



Bezirksregierung Düsseldorf

Überschwemmungsgebiet Dickelsbach



Erläuterungsbericht

April 2015

Das Titelbild zeigt den Dickelsbach kurz oberhalb einer Brücke an der Neidenburger Straße, Stadt Duisburg.

Der Erläuterungsbericht wurde erstellt durch die Bezirksregierung Düsseldorf auf Basis des Projektberichtes „Erstellung von Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten gemäß § 74 Wasserhaushaltsgesetz“ der CDM Smith Consult GmbH, Düsseldorf.

Düsseldorf, im April 2015

Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to be the name 'Ufer', written in a cursive style.

(Ufer)

Jegliche anderweitige, auch auszugsweise, Verwertung des Berichtes außerhalb der Grenzen des Urheberrechts ist ohne schriftliche Zustimmung der Bezirksregierung Düsseldorf unzulässig. Dies gilt insbesondere auch für Vervielfältigungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Inhaltsverzeichnis	
Abbildungsverzeichnis	4
Abkürzungsverzeichnis	4
1 Einführung	5
2 Gebietsbeschreibung	5
3 Grundlagen der Kartenerstellung	6
3.1 Topographische Karten	6
3.2 Geländemodell.....	6
3.3 Geologie / Boden / Flächennutzung	6
3.4 Gewässervermessung.....	7
3.5 Rauheiten.....	7
3.6 Pegel.....	7
3.7 Meteorologische Daten	8
3.8 Hochwasserschutzeinrichtungen.....	9
4 Ermittlung der Hochwasserabflüsse (Hydrologie)	9
4.1 Aufstellung des NA-Modells	9
4.2 Kalibrierung / Validierung des NA-Modells	10
4.3 Ermittlung der Hochwasserabflüsse mit dem Bemessungsniederschlag	11
5 Ermittlung der Wasserspiegellagen (Hydraulik)	12
6 Ermittlung der Überflutungsflächen/-tiefen und Fließgeschwindigkeiten	12
6.1 Kopplung der 1D- und 2D-Modelle	13
6.2 Kalibrierung.....	13
7 Bewertung der Ergebnisse	13
8 Literatur	13

Abbildungsverzeichnis

Abb. 2-1: Übersicht des Untersuchungsgebietes	5
Abb. 3-1: Räumliche Darstellung der obersten Bodenartenschicht (aus BK50)	6
Abb. 3-2: Landnutzungsflächen (ATKIS)	7
Abb. 3-3: Landnutzungsflächen (Intz2010)	7
Abb. 3-4: Lage der verwendeten Pegelstellen	8
Abb. 3-5: Lage der meteorologischen Stationen	8
Abb. 4-1: Abgrenzung der Modellgebiete für den Dickelsbach	10
Abb. 4-2: Kalibrierung - Abfluss gemessen / berechnet	10
Abb. 4-3: Validierung - Abfluss gemessen / berechnet	11
Abb. 5-1: Kombination aus 1D-Gerinne und 2D-Geländeraster	12

Abkürzungsverzeichnis

ALK	Automatisierte Liegenschaftskarte
BK	Bodenkarte
BR	Bezirksregierung
BRW	Bergisch-Rheinischer Wasserverband
DGK	Deutsche Grundkarte
DGM	Digitales Geländemodell
DWD	Deutscher Wetterdienst
EZG	Einzugsgebiet
GIS	Geografisches Informationssystem
GSK	Gewässerstationierungskarte
HQ	Hochwasserabfluss
HRB	Hochwasserrückhaltebecken
HWAP	Hochwasser-Aktionsplan
ITWH	Institut für Technisch-Wissenschaftliche Hydrologie
KOSTRA	Koordinierte Starkniederschlags-Regionalisierung-Auswertung
KW	Klärwerk
LWG NRW	Wassergesetz für das Land Nordrhein-Westfalen - Landeswassergesetz (LWG), Stand 16. März 2010
MKULNV	Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
mNN	Meter über dem Normalen Null
N-A-Modell	Niederschlag-Abfluss-Modell
PNP	Pegel-Nullpunkt
RRB	Regenrückhaltebecken
RÜB	Regenüberlaufbecken
TK	Topographische Karte
WB Duisburg	Wirtschaftsbetriebe Duisburg
WHG	Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz) vom 31. Juli 2009, Stand 22. Dezember 2011
WSP	Wasserspiegel

1 Einführung

Die Bezirksregierung (BR) Düsseldorf beabsichtigt das Überschwemmungsgebiet für den Dickelsbach nach § 76 Abs. 2 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) festzusetzen. Die Firma CDM Smith Consult wurde mit der Ermittlung der Überschwemmungsflächen beauftragt.

2 Gebietsbeschreibung

Der Dickelsbach entspringt im Ratinger Stadtteil Hösel. Von der Quelle bis zur Ortslage Ratingen-Lintorf verläuft das Gewässer durch landwirtschaftlich geprägte Flächen in vorwiegend westlicher Richtung. Hinter der Ortslage Lintorf schwenkt der Dickelsbach nach Norden und fließt östlich der Ortslagen Duisburg-Rahm und Duisburg-Großenbaum durch überwiegend fortwirtschaftlich genutzte Flächen. Nach Eintritt in den dicht besiedelten Stadtteil Duisburg-Wanheimerort wird der Dickelsbach in westliche Richtung umgelenkt und über eine 2 Kilometer lange Verrohrung direkt zum Rhein geführt.

Der Dickelsbach weist eine Lauflänge von rd. 22 km und ein Einzugsgebiet von ca. 78 km² auf. Er überwindet in seinem Verlauf einen Höhenunterschied von 109,23 m (Sohlhöhe an der Quelle: 139,14 mNN / Sohlhöhe am Beginn der Dickelsbach-Verrohrung: 29,91 mNN), was einem mittleren Gefälle von 0,52% entspricht. Seine Hauptzuflüsse sind die Gewässer Hummelsbach, Breitscheider Bach, Haubach und Wambach.

Die folgende Abbildung zeigt eine Übersicht des Untersuchungsgebietes:

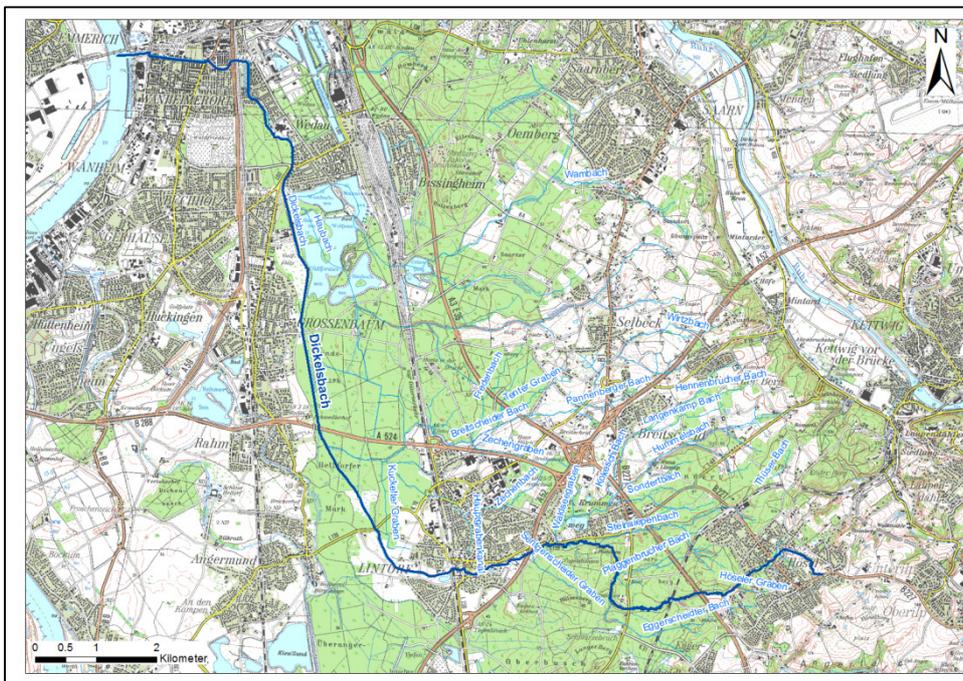


Abb. 2-1: Übersicht des Untersuchungsgebietes

3 Grundlagen der Kartenerstellung

Für die Kartenerstellung wurde das Lagebezugssystem ETRS89, UTM Zone 32 N und das Höhenbezugssystem DHHN 92 verwendet.

3.1 Topographische Karten

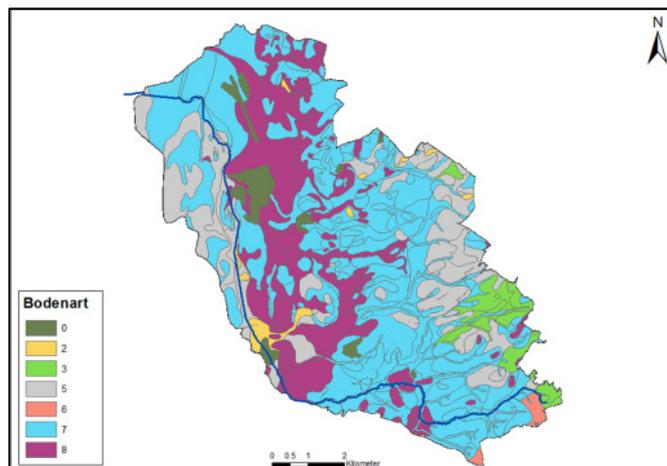
Die von der Bezirksregierung Düsseldorf zur Verfügung gestellten topographischen Karten wurden u. a. zur Abgrenzung der Einzugsgebiete im Unterlauf des Dickelsbachs verwendet. Weiterhin dienen die Karten der Orientierung in den veröffentlichten Festsetzungskarten. Die Berechnung von Abflussereignissen erfolgte jedoch ausschließlich auf Basis des Digitalen Gelände-Modells (s. nachfolgendes Kapitel).

3.2 Geländemodell

Das für die Berechnungen genutzte Digitale Gelände-Modell (DGM1L) mit 1m-Rasterweite (1 Höhenwert / m²) stammt aus Laserscandaten und wurde von der Bezirksregierung Düsseldorf zur Verfügung gestellt.

3.3 Geologie / Boden / Flächennutzung

Als geologischer Datensatz wurde die Bodenkarte im Maßstab 1:50.000 (BK50) des Geologischen Dienstes Nordrhein-Westfalen verwendet.



Für das NA-Modell sind die Eigenschaften der obersten Bodenschicht besonders relevant, da sie bei der Aufteilung des Niederschlagswassers zwischen Oberflächenabfluss und Infiltration eine wesentliche Rolle spielen. Je undurchlässiger die oberste Bodenschicht ist, desto stärker ist der Oberflächenabfluss. Die oberste Bodenschicht besteht im gesamten Einzugsgebiet überwiegend aus Lehm und Sand (s. Abb. 3-1, Kennziffern 7 und 8).

Abb. 3-1: Räumliche Darstellung der obersten Bodenartenschicht (aus BK50)

Zusätzlich wurden Informationen zu den Landnutzungen in das NA-Modell eingepflegt, da diese Nutzungen die Abflusseigenschaften bei Regenereignissen wesentlich mitprägen.

Für die Landnutzungen standen zwei georeferenzierten Datensätze zur Verfügung:

- Die ATKIS-Datei des Landes Nordrhein-Westfalen (Abb. 3-2)
- Die *Intz2010* des BRW (Abb. 3-3)

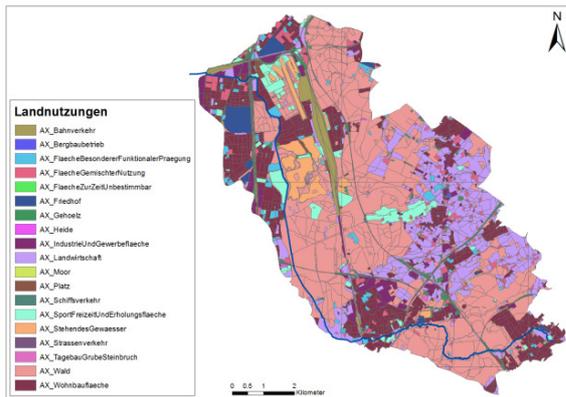


Abb. 3-2: Landnutzungsflächen (ATKIS)

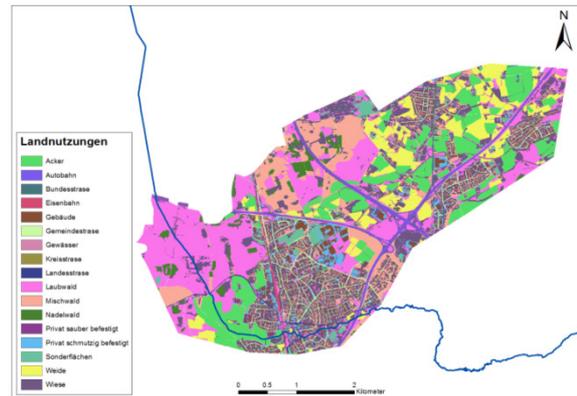


Abb. 3-3: Landnutzungsflächen (Intz2010)

Um die Überschwemmungsflächen innerhalb von bebauten Gebieten richtig abzubilden, wurde der Gebäudebestand (Grundflächen) der Städte Duisburg, Ratingen und Düsseldorf in den hydraulischen Berechnungen berücksichtigt.

3.4 Gewässervermessung

Die Gewässerprofile zwischen km 2+057 und km 8+835 (Einlass der Dickelsbach-Verrohrung bis zur Autobahn A524) wurden im Herbst 2011 neu vermessen. Für den Oberlauf stellte der BRW Daten vom Frühjahr 2004 zur Verfügung.

Für die Nebengewässer im Unterlauf des Dickelsbach-EZG lagen keine Vermessungsdaten vor. Daher erfolgten an repräsentativen Stellen Vermessungen durch die Firma CDM Smith. Dies betraf den Breitscheider Bach, den Haubach und den Wambach.

3.5 Rauheiten

Angaben zu den Rauheiten im Gewässerbett und im Gelände lagen für den Unterlauf nicht vor. Die Rauheiten wurden daher nach empirischer Beobachtung anhand der Bilder aus der Vermessung abgeschätzt. Für den Oberlauf des Dickelsbachs existieren Rauheitsklassen nach DVWK sowie der Jabron-Bibliothek (Firma Hydrotec).

3.6 Pegel

Für die Kalibrierung der hydrologischen und hydraulischen Modelle standen zwei Pegel zur Verfügung (s. Abb. 3-4):

- Pegel Lintorf im Mittellauf des Dickelsbachs (km 12,057)
- Pegel Winkelshäuschen 2 am Breitscheider Bach (km 2,850 laut GSK).

Die Pegel-Daten wurden durch den BRW zur Verfügung gestellt.

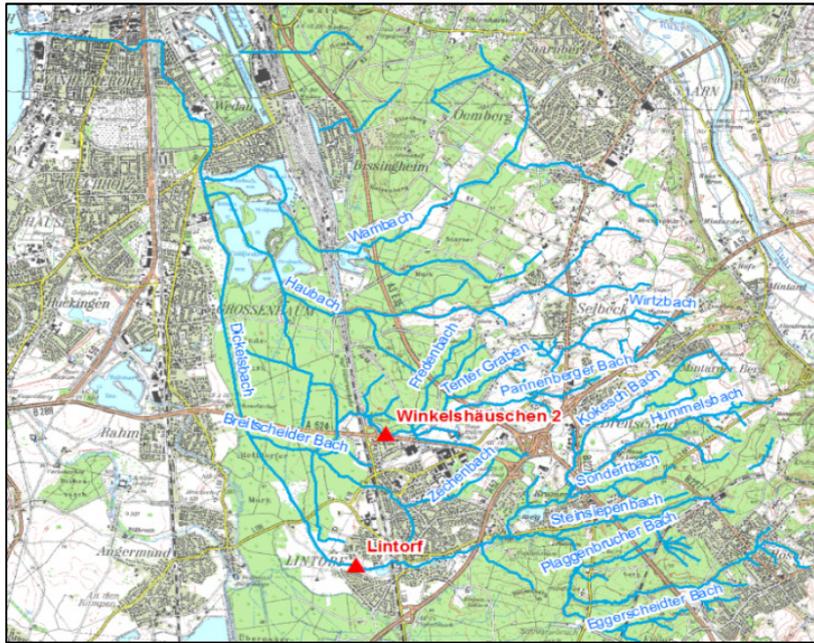


Abb. 3-4: Lage der verwendeten Pegelstellen

3.7 Meteorologische Daten

Meteorologische Daten (Niederschlag, Lufttemperatur, Verdunstung) wurden durch den BRW zur Verfügung gestellt.

Für das Dickelsbach-EZG lagen Niederschlagsmessungen der Stationen Essen-Kettwig, Ratingen-Lintorf, Ratingen-Breitscheid (KW), Ratingen-Hösel (KW) und Heiligenhaus-Walkmühle vor (s. Abb. 3-5):



Abb. 3-5: Lage der meteorologischen Stationen

Die vom BRW gelieferten Messwerte waren - je nach Station - über unterschiedliche Zeiträume vorhanden und mussten im Modell teilweise ergänzt werden.

Daten zu Temperatur und Verdunstungsverlusten entstammen der Messstation Essen-Bredeneu.

3.8 Hochwasserschutzanlagen

Im Dickelsbach-EZG befinden sich verschiedene Rückhaltebecken und Rückhalte-räume. Die Daten zu diesen Bauwerken stellte der BRW für sein Verbandsgebiet zur Verfügung.

Die Sechseenplatte dient während der Herbst- und Wintermonate ebenfalls als Hochwasserpuffer. Aufgrund der erheblichen Retentionseffekte wurden die Seen in der hydrologischen Modellierung als Speicher dargestellt. Da keine Daten zu den Di-mensionen der Steuerungsbauwerke vorlagen, ermittelte CDM Smith die Drosselab-flüsse durch Ortsbegehung.

4 Ermittlung der Hochwasserabflüsse (Hydrologie)

Die hydrologische Modellierung wurde in drei Schritten gegliedert:

- Aufstellung des NA-Modells für den Ist-Zustand
- Modellkalibrierung und -validierung anhand von Niederschlagsmessreihen und Pegeldaten
- Ermittlung der Hochwasserabflüsse mit Bemessungsniederschlägen nach KOSTRA.

Hierfür wurde das Programm NASIM 4.1.1 von Hydrotec verwendet.

4.1 Aufstellung des NA-Modells

Für den Unterlauf des Dickelsbachs (Mündung bis zur Autobahn A524) lag kein NA-Modell vor und musste durch CDM Smith erstellt werden. Für den Oberlauf existierte ein NA-Modell des BRW (s. Abb. 4-1).

Zur Abflussbilanzierung zwischen Oberlauf und Unterlauf wurden beide Teilmodelle in einem Gesamtmodell zusammengeführt.

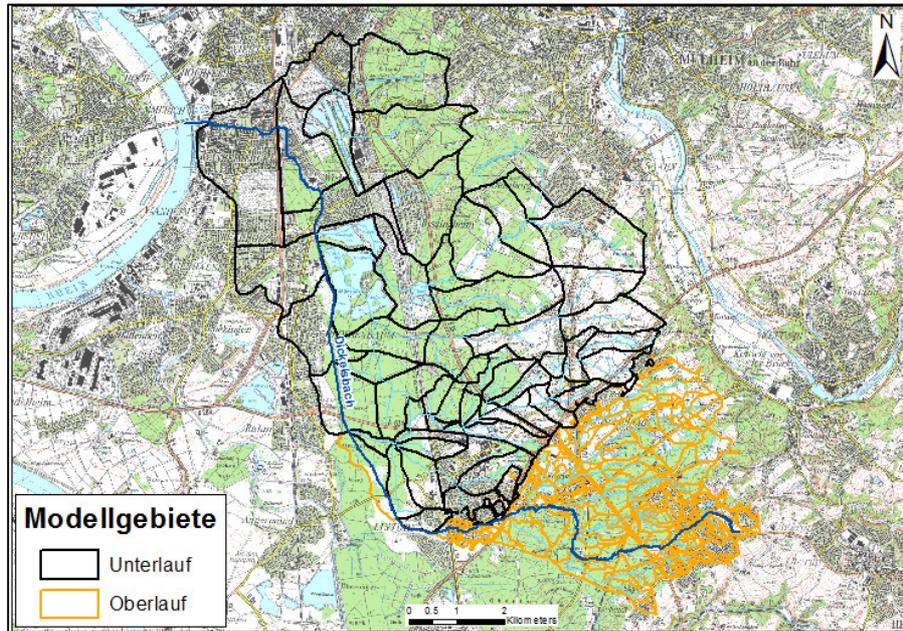


Abb. 4-1: Abgrenzung der Modellgebiete für den Dickelsbach

4.2 Kalibrierung / Validierung des NA-Modells

Das Ziel der Modellkalibrierung ist es, die an den Pegeln gemessenen Abflussspitzen möglichst genau zu reproduzieren. Gleichzeitig sollte der Verlauf der Hochwasserwelle realitätsgetreu nachgebildet werden, d.h. die Dauer des simulierten Ereignisses sollte durch die Berechnung gut eingeschätzt werden.

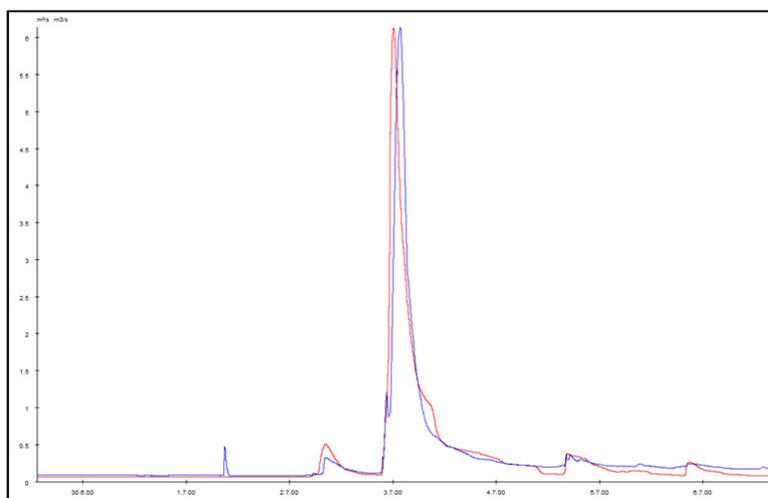
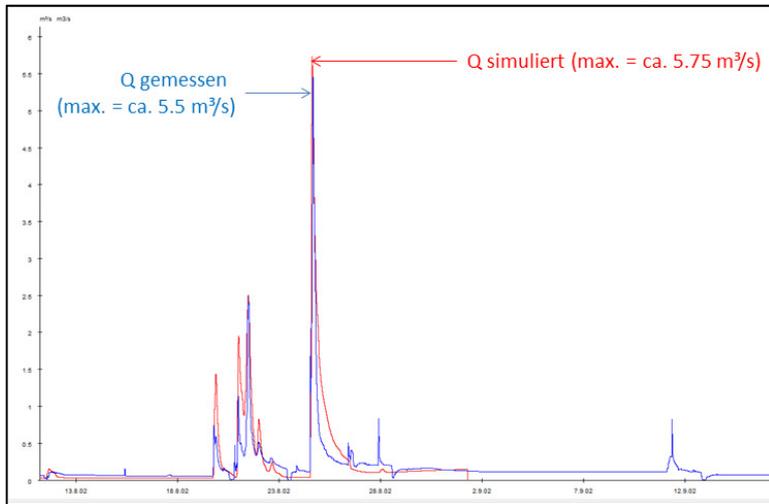


Abb. 4-2: Kalibrierung - Abfluss gemessen / berechnet
(Pegel Lintorf, Ereignis vom 03.07.2000)

Für die Modellkalibrierung des Dickelsbach wurde der Pegel Lintorf verwendet. Nach Optimierung der Eichparameter ergab sich eine sehr gute Übereinstimmung der gemessenen und der simulierten Abflüsse (s. Abbildung 4-2)

Zur Kalibrierung des NA-Modells Breitscheider Bach konnte der Pegel Winkelshäuschen 2 aufgrund des sehr kurzen Aufzeichnungszeitraums dagegen nicht verwendet werden. Da das Einzugsgebiet des Breitscheider Bachs eine zum Oberlaufgebiet des Dickelsbachs vergleichbare Größe und strukturelle Beschaffenheit aufweist, erfolgte eine Übernahme der für den Dickelsbach-Oberlauf ermittelten Eichfaktoren in das NA-Modell des Breitscheider Bachs.

Mit den ermittelten Eichparametern erfolgte anschließend eine Validierung des NA-Modells. Die Validierung dient zur Überprüfung der Kalibrierung anhand eines anderen Hochwasserereignisses ähnlicher Größenordnung mit den gleichen Eichfaktoren.



Auch hier zeigte sich die sehr gute Übereinstimmung der berechneten Werte mit den Pegelmessungen (s. Abbildung 4-3).

Abb. 4-3: Validierung - Abfluss gemessen / berechnet
(Pegel Lintorf, Ereignis vom 24.08.2002)

4.3 Ermittlung der Hochwasserabflüsse mit dem Bemessungsniederschlag

Entsprechend den Empfehlungen des DWA-Merkblattes M 552 wurde das kalibrierte Modell anschließend mit einem statistisch 100-jährigen Regenereignis gemäß der KOSTRA-Regenreihe (DWD) belastet.

Entsprechend der DVWK-Methode erfolgte eine Unterteilung des Regenereignisses in 3 Phasen:

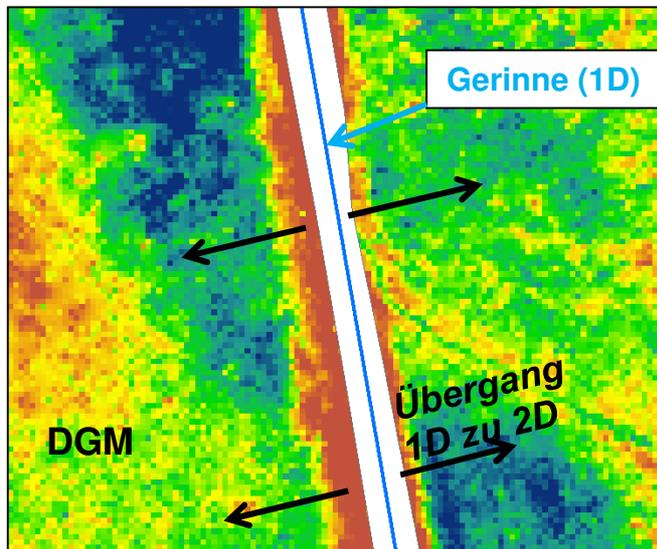
- Eine Vorregenphase bis 30% der gesamten Regendauer
- Eine Starkregenphase von 30% bis 50% der gesamten Regendauer
- Eine Nachlaufphase während der zweiten Hälfte des Niederschlagsereignisses.

Die für das Einzugsgebiet maßgeblichen, d.h. den Abfluss maximierenden Regendauern wurden zuvor empirisch ermittelt.

Durch diese Aufteilung der KOSTRA-Regenmenge erhält man eine Maximierung des Abflusses bezogen auf Scheitel und Fülle im Einzugsgebiet. Die berechneten Abflusswerte wurden zur Ermittlung der Wasserspiegellagen und der Überflutungsflächen / -tiefen ins hydraulische Modell eingespeist.

5 Ermittlung der Wasserspiegellagen (Hydraulik)

Die Berechnung der Wasserspiegellagen erfolgte für den gesamten Verlauf des Dickelsbachs mit dem hydraulischen Programm Sobek 2.12 (Deltares). Da bei Hochwasser Ausuferungen in den städtischen Teilgebieten nicht auszuschließen waren,



wurde ein sogenanntes gekoppeltes 1D/2D-Modell zur Ermittlung der Überflutungsereignisse gewählt. Hierbei nutzt man eine hydraulische 1D-Berechnung zur Ermittlung von Wasserspiegellagen, Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten innerhalb des Gerinnes. Ausuferungen im Vorland (Überflutungsflächen, -tiefen, Fließgeschwindigkeiten) werden anschließend mit einem hydraulischen 2D-Modell berechnet (s. nebenstehende Abbildung).

Abb. 5-1: Kombination aus 1D-Gerinne und 2D-Geländeraster

Die Aufstellung des 1D-Flussschlauchmodells erfolgte für die freie Gewässerstrecke vom Einlass der Dickelsbach-Verrohrung bis zur Quelle bei Hösel. Dies entspricht einer Länge von ca. 20,5 km. Für die gesamte Strecke wurde ein minimaler Abfluss von 0,01 m³/s und eine Anfangswassertiefe von 0,10 m vorgegeben. Als untere Randbedingung wurde eine Wasserspiegellage (WSP) des Rheins von WSP = 30,54 mNN (entspr. HQ100) angesetzt. Zusätzliche Kanalnetzrechnungen mit dem Programm Extran (ITWH Aachen) dienten der Ermittlung eines möglichen Rückstaus im Bereich der Verrohrung bei dieser Randbedingung.

6 Ermittlung der Überflutungsflächen/-tiefen und Fließgeschwindigkeiten

Dem zweidimensionalen Teil des hydraulischen Modells liegt eine Verknüpfung des Geländerasters zum 1D-Gerinne zugrunde.

Um die Modellbearbeitung zu erleichtern und Rechenzeit zu sparen, wurde das DGM durch folgende Maßnahmen im GIS angepasst:

- Abschneidung der nicht überschwemmbareren Bereiche am DGM-Rand (höher gelegen und in ausreichender Entfernung zum Flussbett sodass sie während eines Hochwassers nicht überflutet werden können)
- Vergrößerung des Rasters auf eine Zellengröße von 20 m, da bei feinerer Auflösung das Geländemodell aufgrund seiner Größe in Sobek nur schwer handhabbar gewesen wäre.

Für eine realistische Abbildung der Überflutungsflächen in den städtischen Gebieten wurden die Gebäudeflächen vom DGM herausgetrennt. Dies ist in Flussschlauchnähe besonders wichtig, damit im Rahmen einer Simulation das potenziell ausufernde Wasser gegen die Gebäude „stößt“ und möglichst den freien Fließwegen folgt. Das Heraustrennen der Gebäude erfolgte durch Verschneidung des DGMs mit der Polygonen-Shape aus der ALK.

Bahnunterführungen, die im ursprünglichen DGM nicht abgebildet sind und die eine potenzielle Wirkung auf die zu erwartenden Vorlandabflüsse haben, wurden in Sobek nachbearbeitet.

6.1 Kopplung der 1D- und 2D-Modelle

Für die Kopplung ist eine Verknüpfung des 1D-Flussschlauchs mit dem 2D-Gelände notwendig. In Sobek wird jeder Berechnungsknoten der Gewässerachse zur benachbarten Zelle des Rasters seitlich angebunden, um hydronumerische Austausche zwischen ein- und zweidimensionalen Modellteilen zu ermöglichen.

6.2 Kalibrierung

Die einzige Stützstelle für die Kalibrierung des hydraulischen Modells war der Pegel Lintorf im Mittellauf des Dickelsbachs. Da dies für eine zuverlässige Kalibrierung nicht ausreichend war, wurde ersatzweise eine Sensitivitätsanalyse mit $\pm 15\%$ Rauheitskoeffizient (KS) in Flussbett und Vorland vorgenommen. Die Ergebnisse wurden anschließend mit der ursprünglichen Berechnung und den Werten aus der Pegelaufzeichnung vom 03. Juli 2000 abgeglichen. Für alle Szenarien wurde abschließend ein Rauheitskoeffizient von -15% KS festgelegt.

7 Bewertung der Ergebnisse

Der Autobahndurchlass A524 hält aufgrund seiner begrenzten hydraulischen Leistungsfähigkeit einen großen Teil des bei Hochwasserabflusses zurück. In Folge kommt es in diesem Abschnitt zu großflächigen Überflutungen in die angrenzenden Waldbereiche. Die westlich des Dickelsbachs in Nord/Süd-Richtung verlaufende Fichtenstraße verhindert dabei ein Weiterfließen der Wassermengen in Richtung Duisburg-Rahm.

Im weiteren Verlauf des Dickelsbachs sind Wald- bzw. Wiesenflächen im Stadtteil Duisburg-Großenbaum sowie die Rehwiesen in Duisburg-Wedau von Überflutungen betroffen.

Überflutungen von bebauten Flächen finden sich in lediglich kleinerem Umfang im Zentrum der Gemeinde Ratingen-Lintorf.

8 Literatur

B. Charl und A. Deppe, Hydrotec, NASIM Benutzerdokumentation, Version 3.8.1, Aachen, Okt. 2010

Hydrotec, NASIM-ArcGIS-Tools, Version 1.2.2, Aachen, Jan. 2011

M. Dworschak, H.-P. Schrey und S. Schulte-Kellinghaus, Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen, Arbeitsgruppe BK50, *Allgemeine Informationen zur Bodenkarte 1:50 000*, Krefeld, 2001

J.P. Laborde - *Eléments d'hydraulique générale*, Université de Nice Sophia Antipolis, Nizza, 2005

Deltares - SOBEK, User Manual: Hydrodynamics, Rainfall Runoff and Real Time Control, Delft, Dez. 2011