersbachs eine sehr hohe Anzahl von Kalibrierungspunkten zur Verfügung, die zudem sehr gleichmäßig über das Einzugsgebiet verteilt sind.

Für das hydrologische Modell müssen Daten zum Niederschlag und Klima vorgegeben werden. Insgesamt stehen 7 Stationen innerhalb des Einzugsgebietes mit Messwerten in hoher zeitlicher Auflösung (5 Min.) zur Verfügung. Die Stationswerte wurden nach der Thiessen Methode als Gebietsniederschlag übernommen. Zudem sind die Einleitungen der Grundwasser-

pumpen (PAG) zu berücksichtigen. Auch hier konnten zeitlich hoch aufgelösten Messwerte verwendet werden. Insgesamt werden 32 Einleitungen aus PAG berücksichtigt.

In einem ersten Kalibrierungsschritt wurde die Wasserbillanz an die Messwerte an den Gewässerpegeln angepasst (Langzeitkalibrierung, Zeitraum Jan. 2000 – Aug. 2007). Gewässerabschnitte mit überwiegend Versickerung bzw. Grundwasserzustrom konnten dabei identifiziert werden. Das NA-Modell wurde adäquat angepasst, wobei Grundwasserströme auch über die topographischen Wasserscheiden sowie Versickerungsverluste im Gerinne anhand der Abflussmesswerte angepasst wurden. Die kalibrierten Modellparameter wurden zusätzlich anhand von Grundwassermessstellen der LINEG sowie Ergebnissen von Grundwassermodellen verifiziert.

Anschließend erfolgte eine Kalibrierung für einzelne Hochwasserereignisse. Dabei wird das Hochwasserverhalten deutlich von Regenwassereinleitungen der Siedlungsbereiche dominiert, aus denen hohe Hochwasserspitzen unterhalb der Einleitungen resultieren. Im weiteren Gewässerverlauf nehmen die Scheitelwerte infolge der Gewässerretention schnell ab. Ein entsprechendes Abflussverhalten zeigt auch das NA-Modell. Allerdings mussten die aus den Kanalnetzmodellen übernommenen Flächenanteile der versiegelten Flächen z.T. deutlich reduziert werden. Mit den Ausgangswerten werden die gemessenen Abflussscheitel und -volumina deutlich überschätzt. Die Kalibrierung erfolgte über den Kalibrierungszeitraum 2004 bis 2008. Ziel war dabei, möglichst alle gemessenen Hochwasserereignisse im Mittel gut abzubilden. Eine Validierung fand für Hochwasserereignisse im Zeitraum 2002 bis 2004 statt.

4.1.3 Ableitung der Bemessungsabflüsse

Anschließend wurde das kalibrierte Modell eingesetzt, um Bemessungsabflüsse (u.a. HQ_{100}) abzuleiten. Dabei sind die Niederschlagsmessstellen im Einzugsgebiet mit Aufzeichnungen über maximal ca. 15 Jahre nicht ausreichend lang, um belastbare Abflussganglinien zur anschließenden statistischen Auswertung zu generieren. Zudem ist eine statistische Auswertung der Wasserstandsaufzeichnung an den Gewässerpegeln unterhalb der Gewässerpumpwerke problematisch, da hier das Datenkollektiv nach oben durch die maximale Pumpleistungen begrenzt ist. Daher wurden Bemessungsereignisse über eine Simulation mit korrespondierenden Niederschlagsereignissen abgeleitet. Niederschlagshöhen für ein 100-jährliches Ereignis standen für unterschiedliche Dauern aus der Extremwertauswertung des DWD (KOSTRA2000) bzw. den Messwerten der Station Dinslaken der Emschergenossenschaft zur Verfügung. Letztere wurden übernommen, da sie sich besser mit extremen, im Einzugsgebiet des Moersbach beobachteten Ereignissen decken.

Für die Simulation müssen die Niederschlagsmengen über die Dauer des Ereignisses verteilt werden. Gerade für längere Ereignisse ist eine Gleichverteilung unwahrscheinlich. Stattdessen sind auch während längerer Ereignisse, Phasen mit hohen Niederschlagswerten zu er-

warten. Daher wurde zusätzlich ein einstündiges Extremereignis in ein 48 bzw. 72 Stunden dauerndes Ereignis integriert. Für die Einzelereignisse wurde eine Verteilung mit Maximum in der Mitte angenommen.

Folgende weitere Randbedingungen wurden festgelegt:

- Gleichmäßige Überregnung des Gesamtgebietes ohne Abminderung mit einheitlichem Niederschlag
- Einleitung der Grundwasserpumpen entsprechend maximal gemessener Pumpleistung
- Anfangsbodenfeuchte entsprechend leicht feuchten Bodenfeuchtebedingungen (Anfangsbodenfeuchte = nutzbare Feldkapazität)

Anhand der Bemessungsereignisse wurden maximale Abflüsse für die einzelnen Gewässerabschnitte ermittelt und in hydrologische Längsschnitte umgesetzt. Dabei zeigt sich der große Einfluss der Gewässerpumpwerke auf die Scheitelwerte. Die maximalen Pumpleistungen bilden obere Grenzwerte für die in den Unterlauf weitergeleiteten Abflüsse. An 123 Übergabepunkten wurden Abflusswellen als Input für das nachfolgend beschriebene hydraulische Modell generiert.

4.2 Hydraulisches Modell

Anhand hydraulischer Berechnungen wurden die mit dem hydrologischen Modell berechneten Abflüsse in Wasserstände entlang des Gewässers umgesetzt. Das Abflussverhalten des Moersbachs ist dabei gerade im Hochwasserfall von den Gewässerpumpwerken (PAV) geprägt. Übersteigt der Zufluss die maximale Pumpmenge der PAV, so kommt es zum Rückstau vor dem Pumpwerk mit der Folge eines entsprechenden Anstiegs im Wasserspiegel. Dieser Vorgang wurde über eine instationäre Abbildung der Abflusswelle im hydraulischen Modell berücksichtigt. Eingesetzt wurde das Modell Sobek (Deltares, Delft). Beim eingesetzten Sobek Modell handelt es sich um einen 1D/2D gekoppelten Ansatz. Das Gewässerbett wird eindimensional berechnet, wohingegen die Strömung auf den Vorländern zweidimensional über ein rasterbasiertes Berechnungsnetz abgebildet wird. Das Modell simuliert die Weiterleitung der Zuflusswelle im räumlichen und zeitlichen Verlauf. Pumpwerke können mit unterschiedlichen Pumpen über Steuerregeln ins Modell integriert werden. Der Rückstau vor der Pumpenanlage mit seiner Retentionswirkung ist in der Modellabbildung einbezogen. Dabei werden im Modell Sobek Ausuferungen aus dem Gerinne zweidimensional in einem korrespondierendem Rasternetz abgebildet (1D/2D Kopplung). Damit kann das Rückstauverhalten vor den Pumpwerken wirklichkeitsgetreu im räumlich und zeitlichen Verlauf anhand der Geländetopografie abgebildet werden.

Die Aufstellung des Modells Sobek für das Gewässerbett (1D) erfolgte anhand der Gewässerprofile, die in ca. 50 m Abstand vorliegen. Sonderprofile (Brücken, Durchlässe, Wehre u.ä.) wurden anhand verfügbarer Bauwerksunterlagen einbezogen. Die Pumpenanlagen gehen mit den Einzelpumpen unter Berücksichtigung von Ein- und Ausschaltpunkten ins Modell ein. Die gepumpten Abflüsse werden in Druckleitungen bis zum Ausleitbauwerk weitergeleitet.

Neben dem Moersbach wurden die wesentlichen seitlichen Zuflüsse in die Modellabbildung einbezogen, falls Querprofile in der benötigten Qualität vorlagen. Kleinere Seitengräben ohne Einfluss auf den Hochwasserabfluss wurden im Modell vernachlässigt. Eine Übersicht der im hydraulischen Modell berücksichtigten Gewässerabschnitte gibt Tabelle 1. Sobek erlaubt eine gleichzeitige Abbildung von Haupt- und Nebengewässer. Anfangsbedingungen für die Mündungen brauchen damit nicht vorgegeben werden, sondern ergeben sich Modellintern durch die Abbildung innerhalb eines Gesamtmodells.

Das für die zweidimensionale Abbildung des Vorlandabflusses benötigte Geländemodell wurde basierend auf dem Modell der LINEG (Stand 2006) bzw. dem Modell des Landes NRW (Buschgraben, Niepkuhlenzug) als 20 m-Rasternetz abgeleitet.

Typische Gerinneabschnitte wurden anhand von Ortsbegehungen differenziert und Rauheitsbeiwerte festgelegt. Anschließend wurden einzelne Gerinneabschnitte den Gerinnetypen zugeordnet und die Rauheitsbeiwerte für die Querprofile übernommen [3]. Rauheiten für das 2-D Raster wurden anhand der Flächennutzung nach ATKIS festgelegt. Dabei zeigen Testrechnungen nur eine geringe Sensitivitäten der berechneten Wasserspiegellagen hinsichtlich der gewählten Sohlrauheit. Dies deckt sich mit den im Einzugsgebiet des Moersbach dominierenden sehr flachen Gefälleverhältnissen. Entscheidend ist die Querprofilgeometrie, die sich durch Bewuchs, Verschlammung u.ä. ständig verändern kann. Die Qualität der verfügbaren Querprofile stellt hier den bestimmenden Faktor für die Genauigkeit der simulierten Wasserspiegellagen dar.

Die Berechnung der Wasserspiegellagen erfolgte anhand von im NA-Modell berechneten Zuflusswellen, die an 123 Übergabeknoten ausgetauscht werden. Folgende weitere Randbedingungen wurden festgelegt:

- Konstante Zuflusswellen der Fossa Eugenia und des Anrathskanal als maximale Kapazität oberstromiger Gewässerpumpwerke (PAV Alte Landstrasse an der Fossa und PAV Hochfeld am Anrathskanal)
- Differenzierte Anfangsbedingungen am Auslauf in den Rhein mit
 - freier Auslauf zum Rhein bei Mittelwasserabfluss sowie
 - geschlossene Sielschleuse und Vorflut über das Hochwasserpumpwerk (PAHV Rheinberger Altrhein)

Zusätzlich wurde ein Berechnungsfall mit Ausfall aller Pumpenanlagen (Vorflut und Grundwasserpumpen) berücksichtigt. Somit wurden für die 100-jährliche Niederschlagsbelastung insgesamt drei Szenarien hydraulisch berechnet:

- Freier Auslauf Rhein (MQ)
- Geschlossene Sielschleuse
- Geschlossenen Sielschleuse und Pumpenausfall aller PAV'S und PAG's über 24 h

An jedem Punkt des Geländemodells wurde die maximale Wasserspiegellage aus diesen Szenarien als Wasserspiegellage HQ_{100} definiert und für die Festlegung der Überschwemmungsgebiete übernommen.

5 Überschwemmungsgebiete

Die Überschwemmungsgebiete wurden anhand der hydraulischen Berechnungen für ein 100-jährliches Hochwasserereignis bestimmt. Hierzu wurden die berechneten Wasserspiegellagen mit einem detaillierten Geländemodell in einem Geographischen Informationssystem (GIS) verschnitten. Dazu wurde ein digitales Geländemodell der LINEG genutzt, welches an aktuelle Bergsenkungen angepasst ist (Stand 2006). In das Geländemodell wurden ergänzend die terrestrisch vermessenen Gewässerquerprofile integriert, um auch im Gewässerbereich realistische Fließtiefen zu ermitteln. Im Süden des Einzugsgebiets, in den Oberläufen von Moersbach, Buchgraben und Niepkühlen (außerhalb des LINEG-Gebietes) wurden zudem aktuelle Höhendaten des Landes NRW (2 m-Raster) berücksichtigt.

Die ermittelten Überschwemmungsgebiete wurden geglättet und anhand von Ortsbegehungen und Nachvermessungen geprüft.

Die grafische Umsetzung erfolgt nach Vorgaben der Bezirksregierung Düsseldorf in 17 Detailkarten Maßstab 1:5.000 sowie zwei Übersichtskarten Maßstab 1:25.000. Anhand der Karten wird das Festlegungsverfahren für das Überschwemmungsgebiet des Moersbachs und seiner Oberläufe von der Bezirksregierung Düsseldorf durchgeführt.

Sachbearbeiter:
Dr. rer. nat. R. Schröder

Koblenz, im Dezember 2010
Björnsen Beratende Ingenieure GmbH

Dr.-Ing. K. Lippert