

**Projektkurzbericht**

**Festsetzungskarten Eschbach  
– Hydrologische und hydraulische  
Modellgrundlagen –**



**Auftraggeber**

**Bezirksregierung Düsseldorf**

**Aachen, 10. Dezember 2010**

**Projektbearbeitung**

Dipl.-Ing. Bettina Schaffmann

Dipl.-Ing. Dirk Sobolewski

**Redaktion**

M.A. Geogr. Birgitt Charl

Das Titelbild zeigt den Eschbach in Unterburg kurz vor der Mündung in die Wupper (gegen Fließrichtung).

Aachen, 10. Dezember 2010

(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	<b>P1333</b>
Anzahl der Ausfertigungen	<b>2</b>
Ausfertigungsnummer	<b>2-1</b>
Auflage	<b>1</b>

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>4</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>4</b>
<b>1 Einleitung / Allgemein</b>	<b>5</b>
<b>2 Gebietsdarstellung</b>	<b>5</b>
2.1 Beschreibung des Einzugsgebietes.....	5
2.2 Gewässerverlauf .....	5
2.3 Böden .....	6
2.4 Flächennutzung.....	6
2.5 Besonderheiten .....	7
2.6 Eschbach-Talsperret .....	8
<b>3 Gelistete Datengrundlage</b>	<b>8</b>
3.1 Karten .....	8
3.2 Geländedaten.....	8
3.3 Bodenarten / Geologie / Flächennutzung .....	9
3.4 Stadtentwässerung .....	10
3.5 Querprofilaufnahmen.....	10
3.6 Niederschlagszeitreihen .....	11
3.7 Klimazeitreihen.....	12
3.8 Pegeldata.....	12
3.9 Berechnungsansätze für Rauheiten .....	13
<b>4 Modelltechnik</b>	<b>13</b>
4.1 Hydrologie.....	13
4.2 Hydraulik .....	13
4.3 Verwendete Software .....	15
4.4 Erläuterungen und Anwendungsbereiche 1D / 2D.....	15
<b>5 Modellkalibrierung / Modellvalidierung</b>	<b>15</b>

5.1	Abgleich der Simulation mit vorhandenen Pegeldaten (Kalibrierung) .....	16
5.1.1	Kalibrierung des hydraulischen Modells .....	16
5.1.2	Kalibrierung des hydrologischen Modells .....	16
5.2	Überprüfung des Modells anhand realem Ereignis (Validierung) .....	20
5.3	Dokumentation der Anfangsbedingungen.....	20
5.4	Abweichungen / Besonderheiten / Begründungen.....	21
<b>6</b>	<b>Bewertung der Ergebnisse der hydraulischen Berechnung</b>	<b>21</b>
<b>7</b>	<b>Literatur</b>	<b>22</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1:	Gewässer im Eschbacheinzugsgebiet inkl. städtischer Flächen (rot).....	6
Abbildung 2-2:	Anteile der Flächennutzung im Einzugsgebiet.....	7
Abbildung 2-3:	Übersicht Einzugsgebiet inkl. Stadt- bzw. Kreisgrenzen .....	8
Abbildung 3-1:	Erläuterungen der Bezirksregierung zur DGM-Datengrundlage.....	9
Abbildung 3-2:	Hydraulisch berechnete Gewässerbereiche (breite Linien) und Lage Pegel Kellershammer (Eschbach) .....	11
Abbildung 5-1:	Pegel Kellershammer (Eschbach) – Vergleich Abflusstafel/gerechnet.....	16
Abbildung 5-2:	Bsp. TW-Kalibrierung Zulauf Talsperre –Vergleich gemessen/gerechnet..	17
Abbildung 5-3:	Bsp. TW-Kalibrierung Pegel Kellershammer – Vergleich gemessen/gerechnet.....	18
Abbildung 5-4:	Bsp. HW-Kalibrierung Pegel Kellershammer – Vergleich gemessen/gerechnet.....	19
Abbildung 5-5:	Bsp. HW-Kalibrierung Pegel Kellershammer – Vergleich gemessen/gerechnet.....	20
Abbildung 5-6:	Sensitivitätsanalyse Mündungsbereich Eschbach – WSP HQ <sub>100</sub> Eschbach bei WSP Wupper HQ <sub>5</sub> , HQ <sub>10</sub> , HQ <sub>20</sub> und HQ <sub>50</sub> .....	21

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1:	Hydraulische Datenbasis N-A-Modell von 2002 .....	10
Tabelle 3-2:	Kontinuierliche Niederschlagsstationen im Bereich des Untersuchungsgebietes.....	12
Tabelle 3-3:	Abflussmessstationen Einzugsgebiet des Eschbachs .....	12
Tabelle 4-1:	Eschbach - Gewässerabschnitte und Abflussgrößen für HQ <sub>100</sub> .....	14
Tabelle 4-2:	Lobach - Gewässerabschnitte und Abflussgrößen für HQ <sub>100</sub> .....	15
Tabelle 6-1:	Maßgebliche Ausuferungen bei HQ <sub>100</sub> am Eschbach und Lobach.....	22

## 1 Einleitung / Allgemein

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

Mit dem Schreiben vom 13. September 2010 beauftragte die Bezirksregierung Düsseldorf die Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH, Aachen, mit der Berechnung von Überschwemmungsgebietsgrenzen für das HQ<sub>100</sub> für den Eschbach und Lobach. Auf der Grundlage der hydraulischen Berechnungen werden Festsetzungskarten für den Eschbach (km 0,0 bis 9,5) und Lobach (km 0,0 bis 3,7) erstellt.

Die hydraulischen und hydrologischen Modellgrundlagen basieren auf dem vom Wupperverband beauftragten und im Dezember 2002 fertiggestellten „Niederschlag-Abfluss-Modell Eschbach“. Detaillierte Analysen, Darstellungen und Auflistungen sind im Bericht zum Niederschlag-Abfluss-Modell Eschbach (Hydrotec, 2002) dokumentiert.

Zur Festlegung der Überschwemmungsgebietsgrenzen wurde in Absprache mit der Bezirksregierung Düsseldorf folgender Lastfall definiert: Das für die Überschwemmungsgebietsgrenzen maßgebliche Hochwasser (HQ<sub>100</sub>) trifft auf die volle Eschbach-Talsperre (Stauziel). Dieses Szenario berücksichtigt im Gegensatz zum derzeitigen Zustand das vorhandene Restrisiko (kein Retentionsraum vorhanden).

Das hydraulische Modell wurde im Rahmen von Hochwasserschutzuntersuchungen für die Ortschaft Solingen-Untenburg in den Jahren 2006 bis 2010 aktualisiert. Weiterhin wurden ergänzend die Profilvorländer in maßgeblichen Abschnitten am Eschbach auf der Grundlage des aktuellen digitalen Höhenmodells verlängert und somit die Modellgüte verbessert.

## 2 Gebietsdarstellung

### 2.1 Beschreibung des Einzugsgebietes

Bei dem Untersuchungsgebiet handelt es sich um das Einzugsgebiet des Eschbachs von der Quelle bis zur Mündung in die Wupper (Wupper km 28+420) einschließlich aller Nebengewässer. Nach dem Gebiets- und Flächenverzeichnis der Gewässer in Nordrhein-Westfalen (LWA, 1981/1986) hat das Einzugsgebiet mit der Gebietskennzahl 27367 eine Einzugsgebietsgröße von 33,06 km<sup>2</sup>.

Die höchsten Erhebungen des Untersuchungsgebietes befinden sich im Norden (Remscheid, 360 mNN) und im Osten entlang der B51 bei Bergisch Born (350 mNN), welches auch die Grenze zum Einzugsgebiet der Oberen Wupper darstellt. Die tiefsten Geländepunkte liegen mit ca. 90 mNN im Westen des Untersuchungsgebietes an der Mündung des Eschbachs in die Wupper.

### 2.2 Gewässerverlauf

Der Eschbach mündet bei Burg in die Wupper. Das größte Nebengewässer ist der Lobach. Für diese beiden Gewässer liegen hydrologische und hydraulische Daten vor, sodass Überschwemmungsgebietsgrenzen für ca. 13,2 km Gewässerslänge erstellt werden können. Abbildung 2-1 zeigt die Gewässersläufe im Einzugsgebiet des Eschbachs.

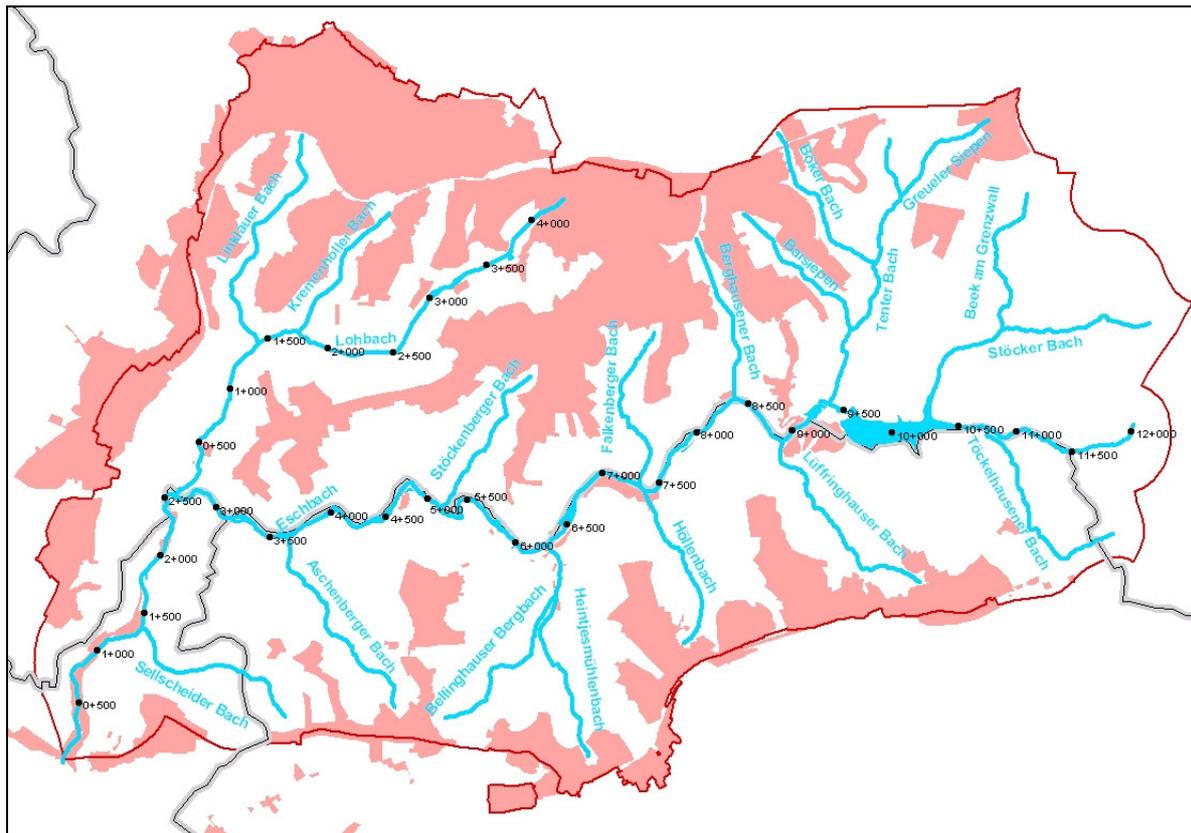


Abbildung 2-1: Gewässer im Eschbacheinzugsgebiet inkl. städtischer Flächen (rot)

## 2.3 Böden

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

- Im gesamten Einzugsgebiet des Eschbachs dominieren Braunerden (B32, B33) mit mittlerer bis hoher nutzbarer Wasserkapazität und mittlerer Wasserdurchlässigkeit ( $k_f = \text{ca. } 50 \text{ cm/Tag}$ ). Die Braunerden besitzen einen Anteil im Gesamteinzugsgebiet von rd. 90 %.
- In den Bachtälern des Eschbachs, Lobachs und der Nebenbäche liegen Gleye und Nassgleye als schluffig lehmige Anteile über kiesige Bachablagerungen mit geringer bis mittlerer Wasserdurchlässigkeit und mittlerer nutzbarer Wasserkapazität vor.
- Im Mündungsbereich des Eschbachs ist ein brauner Auenboden mit meist hoher Wasserdurchlässigkeit und hoher nutzbarer Wasserkapazität anzutreffen (0,01 % der Gesamtfläche).

## 2.4 Flächennutzung

Die Flächennutzung im Einzugsgebiet des Eschbachs wurde aus den Daten des Digitalen Landschafts-Modells des Amtlichen Topografisch-Kartografischen Informations-Systems, Basismaßstab 1:25.000 (ATKIS DLM25) erhoben.

Die besiedelten Flächen sind zusätzlich aus den Unterlagen über die Stadtentwässerung bekannt. Für die städtischen Einzugsgebiete wurde eine detaillierte Auswertung vorgenommen.

Den größten Flächenanteil nehmen Waldflächen ein. Im Untersuchungsgebiet existieren rund 14 km<sup>2</sup> (43 %) Wald (überwiegend Nadelwald).

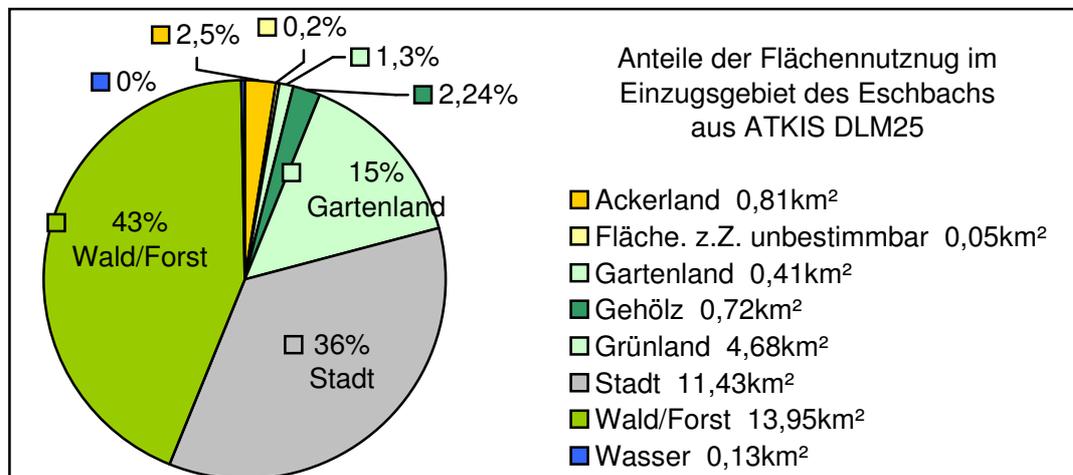


Abbildung 2-2: Anteile der Flächennutzung im Einzugsgebiet

## 2.5 Besonderheiten

Im hydrologischen Modell wird aufgrund anthropogener Einflüsse eine Größe von 32,13 km<sup>2</sup> berücksichtigt. Flächenabschläge im Vergleich zum natürlichen Einzugsgebiet nach dem o. g. Gebiets- und Flächenverzeichnis der Gewässer ergeben sich im Norden des Einzugsgebietes, wo ein Großteil der Stadt Remscheid nicht zum Lobach, sondern zum Müggenbach/Morsbach hin entwässert. Flächenzuschläge im Vergleich zum natürlichen Einzugsgebiet ergeben sich durch die Einleitungen von Niederschlagswasser aus kanalisierten Gebieten außerhalb des Einzugsgebietes in den Ortslagen Westhausen und Wermelskirchen.

Im Untersuchungsgebiet befindet sich im Oberlauf des Eschbachs die Eschbach-Talsperre. Im N-A-Modell von 2002 wurden folgende Informationen zur Eschbach-Talsperre vom Wupperverband zur Verfügung gestellt: Die Eschbach-Talsperre dient der Trinkwasserversorgung und besitzt keine Vorschriften zur Bereitstellung von Hochwasserschutzraum oder zur Mindestwasserabgabe bzw. Niedrigwasseraufhöhung.

## 2.6 Übersicht Einzugsgebiet

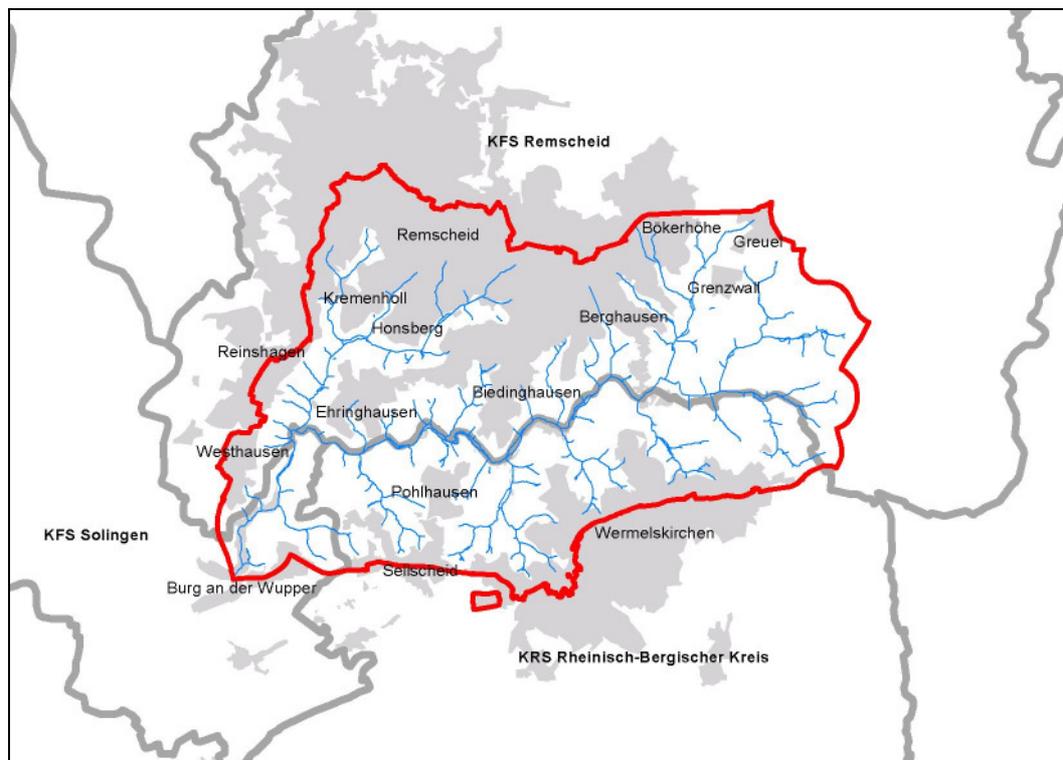


Abbildung 2-3: Übersicht Einzugsgebiet inkl. Stadt- bzw. Kreisgrenzen

## 3 Gelistete Datengrundlage

### 3.1 Karten

Die digitalen Kartengrundlagen wurden im November 2010 von der Bezirksregierung Düsseldorf zur Verfügung gestellt.

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

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

### 3.2 Geländedaten

Die digitalen Geländemodelle wurden im September und Oktober 2010 von der Bezirksregierung Düsseldorf zur Verfügung gestellt. Es liegen im Untersuchungsgebiet zwei unterschiedliche Grundlagen vor. In der Abbildung 3- sind die bereitgestellten Informationen der Bezirksregierung Düsseldorf zu den Höhenmodellldaten ersichtlich.

Erläuterungen zum DGM

TK-DGK5	RW	HW	Datengrund- lage	Punkt- abstand	Aktualität	Bodensenkung
4808-12	2580	5670	L	0,5	30.01.2009	
4808-18	2580	5668	L	1	28.12.2008	
4808-24	2580	5666	L	1	28.12.2008	
4809-07	2582	5670	L	2-3	14.03.2003	
4809-08	2584	5670	L	2-3	14.03.2003	
4809-09	2586	5670	L	2-3	14.03.2003	
4809-10	2588	5670	L	2-3	14.03.2003	
4809-13	2582	5668	L	1	09.01.2006	
4809-14	2584	5668	L	1	09.01.2006	
4809-15	2586	5668	L	1	09.01.2006	
4809-16	2588	5668	L	2-3	14.03.2003	
4809-19	2582	5666	L	1	09.01.2006	
4809-20	2584	5666	L	1	09.01.2006	
4809-21	2586	5666	L	1	09.01.2006	
4809-22	2588	5666	L	1	09.01.2006	

Dateibezeichnung: TK-DGK5.xyz z.B. 410626.xyz im ASCII-Format

Datengrundlage : D = Digitalisierung der Höhenfolie der DGK5

S = Scannen der Höhenfolie der DGK5

P = Photogrammetrische Höhenauswertung

L = Laserscannererfassung

Aktualität : Stand der Höheninformation der DGK-Höhenfolie bzw.

Tag der Befliegung der Laserscannerbefliegung

Abbildung 3-1: Erläuterungen der Bezirksregierung zur DGM-Datengrundlage

### 3.3 Bodenarten / Geologie / Flächennutzung

#### Boden

Die digitalen Bodenkarten wurden im Rahmen des N-A-Modells von 2002 für die Bodenkarte (BK 50) L4908 Solingen vom Geologischen Dienst NRW 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 Mitteldevon 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 vorliegenden Studie der Kanalnetzanzeige entnommen.

### 3.4 Stadtentwässerung

Grundlage der Erfassung der kanalisierten Flächen und der Regenbauwerke waren die folgenden Untersuchungen:

- Ing.-Büro Reinhard Beck, 05/2001: Kanalnetzanzeige für das Einzugsgebiet des Regenüberlaufbeckens Gruppenklärwerk Burg
- Ing.-Büro Franz Fischer, 1994: Niederschlag-Abfluss-Modell Eschbach
- Landschaftsverband Rheinland, 1998: A1, 6-streifiger Ausbau

Die versiegelten Flächen wurden den vorliegenden Studien entsprechend 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 im N-A-Modell Eschbach von 2002 genutzten Querprofilaten des Ist-Zustands konnten zum Teil vorliegenden Untersuchungen entnommen werden, zum Teil wurden Gewässerbereiche neu vermessen.

Tabelle 3-1: Hydraulische Datenbasis N-A-Modell von 2002

Bach	von	bis	Profilanzahl	Mittlerer Profilabstand	Vermessungsgrundlage	Ergänzende Vermessung
	km	km		m	von	von
Eschbach	0+015	9+502	367	26	1994 und 2000	3/2002
Lobach	0+000	3+681	122	30	1994	-

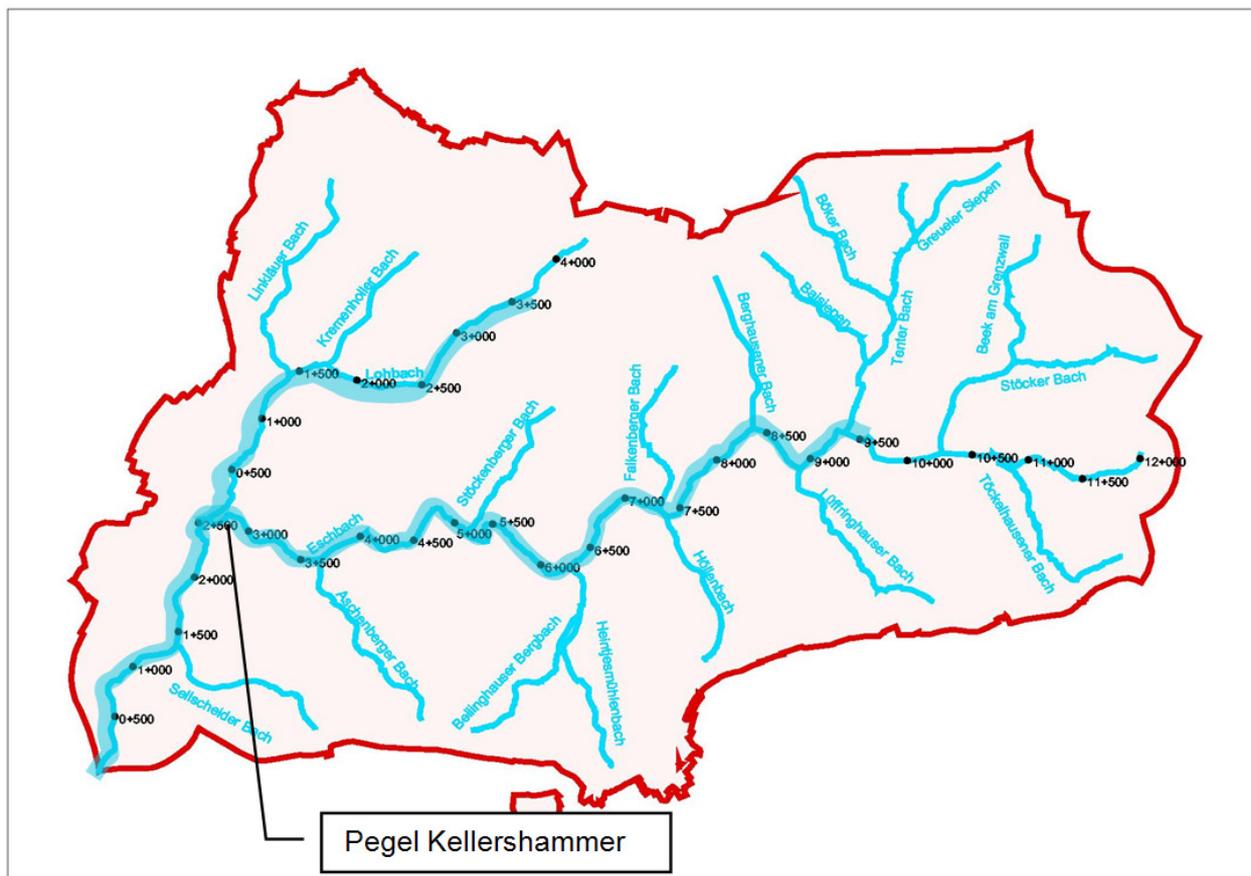


Abbildung 3-21: Hydraulisch berechnete Gewässerbereiche (breite Linien) und Lage Pegel Kellershammer (Eschbach)

Im Bereich mit sich überschneidenden Profildaten wurden die neuesten Vermessungen als maßgeblich betrachtet und die älteren Vermessungen nur zur Plausibilitätsprüfung herangezogen. Aus diesem Grund wurden z. T. Profile aus früheren Vermessungen vernachlässigt.

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

Die Stationierung 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 Stationierung der Gewässerstationierungskarte GSK3C (Stand 01.07.2010). Auswirkungen auf die hydraulischen Berechnungsergebnisse sind dadurch nicht vorhanden.

### 3.6 Niederschlagszeitreihen

Folgende Niederschlagsschreiberstationen lagen für das N-A-Modell vor:

Tabelle 3-2: Kontinuierliche Niederschlagsstationen im Bereich des Untersuchungsgebietes

Station		Betreiber	Höhe mNN	vorh. Zeitraum		Lücken im Bereich			Bemerkungen
Name	Nummer			von	bis	von	bis	Tage	
GKL Burg	4808504	WV.	91	14.9.1991	1.11.2001	Lücken von WV gefüllt			Sim.: 1/76 bis 9/91 Westhofen
Hangberger Mühle (Dörpe)	4809502	WV.	180	1.0.1989	18.12.2001	Lücken von WV gefüllt			Sim.: 1/76 bis 9/89 Westhofen
Westhofen	4809004	WV.	346	19.1.1976	1.11.1999	Lücken von WV gefüllt			-
Klg. Wermelskirchen	4809003	WV.	221	2.10.1990	1.11.1999	-	-	-	Sim.: 1/76 bis 10/90 Westhofen
Klg. Kohlfurth	4808503	WV.	113	1.11.1991	2.11.2000	-	-	-	Sim.: 1/76 bis 11/91 Westhofen
Remscheid Stadtwerke	4809503	WV.	265	1.11.1990	4.10.2000	7.11.99	-	14 Min	Sim.: 1/76 bis 11/90 Westhofen

Für alle Schreiberstationen liegen die Daten im Zeitraum der Kalibrierung vor. Über den längsten lückenlosen Zeitraum verfügt die Station Westhofen (ca. 24 Jahre). Alle anderen Zeitreihen liegen für rund 10 Jahre vor.

### 3.7 Klimazeitreihen

Es liegt keine Klimastation im Einzugsgebiet. Aufgrund der vergleichbaren Höhenlage, der Nähe zum Untersuchungsgebiet und der vorhandenen Datenbasis wurde Solingen (4808502, 209 mNN) als maßgebliche Klimastation für die Simulation gewählt.

### 3.8 Pegeldata

Die Qualität der Modellkalibrierung wird durch den Vergleich der gemessenen und der gerechneten Abflüsse überprüft. Messreihen des Pegels Kellershammer sowie Tageswerte der Eschbachtalsperre wurden für die Kalibrierung des N-A-Modells genutzt.

Tabelle 3-3: Abflussmessstationen Einzugsgebiet des Eschbachs

Pegel	Betreiber	Lage oberh. Mündung	PNP	Koordinaten		vorh. Zeitraum		EG. km <sup>2</sup>	Bemerkungen
			mNN	Rechts	Hoch	von	bis		
Kellershammer	WV	2,65 km	128,35	2581280	5669520	01.11.1994	05.12.2000	22,4	Kontinuierlich, 15 Min.-Werte
Tageswerte Eschbach-Talsperre	Stadtw. RS	Ca. 9,6 km	Ganglinien: Höhe, Vol., Überlauf, Zulauf Neye-Tsp., TW-Entn., Grundablass			01.01.1996	31.12.1998	5,25	-

Die Lage der Pegelmessstelle Kellershammer (Eschbach) zeigt Abbildung 3-21. Der Pegelabfluss ist von der oberhalb liegenden Eschbach-Talsperre beeinflusst, besitzt jedoch zusätzlich ein großes unbeeinflusstes Einzugsgebiet.

Vom Zulauf zur Eschbach-Talsperre existieren keine Pegelaufzeichnungen. Die vorhandenen Tagesmesswerte (Inhalt, Überlauf, Zulauf aus der Neye-Talsperre, Trinkwasser-Entnahme und Abfluss durch den Grundablass) konnten als Berechnungsgrundlage für einen überschlägig ermittelten natürlichen Talsperrenzufluss genutzt werden.

### **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 Studie „N-A-Modell Eschbach“ (Dezember 2002). Für die Gebietsdarstellung des Ist-Zustands wurden die Entwässerungsdaten des Jahres 2000 zugrunde gelegt.

Mit dem kalibrierten Modell (s. Kapitel 5.1.2) wurde eine Langzeitsimulation für die Variante „Ist-Zustand mit gefüllter Eschbach-Talsperre“ durchgeführt. In Abstimmung mit dem Auftraggeber wurde die Talsperre während des gesamten Simulationszeitraums als „voll“ angenommen (Mindesthöhe: Stauziel). Dieses Szenario bedeutet, dass Hochwasserwellen immer auf eine mindestens gefüllte Eschbach-Talsperre treffen, die ankommende Welle nur durch die Seeretention retendiert und über die Hochwasserentlastung abgeführt wird. Bei dieser Annahme sind die Abflüsse im Eschbach eher größer als die tatsächlichen, da mögliche Retentionen durch freien Stauraum nicht berücksichtigt werden.

Bei der Hochwassersimulationsrechnung wurde entsprechend der Kalibrierung eine Berechnungsschrittweite von 15 Minuten gewählt. Es konnte dabei der Zeitraum vom 19. Januar 1976 bis 1. November 1999 (rund 24 Jahre) genutzt werden. Die Simulationsergebnisse wurden statistisch mit dem Programm Kludon bis zu einem  $HQ_{100}$  ausgewertet und die Ergebnisse geprüft. Als maßgebliche Verteilungsfunktion dient die logarithmische Normalverteilung, die die beste Anpassung aufwies.

### **4.2 Hydraulik**

Die Aufstellung des hydraulischen 1-D-Modells, die Prüfung und Korrektur der Daten sowie die Kalibrierung des Wasserspiegellagenmodells an der Abflusstafel des Pegels Kellershammer (s. Kapitel 5.1.1) erfolgte im Rahmen der Studie „N-A-Modell Eschbach“ (Dezember 2002).

Im Anschluss an die hydrologische Abflussermittlung (s. Kapitel 4.1) wurden stationär ungleichförmige Wasserspiegellagenberechnungen für die beschriebenen Gewässerstrecken

des Eschbachs und des Lobachs für das  $HQ_{100}$  der Variante „Ist-Zustand mit gefüllter Eschbach-Talsperre“ durchgeführt.

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

Die Berechnungsabflüsse sind in Tabelle 4-1 und Tabelle 4-2 dargestellt. Die Verteilung erfolgte entsprechend der Teilgebietsaufteilung im N-A-Modell.

Tabelle 4-1: Eschbach - Gewässerabschnitte und Abflussgrößen für  $HQ_{100}$

N-A-Element	Profil unten	Profil oben	$HQ_{100}$
Nr.	Nr.	Nr.	m <sup>3</sup> /s
S9500	9915	65	43,294
S9300	66	82	42,466
S9100	83	113	39,812
S9000	114	122	38,998
S1982	123	129	24,931
S1980	130	144	24,939
W1970	145	157	24,767
R1930	158	176	22,541
R1910	177	188	22,096
R1900	189	199	21,985
R1820	200	238	19,685
W1750	239	6199	18,538
W1600	6229	6857	15,639
R1590	6877	7268	15,062
R1430	7311	8303	12,666
R1370	8342	8846	11,365
R1250	8871	9407	10,719
R1062	9412	9502	5,963

Tabelle 4-2: Lobach - Gewässerabschnitte und Abflussgrößen für HQ<sub>100</sub>

N-A-Element	Profil unten	Profil oben	HQ <sub>100</sub>
Nr.	Nr.	Nr.	m <sup>3</sup> /s
R2780	1	20	18,658
R2720	21	39	17,730
R2400	40	58	12,129
R2260	59	62	10,659
R2220	63	64	10,570
R2180	65	74	8,240
R2100	75	128	6,656
R2040	129	130	6,851

### 4.3 Verwendete Software

Die hydrologischen Berechnungen wurden mit dem Programmsystem NASIM, Version 3.1.0 durchgeführt (NASIM®, Version 3.1.0, Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH, Aachen).

Die hydraulischen Berechnungen und grafischen Darstellungen der Daten und Ergebnisse erfolgen für das Programmsystem Jabron, Version 6.6 (Jabron, Version 6.6, Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH, Aachen).

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 Überschwemmungsgebietsgrenzen wurden auf der Basis eines ein-dimensionalen hydraulischen Wasserspiegellagenmodells ermittelt. Berechnungen mit 2-D-Modellen wurden nicht durchgeführt. Die Analyse der berechneten Ergebnisse zeigt, dass die mit dem 1-D-Modell ermittelten Überschwemmungsgebietsgrenzen plausibel sind.

## 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 konnte im Rahmen des N-A-Modells an der Abflusstafel des Pegels Kellershammer (Eschbach) durchgeführt werden. Das Ergebnis der Kalibrierung ist in der Abbildung 5-1 grafisch dargestellt. Es werden hier die vorhandenen Werte der Abflusstafel des Pegels Kellershammer (Eschbach) den Berechnungsergebnissen der hydraulischen Simulation gegenübergestellt (Profilnummer 126, Eschbach). Die Kurven stimmen bis zu einem Abfluss von ca. 30 m<sup>3</sup>/s sehr gut überein. Das HQ<sub>100</sub> liegt in diesem Gewässerabschnitt bei ca. 22 m<sup>3</sup>/s. Die Kalibrierung erforderte nur eine geringe Veränderung der vorab definierten Rauheiten.

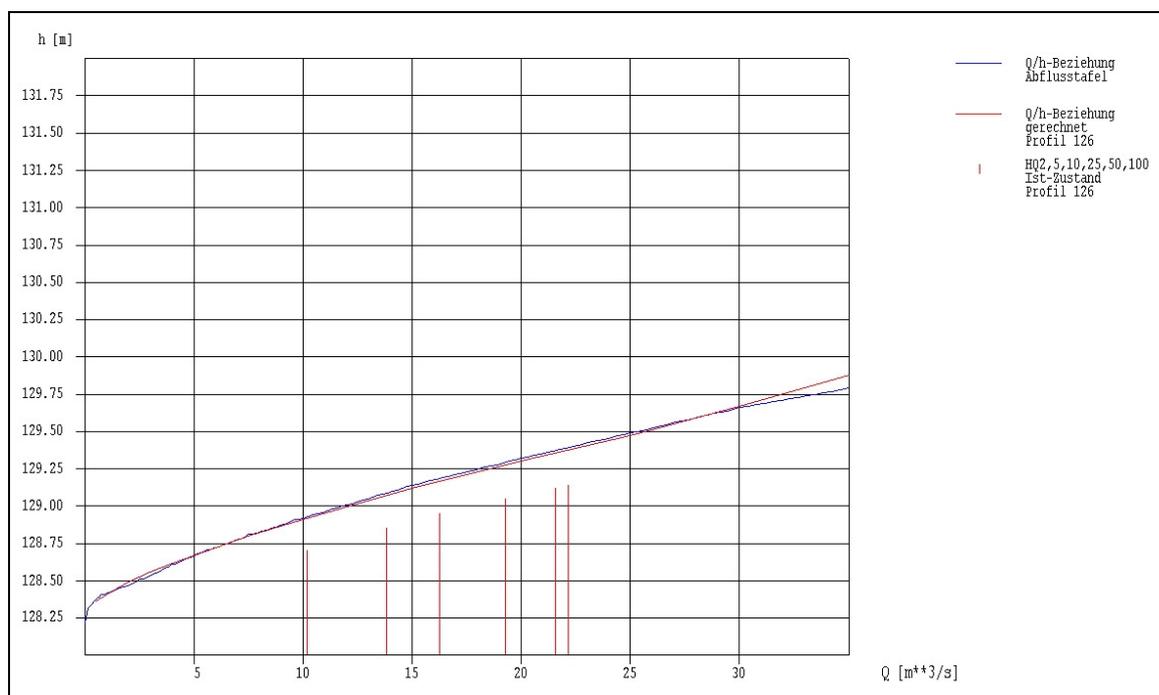


Abbildung 5-1: Pegel Kellershammer (Eschbach) – Vergleich Abflusstafel/gerechnet

#### 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 Kellershammer und am überschlägig ermittelten Zulauf zur Eschbach-Talsperre durchgeführt. Das an einem Pegel und den Talsperrendaten kalibrierte Tageswertmodell des Eschbachs 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 und Abbildung 5-3).

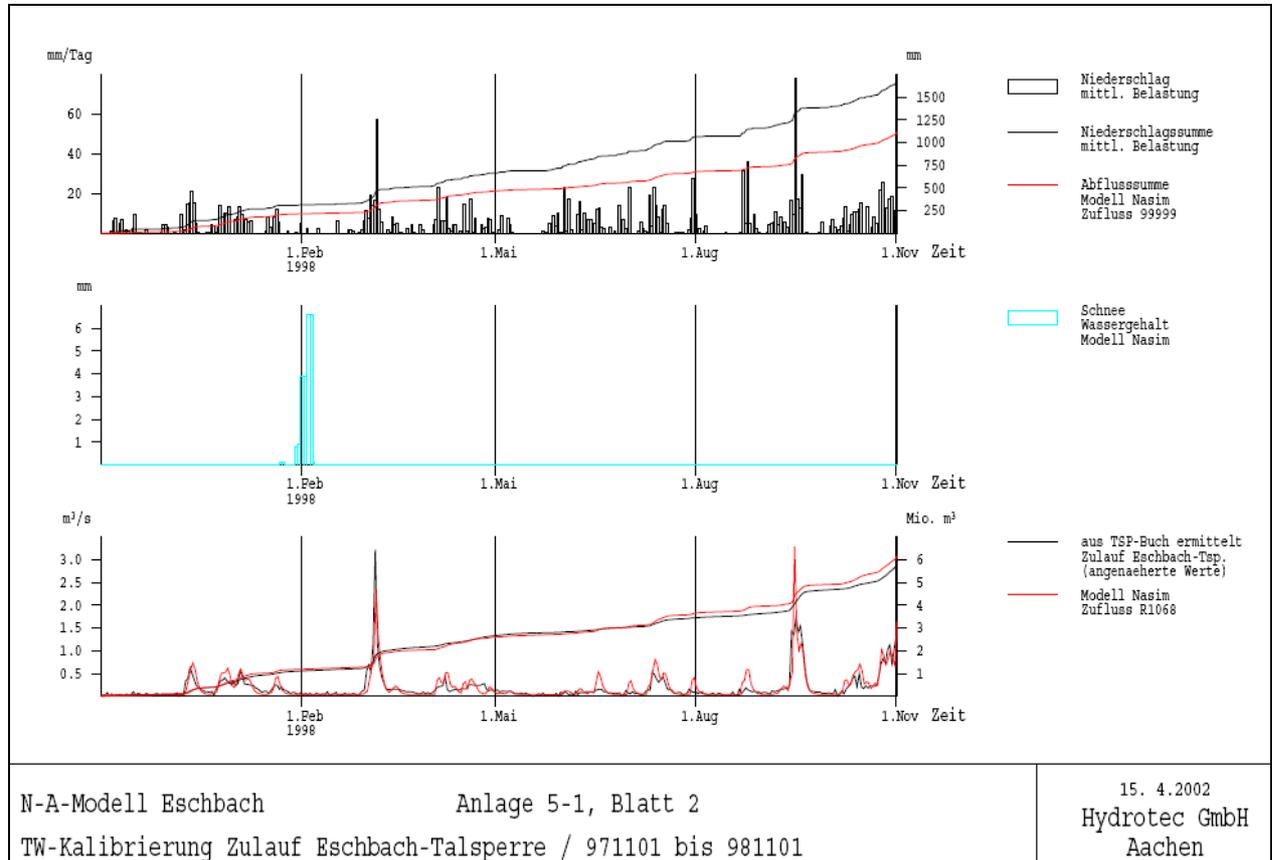


Abbildung 5-2: Bsp. TW-Kalibrierung Zulauf Talsperre –Vergleich gemessen/gerechnet

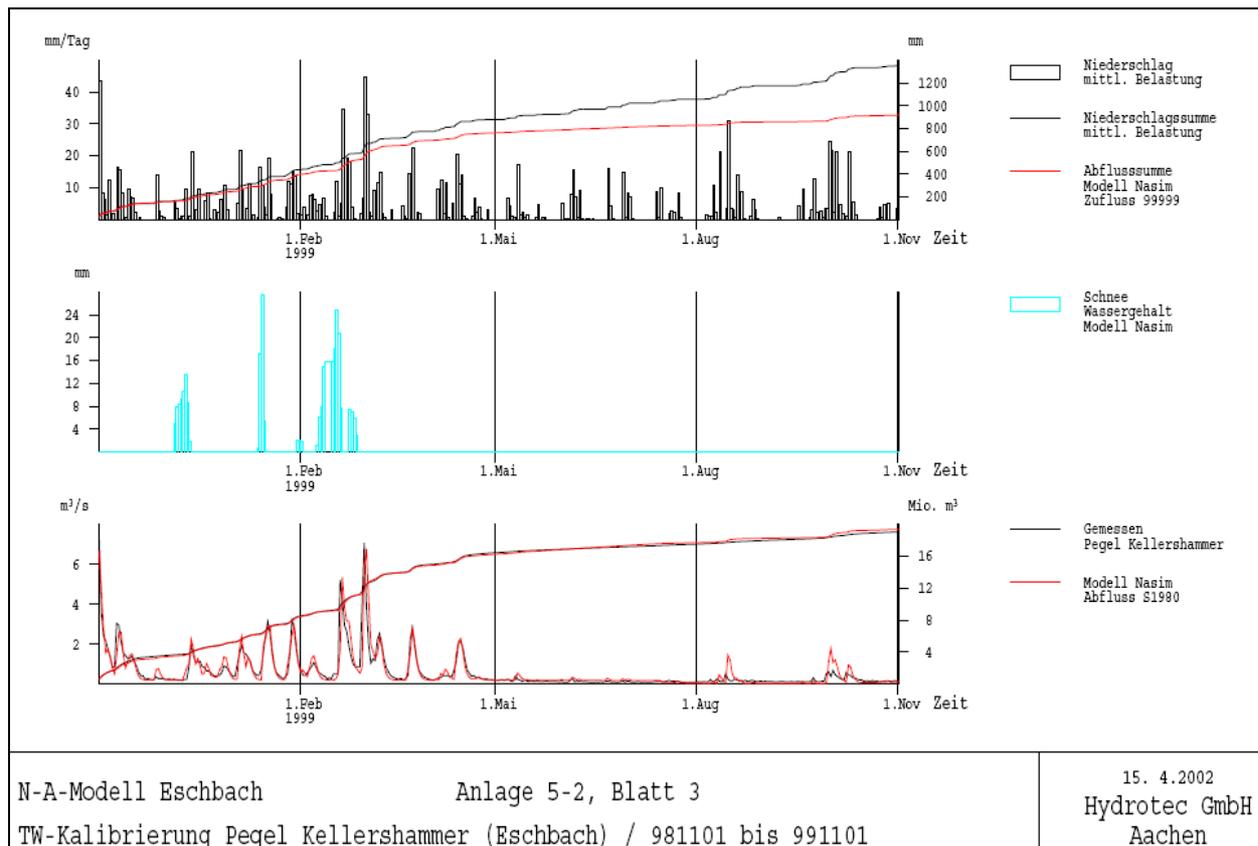


Abbildung 5-3: Bsp. TW-Kalibrierung Pegel Kellershammer – Vergleich gemessen / gerechnet

Die **Hochwasserkalibrierung** (Zeitschritt 15 Minuten) erfolgte anhand von fünf ausgewählten Hochwasserereignissen am Pegel Kellershammer (Eschbach).

- Vier der fünf Kalibrierereignisse liegen im Winterhalbjahr. Das Maximalereignis, das im Zeitraum der Pegelaufzeichnung auftrat, ist ein Sommerereignis und entspricht ca. einem  $HQ_{10}$ .

Insgesamt sind gute bis sehr gute Übereinstimmungen zwischen gerechnet und gemessen bei den Kalibrierergebnissen im Abflussscheitel und in der Summe zu verzeichnen (vgl. Abbildung 5-4 und Abbildung 5-5).

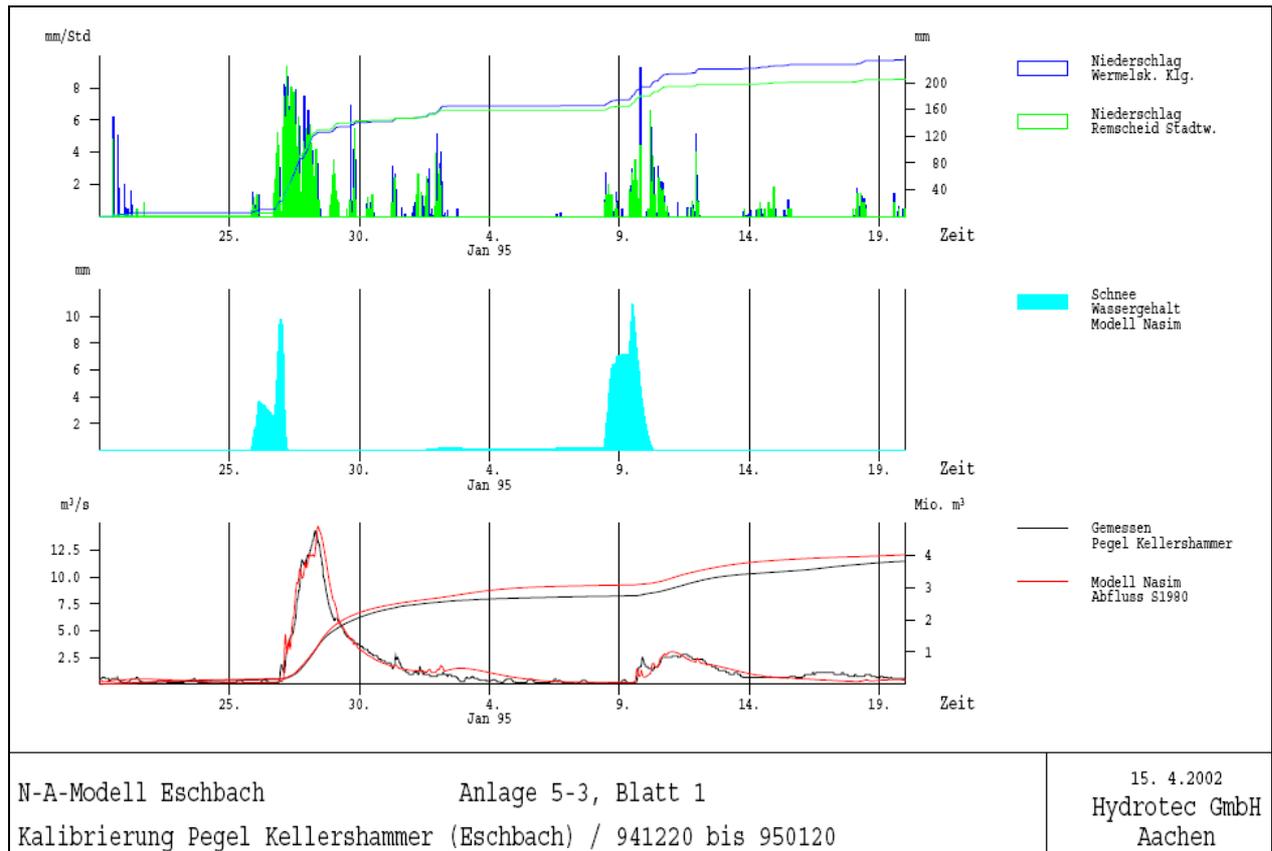


Abbildung 5-4: Bsp. HW-Kalibrierung Pegel Kellershammer – Vergleich gemessen / gerechnet

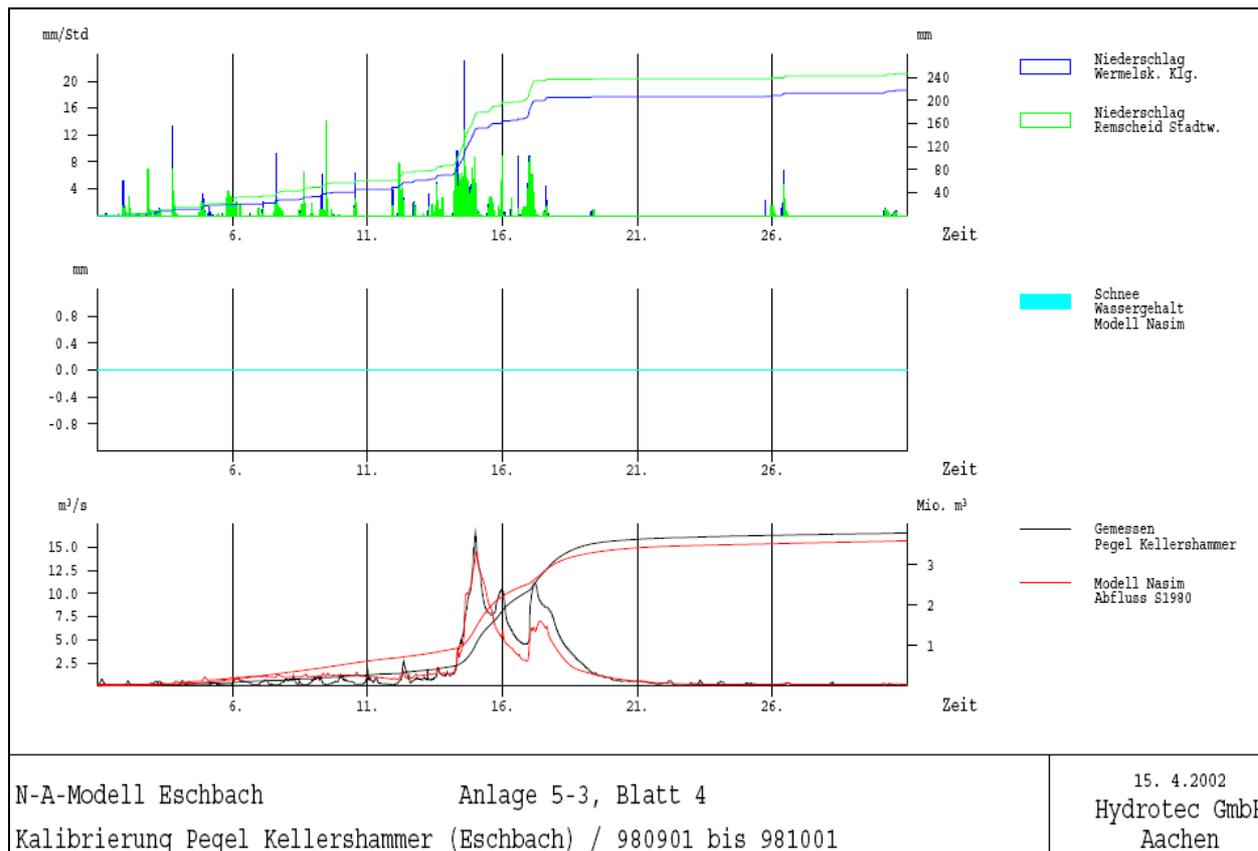


Abbildung 5-5: Bsp. HW-Kalibrierung Pegel Kellershammer – Vergleich gemessen / gerechnet

## 5.2 Überprüfung des Modells anhand realem Ereignis (Validierung)

siehe Kapitel 5.1.

## 5.3 Dokumentation der Anfangsbedingungen

Im jeweils untersten Profil des Eschbachs und Lobachs werden folgende Anfangswasserstände definiert:

- Eschbach: Stationär gleichförmig berechneter Anfangswasserstand für  $HQ_{100}$ , d. h. ohne Rückstaeinfluss der Wupper.
- Lobach: Der Anfangswasserstand im Mündungsbereich wird durch die berechnete Wasserspiegellage des Eschbachs bei  $HQ_{100}$  definiert.

Für die Definition der Anfangsbedingung am Eschbach wurde eine Sensitivitätsanalyse im Mündungsbereich zur Wupper durchgeführt. Es wurden die Wasserspiegellagen für ein  $HQ_{100}$  im Eschbach in Abhängigkeit vom Wupperwasserstand bei  $HQ_5$ ,  $HQ_{10}$ ,  $HQ_{20}$  und  $HQ_{50}$  berechnet. Abbildung 5-6 zeigt die ermittelten vier Wasserspiegellagen im hydraulischen Längsschnitt bis im Bereich der Mündung.

Die Sensitivitätsanalyse zeigt, dass der Wasserstand der Wupper auf die Ausuferungen des Eschbachs bei  $HQ_{100}$  keinen Einfluss hat. Auf dieser Grundlage wurde bei  $HQ_{100}$  die Anfangsbedingung „Kein Rückstau aus der Wupper“, d.h. ein stationär gleichförmiger Abfluss im untersten Eschbachprofil angesetzt.

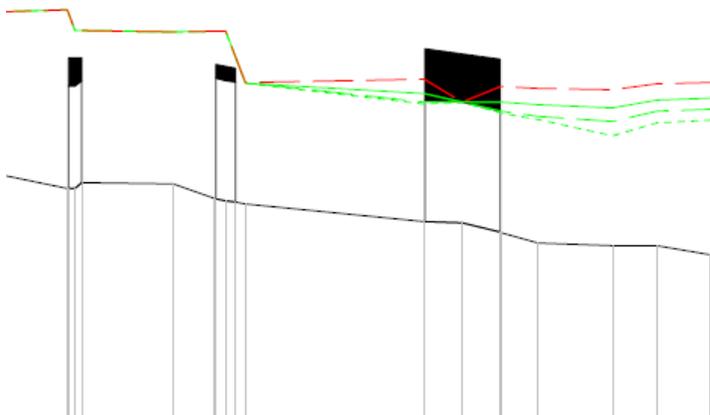


Abbildung 5-6: Sensitivitätsanalyse Mündungsbereich Eschbach – WSP  $HQ_{100}$  Eschbach bei WSP Wupper  $HQ_5$ ,  $HQ_{10}$ ,  $HQ_{20}$  und  $HQ_{50}$

#### 5.4 Abweichungen / Besonderheiten / Begründungen

Für die längere Verrohrung (Einlauf DN1000) am Lobach zwischen km 2+058 und 2+568 liegen keine detaillierten Vermessungsdaten (Querschnitte, Gefällewechsel, Einbauten, Materialien etc.) vor. Daher wurde analog zum N-A-Modell auf die Darstellung der Überschwemmungsgrenzen in diesem Bereich verzichtet.

## 6 Bewertung der Ergebnisse der hydraulischen Berechnung

Die Überflutungsflächen wurden für das  $HQ_{100}$  durch Verschneidung der berechneten Wasserspiegellagen mit dem digitalen Geländemodell (1m- bzw. 2-3m Punktabstand, siehe Kapitel 3.2) ermittelt. Die Verschneidung ist ein automatischer Prozess, welcher mithilfe der Schnittstelle Jabron 6.6 zu ArcGIS ausgeführt wird.

Maßgebliche Ausuferungsbereiche, die sich am Eschbach und Lobach bei  $HQ_{100}$  (Ist-Zustand) ergeben, sind in Tabelle 6-1 aufgelistet.

Tabelle 6-1: Maßgebliche Ausuferungen bei HQ<sub>100</sub> am Eschbach und Lobach

Bereich	Kilometer		Ausuferungen		Bemerkungen
	von	bis	links	rechts	
Eschbach					
Ortslage Unterburg	0+0	0+8	x	x	Größere Anzahl von potenziell betroffenen Objekten
OW Unterburg	1+0	-	-	x	Objekt am Gewässer
Burgtal	1+3	1+4	-	x	Gewerbebetrieb
Luhnshammer	1+5	1+8	x	x	Objekt am Gewässer
Neuwerk/Kellershammer	2+0	2+6	x	x	Gewerbebetriebe
Johanneskotten/Heienbrucher Hammer	3+0	4+6	x	x	Teiche, größere Retentionsflächen
Zurmühle	4+7	5+1	x	x	Reitplatz, Objekte am Gewässer
OW Heintjeshammer	5+3	5+5	x	-	Teiche, Objekt am Gewässer
Schlepenpohl	6+0	6+4	x	x	-
UW Preyersmühle	6+7	6+8	x	-	-
OW Wellershausen	7+6	-	-	x	-
Freibad	8+0	8+3	-	x	Freibad betroffen
Lobach					
Mündungsbereich	0+0	0+2	-	x	-
Tyrol	0+3	0+5	x	x	Objekte am Gewässer
OW Tyrol	0+5	0+9	-	x	Naturschutzgebiet
Ehlishammer	1+4	1+7	-	x	Objekt am Gewässer
Honsberg-Lobach	2+7	2+9	x	x	Geringe Ausuferungen
Osterbusch	3+4	3+5	x	-	Geringe Ausuferungen

Ausuferungen, bei denen potenziell Objekte Schaden nehmen können, liegen insbesondere in der Ortslage Unterburg vor.

Die Karten zeigen, dass im gesamten Verlauf des Eschbachs und Lobachs die natürlichen Retentionsräume bei einem HQ<sub>100</sub> 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 (2010): Hochwasserschutz Solingen Unterburg Ergänzende Untersuchung: Optimierungsmaßnahmen am Eschbach.

Hydrotec (2009): Hydraulik Eschbach im Bereich des Gewerbebetriebs in Unterburg.

Hydrotec (2009): Stellungnahme zu den hydraulischen Gegebenheiten im Bereich der temporären Verrohrung Luhnshammer am Eschbach.

Hydrotec (2007): Sicherheitsberichte für die HRB Höllenbach I und II, HRB Kenkhausen, HRB Eickerberger Bach und HRB Lüdorf.

Hydrotec (2006): Hochwasservorsorge im Mündungsbereich des Eschbachs - Hochwassergefahrenkarten, Hochwasservorhersage, -warnung und -vorsorge, Objektschutz - .

Hydrotec (2006): Hochwasservorsorge im Mündungsbereich des Eschbachs - Linienschutzvarianten - .

Hydrotec (2005): Detaillierter hydraulischer Nachweis nach BWK-Merkblatt M3 von Fließgewässern im Eschbachtal - Ergänzung zur bestehenden Kanalnetzanzeige „RÜB Klärwerk Burg“.

Hydrotec (2002): Niederschlag-Abfluss-Modell Eschbach.