

**STADT.
CITY.
VILLE.
BONN.**

**Bundesstadt Bonn
Tiefbauamt**

Niederschlag-Abfluss-Modell

Vilicher Bach und Ankerbach

Erläuterungsbericht

Dezember 2014

Wasser ist unsere Leidenschaft

 **Ingenieurbüro
Reinhard Beck**
GmbH & Co. KG

Ausfertigung 3/3
Projekt Nr.: 2570

Kocherstraße 27 • Tel.: 0202-24 678-0
42369 Wuppertal • Fax: 0202-24 678-44
info@ibbeck.de • www.ibbeck.de

Bundesstadt Bonn
Tiefbauamt

Niederschlag-Abfluss-Modell

Vilicher Bach und Ankerbach

Erläuterungsbericht

Dezember 2014

Wasser ist unsere Leidenschaft



Projektleiter: Volker Gursch
Projekt Nr.: 2570

Kocherstraße 27 • Tel.: 0202-24 678-0
42369 Wuppertal • Fax: 0202-24 678-44
info@ibbeck.de • www.ibbeck.de

Inhaltsverzeichnis

<u>1.</u>	<u>Allgemeines</u>	7
1.1	Veranlassung und Aufgabenstellung	7
1.2	Datengrundlage	8
1.3	Verwendete Programme	8
<u>2.</u>	<u>Gewässer und Einzugsgebiet</u>	9
<u>3.</u>	<u>Hydrologisches Modell</u>	12
3.1	Modellaufbau	12
3.1.1	System-Zustände	12
3.1.2	Systemelemente	13
3.2	Niederschlag	14
3.3	Kalibrierung / Plausibilisierung	16
3.3.1	Regionalisierungsverfahren	16
3.3.2	Abflussmessungen im Kanalnetz	17
3.3.3	Messungen am Pegel Vilicher Bach und Pegel Ankerbach	20
<u>4.</u>	<u>Hydraulisches Modell</u>	22
<u>5.</u>	<u>Berechnungen und Ergebnisse</u>	24
5.1	Hydrologisches Modell	24
5.1.1	Pnat-Zustand	24
5.1.2	Ist-Zustand	27

5.1.3	Prognose-Zustand	29
5.1.4	Ausbau-Zustand	31
5.1.5	Hydrologischer Nachweis gemäß BWK-M7	34
5.1.6	Bemessungshochwasserzuflüsse gemäß DIN 19700	37
5.2	Hydraulisches Modell	38
5.3	Überschwemmungsgebiete	39
5.3.1	Vilicher Bach	39
5.3.2	Ankerbach	40
<u>6.</u>	<u>Planunterlagen</u>	<u>41</u>
<u>7.</u>	<u>Zusammenfassung</u>	<u>43</u>

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersichtskarte	9
Abbildung 2: Einzugsgebiete Abbildung 3: Höhen DGM	10
Abbildung 4: Bodenkarte Abbildung 5: Landnutzung	11
Abbildung 6: Kanalhaltungsflächen Abbildung 7: kanalisierte Teilgebiete	11
Abbildung 8: Systemelemente	13
Abbildung 9: Teilgebiete Abbildung 10: Elementarflächen	13
Abbildung 11: Niederschlagstationen	14
Abbildung 12: Korrelationskoeffizienten	15
Abbildung 13: Messzeitraum	17
Abbildung 14: Zeitraum 1	18
Abbildung 15: Zeitraum 2	18
Abbildung 16: Zeitraum 3	19
Abbildung 17: Zeitraum 4	19
Abbildung 18: Pegel	20
Abbildung 19: Kalibrierungsparametersatz	21
Abbildung 20: Berechnungsoptionen JABRON	23
Abbildung 21: Abflüsse Mündung Vilicher Bach, Pnat-Zustand	24
Abbildung 22: hydrologischer Längsschnitt HQ₁₀₀ Vilicher Bach, Pnat-Zustand	25
Abbildung 23: Abflüsse Mündung Ankerbach, Pnat-Zustand	25

Abbildung 24: Hydrologischer Längsschnitt HQ₁₀₀ Ankerbach, Pnat-Zustand	26
Abbildung 25: Abflüsse Mündung Vilicher Bach, Ist-Zustand	27
Abbildung 26: hydrologischer Längsschnitt HQ₁₀₀ Vilicher Bach, Ist-Zustand	27
Abbildung 27: Abflüsse Mündung Ankerbach, Ist-Zustand	28
Abbildung 28: Hydrologischer Längsschnitt HQ₁₀₀ Ankerbach, Ist-Zustand	28
Abbildung 29: Abflüsse Mündung Vilicher Bach, Prognose-Zustand	29
Abbildung 30: hydrologischer Längsschnitt HQ₁₀₀ Vilicher Bach, Prognose-Zustand	29
Abbildung 31: Abflüsse Mündung Ankerbach, Prognose-Zustand	30
Abbildung 32: Hydrologischer Längsschnitt HQ₁₀₀ Ankerbach, Prognose-Zustand	30
Abbildung 33: Abflüsse Mündung Vilicher Bach, Ausbau-Zustand	31
Abbildung 34: hydrologischer Längsschnitt HQ₁₀₀ Vilicher Bach, Ausbau-Zustand	32
Abbildung 35: hydrologischer Längsschnitt HQ₁₀₀ Ankerach, Ausbau-Zustand	33
Abbildung 36: Hydrologischer Längsschnitt Vilicher Bach, BWK-M7	35
Abbildung 37: hydrologischer Längsschnitt Ankerbach, BWK-M7	36
Abbildung 38: Anzahl überströmter Querbauwerke	38
Abbildung 39: Planverzeichnis	42

Anlagen:

01 Korrelationsanalyse Niederschlag

02 Kalibrierung

03 Berechnungsergebnisse NASIM

04 Hydrologische Längsschnitte

05 Hochwassersicherheit HRB Holzlarer See

06 Berechnungsergebnisse JABRON

07 Drosselkurven HRB Holzlarer See und HRB Ankerbach

1. Allgemeines

1.1 Veranlassung und Aufgabenstellung

In den Einzugsgebieten des Vilicher Bachs und des Ankerbachs in Bonn sind hydrologische und hydraulische Untersuchungen bezüglich einer großen Spannweite von wasserwirtschaftlichen Themen (BWK-M7, DIN 19700, Hochwasser) durchzuführen.

Hierzu wurde für die Einzugsgebiete des Vilicher Bachs und des Ankerbachs ein NA-Modell aufgestellt, Simulationen durchgeführt und Ergebnisse dargestellt.

Weiterhin wurden für die Gewässersysteme die bestehenden hydraulischen Modelle übernommen und ergänzt sowie Simulationen durchgeführt und die Ergebnisse dargestellt.

Zur Bearbeitung der Aufgabenstellung wurden folgende Arbeitsschritte durchgeführt:

- Aufstellung des NA-Modells, potenziell natürlicher Zustand (Pnat-Zustand)
- Aufstellung des NA-Modells, Ist-Zustand
- Aufstellung des NA-Modells, Prognose-Zustand
- Kalibrierung NA-Modell
- Langzeitsimulation
- Ermittlung der Abflüsse
- Ermittlung der BHQ gem. DIN 19700
- Erstellung hydrologischer Längsschnitte, auch Darstellung für BWK-M7 Nachweis
- Aufbau des hydraulischen Modells
- Berechnung der Wasserspiegellagen
- Erstellung der Querprofile
- Verschneidung der Wasserspiegellagen mit dem DGM
- Darstellung der Überschwemmungsgebiete
- Ermittlung der Drosselkurve, Ausbau-Zustand HRB Holzlarer See
- Dokumentation

1.2 Datengrundlage

Zur Bearbeitung der Aufgabenstellung wurden folgende Unterlagen verwendet:

- Deutsche Grundkarte DGK5
- digitales Geländemodell DGM 1 x 1 m
- digitale Bodenkarte BK50
- Landnutzungsdaten DLM
- Kanalhaltungsflächen
- Kanalnetz
- Niederschlagsdaten
- Klimadaten
- Wasserstandsmessungen Pegel Vilicher Bach und Ankerbach
- Angabe zu den Sonderbauwerken
- Abflussmessungen im Kanalnetz
- Stauanlagenbuch HRB Holzlarer See
- Stauanlagenbuch HRB Ankerbach
- diverse Panunterlagen
- Gewässervermessung Vilicher Bach, Übergeben in Form eines JABRON-Modells
- Gewässervermessung Wielesbach, Übergeben in Form eines JABRON-Modells
- Gewässervermessung Ankerbach, Übergeben in Form eines JABRON-Modells
- Gewässervermessung Pechsiefen, Übergeben in Form eines JABRON-Modells

1.3 Verwendete Programme

Bei der Bearbeitung sind folgende Programme zum Einsatz gekommen:

- ArcGIS 9.3, ESRI
- NASIM 4.0.1, Hydrotec
- JABRON 6.8, Hydrotec
- TimeView 2.5, Hydrotec
- AutoCAD

2. Gewässer und Einzugsgebiet

Die Einzugsgebiete von Vilicher Bach und Ankerbach sind die größten rechts-rheinischen Gewässersysteme der Stadt Bonn.

Das geplante Einzugsgebiet hat eine Gesamtgröße von $A_{E0} = 15,3 \text{ km}^2$. Davon entfallen $10,2 \text{ km}^2$ auf den Vilicher Bach und $3,5 \text{ km}^2$ auf den Ankerbach sowie $1,7 \text{ km}^2$ auf Importflächen.

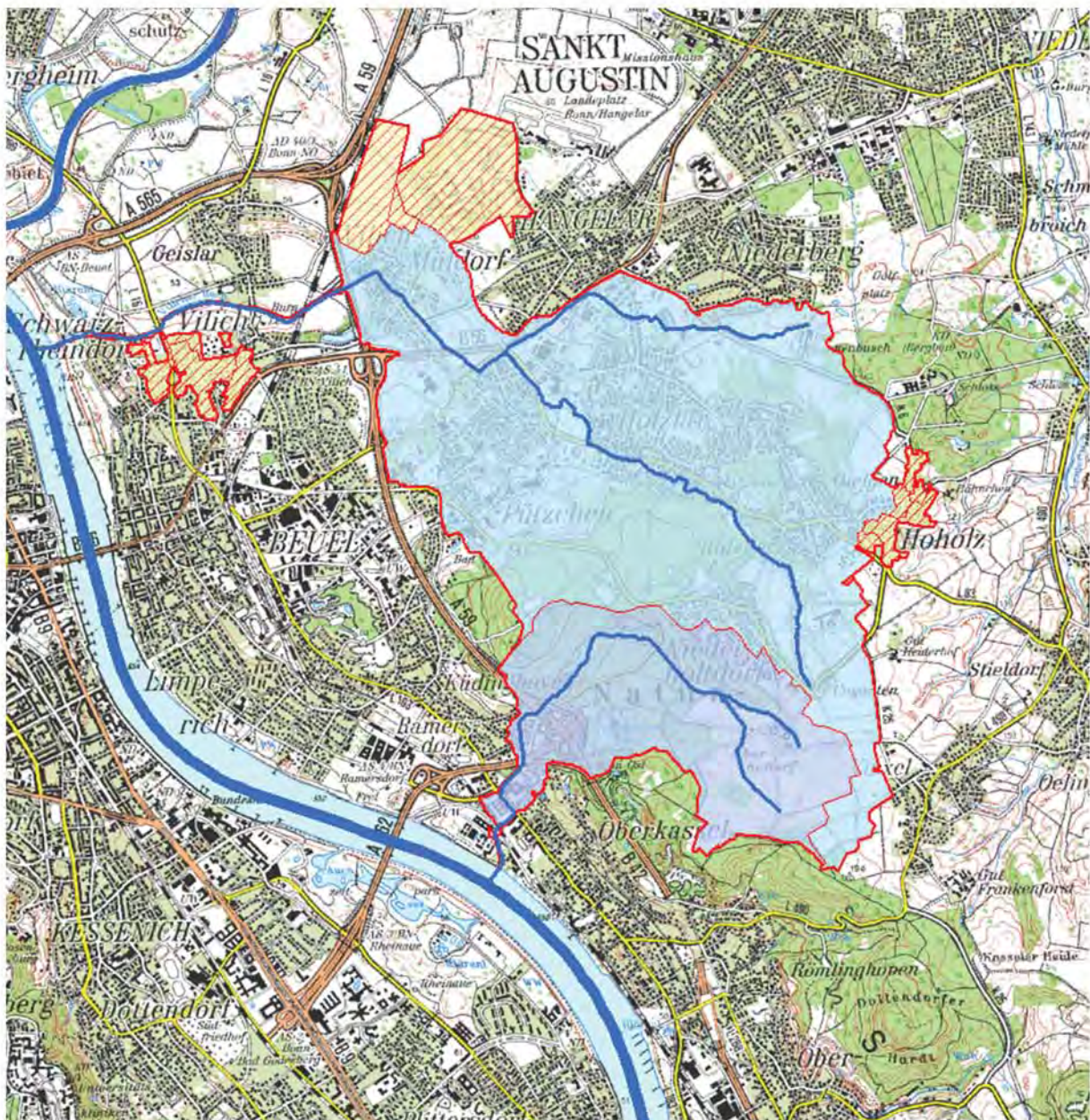


Abbildung 1: Übersichtskarte

Die Geländehöhen reichen von ca. 45 müNHN im Mündungsbereich des Vilicher Bachs in den Rhein bis ca. 195 müNHN im Quellgebirge des Ankerbachs. Das mittlere Geländegefälle beträgt 8,9 %.

Der Vilicher Bach hat eine Länge von $l = 8,5$ km und ein mittleres Längsgefälle von $I = 1,3$ %. Der Ankerbach hat eine Länge von $l = 4,5$ km und ein mittleres Längsgefälle von $I = 2,5$ %.



Abbildung 2: Einzugsgebiete

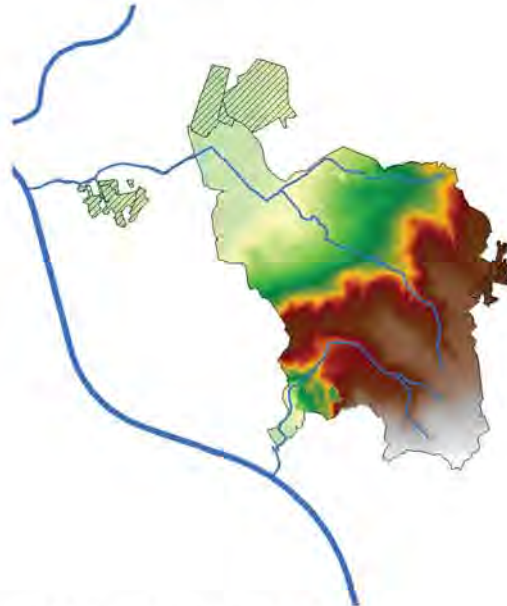


Abbildung 3: Höhen DGM

Die vorherrschenden Bodentypen sind Braunerde, Parabraunerde und Pseudogleye. Man findet vorrangig mittlere Korngrößen vor (Bodenart lehmig-sandig).

Das Einzugsgebiet des Vilicher Bachs ist urban geprägt. Lediglich der Oberlauf befindet sich in weitestgehend natürlichen Flächen. Der Ankerbach fließt nur im unteren Abschnitt durch Siedlungsgebiete. Über beide Einzugsgebiete betrachtet, beträgt der Anteil der Bebauung ca. 40 %, gefolgt von Wald (ca. 30 %) und Acker (18 %).



Abbildung 4: Bodenkarte



Abbildung 5: Landnutzung

Das städtische Gebiet spielt aufgrund der Versiegelung, der Kanalstruktur und der Sonderbauwerke eine wichtige Rolle bei der Berechnung der Wasserbilanzen und Abflüsse.

Aus diesem Grund wurden die Kanalhaltungsflächen aus der hydraulischen Berechnung des Kanalnetzes zur Erstellung der kanalisierten Teilgebiete im NA-Modell verwendet.

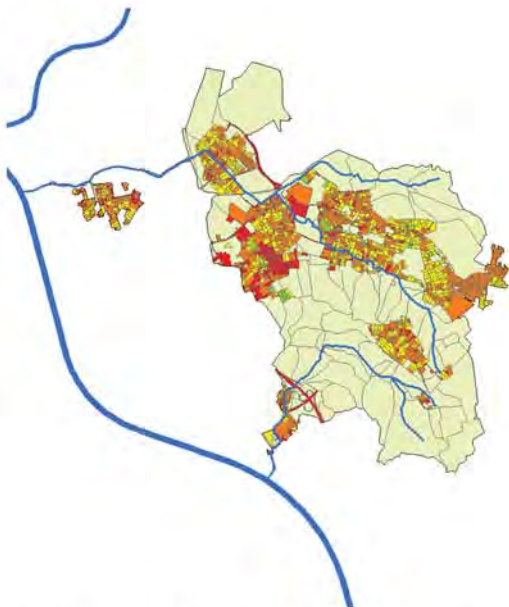


Abbildung 6: Kanalhaltungsflächen

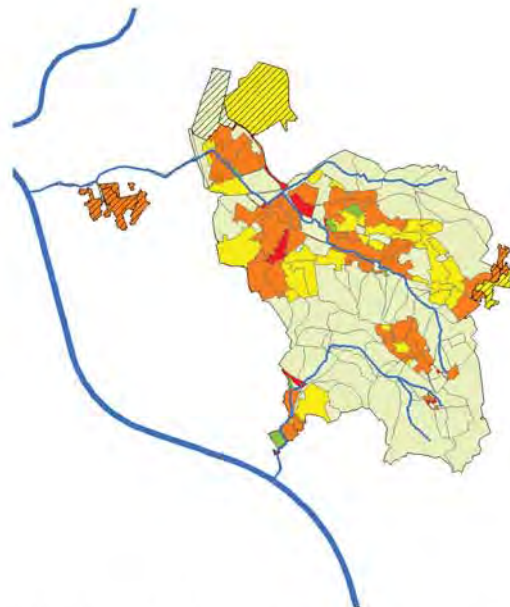


Abbildung 7: kanalisierte Teilgebiete

3. Hydrologisches Modell

Das Niederschlag-Abfluss-Modell Vilicher Bach/Ankerbach wurde mit dem Programm NASIM erstellt. Es wurde in enger Abstimmung mit der Stadt Bonn erstellt.

3.1 Modellaufbau

3.1.1 System-Zustände

Das NA-Modell Vilicher Bach/Ankerbach wurde für folgende Zustände aufgestellt:

- Potenziell natürlicher Zustand (Pnat-Zustand)
- Ist-Zustand
- Prognose-Zustand
- Ausbau-Zustand

Der Pnat-Zustand bildet das Einzugsgebiet ohne urbane Einflüsse ab (keine versiegelten Flächenanteile, kein Kanalnetz, keine Sonderbauwerke, keine Gewässerverrohrungen und keine Querbauwerke). Der Pnat-Zustand dient zum einen zur Kalibrierung der Parameter von natürlichen Flächen zum anderen zur Ermittlung der potentiell natürlichen Abflüsse, die für den hydrologischen Nachweis gem. BWK-M7 benötigt werden.

Der Ist-Zustand bildet das Einzugsgebiet zum jetzigen Zeitpunkt ab. Alle urbanen Einflüsse werden abgebildet. Der Ist-Zustand findet insbesondere bei der Kalibrierung Verwendung. Die aus dem Ist-Zustand ermittelten Abflüsse gehen in die hydraulischen Berechnungen ein und bilden die Grundlage für die Ermittlung der Überschwemmungsgebiete.

Der Prognose-Zustand basiert auf dem Ist-Zustand und berücksichtigt Veränderungen im Gebiet, die sich auf Flächen beziehen. Hierunter sind z.B. Erweiterungsflächen / B-Plangebiete zu verstehen. Die aus dem Prognose-Zustand ermittelten Abflüsse werden für den hydrologischen Nachweis gemäß BWK-M7 benötigt.

Der Ausbau-Zustand basiert auf dem Prognose-Zustand und berücksichtigt die Umplanungen des HRB Holzlarer See. Über eine örtliche Geländevermessung und den Planungshöhen wurde ein DGM erstellt, welches zur Berechnung des Beckenvolumens diente. Bis zur Schwelle der HW-Entlastung (113,40 müNHN) ergibt sich ein Volumen von $V = 8.090 \text{ m}^3$. Diese Größe geht in die Berechnungen ein. Bis zur Dammkrone (114,30 müNHN) ergibt sich ein Volumen von $V = 15.480 \text{ m}^3$. Weiterhin wird im Ausbau-Zustand die Drosseloptimierung vom HRB Ankerbach berücksichtigt.

3.1.2 Systemelemente

Im Ist-Zustand besteht das NA-Modell aus insgesamt 368 Elementen

Bezeichnung	Anzahl
Teilgebiete ohne Transportelemente	157
Teilgebiete mit Transportelementen	78
Transportelemente ohne Teilgebiet	91
Verzweigungen	4
Speicherelemente	26
Systemausgänge	12
Summe	368

Abbildung 8: Systemelemente

Programmintern werden die Teilgebiete mit den Bodendaten und der Landnutzung verschnitten und sogenannte Elementarflächen erzeugt.



Abbildung 9: Teilgebiete



Abbildung 10: Elementarflächen

3.2 Niederschlag

Im Einzugsgebiet des Vilicher Bachs und des Ankerbachs sowie in deren Umfeld befinden sich 8 städtische Niederschlagsstationen:

- Station 1.3, Stadt Bonn (11/1975 - 07/2013)
- Station 3.1, Stadt Bonn (02/2005 - 07/2013)
- Station 3.2, Stadt Bonn (02/2005 - 07/2013)
- Station 3.3, Stadt Bonn (02/2005 - 07/2013)
- Station 3.4, Stadt Bonn (02/2005 - 07/2013)
- Station 3.6, Stadt Bonn (02/2005 - 07/2013)
- Station 3.7, Stadt Bonn (02/2005 - 07/2013)
- Station 3.8, Stadt Bonn (02/2005 - 07/2013)



Abbildung 11: Niederschlagsstationen

In etwas größerer Entfernung werden noch zwei Niederschlagsstationen vom LANUV beschrieben

- Station Bockeroth, LANUV
- Station Eschmar-Müllekoven, LANUV

Für die Kalibrierung / Plausibilisierung bot es sich an, folgende Stationen zu verwenden:

- Station 3.2
- Station 3.3
- Station 3.4
- Station 3.6
- Station 3.7

Die Niederschlagsstationen wurden im NA-Modell den einzelnen Teilgebieten über ein Abstandsverfahren (geringste Entfernung) zugewiesen.

Für die später durchzuführenden Langzeitsimulationen (vgl. Kapitel 5.1) sind die Aufzeichnungen der gerade aufgeführten Niederschlagsstationen nicht ausreichend lang (ca. 8 Jahre). Die Niederschlagsstation 1.3 im Südwesten hat eine ausreichende Länge (ca. 38 Jahre). Deshalb werden die Langzeitsimulationen mit der Station 1.3 durchgeführt. Um jedoch die lokalen Abweichungen und Charakteristiken der anderen Stationen nicht zu verlieren (z.B. räumliche Lage, Höhenlage etc.), wurde eine Korrelationsanalyse durchgeführt (vgl. Anlage 01). Hierzu wurden die Tagessummen von jeder Niederschlagsstation jeweils mit den Tagessummen der Station 1.3 korreliert. Es ergaben sich folgende Korrelationskoeffizienten und Regressionskoeffizienten.

Station	Korrelationskoeffizient	Regressionskoeffizient
3.1/1.3	0,929	0,87
3.2/1.3	0,883	1,10
3.3/1.3	0,883	1,00
3.4/1.3	0,891	1,05
3.6/1.3	0,951	0,97
3.7/1.3	0,905	0,92
3.8/1.3	0,906	1,00

Abbildung 12: Korrelationskoeffizienten

Der Korrelationskoeffizient ist ein Maß für die Qualität eines Zusammenhangs von zwei Messwerten. Die oben angegebenen Werte entsprechen einer guten bis sehr guten Qualität. Daraus lässt sich ableiten, dass die miteinander verglichenen Messgrößen in unmittelbarem Zusammenhang stehen.

Das Maß für diesen Zusammenhang kann man über den Regressionskoeffizienten ausdrücken. Dieser gibt an, ob ein Messwert erhöht oder abgemindert werden muss, wenn man statt der Ausgangszeitreihe die Ersatzzeitreihe verwendet. In Bezug auf die Verwendung der Station 1.3, statt der anderen kürzeren Stationen, wird der Messwert der Station 1.3 im NA-Modell um die Faktoren des Regressionskoeffizienten erhöht bzw. abgemindert.

3.3 Kalibrierung / Plausibilisierung

Das NA-Modell Vilicher Bach/Ankerbach wurde in drei Schritten kalibriert / plausibilisiert:

- Plausibilisierung der Parameter von natürlichen Flächen anhand des Pnat-Zustandes und eines Regionalisierungsverfahrens.
- Kalibrierung der versiegelten, kanalisierten Flächen anhand des Ist-Zustandes und Abflussmessungen im Kanalnetz.
- Überprüfung der berechneten Abflüsse im Gewässer anhand von Vergleichsspenden und der Wasserstandsmessungen am Pegel Vilicher Bach und Pegel Ankerbach.

3.3.1 Regionalisierungsverfahren

Aus vergleichbaren NA-Modellen im Bonner Raum ist bekannt, dass die natürlichen Abflussspenden relativ gering ausfallen. Insbesondere Aussagen aus dem NA-Modell Rheindorfer Bach und dem Swist Einzugsgebiet wurden verwendet.

Die natürlichen Abflussspenden für $HQ_{1,pnat}$ orientieren sich im Vergleich zu Referenzspenden gem. BWK-M3 am unteren Grenzbereich. Beim Vilicher Bach wird im Modell am Gebietsausgang eine Spende von $Hq_{1,pnat} = 97 \text{ l/s} \times \text{km}^2$ ermittelt, für den Ankerbach liegt ein Wert von $Hq_{1,pnat} = 119 \text{ l/s} \times \text{km}^2$ vor. Beim 100-jährlichen, potentiell natürlichen Ereignis wird beim Vilicher Bach im Modell eine Spende von $Hq_{100,pnat} = 737 \text{ l/s} \times \text{km}^2$ berechnet, während sich am Ankerbach eine Spende von $Hq_{100,pnat} = 847 \text{ l/s} \times \text{km}^2$ einstellt.

3.3.2 Abflussmessungen im Kanalnetz

Im Einzugsgebiet des Vilicher Bachs wurde im Rahmen des GEP temporär eine Abflussmessung im Kanalnetz durchgeführt. Verwendet wurde die Messstelle Mst02. Die Messstelle Mst01 lag außerhalb des im NASIM simulierten Einzugsgebietes.

Die Messdaten lagen für den Zeitraum vom 16.01.20012 bis 16.10.2012 vor. In diesem Zeitraum gab es vier Niederschlagszeiträume, die für die Kalibrierung herangezogen werden konnten.

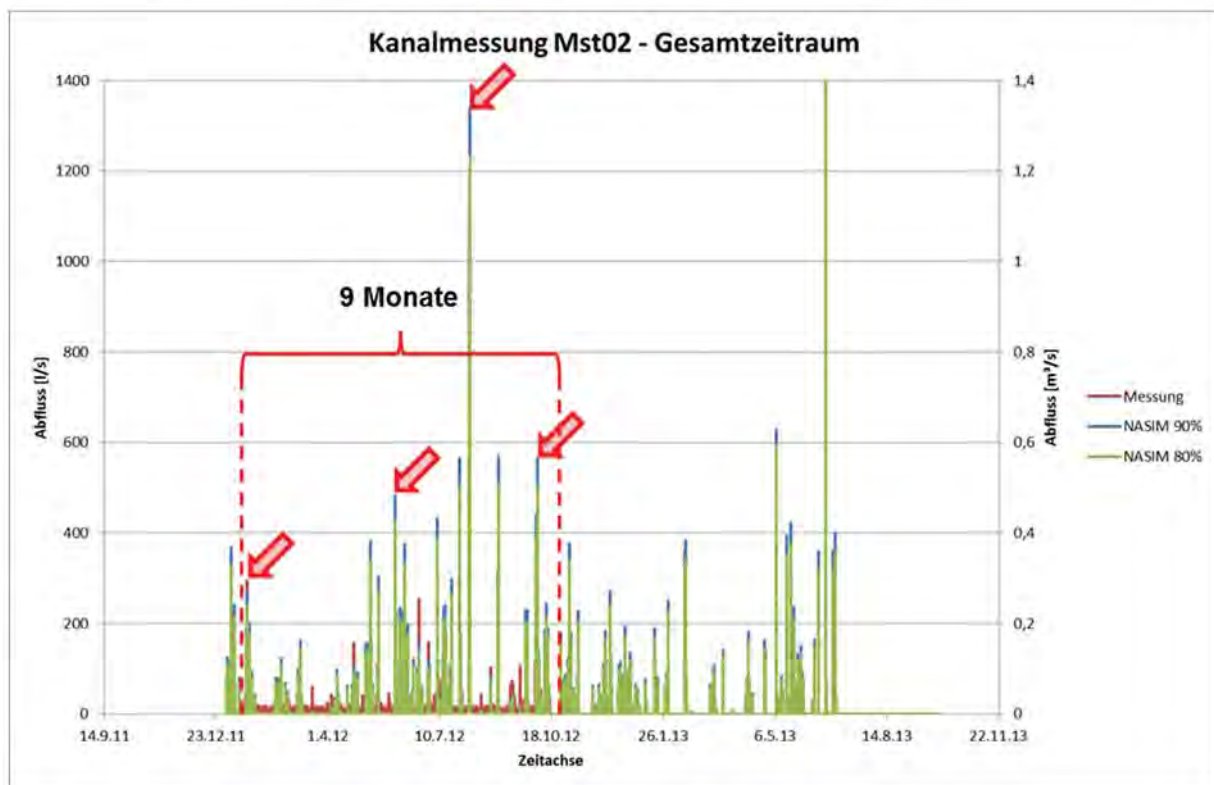


Abbildung 13: Messzeitraum

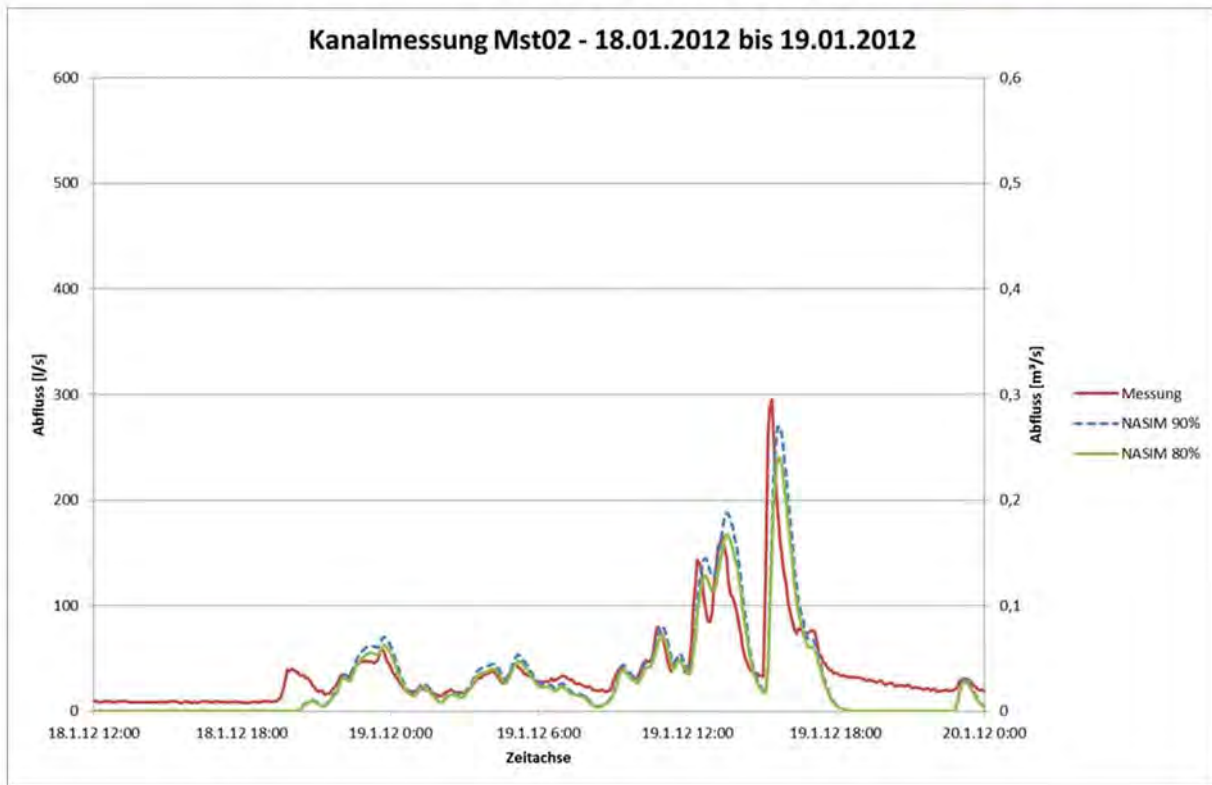


Abbildung 14: Zeitraum 1

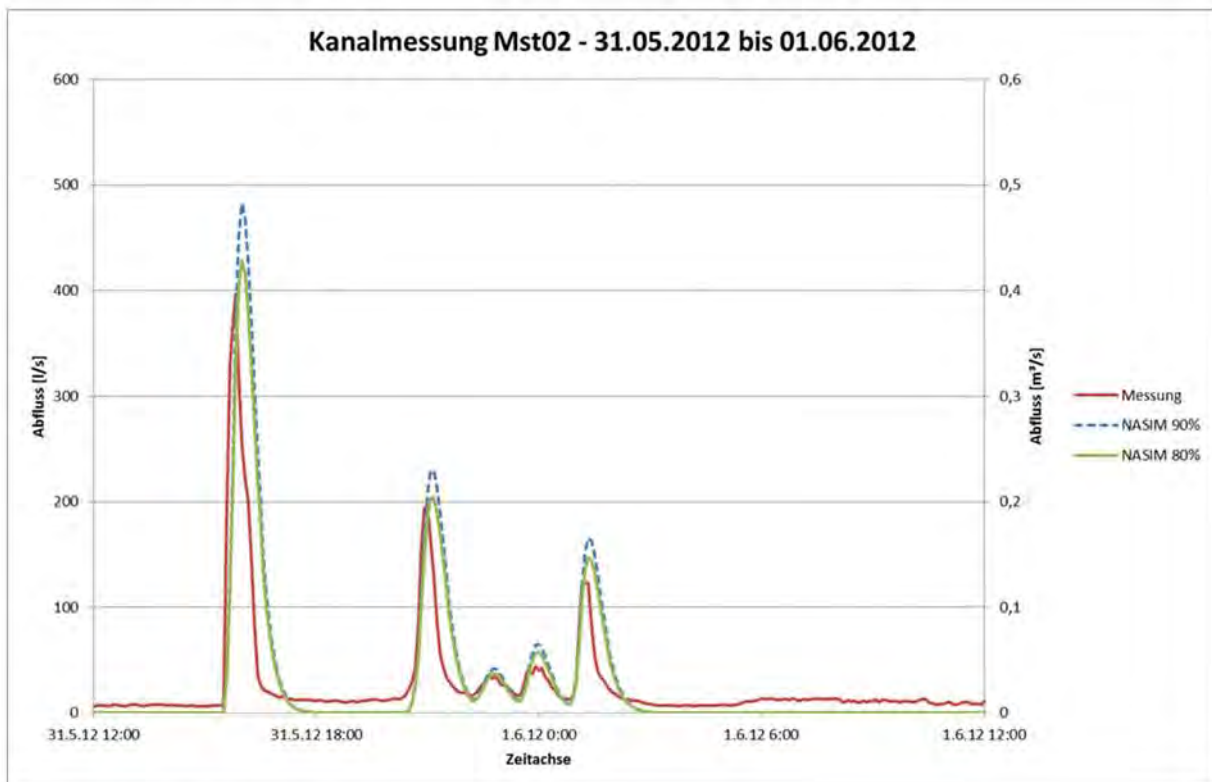


Abbildung 15: Zeitraum 2

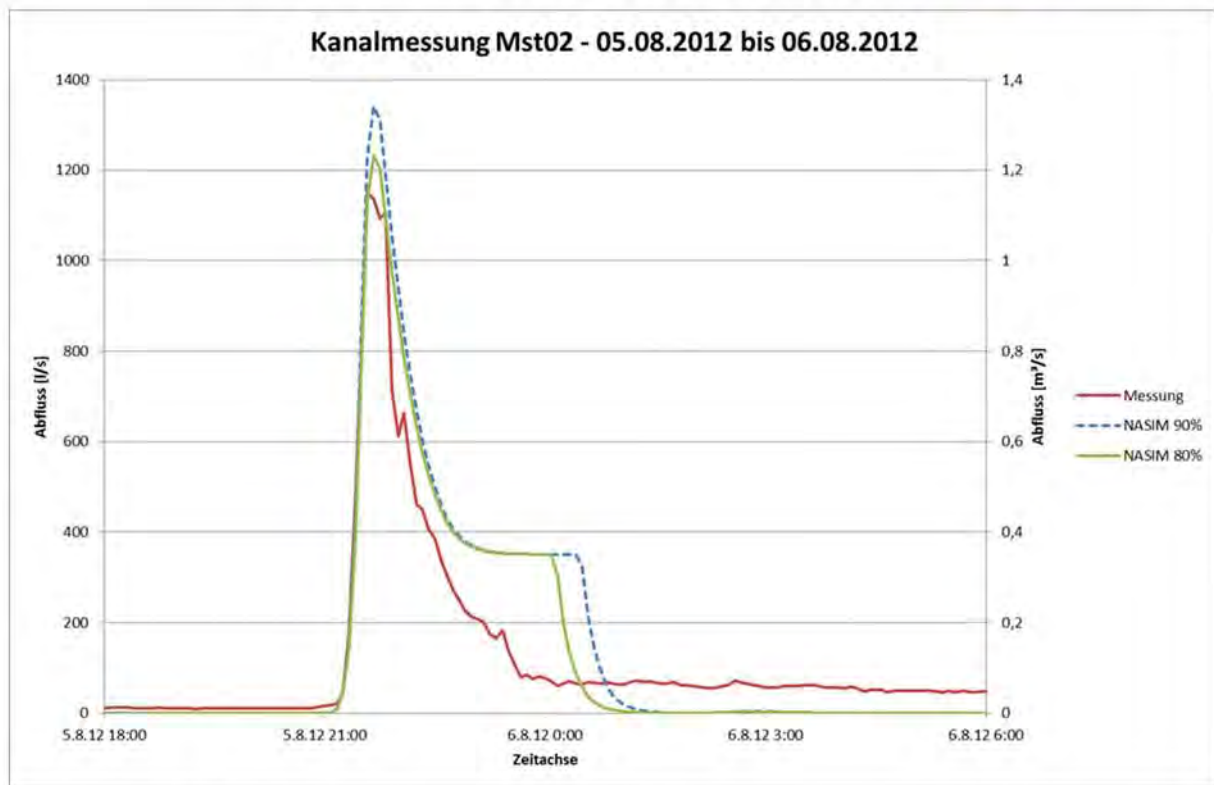


Abbildung 16: Zeitraum 3

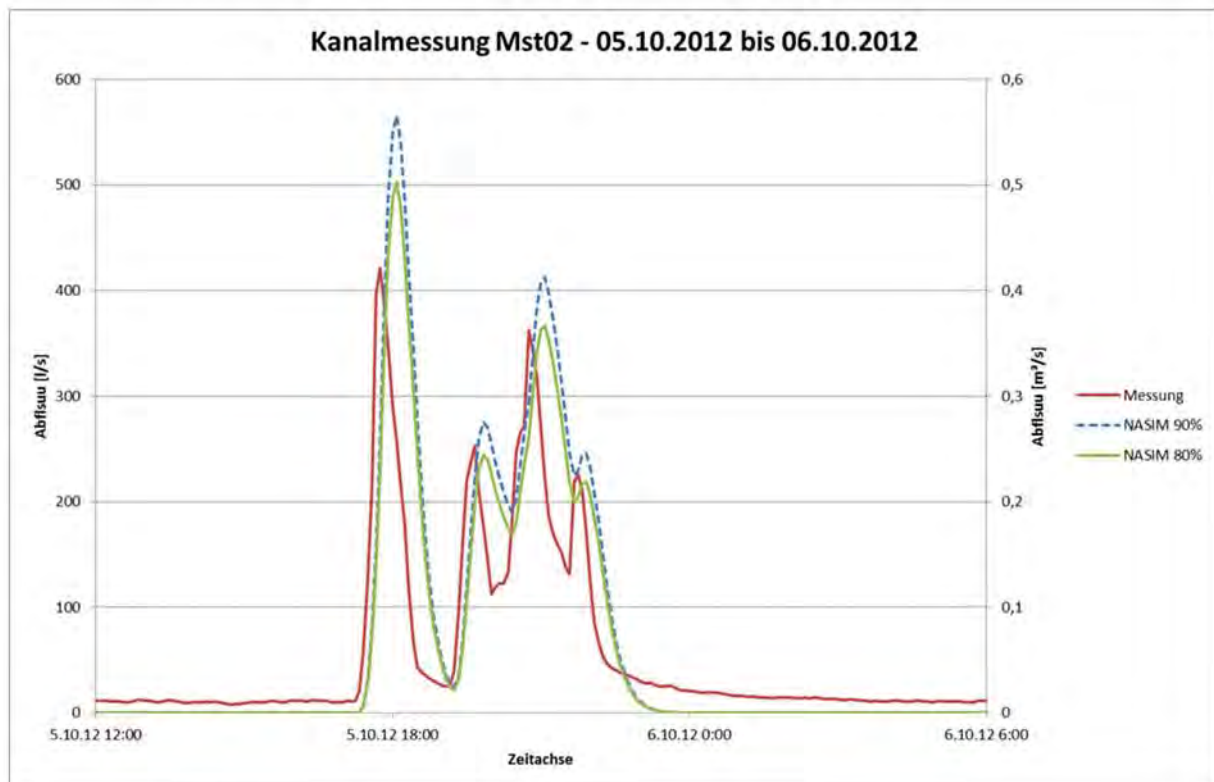


Abbildung 17: Zeitraum 4

Die Kanalmessstelle Mst02 entspricht dem NASIM-Element K_RRB_087_08_zu. Die erste Simulation zeigte in allen vier Zeiträumen eine Überschätzung der Ganglinie im Kanal. Aus diesem Grund wurde eine Abminderung der versiegelten Flächen durchgeführt (Eichfaktor 0,9 in blau und Eichfaktor 0,8 in grün, Messung im Kanalnetz in rot). Die Abminderung auf 80 % zeigte eine gute Übereinstimmung zwischen der Messung und der Simulation. Dieser Abminderungsfaktor entspricht auch dem in der Kanalhdraulik (GEP) verwendeten Beiwert.

3.3.3 Messungen am Pegel Vilicher Bach und Pegel Ankerbach

Zur Gesamtkalibrierung des NA-Modells standen zwei Pegel zur Verfügung, an denen der Wasserstand im Gewässer aufgezeichnet wird:

- Pegel Vilicher Bach
- Pegel Ankerbach

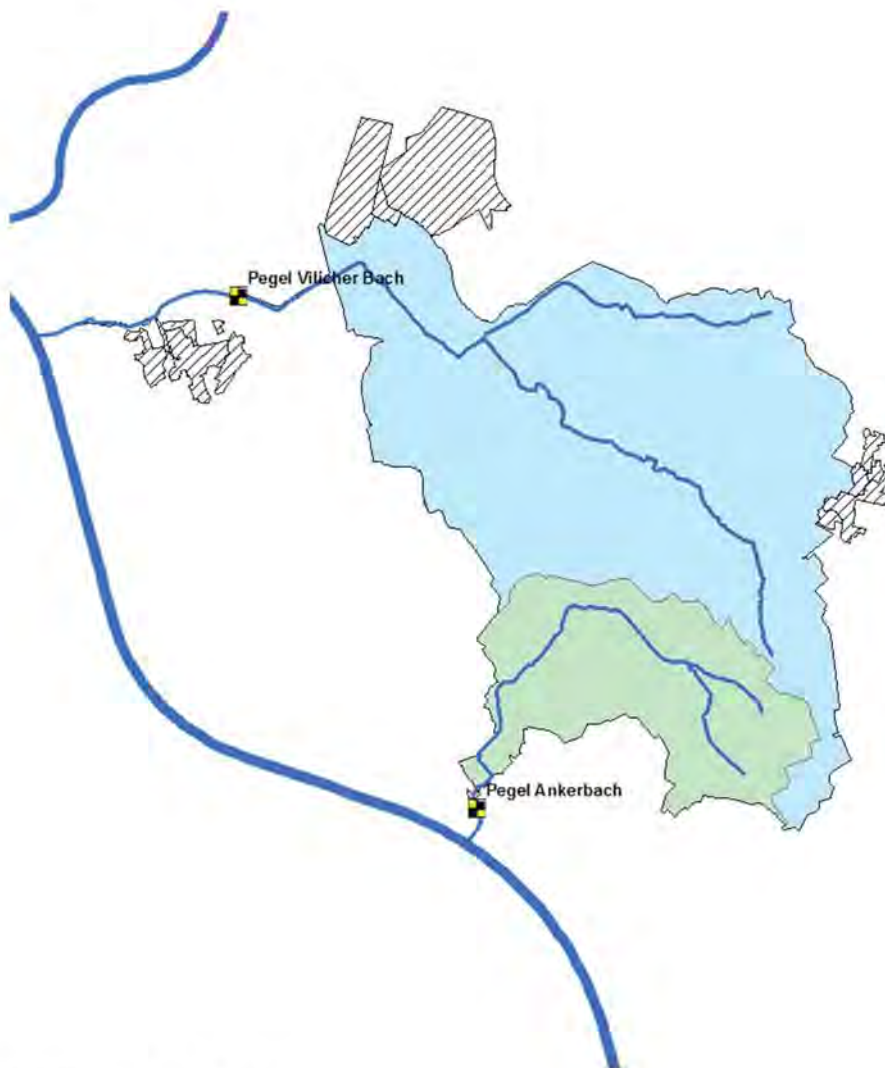


Abbildung 18: Pegel

Da es keine Wasserstands-Abfluss-Beziehung für die beiden Pegel gibt, wurde diese im Projektrahmen für beide Pegel mit einer Lamellenberechnung in JABRON erstellt.

Die Gegenüberstellung der umgerechneten Pegelkurven mit den simulierten Pegelkurven ist in Anlage 02 zu sehen. Die Qualität der Übereinstimmung ist über den Gesamtverlauf mäßig, konnte aber auch nach intensiver Ursachenprüfung nicht weiter verbessert werden.

Der Kalibrierungszeitraum war aufgrund der vorhandenen Daten (Niederschlag, Klima, Pegel) und deren kurzen Überschneidungszeiträumen sehr gering. Es wird empfohlen, das Modell zu einem späteren Zeitpunkt nachzukalibrieren.

Der Kalibrierungsparametersatz zeigt folgende Anpassungen:

Bezeichnung	Wert
Eichf. Vers.	0,8
Eichf. Retent.Oberfl.	2
Eichf. GPV	1,1
Eichf. max. Infilt.	1,1
Eichf. Exfilt.	Ja
Leakage	0,01
Eichf. Leagage	1
Eichf. Verdunst.	5, bei sieben Gebieten 10

Abbildung 19: Kalibrierungsparametersatz

Mit den eingestellten Eichfaktoren ergaben sich bei der kontrollierenden Langzeitsimulation des Pnat-Zustandes Spenden, die zu vergleichbaren Einzugsgebieten passen (vgl. Kapitel 3.3.1). Da die Kalibrierung der kanalisierten Flächen als gut zu bezeichnen war, kann die Verifizierung des Gesamtmodells abgeschlossen werden.

Nach Vorlage weiterer Pegeldaten ist eine nachfolgende Überprüfung angedacht. Jedoch zeigt das vorliegende Modell eine ausreichende Güte, um die Grundlage für die weiterführende Planung zu liefern.

4. Hydraulisches Modell

Das hydraulische Modell wurde mit dem Programm JABRON erstellt. Es handelt sich um eine eindimensionale, ungleichförmige, stationäre Gewässerhydraulik.

Das Modell bildet die folgenden Gewässerverläufe ab:

- Vilicher Bach
- Wielesbach
- Ankerbach
- Peschsiefen

Der Vilicher Bach wird auf einer Gesamtlänge von 8,5 km mit 157 offenen Profilen und mit 40 überströmbaren Profilen (Querbauwerke, Brücken, Durchlässe, etc.) abgebildet. Der Datensatz basiert auf einer aktuellen Gewässervermessung.

Der Wielesbach ist ein Nebengewässer im Oberlauf des Vilicher Bachs. Er wird auf einer Länge von 0,4 km mit sechs offenen Profilen abgebildet. Der Datensatz basiert auf einer aktuellen Gewässervermessung.

Der Ankerbach wird auf einer Gesamtlänge von 4,5 km mit 82 offenen Profilen und 19 überströmbaren Profilen (Querbauwerken, Brücken, Durchlässe, etc.) abgebildet. Der Datensatz basiert auf einer aktuellen Gewässervermessung.

Der Peschsiefen ist ein Nebengewässer im Oberlauf des Ankerbachs. Er wird auf einer Länge von 1,1 km mit 15 offenen Profilen und zwei überströmbaren Profilen (Querbauwerke, Brücken, Durchlässe, etc.) abgebildet. Der Datensatz basiert auf einer aktuellen Gewässervermessung.

Wo es erforderlich war, wurden die aufgemessenen Profile mittels DGM-Höhendaten verlängert. Dies ist insbesondere in flachen Ausuferungsflächen der Fall.

Für eine gesonderte hydraulische Berechnung, wurde die Ausbauplanung des Vilicher Bachs zwischen der Siegburger Straße (km 3+963) und den Hangelarer Weg (km 3+408) berücksichtigt.

Alle Simulationen wurden mit den folgenden Optionen durchgeführt.

Beschreibung	Option
Berechnung	ungleichförmig
Rauheitstyp	Darcy-Weisbach
Berechnung Vorlandbewuchs	Mertens
Modus Schleppspannung	hydraulischer Radius
Mittelung Energieliniengefälle	arithmetrisch

Abbildung 20: Berechnungsoptionen JABRON

5. Berechnungen und Ergebnisse

5.1 Hydrologisches Modell

Die hydrologischen Berechnungen wurden als Langzeitsimulation mit der Niederschlagszeitreihe der Station 1.3 über den Zeitraum 01.11.1975 bis 01.03.2013 (ca. 38 Jahre) im Zeitschritt von 5 Minuten durchgeführt.

Die statistischen Auswertungen wurden unter Verwendung der Gamma-Verteilung auf Basis einer jährlichen Serie mit DVWK-Korrektur durchgeführt. Für die Jährlichkeiten $T_n = 1a$ und $T_n = 2a$ wurde die empirische Verteilung verwendet und die Werte ausgezählt.

5.1.1 Pnat-Zustand

Die kompletten Berechnungsergebnisse sind als Tabellenwerk in Anlage 03 zusammengestellt sowie als hydrologische Längsschnitte in Anlage 04 aufbereitet.

Die statistischen Abflüsse für den Pnat-Zustand im Mündungsbereich des Vilicher Bachs sind in der folgenden Tabelle dargestellt:

Element/Zustand	HQ ₁	HQ ₂	HQ ₅	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₅₀	HQ ₁₀₀
	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]
VB_Muendung_zu/ Pnat-Zustand	0,992	1,423	2,415	3,400	4,431	5,832	6,906

Abbildung 21: Abflüsse Mündung Vilicher Bach, Pnat-Zustand

Beispielhaft ist nachfolgend der hydrologische Längsschnitt HQ_{100} für den Vilicher Bach im Pnat-Zustand dargestellt:

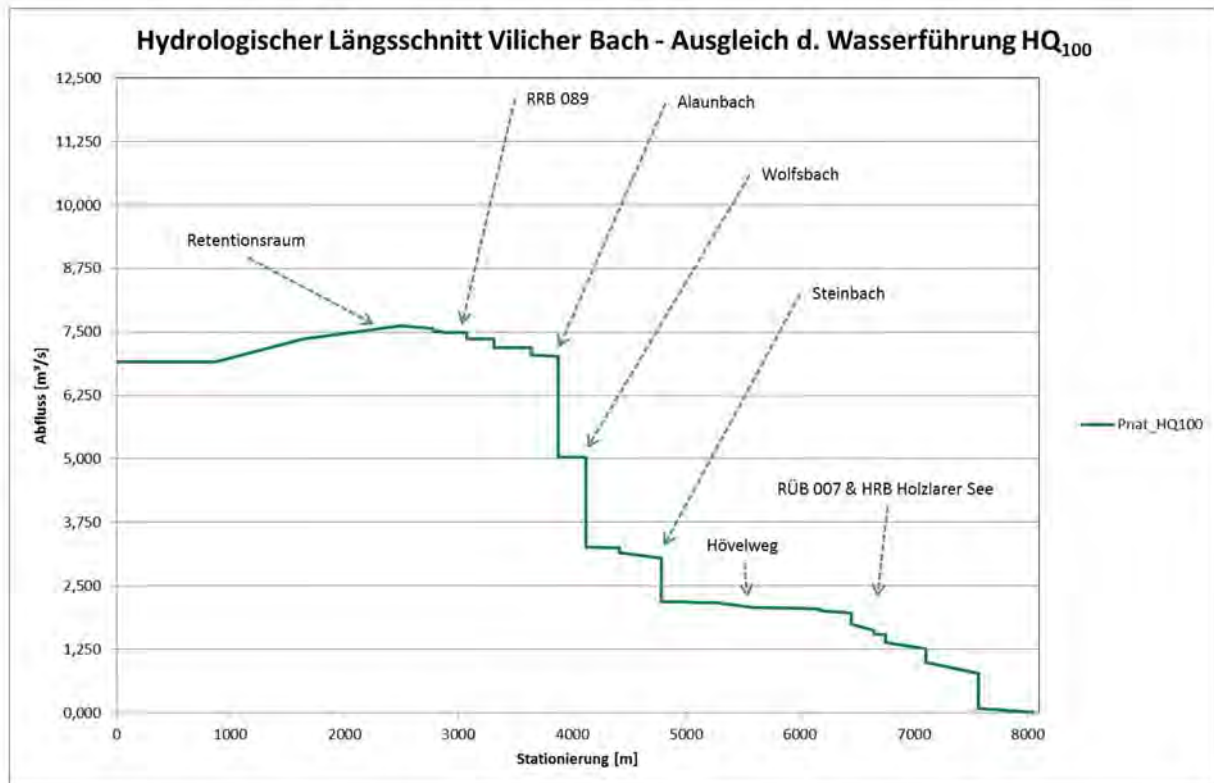


Abbildung 22: hydrologischer Längsschnitt HQ_{100} Vilicher Bach, Pnat-Zustand

Die statistischen Abflüsse für den Pnat-Zustand im Mündungsbereich des Ankerbachs sind in der folgenden Tabelle dargestellt:

Element/Zustand	HQ_1	HQ_2	HQ_5	HQ_{10}	HQ_{20}	HQ_{50}	HQ_{100}
	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]
AB_Muendung_zu/ Pnat-Zustand	0,408	0,583	1,004	1,373	1,755	2,269	2,660

Abbildung 23: Abflüsse Mündung Ankerbach, Pnat-Zustand

Beispielhaft ist nachfolgend der hydrologische Längsschnitt HQ_{100} für den Ankerbach im Pnat-Zustand dargestellt.

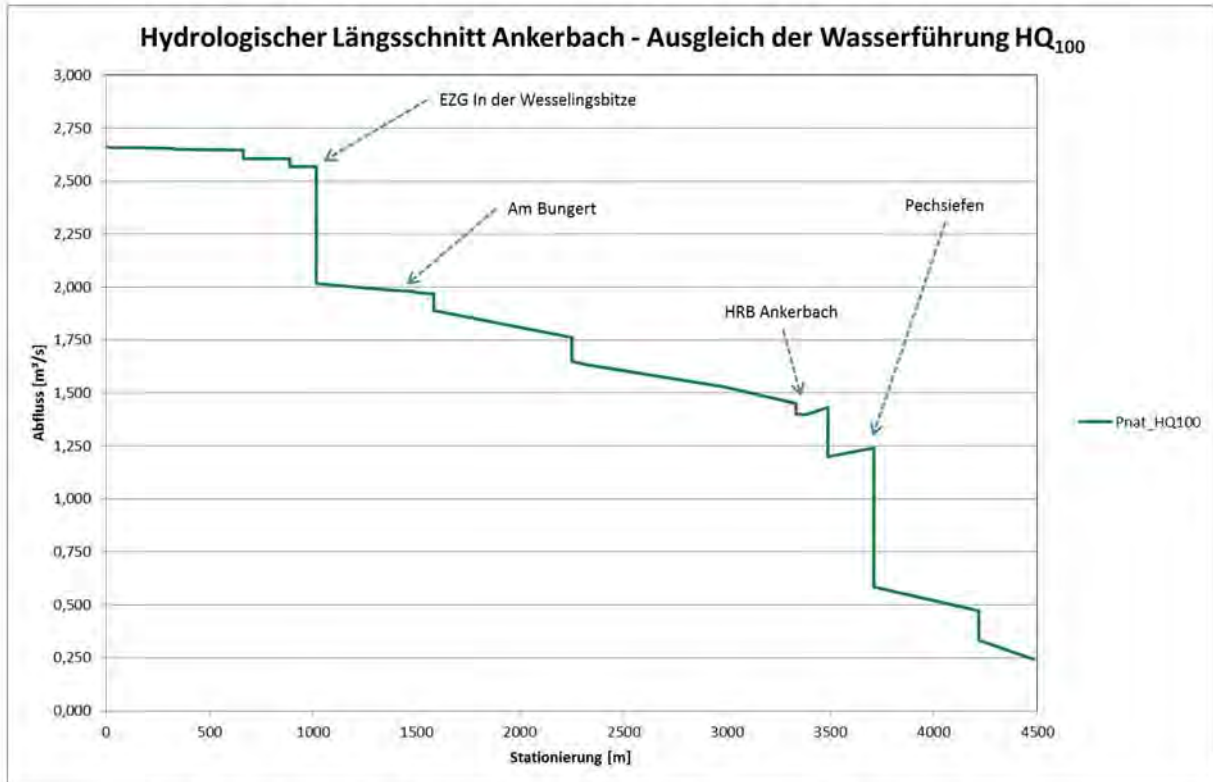


Abbildung 24: Hydrologischer Längsschnitt HQ_{100} Ankerbach, Pnat-Zustand

5.1.2 Ist-Zustand

Die kompletten Berechnungsergebnisse sind als Tabellenwerk in Anlage 03 zusammengestellt sowie als hydrologische Längsschnitte in Anlage 04 aufbereitet.

Die statistischen Abflüsse für den Ist-Zustand im Mündungsbereich des Vilicher Bachs sind in der folgenden Tabelle dargestellt:

Element/Zustand	HQ ₁	HQ ₂	HQ ₅	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₅₀	HQ ₁₀₀
	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]
VB_Muendung_zu/ Ist-Zustand	0,795	1,183	1,733	2,184	2,631	3,214	3,647

Abbildung 25: Abflüsse Mündung Vilicher Bach, Ist-Zustand

Beispielhaft ist nachfolgend der hydrologische Längsschnitt HQ₁₀₀ für den Vilicher Bach im Ist-Zustand dargestellt:

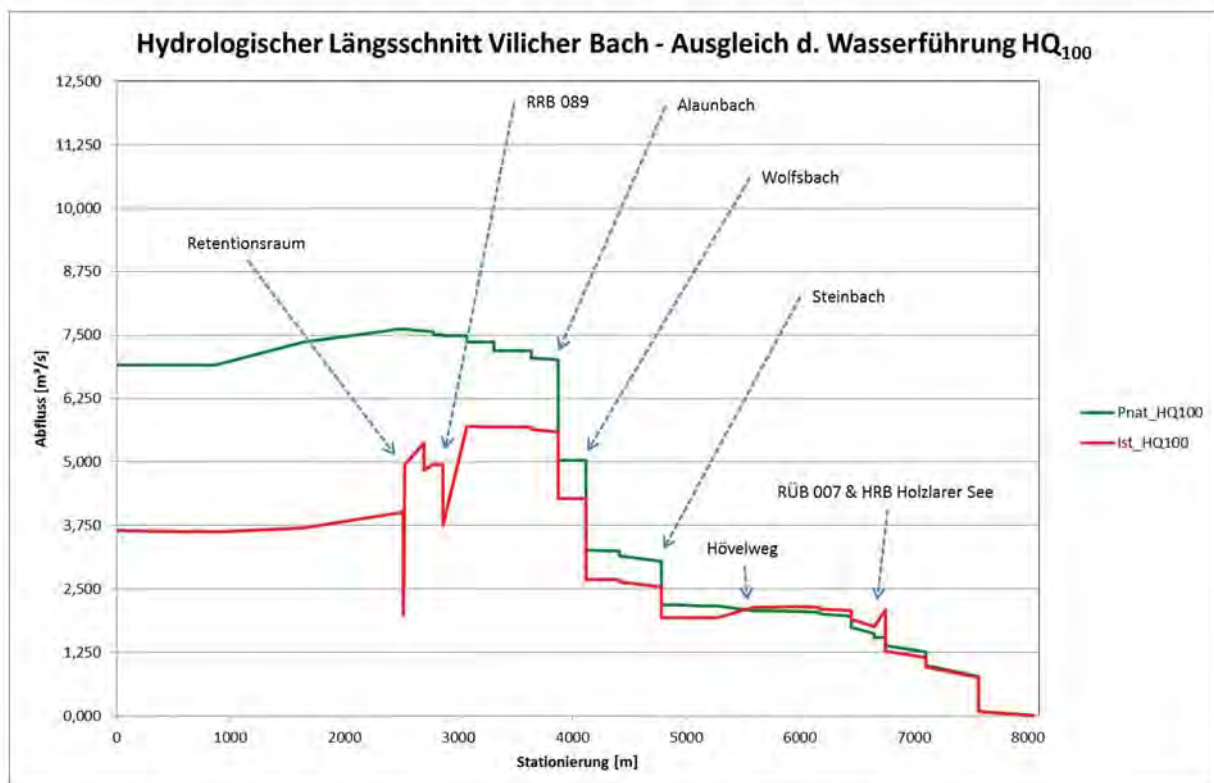


Abbildung 26: hydrologischer Längsschnitt HQ₁₀₀ Vilicher Bach, Ist-Zustand

Der Ist-Zustand liegt ab dem Mittellauf deutlich unter dem Pnat-Zustand, da hier der größte Teil des Niederschlagswassers über die Kanalisation abgeführt wird und nicht mehr dem Vilicher Bach zufließt.

Die statistischen Abflüsse für den Ist-Zustand im Mündungsbereich des Ankerbachs sind in der folgenden Tabelle dargestellt:

Element/Zustand	HQ ₁	HQ ₂	HQ ₅	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₅₀	HQ ₁₀₀
	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]
AB_Muendung_zu/ Ist-Zustand	0,363	0,507	0,762	0,984	1,206	1,498	1,717

Abbildung 27: Abflüsse Mündung Ankerbach, Ist-Zustand

Beispielhaft ist nachfolgend der hydrologische Längsschnitt HQ₁₀₀ für den Ankerbach im Ist-Zustand dargestellt.

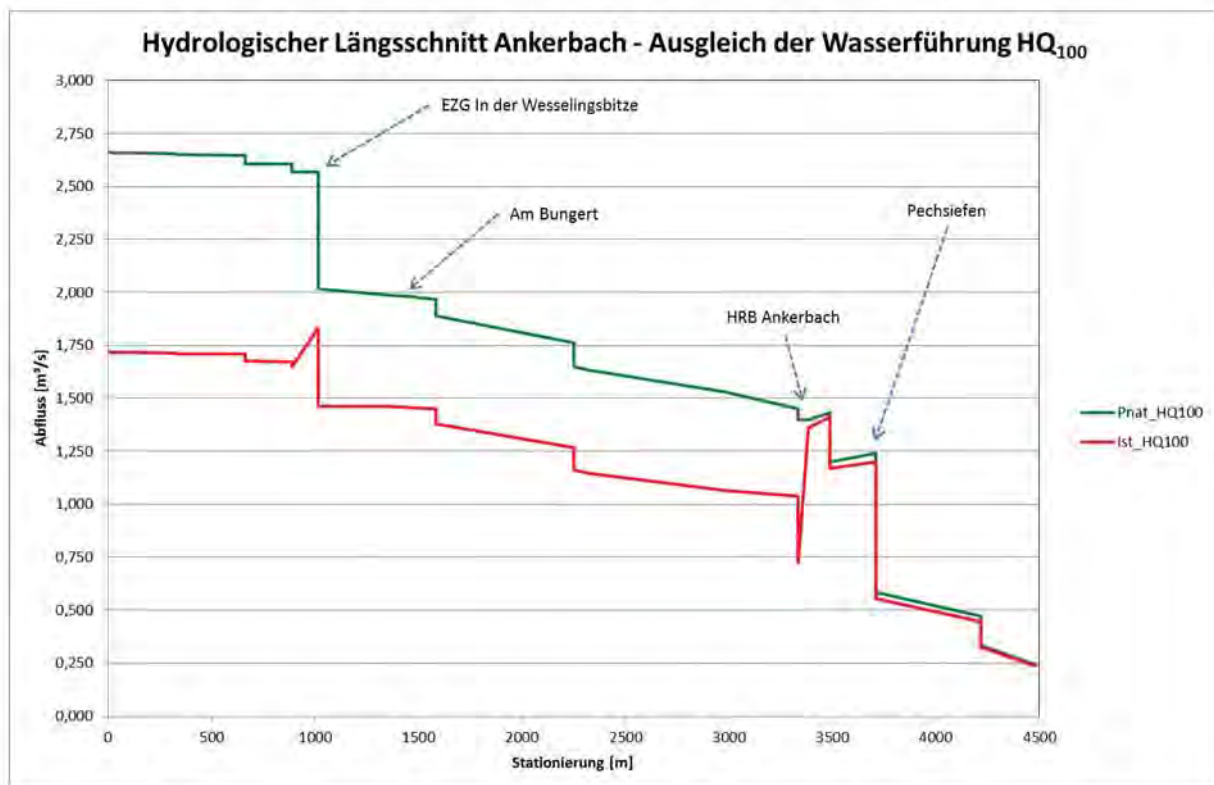


Abbildung 28: Hydrologischer Längsschnitt HQ₁₀₀ Ankerbach, Ist-Zustand

Der Ist-Zustand liegt ab dem HRB Ankerbach unterhalb dem Pnat-Zustand, weil sich hier die Drosselung des HRB auswirkt. Ab der Stationierung km 1+000 wird ein Teil des Niederschlagswassers über das Kanalnetz abgeleitet und fließt nicht mehr dem Ankerbach zu.

5.1.3 Prognose-Zustand

Die kompletten Berechnungsergebnisse sind als Tabellenwerk in Anlage 03 zusammengestellt sowie als hydrologische Längsschnitte in Anlage 04 aufbereitet.

Die statistischen Abflüsse für den Prognose-Zustand im Mündungsbereich des Vilicher Bachs sind in der folgenden Tabelle dargestellt:

Element/Zustand	HQ ₁	HQ ₂	HQ ₅	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₅₀	HQ ₁₀₀
	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]
VB_Muendung_zu/ Prognose-Zustand	0,791	1,178	1,730	2,181	2,629	3,211	3,645

Abbildung 29: Abflüsse Mündung Vilicher Bach, Prognose-Zustand

Beispielhaft ist nachfolgend der hydrologische Längsschnitt HQ₁₀₀ für den Vilicher Bach im Prognose-Zustand dargestellt:

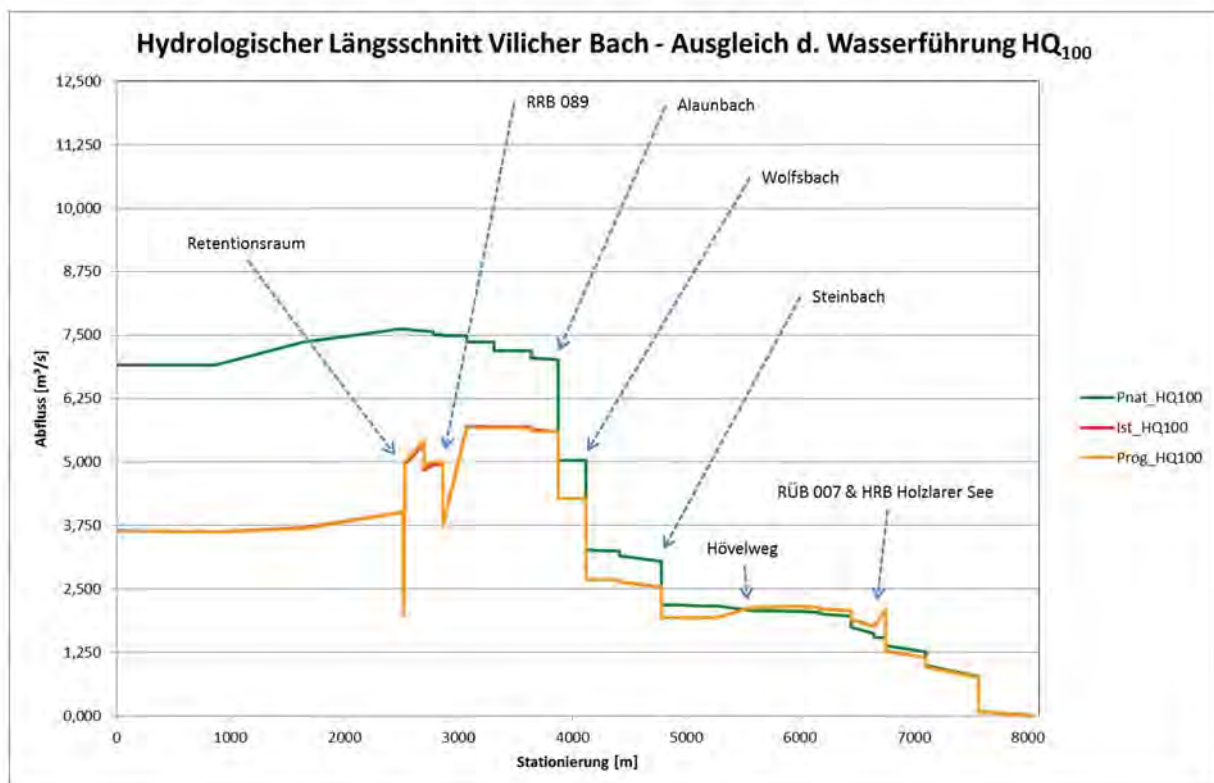


Abbildung 30: hydrologischer Längsschnitt HQ₁₀₀ Vilicher Bach, Prognose-Zustand

Der Prognose-Zustand unterscheidet sich nur minimal vom Ist-Zustand, weil die Prognose-Flächen in der Mehrzahl über das Kanalnetz abgeleitet werden, welches nicht mehr dem Vilicher Bach zufließt.

Die statistischen Abflüsse für den Prognose-Zustand im Mündungsbereich des Ankerbachs sind in der folgenden Tabelle dargestellt:

Element/Zustand	HQ ₁	HQ ₂	HQ ₅	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₅₀	HQ ₁₀₀
	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]
AB_Muendung_zu/ Prognose-Zustand	0,363	0,507	0,762	0,984	1,206	1,498	1,717

Abbildung 31: Abflüsse Mündung Ankerbach, Prognose-Zustand

Beispielhaft ist nachfolgend der hydrologische Längsschnitt HQ₁₀₀ für den Ankerbach im Prognose-Zustand dargestellt.

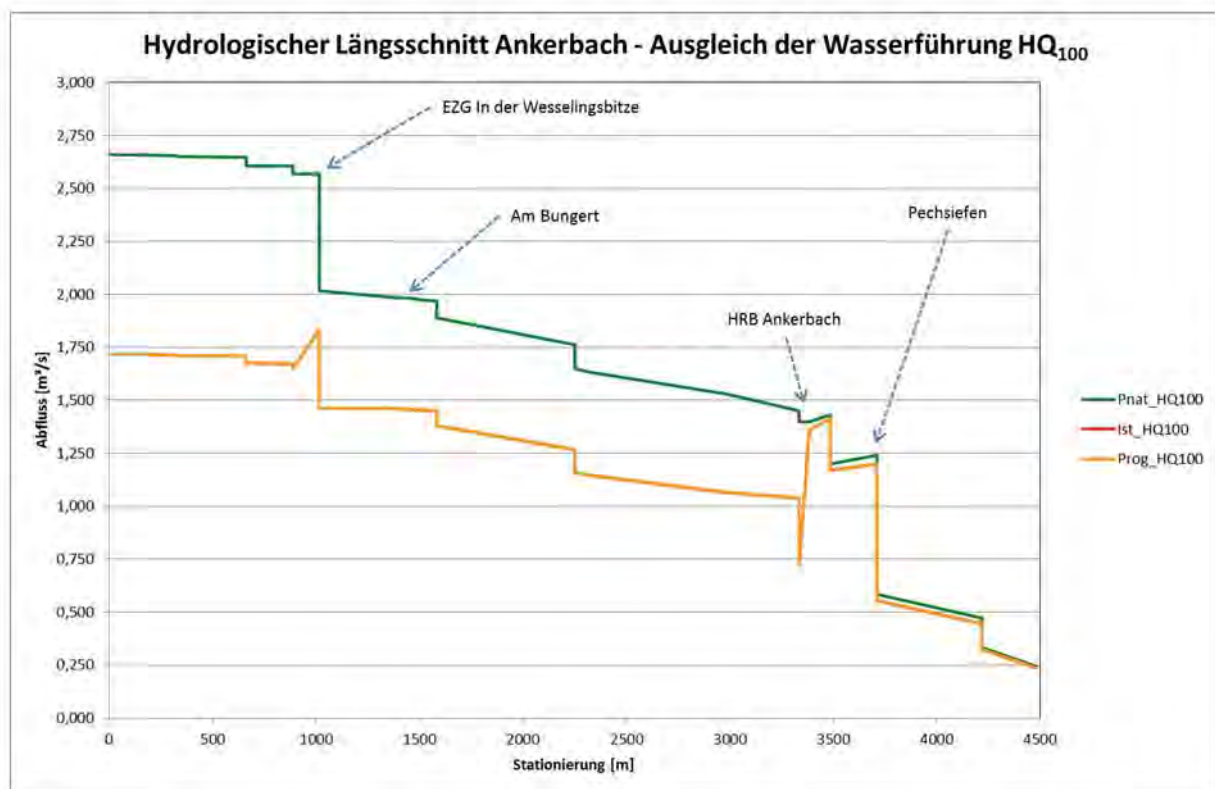


Abbildung 32: Hydrologischer Längsschnitt HQ₁₀₀ Ankerbach, Prognose-Zustand

Der Prognose-Zustand unterscheidet sich nur minimal vom Ist-Zustand, weil die Prognose-Flächen in der Mehrzahl über das Kanalnetz abgeleitet werden, welches nicht mehr dem Ankerbach zufließt.

5.1.4 Ausbau-Zustand

Der Ausbau-Zustand basiert auf dem Prognose-Zustand und berücksichtigt die Umplanung des HRB Holzlarer See. Für den Staubebereich bis zur HW-Entlastung (113,20 müNHN, Volumen $V = 8.090 \text{ m}^3$) wurde eine zweistufige Drossel ermittelt. Ebenfalls berücksichtigt wird eine Optimierung der Drosselabgabe am HRB Ankerbach.

Die erste Stufe der Drossel dient der Gewässerökologie (BWK-M7) und gilt für die Volumina von 0 m^3 bis 3.090 m^3 (110,40 müNHN bis 112,40 müNHN). Die ökologische Drossel der Stufe 1 beträgt $Q_{Dr1} = 397 \text{ l/s}$.

Die zweite Stufe der Drossel dient dem Hochwasserschutz und gilt für die Volumina von 3.090 m^3 bis 8.090 m^3 (112,40 müNHN bis 113,40 müNHN). Die Abgabe beträgt $Q_{Dr2} = 1,0 \text{ m}^3/\text{s}$.

Durch Einstellung der zweistufigen Drossel ergibt sich eine HW-Sicherheit des HRB Holzlarer See von $T_n = 100\text{a}$. Die Auswertung liegt graphisch als Anlage 05 vor, die Drosselkurve ist in Anlage 07 dokumentiert.

Bei höheren Einstauereignissen, die zu einer Entlastung über die HW-Entlastungsanlage führen, wird über den Betriebsablass ebenfalls $Q_{Dr2} = 1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ abgegeben.

Die kompletten hydrologischen Berechnungsergebnisse sind als Tabellenwerk in Anlage 03 zusammengestellt, sowie als hydrologische Längsschnitte in Anlage 04 aufbereitet.

Die statistischen Abflüsse für den Ausbau-Zustand im Mündungsbereich des Vilicher Bachs sind in der folgenden Tabelle dargestellt:

Element/Zustand	HQ ₁ [m ³ /s]	HQ ₂ [m ³ /s]	HQ ₅ [m ³ /s]	HQ ₁₀ [m ³ /s]	HQ ₂₀ [m ³ /s]	HQ ₅₀ [m ³ /s]	HQ ₁₀₀ [m ³ /s]
VB_Muendung_zu/ Ausbau-Zustand	0,944	1,263	1,838	2,260	2,674	3,207	3,601

Abbildung 33: Abflüsse Mündung Vilicher Bach, Ausbau-Zustand

Beispielhaft ist nachfolgend der hydrologische Längsschnitt HQ_{100} für den Vilicher Bach im Ausbau-Zustand dargestellt.

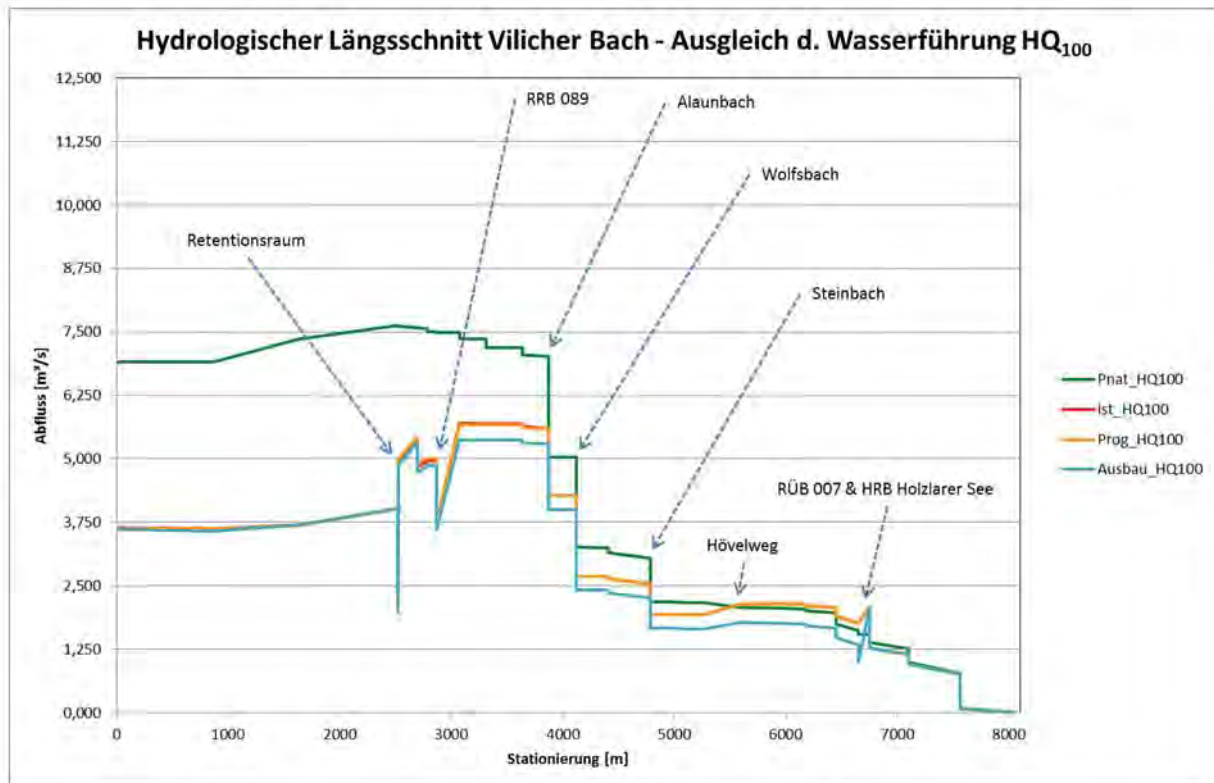


Abbildung 34: hydrologischer Längsschnitt HQ_{100} Vilicher Bach, Ausbau-Zustand

Für den Ausbau-Zustand war weiterhin die Planungsvorgabe, dass beim Durchlass Hövelweg/Hauptstraße eine HW-Sicherheit von $T_n = 100a$ erreicht wird. Aus den hydraulischen Berechnungen konnte ermittelt werden, dass ein Abfluss von $Q = 1,8 \text{ m}^3/\text{s}$ mit ausreichendem Freibord abgeführt werden kann. Voraussetzung dafür ist ein freier Abfluss (keine Betriebsstörung durch Verlegung etc.). Die hydrologische Auswertung des zugehörigen Knoten (VB_0020_zu) ergab für den Ausbau-Zustand einen Abfluss von $HQ_{100,\text{Ausbau}} = 1,769 \text{ m}^3/\text{s}$, sodass die geforderte HW-Sicherheit erreicht wird.

Am Ankerbach war eine Planungsvorgabe, dass beim Durchlass Am Bungert ebenfalls eine HW-Sicherheit von $T_n = 100a$ erreicht werden soll. Aus den hydraulischen Berechnungen konnte ermittelt werden, dass ein Abfluss von ca. $Q = 0,8 \text{ m}^3/\text{s}$ abgeführt werden kann. Voraussetzung dafür ist ein freier Abfluss (keine Betriebsstörung durch Verlegung etc.). Die hydrologische Auswertung des zugehörigen Knotens (AB_007_zu) ergab für den Prognose-Zustand einen Abfluss von $HQ_{100,\text{Prognose}} = 1,462 \text{ m}^3/\text{s}$. Durch eine Optimierung der Drossel das HRB Ankerbach (Reduzierung auf den potentiell natürlichen Abfluss $Q_{\text{Dr,Ausbau1}} = 0,3 \text{ m}^3/\text{s}$ und Erhöhung der Abgabe im Hochwasserfall ab einem Volumen von $V = 10.000 \text{ m}^3$ auf $Q_{\text{Dr,Ausbau2}} = 0,6 \text{ m}^3/\text{s}$, vgl. Anlage 07) kann der Abfluss am

Durchlass Am Bungert zwar geringfügig reduziert werden ($HQ_{100, \text{Ausbau}} = 1,397 \text{ m}^3/\text{s}$), jedoch wird aufgrund der großen Entfernung des HRB zur betrachteten Stelle eine HW-Sicherheit von $T_n = 100\text{a}$ nicht erreicht. Somit ist es erforderlich, lokalen Hochwasserschutz zu betreiben.

Beispielhaft ist nachfolgend der hydrologische Längsschnitt HQ_{100} für den Ankerbach im Ausbau-Zustand dargestellt.

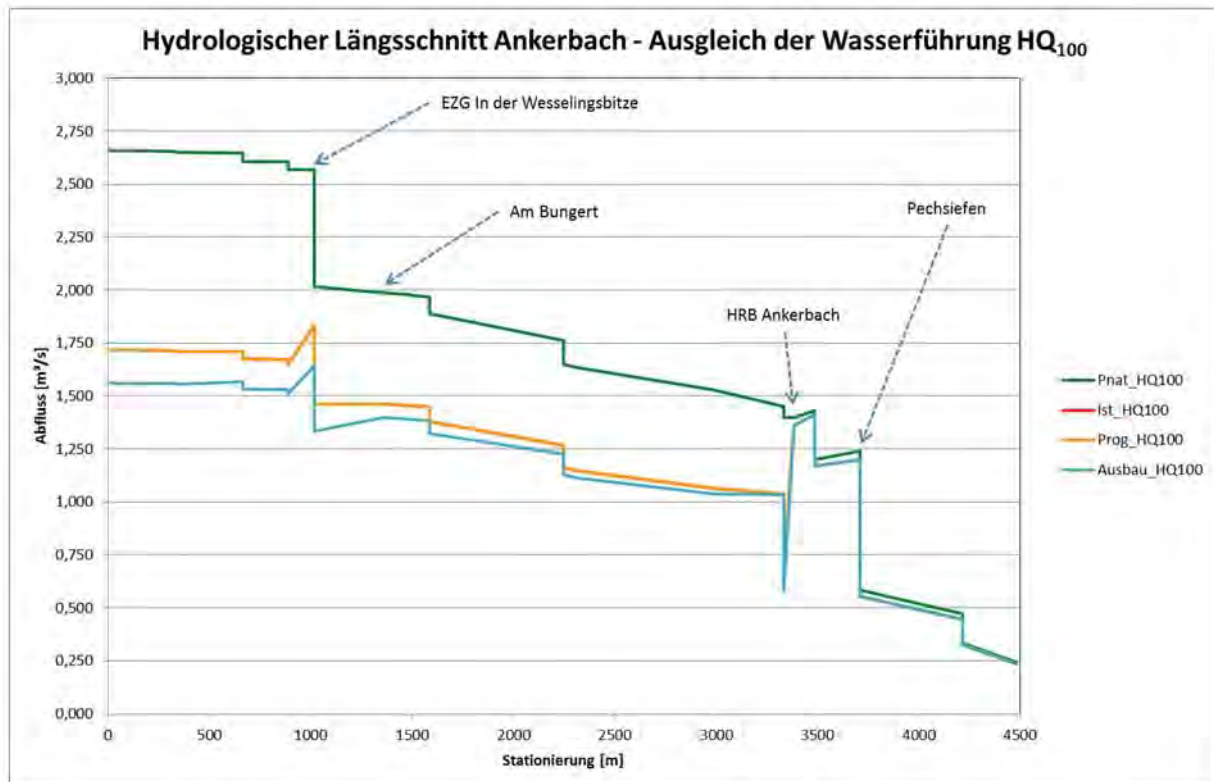


Abbildung 35: hydrologischer Längsschnitt HQ_{100} Ankerach, Ausbau-Zustand

5.1.5 Hydrologischer Nachweis gemäß BWK-M7

Bei der Führung des hydrologischen Nachweises gem. BWK-M7 werden die Abflüsse im Gewässer bilanziert. Zielgröße ist der potentiell natürliche, zweijährliche Abfluss $HQ_{2,pnat}$. Dieser darf nicht überschritten werden.

Die Vergleichsgröße ist der Abfluss des Prognose-Zustandes, bei Nachweis von Maßnahmenwirkung der Abfluss des Ausbau-Zustandes. Die Jährlichkeit der Vergleichsgröße richtet sich nach dem Wiederbesiedlungspotential (WBP). Im BWK-M7 sind folgende Begriffe definiert:

Gleichung 1: $HQ_{2,Prognose} \leq HQ_{2,pnat}$

Gleichung 2: $HQ_{1,Prognose} \leq HQ_{2,pnat}$

- bei fehlendem bis geringem WBP auf mehr als 70 % der Fließstrecke im Nachweisraum gilt Gleichung 1
- bei fehlendem bis geringem WBP auf 30 % bis 70 % der Fließstrecke im Nachweisraum und weniger als 30 % der Fließstrecke mit hohem WBP gilt ebenfalls Gleichung 1
- in allen anderen Fällen gilt Gleichung 2

Aufgrund der Siedlungsstruktur im Einzugsgebiet und der damit einhergehenden Veränderung am Gewässer gilt für den Vilicher Bach und den Ankerbach die Gleichung 1.

Der maßgebende hydrologische Längsschnitt für den Vilicher Bach ist nachfolgend dargestellt:

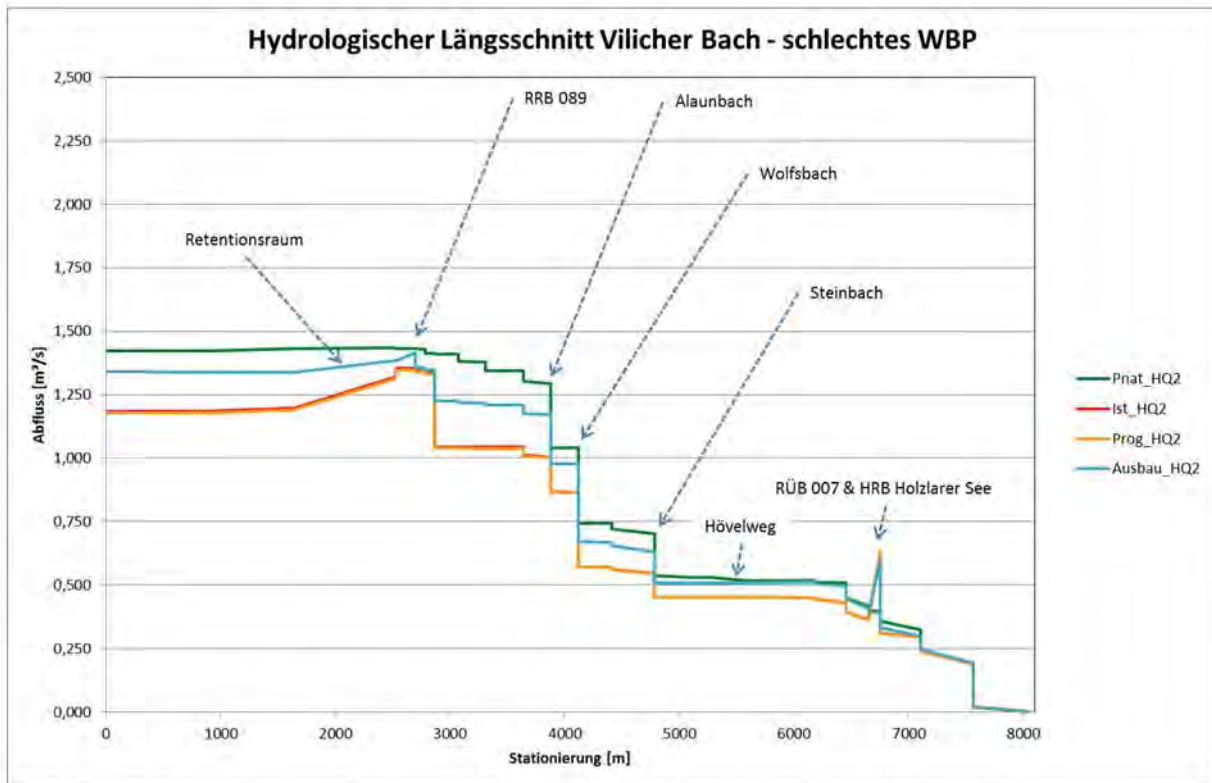


Abbildung 36: Hydrologischer Längsschnitt Vilicher Bach, BWK-M7

Es ist zu erkennen, dass nur an der Einleitungsstelle des RÜB 007 oberhalb des HRB Holzlarer See ein Defizit aufgezeigt wird (Ist- bzw. Prognose-Abfluss liegt über Pnat-Abfluss). An dieser Stelle besteht also Handlungsbedarf, z.B. durch Rückhaltung vor Einleitung.

Der maßgebende hydrologische Längsschnitt für den Ankerbach ist nachfolgend dargestellt:

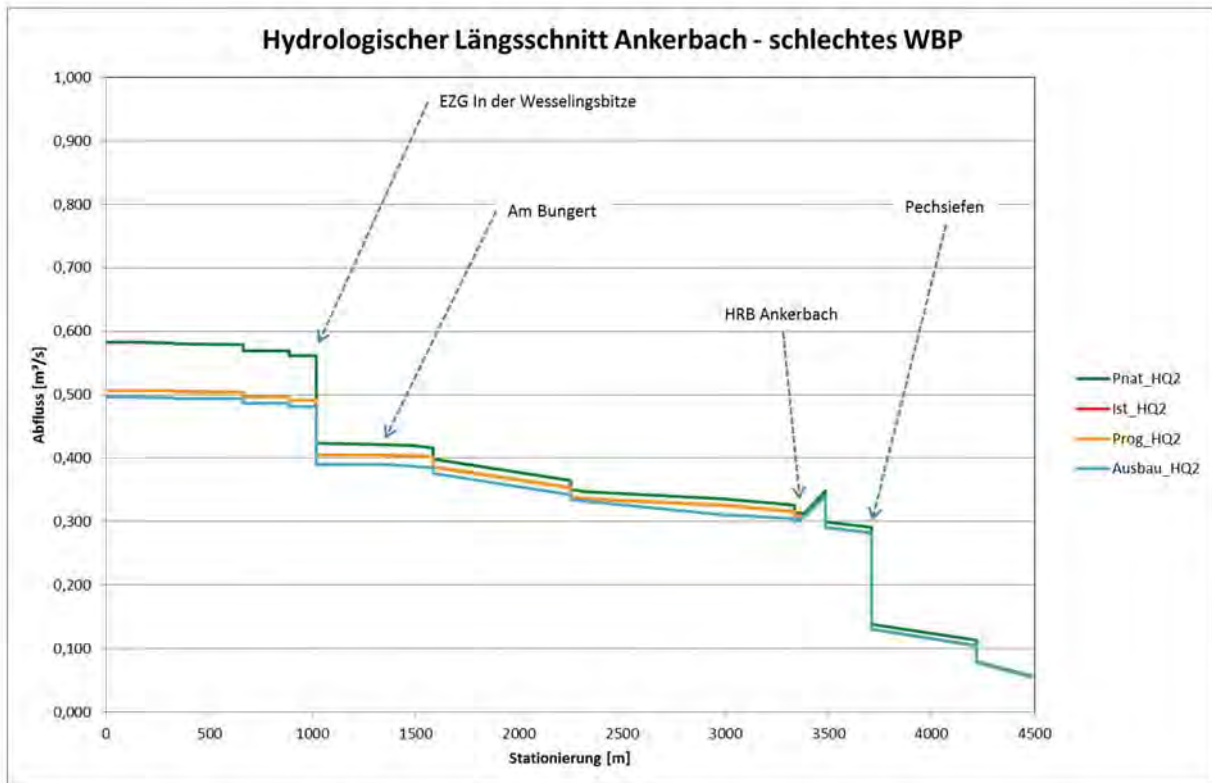


Abbildung 37: hydrologischer Längsschnitt Ankerbach, BWK-M7

Es ist zu erkennen, dass kein Defizit aufgezeigt wird. Der hydrologische Nachweis gem. BWK-M7 ist erbracht, es besteht kein Handlungsbedarf.

5.1.6 Bemessungshochwasserzuflüsse gemäß DIN 19700

Für das HRB Holzlarer See und das HRB Ankerbach wurden die Bemessungshochwasserzuflüsse BHQ_1 , BHQ_2 und BHQ_3 ermittelt.

HRB Holzlarer See

Aus dem Stauanlagenbuch des HRB Holzlarer See wurden die Kennwerte des Dammbauwerks und des zugehörigen Volumens entnommen:

- Höhe Dammbauwerk $H = 8,3 \text{ m}$
- Volumen $V = 5.600 \text{ m}^3$

Anhand der DIN 19700 Teil 12 Bild 1 wird das HRB Holzlarer See somit als mittleres Becken klassifiziert. Daraus leiten sich die Jährlichkeiten der von BHQ_1 und BHQ_2 ab. Der Zufluss zum HRB Holzlarer See wurde anhand der Statistik mittels der Gamma-Verteilung für den Ist-Zustand ermittelt:

- $BHQ_1 \quad T_n = 500a \quad \Rightarrow \quad HQ_{500} = 2,590 \text{ m}^3/\text{s}$
- $BHQ_2 \quad T_n = 5000a \quad \Rightarrow \quad HQ_{5000} = 3,298 \text{ m}^3/\text{s}$

Zur Festlegung des BHQ_3 wurde die Vorgabe gemacht, dass am Zulauf der Verrohrung Hövelweg/Hauptstraße für den Vilicher Bach eine Sicherheit für ein HQ_{100} sicherzustellen ist ($Q_{\max} = 1,808 \text{ m}^3/\text{s}$). Im Ist-Zustand läuft dem HRB Holzlarer See ein Abfluss von $HQ_{100} = 2,078 \text{ m}^3/\text{s}$ zu.

HRB Ankerbach

Aus dem Stauanlagenbuch des HRB Ankerbach wurden die Kennwerte des Dammbauwerks und des zugehörigen Volumens entnommen:

- Höhe Dammbauwerk $H = 4,7 \text{ m}$
- Volumen $V = 8.919 \text{ m}^3$

Anhand der DIN 19700 Teil 12 Bild 1 wird das HRB Ankerbach somit als kleines Becken klassifiziert. Daraus leiten sich die Jährlichkeiten der von BHQ_1 und BHQ_2 ab. Der Zufluss zum HRB Ankerbach wurde anhand der Statistik mittels der Gamma-Verteilung für den Ist-Zustand ermittelt:

- $BHQ_1 \quad T_n = 500a \quad \Rightarrow \quad HQ_{500} = 1,828 \text{ m}^3/\text{s}$
- $BHQ_2 \quad T_n = 5000a \quad \Rightarrow \quad HQ_{5000} = 2,495 \text{ m}^3/\text{s}$

Zur Festlegung des BHQ_3 wurde die Vorgabe gemacht, dass am Zulauf der Verrohrung Am Bungert für den Ankerbach der Hochwasserschutz für ein HQ_{100} optimiert werden soll. ($Q_{\max} = 0,800 \text{ m}^3/\text{s}$). Durch die große Entfernung des HRB Ankerbach zur betroffenen Verrohrung kann aufgrund der natürlichen Zuflüsse im Zwischeneinzugsgebiet auch bei maximaler Ausreizung der Drosseloptimierung kein HQ_{100} -Schutz erreicht werden ($HQ_{100, \text{Ausbau}} = 1,397 \text{ m}^3/\text{s}$), sodass ein Objektschutz erforderlich ist. Für die Nachweisführung gem. DIN 19700 kann für den Standort des HRB Ankerbach der Zufluss aus dem Ist-Zustand von $HQ_{100} = 1,361 \text{ m}^3/\text{s}$ zugrunde gelegt werden.

5.2 Hydraulisches Modell

Die hydraulischen Berechnungen mit dem Modell JABRON wurden auf Basis der hydrologischen Auswertungen für die Hochwasserabflüsse $HQ = 1, 2, 5, 10, 20, 50$ und 100 für den Pnat-Zustand, den Ist-Zustand und den Prognose-Zustand durchgeführt. Für den Ist-Zustand wurden zusätzlich die Wasserspiegellagen für ein HQ_{1000} berechnet.

Die detaillierten Berechnungsergebnisse sind aufgrund des Datenumfangs nur digital abgelegt.

Für den Ist-Zustand sind die Wasserspiegellagen für die Hochwasserabflüsse $HQ = 10, 100$ und 1000 in Querprofilen dargestellt (vgl. Anlage 06). Die Wasserspiegellage für $HQ = 10, 100$ und 1000 bilden die Grundlage für die Berechnung und Darstellung der Überschwemmungsgebiete (vgl. Kapitel 5.3).

Am Vilicher Bach gibt es 40 Querbauwerke und am Ankerbach 19. Nachfolgend ist die Anzahl der überströmten Querbauwerke pro Jährlichkeit aufgeführt (Ist-Zustand):

HQ	Anzahl der überströmten Querbauwerke Vilicher Bach	Anzahl der überströmten Querbauwerke Ankerbach
1	2	1
2	3	2
5	3	3
10	4	3
20	5	5
50	8	5
100	11	7
1000	21	10

Abbildung 38: Anzahl überströmter Querbauwerke

5.3 Überschwemmungsgebiete

Für den Ist-Zustand wurden für HQ_{10} , HQ_{100} und HQ_{1000} die Wasserspiegellagen mit dem DGM verschnitten und die Überschwemmungsgebiete ermittelt.

Durch den hydraulischen Berechnungsmodus 1D ergeben sich dabei bekannter Maßen Einschränkungen in der Aussagemöglichkeit, insbesondere bei großflächig ausgebreiteten Überschwemmungsflächen. Der genaue Ausbreitungsbereich kann nur mittels 2D-Hydraulik berechnet werden. Stellen, an denen diese Anwendungsgrenzen der Modelltechnik auftreten, sind auf den Plänen gekennzeichnet.

Die Überschwemmungsgebiete sind in detaillierten Plansätzen dargestellt. Dabei sind jeweils für den Vilicher Bach und den Ankerbach getrennte Karten für HQ_{10} , HQ_{100} und HQ_{1000} erstellt worden.

5.3.1 Vilicher Bach

Von der Quelle beginnend ergibt sich beim Vilicher Bach für das HQ_{10} die erste Gefahrenstelle an der Siegburger Straße. Die nächsten Stellen betreffen den Bereich zwischen der B56 (St. Augustiner Str.) und der Straße Am Herrengarten sowie zwischen B56 und Wilfried-Hatzfeld-Straße. Im weiteren Verlauf kommt es beim HQ_{10} erst wieder im Bereich „In der Lachen“ zu Ausuferungen, die sowohl östlich als auch westlich der Niederkasseler Straße auftreten. Hier befindet sich der Vilicher Bach eingedeicht in einer Hochlage. Der Abschnitt an der Kläranlage und weiter bis zur Mündung bleibt beim HQ_{10} überflutungsfrei.

Beim HQ_{100} beginnt die erste Gefahrenstelle bereits am Einlauf im Kreuzungsbereich Hauptstraße/Hövelweg. Die Verrohrung ist nicht ausreichend groß dimensioniert. Es kommt zu Überflutungen, die sich über die Hauptstraße ausbreiten. Im Ausbau-Zustand wird das HRB Holzlarer See so ausgelegt, dass die Abflusswelle ausreichend stark gedämpft wird, und es somit an dieser Stelle nicht mehr zu einer Überflutung kommt. Die nächste Gefahrenstelle ergibt sich beim HQ_{100} zwischen der L83 (Müldorfer Straße) und dem Finkenweg. Die Gefahrenstellen an der Siegburger Straße, B56/Am Herrengarten und B56/Wilfried-Hatzfeld-Straße verschärfen sich im Vergleich zum HQ_{10} deutlich. Im Bereich Beuler Straße entsteht beim HQ_{100} eine zusätzliche Überschwemmungsfläche. Ab der A59 ergeben aufgrund der eingedeichten Hochlage des Vilicher Bachs zahlreiche, großflächige Überschwemmungsflächen. Erst der Abschnitt von der Kläranlage bis zur Mündung ist beim HQ_{100} wieder überflutungsfrei.

Beim HQ_{1000} bleiben die Gefahrenstellen prinzipiell gleich, jedoch verändert sich der Grad der Überschwemmung drastisch. Ein genauer Verlauf der Überschwemmungen in den flacheren

Gebietsteilen ist jedoch erst mittel 2D-Modellierung bestimmbar. Dies gilt für die meisten Flächen bereits für das HQ₁₀₀.

5.3.2 Ankerbach

Beim HQ₁₀ am Ankerbach ergibt sich die erste Gefahrenstelle auf der Grünfläche hinter dem Polizeipräsidium. Die zweite Überschwemmungsfläche liegt im Auenbereich kurz vor der Mündung.

Beim HQ₁₀₀ beginnt die erste Gefahrenstelle bereits am Einlauf des Ankerbachs Am Bungert. Die Verrohrung ist nicht ausreichend groß dimensioniert. Es kommt zu Überflutungen, die sich durch die Ortslage Richtung Unterführung A562 ausbreiten. Die Gefahrenstelle am Polizeipräsidium verschärft sich und breitet sich anschließend über die Heinrich-Konen-Straße aus. Hier ist die Unterführung der Bahnlinie betroffen.

Im Vergleich zum HQ₁₀₀ ergeben sich beim HQ₁₀₀₀ drei zusätzliche Gefahrenstellen. Zum Ersten wird der Bereich zwischen Oberkasseler Straße und A562 überflutet, zum Zweiten ist die Bahnlinie im Bereich des Polizeipräsidiums betroffen und zum Dritten wird es eine Überflutung im Bereich Königswinterer Straße/In den Erlen geben. Die flächige Ausbreitung für HQ₁₀₀ und insbesondere für HQ₁₀₀₀ sind erst mittels 2D-Modellierung bestimmbar.

6. Planunterlagen

Dem Erläuterungsbericht sind folgende Pläne beigelegt.

Blatt-Nr.:	Bezeichnung	Maßstab	Plan-Nr.:
01	Übersichtsplan natürliches Einzugsgebiet	1 : 10.000	2570/11710
02	Übersichtsplan NASIM-Teilgebiet 01	1 : 5.000	2570/11711
03	Übersichtsplan NASIM-Teilgebiet 01	1 : 5.000	2570/11712
04	Übersichtsplan NASIM-Teilgebiet 01	1 : 5.000	2570/11713
05	Übersichtslageplan Vilicher Bach 01 HQ ₁₀	1 : 2.500	2570/11714
06	Übersichtslageplan Vilicher Bach 02 HQ ₁₀	1 : 2.500	2570/11715
07	Übersichtslageplan Vilicher Bach 03 HQ ₁₀	1 : 2.500	2570/11716
08	Übersichtslageplan Vilicher Bach 04 HQ ₁₀	1 : 2.500	2570/11717
09	Übersichtslageplan Vilicher Bach 05 HQ ₁₀	1 : 2.500	2570/11718
10	Übersichtslageplan Vilicher Bach 01 HQ ₁₀₀	1 : 2.500	2570/11719
11	Übersichtslageplan Vilicher Bach 02 HQ ₁₀₀	1 : 2.500	2570/11720
12	Übersichtslageplan Vilicher Bach 03 HQ ₁₀₀	1 : 2.500	2570/11721
13	Übersichtslageplan Vilicher Bach 04 HQ ₁₀₀	1 : 2.500	2570/11722
14	Übersichtslageplan Vilicher Bach 05 HQ ₁₀₀	1 : 2.500	2570/11723
15	Übersichtslageplan Vilicher Bach 01 HQ ₁₀₀₀	1 : 2.500	2570/11724
16	Übersichtslageplan Vilicher Bach 02 HQ ₁₀₀₀	1 : 2.500	2570/11725
17	Übersichtslageplan Vilicher Bach 03 HQ ₁₀₀₀	1 : 2.500	2570/11726
18	Übersichtslageplan Vilicher Bach 04 HQ ₁₀₀₀	1 : 2.500	2570/11727
19	Übersichtslageplan Vilicher Bach 05 HQ ₁₀₀₀	1 : 2.500	2570/11728
20	Übersichtslageplan Ankerbach 01 HQ ₁₀	1 : 2.500	2570/11729
21	Übersichtslageplan Ankerbach 02 HQ ₁₀	1 : 2.500	2570/11730
22	Übersichtslageplan Ankerbach 03 HQ ₁₀	1 : 2.500	2570/11731
23	Übersichtslageplan Ankerbach 01 HQ ₁₀₀	1 : 2.500	2570/11732

24	Übersichtslageplan Ankerbach 02 HQ ₁₀₀	1 : 2.500	2570/11733
25	Übersichtslageplan Ankerbach 03 HQ ₁₀₀	1 : 2.500	2570/11734
26	Übersichtslageplan Ankerbach 01 HQ ₁₀₀₀	1 : 2.500	2570/11735
27	Übersichtslageplan Ankerbach 02 HQ ₁₀₀₀	1 : 2.500	2570/11736
28	Übersichtslageplan Ankerbach 03 HQ ₁₀₀₀	1 : 2.500	2570/11737
29	Lageplan HRB Holzlarer See, Volumenermittlung, Planungs-Zustand	1 : 500	2570/11738

Abbildung 39: Planverzeichnis

7. Zusammenfassung

Die Stadt Bonn hatte im Einzugsgebiet des Vilicher Bachs und des Ankerbachs Fragestellungen bezüglich einer großen Spannbreite von wasserwirtschaftlichen Themen zu beantworten (BWK-M7, Hochwassergefahr, DIN 19700). Hierzu wurden umfangreiche hydrologische und hydraulische Untersuchungen durchgeführt.

Für die hydrologischen Untersuchungen wurde ein NA-Modell (NASIM) für den Pnat-, Ist- und Prognose-Zustand aufgestellt. Das Modell wurde anhand von zwei Pegeln verifiziert und über Spendenvergleiche (Regionalisierungsverfahren) plausibilisiert. Zur Ermittlung der Abflussspitzen an diversen Modellknoten wurden Langzeitsimulationen über einen Zeitraum von 38 Jahren durchgeführt. Die Abflussspitzen wurden statistisch unter Verwendung der Gamma-Verteilung auf Basis einer jährlichen Serie mit DVWK-Korrektur ermittelt. Für die Jährlichkeiten $T_n = 1a$ und $T_n = 2a$ wurde eine empirische Verteilung verwendet und die Werte ausgezählt. Die Abflussspitzen wurden für den Pnat-, Ist- und Prognose-Zustand ermittelt, wobei jeweils das HQ = 1, 2, 5, 10, 20, 50 und 100 ausgewertet wurde. Für den Ist-Zustand wurde ebenfalls das HQ₁₀₀₀ ermittelt. Die Ergebnisse der hydrologischen Untersuchungen liegen in Form von Tabellen und hydrologischen Längsschnitten vor.

Für die Hauptläufe des Vilicher Bachs und des Ankerbachs wurde der detaillierte hydrologische Nachweis gem. BWK-M7 geführt. Am Vilicher Bach ergibt sich nur die Einleitstelle des RÜB 007 als defizitär. Hier besteht Handlungsbedarf. Es existiert bereits eine Planung für eine gewässerverträgliche Einleitung. Am Ankerbach ist der Nachweis erbracht, es besteht kein Handlungsbedarf.

Folgende Kernaussagen können zusammengefasst werden:

- Die beiden HRB halten Hochwasserabflüsse im Einzugsgebiet zurück und reduzieren die Hochwasserscheitel. Somit bringen sie Entlastung für die Unterlieger. Darüber hinaus ist an einzelnen Stellen die Prüfung lokaler HW-Schutzmaßnahmen sinnvoll. Die Bemessungsrelevanten Daten liegen nun vor.
- Beim HRB Holzlarer See wurde ein dringender Handlungsbedarf festgestellt. Der über dem Dauerstau verfügbare Stauraum ist nicht ausreichend groß für den Hochwasserschutz.
- Damit ein ausreichender Hochwasserschutz am Einlauf in die Verrohrung Hövelweg erreicht werden kann, ist eine 2-stufige gesteuerte Drosselabgabe sowie die Vergrößerung des HW-Stauraums bei gleichzeitiger Anpassung der HW-Entlastung erforderlich. Eine aktuelle Volumenberechnung ergab, dass bei einer Absenkung des Dauerstaus um ca. 1,60 m das

vorhandene Volumen von 5.600 m³ bis zur Schwelle der HW-Entlastungsanlage auf das benötigte Volumen von $V_{\text{erf}} = 8.090 \text{ m}^3$ erhöht werden kann.

- Beim HRB Ankerbach wird empfohlen, ebenfalls eine 2-stufige gesteuerte Drossel vorzusehen. Hierdurch wird der Hochwasserschutz optimiert. Allerdings kann ein HW-Schutz für ein HQ₁₀₀ am Beginn der Verrohrung Am Bungert nicht alleine durch diese Maßnahme erreicht werden. Hier sind lokale HW-Schutzmaßnahmen zu untersuchen.
- Es wird grundsätzlich empfohlen, die betroffenen Einwohner und Institutionen durch entsprechende Informationen über die bestehende Hochwassergefährdung zu informieren und auf ggf. erforderliche Eigenvorsorge (z.B. Objektschutz) hinzuweisen.

Aufgestellt:

Wuppertal im Dezember 2014/VG/ASC/2570

Bonn im Dezember 2014

Bundesstadt Bonn

i. A.

Ingenieurbüro Reinhard Beck GmbH & Co. KG