

Projektkurzbericht

**Festsetzungskarten Morsbach
und Müggenbach
– Hydrologische und hydraulische
Modellgrundlagen**



Auftraggeber



Bezirksregierung Düsseldorf

Aachen, 8. Juli 2011

Projektbearbeitung

Dipl.-Ing. (FH) für Kartographie Susanne Friedeheim

Dipl.-Ing. Bettina Schaffmann

Dipl.-Ing. Dirk Sobolewski

Redaktion

M.A. Geogr. Birgitt Charl

Das Titelbild zeigt den Morsbach im Bereich Haster Aue (Blick gegen Fließrichtung).

Aachen, 8. Juli 2011



(Dipl.-Ing. Dirk Sobolewski)

© Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH
Bachstraße 62-64
D-52066 Aachen

Jegliche anderweitige, auch auszugsweise, Verwertung des Berichtes, der Anlagen und ggf. mitgelieferter Projekt-CD außerhalb der Grenzen des Urheberrechts ist ohne schriftliche Zustimmung des Auftraggebers unzulässig. Dies gilt insbesondere auch für Vervielfältigungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Projektnummer	P1358
Anzahl der Ausfertigungen	6
Ausfertigungsnummer	6 - 5
Auflage	1

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis	IV
1 Einleitung / Allgemein	1
2 Gebietsdarstellung	1
2.1 Beschreibung des Einzugsgebietes	1
2.2 Gewässerverlauf	1
2.3 Böden	2
2.4 Flächennutzung	3
2.5 Besonderheiten	3
3 Gelistete Datengrundlage	4
3.1 Karten	4
3.2 Geländedaten	4
3.3 Bodenarten / Geologie / Flächennutzung	4
3.4 Stadtentwässerung	5
3.5 Querprofilaufnahmen	5
3.6 Niederschlagszeitreihen	6
3.7 Klimazeitreihen	6
3.8 Pegeldaten	6
3.8.1 Gewässerpegel	6
3.8.2 Messstellen im Kanalnetz	7
3.9 Berechnungsansätze für Rauheiten	7
4 Modelltechnik	7
4.1 Hydrologie	7
4.2 Hydraulik	7
4.2.1 1D-Modellierung	7
4.2.2 2D-Modellierung	7
4.3 Verwendete Software	8
4.4 Erläuterungen und Anwendungsbereiche 1D / 2D	8

5	Modellkalibrierung / Modellvalidierung	9
5.1	Abgleich der Simulation mit vorhandenen Pegeldaten (Kalibrierung)	9
5.1.1	Kalibrierung des hydraulischen Modells	9
5.1.2	Kalibrierung des hydrologischen Modells	9
5.2	Überprüfung des Modells anhand realer Ereignisse (Validierung)	11
5.3	Dokumentation der Anfangsbedingungen	12
6	Bewertung der Ergebnisse der hydraulischen Berechnung	12
7	Literatur	14

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1:	Gewässer im Morsbacheinzugsgebiet inkl. städtischer Flächen (rot)	2
Abbildung 2-2:	Anteile der Flächennutzung im Einzugsgebiet des Morsbachs.....	3
Abbildung 2-3:	Übersicht über das Modellgebiet des Morsbachs und der Kläranlage Kohlfurth (Maßstab 1 : 100.000).....	4
Abbildung 3-1:	Übersicht Lage der Pegel.....	6
Abbildung 5-1:	Pegel Beckeraue (Morsbach) – Vergleich Abflusstafel/gerechnet	9
Abbildung 5-2:	Bsp. Tageswertkalibrierung (Übersicht mit Ausschnitt hydrolog. Jahr 1998) – Vergleich gemessen (blau)/gerechnet (rot)	10
Abbildung 5-3:	Kalibrierung der Drosselabflüsse des RÜB Ronsdorf	10
Abbildung 5-4:	Kalibrierung der Abflüsse am Pegel Beckeraue, Morsbach (blau: gemessen, rot: gerechnet)	11
Abbildung 5-5:	Validierung der berechneten Abflüsse am Pegel Beckeraue und Pegel Leyerbach beim Hochwasserereignis im August 2007	11

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4-1:	Zweidimensionale Modelle im Morsbachgebiet (Ist-Zustand)	8
Tabelle 6-1:	Maßgebliche Ausuferungen bei HQ_{100} am Morsbach und Müggenbach....	13

1 Einleitung / Allgemein

Die Bezirksregierung (BR) Düsseldorf beabsichtigt das Überschwemmungsgebiet des Morsbachs nach §76 Abs.2 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) und §112 Landeswassergesetz Nordrhein-Westfalen (LWG NRW) festzusetzen.

Die Bezirksregierung Düsseldorf beauftragte die Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH, Aachen, mit der Berechnung von Überschwemmungsgebietsgrenzen für das HQ₁₀₀ für den Morsbach. Auf der Grundlage der hydraulischen Berechnungen werden Festsetzungskarten für den Morsbach (km 0,00 bis 13,83, Einmündung Diepmannsbach) erstellt. Ergänzend werden die Überschwemmungsgebietsgrenzen für das HQ₁₀₀ im Mündungsbereich des Müggenbachs von km 0,00 bis 0,47 dargestellt.

Die hydraulischen und hydrologischen Modellgrundlagen basieren auf der vom Wuppertalverband beauftragten und im Februar 2009 fertiggestellten Untersuchung „Aufstellung des kombinierten Schmutzfracht- und Wasserbilanzmodells Morsbach und Nachweisverfahren nach DWA-A128 und BWK M3/M7“. Detaillierte Analysen, Darstellungen und Auflistungen sind im Bericht zum o. g. Wasserbilanzmodell Morsbach (Hydrotec, 2009) dokumentiert.

Das eindimensionale hydraulische Modell des Morsbachs wurde im Rahmen der Untersuchung „Hochwasserschutzkonzept Morsbach“ (Hydrotec, 2011) aktualisiert. Weiterhin wurden im Rahmen dieser Hochwasserschutzuntersuchung zwei Bereiche am Morsbach durch ein 2D-Strömungsmodell hydraulisch berechnet. Im Modellgebiet der 2D-Modellierung liegt der Gewässerabschnitt des Müggenbachs, der aufgrund dessen bei den Festsetzungskarten mit abgebildet wird.

2 Gebietsdarstellung

2.1 Beschreibung des Einzugsgebietes

Bei dem Untersuchungsgebiet handelt es sich um das Einzugsgebiet des Morsbachs von der Quelle bis zur Mündung in die Wupper (Wupper km 32+700) einschließlich aller Nebengewässer. Nach dem Gebiets- und Flächenverzeichnis der Gewässer in Nordrhein-Westfalen (LWA, 1981/1986) hat das Einzugsgebiet mit der Gebietskennzahl 27366 eine Einzugsgebietsgröße von 47,41 km².

Die höchsten Erhebungen des Untersuchungsgebietes befinden sich im Norden (Wuppertal-Lichtscheid, 349 mNN) und im Osten entlang der B51 bei Remscheid-Lennep (370 mNN). Die tiefsten Geländepunkte liegen mit ca. 102 mNN im Südwesten des Untersuchungsgebietes an der Mündung des Morsbachs in die Wupper. Das Einzugsgebiet des Morsbachs grenzt im Westen, Norden und Osten an das Einzugsgebiet der Wupper, im Süden liegt das Eschbach-Einzugsgebiet.

2.2 Gewässerverlauf

Der Morsbach mündet nördlich der Müngstener Brücke in die Wupper. Größte Nebengewässer sind die Gelpe und der Leyerbach. Für alle maßgeblichen Gewässer im Einzugsgebiet liegen hydrologische und hydraulische Daten vor. Abbildung 2-1 zeigt die Gewässerrläufe im Einzugsgebiet des Morsbachs.

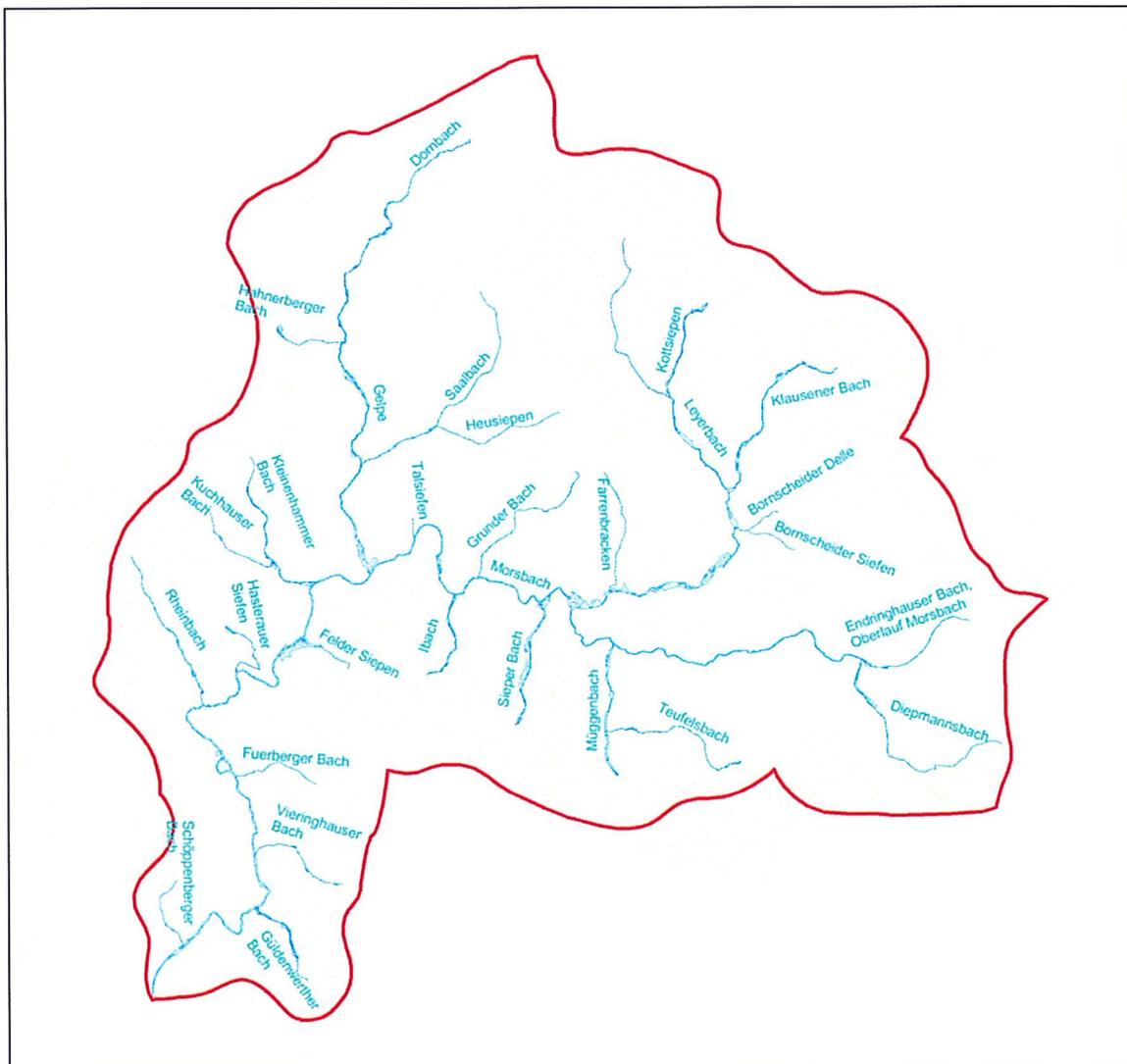


Abbildung 2-1: Gewässer im Morsbacheinzugsgebiet inkl. städtischer Flächen (rot)

2.3 Böden

Entsprechend dem geologischen Aufbau des Untergrundes lassen sich bei den Böden folgende Hauptbereiche unterscheiden:

- Im Einzugsgebiet des Morsbachs liegen überwiegend Braunerden (89 %) vor. Diese haben eine mittlere bis hohe Wasserspeicherkapazität. Die gesättigte Wasserleitfähigkeit (kf-Wert) ist mittel bis hoch.
- Im Bachtal des Morsbachs oberhalb der Mündung des Leyerbachs und bei den Nebengewässern liegen Gleye und Nassgleye als schluffig lehmige Anteile über kiesigen Bachablagerungen mit geringer bis mittlerer Wasserdurchlässigkeit und mittlerer nutzbarer Wasserkapazität vor.
- Im Bachtal des Morsbachs unterhalb der Mündung des Leyerbachs ist ein brauner Auenboden mit meist hoher Wasserdurchlässigkeit und hoher nutzbarer Wasserkapazität anzutreffen.

2.4 Flächennutzung

Ein Viertel der Einzugsgebietsfläche wird landwirtschaftlich als Acker- oder Grünland genutzt. Ein Drittel ist mit Wald bedeckt. Die Siedlungsflächen (Bebauung mit Freiflächen) betragen fast 40 % der Gesamtfläche (mit externen Stadtentwässerungsflächen 49,5 km²).

Die Gebiete mit großem Geländegefälle sind meistens durch Wald bedeckt. Die flachen ertragreichen Flächen werden überwiegend als Acker- oder Grünland genutzt bzw. sind bebaut.

Landnutzung im Einzugsgebiet des Morsbachs
(mit geringem Anteil an externen Stadtentwässerungsflächen)

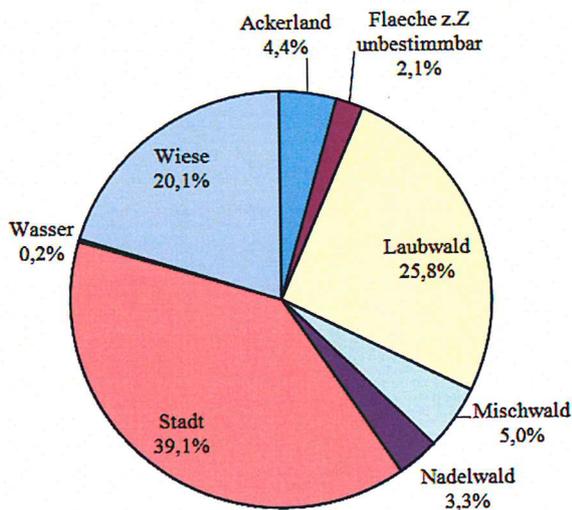


Abbildung 2-2: Anteile der Flächennutzung im Einzugsgebiet des Morsbachs

2.5 Besonderheiten

Im hydrologischen Modell wird aufgrund anthropogener Einflüsse eine Größe von 49,5 km² berücksichtigt. Flächendifferenzen im Vergleich zum natürlichen Einzugsgebiet nach dem o. g. Gebiets- und Flächenverzeichnis der Gewässer (47,41 km²) ergeben sich an den Grenzen des Einzugsgebietes, wo versiegelte Flächen über Kanäle entgegen dem natürlichen Gebietsgefälle ins oder aus dem Morsbachgebiet entwässern (vgl. Abbildung 2-3).

Im Wasserbilanzmodell wurden aufgrund der stadthydrologischen Fragestellungen (Kanalnetzanzeige, Schmutzfrachtberechnung) ergänzend Gebiete außerhalb des Einzugsgebietes des Morsbach berücksichtigt, die zur Kläranlage Kohlfurth entwässern (vgl. Abbildung 2-3).

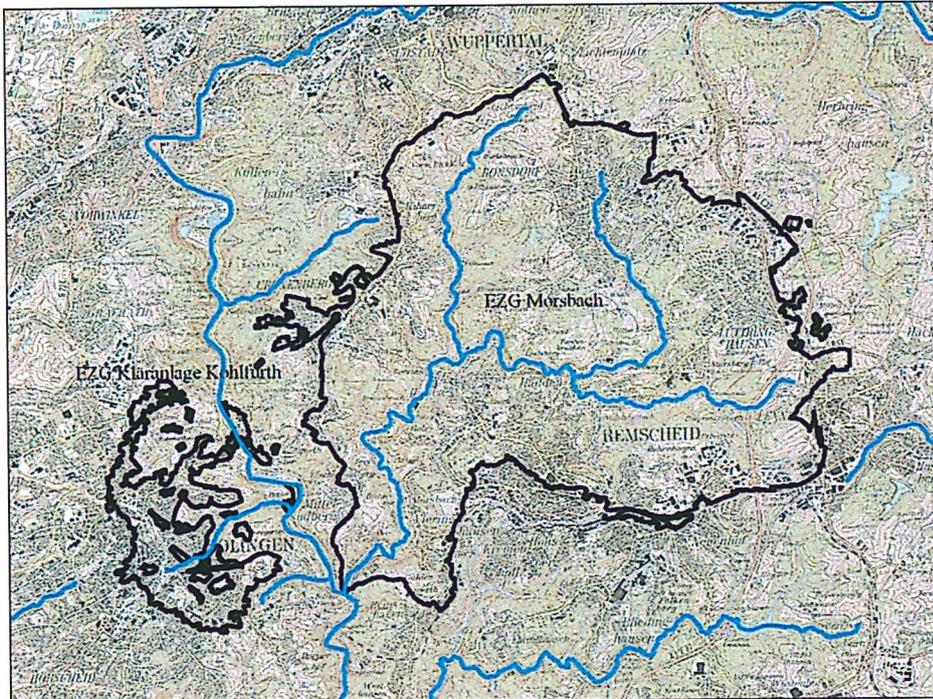


Abbildung 2-3: Übersicht über das Modellgebiet des Morsbachs und der Kläranlage Kohlfurth (Maßstab 1 : 100.000)

3 Gelistete Datengrundlage

3.1 Karten

Die digitalen Kartengrundlagen wurden im Rahmen der Erstellung der Untersuchungen „Wasserbilanzmodell Morsbach (2009)“ und „Hochwasserschutzkonzept Morsbach (2011)“ vom Wupperverband zur Verfügung gestellt.

Für die Erstellung der Übersichtskarte im Maßstab 1 : 25.000 werden als Hintergrundinformationen die Topografischen Karten (TK25) genutzt.

Für die Erstellung der Karten im Maßstab 1 : 5.000 werden als Hintergrundinformationen die Deutschen Grundkarten (DGK5) genutzt.

3.2 Geländedaten

Vom Wupperverband wurden im Rahmen der Untersuchung „Wasserbilanzmodell Morsbach (2009)“ aktuelle Laserscandaten für das Einzugsgebiet des Morsbachs zur Verfügung gestellt.

3.3 Bodenarten / Geologie / Flächennutzung

Boden

Die digitalen Bodenkarten wurden im Rahmen des Wasserbilanzmodells von 2009 für die Bodenkarten (BK 50) L4908 Solingen und L4708 Wuppertal vom Geologischen Dienst NRW (GD) bezogen. Die Daten definieren die Bodeneinheiten nach ihrer Lage, aufgenommen aus den im Druck veröffentlichten BK 50 im Maßstab 1 : 50.000. Die Bodeneinheiten sind in Signaturen gemäß der bodenkundlichen Kartieranleitung verschlüsselt.

Geologie

Das zum Rheinischen Schiefergebirge gehörige Untersuchungsgebiet ist aus geologischen Schichten des Mitteldevons und des oberen Unterdevons aufgebaut (ARL, 1978). Die Ablagerungen/Schichten bestehen vorwiegend aus grauen Tonschiefern und Sandsteinen. Die Schichten bilden eine Wechselfolge von sandigem geschiefertem Tonstein, geschiefertem Tonstein, Sandstein und Grauwacke (ARL, 1978). Nennenswerte Grundwasservorkommen oder größere Quellen sind im Untersuchungsgebiet nicht vorhanden (vgl. Karte der Grundwasserlandschaften in NW, Geologisches Landesamt, 1980).

Flächennutzung

Die Flächennutzung stammt aus den Daten des Digitalen Landschaftsmodells des Amtlichen Topografisch-Kartografischen Informations-Systems, Basismaßstab 1:25.000 (ATKIS DLM25). Die versiegelten Anteile an den natürlichen Einzugsgebieten wurden der Grundlagenermittlung für das Einzugsgebiet der Kläranlage Kohlfurth (Ing.-Büro Beck, 2006) entnommen.

3.4 Stadtentwässerung

Die kanalisierten Flächen und Regenbauwerke wurden aus folgenden Quellen übernommen:

- Ing.-Büro Reinhard Beck, 2006: Grundlagenermittlung für das Einzugsgebiet der Kläranlage Kohlfurth
- Straßen NRW: Informationen zur Autobahntwässerung

Die versiegelten Flächen wurden entsprechend den vorliegenden Unterlagen in das Modell integriert. Der Versiegelungsanteil von befestigten Straßen und Wegen außerhalb der erfassten Stadtentwässerungsgebiete wurde auf der Basis von Erfahrungswerten abgeschätzt.

3.5 Querprofilaufnahmen

Die in den Untersuchungen „Wasserbilanzmodell Morsbach (2009)“ und „Hochwasserschutzkonzept Morsbach (2011)“ genutzten Querprofildaten des Ist-Zustands konnten zum Teil vorliegenden Untersuchungen entnommen werden, zum Teil wurden Gewässerbereiche neu vermessen. Im Laufe der Bearbeitung des Hochwasserschutzkonzepts Morsbach zeigte sich, dass aufgrund unzureichender Datenqualität Nachvermessungen erforderlich waren. Es wurden vom Wupperverband im Sommer 2008 umfangreiche Neuvermessungen an den Gewässern Morsbach, Diepmannsbach, Leyerbach, Müggenbach und Gelpe beauftragt (Ing.-Büro Fischer und Vermessungsbüro Wittke).

Für die bereits vorhandenen Profildaten waren die maßgeblichen Rauheiten von Gerinne und Vorländern sowie des hydraulisch wirksamen Großbewuchses (Bäume und Sträucher) bereits gesetzt. Für neuvermessenen Gewässerabschnitte erfolgte die Aufnahme während der Vermessung.

Im Bereich mit sich überschneidenden Profildaten wurden die neuesten Vermessungen als maßgeblich betrachtet und die älteren Vermessungen nur zur Plausibilitätsprüfung herangezogen.

Weiterhin wurden ergänzend die Profilvorländer in maßgeblichen Abschnitten am Morsbach auf der Grundlage des aktuellen digitalen Höhenmodells verlängert und somit die Modellgüte verbessert.

Die Kilometrierung der Profile und des hydraulischen Modells richtet sich an dem vom Wupperverband 2005 zur Verfügung gestellten Stationierungsshape. Dieses unterscheidet sich im Mündungsbereich zur Wupper geringfügig von der in den Karten dargestellten Stationie-

zung der Gewässerstationierungskarte GSK3C (Stand 01.07.2010). Auswirkungen auf die hydraulischen Berechnungsergebnissen sind dadurch nicht vorhanden.

3.6 Niederschlagszeitreihen

Vom Wupperverband wurden umfangreiche Daten zu den Niederschlagstationen (Schreiber) im und in der Nähe des Einzugsgebiets des Morsbachs geliefert.

Von einigen Zeitreihen lagen Daten nur für kurze Zeiträume (wenige Monate) vor. Diese Stationen wurden z.T. nur für die Kalibrierung benutzt.

Für die Langzeitsimulation wurden in Abstimmung mit dem Wupperverband die Niederschlagsstationen Beyenburg, Buchenhofen, GWK Burg und Wermelskirchen (Eschbachtalsperre) verwendet. Die jährliche Niederschlagshöhe liegt im Mittel bei ca. 1.200 mm/a.

3.7 Klimazeitreihen

Ca. sechs Kilometer vom Zentrum des Morsbach-Einzugsgebietes liegt die Klima- und Niederschlagsstation Buchenhofen. Die Zeitreihen für Verdunstung (nach Haude) und Temperatur liegen für diese Station für den Zeitraum von 01.01.1959 bis 28.06.2006 vor.

3.8 Pegeldataen

Die Qualität der Modellkalibrierung wird durch den Vergleich der gemessenen und der gerechneten Abflüsse überprüft.

3.8.1 Gewässerpegel

Im Einzugsgebiet des Morsbachs gibt es einen fest installierten Pegel am Unterlauf des Morsbachs (Beckeraue) und zwei temporäre Pegel an der Gelpe und dem Leyerbach. Weitere Pegel befinden sich an der Ronsdorfer Talsperre und am HRB Leyerbach (nur Wasserstand). Der Pegel Ronsdorf am Leyerbach war nur von 1994 bis 10.03.1999 in Betrieb; es liegen jedoch keine Zeitreihen oder Kenndaten für diesen Pegel vor.

Die Lage der Pegelmessstellen zeigt Abbildung 3-1.

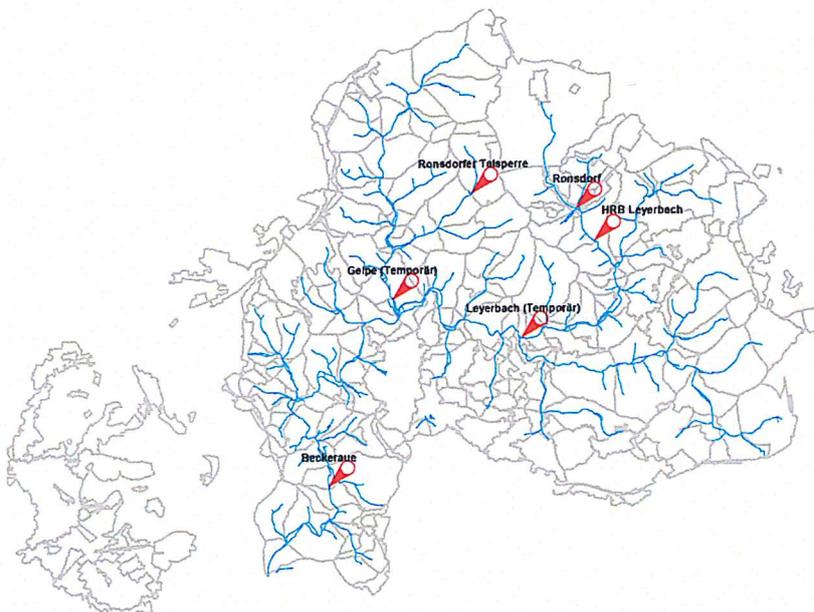


Abbildung 3-1: Übersicht Lage der Pegel

3.8.2 Messstellen im Kanalnetz

Im Zeitraum von 2004 bis 2007 wurde eine Messkampagne im Kanalnetzsystem der Kläranlage Kohlfurth durchgeführt. Überwiegend wurden an den Bauwerken Abfluss- (bzw. Drossel), Wasserstands- und z.T. Überlaufmengenmessungen durchgeführt. Zusätzlich gab es zwei Zuflussmessungen an den Becken Clarenbach und Nüdelshalbach. An diesen Messungen wurden die Stadtentwässerungsansätze im N-A-Modell kalibriert.

3.9 Berechnungsansätze für Rauheiten

Für die hydraulischen Berechnungen wurde im Modell das Fließgesetz nach Darcy-Weisbach verwendet. Die Berücksichtigung des Vorlandbewuchses (Großbewuchs) erfolgte auf Grundlage des DVWK-Merkblatts 220.

4 Modelltechnik

4.1 Hydrologie

Die Aufstellung des hydrologischen Modells, die Prüfung und Korrektur der Daten sowie die Kalibrierung des N-A-Modells erfolgte im Rahmen der Untersuchung „Aufstellung des kombinierten Schmutzfracht- und Wasserbilanzmodells Morsbach und Nachweisverfahren nach DWA-A128 und BWK M3/M7“ (Februar 2009).

Mit dem kalibrierten Modell (s. Kapitel 5.1.2) wurde eine Langzeitsimulation für den Ist-Zustand durchgeführt.

Bei der Hochwassersimulationsrechnung wurde entsprechend der Kalibrierung eine Berechnungsschrittweite von 5 Minuten gewählt. Es konnte dabei der Zeitraum vom 01.11.1975 bis 31.10.2005 (30 Jahre) genutzt werden. Die Simulationsergebnisse wurden auf der Grundlage einer partiellen Serie statistisch mit dem Programm Kludon bis zu einem HQ_{100} ausgewertet und die Ergebnisse geprüft. Als maßgebliche Verteilungsfunktion dient die Exponentialverteilung, die die beste Anpassung aufwies.

4.2 Hydraulik

4.2.1 1D-Modellierung

Die Aufstellung des hydraulischen 1D-Modells, die Prüfung und Korrektur der Daten sowie die Kalibrierung des Wasserspiegellagenmodells an den Abflussmessungen der Pegels Beckeraue (Morsbach), Gelpe und Leyerbach (s. Kapitel 5.1.1) erfolgte im Rahmen der Studie „Aufstellung des kombinierten Schmutzfracht- und Wasserbilanzmodells Morsbach und Nachweisverfahren nach DWA-A128 und BWK M3/M7“ (Februar 2009).

Im Anschluss an die hydrologische Abflussermittlung (s. Kapitel 4.1) wurden stationär ungleichförmige Wasserspiegellagenberechnungen für den gesamten Gewässerverlauf des Morsbachs für das HQ_{100} (Ist-Zustand) durchgeführt.

Die angesetzten Anfangsbedingungen im untersten Profil sind in Kapitel 5.3 erläutert.

4.2.2 2D-Modellierung

Auf der Grundlage der Ergebnisse der eindimensionalen Berechnungen und der ermittelten Überflutungsflächen wurden für zwei maßgebliche Gewässerabschnitte des Morsbachs Berechnungsnetze für eine zweidimensionale hydrodynamische Berechnung (2D-Modell) aufgestellt. Im dem östlichen Berechnungsmodell wird ergänzend der Mündungsbereich des Muggenbachs abgebildet (km 0,00 bis 0,50).

Eingangsdaten für die Aufstellung der Modelle sind das digitale Geländemodell als TIN, die vorliegende Profildaten aus der Vermessung, Gebäudeumrisse und ATKIS-Daten.

Tabelle 4-1: Zweidimensionale Modelle im Morsbachgebiet (Ist-Zustand)

Gewässer/Bereich	Länge Gewässerabschnitt	Modellfläche	Anzahl Modellelemente
Morsbach Gewerbehof Pulvermühle / Mündung Müggenbach	Morsbach km 10,66 – 12,16 Müggenbach km 0,00 – 0,50	184.000 m ²	37.870
Morsbach Industriehof Morsbachtal / Matador	Morsbach km 8,87 – 10,15	156.500 m ²	26.899

Es wurden die vermessenen Profile in die Datensätze übernommen. Die aktuellen baulichen Maßnahmen im Bereich des Industriehofs Morsbachtal im Jahr 2011 sowie die durchgeführten Hochwasserschutzmaßnahmen wurden im Modell berücksichtigt.

4.3 Verwendete Software

Die hydrologischen Berechnungen wurden mit dem Programmsystem NASIM, Version 3.6.3 durchgeführt (NASIM®, Version 3.6.3, Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH, Aachen).

Die eindimensionalen hydraulischen Berechnungen und die grafischen Darstellungen der Daten und Ergebnisse erfolgen für das Programmsystem Jabron, Version 6.7 (Jabron, Version 6.7, Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH, Aachen).

Die zweidimensionalen hydraulischen Berechnungen und die grafischen Darstellungen der Daten und Ergebnisse erfolgen für das Programmsystem HYDRO_AS-2D, Version 2.2 (HYDRO_AS-2D, Vers. 2.2, Dr.-Ing. M. Nujić, Rosenheim).

Die Kartendarstellungen wurden mit dem Programm ArcGIS, Version 9.3 bearbeitet und dargestellt (ArcGIS®, Version 9.3, ESRI, Redlands, CA, USA).

4.4 Erläuterungen und Anwendungsbereiche 1D / 2D

Die Berechnungen der Überschwemmungsgrenzen wurden auf der Basis eines eindimensionalen hydraulischen Wasserspiegellagenmodells ermittelt. Die Analyse der berechneten Ergebnisse zeigt, dass die mit dem 1D-Modell ermittelten Überschwemmungsgrenzen mit Ausnahme von zwei Gewässerabschnitten plausibel sind.

In den o.g. zwei Gewässerabschnitten wurden Berechnungen mit 2D-Modellen mit einer stationären Bemessungswelle durchgeführt. In diesen Bereichen sind bei Ausuferungen Querströmungen und vom Hauptgewässer entkoppelte Fließwege im Vorland vorhanden, die mit einem 1D-Modell nicht korrekt abgebildet werden können. Weiterhin sind hier Objekte mit hohem Schadenpotenzial vorhanden.

5 Modellkalibrierung / Modellvalidierung

5.1 Abgleich der Simulation mit vorhandenen Pegeldata (Kalibrierung)

5.1.1 Kalibrierung des hydraulischen Modells

Ziel der hydraulischen Kalibrierung ist es, die angesetzten Rauheitsgrößen und Bewuchsparameter zu verifizieren. Diese hydraulischen Eingangswerte wurden bei der Vermessung bzw. bei den Begehungen aufgrund von Erfahrungswerten abgeschätzt und bergen u. U. Ungenauigkeiten in sich. Diese können durch die Kalibrierung aufgedeckt und korrigiert werden. Weiterhin können die angesetzten lokalen Verluste (Bauwerksverluste u. ä.) überprüft werden. Die geometrischen Eingangsdaten sind im Gegensatz dazu unveränderliche Größen.

Die Kalibrierung des aufgestellten hydraulischen Modells des Morsbachs konnte im Rahmen des Wasserbilanzmodells Modells an den vorliegenden Daten des Pegels Beckeraue (Morsbach) durchgeführt werden.

Die Ergebnisse der Kalibrierung sind in der nachfolgenden Abbildung grafisch dargestellt.

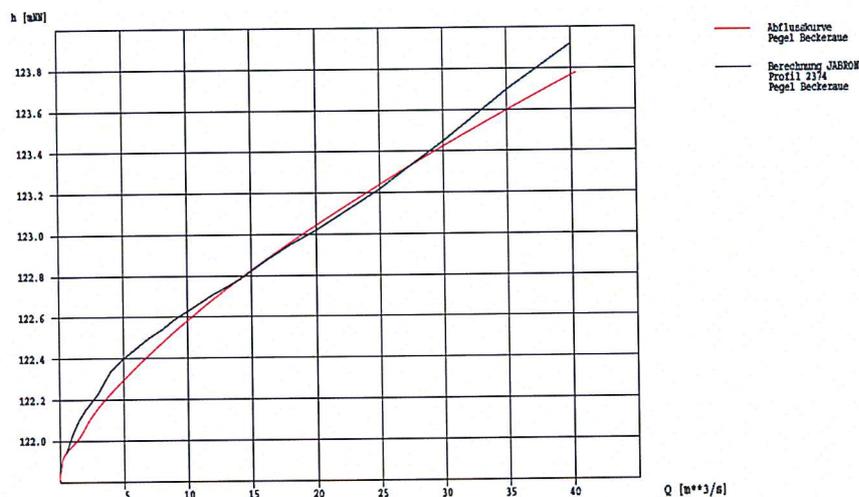


Abbildung 5-1: Pegel Beckeraue (Morsbach) – Vergleich Abflusstafel/gerechnet

Es wird die vorhandene Abflusstafel des Pegels Beckeraue (Morsbach) den Berechnungsergebnissen der hydraulischen 1D-Simulation gegenübergestellt. Die Kurven stimmen im mittleren Bereich zwischen 15 und 30 m³/s gut überein. Bei niedrigen und größeren Abflüssen liegen geringe Differenzen von 10 bis 20 cm vor. Es ist zu berücksichtigen, dass am Pegel Beckeraue nur eine gesicherte Abflussmessung bei ca. 2 m³/s vorliegt. Die Kalibrierung erforderte nur eine geringe Veränderung der vorab definierten Rauheiten. Das HQ₁₀₀ im Morsbach liegt im Gewässerabschnitt des Pegels bei ca. 29 m³/s. Das 2D-Modell konnte nicht an einem Gewässerpegel kalibriert werden, da in dem Untersuchungsabschnitt kein Pegel vorliegt. Mit dem 2D-Modell wurde das Ereignis vom August 2007 nachsimuliert. Die berechneten Überschwemmungsgebiete wurden mit den aufgetretenen Ausuferungen verglichen und das Modell verifiziert (vgl. Kapitel 5.2).

5.1.2 Kalibrierung des hydrologischen Modells

Ziel der Tageswertsimulation ist die wirklichkeitsnahe Beschreibung der Aufteilung des hydrologischen Kreislaufs in die Komponenten Direktabfluss, Interflow, Basisabfluss und Verdunstung für einen bestimmten Gebietszustand. Die **Tageswertkalibrierung** wurde im

Rahmen der N-A-Modellierungen am Pegel Beckeraue (Morsbach) durchgeführt. Das kalibrierte Tageswertmodell des Morsbachs zeigt gute bis sehr gute Ergebnisse sowohl im Ganglinienverlauf als auch in der Abflussbilanz. Die Formen der an- und ablaufenden Welle sind durch die Bodenparameter sowie die Retentionskonstanten in der Regel gut abgebildet (vgl. Abbildung 5-2).

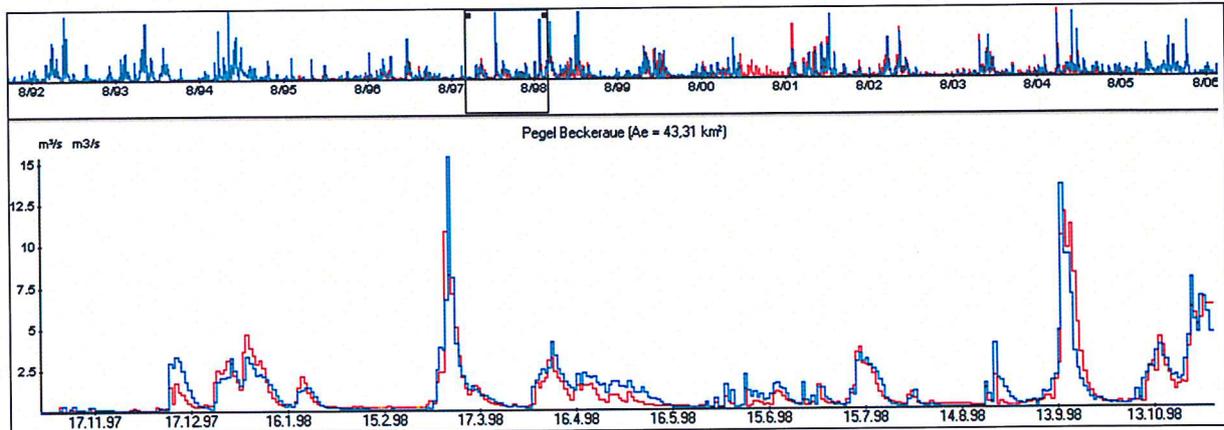


Abbildung 5-2: Bsp. Tageswertkalibrierung (Übersicht mit Ausschnitt hydrol. Jahr 1998) – Vergleich gemessen (blau)/gerechnet (rot)

Die **Hochwasserkalibrierung** (Zeitschritt 5 Minuten) erfolgte an drei Gewässermessstellen (Beckeraue (Morsbach), Gelpe und Leyerbach). Ergänzend wurde die im Modell dargestellte Stadtentwässerung an 11 Messstellen in der Kanalisation kalibriert. Die Hochwasserkalibrierung wurde kontinuierlich für den Zeitraum vom 01.11.2005 bis 30.04.2007 durchgeführt. Die Anfangsbedingungen wurden aus dem kalibrierten Tageswertmodell übernommen.

Ziel der Kalibrierung der Stadtentwässerung ist die korrekte Abbildung des Abschlags-, Weiterleitungs- und Einstauverhaltens der städtischen Rückhaltebecken. Weiterhin wird bei der Messung der Zuflüsse die angeschlossene versiegelte Fläche plausibilisiert. Die nachfolgende Abbildung zeigt beispielhaft die Kalibrierungsergebnisse am RÜB Ronsdorf.

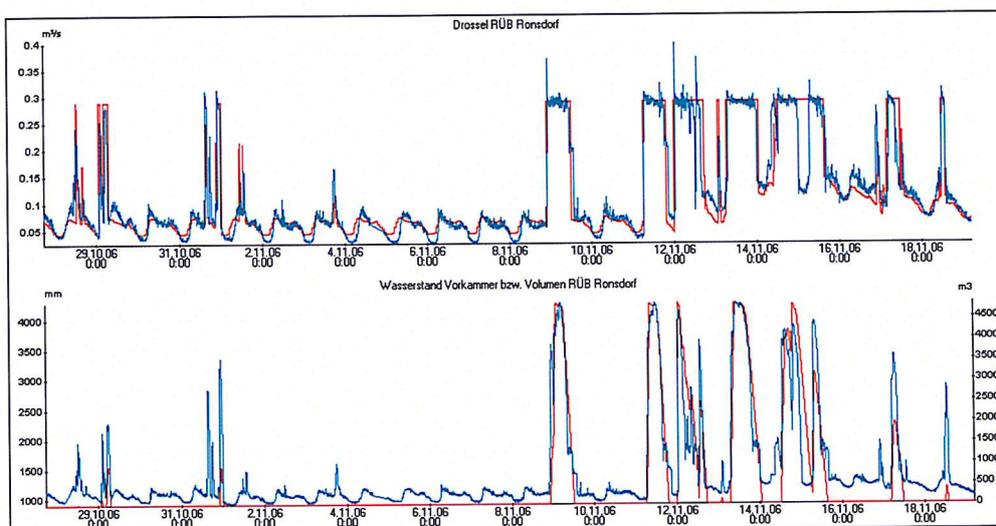


Abbildung 5-3: Kalibrierung der Drosselabflüsse des RÜB Ronsdorf

Am Morsbach (Pegel Beckeraue) wird eine gute Übereinstimmung zwischen Modellergebnissen und Zeitreihen erzielt. Die Berechnungen weisen zu den Messwerten einen passenden Verlauf und passende Scheitelwerte auf. An den Pegeln Gelpe und Leyerbach lassen sich ebenfalls befriedigende Übereinstimmungen zwischen den Modellergebnissen und den Messwerten feststellen.

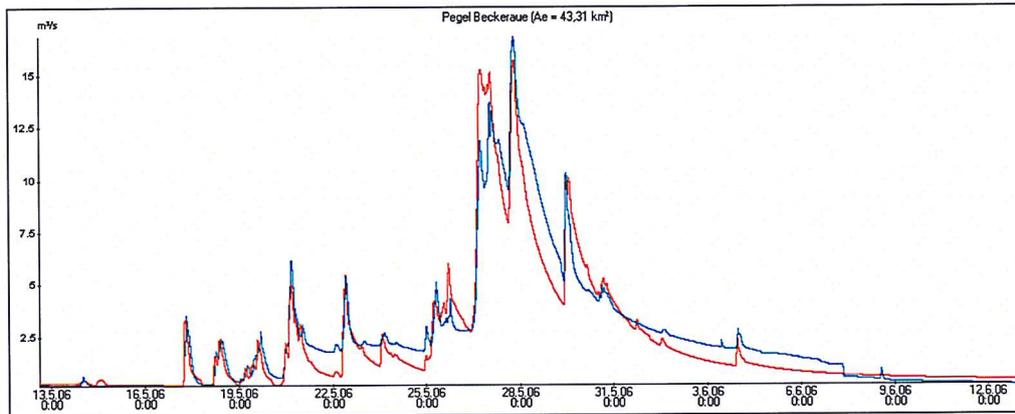


Abbildung 5-4: Kalibrierung der Abflüsse am Pegel Beckeraue, Morsbach (blau: gemessen, rot: gerechnet)

5.2 Überprüfung des Modells anhand realer Ereignisse (Validierung)

Dass das Modell auch für die Berechnung extremer Hochwasserabflüsse geeignet ist, zeigt die folgende Abbildung von dem Hochwasserereignis im August 2007.

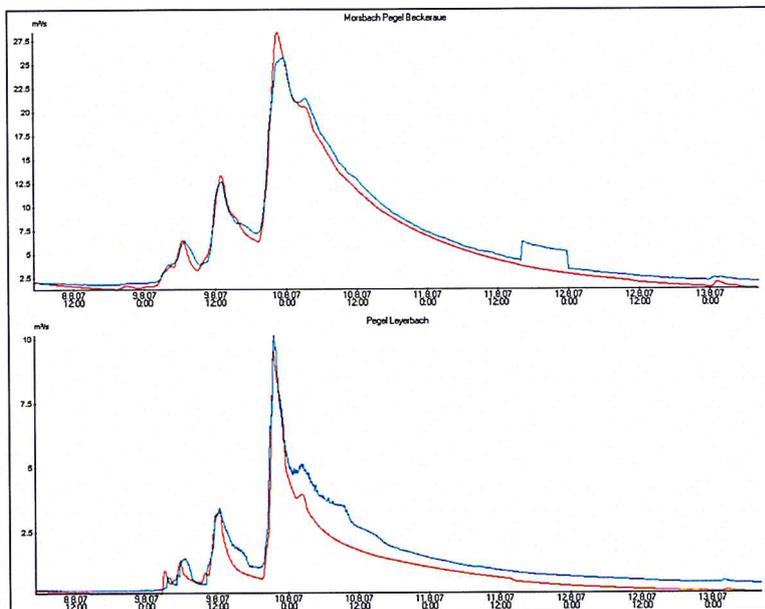


Abbildung 5-5: Validierung der berechneten Abflüsse am Pegel Beckeraue und Pegel Leyerbach beim Hochwasserereignis im August 2007

Die extremen Hochwasserereignisse vom 06.08.2007 und 09.08.2007 wurden weiterhin im Rahmen der Untersuchung „Hochwasserschutzkonzept Morsbach“ detailliert analysiert. Es wurden z.B. die Überschwemmungsgebiete berechnet und den tatsächlich aufgetretenen Überflutungen gegenübergestellt. Ergänzend wurden die berechneten Schadenspotenziale der betroffenen Objekte mit den angegebenen Schäden verglichen. Insgesamt sind gute bis sehr gute Übereinstimmungen zwischen den Berechnungen und den Erfahrungen zu verzeichnen.

5.3 Dokumentation der Anfangsbedingungen

Im jeweils untersten Profil des Morsbachs und Müggenbachs werden folgende Anfangswasserstände definiert:

- Morsbach: Stationär gleichförmig berechneter Anfangswasserstand für HQ_{100} , d. h. ohne Rückstau einfluss der Wupper.
- Müggenbach: Der Anfangswasserstand im Mündungsbereich wird durch die berechnete Wasserspiegellage des Morsbachs bei HQ_{100} definiert. Der Morsbach und der Müggenbach werden im Rahmen der 2D-Modellierungen zeitgleich berechnet, d.h. das HQ_{100} des Müggenbachs trifft auf das HQ_{100} des Morsbachs.

Für die Definition der Anfangsbedingung am Morsbach wurde eine Sensitivitätsanalyse im Mündungsbereich zur Wupper durchgeführt. Es wurden die Wasserspiegellagen für ein HQ_{100} im Morsbach in Abhängigkeit vom Wupperwasserstand berechnet.

Die Sensitivitätsanalyse zeigt, dass der Wasserspiegel im Morsbach maximal nur ca. 230 m weit in den Morsbach hineinreicht. Bei Profil 231 ist die Stauwurzel für das HQ_{100} erreicht. Potenziell gefährdete Objekte (Bebauung Brucher Kotten) liegen bei km 0+600. Prüfungen im GIS zeigen, dass die unterschiedlichen Anfangszustände keinen Einfluss auf die Ausuferungen des Morsbachs bei HQ_{100} haben.

6 Bewertung der Ergebnisse der hydraulischen Berechnung

Die Überflutungsflächen wurden für das HQ_{100} in den 1D-Bereichen durch Verschneidung der berechneten Wasserspiegellagen mit dem digitalen Geländemodell (siehe Kapitel 3.2) ermittelt. Maßgebliche Ausuferungsbereiche, die sich am Morsbach und Müggenbach bei HQ_{100} (Ist-Zustand) ergeben, sind in Tabelle 6-1 aufgelistet.

Tabelle 6-1: Maßgebliche Ausuferungen bei HQ₁₀₀ am Morsbach und Müggenbach

Bereich	Kilometer		Ausuferungen		Bemerkungen
	von	bis	links	rechts	
Morsbach					
Engelskotten	1+6	2+0	x	x	Objekte betroffen
In der Roßwiese	2+0	2+4	x	x	Objekte betroffen
Prangerkotten / Loerwiesen	2+9	3+7	x	x	Objekte betroffen, Lagerplätze
Oberhalb Ortschaft Aue	4+3	4+5	x	x	Naturschutzgebiet
Oberhalb Breitenbruch	5+0	5+4	x	x	-
Oberhalb Ortschaft Clemenshammer	7+2	7+7	-	x	-
Südlich Ortschaft Platz	8+3	8+5	-	x	-
Unterswasser Industriebauhof Morsbachtal	9+1	9+3	-	x	-
Industriebauhof Morsbachtal	9+3	9+5	x	x	Gewerbebetriebe betroffen
Oberwasser Firma Matador	9+9	-	x	-	-
Firma Grimm	10+4	-	x	x	Gewerbebetrieb betroffen
Nüdelshalbach	10+8	11+1	x	-	Ausuferungen maßgeblich durch Müggenbach
Hermannsmühle	13+1	13+3	x	-	-
Unterswasser Tacker Mühle	13+4	13+6	-	x	-
Müggenbach					
Mündungsbereich	0+0	0+1	x	x	Objekte und Gewerbebetrieb betroffen
Haddenbacher Straße	0+2	0+3	-	x	Objekte betroffen

Ausuferungen, bei denen hohe Schäden zu erwarten sind, liegen insbesondere bei den o.g. Gewerbebetrieben vor.

Die Karten zeigen, dass in vielen Abschnitten des Morsbachs und Müggenbachs die natürlichen Retentionsräume bei einem HQ₁₀₀ in Anspruch genommen werden. Hier sind i.d.R. keine Objektgefährdungen zu erwarten.

7 Literatur

Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau e.V., BWK (1999): Hydraulische Berechnung von naturnahen Fließgewässern, Merkblatt Nr.1, Düsseldorf.

Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V., DVWK (Hrsg.) (1991): Hydraulische Berechnung von Fließgewässern. DVWK-Merkblätter zur Wasserwirtschaft, Heft 220, Hamburg.

Hydrotec (2011): Hochwasserschutzkonzept Morsbach.

Hydrotec (2011): Konzept zur naturnahen Entwicklung von Fließgewässern im Einzugsgebiet des Morsbachs inklusive der Beurteilung der Strahlwirkung, Gewässerprofilgestaltung und Retentionsmöglichkeiten (KNEF ++)- Teilbericht: Beurteilung der Gewässerprofilgestaltung und Retentionsmöglichkeit (in Bearbeitung)

Hydrotec (2009): Aufstellung des kombinierten Schmutzfracht- und Wasserbilanzmodells Morsbach und Nachweisverfahren nach DWA-A128 und BWK M3/M7.

Hydrotec (2009): Untersuchung der Hochwasserereignisse am 06. und 09. August 2007 im Einzugsgebiet des Morsbachs.