

## Bericht

# Integrales Hochwasserschutz- und Rückhaltekonzept für den Markt Mönsheim

SKI GmbH + Co.KG  
Beratende Ingenieure  
für das Bauwesen  
Wasserwirtschaft,  
Wasserbau, Grundbau

Lessingstraße 9  
D-80336 München  
T +49(0)89 8904584-70  
F +49(0)89 8904584-71  
[www.ski-ing.de](http://www.ski-ing.de)

## Auftraggeber

Markt Mönsheim  
Kastenplatz 1  
91804 Mönsheim



## Auftragsnummer

33611

München, den 31.03.2014

Verfasser

Projektleiter

M.Eng. Julian Schmidt

Dr.-Ing. Frank Kleist

## Inhaltsverzeichnis

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | Veranlassung und Aufgabenstellung .....                                 | 5  |
| 2     | Gewässerkundliche Grundlagen – Niederschlag-Abfluss-Simulation.....     | 6  |
| 2.1   | Gewässernetz, Modellaufbau, Geländemodell .....                         | 6  |
| 2.2   | Landnutzung .....   | 9  |
| 2.3   | Niederschlagsdaten .....  | 10 |
| 2.4   | Maßgebliche Niederschlagsdauer .....                                    | 11 |
| 2.5   | Berechnungsmethoden .....   | 12 |
| 2.6   | Kalibrierung anhand gemessener Abflusswerte.....                        | 14 |
| 2.7   | Ergebnis der kalibrierten Abflusssimulation .....                       | 15 |
| 3     | Überschwemmungsgebietsermittlung im Ist-Zustand – hydr. 2d-Modell ..... | 17 |
| 3.1   | Grundlage .....   | 17 |
| 3.2   | Verwendetes Programm.....   | 17 |
| 3.3   | Erstellung des Berechnungsnetzes .....                                  | 18 |
| 3.3.1 | Ausdehnung .....  | 18 |
| 3.3.2 | Flussschlauchnetz .....   | 18 |
| 3.3.3 | Vorlandnetz .....   | 19 |
| 3.3.4 | Bauwerke.....   | 19 |
| 3.4   | Erfassung der Sohlrauheiten .....                                       | 20 |
| 3.5   | Modellrandbedingungen.....  | 22 |
| 3.5.1 | Modellzuflüsse .....  | 22 |
| 3.5.2 | Ausflussrand, unterstromige Randbedingung .....                         | 22 |
| 3.6   | Abflusssimulation .....   | 22 |
| 3.7   | Ergebnisdarstellung .....   | 23 |
| 3.8   | Ergebnis der Berechnung.....  | 23 |
| 4     | Zielvorstellungen .....   | 24 |
| 4.1   | Hochwasserschutz .....  | 24 |
| 4.2   | Ökologie.....   | 24 |
| 5     | Vorbereitende Untersuchungen – Problemanalyse.....                      | 25 |
| 5.1   | Wasserspiegellagenberechnung Gailach .....                              | 25 |
| 5.2   | Leistungsfähigkeit Gailach .....  | 25 |
| 5.3   | Defizitanalyse.....   | 27 |
| 5.3.1 | Hochwasserschutz.....   | 27 |
| 5.3.2 | Ökologie .....  | 27 |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 6     | Zusammenstellung der Varianten und Ableitung der Vorzugsvariante..... | 28 |
| 6.1   | Einzelmaßnahmen (Module), Negativauswahl .....                        | 28 |
| 6.1.1 | Mögliche Einzelbausteine (Module) .....                               | 28 |
| 6.1.2 | Negativauswahl .....  | 33 |
| 6.2   | Entwicklung und Untersuchung von drei Varianten .....                 | 33 |
| 6.2.1 | Allgemeines .....   | 34 |
| 6.2.2 | Variante 1 .....  | 34 |
| 6.2.3 | Variante 2 .....  | 36 |
| 6.2.4 | Variante 3 .....  | 38 |
| 6.2.5 | Wirkung der Varianten .....   | 41 |
| 6.2.6 | Kostenschätzung .....   | 44 |
| 7     | Geplantes Vorhaben - Vorzugsvariante.....                             | 45 |
| 7.1   | Ableitung der Vorzugsvariante .....                                   | 45 |
| 7.1.1 | Abwägung zwischen Variante 1 und 2 .....                              | 45 |
| 7.1.2 | Abwägung zwischen Variante 2 und 3 .....                              | 45 |
| 7.1.3 | Wahl Vorzugsvariante.....   | 46 |
| 7.1.4 | Nutzwertanalyse Vorzugsvariante.....                                  | 46 |
| 7.2   | Technische Gestaltung – Darstellung der Vorzugsvariante .....         | 47 |
| 7.2.1 | Hydraulischer Nachweis der Vorzugsvariante .....                      | 47 |
| 7.2.2 | Maßnahmen und Baukonstruktionen .....                                 | 48 |
| 8     | Erfolg des Vorhabens.....   | 52 |
| 9     | Vorschlag Hochwasservorsorgemaßnahmen .....                           | 52 |
| 9.1   | Flächenvorsorge .....   | 52 |
| 9.2   | Bauvorsorge.....  | 52 |
| 9.3   | Ökologische Aufwertung .....  | 53 |
| 10    | Sonstige Erläuterungen.....   | 54 |
| 10.1  | Regelung für Bedienung, Überwachung und Unterhalt.....                | 54 |
| 10.2  | Vorstellungen über die Finanzierung .....                             | 54 |
| 10.3  | Voraussetzungen für den Erfolg des Hochwasserschutzkonzepts.....      | 54 |
| 10.4  | Möglicher Zeitplan zur Verwirklichung der Maßnahmen .....             | 55 |
| 11    | Problematik Hangwasser.....   | 55 |
|       | Anlagen.....  | 56 |

## Verwendete Unterlagen, Daten und Programme

- [1] Digitale Flurkarte Markt Mörsheim, übergeben am 30.04.2013
- [2] Digitale Orthofotos, übergeben am 30.04.2013
- [3] ALKIS-Objektdatenkatalog: Digitale Daten der Tatsächlichen Nutzung, Landesamt für Vermessung und Geoinformation Bayern, 2013
- [4] Digitales Geländemodell (1m/10m Laserscan-Daten), Landesamt für Vermessung und Geoinformation Bayern, 2013
- [5] Flussquerprofile, LR Völker & Partner GbR, 2010
- [6] Bodeninformationssystem Bayern, Bodenkarte - Geofachdatenatlas, Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2012
- [7] Bodeninformationssystem Bayern, Bodenschätzungskarte Bayern, Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2012
- [8] Bodeninformationssystem Bayern, Bodendurchlässigkeit – Geofachdatenatlas, Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2012
- [9] Bodeninformationssystem Bayern, Bodenporenart – Geofachdatenatlas, Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2012
- [10] FIN-Web: Biotope, Schutzgebiete und NATURA 2000-Gebiete in Bayern, Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2013
- [11] Starkniederschläge in der Bundesrepublik Deutschland (KOSTRA – Atlas)
- [12] DVWK-Regel 113, Arbeitsanleitung zur Anwendung von Niederschlags-Abfluss-Modellen in kleinen Einzugsgebieten, Teil II: Synthese
- [13] US Army Corps of Engineers, Hydrologic Modelling System – HEC HMS, Version 3.5
- [14] Mitteilung 32 - Zur Berechnung des effektiven oder abflusswirksamen Niederschlags, H.-B. Kleeberg, UniBW Institut für Wasserwesen, 1989
- [15] SMS 9.2.4 Surface Water Modeling System, Environmental Modeling Systems, Inc., Utah, USA, 2007
- [16] Hydrologie und Wasserwirtschaft, Ulrich Maniak, Springer Verlag Berlin, 4. Auflage 1997
- [17] Praktischer Einsatz eines hochgenauen Verfahrens für die Berechnung von tiefengemittelten Strömungen, Nujic M., Mitteilungen des Instituts für Wasserwesen der Universität der Bundeswehr München, Nr. 64, 1999.

## 1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Das Ingenieurbüro SKI GmbH + Co.KG wurde vom Markt Mörsheim als Verantwortlicher für den Gewässerausbau und –unterhalt mit Auftragschreiben vom 16.01.2013 beauftragt, ein Hochwasserschutz- und Rückhaltekonzept für die Gailach und ihre Zubringergewässer auszuarbeiten. Der Planungsbereich umfasst das ganze Einzugsgebiet der Gailach bis zur Mündung in die Altmühl (siehe Abbildung 1).

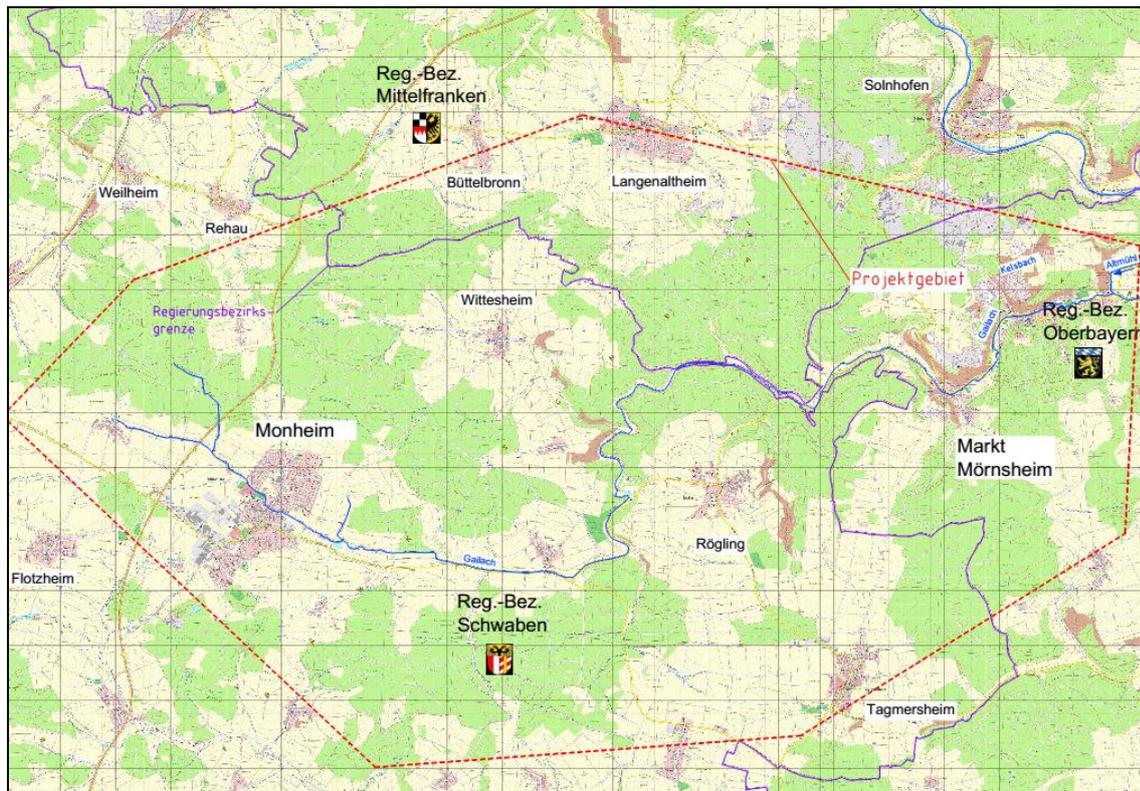


Abbildung 1: Übersicht Projektgebiet

Die Gailach, ein Gewässer III. Ordnung (GEW III.), entspringt in Kreut einem südlich gelegenen Ortsteil von Monheim. In den Sommermonaten bzw. bei Niedrigwasser versickert die Gailach unterhalb von Warching vollständig und tritt erst bei Mülheim aus der Gailachquelle wieder zu Tage. Nur bei Hochwasser oder in den Wintermonaten findet ein oberflächiger Abfluss im Gailachtal statt. Bei vergangenen Hochwasserereignissen kam es im Markt Mörsheim mit seinen Ortsteilen Mörsheim, Altendorf und Mülheim zu großflächigen Überschwemmungen.

Im Hochwasserschutzkonzept sollen die Möglichkeiten am GEW III. für einen Schutz der bebauten Gebiete gegen ein 100-jährliches Hochwasser aufgezeigt werden. Sinnvolle Einzelmaßnahmen für einen Hochwasserrückhalt und einen technischen Hochwasserschutz werden zu mehreren Varianten zusammengefasst. Nach einer Bewertung dieser Varianten wird daraus eine Vorzugsvariante entwickelt. Anschließend wird die Wirksamkeit der Vorzugsvariante anhand einer 2d-Wasserspiegellagenberechnung nachgewiesen und die für die Verwirklichung der Maßnahmen anfallenden Kosten abgeschätzt.

Eine Übersichtslageplan des Projektgebiets ist in Anlage 1 angefügt.

## **2 Gewässerkundliche Grundlagen – Niederschlag-Abfluss-Simulation**

Zur Bearbeitung des vorliegenden Planungskonzepts wurde ein Niederschlag-Abfluss-Modell erstellt, um belastbare Hochwasserwellen zur Entwicklung der einzelnen Hochwasserschutzmaßnahmen zu erhalten. Zur Anwendung kam die Software HEC HMS [13]. Im Folgenden werden die Modellerstellung mit den verwendeten Eingangsdaten sowie die Berechnungsergebnisse kurz beschrieben.

### **2.1 Gewässernetz, Modellaufbau, Geländemodell**

Abbildung 2 zeigt das Gewässernetz im Einzugsgebiet der Gailach. Das Gesamt-einzugsgebiet erstreckt sich über rd. 79 km<sup>2</sup> und ist für die Untersuchungen in 24 Teileinzugsgebiete unterteilt.

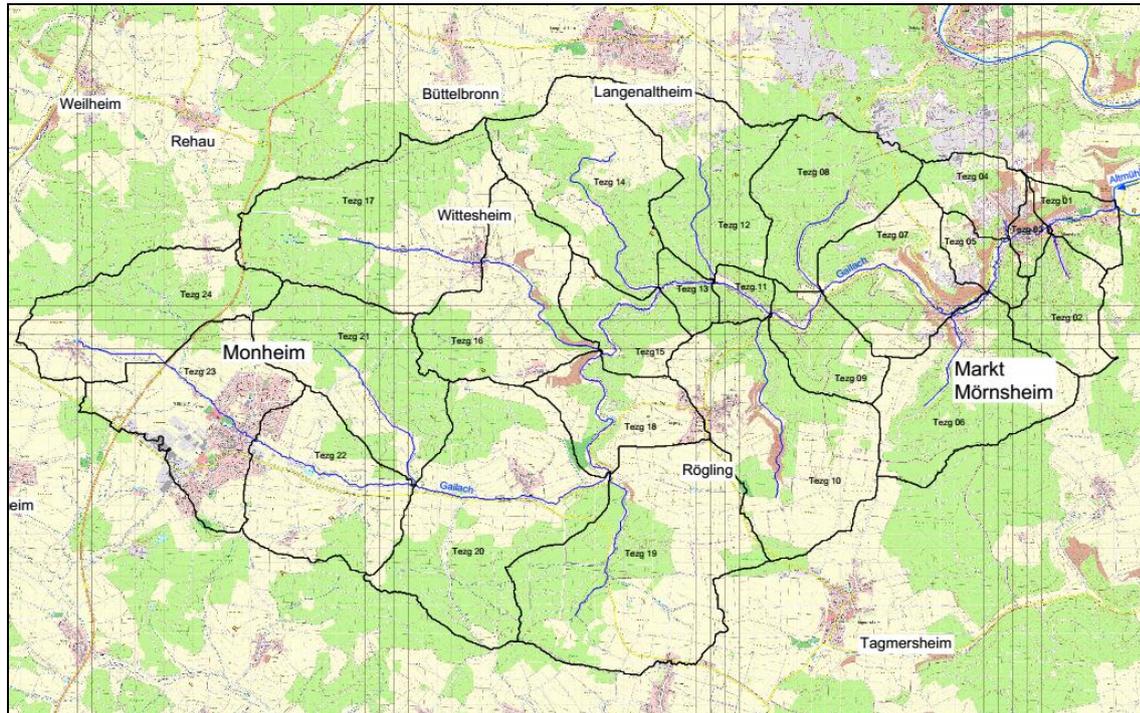


Abbildung 2: Gewässernetz

Grundlage für die Erstellung des Niederschlag-Abfluss-Modells waren Laserscandaten in einem Rasterabstand von 10 m x 10 m [4]. Mit Hilfe der Software ArcView und HEC GeoHMS wurde die Unterteilung in Teileinzugsgebiete auf Basis des Geländemodells halbautomatisch vorgenommen. In Tabelle 1 sind die Teileinzugsgebiete mit ihrer jeweiligen Fläche aufgelistet.

Tabelle 1: Teileinzugsgebiete

| TEZG Nr.<br>[-] | Fläche<br>[m <sup>2</sup> ] |
|-----------------|-----------------------------|
| 1               | 955'800                     |
| 2               | 1'763'000                   |
| 3               | 397'600                     |
| 4               | 1'219'700                   |
| 5               | 909'900                     |
| 6               | 4'321'500                   |
| 7               | 3'241'800                   |
| 8               | 3'344'700                   |
| 9               | 1'720'500                   |
| 10              | 5'665'400                   |
| 11              | 545'700                     |

| TEZG Nr.<br>[-] | Fläche<br>[m²] |
|-----------------|----------------|
| 12              | 3'593'700      |
| 13              | 625'200        |
| 14              | 4'755'700      |
| 15              | 1'739'800      |
| 16              | 3'992'600      |
| 17              | 6'354'700      |
| 18              | 2'333'600      |
| 19              | 7'505'300      |
| 20              | 6'849'800      |
| 21              | 4'278'700      |
| 22              | 4'095'100      |
| 23              | 4'371'800      |
| 24              | 4'119'300      |

**$\Sigma = 78'700'900$**

Die Gailach bzw. ihre für die Berechnung relevanten Zubringergewässer weisen im Projektgebiet jeweils etwa die in Tabelle 2 genannten mittleren Gefälle auf.

Tabelle 2: Mittleres Gefälle der Gewässer im Projektgebiet

| Gewässer-<br>teilstrecke | Beschreibung                            | Gefälle<br>[%] |
|--------------------------|---|----------------|
| GL 1                     | Gailach im Ortsbereich von Altendorf    | 3,9            |
| GL 2                     | Gailach im Ortsbereich von Mörsnheim    | 2,8            |
| GL 3                     | Gailach zwischen Mörsnheim und Mühlheim | 4,2            |
| GL 4                     | Gailach im Ortsbereich von Mühlheim     | 3,7            |
| GL 5                     | Gailach nördlich von Rögling            | 0,1            |
| GL 6                     | Gailach nördlich von Rögling            | 5,2            |
| GL 7                     | Gailach nördlich von Rögling            | 3,7            |
| GL 8                     | Gailach nordöstlich von Liederberg      | 5,1            |
| GL 9                     | Gailach südöstlich Liederberg           | 5,9            |
| GL 10                    | Gailach östlich von Warching            | 4,1            |
| GL 11                    | Gailach östlich von Monheim             | 5,0            |
| GL 12                    | Gailach im Ortsbereich von Monheim      | 11,4           |
| EB1                      | Ehbrust zw. Liederberg und Wittesheim   | 14,0           |

## 2.2 Landnutzung

Für die Abflussberechnung wurde die Landnutzung im Projektgebiet auf Grundlage der vorliegenden digitalen Daten der tatsächlichen Nutzung [3 ] berücksichtigt. Für jedes Teilgebiet wurde ein mittlerer CN-Wert<sup>1</sup> ermittelt. Durchschnittlich ergibt sich etwa die in Tabelle 3 dargestellte Flächenverteilung der einzelnen Nutzungen:

Tabelle 3: Landnutzung im Einzugsgebiet

| Landnutzung im Einzugsgebiet        | [%]   |
|-------------------------------------|-------|
| Agrarflächen                        | 40,32 |
| Siedlungsflächen                    | 4,87  |
| Straßenflächen / 100%<br>versiegelt | 1,88  |
| Waldflächen                         | 48,34 |
| Wegeflächen                         | 2,21  |
| Wiesenflächen                       | 2,38  |

Der Anlage 2.2 können die flächengewichteten CN-Werte der Teileinzugsgebiete entnommen werden. Diese basieren auf den CN-Werten nach U.S. Soil Conservation Service (1975), die in Anlage 2.1 beiliegen.

Für die CN-Wert-Ermittlung wurde für jedes Teileinzugsgebiet die Bodenklasse bestimmt. Die Bodenklassen wurden unter Einbeziehung von Bodenkarten [6], Bodenschätzungskarten [7], Durchlässigkeitskarten [8] sowie Angaben zur Porenart [9] der Böden ermittelt.

Da keine genaueren Untersuchungen vorliegen, ist der Einfluss der Karstlandschaft auf die Infiltrationsfähigkeit der Böden im Projektgebiet und den daraus resultierenden Anteil des Zwischenabflusses nur schwer einzuschätzen. Der Boden des Projektgebiets weist die für die Fränkische Alb typischen Höhlen und Klüfte auf, wodurch die Annahme, dass nahezu der gesamte Abfluss alleine aus dem Niederschlag über dem oberflächigen Einzugsgebiet resultiert, nicht zutreffen muss. Vielmehr ist es möglich, dass dem betrachteten Einzugsgebiet Grundwasser benachbarter Einzugsgebiete zu-

---

<sup>1</sup> Die Curve Number, auch CN-Wert genannt, beschreibt das Versickerungsvermögen des Bodens in dem jeweiligen Teileinzugsgebiet. Umso höher der ermittelte CN-Wert umso mehr Niederschlagswasser muss über die Vorfluter oberflächlich abgeführt werden.

oder abströmt und dadurch der Abfluss gegenüber dem Modellansatz verfälscht werden kann.

Die Unsicherheiten im Modellansatz werden durch Kalibrierungsereignisse eliminiert (siehe hierzu Kapitel 2.6).

Für die weiteren Untersuchungen werden für das Projektgebiet CN-Werte für Bodenklasse A verwendet. Eine Ausnahme stellen Böden mit der Landnutzung "Waldflächen" dar. Hier wird angenommen, dass ein größerer Anteil des Niederschlags zum Abfluss kommt. Daher werden für diese Böden CN-Werte der Bodenklasse B verwendet.

### 2.3 Niederschlagsdaten

Für das Projektgebiet wurden Niederschlagsdaten aus dem KOSTRA-Atlas des Deutschen Wetterdienstes [11] herangezogen. Hierbei steht ein rasterförmiges Netz von Niederschlagsdaten zur Verfügung. Der Niederschlag nach KOSTRA wird durch den empfohlenen Niederschlagsverlauf mit nicht konstanter Intensität nach DVWK – Regel 113 [12] über die entsprechenden Niederschlagsdauern verteilt (mittenbetonte Verteilung).

Das Projektgebiet erstreckt sich über drei Rasterzellen (S43 Z83; S44 Z83 und S43 Z84). Zur Ermittlung des Gebietsniederschlags wurden die Niederschlagshöhen der einzelnen Rasterzellen gemäß der Thiessenmethode gemittelt. Die Niederschlagshöhen unterschiedlicher Dauerstufen bei einem hundertjährigen Niederschlagsereignis können Tabelle 4 entnommen werden.

Tabelle 4: Niederschlagshöhen unterschiedlicher Dauerstufen bei T = 100 a

|                        | Dauerstufe [min] |      |      |      |      |      |      |
|------------------------|------------------|------|------|------|------|------|------|
|                        | 180              | 240  | 360  | 540  | 720  | 1080 | 1440 |
| Niederschlagshöhe [mm] | 57,5             | 59,2 | 61,9 | 64,9 | 67,3 | 72,8 | 78,4 |

Die einzelnen Teileinzugsgebiete wurden für die weiteren Berechnungen mit den gemittelten Niederschlagsmengen für ein 100-jährliches Niederschlagsereignis beaufschlagt. Im KOSTRA-Atlas wird die Genauigkeit der angegebenen Niederschlagsmengen auf +/- 20 % beziffert. Da keine Hinweise vorliegen, dass für die

Niederschlagsmengen die obere bzw. untere Grenze verwendet werden soll, wurden die im KOSTRA-Atlas angegebenen Mittelwerte übernommen.

Die Untersuchungen im Planzustand sollen gem. Auftrag mit einem Klimazuschlag von 15 % durchgeführt werden. Der Klimazuschlag ist auf die ermittelte Abflussganglinie für ein 100-jährliches Niederschlagsereignis aufzuschlagen. Hierzu wird das Niederschlags-Abfluss-Modell vorerst ohne Klimazuschlag betrieben. Der maximale Abfluss der berechneten Abflussganglinie wird dann mit 15 % beaufschlagt und die Niederschlagshöhe bis zum Erreichen des beaufschlagten Abflusses erhöht. Der sich so ergebende Zuschlagsfaktor auf die Niederschlagshöhe wird für alle Niederschlagsdauerstufen zum Planzustand verwendet.

## 2.4 Maßgebliche Niederschlagsdauer

Zur Ermittlung der maßgeblichen Niederschlagsdauer wurde die Abflussberechnung mit 7 verschiedenen Niederschlagsdauern durchgeführt. In Tabelle 5 sind die betrachteten Niederschlagsdauern mit Angabe des Spitzenabflusses sowie der Fülle aufgeführt. Die Ermittlung der maßgeblichen Niederschlagsdauer wurde mittels des 100-jährlichen Niederschlagsereignisses durchgeführt. Die erzeugten Abflussganglinien können Abbildung 4 entnommen werden.

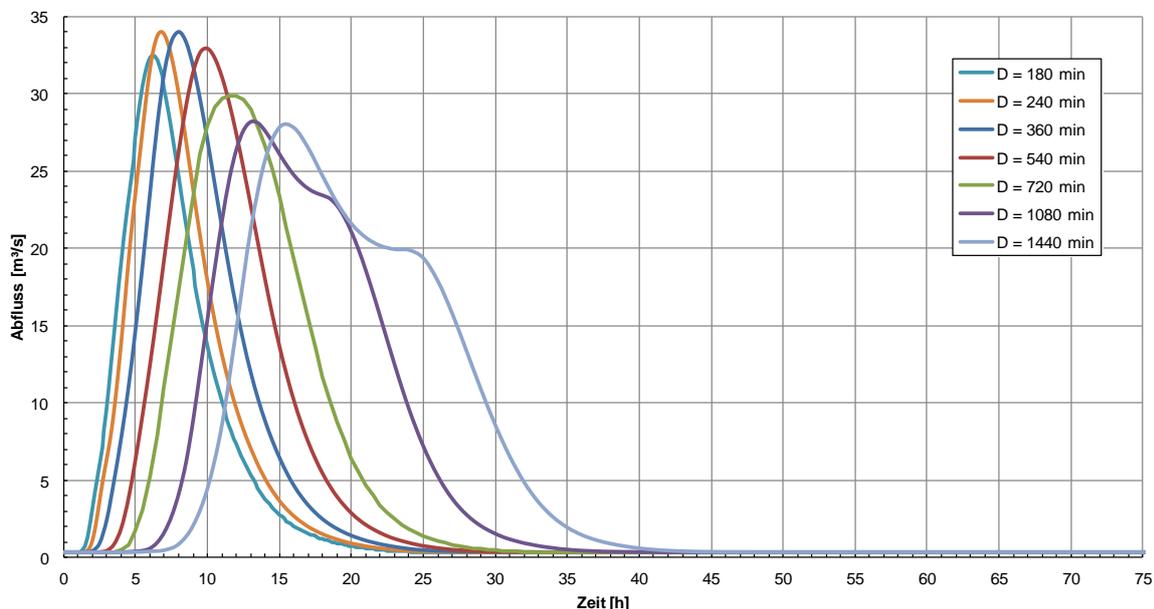


Abbildung 3: Abflussganglinien HQ 100, Istzustand (ohne Klimazuschlag)

Tabelle 5: Niederschlagsdauern (Ergebnisse Istzustand ohne Klimazuschlag)

| Niederschlagsdauer<br>[min] | $Q_{\max}$<br>[m <sup>3</sup> /s] | Fülle<br>[m <sup>3</sup> ] |
|-----------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| 180                         | 32,5                              | 832.400                    |
| 240                         | 34,0                              | 885.100                    |
| 360                         | 34,0                              | 1.024.400                  |
| 540                         | 32,9                              | 1.119.300                  |
| 720                         | 29,9                              | 1.200.700                  |
| 1080                        | 28,2                              | 1.395.000                  |
| 1440                        | 27,8                              | 1.607.600                  |

Es zeigt sich, dass eine Niederschlagsdauer von 360 min den höchsten Scheitelabfluss (34,0 m<sup>3</sup>/s, ohne Klimazuschlag) am Gebietsauslass erzeugt.

## 2.5 Berechnungsmethoden

Zur Ermittlung der Abflussganglinien wurde das Programm HEC-HMS [13] verwendet. Für den Istzustand und den Planzustand wurden die gleichen Berechnungsmethoden verwendet.

Maßgebender Parameter für die Abflussbildung ist der CN-Wert (flächengemittelt für jedes Teileinzugsgebiet). Der CN-Wert hängt von der Landnutzung der hydrologischen Bodenart und der Bodenfeuchte ab (siehe Punkt 2.2). Zusätzlich anzugeben ist der Anfangsverlust zu Beginn eines Niederschlagsereignisses. Der abflusswirksame Niederschlag wird nach dem verbesserten SCS-Verfahren für jedes Teileinzugsgebiet bestimmt. Hierbei wird der Anfangsverlust mit 10% des potentiellen maximalen Rückhalts angesetzt und entsprechend dem mittleren Gebietsgefälle exponentiell abgemindert, um dem geringeren Infiltrationsvermögen bei steileren Gebieten Rechnung zu tragen ( $I_A = 0,1 \cdot S \cdot e^{-G \cdot K}$ ) [14]. In Tabelle 6 sind die Anfangsverluste der einzelnen Teileinzugsgebiete in Abhängigkeit des CN-Wertes aufgeführt.

Die Ermittlung der Abflusskonzentration wird mit dem Verfahren nach Clark durchgeführt. Hierbei ist die Berechnung der jeweiligen Konzentrationszeit sowie die Bestimmung eines Speicherkoeffizienten erforderlich. Die Konzentrationszeit wird mit der modifizierten Kirpichformel (für Bayern) ermittelt. Der Speicherkoeffizient K wird in Abhängigkeit zur Konzentrationszeit berechnet. Hier wird als Berechnungsfaktor der Wert 0,75 angesetzt ( $K = 0,75 \times t_c$ ). In Tabelle 6 ist die Konzentrationszeit sowie der Speicherkoeffizient je Teileinzugsgebiet dargestellt.

Tabelle 6: Eingabewert zu Anfangsverlusten und Konzentrationszeit

| Tezg<br>Nr. | CN-<br>Wert,<br>gemittelt<br>[ - ] | Anfangs-<br>verlust $I_a$<br>[mm] | Konzentrationszeit<br>$t_c$ nach Kirpich<br>[ h ] | Speicher-<br>koeffizient<br>K<br>[ h ] |
|-------------|------------------------------------|-----------------------------------|---|--|
| 1           | 57.6                               | 9.6                               | 1.19  | 0.90                                   |
| 2           | 60.3                               | 10.4                              | 2.02  | 1.51                                   |
| 3           | 59.7                               | 7.4                               | 0.70  | 0.52                                   |
| 4           | 61.7                               | 8.4                               | 1.17  | 0.88                                   |
| 5           | 61.7                               | 7.4                               | 0.97  | 0.73                                   |
| 6           | 60.0                               | 10.9                              | 2.77  | 2.08                                   |
| 7           | 60.4                               | 9.3                               | 2.74  | 2.06                                   |
| 8           | 60.9                               | 10.9                              | 2.34  | 1.76                                   |
| 9           | 60.2                               | 10.1                              | 1.98  | 1.48                                   |
| 10          | 59.4                               | 12.1                              | 3.57  | 2.68                                   |
| 11          | 60.4                               | 8.0                               | 0.90  | 0.67                                   |
| 12          | 60.5                               | 11.1                              | 2.77  | 2.08                                   |
| 13          | 60.5                               | 9.3                               | 0.99  | 0.74                                   |
| 14          | 58.9                               | 12.9                              | 3.78  | 2.84                                   |
| 15          | 59.7                               | 10.6                              | 2.10  | 1.57                                   |
| 16          | 59.0                               | 13.0                              | 3.20  | 2.40                                   |
| 17          | 60.5                               | 13.2                              | 3.54  | 2.65                                   |
| 18          | 59.3                               | 11.7                              | 3.06  | 2.29                                   |
| 19          | 59.2                               | 14.1                              | 3.73  | 2.79                                   |
| 20          | 60.1                               | 13.7                              | 4.80  | 3.60                                   |
| 21          | 60.4                               | 13.8                              | 3.79  | 2.84                                   |
| 22          | 59.8                               | 13.9                              | 3.58  | 2.69                                   |
| 23          | 64.7                               | 11.7                              | 2.94  | 2.21                                   |
| 24          | 60.3                               | 14.3                              | 2.63  | 1.97                                   |

Zur Abbildung des Gerinneabflusses im NA - Modell wird ein Verfahren gewählt, bei dem die Gewässerlänge, das Energieliniengefälle, der Rauheitsbeiwert sowie die Gewässergeometrie verwendet werden (Muskingum Cunge Standard Method).

In Tabelle 7 sind die verwendeten Berechnungsmethoden im Niederschlags-Abfluss-Modell zusammengefasst.

Tabelle 7: Verwendete Berechnungsmethoden

| Berechnungsschritt                | angewandtes Verfahren              |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| Abflussbildung                    | Verbessertes SCS - Verfahren       |
| Abflusskonzentration              | Clark - Einheitsganglinie          |
| Gerinneabfluss<br>(Flood Routing) | Muskingum Cunge Standard<br>Method |

## 2.6 Kalibrierung anhand gemessener Abflusswerte

Die Grundlage für aussagekräftige Ergebnisse des NA-Modells ist eine Kalibrierung an historischen Hochwasserereignissen mit ausreichender Datendichte.

Für die Gailach bzw. das Einzugsgebiet der Gailach liegen keine Pegelmessungen oder andere Informationen bezüglich des Abflusses vor. Als Kalibrierungswert soll daher der vom WWA Ingolstadt berechnete Spitzenabfluss von 30,3 m<sup>3</sup>/s dienen. Dieser basiert auf Berechnungsverfahren (index flood modelling), die im Rahmen der EU-Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie vom LfU für die bayernweite Regionalisierung von Hochwasserabflüssen Anwendung finden.

Dieser Abfluss soll für die Kalibrierung der Hochwasserspitze für das gegenständliche Einzugsgebiet verwendet werden. Die Füllensbemessung erfolgt dann anhand der maßgeblichen Dauerstufe unter Verwendung der kalibrierten Eingangswerte mit Hilfe des bestehenden NA-Modells.

Als Kalibrierungsparameter soll der Speicherkoeffizient, Eingangswert für das Clark-Verfahren, verwendet werden. Der Speicherkoeffizient wird wie in Kapitel 2.5 beschrieben von der Konzentrationszeit abgeleitet und ist somit der einzige Parameter, der keinen direkten Bezug zu Einzugsgebietsgrößen aufweist.

Um am Gebietsauslass den Kalibrierungswert zu erzielen, wird der Berechnungsfaktor für den Speicherkoeffizient von ursprünglich 0,75 auf 1,01 erhöht ( $K = 1,01 \times t_c$ ). In Tabelle 8 sind die Speicherkoeffizient vor und nach der Kalibrierung dargestellt.

Da eine Karstlandschaft teils über größere Bodenspeicher verfügt, scheint eine Erhöhung des Speicherkoeffizienten, als Kenngröße der Retentionswirkung im Einzugsgebiet, durchaus plausibel.

Tabelle 8: Parameter Kalibrierungsereignis

| TEZG | Speicherkoeffizient<br>$K = 0.75 \cdot t_c$ | Speicherkoeffizient<br>$K = 1.01 \cdot t_c$ |
|------|---|---|
| [-]  | [h]   | [h]   |
| 1    | 0.90  | 1.21  |
| 2    | 1.51  | 2.04  |
| 3    | 0.52  | 0.71  |
| 4    | 0.88  | 1.19  |
| 5    | 0.73  | 0.98  |
| 6    | 2.08  | 2.80  |
| 7    | 2.06  | 2.77  |
| 8    | 1.76  | 2.36  |
| 9    | 1.48  | 2.00  |
| 10   | 2.68  | 3.61  |
| 11   | 0.67  | 0.91  |
| 12   | 2.08  | 2.79  |
| 13   | 0.74  | 1.00  |
| 14   | 2.84  | 3.82  |
| 15   | 1.57  | 2.12  |
| 16   | 2.40  | 3.23  |
| 17   | 2.65  | 3.57  |
| 18   | 2.29  | 3.09  |
| 19   | 2.79  | 3.76  |
| 20   | 3.60  | 4.85  |
| 21   | 2.84  | 3.83  |
| 22   | 2.69  | 3.62  |
| 23   | 2.21  | 2.97  |
| 24   | 1.97  | 2.66  |

Das Ergebnis der Kalibrierung ist in Kapitel 2.7 beschrieben.

## 2.7 Ergebnis der kalibrierten Abflusssimulation

Für die Planungen des Hochwasserschutzkonzeptes wird die Wiederkehrzeit 100 Jahre betrachtet. In Abbildung 4 ist das Ergebnis der mit HEC HMS ermittelten und kalibrierten Abflussganglinie für ein 100-jährliches ( $HQ_{100}$ ) Ereignis für die maßgebliche Niederschlagsdauer von 360 min im Istzustand (ohne Klimazuschlag) dargestellt. Am

Gebietsauslass, an der Mündung der Gailach in die Altmühl, wird bei einem  $HQ_{100}$  ein Scheitelabfluss von  $30,3 \text{ m}^3/\text{s}$  erreicht. Dieser Wert stimmt mit der Vorgabe des WWA überein.

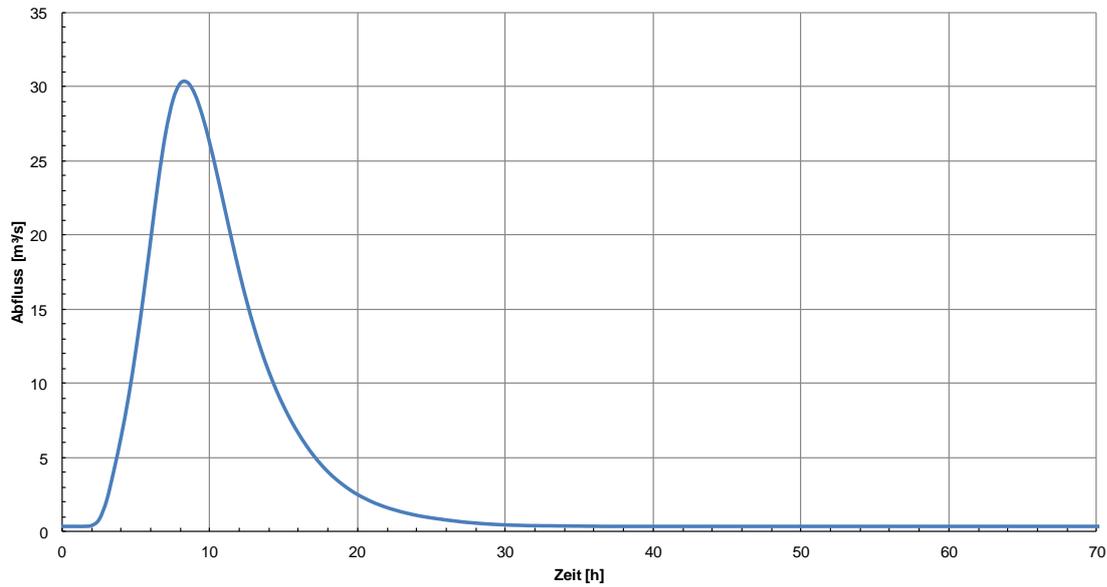


Abbildung 4: Abflussganglinien am Gebietsauslass,  $HQ_{100}$ ,  $D = 360 \text{ min}$ , Istzustand

Für das gesamte Projektgebiet ist das Ergebnis in Anlage 2.3 dargestellt.

### 3 Überschwemmungsgebietsermittlung im Ist-Zustand – hydr. 2d-Modell

Mit dem in Kapitel 2 beschriebenen Niederschlag-Abfluss-Modell konnten Hochwasserwellen für das 100-jährliche Hochwasser an verschiedenen Stellen des Einzugsgebiets berechnet werden. Die für den Ist-Zustand berechneten Scheitelabflüsse sind im Lageplan der Anlage 2.3 dargestellt.

Im Istzustand wird, nach Abstimmung mit dem Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt, ein Lastfall untersucht. Dieser beinhaltet die Überlagerung eines hundertjährigen Hochwassers ( $HQ_{100}$ , Spitzenereignis) in der Gailach sowie einen bordvollen Abfluss in der Altmühl. Der bordvolle Abfluss in der Altmühl stellt sich bei  $Q = 50 \text{ m}^3/\text{s}$  ein. Dies entspricht in etwa einem einjährigen Hochwasser ( $HQ_1$ ).

Im Folgenden werden die wichtigsten Schritte bei der Erstellung des 2d-Modells kurz erläutert.

#### 3.1 Grundlage

Auf Grundlage von im Jahr 2010 aufgemessenen und im Jahr 2013 ergänzten aktuellen terrestrisch vermessenen Gewässerprofilen sowie von digitalen Laserscandaten [4] wurde für die Gailach ein 2-dimensionales hydraulisches Modell aufgestellt. Dieses beginnt ca. 0,5 km oberstrom des Orstbereichs von Mühlheim und endet an der Mündung der Gailach in die Altmühl.

#### 3.2 Verwendetes Programm

Die Lösung der Flachwassergleichungen erfolgt mit dem Programm HYDRO\_AS-2d, Version 2.2. Dabei werden an jedem Berechnungsknoten zu verschiedenen Zeitpunkten folgende Strömungsparameter berechnet:

- Wasserspiegelhöhe bzw. Fließtiefe;
- über die Fließtiefe gemittelte Fließgeschwindigkeiten in zwei senkrecht zueinander stehenden Richtungen in der horizontalen Projektion.

Auf eine Beschreibung der Grundlagen dieses Programms sowie der mathematischen Grundgleichungen wird hier verzichtet. Dazu sei auf [17] verwiesen.

### 3.3 Erstellung des Berechnungsnetzes

#### 3.3.1 Ausdehnung

Die Flächenausdehnung des Berechnungsnetzes ist in Abbildung 5 dargestellt. Für die zu untersuchenden Gewässer sind keine amtlichen Stationierungen vorhanden, weshalb für die Planung eine eigene Stationierung eingeführt wurde (siehe Lageplan in Anlage 3). Das Berechnungsnetz hat eine Fläche von ca. 3,6 km<sup>2</sup> bei einer maximalen Längsausdehnung von ca. 4.200 m und einer maximalen Breite von ca. 1.900 m.

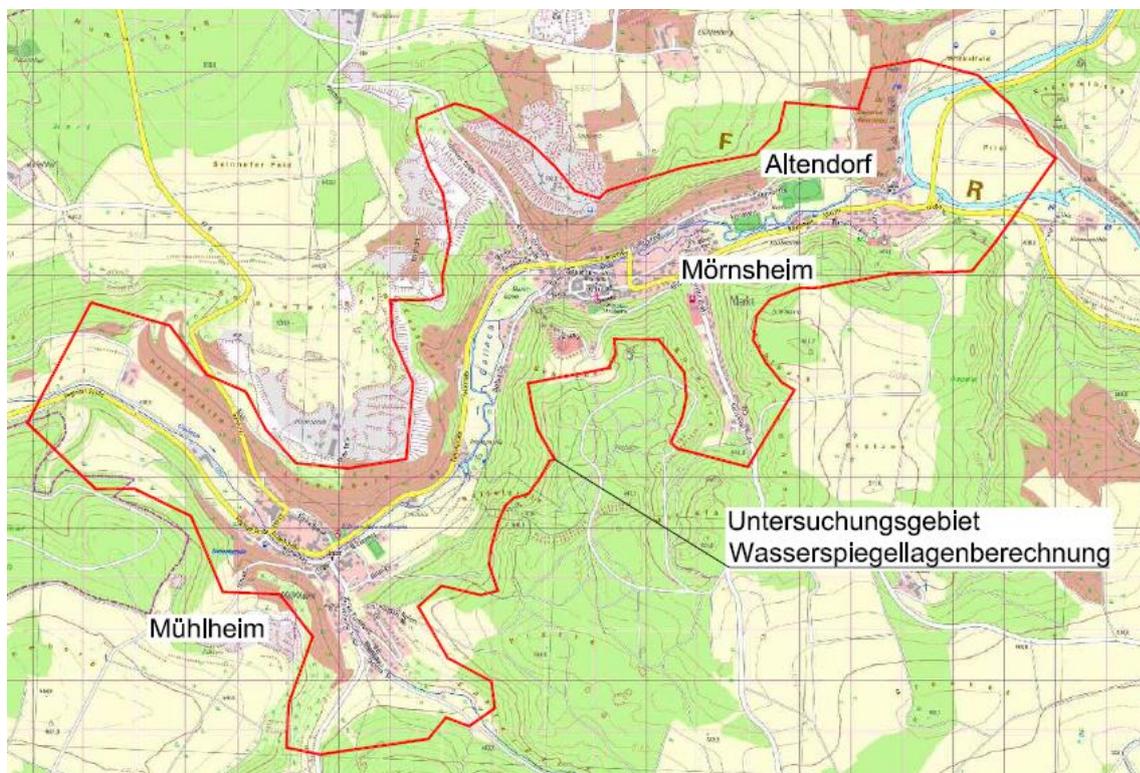


Abbildung 5: Flächenausdehnung des Berechnungsnetzes

Das fertige 2d-Modell weist nachfolgend genannte Kenngrößen auf:

- Anzahl der Netzelemente: 403.889
- Anzahl der Netzknoten: 208.842

#### 3.3.2 Flussschlauchnetz

Zur Erstellung des Flussschlauchnetzes wurden Flussquerprofile der Fließgewässer sowie alle relevanten Bauwerke vermessen.

Als seitliche Berandung wird die Uferlinie aus den Laserscandaten (DGM 1m) abgeleitet, so dass eine klare Trennung zwischen terrestrischem und aquatischem Modellbereich gewährleistet ist. Die aufgemessenen Böschungsoberkanten etc. werden mit den Flussquerprofilen in das Flussschlauchnetz eingearbeitet. Die Materialbelegung des Flussschlauchnetzes erfolgt bereits zu diesem Zeitpunkt (siehe auch Kapitel 3.4).

Nachfolgend sind die ungefähren Abmessungen der Netzelemente in den Flussschläuchen aufgelistet. Je nach Gewässerbreite variieren auch die Elementabmessungen.

Gailach:

- Elementlänge von 1,0 bis 5,5 m
- Elementbreite von 0,5 bis 1,6 m

Altmühl:

- Elementlänge von 3,5 bis 11,0 m
- Elementbreite von 1,5 bis 4,7 m

### **3.3.3 Vorlandnetz**

Das Berechnungsnetz im Bereich des Vorlandes wird aus dem vorliegenden Geländemodell (DGM im 1m-Raster) unter Verwendung des Programms Laser\_as-2d erstellt. Durch das Programm Laser\_as-2d können die DGM-Daten derart ausgedünnt werden, dass maßgebende Bruchkanten und Änderungen im Gelände in ausreichender Genauigkeit erhalten bleiben. Da das Flussschlauchnetz bereits vorab erstellt wurde, können die Berandung des Flussschlauchnetzes sowie die Gebäudeumrisse bei der Netzerstellung mit Laser\_as-2d berücksichtigt werden. Landnutzungsgrenzen werden bei der Netzerstellung ebenfalls berücksichtigt. Die beiden Teilnetze, Flussschlauch und Vorland, werden nach einer Materialbelegung des Vorlandnetzes zusammengefügt.

### **3.3.4 Bauwerke**

Alle Brücken bzw. Überfahrten und Durchlässe, die den Abfluss in den Flussschläuchen maßgeblich beeinflussen, sind im 2d-Modell berücksichtigt. Im 2d-Modell wird die abflusswirksame "Bauwerksunterkante" angegeben, so dass bei einem evtl. Einstau der Brücken ein Abfluss unter Druck stattfindet. Die Bauwerksoberkante wurde durch einen Wehrüberfall simuliert, so dass die Bauwerke bei ausreichend hohem Wasserstand auch überströmt werden können. Modelltechnisch wird die Überströmung der Bauwerke nach der bekannten Überfallformel von Poleni berechnet:

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot h^{1,5}$$

mit:

Q = Abfluss [m<sup>3</sup>/s]

μ = Überfallbeiwert nach Poleni [-], hier μ = 0,50 - 0,55 (breitkronig)

b = abflusswirksame Breite des Bauwerkes [m]

g = Erdbeschleunigung [m/s<sup>2</sup>]

h = Wasserstand im Oberwasser bezüglich der Kronenhöhe [m]

Einen Sonderfall stellen die Verrohrungen der Kreuzungsbauwerke an der Marktmühle sowie an der Finstermühle dar. Eine Modellierung der Rohrleitungen im 2d-Netz wurde auf Grund der geringen Durchmesser und der dadurch entstehenden sehr kleinen Netzelemente als nicht sinnvoll erachtet. Die Leitungen werden daher über einen sog. „Nodestring“ berücksichtigt. Diesem können im Modell die Eigenschaften einer Rohrleitung zugewiesen werden.

Als Grundlage für die Geometrie der Bauwerke stehen Vermessungsdaten zur Verfügung.

### 3.4 Erfassung der Sohlrauheiten

Im 2d-Modell wurden den Netzelementen je nach Oberflächenbeschaffenheit verschiedene Rauheitsbereiche zugewiesen. Den Rauheitsbereichen wurde dann ein Stricklerwert zugeordnet. Die gewählten Stricklerwerte sind Erfahrungswerte oder wurden der gängigen Literatur entnommen.

Im Vorland konnte auf Grund der vorliegenden ATKIS-Daten eine automatisierte Materialbelegung vorgenommen werden. Bereichsweise wurde die Klassifikation der Landnutzung auf Basis der vorliegenden Orthophotos ergänzt bzw. korrigiert. Die Materialbelegung im Bereich des Flussschlauchs wurde manuell durchgeführt.

Die verwendeten Rauheitsbereiche und Stricklerwerte sind in Tabelle 9 zusammengestellt.

Tabelle 9: Rauheitsbeiwerte

| Materialbelegung                  | Stricklerwerte<br>[m <sup>1/3</sup> /s] |
|-----------------------------------|---|
| Disable (undurchströmbare Fläche) | -                                       |
| Ackerland                         | 15                                      |
| Bebauung                          | 10                                      |
| Fließgewässer (Altmühl)           | 33                                      |
| Gailach_Beton                     | 40                                      |
| Gailach_Flussohle                 | 28                                      |
| Gailach_Gebüsch                   | 15                                      |
| Gailach_Pflasterung               | 35                                      |
| Gailach_Wiese                     | 22                                      |
| Gehoelz                           | 10                                      |
| Gewerbegebiet                     | 12                                      |
| Grabenzufluss_Böschung            | 15                                      |
| Grabenzufluss_Sohle               | 22                                      |
| Gruenland                         | 20                                      |
| Heide_Moor                        | 18                                      |
| Pflasterung                       | 40                                      |
| Rauhe_Rampe                       | 25                                      |
| Siedlungsfläche                   | 16                                      |
| Sonstige_Siedlungsfläche          | 12                                      |
| Stehendes_Gewässer                | 30                                      |
| Straße_Weg                        | 40                                      |
| Verkehrsfläche                    | 40                                      |
| Wald                              | 10                                      |

### 3.5 Modellrandbedingungen

#### 3.5.1 Modellzuflüsse

Insgesamt werden im Modell 8 Zuflussganglinien definiert. Die Zuflusswerte sind dem Niederschlags-Abfluss-Modell (Istzustand, ohne Klimazuschlag) entnommen. Die Berechnungen werden instationär durchgeführt. Tabelle 10 zeigt die Zuflusspunkte mit den jeweiligen maximalen Zuflusswerten. Die zeitliche Verschiebung der Zuflussganglinien ist aus dem NA-Modell unverändert übernommen. Die Zuflusspunkte sind auch dem Lageplan Anlage 3 zu entnehmen.

Tabelle 10: Modellzuflüsse

| Nr. | Örtlichkeit                                       | $Q_{\max} \text{ HQ}_{100}$<br>[m <sup>3</sup> /s] |
|-----|---|--|
| 1   | Mühlheim, Einzugsgebiet 7 und oberstromige TEZG's | 27,7   |
| 2   | Südlich von Mühlheim, Einzugsgebiet 6             | 2,2  |
| 3   | Unterstrom Finstermühle, Einzugsgebiet 5          | 1,0  |
| 4   | Nördlich von Mörsheim, Einzugsgebiet 4            | 1,1  |
| 5   | Unterstrom Marktmühle, Einzugsgebiet 3            | 0,5  |
| 6   | Südlich von Mörsheim, Einzugsgebiet 2             | 1,1  |
| 7   | Unterstrom Gröblmühle, Einzugsgebiet 1            | 0,8  |
| 8   | Zufluss Altmühl (stationär)                       | 50,0   |

#### 3.5.2 Ausflussrand, unterstromige Randbedingung

Die Gailach mündet bei Altendorf in die Altmühl. Das Modell bildet die Altmühl in diesem Bereich ca. 600 m nach ober- sowie nach unterstrom ab. Am Modellrand des unterstromigen Endes der Altmühl wurde als unterstromige Randbedingung das Energieliniengefälle angegeben.

Außerdem wird die Altmühl absprachegemäß mit einem bordvollen Abfluss von  $Q = 50 \text{ m}^3/\text{s}$  beaufschlagt. Dieser Abfluss wird stationär zugegeben.

### 3.6 Abflusssimulation

Aus rechentechnischen Gründen, wird durch Vorgabe des Modellparameters  $A_{\min}$  eine Präkonditionierung durchgeführt. Der Wert für  $A_{\min}$  ist mit 5,0 angesetzt. Der Parameter SCF ist mit 1 angesetzt. Bei der instationären Berechnung wird jeweils eine Simulationszeit von 72 Modellstunden (= 259.200 s) vorgegeben. Die Berechnungsergebnisse werden alle 1.800 Sekunden ausgeschrieben.

### 3.7 Ergebnisdarstellung

Für den Rechenlauf werden folgende Ergebnisdateien zur Auswertung verwendet:

- Maximale Wasserspiegel
- Maximale Wassertiefe (Differenz von max. Wasserspiegel und Geländehöhe)

Zur Darstellung der Überschwemmungsgebiete und der Wassertiefen sind die jeweiligen Ergebnisdatensätze der maximalen Wassertiefen als ASCII Datensatz exportiert und mit dem Programm „contour-fill.exe“ zur Weiterbearbeitung mit einem CAD-Programm umgewandelt worden.

Um zu unterscheiden, welche Gefahrenbereiche für die Machbarkeitsstudie relevant sind wurden Überschwemmungsflächen der GEW III. in Blaustufen und Überschwemmungsflächen von Hangwasser in Grünstufen dargestellt. Überschwemmungen durch Hangwasser können nicht Inhalt der Machbarkeitsstudie sein.

### 3.8 Ergebnis der Berechnung

Das Überschwemmungsgebiet ist durch die Auswertung der maximalen Wassertiefen für den oben beschriebenen Lastfall ermittelt. In Anlage 3 sind die maximalen Wassertiefen der instationären Berechnung als Überschwemmungsgebiete dargestellt (blau).

Es zeigt sich, dass sich durch den hundertjährigen Hochwasserabfluss in der Gailach in den Ortsbereichen Mörsheim, Mühlheim und Altendorf großflächige Überflutungsbereiche bilden von denen ein hohes Schadenspotential ausgeht. In bebauten Gebieten werden Wassertiefen bis 0,50 m erreicht.

Die Überschwemmungen resultieren alleine aus dem übertretenden Wasser aus der Gailach. Ein Rückstau der Gailach durch Hochwasser  $> HQ_1$  in der Altmühl wurde dabei nicht berücksichtigt, kann aber gerade im Ortsbereich Altendorf zu erheblich höheren Wasserständen führen.

## **4 Zielvorstellungen**

Das Hauptziel der vorliegenden Studie liegt in der Verbesserung des Hochwasserschutzes für die bebauten Bereiche im Markt Mörsheim gegen ein 100-jährliches Hochwasser der Gailach. Im Planungskonzept wird die Gesamtsituation im Einzugsgebiet der Gailach betrachtet.

### **4.1 Hochwasserschutz**

Durch eine Kombination der drei Handlungsfelder natürlicher Rückhalt, technischer Hochwasserschutz und Hochwasservorsorge soll vor Schäden eines Hochwasserereignisses im Projektgebiet geschützt werden. Dies kann über Maßnahmen im Einzugsgebiet der Gailach sowie Maßnahmen in den von Hochwasser gefährdeten Bereichen erzielt werden.

Für den Markt Mörsheim mit seinen wesentlich betroffenen Ortsbereichen Mühlheim, Mörsheim und Altendorf soll ein Schutz vor einem 100-jährlichen Hochwasser (Bemessungshochwasser =  $HQ_{100}$  + Klimazuschlag) angestrebt werden.

Anmerkung:

Die Hochwasserschutzmaßnahmen im Ortsbereich Altendorf werden auf ein hundertjährliches Hochwasserereignis der Gailach ausgelegt. Bei einem  $HQ_{100}$  der Altmühl beträgt der Wasserstand im Mündungsbereich der Gailach 400,32 m ü. NN. Übersteigt dieser Wasserspiegel den bei einem  $HQ_{100}$  der Gailach, so werden die Bauteilhöhen der Hochwasserschutzmaßnahmen für diesen höheren Wert dimensioniert. Die Folgen einer Umströmung der Hochwasserschutzmaßnahmen durch ein Altmühlhochwasser wurden im Rahmen dieser Studie nicht untersucht. Dieses Vorgehen wurde mit dem Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt abgestimmt.

### **4.2 Ökologie**

Über einen integralen Ansatz soll durch die Maßnahmen des Hochwasserschutzkonzepts die Minderung von Nährstoffeinträgen in die Gewässer und die Vermeidung von Erosion und Abschwemmungen berücksichtigt werden. Eine Verbesserung der Gewässergüte und die Wiederherstellung des natürlichen Wasserhaushalts sind anzustreben.

## **5 Vorbereitende Untersuchungen – Problemanalyse**

Mit dem in Kapitel 2 beschriebenen Niederschlag-Abfluss-Modell können Hochwasserwellen für das 100-jährliche Hochwasser an verschiedenen Stellen des Einzugsgebiets berechnet werden. Die für den Ist-Zustand berechneten Scheitelabflüsse sind im Lageplan der Anlage 2.3 dargestellt.

### **5.1 Wasserspiegellagenberechnung Gailach**

Mit der 2d-Wasserspiegellagenberechnung (s. Kapitel 3) erfolgt die Untersuchung der gegenwärtigen Hochwassersituation bei einem hundertjährigen Hochwasserereignis  $HQ_{100}$ .

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass die Gailach nicht in der Lage ist den auftretenden Hochwasserabfluss abzuführen und es zu großflächigen Überschwemmungen in bebauten Bereichen kommt.

Unabhängig davon, kommt es in den Ortsbereichen Mörsnheim (entlang Altheimer und Haunsfelder Straße) und Mühlheim (entlang Tagmersheimer Straße) zu Überschwemmungen durch abfließendes Hangwasser. Das Grabensystem entlang der Straßen ist nicht ausreichend dimensioniert, sodass es bereichsweise zu hangwasserbedingten Überflutungen kommen kann, die durch erforderliche Ufermauererhöhungen an der Gailach unter Umständen noch verstärkt werden könnten.

Als Ergebnis kann festgehalten werden, dass es bei einem hundertjährigen Hochwasserereignis zu großflächigen Überschwemmungen in besiedelten Bereichen kommt und somit ein deutliches Schadenspotential gegeben ist.

### **5.2 Leistungsfähigkeit Gailach**

Um den erforderlichen technischen Ausbau und das erforderliche Maß des Rückhaltevolumens bzw. die erforderliche Dämpfung des maximalen Abflusses abschätzen zu können, wurde mit Hilfe von 1 und 2-dimensionalen hydraulischen Berechnungen die Leistungsfähigkeit des Gerinnes im Istzustand bestimmt.

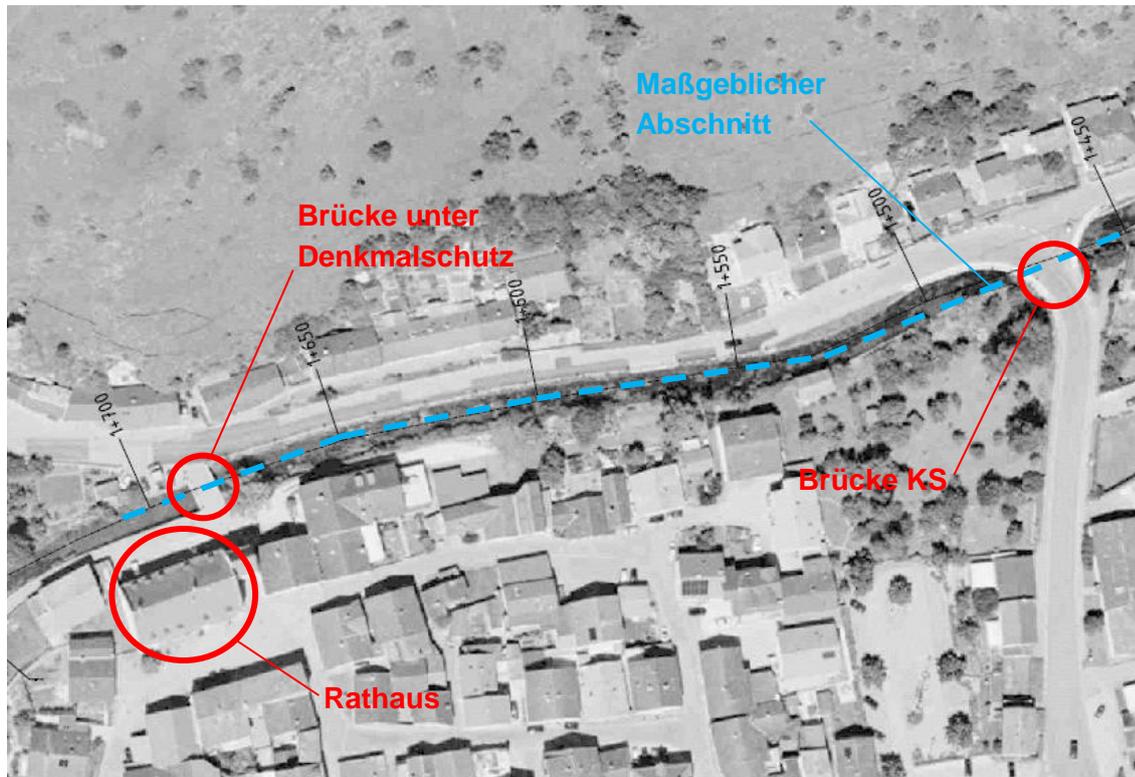


Abbildung 6: Maßgeblicher Abschnitt für Leistungsfähigkeit

Für die Leistungsfähigkeit ist der Gerinneabschnitt im Bereich zwischen Projekt-km 1+450 und 1+700 maßgeblich (siehe Abbildung 6). In diesem Abschnitt befinden sich zwei Brücken, die eine signifikante Einengung des Fließquerschnitts darstellen und somit maßgeblich für die Abflussleistungsfähigkeit der Gailach sind. Außerdem befindet sich eine der beiden Brücken unter Denkmalschutz. Ein Anhebung dieser Brücke als Teil des Hochwasserschutzkonzeptes ist somit nicht möglich.

Um ein Freibord von 50 cm unter der historischen Brücke einzuhalten, darf der Abfluss nur maximal 24 m<sup>3</sup>/s betragen. Will man dieses Freibord auch bei der Brücke der Kreisstraße einhalten, so darf der maximale Abfluss sogar nur 11 m<sup>3</sup>/s betragen ( was in etwa der Leistungsfähigkeit des bestehenden unterstromigen Systems entspricht). Unterstrom der "KS-Brücke" kann bei einem Ausbau des bestehenden KW-Kanal und unter Einsatz mäßiger HWS-Maßnahmen eine Leistungsfähigkeit von ca. 21 m<sup>3</sup>/s erreicht werden.

Auf Basis dieser Überlegungen können nun Bausteine entwickelt werden, die zum Hochwasserschutz im Projektgebiet beitragen.

### **5.3 Defizitanalyse**

Bezogen auf die in Kapitel 3 genannten Ziele und die oben beschriebenen vorbereitenden Untersuchungen können die nachfolgend näher erläuterten Defizite abgeleitet werden.

#### **5.3.1 Hochwasserschutz**

Der geforderte Schutz gegen ein 100-jährliches Hochwasser ist derzeit im Markt Mörsheim nicht gegeben. Wie die vorbereitenden hydraulischen Berechnungen gezeigt haben, reicht die Abflussleistungsfähigkeit der bestehenden Gewässer und Verrohrungen nicht aus, um die bei einem 100-jährlichen Hochwasser anfallenden Wassermengen abzuführen.

#### **5.3.2 Ökologie**

Die Gailach im Markt Mörsheim, ist durch einige Querbauwerke (Schwellen, Wehre etc.) in seiner Längsdurchgängigkeit beeinträchtigt. Dadurch wird die Vernetzung der Bachläufe im Einzugsgebiet unterbrochen, das Wanderverhalten von Gewässerlebewesen wird gestört und verhindert die Ausbreitung der Fische, Krebse und Benthosfauna.

Abwechslungsreiche Gewässerstrukturen mit Prall- und Gleitufeln, Anlandungen, Kolke, Totholz und Begleitgehölze sind unverzichtbar für eine vielfältige Gewässerfauna. Überwiegend sind diese Strukturen am Bach im oberen Teil des Einzugsgebiet vorhanden. Innerhalb intensiv landwirtschaftlich genutzter Flächen und im Ortsbereich weist der Bachlauf jedoch überwiegend Strukturdefizite auf, es fehlt an natürlichem Entwicklungsraum. Natürliche Retentionsflächen wurden überbaut.

Aussagen über die Gewässergüte in den betrachteten Abschnitten können an dieser Stelle nicht gemacht werden. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass eine mögliche Belastung, z.B. durch den Eintrag von nährstoffreichem Niederschlagswasser, Richtung unterstrom zunimmt. Dies wird durch eine intensive landwirtschaftliche Nutzung entlang der Bachläufe ohne oder mit nur geringen Pufferstreifen gefördert.

## **6 Zusammenstellung der Varianten und Ableitung der Vorzugsvariante**

### **6.1 Einzelmaßnahmen (Module), Negativauswahl**

Zunächst werden alle denkbaren Einzelmaßnahmen, die einer Verbesserung des Hochwasserschutzes dienen, aufgelistet. Anschließend werden Maßnahmen, die offensichtlich nicht umsetzbar oder nicht wirtschaftlich sind und die keinen Nutzen versprechen, vorab ausgeschieden. Daraufhin erfolgt eine Bewertung der verbleibenden Einzelmaßnahmen in Varianten zusammengefasst hinsichtlich ihrer Wirkung auf den Hochwasserabfluss und hinsichtlich der ökologischen Auswirkungen.

#### **6.1.1 Mögliche Einzelbausteine (Module)**

##### Allgemein

##### **Maßnahme Nr. 1 – Flächenentsiegelung**

Verringerung der versiegelten Flächen im Einzugsgebiet, damit weniger Niederschlag direkt zum Abfluss kommt.

##### **Maßnahme Nr. 2 –Änderung der Nutzung landwirtschaftlicher Flächen**

Umnutzung landwirtschaftlicher Flächen, z.B. von Ackerland zu Grünlandnutzung, oder Aufforstung von Wald auf bisherigen Acker- und Grünlandflächen, um mehr Niederschlagswasser im Einzugsgebiet zurückzuhalten.

##### **Maßnahme Nr. 3.1 – Gewässerunterhalt**

Regelmäßige Gewässerpflege und Gewässerunterhalt. Freischneiden des Abflussquerschnitts und entfernen von Treibgut und Anlandungen. Entfernung von durch private Anlieger hergestellten Uferverbauungen und Abflusshindernissen (siehe Abbildung 7 und Abbildung 8).

##### **Maßnahme Nr. 3.2 – Gewässerrandstreifen, Entwicklungsflächen**

Herausnehmen aus der Bewirtschaftung. Herausnehmen von eventuell vorhandenen Uferverbauten in Bereichen, wo eine seitliche Dynamisierung schadlos für die Gewässerrandstreifen tolerierbar ist.



Abbildung 7: Abflusshindernisse entfernen (hier: Holzbrücke)



Abbildung 8: Freischneiden des Abflussquerschnitts

#### **Maßnahme Nr. 4 – Erhöhung Abflussquerschnitt, Aufweitung**

Gewässeraufweitung und damit Erhöhung des Abflussquerschnitts. Anpassung von kleinen Brücken (größere Spannweite, Höherlegung).

#### **Maßnahme Nr. 4.1 – Erhöhung Abflussquerschnitt Altbach**

Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Altbachs (Fkm 1+100 bis 1+400) durch Aufweitung des Querschnittes und Begradigung des Gewässerlaufes.

#### **Maßnahme Nr. 4.2 – Erhöhung Abflussquerschnitt Mühlbach**

Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Mühlbachs (Fkm B0+050 bis B0+300) durch Abriss des Wehrs an der Gröblmühle und Eintiefung der Gewässersohle (Erhöhung Fließgefälle).

#### **Maßnahme Nr. 5 – technischer Hochwasserschutz**

Hochwasserschutzmauern, kleine Deiche und Geländemodellierungen je nach Platzverhältnissen im Ortsbereich Mühlheim, Mörsheim und Altendorf.

#### **Maßnahme Nr. 6 – Gerinneentlastung**

Entlastung einzelner Gerinneabschnitte durch Abflussaufteilung. Dies geschieht durch die Neuanlage von Entlastungsgerinnen in Form von Bypässen.

Im Projektgebiet kann eine Entlastung durch drei Varianten von Bypässen erfolgen (siehe Abbildung 9). Bypass V1 bis V3 werden im folgenden als Maßnahme Nr. 6.1 bis 6.3 bezeichnet.

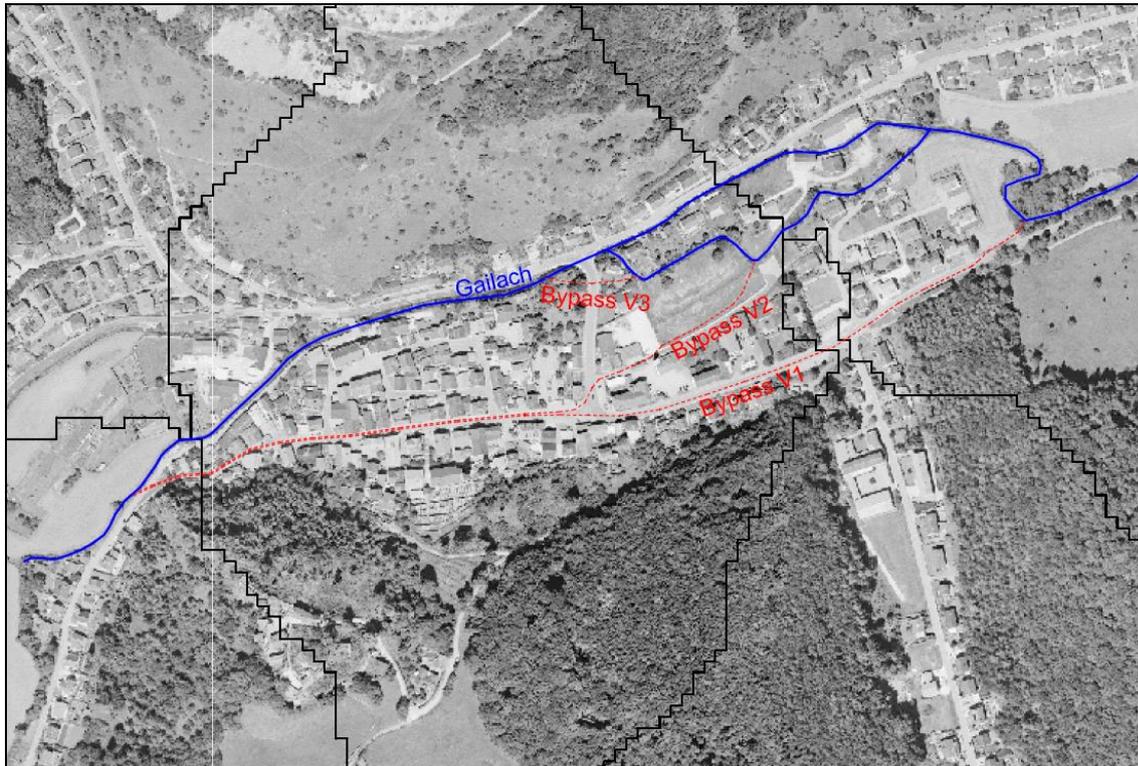


Abbildung 9: Möglichkeiten Gerinneentlastung

### Maßnahme Nr. 7 - Hochwasserrückhalt

Im Rahmen von Ortsbegehungen und durch Auswertung von topographischen Karten [1] und des digitalen Geländemodells [4] wurden folgende mögliche Standorte für Hochwasserrückhaltebecken ermittelt. Die Standorte wurden auf ihre Wirksamkeit bzgl. eines HQ100-Zuflusses im NA-Modell untersucht. Im Folgenden sind die möglichen Standorte für Hochwasserrückhaltebecken aufgeführt (siehe Abbildung 10).

Alle Becken befinden sich im Hauptschluss. In diesem Bereich findet nur bei Hochwasser oder in den Wintermonaten ein oberflächiger Abfluss statt. Es wird angestrebt, die Absperrbauwerke ungesteuert auszubilden (siehe Protokoll vom 05.12.2013).

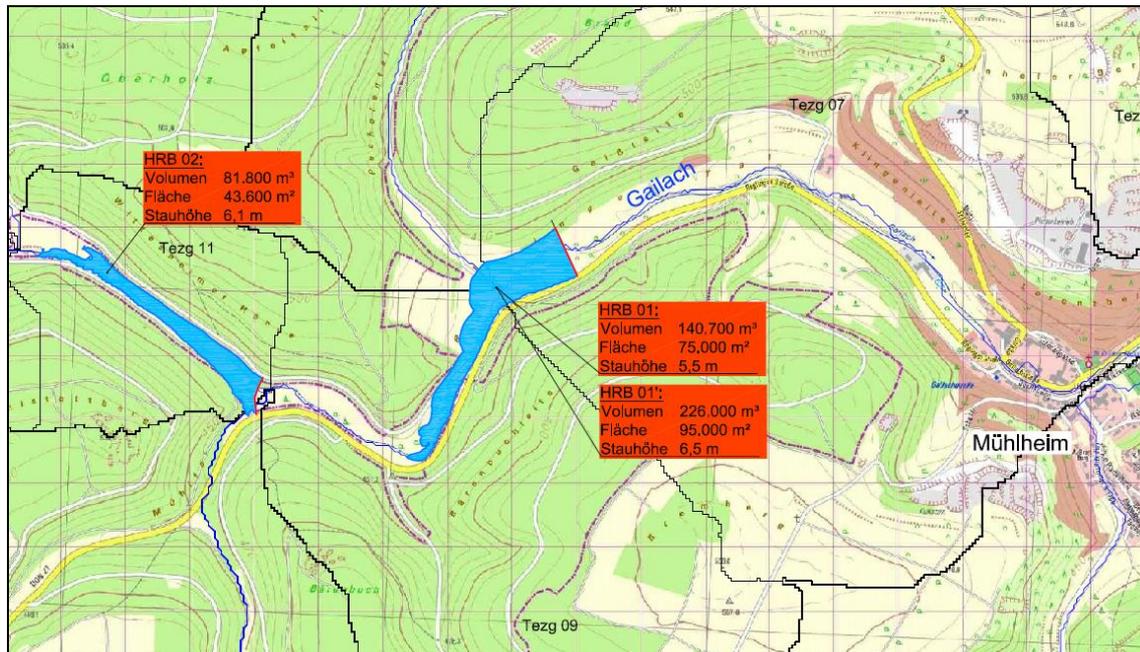


Abbildung 10: Mögliche Standorte für Rückhaltemaßnahmen

#### **Maßnahme Nr. 7.1 – Hochwasserrückhaltebecken HRB 01**

Errichtung eines Hochwasserrückhaltebeckens westlich von Mülheim um einen Teil des Abflusses aus den oberstromigen Teileinzugsgebieten zurückzuhalten. Maximal nutzbares Volumen: 140.700 m<sup>3</sup>.

#### **Maßnahme Nr. 7.2 – Hochwasserrückhaltebecken HRB 01'**

Selber Standort wie Maßnahme 7.1 nur wird bei Maßnahme 7.2 der Damm erhöht, sodass ein größerer Teil des Abflusses zurückgehalten werden kann. Maximal nutzbares Volumen dadurch ca.: 226.000 m<sup>3</sup>.

#### **Maßnahme Nr. 7.3 – Hochwasserrückhaltebecken HRB 02**

Errichtung eines zweiten Hochwasserrückhaltebeckens westlich von Mülheim in TEZG 11 um einen Teil des Abflusses aus den oberstromigen Teileinzugsgebieten zurückzuhalten. Maximal nutzbares Volumen: 82.000 m<sup>3</sup>.

## 6.1.2 Negativauswahl

### Maßnahme Nr. 1 - Flächenentsiegelung

Erfahrungen aus ähnlichen Einzugsgebieten wie dem der Gailach zeigen, dass realistisch deutlich weniger als etwa 5 % der versiegelten Flächen entsiegelt werden können (Hoffflächen, Einfahrten, Parkplätze etc.). Da der Versiegelungsgrad im Einzugsgebiet ohnehin sehr gering ist, ist die Auswirkung auf den 100-jährlichen Abfluss verschwindend klein.

### Maßnahme Nr. 2 –Änderung der Nutzung landwirtschaftlicher Flächen

Eine Nutzungsänderung von Ackerland in Grünland wirkt sich weniger auf die Rückhaltekapazität der jeweiligen Flächen aus. Dagegen wird der Stoffeintrag in Gewässer durch eine Umnutzung in Gewässernähe reduziert und damit die Wasserqualität positiv beeinflusst. Eine Nutzungsänderung von landwirtschaftlichen Flächen in Waldflächen ist nur in geringem Umfang möglich. Die Rückhaltewirkung würde zudem erst nach einem Aufwuchszeitraum von 20 bis 30 Jahren voll wirksam werden.

### Maßnahme Nr. 6.1 und 6.2 – Bypass V1 und V2

Bei beiden Varianten führt der Bypass teils entlang denkmalgeschützter Bebauung was zu deutlich erschwerten Baubedingungen führt. Eine erhebliche Beschränkung der Leistungsfähigkeit (Querschnitt des Bypass) ist aufgrund der beengten Platzverhältnisse zu erwarten. Zudem wird die Marktstraße im nächsten Jahr (2014) saniert, eine erneute Baumaßnahme wird somit gegenüber der Bevölkerung schwer zu vermitteln sein.

Die Maßnahmen 1, 2, 6.1 und 6.2 können nicht zeitnah und erheblich zu einem Hochwasserschutz beitragen und werden somit ausgeschlossen bzw. für die Variantenbildung nicht herangezogen.

## 6.2 Entwicklung und Untersuchung von drei Varianten

Aus den einzelnen oben beschriebenen Maßnahmen werden nach Absprache mit dem WWA Ingolstadt (siehe Protokoll vom 05.12.13) drei Varianten entwickelt.

Mit allen drei Varianten wird ein Schutz für die bebauten Gebiete vor einem 100-jährlichen Hochwasser gewährleistet.

Die zwei Komponenten Hochwasserrückhalt und technischer Ausbau gehen Hand in Hand - je mehr Wasser im Einzugsgebiet zurückgehalten werden kann desto geringer kann der Umfang der technischen Ausbaumaßnahmen unterstrom der Rückhalteräume gehalten werden. Bei den Varianten wurden diese zwei Komponenten in unterschiedlichem Maße genutzt.

Die Varianten und ihre Wirkung soll in den nachfolgenden Kapiteln aufgezeigt werden.

### 6.2.1 Allgemeines

Maßnahme 3.1 - Gewässerunterhalt und Maßnahme 3.2 - Dynamisierte Gewässerrandstreifen sind in allen Varianten in gleicher Größe enthalten und werden daher unter den im Folgenden beschriebenen Varianten nicht mehr gesondert aufgeführt. Zur Beschreibung der Maßnahme wird auf Kapitel 6.1.1 verwiesen.

Außerdem sollen in allen Varianten die ökologischen Gesichtspunkte (siehe Punkt 5.3.2) berücksichtigt werden.

Die Dimensionierung der Bausteine erfolgte für das unter Kapitel 2.4 ermittelte Spitzenereignis von  $D = 360$  min. Mit der unter Punkt 2.3 beschriebenen Vorgehensweise wurde der Klimazuschlag zur Betrachtung des Planzustands berücksichtigt.

### 6.2.2 Variante 1

In Variante 1 sind zwei Hochwasserrückhaltebecken (HRB 01 und 02) westlich von Mühlheim vorgesehen durch die eine deutliche Drosselung des Hochwasserabflusses erzielt werden kann. Sie weisen die in Tabelle 11 dargestellten Eigenschaften auf.

Tabelle 11: Eigenschaften HRB Variante 1

|   | HRB 01  | HRB 02 |
|---|---------|--------|
| Stauhöhe bei $Z_v$ [m]                    | 5,4     | 5,9    |
| Stauvolumen bei $Z_v$ [m <sup>3</sup> ]   | 133.000 | 74.200 |
| Einstaufläche bei $Z_v$ [m <sup>2</sup> ] | 73.200  | 40.400 |

Durch neue und ertüchtigte HWS-Mauern und Geländemodellierungen entlang der Gailach im Ortsbereich von Mühlheim kann der Abfluss dort schadlos abgeführt werden. In Mörsnheim muss zusätzlich wegen der beengten Bauverhältnisse und der geringen Leistungsfähigkeit der Gailach ein Entlastungsgerinne in Form eines Bypasses (Maßnahme Nr. 6.3) mit einer Leistungsfähigkeit von ca. 10 - 12 m<sup>3</sup>/s vorgesehen werden. Abbildung 11 zeigt eine Systemskizze der Maßnahmen im Ortsbereich von Mörsnheim. Durch den Bypass kann der Mühlbach entlastet werden was aber zur Folge hat, dass der Altbach auf den nun höheren Abfluss von ca. 12 - 14 m<sup>3</sup>/s ausgebaut werden muss. Durch weitere technische Hochwasserschutzmaßnahmen im Ortsbereich von Altendorf kann der hundertjährige Hochwasserabfluss schadlos in die Altmühl geleitet werden.

Variante 1 setzt sich demnach aus folgenden Maßnahmen zusammen:

- *Maßnahme Nr. 4.1 – Erhöhung Abflussquerschnitt Altbach*
- *Maßnahme Nr. 5 – technischer Hochwasserschutz*
- *Maßnahme Nr. 6.3 – Gerinneentlastung Bypass V3*
- *Maßnahme Nr. 7.1 – Hochwasserrückhaltebecken HRB 01*
- *Maßnahme Nr. 7.3 – Hochwasserrückhaltebecken HRB 02*

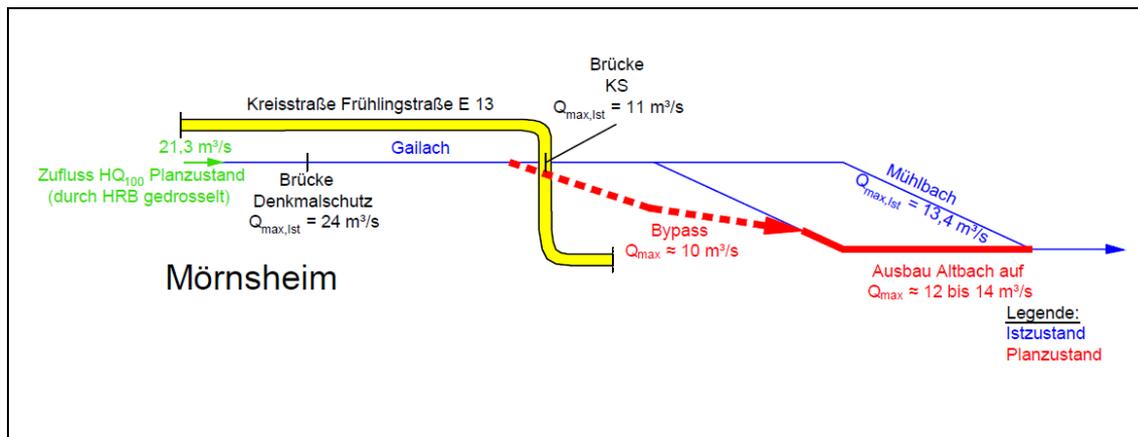


Abbildung 11: Variante 1 - Abschnitt Mörsheim Fkm 1+050 bis Fkm 1+700

Die Drosselwirkung der Hochwasserrückhaltebecken aus Variante 1 kann Abbildung 12 entnommen werden.

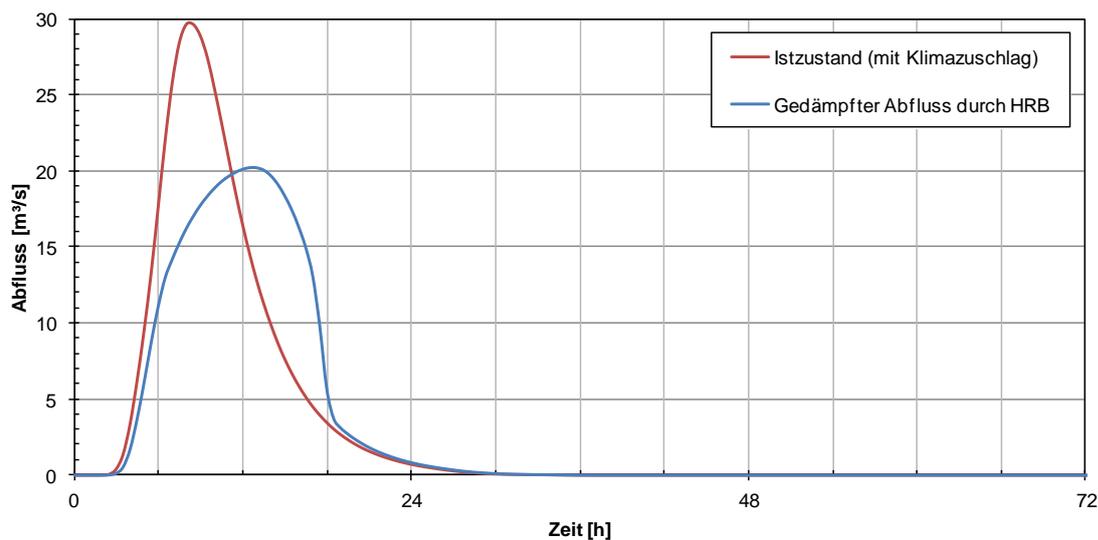


Abbildung 12: Drosselwirkung HRB's Variante 1 (HQ<sub>100</sub>, D = 360 min, mit Klimazuschlag)

Der Abfluss oberstrom des Entlastungsgerinnes im Ortsbereich von Mörsheim beträgt bei der für den Istzustand maßgeblichen Dauerstufe ca. 21,3 m<sup>3</sup>/s (siehe Abbildung 13).

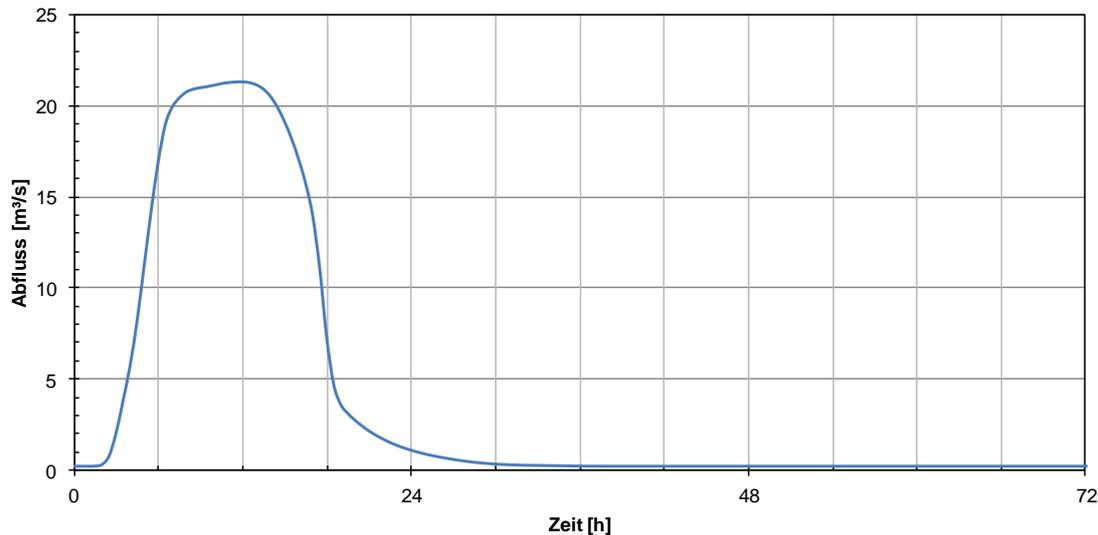


Abbildung 13: Abflussganglinie V1 oberstrom des Bypasses im Ortsbereich von Mörsheim (HQ<sub>100</sub>, D = 360 min, mit Klimazuschlag)

### 6.2.3 Variante 2

In Variante 2 wird, wie bereits in Variante 1, der Abfluss oberstrom von Mühlheim durch Rückhaltemaßnahmen gedrosselt. Anders als in Variante 1 geschieht dies aber nur durch ein Hochwasserrückhaltebecken (HRB 01'), das durch ein höheres Dammbauwerk ein größeres Stauvolumen aufweist (siehe Tabelle 12). Dadurch kann der Abfluss in ähnlicher Größenordnung gedrosselt werden wie in Variante 1.

Tabelle 12: Eigenschaften HRB Variante 2

|  | <b>HRB 01'</b> |
|--|----------------|
| Stauhöhe bei Z <sub>v</sub> [m]                    | 6,3            |
| Stauvolumen bei Z <sub>v</sub> [m <sup>3</sup> ]   | 206.000        |
| Einstaufläche bei Z <sub>v</sub> [m <sup>2</sup> ] | 91.000         |

Die weiteren Maßnahmen entsprechen denen in Variante 1. Eine Systemskizze der Maßnahmen im Ortsbereich von Mörsheim kann Abbildung 14 entnommen werden.

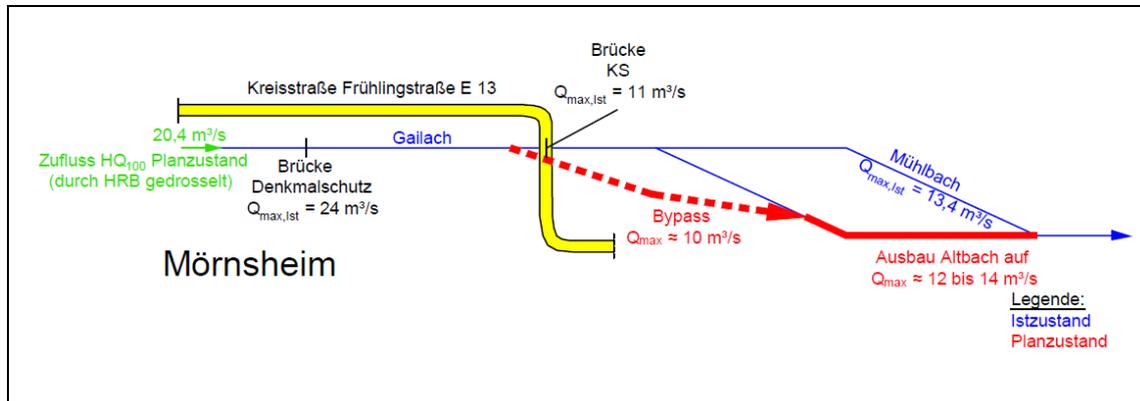


Abbildung 14: Variante 2 - Abschnitt Mörsheim Fkm 1+050 bis Fkm 1+700

Variante 2 setzt sich somit aus folgenden Maßnahmen zusammen:

- *Maßnahme Nr. 4.1 – Erhöhung Abflussquerschnitt Altbach*
- *Maßnahme Nr. 5 – technischer Hochwasserschutz*
- *Maßnahme Nr. 6.3 – Gerinneentlastung Bypass V3*
- *Maßnahme Nr. 7.2 – Hochwasserrückhaltebecken HRB 01'*

Gegenüber dem Istzustand kann der Abfluss durch die Hochwasserrückhaltemaßnahmen bei  $D = 360$  min auf ca.  $19 \text{ m}^3/\text{s}$  gedrosselt werden (siehe Abbildung 15).

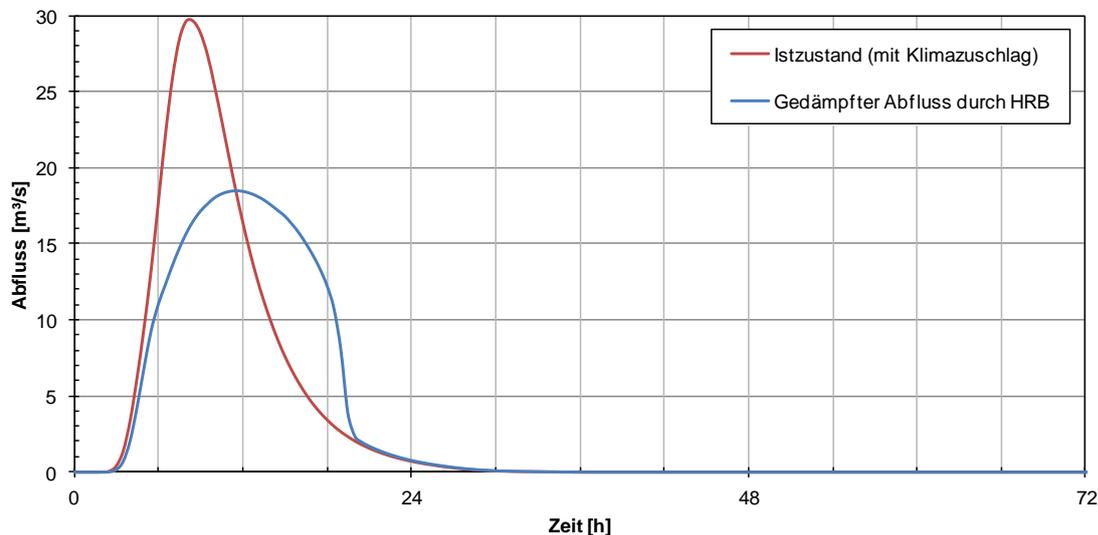


Abbildung 15: Drosselwirkung HRB Variante 2 (HQ100,  $D = 360$  min, mit Klimazuschlag)

Der Abfluss oberstrom des Entlastungsgerinnes im Ortsbereich von Mörsheim beträgt bei der für den Istzustand maßgeblichen Dauerstufe ca. 21 m<sup>3</sup>/s (siehe Abbildung 16).

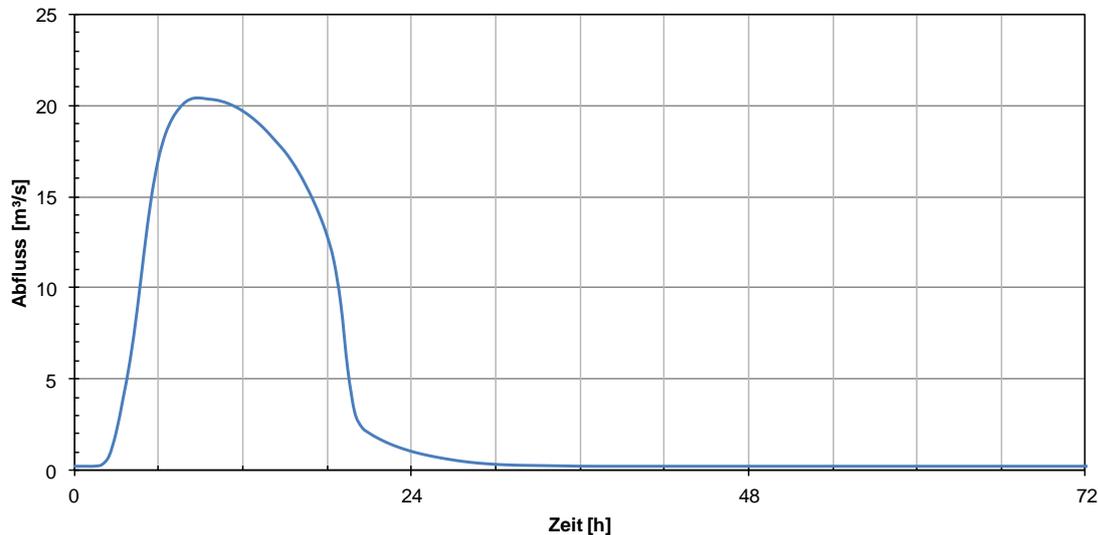


Abbildung 16: Abflussganglinie V2 oberstrom des Bypasses im Ortsbereich von Mörsheim (HQ100, D = 360 min, mit Klimazuschlag)

#### 6.2.4 Variante 3

In Variante 3 erfolgt eine Drosselung des Hochwasserabflusses durch ein Hochwasserrückhaltebecken (Maßnahme Nr. 7.1 - HRB 01) oberstrom von Mühlheim. Das Stauvolumen dieses Beckens wird nicht, wie in Variante 2, durch eine Erhöhung des Dammes vergrößert, sodass sich der Regelabfluss unterstrom des Beckens gegenüber den anderen Varianten geringfügig erhöht.

Tabelle 13: Eigenschaften HRB Variante 3

|   | <b>HRB 01</b> |
|---|---------------|
| Stauhöhe bei $Z_V$ [m]                    | 5,5           |
| Stauvolumen bei $Z_V$ [m <sup>3</sup> ]   | 140.000       |
| Einstaufläche bei $Z_V$ [m <sup>2</sup> ] | 75.000        |

Durch neue und ertüchtigte HWS-Mauern und Geländemodellierungen entlang der Gailach im Ortsbereich von Mühlheim kann der Abfluss dort schadlos abgeführt werden. Der Umfang der erforderlichen technischen Maßnahmen in diesem Bereich

steigt durch den höheren Regeabfluss im Vergleich zu den anderen Varianten geringfügig an.

Um den bereits gedrosselten Hochwasserabfluss im Ortsbereich von Mörsheim schadlos abzuführen soll der Mühlbach auf seine maximale Leistungsfähigkeit von ca.  $20,5 \text{ m}^3/\text{s}$  ausgebaut werden. Der Rest des Abflusses wird über eine zusätzlichen Bypass (Maßnahme Nr. 6.3 - Bypass V3) in den Altbach geleitet (siehe Abbildung 17). Seine Leistungsfähigkeit beträgt ca.  $4 \text{ m}^3/\text{s}$

Die erforderlichen Maßnahmen der Variante 3 sind nachstehend nochmals zusammengefasst:

- *Maßnahme Nr. 4.2 – Erhöhung Abflussquerschnitt Mühlbach*
- *Maßnahme Nr. 5 – technischer Hochwasserschutz*
- *Maßnahme Nr. 6.3 – Gerinneentlastung Bypass V3*
- *Maßnahme Nr. 7.1 – Hochwasserrückhaltebecken HRB 01*

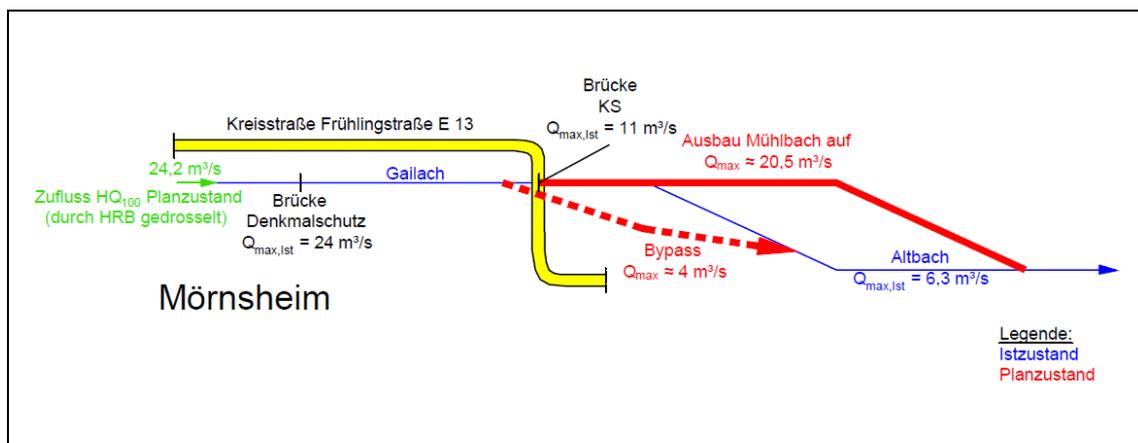


Abbildung 17: Variante 3 - Abschnitt Mörsheim Fkm 1+050 bis Fkm 1+700

Die Dämpfung des Abflusses bei  $D = 360 \text{ min}$ , die durch das Hochwasserrückhaltebecken HRB 01 erzielt wird, kann Abbildung 18 entnommen werden.

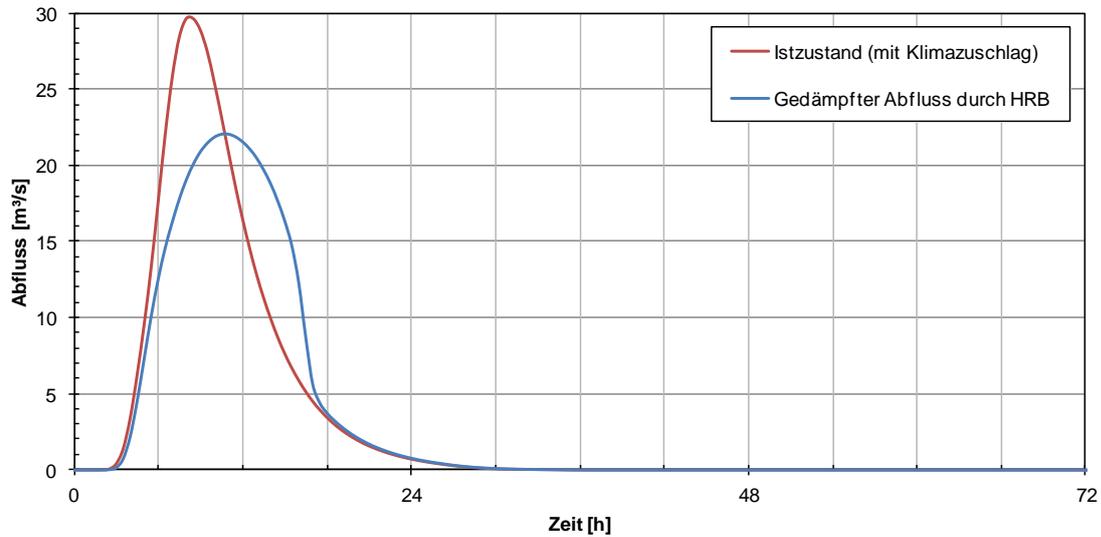


Abbildung 18: Drosselwirkung HRB Variante 3 (HQ100, D = 360 min, mit Klimazuschlag)

Der Abfluss oberstrom des Mühlbachs im Ortsbereich von Mörsheim beträgt bei der für den Istzustand maßgeblichen Dauerstufe ca. 24 m<sup>3</sup>/s (siehe Abbildung 16).

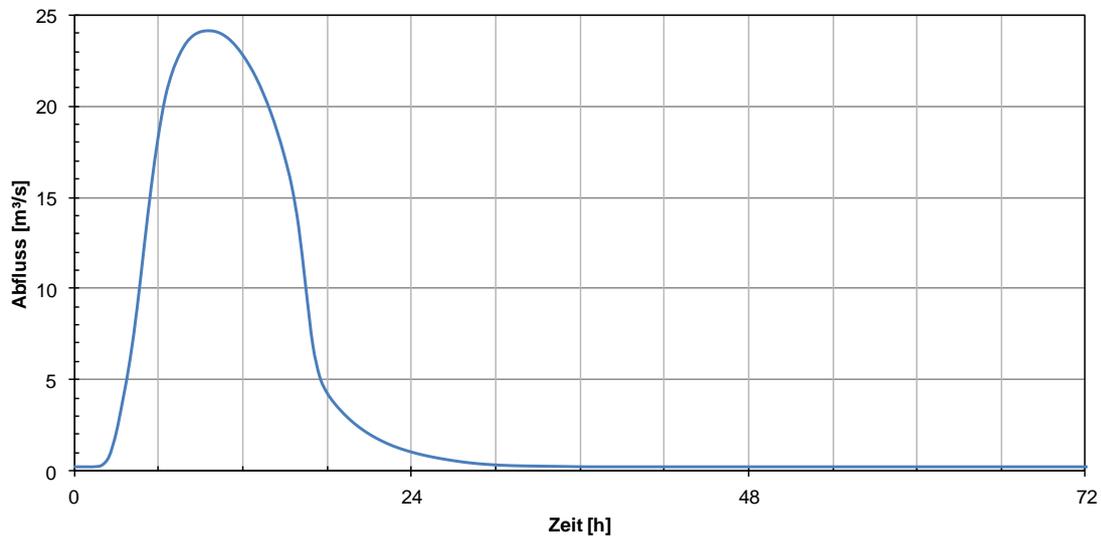


Abbildung 19: Abflussganglinie V3 oberstrom des Bypasses im Ortsbereich von Mörsheim (HQ100, D = 360 min, mit Klimazuschlag)

Die Hochwasserschutzmaßnahmen der verschiedenen Varianten sind Anlage 4 zu entnehmen.

## 6.2.5 Wirkung der Varianten

### Hochwasserschutz:

**Zusammenfassend ist festzuhalten, dass mit allen drei Varianten ein Schutz vor einem 100-jährlichen Hochwasser gewährleistet werden kann.**

Durch die geplanten Hochwasserrückhaltebecken kann der Hochwasserabfluss in jeder Variante auf ein Maß reduziert werden, dass durch weitere technische Hochwasserschutzmaßnahmen im Ortsbereich von Mühlheim, Mörsenheim und Altendorf der gedrosselte Abfluss schadlos abgeführt werden kann.

### Ökologie:

In allen Varianten ist ein gewisser Eingriff in die bestehenden mehr oder weniger natürlichen Verhältnisse an den Gewässern erforderlich. Im Hinblick auf die ökologischen Auswirkungen sind die 3 Varianten differenziert zu betrachten:

In Variante 1 wird mit zwei Becken die größte Anzahl an Hochwasserrückhaltebecken aktiviert. Für Variante 2 und 3 wird jeweils nur ein Becken geplant wobei das Becken in Variante 2 ein größeres Ausbauvolumen aufweist. Der Umfang der technischen Maßnahmen ist in allen Varianten in etwa gleich.

Die Europäische Wasserrahmenrichtlinie nennt die Längsdurchgängigkeit als eine zentrale Zielvorgabe. Da die Becken in einem Bereich liegen, in dem die Gailach nur bei Hochwasser und in niederschlagsreichen Wintermonaten Wasser führt, ist die Längsdurchgängigkeit hier keine entscheidendes Kriterium.

Die ökologische Verträglichkeit der technischen Hochwasserschutzmaßnahmen ist abhängig von einer sorgfältigen Materialwahl, der Gestaltung des Gewässers und der Einbindung in die Umgebung. Eine naturnahe Gestaltung (ingenieurbiologisch) sollte bevorzugt werden, ein weiterer rein technischer Verbau des Bachs sollte möglichst vermieden werden.

Wertung aus ökologischer Sicht:

Durch die geringere Anzahl an Hochwasserrückhaltebecken, und dem sonst ähnlich umfangreichen technischen Ausbau liegt Variante 3 vor Variante 2. Variante 1 liegt mit größerem Abstand auf dem letzten Platz.

### Landschaftsbild:

Die ästhetischen Auswirkungen auf das Landschaftsbild, vor allem der Hochwasserrückhaltebecken, sind zum einen bedingt durch die Veränderung der Landschaft in ihren Strukturen und Objekten und zum anderen durch das veränderte Erscheinungsbild selbst. Eine Bewertung dieser Auswirkungen erweist sich als schwierig, da es sich beim ästhetischen Empfinden um ein hauptsächlich subjektives Empfinden handelt. Um aber die Auswirkungen möglichst objektiv bewerten zu können, sollen sie am Grad ihrer Beeinträchtigung folgender Bewertungskriterien bewertet werden:

- Veränderung oder Zerstörung von Landschaftselementen
- Veränderung von Blickbeziehungen
- visuelle Beeinträchtigung durch das Bauwerk (Material, Farbe, Form)

Das im Gailachtal gelegene Projektgebiet weist mit seinen abwechslungsreichen Landformen eine sehr hügelige Oberfläche auf, wodurch weitreichende Blickbeziehungen nur von etwas höher gelegenen Standorten möglich sind. Eine Beeinträchtigung dieser Blickbeziehungen durch erforderliche Dammbauwerke mit Dammhöhen von maximal 7,0 m ist dadurch nur in geringem Maße gegeben.

Durch die Ausbildung von Dammbauwerken kann es im Einstaubereich zu einer Änderung der Oberflächengestalt und Begleitvegetation kommen. Der für die Becken vorgesehene Bereich, der jetzt als Acker- /Weideland genutzt wird, würde in der Folge die größte Änderung erfahren.

Im Zuge der Errichtung von Dämmen müssen bestehende Wegeverbindungen (Rad- und Wanderwege, Wirtschaftswege) angepasst und teilweise über die Dammkronen geführt werden, was durchaus auch positiv wahrgenommen wird und nicht zwangsweise eine visuelle Beeinträchtigung durch das Bauwerk darstellt.

Beim technischen Ausbau der Gewässer (innerörtlicher Hochwasserschutz) wirken sich Materialwahl, Gewässergestaltung und Einbindung in die Umgebung auf das Ortsbild aus. Ein naturnaher Ausbau und die Verwendung ingenieurbioologischer Maßnahmen ist einem rein technischen Ausbau möglichst vorzuziehen.

Die Realisierung der Hochwasserschutzmaßnahmen aller Varianten erfordert die Durchführung von Ausgleichsmaßnahmen, durch welche die Eingriffe in Natur und Landschaft kompensiert werden sollen. Ob dies in jedem Fall erfolgreich möglich sein wird, kann teilweise erst nach vertiefenden ökologischen Untersuchungen beurteilt werden.

Wertung aus landschaftsästhetischer Sicht:

Generell ist festzustellen, dass bezogen auf das Landschaftsbild Variante 3 vor Variante 2 liegt. Mit großem Abstand folgt Variante 1.

#### Ortsbild:

Je höher der Abfluss in den Ortsbereichen ist, desto größer müssen dort die technischen Maßnahmen wie Hochwasserschutzmauern oder Geländemodellierungen ausfallen und desto größer ist auch der Eingriff in das Ortsbild. Technische Maßnahmen für den Hochwasserschutz müssen nicht zwangsweise negative Auswirkungen auf das Ortsbild haben. Muss aber aufgrund beengter Platzverhältnisse von einer natürlichen Bauweise abgesehen werden, sind die Auswirkungen durchaus als negativ zu beurteilen.

Wertung aus ortsplanerischer Sicht:

In Variante 3 erfolgt die geringste Drosselung des Hochwasserabflusses wodurch die umfangreichsten technischen Hochwasserschutzmaßnahmen in den Ortsbereichen erforderlich sind. Auch weil der Ausbau des Mühlbachs sehr technisch erfolgen muss, muss der Eingriff der Variante 3 auf das Ortsbild am schwerwiegendsten beurteilt werden.

Durch die größte Drosselung des Hochwasserabflusses in Variante 2 ist der Einfluss dieser Variante auf das Ortsbild am geringsten einzuschätzen und ist damit bezüglich des Ortsbildes den anderen Varianten vorzuziehen. Variante 1 liegt geringfügig hinter Variante 2.

#### Wasserkraftnutzung Gröblmühle:

Der Markt Mörsnheim plant die Reaktivierung des Wasserkraftrades an der Gröblmühle im Ortsbereich von Mörsnheim.

Wird, wie in Variante 3 geplant, der Mühlbach eingetieft so ist eine Wasserkraftnutzung hier nicht mehr möglich. In Variante 1 und 2 werden die jetzigen Verhältnisse beibehalten. Die perspektivisch gewünschte Reaktivierung des Wasserkraftrades wäre bei diesen Varianten weiterhin möglich.

Wertung aus Sicht der Wasserkraft:

In diesem Punkt sind Variante 1 und 2 der Variante 3 vorzuziehen.

## 6.2.6 Kostenschätzung

Die Kostenschätzung liegt in den Anlagen 6.1 bis 6.3 für die einzelnen Varianten bei. Die Gesamtkosten sind in Tabelle 14 gegenübergestellt.

Tabelle 14: Kostenschätzung, Gesamtkosten der Varianten

| Variante   | Gesamtkosten (brutto) |
|------------|-----------------------|
| Variante 1 | 5,668 Mio. €          |
| Variante 2 | 4,946 Mio. €          |
| Variante 3 | 5,114 Mio. €          |

Variante 1 ist mit 5,688 Mio. € die teuerste Variante. Diese Mehrkosten entstehen hauptsächlich durch das zusätzliche Hochwasserrückhaltebecken, den dadurch resultierenden erhöhten Grunderwerb und baulichen Aufwand für das Becken.

Die Kosten für Variante 3 belaufen sich auf 5,114 Mio. € und ist damit teurer als die günstigste Variante, Variante 2, mit 4,946 Mio. €. Dies ist durch den kostenintensiveren technischen Ausbau des Mühlbachs gegenüber dem des Altbachs zu erklären.

## **7 Geplantes Vorhaben - Vorzugsvariante**

### **7.1 Ableitung der Vorzugsvariante**

Als Vorzugsvariante wird **Variante 2** empfohlen.

#### **7.1.1 Abwägung zwischen Variante 1 und 2**

In Variante 1 sind mit zwei Hochwasserrückhaltebecken die meisten Becken vorgesehen. Durch das zusätzliche Dammbauwerk und den damit verbundenen ökologischen Nachteilen sowie den visuellen Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes ist in dieser Hinsicht Variante 2 überlegen.

Auch hinsichtlich der Kosten ist Variante 2 überlegen, da für das zusätzliche Dammbauwerk von HRB 02 weit höhere Kosten anfallen als für den erhöhten Damm von HRB 01' in Variante 2. Das zusätzliche Dammbauwerk der Variante 1 erfordert zudem einen höheren Unterhaltsaufwand als in Variante 2.

#### **7.1.2 Abwägung zwischen Variante 2 und 3**

Variante 2 und 3 unterscheiden sich im wesentlichen durch zwei Punkte. In Variante 2 weist das Hochwasserrückhaltebecken durch eine erhöhte Dammhöhe einen größeren Ausbauraum auf als bei Variante 3, wodurch der Hochwasserabfluss unterstrom des Beckens in Variante 2 geringer ist. Zum anderen wird die Leistungsfähigkeit der Gailach durch den Ausbau des Altbachs, bei Variante 3 durch Ausbau des Mühlbachs gesteigert.

Hinsichtlich des Landschaftsbildes und der Ökologie ist durch das niedrigere Dammbauwerk des Hochwasserrückhaltebeckens Variante 3 der Variante 2 überlegen.

Dem gegenüber steht der intensivere Eingriff in das Ortsbild, der Wegfall der Möglichkeit einer Reaktivierung der Wasserkraft sowie die höheren Kosten..

Durch diese insgesamt gewichtigeren Argumente der Variante 2, ist Variante 2 der Variante 3 vorzuziehen.

### 7.1.3 Wahl Vorzugsvariante

Zur Ableitung der Vorzugsvariante sind die Varianten nochmals hinsichtlich der Wertungskriterien:

- Wirtschaftlichkeit,
- Hochwasserschutz,
- Eingriff in ökologisch sensible Bereiche,
- Eingriff in das Landschaftsbild,
- Eingriff in das Ortsbild,
- Wasserkraftnutzung an der Gröblmühle,

in einer Matrix gegenübergestellt (siehe Tabelle 15).

Tabelle 15: Entscheidungsmatrix Vorzugsvariante (Note 1 = gut, Note 3 = schlecht)

| Wertungskriterium                        | Variante 1 | Variante 2 | Variante 3 |
|--|------------|------------|------------|
| Wirtschaftlichkeit                       | 3          | 1          | 2          |
| Eingriff in ökolog. sensible Bereiche    | 3          | 2          | 1          |
| Eingriff in das Landschaftsbild          | 3          | 2          | 1          |
| HWS bebauter Gebiete                     | 1          | 1          | 1          |
| Eingriff in das Ortsbild (auch Bauphase) | 1          | 1          | 3          |
| Wasserkraft                              | 1          | 1          | 3          |
| <b>Durchschnittsnote</b>                 | <b>2,0</b> | <b>1,3</b> | <b>1,8</b> |

Wie aus Tabelle 15 ersichtlich und in Anbetracht der unter Kapitel 6.2 beschriebenen Wirkungen der Varianten sowie der Wirtschaftlichkeit ist **Variante 2** den anderen Varianten vorzuziehen. In der weiteren Ausführung soll daher näher auf diese Vorzugsvariante eingegangen werden.

### 7.1.4 Nutzwertanalyse Vorzugsvariante

Für die Vorzugsvariante wurde eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung nach Handlungsanleitung des LfU (Stand: 2008) vollzogen. Diese ist in Anlage 7 einzusehen.

Neben der Jährlichkeit des geplanten Hochwasserschutzes geht in die Berechnung auch die Jährlichkeit des Ereignisses ein, bei dem erste Schäden im Projektgebiet zu verzeichnen sind. Mit dem in Kapitel 3 beschriebenen 2d-Modell wurde der Abfluss ermittelt, bei dem Ausuferungen bereits zu beobachten sind, aber bei dem noch keine Schäden an Gebäuden auftreten. Der Abfluss beträgt ca.  $16 \text{ m}^3/\text{s}$  am Gebietsauslass. Durch lineare Interpolation mit dem Stützpunkt  $HQ_{100}$  ( $Q = 30 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $h_N = 60,3 \text{ mm}$ ) und unter Berücksichtigung der flächengemittelten Anfangsverluste über das gesamte Einzugsgebiet ( $I_{A,0} = 12,3 \text{ mm}$ ) konnte dieser Abfluss in ein Ereignis der Jährlichkeit  $T = 5 \text{ a}$  eingestuft werden ( $Q = 16 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $h_N = 37,9 \text{ mm}$ ). Bei einem Ereignis mit der Jährlichkeit  $T = 6 \text{ a}$  ( $h_N \approx 39,3 \text{ mm}$ ) treten bereits erhebliche Schäden im Einzugsgebiet auf. Dieses Ereignis wurde als weitere erforderliche Stützstelle für die Ermittlung des Nutzenkostenfaktors herangezogen.

Der ermittelte Nutzenkostenfaktor NKF der Vorzugsvariante beträgt **4,35**  $> 1$ . Es kann somit von einer Wirtschaftlichkeit der vorgeschlagenen Maßnahmen ausgegangen werden.

## 7.2 Technische Gestaltung – Darstellung der Vorzugsvariante

Nachfolgend wird die gewählte Vorzugsvariante beschrieben. Ausgehend von den Erkenntnissen der hydraulischen Berechnung wurde die Vorzugsvariante weiter konkretisiert.

### 7.2.1 Hydraulischer Nachweis der Vorzugsvariante

Die Vorzugsvariante ist in das hydraulische Modell des Istzustandes (siehe Kapitel 3) aufgenommen. Für den Nachweis der Vorzugsvariante wird ein Klimazuschlag von 15% berücksichtigt.

Durch die geplanten Hochwasserschutzmaßnahmen verändert sich das Abflussverhalten im Einzugsgebiet. Werden Hochwasserrückhaltebecken vorgesehen, können höhere Niederschlagsdauerstufen maßgebend werden und zu einem größeren Abflussscheitel führen. Aus diesem Grund sind die Hochwasserschutzmaßnahmen der Vorzugsvariante auch in das NA-Modell aus Kapitel 2 übernommen, und die Abflussberechnung erneut mit mehreren Dauerstufen durchgeführt. Bei den Berechnungen zeigt sich, dass im Planzustand eine Niederschlagsdauer von *1080 min* den höchsten Scheitelabfluss im Ortsbereich von Mörsheim erzeugt und damit maßgebend für die Untersuchungen im Planzustand ist.

Das Überschwemmungsgebiet, das sich mit den Hochwasserschutzmaßnahmen der Vorzugsvariante ergibt, ist in den Lageplänen in Anlage 5.1 und 5.2 dargestellt.

## 7.2.2 Maßnahmen und Baukonstruktionen

Die bereits unter Kapitel 6.2.3 vorgestellte Variante 2 (= Vorzugsvariante) soll in diesem Abschnitt noch weiter ausgeführt werden.

Wie dort beschrieben, setzt sich die Vorzugsvariante aus folgenden Maßnahmen zusammen:

- *Maßnahme Nr. 3.1 – Gewässerunterhalt*
- *Maßnahme Nr. 3.2 – Dynamisierte Uferstreifen*
- *Maßnahme Nr. 4.1 – Erhöhung Abflussquerschnitt Altbach*
- *Maßnahme Nr. 5 – technischer Hochwasserschutz*
- *Maßnahme Nr. 6.3 – Gerinneentlastung Bypass V3*
- *Maßnahme Nr. 7.2 – Hochwasserrückhaltebecken HRB 01'*

### Maßnahme Nr. 7.2 – Hochwasserrückhaltebecken HRB 01'

Essentiell für die Wirksamkeit der Vorzugsvariante ist das vorgesehene Hochwasserrückhaltebecken HRB 01', durch das der Hochwasserabfluss entscheidend gedämpft werden kann.

Als Standort ist der Talbereich oberstrom vom Mühlheim entlang der Kreisstraße vorgesehen (siehe Anlage 4.1). Die Eigenschaften des Beckens, bei der für das Becken maßgeblichen Niederschlagsdauerstufe, können Tabelle 16 entnommen werden.

Tabelle 16: Eigenschaften HRB01' Vorzugsvariante

|   | <b>HRB 01'</b> |
|---|----------------|
| Stauhöhe bei $Z_V$ [m]                    | 6,4            |
| Stauvolumen bei $Z_V$ [m <sup>3</sup> ]   | 214.400        |
| Einstaufläche bei $Z_V$ [m <sup>2</sup> ] | 93.000         |

Das Dammbauwerk quert den Talraum und schließt senkrecht an die Kreisstraße an. Zur Freibordsicherung und um einen Einstau der Kreisstraße zu vermeiden, muss entlang der Straße eine Hochwasserschutzmauer vorgesehen werden.

Der genaue Standort des Beckens ist im Lageplan in Anlage 4.1 dargestellt.

### Maßnahme Nr. 5 – technischer Hochwasserschutz

Der durch das Hochwasserrückhaltebecken gedrosselte Abfluss kann nicht ohne weitere technische Maßnahmen schadlos abgeführt werden. Aus diesem Grund müssen die nachstehenden aufgeführten Maßnahmen in verschiedenem Umfang in den Ortsbereichen Mühlheim, Mörsheim und Altendorf umgesetzt werden:

- Hochwasserschutzmauern,
- Geländemodellierungen,
- Straßenanhebungen,
- Objektschutzmaßnahmen.

Damit es zu keinem Aufstau von Oberflächenwasser/Hangwasser kommt, müssen in den Hochwasserschutzmauern teilweise Durchlässe mit Rückschlagklappen oder Pumpwerke vorgesehen werden. Diese hangwasserbedingten Maßnahmen sind nicht Inhalt der vorliegenden Studie.

Der Standort und der Umfang der einzelnen Maßnahmen kann den Plänen in Anlage 4.2.1 und 4.2.2 entnommen werden.

### Maßnahme Nr. 6.3 – Gerinneentlastung Bypass

Um die Gailach bei einem Hochwasserereignis zu entlasten, soll im Ortsbereich von Mörsheim ein Bypass errichtet werden.

Dem Lageplan in Anlage 4.2.1 ist die genaue Lage des Bypasses zu entnehmen. Über ein Streichwehr (Versehen mit einem Treibholzrechen) oberstrom der Brücke KS im Ortsbereich von Mörsheim gelangt ein Teil des Hochwasserabflusses in den Bypass. Nach einem überdeckelten Teilstück schließt der Bypass wieder an den Altbach an. Die erforderlichen Abmessungen betragen in etwa  $h = 1,40$  m und  $b = 6,50$  m.

Eine exakte Aussage über die Abmessungen sowie die Abflussaufteilung kann zu diesem Planungszeitpunkt noch nicht gemacht werden. Diese kann im Rahmen der Entwurfsplanung getroffen werden. Die hydraulischen Berechnungen haben aber gezeigt, dass durch den geplanten Bypass die gewünschte Entlastung des Gerinnes erzielt werden kann.

#### Maßnahme Nr. 4.1 – Erhöhung Abflussquerschnitt Altbach:

Eine Erhöhung des Abflussquerschnitts im Altbach kann durch eine Absenkung des Vorlands erreicht werden. Diese soll nach Möglichkeit (Platzverhältnisse etc.) nur einseitig erfolgen um bestehende Uferbereiche zu erhalten und die Eingriffe so schonend wie möglich zu gestalten.

Um einen Teil der bestehenden Vegetation entlang des Altbachs nicht zu zerstören, soll an einer Stelle der Abflussquerschnitt durch eine Flutmulde erhöht werden. Die Baumgruppen werden möglichst als Inseln erhalten. In Anlage 4.2.1 sind die Maßnahmen am Altbach dargestellt.

#### Maßnahme Nr. 3.1 - Gewässerunterhalt

Durch regelmäßige Gewässerpflege und Gewässerunterhalt kann die Abflussleistungsfähigkeit der Gailach beibehalten werden. Dies erfordert an einigen Stellen das Freischneiden des Abflussquerschnitts und Entfernen von Treibgut und Anlandungen. Zudem müssen die durch private Anlieger hergestellten Uferverbauungen und Abflusshindernisse entfernt werden. Durch Treibholzfänge an "Hangwasserbrennpunkten" kann die Gefahr einer Verklausung durch Treibgut weiter reduziert werden.

Falls sich im späteren Betrieb zeigen sollte, dass wider Erwarten weitere Treibholzprobleme auftreten ist auch ein großer Treibholzfang oberstrom von Mühlheim möglich. Aufgrund der bisherigen Erfahrungen scheint dies derzeit aber nicht geboten.

Nachfolgend sind Beispiele aufgezeigt, in denen Defizite entlang der Gailach bestehen. Neben den Maßnahmen für den Gewässerunterhalt müssen auch bestehende Strukturen instandgesetzt werden. Vor allem die Ufermauern weisen oft starke Mängel auf.

Freischneiden des Querschnitts und Entfernen von Abflusshindernissen:



Instandsetzung der bestehenden Strukturen:



Schadhafte Ufermauern

Überfahrten ohne Absturzsicherung

Abbildung 20: Maßnahmen Gewässerunterhalt und Strukturdefizite

## **8 Erfolg des Vorhabens**

Durch die geplanten Maßnahmen der Vorzugsvariante werden die Ortsbereiche vor einem 100-jährlichen Hochwasser geschützt. Landwirtschaftliche Flächen werden nicht vor Hochwasser geschützt. Treibholzfänge oberstrom der bebauten Bereiche von Mühlheim halten Schwemmgut zurück und verhindern eine Verklausung von Durchlässen und Brücken. Durch einen regelmäßigen Gewässerunterhalt und eine Gewässerpflege bleibt der Abflussquerschnitt der Gewässer leistungsfähig. Schäden an Ufern und Bauwerken werden bei dieser Gelegenheit frühzeitig erkannt. Durch Pufferstreifen am Gewässerand kann zudem der Eintrag von Nährstoffen in die Gewässer reduziert werden.

## **9 Vorschlag Hochwasservorsorgemaßnahmen**

Grundlegende Maßnahmen liegen bei entsprechender Verhaltensvorsorge durch rechtzeitige Hochwasserwarnungen sowie das Vorhandensein von Alarm- und Einsatzplänen. Sinnvoll kann auch das Einrichten von Hochwasserpartnerschaften mit angrenzenden Gemeinden bzw. Kommunen sein, in denen gegenseitige Hilfsmaßnahmen ausgearbeitet sind.

Anwohner in ausgewiesenen Überschwemmungsgebieten sollten gezielt auf die eigene Risikovorsorge, z.B. in Form von Versicherungen, hingewiesen werden.

### **9.1 Flächenvorsorge**

Im Rahmen der Flächenvorsorge ist darauf zu achten, dass Retentionsräume bzw. versickerungsfähige Flächen erhalten bleiben. Wo sich die Möglichkeit ergibt, sollten bereits versiegelte Flächen geöffnet werden. Bei unvermeidbaren Flächenbefestigungen sollten, wenn möglich, durchlässige Baumaterialien wie z.B. Rasengittersteine verwendet werden.

### **9.2 Bauvorsorge**

Generell sollte eine Bebauung in hochwassergefährdeten Gebieten ausgeschlossen werden. Neubauten sollten mit wasserdichten Kellern sowie entsprechenden Vorrichtungen zum Verschluss von tiefer gelegenen Gebäudeöffnungen ausgestattet sein. Bei bestehenden Gebäuden können entsprechende Maßnahmen wie z.B. Umnutzung von Kellerräumen, nachträgliche Abdichtungen oder Auftriebssicherungen von Öltanks durchgeführt werden.

### 9.3 Ökologische Aufwertung

Durch das Einrichten von Pufferstreifen entlang der Bachläufe kann der Eintrag von Nährstoffen aus der angrenzenden landwirtschaftlichen Nutzung begrenzt werden (siehe Abbildung 21). Ebenso können durch die Abgrenzung von Weideflächen Trittschäden in den Uferbereichen und im Bachbett vermieden werden.



Abbildung 21: Ökologische Defizite

Im Rahmen der ökologischen Aufwertung sollte auch darauf geachtet werden, dass standortfremder Bewuchs entfernt wird (z.B. japanisches Springkraut). Tabelle 17 zeigt auf, in welchen Bereichen Pufferstreifen als sinnvoll erachtet werden. Außerdem bestehen hier Möglichkeiten der Uferdynamisierung.

Tabelle 17: Pufferstreifen

| Fkm   |       | Beschreibung   |
|-------|-------|--|
| von   | bis   |  |
| 4+650 | 4+000 | Pufferstreifen entlang der Bachläufe zur Begrenzung des Nährstoffeintrags und der Trittschäden |
| 3+400 | 1+850 |  |

Abwechslungsreiche Gewässerstrukturen mit Prall- und Gleitufeln, Anlandungen, Kolke, Totholz und Begleitgehölze sind unverzichtbar für eine vielfältige Gewässerfauna. Abschnittsweise sind diese Strukturen an den Bachläufen vorhanden. Vor allem in den Ortsbereichen weisen die Bachläufe jedoch überwiegend Strukturdefizite auf, es fehlt an natürlichem Entwicklungsraum. Natürliche Retentionsflächen wurden bereichsweise überbaut. Es sollte langfristig angestrebt werden, Bebauungen im Überflutungs-

bereich zurück zu bauen.

## **10 Sonstige Erläuterungen**

### **10.1 Regelung für Bedienung, Überwachung und Unterhalt**

Es ist vorgesehen, dass der Betrieb, die Überwachung und der Unterhalt der geplanten Bauwerke durch den Markt Mörsheim wahrgenommen wird. Durch das Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt können fachliche Hinweise zur Durchführung der erforderlichen Arbeiten gegeben werden. Im Rahmen der weiteren Planungen ist es empfehlenswert entsprechende Betriebshandbücher für die einzelnen Hochwasserschutz Elemente zu erarbeiten.

### **10.2 Vorstellungen über die Finanzierung**

Das erarbeitete Hochwasserschutzkonzept baut auf einer Kombination aus Hochwasserrückhalt und erforderlichem technischen Hochwasserschutz im bebauten Bereich auf. Da durch das Konzept ein Schutz vor einem 100-jährlichen Hochwasser erreicht wird, sind Fördermittel des Freistaats Bayern zu erwarten. In der Regel werden Maßnahmen des Hochwasserrückhalts mit einem höheren Satz gefördert als Maßnahmen für einen technischen Hochwasserschutz. Die restliche Finanzierung obliegt dem Markt Mörsheim.

Aufgrund des vorhandenen Schadenspotentials, des positiven Nutzen-Kostenverhältnisses sowie der Verwirklichung einer erheblichen Rückhaltewirkung wird eine verhältnismäßig hohe Förderung durch den Freistaat Bayern erwartet, die durch den Markt verhandelt werden sollte.

### **10.3 Voraussetzungen für den Erfolg des Hochwasserschutzkonzepts**

Ein Schutz vor einem 100-jährlichen Hochwasser ist erst erreicht, wenn alle Maßnahmen des Konzepts umgesetzt sind. Die bauliche Umsetzung der Maßnahmen kann schrittweise nacheinander erfolgen, wobei den Maßnahmen mit der größten Wirkung der Vorzug gegeben werden sollte. Es wird empfohlen mit dem Hochwasserrückhaltebecken zu beginnen, da dort bei kleineren Hochwässern bereits ein Teilschutz erzielt werden kann.

Gleichzeitig ist der Innerortsausbau ein Bereich, mit dem schnell ein Teilschutz erreicht werden kann. Hier ist allerdings darauf zu achten, dass bei Umläufigkeiten (größere

Hochwässer) solche Maßnahmen auch negative Wirkungen erzeugen können und Hochwassersituationen auch verschärfen können.

#### **10.4 Möglicher Zeitplan zur Verwirklichung der Maßnahmen**

Es ist denkbar, dass noch 2014 mit der Genehmigungsplanung des Hochwasserrückhaltebeckens und Teilbereichen des (obestromigen) innerörtlichen Hochwasserschutzes begonnen werden kann.

2015 könnten die ersten Genehmigungen (Planfeststellungsverfahren) erhalten werden. Die Genehmigungsdauer kann unserer Erfahrung nach durchaus ein Jahr betragen.

Anfang 2016 könnte die Ausführungsplanung des ersten Bauabschnittes (HRB) abgeschlossen und mit den ersten Baumaßnahmen begonnen werden.

Erst wenn die Genehmigung für die Rückhaltemaßnahme vorliegt (2016) wird empfohlen, die Planungen für den Abschluss der unterstromigen innerörtlichen Ausbaumaßnahmen vorzusehen. 2017 kann die Bauausführung innerorts beginnen.

### **11 Problematik Hangwasser**

Nach den Richtlinien für Zuwendungen zu wasserwirtschaftlichen Vorhaben (RZWas 2000) werden vom Freistaat Bayern lediglich Maßnahmen für den Hochwasserschutz bebauter Gebiete gefördert. Maßnahmen, die zum Schutz vor Schäden durch Hangwasser ergriffen werden, sind nicht Teil der Förderung obgleich es für den Betroffenen keinen Unterschied macht ob Überschwemmungen durch Hoch- oder Hangwasser entstehen.

Es soll an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass es im Projektgebiet mehrere Bereiche gibt (siehe grüne Bereiche in Anlage 3), in denen die bestehenden Verrohrungen und Gräben nicht ausreichend dimensioniert sind um das abfließende Hangwasser schadlos abzuführen.

Neben den beschriebenen Maßnahmen zum Schutz gegen ein hundertjährliches Hochwasser der Gailach, wird dringend angeraten noch zusätzliche Maßnahmen zu ergreifen, um einen integralen Schutz vor Hang- und Hochwasser erzielen zu können.

## **Anlagen**

### **Anlage 1      Übersichtslageplan**

### **Anlage 2      Niederschlag - Abfluss - Modell Istzustand**

Anlage 2.1      CN Werte USSCS

Anlage 2.2      Landnutzung TEZG

Anlage 2.3      LP Ergebnisse NA-Modell für D = 360 min

### **Anlage 3      Überschwemmungsgebiet Istzustand HQ<sub>100</sub>**

Anlage 3.1      Überschwemmungsgebiet Mörsheim

Anlage 3.2      Überschwemmungsgebiet Mühlheim

### **Anlage 4      Hochwasserschutzmaßnahmen Maßnahmen**

Anlage 4.1      Hochwasserrückhaltemaßnahmen

Anlage 4.2      Technische Hochwasserschutzmaßnahmen

### **Anlage 5      Überschwemmungsgebiet Planzustand HQ<sub>100</sub> mit Klimazuschlag**

Anlage 5.1      Überschwemmungsgebiet Mörsheim

Anlage 5.2      Überschwemmungsgebiet Mühlheim

### **Anlage 6      Kostenschätzung**

Anlage 6.1      Variante 1

Anlage 6.2      Variante 2

Anlage 6.3      Variante 3

### **Anlage 7      Nutzwertanalyse Vorzugsvariante (V 2)**