

---

Projekt: **Hochwasserschutz- und Ökologieprojekt  
Kraichbach Hockenheim  
Zusammenlegung Kraichbach/Mühlkanal  
innerhalb der Ortslage von Hockenheim**

Landkreis: **Rhein-Neckar-Kreis**

Gemarkung: **Hockenheim**

Projektträger: **Regierungspräsidium Karlsruhe  
Abteilung Umwelt, Ref. 53.1**

---

**Genehmigungsplanung**  
**Anlage 1, Erläuterungsbericht**

---

Bearbeiter: Dipl.-Ing. M. Hesch  
C. Köppel-Jung

aufgestellt,

Hügelsheim, im Dezember 2012



WALD + CORBE Beratende Ingenieure

für den Projektträger

Karlsruhe, im Dezember 2012



Referatsleitung 53.1, Horst Kugele



## Inhalt

|           |                                                                         |           |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>  | <b>Einleitung .....</b>                                                 | <b>1</b>  |
| 1.1       | Veranlassung und Aufgabenstellung .....                                 | 1         |
| 1.2       | Notwendigkeit der Baumaßnahme.....                                      | 3         |
| 1.3       | Einzugsgebiet, Planungsraum .....                                       | 4         |
| <b>2</b>  | <b>Planungsgrundlagen .....</b>                                         | <b>7</b>  |
| 2.1       | Kartenmaterial/Vermessung .....                                         | 7         |
| 2.2       | Hydrologische Untersuchung.....                                         | 7         |
| 2.3       | Historische Hochwasser und Hochwasserstatistik .....                    | 9         |
| 2.4       | Hydraulische Untersuchung.....                                          | 10        |
| 2.5       | Kosten-Nutzen-Untersuchung.....                                         | 12        |
| <b>3</b>  | <b>Derzeitiger Zustand des Kraichbaches .....</b>                       | <b>16</b> |
| 3.1       | Hochwasserproblematik .....                                             | 16        |
| 3.2       | EU-Wasserrahmenrichtlinie und Gewässerentwicklungsplan.....             | 16        |
| 3.2.1     | EU-Wasserrahmenrichtlinie .....                                         | 16        |
| 3.2.2     | Gewässerentwicklungsplan .....                                          | 16        |
| 3.3       | Einfluss des Klimawandels auf die Hochwasserabflüsse am Kraichbach..... | 18        |
| 3.4       | Städtebauliche Entwicklung entlang des Kraichbachs .....                | 18        |
| <b>4</b>  | <b>Geplante Umgestaltungsmaßnahmen .....</b>                            | <b>19</b> |
| 4.1       | Projektziele.....                                                       | 19        |
| 4.2       | Ausbaugrundsätze.....                                                   | 19        |
| 4.3       | Geplante Ausbaumaßnahmen .....                                          | 21        |
| <b>5</b>  | <b>Hydraulischer Nachweis .....</b>                                     | <b>38</b> |
| <b>6</b>  | <b>Auswirkungen des Baubetriebs, Bodenmanagement und Bauablauf.....</b> | <b>40</b> |
| 6.1       | Auswirkungen des Baubetriebs .....                                      | 40        |
| 6.2       | Bodenmanagement und vorläufiger Bauablauf .....                         | 40        |
| <b>7</b>  | <b>Betroffene Dritte.....</b>                                           | <b>42</b> |
| <b>8</b>  | <b>Grunderwerb und vorübergehend beanspruchte Flächen.....</b>          | <b>44</b> |
| <b>9</b>  | <b>Unterhaltungstechnische Aspekte.....</b>                             | <b>45</b> |
| <b>10</b> | <b>Baukosten .....</b>                                                  | <b>47</b> |
| <b>11</b> | <b>Zusammenfassung .....</b>                                            | <b>48</b> |

## Anhang

**Anhang A:        Grunderwerbverzeichnis**

**Anhang B:        Modellbeschreibung HYDRET,  
Ergebnisse der hydraulischen Berechnungen**

# 1 Einleitung

## 1.1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Das Projekt „Zusammenlegung Kraichbach/Mühlkanal“ hat seine Anfänge im seit vielen Jahren bekannten Problem der fehlenden Zugänglichkeit an die beiden in der Ortslage von Hockenheim liegenden Gewässer Kraichbach und Mühlkanal. Beide Gewässer werden über weite Strecken von Ufermauern eingesäumt, an die nur schwer oder nicht zugängliche Haus- oder Schrebergärten angrenzen. Notwendige Unterhaltungsarbeiten konnten und können somit nicht im erforderlichen Maße ausgeführt werden. Darüber hinaus ist teilweise die Standsicherheit der Ufermauern durch Unterspülung oder Mauerausbrüche nicht mehr überall sichergestellt.

Die Ortslage Hockenheim liegt am Unterlauf des Kraichbachs. In den letzten 20 Jahren haben sich die Hochwasserverhältnisse im oberhalb liegenden Einzugsgebiet des Gewässersystems Kraichbach-Kriegbach aufgrund der zunehmenden Erweiterung der Siedlungsflächen, aber auch aufgrund verschiedener wasserwirtschaftlicher Maßnahmen wesentlich verändert. Zur Verbesserung des Hochwasserschutzes wurden im Oberlauf, dem Kraichgauer Hügelland, Hochwasserrückhaltebecken und in der Rheinebene verschiedene Polder angelegt.

Die jüngsten Hochwasserereignisse (Februar 1997, März 2002) haben gezeigt, dass diese Maßnahmen sehr wirkungsvoll sind, doch nach wie vor eine hohe Belastung des Kraichbach-Kriegbach-Systems bestehen bleibt. Für die Stadt Hockenheim stellt sich dabei die Situation in der Ortsmitte, wo Kraichbach und Mühlkanal parallel verlaufen, besonders kritisch dar. Die Notwendigkeit von Hochwasserschutzmaßnahmen in diesem Gewässerabschnitt wurde u.a. in der im Auftrag des Landes durchgeführten Flussgebietsuntersuchung (FGU) deutlich. Die Berechnungsergebnisse zeigten, dass derzeit ein deutlich unter 100-jährlicher Hochwasserschutz vorliegt und im Falle großer Hochwasserereignisse hochwertige innerörtliche Bereiche überflutet werden. Bereits in früheren hydraulischen Untersuchungen wurde auf eine Hochwassergefährdung Hockenhems hingewiesen.

Im Jahr 1999 wurde durch die beiden Bereiche Karlsruhe und Heidelberg der damaligen Gewässerdirektion Nördlicher Oberrhein (GwD NOR) die Erstellung eines Gewässerentwicklungsplanes (GEP) für den Kraichbach-Unterlauf und den gesamten Kriegbach sowie ein Gewässerentwicklungskonzept (GEK) für den Landgraben-Kehrgraben in Auftrag gegeben, die auch die Durchführung hydraulischer Berechnungen beinhaltete. Für den Hochwasserschutz von Hockenheim wurden dabei Standorte für Hochwasserrückhaltebecken vor Reilingen bzw. oberhalb von Hockenheim untersucht. Das Ergebnis der Untersuchung zeigte jedoch, dass der angestrebte 100-jährliche Hochwasserschutz durch lokale Hochwasserschutzmaßnahmen in Hockenheim unter ökologischen, städtebaulichen und monetären Gesichtspunkten sehr viel Erfolg versprechender umgesetzt werden kann.

Der Bericht für die gesamte Flussgebietsuntersuchung (FGU) wurde im Jahr 2004 vorgelegt. [WALD + CORBE, 2004].

Die im Zusammenhang mit der Flussgebietsuntersuchung bzw. des GEP entwickelten Hochwasserschutzmaßnahmen sahen im Stadtgebiet von Hockenheim die Zusammenlegung der beiden Gewässer Kraichbach und Mühlkanal mit einer seitlichen Verwallung vor. Dieses Konzept fand auch beim Gemeinderat der Stadt Hockenheim Zustimmung und wurde bei der Bewerbung für ein landesweites Grünprojekt im Innenstadtbereich weiterverfolgt. Im Zusammenhang mit dem Grünprojekt wurden damals vier Ziele formuliert:

- Herstellung eines 100-jährlichen Hochwasserschutzes im Innenstadtbereich
- Ökologische Verbesserung der Abflussverhältnisse am Kraichbach
- Herstellung der Zugänglichkeit zum Gewässer zur Pflege und Unterhaltung
- Erlebbarkeit des Gewässers, Verbindung zu den Außenanlagen der unmittelbar angrenzenden Schulen

Diese Ziele werden nach wie vor verfolgt und liegen dieser Planung zugrunde.

Nachdem die Bewerbung für das Grünprojekt nicht erfolgreich war, verzögerte sich die weitere Planung. Zunächst musste eine Kosten-Nutzen-Untersuchung durchgeführt werden, über die die Wirtschaftlichkeit und der volkswirtschaftliche Nutzen der Maßnahme nachgewiesen werden konnte. [aktualisiert, WALD + CORBE, 2010].

Im Jahr 2003 erfolgte die Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) im deutschen Wasserrecht. Die EU-Wasserrahmenrichtlinie bildet die Basis für einen umfassenden Gewässerschutz in ganz Europa. Mit der WRRL rückten die gewässerökologischen Fragen stärker in den Vordergrund. Wesentliche Ziele der WRRL sind die Herstellung der ökologischen Funktionsfähigkeit der Oberflächengewässer und die Erhaltung der Nutzbarkeit des Grundwassers (= guter Zustand). Im Rahmen der in den Folgejahren auch am Kraichbach durchgeführten umfangreichen Bestandsaufnahme der Gewässersituation wurden die für den Innenstadtbereich von Hockenheim konzipierten Maßnahmen, da sie mit den Zielsetzungen der WRRL übereinstimmen, in die Bewirtschaftungspläne bzw. Maßnahmenprogramme zur Umsetzung der WRRL aufgenommen.

Zwischenzeitlich wurden unter Berücksichtigung der neuesten hydrologischen Daten im Rahmen der Erstellung der Hochwassergefahrenkarten (HWGK) für das Land Baden-Württemberg neue hydraulische Berechnungen durchgeführt. Aus der aktuellen HWGK-Untersuchung wurden vorab die Berechnungsergebnisse für das 100-jährliche Hochwasserereignis übernommen, die Nutzen-Kosten-Untersuchung aktualisiert und die Ergebnisse als Grundlage in der Planung berücksichtigt.

Auch gibt es seit einigen Jahren Erkenntnisse zu den Auswirkungen der Klimaänderung auf die Hochwasserabflüsse, die dazu geführt haben, dass für Baden-Württemberg flächendeckend Klimafaktoren berechnet wurden, die eine Prognose auf zukünftig zu erwartende Abflusserhöhungen angeben. Im Leitfaden „Bemessungshochwasser“ (LUBW, Juli 2005) wurde empfohlen, diesen Lastfall bei zukünftigen Hochwasserschutzplanungen zu untersuchen und, wenn es ökonomisch vertretbar ist bzw. Sinn macht, auch zu berücksichtigen. Bei der vorliegenden Planung ist dieses gewährleistet, so dass die Planung hier auf den Lastfall „Klimaänderung“ ausgelegt wurde.

Die Planung sieht vor den Kraichbach von km 6+530 (der Karlsruher Brücke) bis km 7+320 mit dem Mühlkanal in ein gemeinsames rund 790 m langes Gewässerbett zu verlegen. In der dazu hier vorliegenden Genehmigungsplanung wurden alle derzeit zur Verfügung stehenden Informationen genutzt und in die Planung eingebunden. Die ursprünglich formulierten und oben angeführten Ziele bleiben uneingeschränkt erhalten.

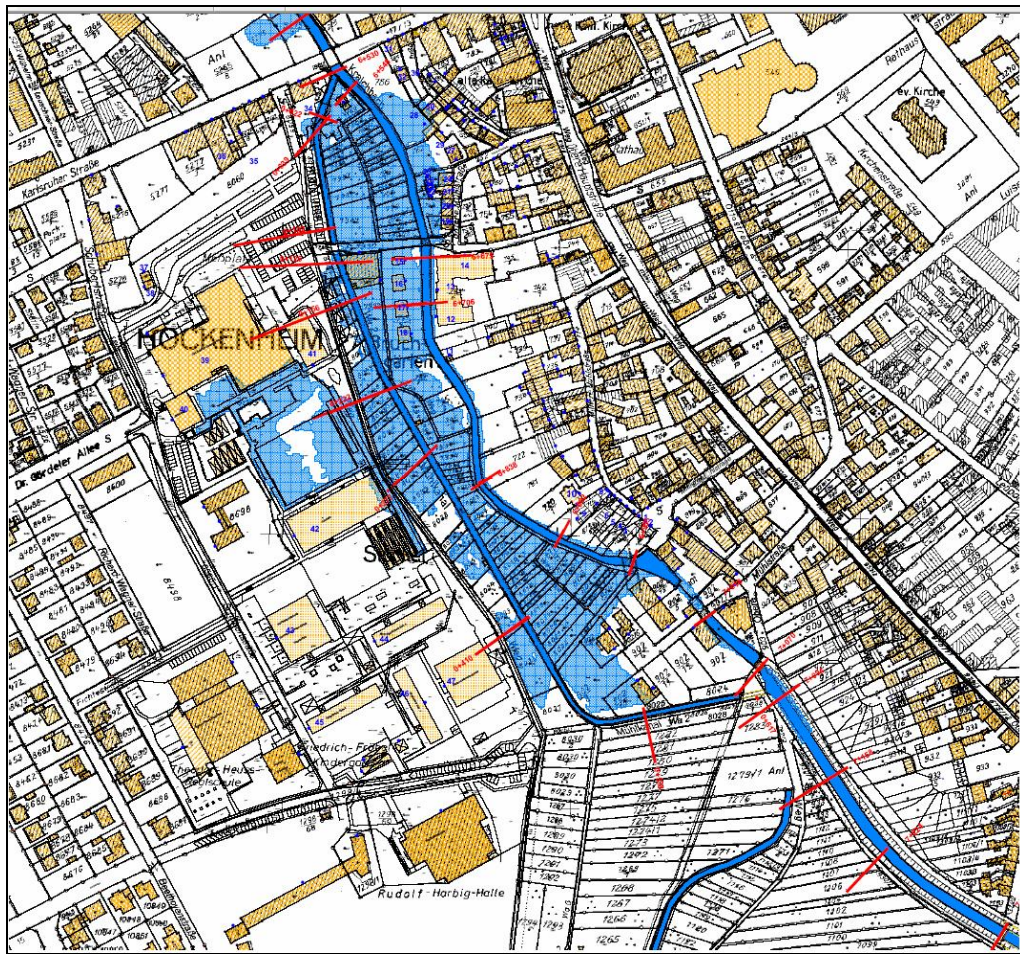
Die im Rahmen des Gesamtprojektes neu zu errichtenden Brücken und Stege, die querenden Abwasserleitungen und die Abwassereinleitungen werden durch die Stadt Hockenheim in separaten Rechtsverfahren beantragt. Aufgrund des engen Zusammenhanges zum Hochwasserschutz- und Ökologieprojekt Hockenheim werden diese in dieser Planung nachrichtlich dargestellt.

## **1.2 Notwendigkeit der Baumaßnahme**

### Hochwasserschutz

Bereits bei den eindimensionalen hydraulischen Berechnungen im Zuge der Flussgebietsuntersuchung [WALD + CORBE, 2004] hatte sich gezeigt, dass der Kraichbach innerhalb des Stadtgebietes von Hockenheim im Bereich der Gewässeraufteilung im Falle des 100-jährlichen Hochwasserereignisses über die Ufer tritt.

Im Rahmen der Erstellung der Hochwassergefahrenkarten wurde der Kraichbach zweidimensional überrechnet [Ludwig, 2010]. Durch den Einsatz des zweidimensionalen Modells zeigte es sich, dass die im Rahmen der FGU für Hockenheim ermittelten Abflüsse etwas überschätzt wurden. Mit den neu ermittelten Abflüssen wurden die Überflutungsflächen für die Aktualisierung der Kosten-Nutzen-Untersuchung neu dargestellt. Es zeigt sich dabei, dass erste Ausbordungen etwa beim 50-jährlichen Hochwasserereignis auftreten und bei entsprechend höheren Abflüssen eine Gefährdung der angrenzenden Bebauung insbesondere des im Westen gelegen Schulkomplexes besteht. In der unten stehenden Abb. 1.1 ist die für das 100-jährliche Hochwasserereignis ermittelte Überflutungsfläche dargestellt.



**Abb. 1.1:** Überflutungen bei HQ<sub>100</sub> (Ergebnisse FGU bzw. Kosten-Nutzen-Analyse), [9]

## Ökologie

Durch den geplanten Ausbau kann nun den in den Bewirtschaftungsplänen bzw. dem Maßnahmenprogramm (ID2928 „Gewässerstruktur“ WK35-06-OR5) zur Behebung der Defizite formulierten Zielen entsprochen werden. Das wesentliche Ziel ist es, die Lebensbedingungen für die in der WRRL referenzierten Gewässerorganismen (wirbellose Gewässertiere, Algen, Wasserpflanzen, Fische) zu schaffen, und dabei besonders das Thema "Fische" zu berücksichtigen. Damit soll ein weiterer Schritt zu einer flächendeckenden ökologischen Bewirtschaftung und der Wiederherstellung ökologisch funktionsfähiger Räume vollzogen werden.

## **1.3 Einzugsgebiet, Planungsraum**

Das Gewässersystem Kraichbach-Kriegbach ist in der Rheinebene Hauptvorfluter für die Gemeinden zwischen Bruchsal im Süden und Hockenheim im Norden. Das Einzugsgebiet erstreckt sich von der Wasserscheide des Kraichgauer Hügellandes im Osten bis zum Rhein

im Westen. Aufgrund der topographischen, geologischen und hydrologischen Verhältnisse lässt sich das Einzugsgebiet in die beiden Bereiche unterteilen,

- Kraichgauer Hügelland (Vorbergzone) mit den sehr fruchtbaren Lößböden
- Rheinebene, mit überwiegend sandigem Untergrund und ausgedehnten Hardtwäldern.

Die Hochwasserabflüsse im Kraichbach entstehen zum einen durch die Zuflüsse aus den „natürlichen“ (unbebauten) Flächen des Kraichgauer Hügellandes sowie durch Zuflüsse aus den zahlreichen Regenentlastungen der Ortslagen. Das für das System Kraichbach-Kriegbach im Hochwasserfall abflusswirksame Einzugsgebiet des Kraichgauer Hügellandes (ohne Rheinebene) weist eine Fläche von insgesamt 260 km<sup>2</sup> auf. Bei größeren Hochwasserereignissen kann näherungsweise davon ausgegangen werden, dass die natürlichen, unbebauten Flächen der Rheinebene nicht zur Hochwasserentwicklung beitragen (flache Gefälleverhältnisse mit hoher Infiltration, z.T. Gewässerabschnitte als Hochsysteme, etc.). In der Rheinebene erhält das Vorflutersystem Kraichbach-Kriegbach damit nur Zuflüsse aus den versiegelten Flächen der Ortslagen und über den Hardtbach aus dem Nachbareinzugsgebiet des Leimbaches. Ins Gesamteinzugsgebiet Kraichbach-Kriegbach entwässern 14 Ortslagen der Rheinebene und 28 Ortslagen des Kraichgauer Hügellandes, so dass im HW-Fall insgesamt 42 Orte ins System entlasten. Das Gesamteinzugsgebiet liegt in den vier Landkreisen Heilbronn, Rhein-Neckar, Karlsruhe und Enzkreis der Regierungsbezirke Stuttgart (2 %) und Karlsruhe (98 %).

Im Gemarkungsbereich der Gemeinde Ubstadt tritt der Kraichbach aus dem Hügelland in die Rheinebene ein. Ab hier spricht man dann vom Kraichbach-Unterlauf, der ab hier bis zu seiner Mündung ein Gewässer I. Ordnung ist und somit in der Unterhaltungslast des Landes Baden-Württemberg liegt.

Etwa 4 km unterhalb des Eintrittes in die Rheinebene, kurz nach dem Zufluss des Katzbaches, wird der Kraichbach am Schneidmühlwehr in den Kriegbach entlastet. Im weiteren Verlauf ist der Kraichbach-Unterlauf Vorfluter für den Kleinen Bach und das Landgraben-Kehrgraben-System. Außerdem nimmt er entlang seiner Trasse die Regenwasserentlastungen weiterer Städte und Gemeinden auf. Der Kraichbach mündet bei Ketsch in den Rhein.

Der Kraichbach-Oberlauf besitzt eine Einzugsgebietsfläche von ca. 160 km<sup>2</sup>, das Nachbareinzugsgebiet des Katzbaches weist eine Fläche von 50 km<sup>2</sup> auf und der Kleine Bach ist Vorfluter für ein Gebiet des Kraichgauer Hügellandes mit einer Gesamtfläche von 24 km<sup>2</sup>. Das Landgraben-Kehrgraben-System dient vorwiegend der Entwässerung der Kinzig-Murg-Rinne zwischen Wiesloch und Stettfeld. Weitere Zuflüsse erhält das Landgraben-Kehrgraben-System aus mehreren Ortslagen sowie aus der Vorbergzone mit den Gewässern Latrischgraben, Göttelsbach, Bruraingraben, Hengstbach und Kahlbach/Kehrgraben. Der Zusammenfluss von Kehrgraben und Kraichbach befindet sich oberhalb der Ortslage Reilingen.

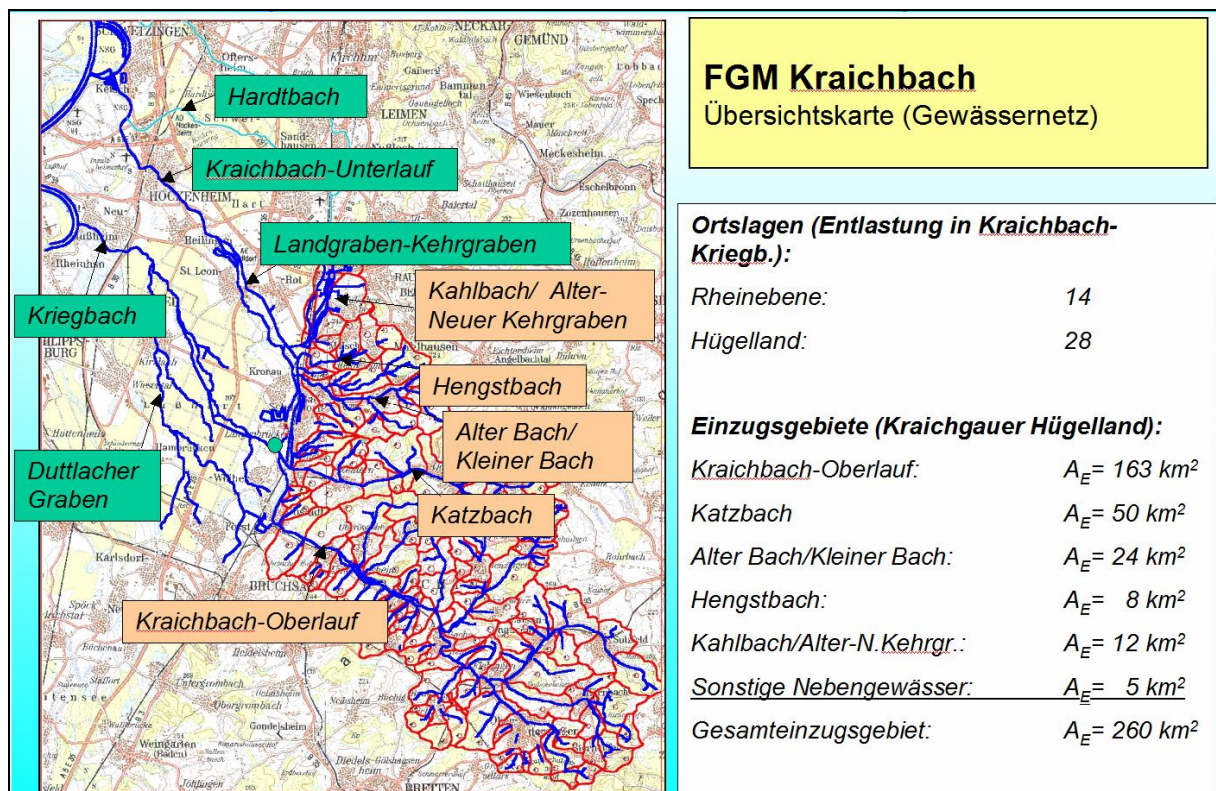
Der bei Altlußheim in den Rhein mündende Kriegbach erhält im HW-Fall seine Hauptwassermenge über das Schneidmühlwehr aus dem Kraichbach. Die an den Kriegbach angeschlossenen Gräben dienen hauptsächlich der Entwässerung der Wiesen und Acker-

flächen sowie der Ableitung von Zuflüssen aus den Ortsentwässerungen. So „entspringt“ der Duttbacher Graben an der Kläranlage Bruchsal und dient in seinem weiteren Verlauf als Vorfluter für die Regenentlastungen mehrerer Ortschaften.

In den letzten 20 Jahren haben sich die Hochwasserabflussverhältnisse im gesamten Einzugsbereich des Kraichbaches aufgrund der zunehmenden Erweiterung der Siedlungsflächen, aber auch aufgrund zahlreicher wasserwirtschaftlicher Maßnahmen wesentlich verändert. Zur Verbesserung des Hochwasserschutzes wurden im Bereich des Kraichgauer Hügellandes Hochwasserrückhaltebecken gebaut und in der Rheinebene an verschiedenen Stellen Polder angelegt.

Die jüngsten Hochwasserereignisse (Februar 1997, März 2002) haben gezeigt, dass all diese Maßnahmen sehr wirkungsvoll sind, aber nach wie vor eine hohe Belastung des Kraichbach-Kriegbach-Systems bestehen bleibt. Insbesondere für den Bereich der Ortslage Hockenheim, in der sich bekannte Engstellen des Kraichbaches befinden, wurden in der Flussgebietsuntersuchung Verbesserungen bzgl. des Hochwasserschutzes gefordert.

In der Abbildung 2 wird das Gesamteinzugsgebiet des Kraichbachs von der Quelle im Kraichgauer Hügelland bis zur Mündung in den Rhein bei Ketsch dargestellt.



**Abb.1.2:** Einzugsgebiet des Kraichbaches Ober- und Unterlauf, des Kriegbaches sowie des Landgraben-Kehrgrabens [Quelle: FGM Kraichbach, WALD + CORBE 2004]

## **2 Planungsgrundlagen**

### **2.1 Kartenmaterial/Vermessung**

Als Grundlage der Planung wurden die im Zusammenhang mit der Flussgebietsuntersuchung im Jahr 2000 durchgeführte Vermessung des Vermessungsbüros Radziwil, Offenburg verwendet. Darüber hinaus wurden sämtliche bei der Stadt Hockenheim vorliegenden Bestandsvermessungen eingearbeitet.

Die Vermessung wurde in den durch die Stadt zur Verfügung gestellten Katasterplan übertragen. Die Geländehöhen sowie das Orthophoto entstammen den Geo-Fachdaten aus dem Räumlichen Informations- und Planungssystem (RIPS) der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) bzw. den Geo-Basisdaten des Landesvermessungsamtes Baden-Württemberg (LV).

### **2.2 Hydrologische Untersuchung**

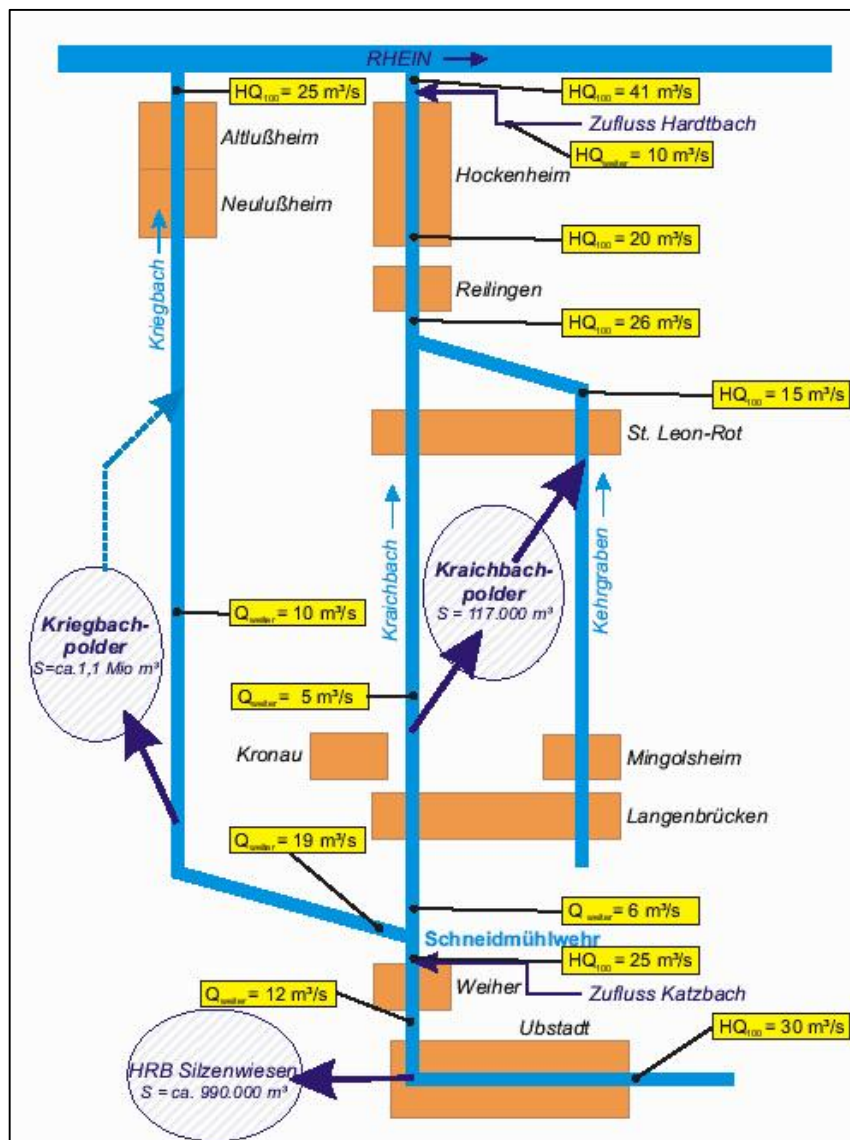
Um zuverlässige und für alle Beteiligten zufriedenstellende Lösungsansätze zu entwickeln, aber auch um die derzeitigen Verhältnisse hinsichtlich des bestehenden Hochwasserschutzes besser einstufen zu können, wurde zwischen 2001 und 2004 eine detaillierte Analyse der heutigen Hochwasserabflussverhältnisse im Kraichbach-Kriegbach-System durchgeführt. Aufgrund einer sehr geringen Abflussbereitschaft der Lössböden und des großen Einflusses von Kanalnetzzuflüssen insbesondere unterhalb von Rückhaltungen war eine möglichst realistische Erfassung der Ortsentwässerungen für alle Ortslagen des Untersuchungsraumes erforderlich. Dabei wurde auch der Einfluss zukünftiger Siedlungsentwicklungen berücksichtigt, so dass bei der Auslegung von HW-Schutzmaßnahmen dieser abflussverschärfende Aspekt berücksichtigt werden konnte. Im Rahmen einer Bestandsanalyse wurden in einem ersten Bearbeitungsschritt kritische Bereiche mit derzeit unzureichendem Hochwasserschutz lokalisiert und die entsprechenden Lösungskonzepte zur Verbesserung des Hochwasserschutzes entwickelt.

Eine solche Bestandsanalyse sowie die Prognose unter Berücksichtigung der zukünftigen Siedlungsentwicklungen kann nur durch eine ganzheitliche Betrachtung des gesamten Einzugsgebietes durchgeführt werden. Deshalb wurde ein hydrologisches Flussgebietsmodell erstellt, mit dem die Entstehung und der Ablauf von Hochwasserereignissen unterschiedlicher Jährlichkeiten unter Einbeziehung der heute vorhandenen und einsetzbaren Rückhaltemaßnahmen aufgezeigt und dargestellt werden konnte. Mit dem Flussgebietsmodell wurden die Bemessungsabflüsse an ausgewählten, markanten Stellen entlang der wichtigsten Oberflächengewässer ermittelt, die Wirkung vorhandener Rückhaltungen ggf. optimiert und die Wirkung von möglichen weiteren Hochwasserschutzmaßnahmen aufgezeigt.

Den hydrologischen FGM-Berechnungen können Bemessungsabflüsse  $HQ_T$  für 10-, 20-, 50-, 100-jährliche Hochwasser entlang zahlreicher Gewässer für unterschiedliche Zustände (Bebauung, HRB) entnommen werden.

Die Abbildung 2.1 zeigt systematisch das im Zusammenhang mit der FGU aufgebaute Gewässersystem Kraichbach-Kriegbach-Kehrgraben mit den dort vorhandenen Poldern sowie den damals hydrologisch ermittelten Abfluss für das  $HQ_{100}$ . Die Untersuchungen im Zusammenhang mit der Erstellung der HWGK ergaben jedoch deutlich niedrigere Abflüsse.

Als Hauptgewässer wurde dabei der Kraichbach vom Pegel Ubstadt bis zur Mündung in den Rhein, der gesamte Kriegbach vom Schneidmühlwehr bis zur Mündung in den Rhein, der Landgraben-Kehrgraben von Langenbrücken bis zum Zusammenfluss mit dem Kraichbach sowie den Hockenheimer Mühlkanal ausgewählt.



**Abb. 2.1:** Systemskizze Kraichbach-Kriegbach-Kehrgraben mit den alten und nicht mehr gültigen  $HQ_{100}$  Abflüssen, [Quelle: FGU, WALD + CORBE 2004]

Gleichzeitig mit der Analyse der heutigen Abflussverhältnisse erfolgte die Erstellung von Gewässerentwicklungsplänen (GEP) für den gesamten Kraichbach-Unterlauf (unterhalb von Ubstadt) und den gesamten Kriegbach sowie eines Gewässerentwicklungskonzeptes (GEK) für den Landgraben-Kehrgraben. Da abgelaufene Hochwasser ebenso wie die Ergebnisse früherer Untersuchungen zeigten, dass bereits für zahlreiche Ortslagen eine große Hochwassergefahr besteht, sollte sichergestellt werden, dass die in GEP und GEK vorgeschlagenen Maßnahmen zu keiner Verschärfung der Hochwassersituation führen. Die vorgeschlagenen Maßnahmen (GEP, GEK) wurden daher unter dem Aspekt des Hochwasserschutzes überprüft und bereichsweise modifiziert.

Die Gewässerentwicklungspläne (Kraichbach-Unterlauf, Kriegbach) und Gewässerentwicklungskonzepte (Landgraben-Kehrgraben) wurden von der Gesellschaft für angewandte Ökologie und Umweltplanung (GefaÖ) erstellt. Weitere Details bzgl. des GEP bzw. der damals erstellten Flussgebietsuntersuchung sind in den entsprechenden Unterlagen nachzulesen [FGU, GEP, WALD + CORBE, GefaÖ 2004].

## **2.3 Historische Hochwasser und Hochwasserstatistik**

In der Tab. 2.1 sind die Scheitelabflüsse ausgewählter historischer Hochwasser sowie der 10-, 20-, 50- und 100-jährlichen Hochwasser (aus FGM) für die beiden Kraichbachpegel zusammengefasst. Es zeigt sich, dass das bereits zu ersten Problemen am Schneidmühlwehr führende Hochwasser vom Februar 1997 in Ubstadt als ein 20- bis 50-jährliches Hochwasser eingestuft werden kann. Das Hochwasser vom März 2002, das in zahlreichen Ortslagen des Untersuchungsgebietes (Ubstadt, Kraichbachoberlauf, etc.) zu Überflutungen führte, kann am Pegel Ubstadt sogar als ein ca. 100-jährliches Hochwasser eingestuft werden.

**Tab. 2.1:** Hochwasserstatistik für die Pegel Ubstadt/Kraichbach und Flehingen/Kraichbach

|                                    | Hochwasserscheitelabflüsse $HQ_T$ [m³/s]<br>am Pegel (aus FGM-Var. X0) |                                                       |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Wieder-<br>kehrzeit<br>$T$ [Jahre] | Ubstadt/<br>Kraichbach<br>( $A_E=160 \text{ km}^2$ )                   | Flehingen/<br>Kraichbach<br>( $A_E=67 \text{ km}^2$ ) |
| 10                                 | 16,7                                                                   | 10,9                                                  |
| 20                                 | 19,1                                                                   | 13,1                                                  |
| 50                                 | 23,4                                                                   | 15,8                                                  |
| 100                                | 26,7                                                                   | 17,9                                                  |
| <i>zum Vergleich</i>               |                                                                        |                                                       |
| HW Mai 1978                        | 13                                                                     |                                                       |
| HW Mai 1983                        | 15                                                                     | 12                                                    |
| HW Feb. 1990                       | 10                                                                     | 14                                                    |
| HW Jun. 1994                       | 12                                                                     |                                                       |
| HW Feb. 1997                       | 21                                                                     |                                                       |
| HW März 2002                       | 28                                                                     |                                                       |

## 2.4 Hydraulische Untersuchung

Durch die hydraulischen Berechnungen konnten für die mit dem hydrologischen Flussgebietsmodell berechneten Bemessungsabflüsse und die vorgeschlagenen Verbesserungsmaßnahmen die entlang der Gewässer auftretenden Wasserstände  $HW_T$  ermittelt und die innerörtlichen Schwachstellen an den Gewässern lokalisiert und Vorschläge zur Verbesserung des derzeitigen Schutzes ausgearbeitet werden.

Seitens der Stadt Hockenheim und des Regierungspräsidiums Karlsruhe, Landesbetrieb Gewässer (ehemals Gewässerdirektion Nördlicher Oberrhein), sind allerdings keine Hochwasserereignisse der vergangenen 20 Jahre innerhalb der Ortslage Hockenhems bekannt, die zu Überschwemmungen bebauter Gebiete geführt hätten. Vom Fehlen aktueller Hochwasser mit großräumigen innerörtlichen Überflutungen darf jedoch nicht auf einen ausreichenden Hochwasserschutz geschlossen werden. So wurde bereits in früheren Untersuchungen auf die starke Hochwassergefährdung Hockenhems hingewiesen. Die aktuellen FGU-Untersuchungsergebnisse [WALD + CORBE, 2004] bestätigen dabei diese älteren Ergebnisse. Die Hochwasserabflüsse  $HQ_T$  werden im Kraichbach-Unterlauf stark von den Ortslagenzuflüssen bestimmt. Die Zuflüsse aus den Kanalnetzeinleitungen sowohl in Hockenheim als auch bei den Oberliegern tragen dabei maßgeblich zur Hochwassergefährdung bei. Durch Neubebauungen hat sich in den letzten Jahrzehnten die Hochwassergefahr verändert und wird sich auch

zukünftig innerorts weiter verschärfen. Auch die bereits eingetretenen und noch zu erwartenden Folgen der Klimaänderung werden die Gefährdung weiter erhöhen. Außerdem werden hohe Zuflüsse aus Kanalnetzen durch lokale Starkregenereignisse (meist Sommergewitter) ausgelöst, die sehr zufällig (Lage, Ausdehnung, Verlauf, Häufigkeit) auftreten.

Innerhalb der Ortslage Hockenheim teilt sich der Kraichbach in zwei Gewässer – den Kraichbach und den Mühlkanal auf. Der Mühlkanal wird bei allen Abflussverhältnissen (Niedrigwasser bis Hochwasser) mit Wasser beaufschlagt. Die Schwachstellenanalyse hat gezeigt, dass erste Ausuferungen entlang des Kraichbachs im Bereich des parallel verlaufenden Mühlkanals bei unter 50-jährlichen HW-Abflüssen auftreten können. Bei Ausuferungen des Mühlkanals bzw. des Kraichbachs ist mit erheblichen Schäden an den angrenzenden Wohnhäusern sowie am westlich an den Mühlkanal angrenzenden Schulkomplex zu rechnen.

Im Rahmen der FGU wurde für die beiden Gewässer Kraichbach und Mühlkanal ein eindimensionales hydraulischen Fließgewässermodell aufgebaut, mit dem die innerörtlichen Abflussvorgänge in Hockenheim detailliert nachgebildet werden können. Im FGU-Modell wurden auch mögliche Querströmungen – Austausch von Wasser zwischen dem Kraichbach und dem Mühlkanal unterhalb des Mühlkanalabschlages – berücksichtigt.

Zwischenzeitlich liegen neue Datengrundlagen wie das Laserscanner DGM, neue Anforderungen an die Planung sowie die Forderungen der EU-Wasserrahmenrichtlinie bzw. neue Berechnungsergebnisse durch die HWGK-Berechnungen, die im Auftrag des Regierungspräsidiums Karlsruhe durchgeführt wurden, vor. Die aktuellen hydraulischen HWGK-Berechnungen basieren dabei auf den im Rahmen der FGU [WALD + CORBE, 2004] mit dem hydrologischen Flussgebietsmodell ermittelten Bemessungsganglinien. Da zwischenzeitlich für Baden-Württemberg flächendeckend ein auf einer Laserscannerbefliegung basierendes digitales Geländemodell vorliegt, konnte bei den HWGK-Berechnungen im Kraichbach-Kriegbach-Niederrungssystem auch ein zweidimensionales Strömungsmodell eingesetzt werden. Die HWGK-Berechnungsergebnisse aus dem zweidimensionalen Strömungsmodell liegen zwischenzeitlich für die maßgebenden 100-jährlichen Hochwasserereignisse vor und konnten für die Aktualisierung der Kosten-Nutzen-Untersuchung [WALD + CORBE, 2006/2010] eingesetzt werden. Das in den HWGK-Berechnungen eingesetzte zweidimensionale Strömungsmodell kann bei Ausbordungen den oberflächlichen Abfluss im Niederungssystem gegenüber dem bei der FGU eingesetzten eindimensionalen Modell realistischer erfassen. Die mit dem zweidimensionalen Strömungsmodell für den Ortseingang von Hockenheim ermittelten Hochwasserabflüsse unterschreiten die im Zusammenhang mit der FGU ermittelten Abflusswerte. Da diese Werte durch das detailliertere Modell ermittelt wurden, werden die neuen Werte in der vorliegenden Planung weiterverwendet.

Die bisherigen Bemessungsabflüsse aus der FGU wurden im Zuge der Aktualisierung der Kosten-Nutzen-Untersuchung für die weiteren Jährlichkeiten über die  $HQ_{100}$ -Werte der HWGK-

Berechnungen angepasst. In der nachfolgenden Tabelle 3.1 sind die Bemessungsabflüsse für die 20-, 50- und 100-jährliche Hochwasserereignisse zusammengestellt.

Für die Dimensionierung der Hochwasserschutzmaßnahmen wurden die Berechnungsergebnisse für das  $HQ_{100, LFKlima}$  zugrunde gelegt.

**Tab. 2.2:** HW-Scheitelabflüsse  $HQ_T$  im Kraichbach bei km 7+158, überarbeitet nach dem Ergebnis ( $HQ_{100}$ ) der HWGK-Berechnungen [Ingenieurbüro Ludwig, 2010]

| Ereignis                       | $HQ_{20}$ | $HQ_{50}$ | $HQ_{100}$ | $HQ_{100, LFKlima}$ |
|--------------------------------|-----------|-----------|------------|---------------------|
| Abfluss bei km 7+159<br>[m³/s] | 10,5      | 12,2      | 13,8       | 15,8                |

## 2.5 Kosten-Nutzen-Untersuchung

Eine Voraussetzung für die Förderung von HW-Schutzmaßnahmen durch das Land ist der Nachweis der Wirtschaftlichkeit. Die Wirtschaftlichkeit lässt sich über das Nutzen-Kosten-Verhältnis quantifizieren. Sie ist gegeben, wenn das Nutzen-Kosten-Verhältnis größer als 1 ist. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung fand eine entsprechende Nutzen-Kosten-Analyse für die aktuell in Hockenheim geplante HW-Schutzmaßnahmen statt.

Bei einer Nutzen-Kosten-Analyse ist der Nutzen von Hochwasserschutzmaßnahmen (Reduzierung der zu erwartenden Schäden) den Kosten der Maßnahmen gegenüberzustellen. Um eine zeitlich einheitliche Basis zu haben, müssen Nutzen und Kosten auf einen einheitlichen Zeitraum bezogen werden. Gemäß den LAWA-Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen wurde für die Hochwasserschutzkonzeption Hockenheim eine Nutzungsdauer von 80 Jahren angesetzt.

In der durchgeführten Nutzen-Kosten-Untersuchung [WALD + CORBE, 2006, aktualisiert 2010] wurden für die aktuelle Hochwasserschutzkonzeption in Hockenheim die Kosten der Gesamtmaßnahme (Stand: Vorplanung) ermittelt und dem Nutzen (verhinderte Schäden) der Maßnahmen gegenüber gestellt werden.

Die Nutzen-Kosten-Untersuchung wurde bereits im Zuge der Vorplanung durchgeführt und dem Gemeinderat der Stadt Hockenheim im April 2006 vorgestellt.

Seit Abschluss der Flussgebietsuntersuchung im Jahre 2004 und der Erstellung dieser ersten Berechnungen liegen zahlreiche neue Datengrundlagen, Vorschriften und Berechnungsergebnisse wie z.B. das digitale Höhenmodell des Landes (aus Laserscannervermessung), neue Anforderungen an die Planung (z.B. Forderungen der EU-Wasserrahmenrichtlinie) und Ergebnisse der Hochwassergefahrenkarten auf der Basis von zweidimensionalen Strömungs-

berechnungen, vor. Hierzu zählt auch der vom Land Baden-Württemberg herausgegebene „Leitfaden zur Festlegung des Bemessungshochwassers“ (LfU/LUBW, 2005), der eine Auslegung von HW-Schutzmaßnahmen auf 100-jährliche Bemessungshochwasser unter Berücksichtigung des Lastfalls Klimaänderung erlaubt. Auf der Grundlage der neuen Daten, Vorschriften und Berechnungsergebnisse fand in Abstimmung mit dem Regierungspräsidium Karlsruhe die Überarbeitung der HW-Schutzkonzeption statt, die jetzt auf 100-jährliche HW des Lastfalls „Klimaänderung“ ausgelegt ist. Auch die aktualisierte Nutzen-Kosten-Untersuchung vom Dezember 2010 sowie die vorliegende Genehmigungsplanung basiert auf den neuesten Grundlagen.

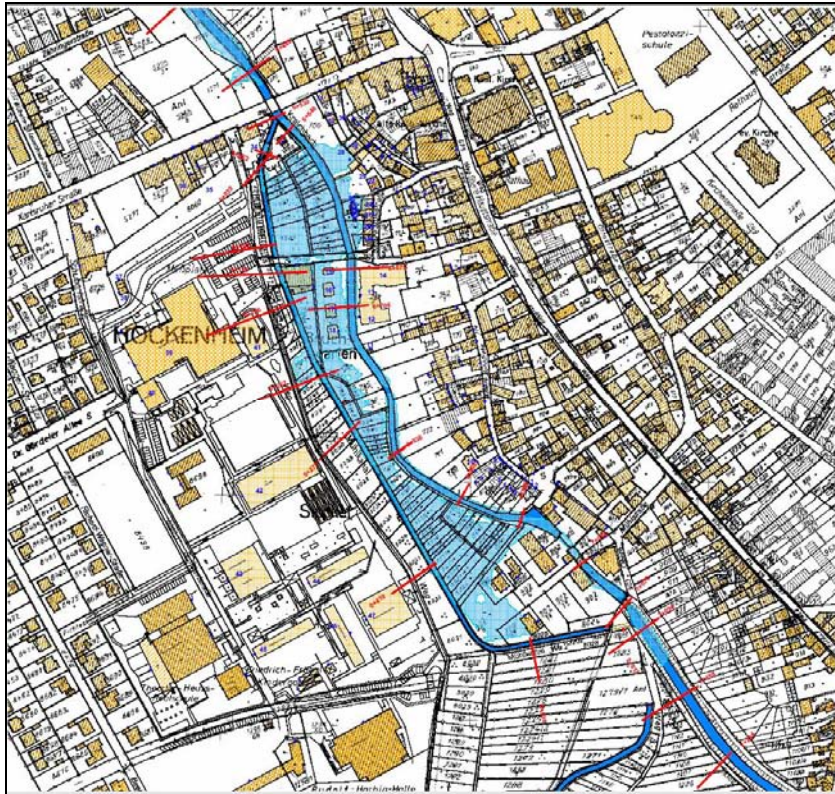
Für die Gesamtmaßnahme Hochwasserschutz Hockenheim – Zusammenlegung von Kraichbach und Mühlkanal – wurde ein Nutzen-Kosten-Verhältnis von 1,04 ermittelt. Unter Berücksichtigung der Folgen der Klimaänderung beträgt das Nutzen-Kosten-Verhältnis sogar 2,01. Die Wirtschaftlichkeit und der volkswirtschaftliche Nutzen der geplanten Maßnahmen ist damit nachgewiesen.

Da viele bei Hochwasser auftretenden Schadensarten (Landwirtschaft, Produktionsausfälle, Infrastruktur, Leib und Leben) kaum quantifiziert werden können, wurden in den Schadenspotenzialberechnungen ausschließlich die durch Überflutungen entstehenden Gebäudeschäden berücksichtigt. Literaturwerte zeigen, dass der tatsächliche Nutzen um ca. den Faktor 2 höher liegt. Das Nutzen-Kosten-Verhältnis ist damit noch wesentlich höher, als der alleine über die Gebäudeschäden ermittelte Wert von 1,04.

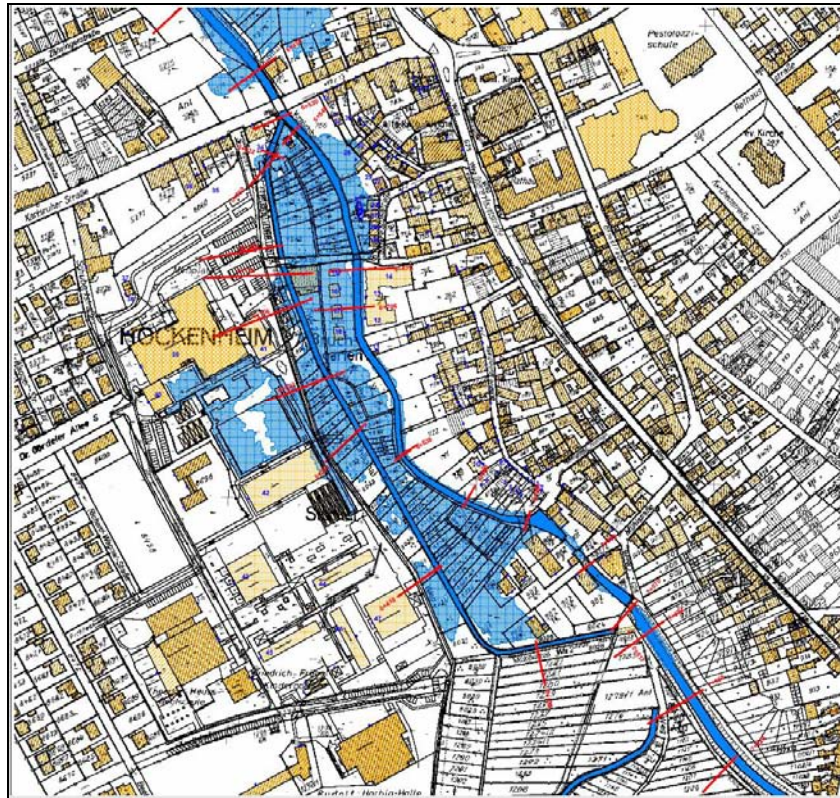
Ein weiterer Aspekt betrifft die Gefahr der Verlegung von Brücken, Stegen und Durchlässen. In den hydraulischen Berechnungen wurde von der vollen Leistungsfähigkeit der Durchlässe ausgegangen. Im Hochwasserfall wird im Gewässer oftmals viel Treibgut und Geschwemmsel mitgeführt, was zu einer Verlegung von Brücken, Stegen und Durchlässen führen kann. Im vorliegenden Fall kann bereits eine Teilverlegung z.B. der Brücke Karlsruher Straße bzw. Untere Mühlstraße zu katastrophalen innerörtlichen Überflutungen in Hockenheim führen. Durch die vorgeschlagenen HW-Schutzmaßnahmen können durch Verlegungen verursachte Überflutungen verhindert oder zumindest in ihrem Ausmaß reduziert werden.

Bei einer Beurteilung des Nutzens der vorgeschlagenen HW-Schutzmaßnahmen wurden noch weitere Aspekte berücksichtigt. So ist eine Umsetzung der Maßnahme nicht nur unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten anzustreben. Vielmehr führt die Maßnahme durch die im Zuge der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie, wieder hergestellte ökologische Durchgängigkeit und Verbesserung der Gewässerstruktur zu einer Verbesserung der ökologischen Verhältnisse. Außerdem ist eine Unterhaltung der beiden Gewässer Mühlkanal und Kraichbach durch das Land als dem Unterhaltungspflichtigen derzeit nur schwer durchführbar. Durch die vorgeschlagenen Maßnahmen kann zukünftig eine wesentlich einfachere und kostengünstigere Unterhaltung des Gewässers sichergestellt werden.

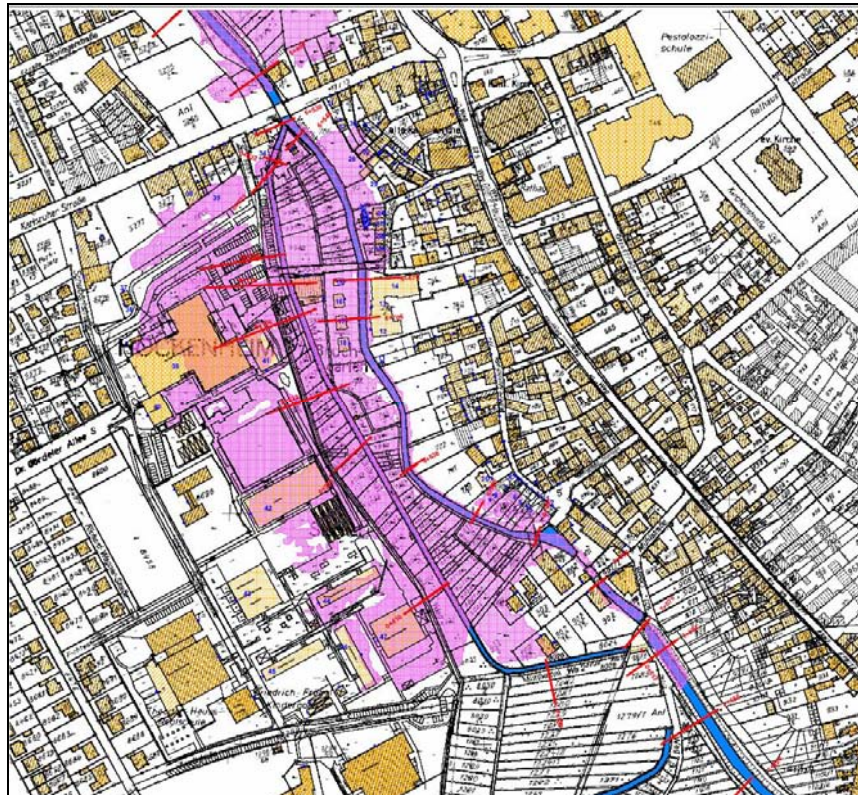
In den Abb. 4, 5 und 6 werden die in der Kosten-Nutzen-Untersuchung ermittelten Überflutungsflächen für das  $HQ_{50}$ ,  $HQ_{100}$  und  $HQ_{100, LFKlima}$  dargestellt. Es ist zu erkennen, dass beim 50-jährlichen Hochwasserereignis geringfügige Ausbordungen auftreten, die nach Westen am Stöcketweg enden und nach Osten hin die Garagen des Mehrfamilienhauses sowie die tiefliegenden Flächen vor der, in der Zwischenzeit erstellten, Zehntscheune fluten. Für den Bemessungsfall  $HQ_{100, LFKlima}$  dehnt sich die Überflutung insbesondere nach Westen in das angrenzende Schulgelände aus.



**Abb. 2.2:** Überflutungsfläche Kraichbach-Hockenheim für das  $HQ_{50}$



**Abb. 2.3:** Überflutungsfläche Kraichbach-Hockenheim für das HQ<sub>100</sub>



**Abb. 2.4:** Überflutungsfläche Kraichbach-Hockenheim für das HQ<sub>100</sub>, LFKlima

## **3     Derzeitiger Zustand des Kraichbaches**

### **3.1     Hochwasserproblematik**

Aus den Überflutungskarten Abb. 4 bis 6 kann auch auf die Hochwassergefährdung geschlossen werden. Rechtsseitig des Kraichbachs sind in erster Linie die Gebäude in der Unteren Mühlstraße im Nahbereich des Kraichbachs gefährdet. Hierzu zählen auch die rückwärtigen Gebäude der Karlsruher Straße. Die Gartenflächen zwischen Kraichbach und Mühlkanal sind ab einem 20- bis 50-jährlichen Hochwasser betroffen. Bei Auftreten eines 100-jährlichen Hochwassers tritt das Wasser auch über das linksseitige Ufer des Mühlkanals und die Flächen auf dem Gelände des Schulzentrums werden überschwemmt. Einige Gebäude des Schulkomplexes sind dadurch betroffen. Am kritischsten wirken sich die Überflutungen im Bereich der beiden Turnhallen, die vollständig unterkellert sind, aus. In diesen Kellerräumen befinden sich alle Heizungs- und Versorgungsanlagen des gesamten Schulkomplexes. Aufgrund der vorliegenden Bauweise ist zu erwarten, dass bei einem 100-jährlichen Hochwasser der gesamte Keller innerhalb kürzester Zeit geflutet wird. Die Gebäude im Bereich der Rudolf-Harbig-Halle sind nicht hochwassergefährdet.

### **3.2     EU-Wasserrahmenrichtlinie und Gewässerentwicklungsplan**

#### **3.2.1     EU-Wasserrahmenrichtlinie**

Der geplante Kraichbachabschnitt befindet sich in der EU-WRRL-Programmstrecke Teilbearbeitungsgebiet (TBG) 35 - Pfingz-Saalbach-Kraichbach.

In der Begleitdokumentation zum TBG 35 werden die innerhalb dieses Projektes geplanten Maßnahmen zur Verbesserung der Gewässerstruktur mit der ID-Nr. 2928 und der Beschreibung Krai 10,88 S (10,88 - 11,5) als „Naturnahe Umgestaltung des Kraichbachs durch Zusammenlegung mit dem Mühlkanal“ aufgeführt ([www.rp-karlsruhe.de](http://www.rp-karlsruhe.de)).

Mit der geplanten Maßnahme soll das Ziel, die notwendigen Lebensbedingungen für die in der WRRL referenzierten Gewässerorganismen (wirbellose Gewässertiere, Algen, Wasserpflanzen, Fische) zu schaffen, realisiert werden. Somit wird ein weiterer Schritt zu einer flächendeckenden ökologischen Bewirtschaftung und der Wiederherstellung ökologisch funktionsfähiger Räume vollzogen.

#### **3.2.2     Gewässerentwicklungsplan**

Im Rahmen der Flussgebietsuntersuchung für das Gewässersystem Kraichbach wurde durch die Gesellschaft für angewandte Ökologie und Umweltplanung, GefaÖ im Auftrag der ehemaligen Gewässerdirektion Nördlicher Oberrhein ein Gewässerentwicklungsplan (GEP) für

den Kraichbach und den Kriegbach sowie ein Gewässerentwicklungskonzept (GEK) für den Kehrgraben erstellt.

Als Maßstab für die Bewertung des aktuellen Zustandes diene das potentiell natürliche Leitbild, das heißt, derjenige morphologische Gewässerzustand, der sich nach Aufgabe der Gewässerunterhaltung und der Nutzungen in der Aue und im Einzugsgebiet wieder einstellen würde. Da aufgrund vielfältiger Restriktionen das Erreichen des Leitbildes nur sehr eingeschränkt möglich ist, wurden unter Berücksichtigung des Gewässerumfeldes (naturnahe Landschaftsbereiche, Flur und Ortslage) entsprechende örtliche Entwicklungsziele festgelegt, mit Hilfe derer, unter den vielfältigen Rahmenbedingungen, ein möglichst naturnaher Zustand erreicht werden kann.

Für das Erreichen der Ziele wurden zum einen Erhaltungs- und Schutzmaßnahmen und zum anderen Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen sowie Umgestaltungsmaßnahmen an den Gewässern vorgeschlagen. Hierdurch können naturnahe Bach- und Auenbereiche erhalten bzw. geschützt und naturferne Bereiche durch Initiierung der Eigendynamik der Gewässer und Fördern einer standorttypischen Vegetation naturnah entwickelt werden. In Bereichen, in denen die eigendynamische Entwicklung aufgrund von Verbaumaßnahmen eingeschränkt ist, sind Rückbau bzw. Umgestaltungsmaßnahmen erforderlich. Wichtigste Umgestaltungsmaßnahmen am Kraichbach im Planungsbereich ist die Entfernung der Ufer- und Sohlenbefestigungen und der Querbauwerke sowie die Herstellung eines neuen naturnahen Gewässerlaufs. Die Einzelmaßnahmen wurden beschrieben und in Maßnahmenplänen im Maßstab 1 : 25.000 (GEK) bzw. 1 : 5.000 (GEP) dargestellt. Zusammenfassend wurde für die einzelnen Gewässerabschnitte eine Beschreibung des Gewässers und des Umfeldes, die Strukturgüte, die vorhandenen Defizite und Störfaktoren, die Entwicklungsziele sowie die vorgeschlagenen Maßnahmen auf Informationsblättern wiedergegeben.

Im Folgenden werden Auszüge aus dem betreffenden Informationsblatt wiedergegeben:

**Defizite und Störfaktoren:**

- Fehlende eigendynamische Entwicklungsmöglichkeiten
- Fehlende Durchgängigkeit des Gewässers
- Massive Ufer- und Sohlbefestigungen
- Fehlende bzw. standortfremde Ufergehölze
- Nutzungen und Ablagerungen bis ans Gewässer

**Entwicklungsziele:**

- Herstellen einer naturnäheren Gewässermorphologie
- Herstellen der Durchgängigkeit des Gewässers
- Entwickeln einer naturnäheren Ufervegetation

### **3.3 Einfluss des Klimawandels auf die Hochwasserabflüsse am Kraichbach**

Durch die Auswirkungen des Klimawandels muss in Zukunft mit einer Verschärfung der Hochwassersituation gerechnet werden. Nach derzeitigen Prognosen der LUBW ist am Kraichbach mit einer Erhöhung des 100-jährlichen Hochwasserabflusses bis zum Jahre 2050 um ca. 15% auf dann ca.  $HQ_{100, LFKlima} = 15,8 \text{ m}^3/\text{s}$  zu rechnen.

Die hydraulischen Berechnungen für das  $HQ_{100, LFKlima}$  zeigen, dass es im Planungsraum von Hockenheim zu einer Anhebung des Wasserspiegels von ca. 20 cm gegenüber einem heutigen  $HQ_{100}$  kommt.

### **3.4 Städtebauliche Entwicklung entlang des Kraichbachs**

Die Stadt Hockenheim beabsichtigt, angeregt durch die geplante Zusammenlegung des Kraichbachs mit dem Mühlkanal, eine grundlegende Überplanung des in zentraler Lage gelegenen Areals „Messplatz“. Dabei stellt die Fortführung der innerstädtischen, in Nord-Süd-Richtung verlaufenden Grün- und Erholungsachse entlang des Kraichbachs einen wichtigen Baustein dar. Ein erster Abschnitt dieser Achse wurde nördlich der Karlsruher Straße am Kraichbach im Zusammenhang mit der Landesgartenschau im Jahr 1992 geschaffen. Die hier zur Genehmigung vorgelegte Maßnahme bietet nun die Möglichkeit diese Achse zu schließen und mitten in der Kernstadt einen Bereich mit hoher Erholungsfunktion zu schaffen.

Weiterhin wird die Gewässerzusammenlegung genutzt, die bisherige Ost-West-Verbindung im Zuge der Unteren Mühlstraße durch eine leistungsfähigere Brücke, die entsprechend den hydraulischen Anforderungen errichtet wird, zu ersetzen. Die westlich auf der Seite des Messplatzes anschließende Straße wird derzeit durch die Stadt Hockenheim im Rahmen eines Wettbewerbes konzipiert. Auf der östlichen Gewässerseite wurde die Zufahrtsstraße zur Brücke unter Berücksichtigung der erforderlichen Fahrbahnhöhen bereits fertig gestellt. Der anschließende Brückenneubau wurde in die Gewässerausbauplanung aufgenommen, wird jedoch durch die Stadt Hockenheim weiter im Detail beplant bzw. gebaut.

Zusätzlich zu der vorhandenen von Norden nach Süden verlaufenden Fußgänger- und Radfahrerachse soll eine weitere Achse in Ost-West-Richtung geschaffen werden. Dazu ist ein Steg in Höhe des Gymnasiums geplant. Auch hier erfolgt die Detailplanung wegen der erforderlichen Einbindung in die gesamte Umgestaltung des an das Gewässer angrenzenden Areals durch die Stadt Hockenheim.

Die Brücken (km 0+088 und km 0+691) sowie der Steg (0+145) werden deshalb im vorliegenden Antrag nur nachrichtlich erwähnt. Es wird durch die Stadt Hockenheim ein Genehmigungsverfahren nach §76 WG beantragt.

Ein weiterer städtebaulich wertvoller Baustein ist die neu errichtete Zehntscheune. Es ist seitens der Stadtplanung Hockenheim beabsichtigt einen räumlichen Zusammenhang zwischen den Außenanlagen der Zehntscheune und den Uferbereichen des neuen Gewässers herzustellen. Eine Sichtbeziehung zwischen der Zehntscheune und der westlich an dem Schulkomplex entlang führenden Schubertstraße wird angestrebt.

## 4 Geplante Umgestaltungsmaßnahmen

### 4.1 Projektziele

Die wichtigsten Ziele der Um- und Ausbaumaßnahmen am Kraichbach sind:

- Verbesserung des Hochwasserschutzes im Innenstadtbereich, Herstellung eines 100-jährlichen Hochwasserschutzes unter Berücksichtigung der Klimaänderung
- Im Sinne der WRRL Verbesserung der Abflussverhältnisse am Kraichbach
- Herstellung der Zugänglichkeit des Gewässers u.a. zur besseren Unterhaltung

Der Gütezustand eines Gewässers wird durch seine Biozönose charakterisiert. Eine intakte Biozönose kann sich jedoch nur dann entwickeln, wenn neben einer entsprechenden Wasserqualität auch ein günstiger Lebensraum geboten wird. So müssen die Bachsohle, das Ufer, und die angrenzenden Flächen so beschaffen sein, dass sie den Ansprüchen der landschaftstypischen Tiere und Pflanzen gerecht werden und von diesen besiedelt werden können.

Die Ausbaumaßnahme soll so gestaltet werden, dass die Entwicklung naturnaher Lebensräume bzw. die Verbesserung der Strukturvielfalt im aquatischen sowie im amphibischen Bereich gefördert werden.

### 4.2 Ausbaugrundsätze

Als Vorgabe für die grundsätzliche Gestaltung der Querprofile wurde das im Zuge der Vorabstimmung der Planung mit allen Beteiligten erarbeitete Profil Ausbau km 0+350 festgelegt.

Nach DIN 19712 ist eine Bepflanzung eines Deiches mit Gehölzen grundsätzlich nicht gestattet. Normalwüchsige Bäume sollten einen Abstand von 10,0 m (Pappeln mind. 30 m) aufweisen. Sträucher können bis zum Deichschutzbereich gepflanzt werden. Aufgrund der besonderen örtlichen Verhältnisse, wie flache Deichböschungen, Schaffung vielgestaltiger Habitatstrukturen wird in der vorliegenden Planung eine teilweise Bepflanzung mit Sträuchern und niedrig wachsenden Baumarten zugelassen. Gemäß Merkblatt DWA 507 kann dies zugelassen werden, wenn bestimmte Voraussetzungen vorliegen. Die Pflanzung muss dabei außerhalb des erdstatisch erforderlichen Deichquerschnitts erfolgen, wobei ein Eindringen von

Wurzeln zu verhindern ist (z.B. durch geeignete Pflanzenauswahl bzw. technische Maßnahmen). Bereichsweise wurden die Böschungen so flach gestaltet, dass ein ausreichender Querschnitt mit einer geeigneten, aufgelockerten Bepflanzung möglich ist.



**Abb. 4.1:** Regelprofil Ausbau km 0+350

Das Regelprofil gliedert sich in ein Mittelwasserbett (Breite ca. 6,0 m) mit möglichst breiten und bei höheren Wasserständen überfluteten Vorländern. Die Gesamtbreite der Vorländer, die im Falle des Regelprofils 0+350 ca. 35 m beträgt, werden in wechselnden Breiten und Höhen ein- oder beidseitig mit dem Ziel möglichst große Wasserwechselzonen zu schaffen, angelegt.

In den ersten Planentwürfen war rechts- und linksseitig eine durchgehend Deichschüttung geplant. Nach intensiven Diskussionen wurde festgelegt, auf der Ausbaustrecke km 0+250 bis km 0+475 anstelle der Deiche beidseitig Ufermauern (als Leitwände) zu errichten. Durch den Bau der Mauern vergrößert sich das Abflussprofil deutlich, die Unterhaltungswege liegen somit nur wenige Dezimeter über dem Mittelwasserspiegel, was zu einer besseren Erlebbarkeit des Gewässers führt. Weitere Gesichtspunkte, die für diese Entscheidung maßgebend waren, waren der Wunsch der Bevölkerung nach einem teilweisen Erhalt der Kleingartenanlage entlang des Stöcketweges sowie der dringende Wunsch der rechtsseitigen Anlieger auf einen über dem derzeitigen Geländeniveau liegenden Unterhaltungsweg zu verzichten. Nachteil dieser Ausführungsvariante ist, dass die Wege im Hochwasserfall überströmt werden und nicht befahrbar sind.

Durch die unterschiedliche Höhe der Vorländer über bzw. unter dem Mittelwasser können sich Über- oder Unterwasserbermen mit den typischen Staudenfluren entwickeln. Die Ufer der Vorländer werden dabei möglichst flach ausgebildet. Durch den Einbau von Totholz an ausgesuchten Stellen wird eine Seiten- bzw. Tiefenerosion initiiert. Somit wird sich sehr schnell ein potentieller natürlicher Zustand mit unterschiedlichen Fließgeschwindigkeiten, Wassertiefen und Substraten im Gewässerquer- und Längsschnitt einstellen. Weitere Gestaltungselemente wie Belassen einzelner Altarme, wodurch zusätzliche Stillwasserbereiche geschaffen werden, sollen den Strukturreichtum bzw. die Biotopvielfalt erhöhen.

In Abstimmung mit der Fischereibehörde beim Regierungspräsidium Karlsruhe wurden drei Bereiche des gestalteten Kraichbachverlaufs als Fischlaichplätze bzw. Jungfischhabitat festgelegt. Dazu wird je nach angetroffenem Untergrund in zwei Gewässerabschnitten Kies in

die Böschung und die Sohle eingebracht, so dass in Verbindung mit Strömungslenkern in Form von Stein-/ Kiesschüttungen bzw. Totholz die für die Fischfauna notwendigen Bedingungen geschaffen werden können. Eine detaillierte Beschreibung ist im LBP unter Kap. 1.2 Ausgleichs- und Gestaltungsmaßnahmen (Maßnahme A1) enthalten.

Die Sicherung des Mittelwasserbettes erfolgt je nach Lage im Innen- oder Außenbogen durch Totholzfascinen, Röhrichtwalzen, Reisiglagen oder Steinwurf (LMB<sub>10/60</sub>). Im Bereich der Kfz-Brücke, wo sich in der Böschung keine sichere Grasnarbe ausbilden kann, wird die Böschung zusätzlich durch Schroppen (30/120 mm), die mit Oberboden abgedeckt werden, gesichert. Die Ufer- bzw. Deichböschungen sind möglichst sofort nach Fertigstellung zu begrünen. Je nach Jahreszeit sind zum Schutz gegen Erosion auch Erosionsschutzmatten einzubauen.

Ansonsten wurden für die Planung folgende Festlegungen getroffen:

- Berücksichtigung der Vorgaben des GEP bzw. der EU-Wasserrahmenrichtlinien (WRRL)
- Höhe der Deichkrone bzw. Ufermauer: Wasserspiegel des HQ<sub>100, LFKlima</sub> + 50 cm Freibord
- Herstellung von durchgängigen beidseitigen Unterhaltungswegen
- Verfüllen des alten Gewässerbetts von Kraichbach und Mühlkanal, Teilabbruch der Ufermauern
- Neue Straßenverbindung zum Messplatz (Detailplanung durch Stadt Hockenheim)
- Ersatz bzw. Neubau eines Fußgänger- bzw. Radwegsteiges sowie einer landwirtschaftlich genutzten Brücke (Detailplanung durch Stadt Hockenheim)
- Fixierung der Sohllage im Bereich der geplanten bzw. inzwischen ausgeführten Kanalunterquerungen bei Bau km 0+500 bzw. Bau km 0+080.

Der Kraichbach-Unterlauf kann gemäß den Vorgaben des GEP weitestgehend den „Flachlandauebächen“ der badischen Oberrheinebene zugeordnet werden. Diese Bäche sind charakterisiert durch eine gekrümmte bis mäandrierende Linienführung und ein sehr niedriges Gefälle (0,5 - 3 ‰). Sie sind nur wenig in die lehmigen fluvialen Ablagerungen eingetieft. Das Profil ist als kompakt, muldenförmig und asymmetrisch in den Kurven zu beschreiben. Als wesentliche Strukturelemente sind Ufergehölze, Totholz und Wasserpflanzen zu nennen.

Die geplante Umgestaltung bzw. Zusammenlegung orientiert sich sehr stark an dem Leitbild eines „Flachlandauebaches“. Es soll durch die Neugestaltung zwischen den nach wie vor erforderlichen Deichen/Mauern eine Wiesenlandschaft geschaffen werden, die bereits bei wenig über dem Mittelwasser liegenden Abflüssen benetzt werden soll. Die Profilgestaltung erfolgt möglichst abwechslungsreich, so dass die bisher fehlenden Merkmale wie Strömungsdiversität, Tiefenvarianz und Substratdiversität geschaffen werden können.

### 4.3 Geplante Ausbaumaßnahmen

Die Gesamtausbaustrecke lässt sich in drei Abschnitte aufteilen. Die Aufteilung ergibt sich durch die örtlichen Gegebenheiten. Es handelt sich dabei um folgende Abschnitte

- Abschnitt 1: Bau km 0+000 bis Bau km 0+250
- Abschnitt 2: Bau km 0+250 bis Bau km 0+500
- Abschnitt 3: Bau km 0+500 bis Bau km 0+800

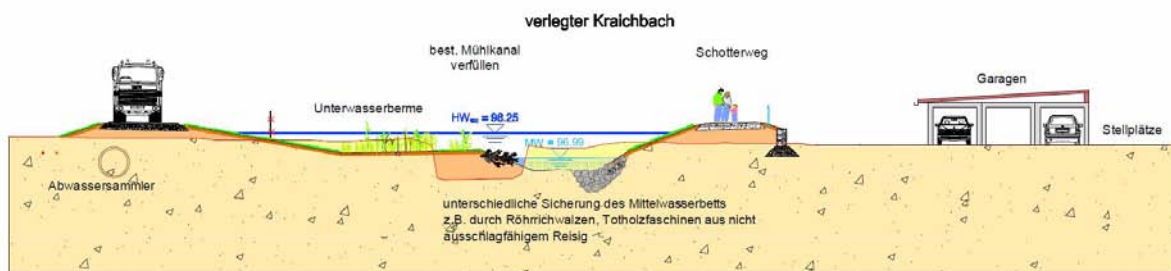
Grundsätzlich gilt für alle drei Gewässerabschnitte:

Möglichst variable Sohlbreiten mit einem 3,5-5,0 m breiten Mittelwasserbett, das mit unterschiedlichen Tiefen im Querprofil (Herstellung von Gumpen) ausgebildet wird. Durch den Einbau von Totholz, in Form von Raubäumen bzw. Wurzelstöcken ergibt sich eine Strömungslenkung, die die eigendynamische Entwicklung fördern soll. Es entsteht so eine abwechslungsreiche Strömungsstruktur. Das Totholz schafft zusätzliche Unterstandsmöglichkeiten für die Fischfauna. Das Zulassen einer Steiluferausbildung entspricht den Zielen der WRRL und bietet jeweils der Referenzfischfauna einen Lebensraum.

Zur Realisierung der Zielvorstellungen ist auf den jeweiligen Abschnitten neben den schon beschriebenen grundsätzlichen Maßnahmen Folgendes geplant:

#### **Abschnitt 1: Bau km 0+000 (Bauanfang) bis Bau km 0+250**

Dieser erste Bauabschnitt ist gekennzeichnet durch unveränderbare Rahmenbedingungen wie beidseitige Ufermauern, Kanalquerung (3 x DN 300) mit den entsprechenden Kontrollschächten, die geplante Brücke zur Erschließung des Messplatzes und einen Fuß- und Radwegsteg zum Schulzentrum als Ersatz für die entfallende Überquerung an der Unteren Mülhstraße.



**Abb. 4.2:**      Regelprofil für den Ausbauabschnitt 1 (Bau km 0+200)

In diesem Abschnitt sind zur Verwirklichung der Zielvorstellungen folgende Maßnahmen geplant:

*Siehe Lageplan Anlage 2.3, Profile Anlage 3.1-3.4, Längsschnitt 4.1*

#### **Rechte Gewässerseite (Bau km 0+000 bis 0+080)**

Erhöhung der vorhandenen Ufermauer um ca. 50 bis max. 80 cm. Die bestehende Oberkante der Ufermauer liegt etwa auf Höhen zwischen 98,00 und 98,20 m+NN. Die erforder-

liche Ausbauhöhe liegt bei Bau km 0+025 auf der Höhenkote von 98,56 m+NN. Die Mauererhöhung wird auf einer gleich bleibenden Höhe von 98,65 m+NN angeordnet. Im Zuge der Ausführungsplanung ist nach Freilegen der Mauer und dem Entfernen der Gehölze statisch zu prüfen ob die bestehende Mauer entsprechend erhöht werden kann. Die Mauererhöhung endet wenige Meter vor der südlichen Grundstücksgrenze des Flst.-Nr. 786.

In den zurückliegenden Jahren wurde das Areal im Bereich der verlängerten Unteren Mühlstraße durch die Stadt Hockenheim völlig umgestaltet. Unter anderem wurde südlich des Flst.-Nr. 786 die Zehntscheune neu errichtet und die zugehörige Außenlagen zum Teil schon neu gestaltet. Der zum Kraichbach hin liegende Bereich soll in die Hochwasserschutzplanung mit dem Ziel einer Öffnung des neu gestalteten Platzes zum Gewässer hin integriert werden. Aus diesem Grund wurde die notwendige Ufermauer unterbrochen und durch eine 1,0 m hohe und etwa 16,0 m lange Wand aus mobilen Hochwasserschutzelementen ersetzt. Eine konkrete Planung der Platzgestaltung liegt seitens der Stadt Hockenheim noch nicht vor, sie wird im Zusammenhang mit dem ausgelobten Wettbewerb noch erstellt und im Zuge der Ausführungsplanung übernommen.

Derzeit erfolgt die rückwärtige Erschließung des Gebäudes Karlsruherstraße 9 von der neu ausgebauten Unteren Mühlstraße aus. Bis zu einer endgültigen Lösung der Zufahrtsmöglichkeiten muss ein Fahrstreifen freigehalten werden, ein Eingriff in das Flst. Nr. 786 ist nicht vorgesehen.

Der Anschluss der Ufermauer an das rechte Widerlager der neuen Brücke wird dann entlang des im Jahr 2009 neu errichteten östlichen Schachtbauwerks durch eine ca. 1,50 m hohe Mauer hergestellt. In diesem Schachtbauwerk ist der ankommende Abwasserkanal (DN 500) auf drei Rohre (DN 300) aufgeteilt. Eine Querung mit DN 500 war aufgrund der erforderlichen Sohlhöhe im verlegten Kraichbach nicht möglich. Bei der im Jahr 2009 neu hergestellten Querung wurde seitens der Stadt eine Ausführung der Gewässerquerung ohne eine üblicherweise erforderliche Überdeckung in Kauf genommen. Zur Sicherung müssen nach der Gewässerzusammenlegung ober- und unterwasserseitig der Querung in Beton versetzte Wasserbausteine eingebaut werden. Zur Vermeidung von gleichförmigen Strukturen im Fließverhalten mit hohen Fließgeschwindigkeiten kommen dabei Steine unterschiedlicher Größe zum Einsatz, deren Spitzen unterschiedlich hoch in das Abflussprofil ragen sollen.

### **Neue Brücke (Bau km 0+088), nur nachrichtlich**

Über den geplanten Kraichbach ist eine Kfz-Brücke vorgesehen, die eine direkte Verbindung zwischen der Hauptstraße und dem Messplatz herstellen soll. Die Brücke wird durch die Stadt Hockenheim in einem separaten Verfahren beantragt. Die Planung erfolgt in enger Abstimmung mit dem Regierungspräsidium Karlsruhe, Landesbetrieb Gewässer. Die Brückenspannweite beträgt 28,50 m mit einer Fahrbahnbreite von 5,50 m und einer Kappenbreite von jeweils 1,50 m. Die Unterkante der Brücke muss unter Berücksichtigung des erforderlichen Freibordmaßes von 50 cm auf 98,68 m+NN angeordnet werden. Die endgültige Fahrbahnhöhe ist abhängig von der gewählten Konstruktion der Brücke, sie

wird jedoch mindestens auf einer Höhe von 99,50 m+NN liegen. Die Anrampung von Osten wurde im Zusammenhang mit dem Neubau der Zehntscheune zum Teil schon hergestellt. Der weitere Verlauf der Anschluss der Rampe auf der Westseite zum Messplatz hin wird zusammen mit der Planung der Verbindungsstraße zur Schubertstraße geplant.

Im Zusammenhang mit der weiteren Brückenplanung ist noch ein entsprechendes Bodengutachten zu erstellen, durch das dann auch Aussagen zu den möglichen Gründungsmöglichkeiten trifft.

Das Gewässerprofil ist hier gegliedert in ein ca. 5,5 m breites Mittelwasserbett und 9,0 bis 10,0 m breite Vorländer. Die lichte Höhe zwischen der Unterkante der Brücke und dem Vorland beträgt ca. 1,70 m, wodurch ein Anlegen des Unterhaltungsweges unter der Brücke nicht möglich ist.

#### **Rechte Gewässerseite (Bau km 0+090 bis 0+145)**

In diesen Gewässerabschnitt öffnet sich das Gewässer von einer Gesamtbreite von ca. 25,0 m im Bereich des Fuß- und Radwegsteges auf bis zu 45,0 m. Durch die möglichst flache Ausbildung sowohl der binnen- als auch der wasserseitigen Böschung wird der Eindruck eines eingedeichten Gewässers vermieden.

Zur Herstellung einer Ost-West-Verbindung für Fußgänger und Radfahrer ist bei km 0+145 ein 2,0 m breiter Steg mit einer Spannweite von ca. 22,20 m vorgesehen. Der Steg wird durch die Stadt Hockenheim in einem separaten Verfahren beantragt und hier nur nachrichtlich dargestellt. Die Planung erfolgt in enger Abstimmung mit dem Regierungspräsidium Karlsruhe, Landesbetrieb Gewässer. Die Unterkante des Steges darf unter Berücksichtigung des Freibordmaßes von 50 cm eine Höhe von 98,71 m+NN nicht unterschreiten. Die Anschlusshöhen ergeben sich durch die Wahl der Brückenkonstruktion. Im Zuge der Ausführungsplanung ist auch unter Berücksichtigung der Kosten die Ausführung des Steges festzulegen. Es ist darauf zu achten, dass der Brückenbelag rutschsicher ausgebildet wird. Als Geländer ist ein Füllstabgeländer mit einer Höhe von 1,20 m zu wählen. Auch der Steg wird durch die Stadt Hockenheim im Detail überplant werden.

#### **Rechte Gewässerseite (Bau km 0+150 bis 0+250)**

In diesem Gewässerabschnitt befinden sich derzeit die Garagen und Stellplätze zum Mehrfamilienhaus an der Unteren Mühlstrasse. Eine Verlegung der Garagen war hier nicht möglich, so dass der neue Kraichbach in diesem Abschnitt weit nach Westen zum ehemaligen Mühlkanal hin verschoben werden musste. Der Deichkronenweg liegt etwa 1,20 m über der dem angrenzenden Gelände. Anstelle einer Böschung wird der Geländeversatz durch die Herstellung einer Gabionenreihe mit einer Gesamtlänge von 80,0 m hergestellt. Die Gabionen werden so auf dem derzeitigen Wegegrundstück Nr. 7993 errichtet, dass das Garagengrundstück Nr. 745/7 uneingeschränkt weitergenutzt werden kann. Als Absturzsicherung ist ein Holmgeländer vorgesehen.

Die Zu- bzw. Abfahrt muss aufgrund der veränderten Anbindungshöhe höher gelegt werden, es ist deshalb auf dem Flst.-Nr. 745/7 eine Rampe mit einer Neigung von 1:10 vorzusehen. Mit den betroffenen Eigentümern ist bzgl. der Umgestaltung eine entsprechende Vereinbarung zu treffen.



**Bild. 1:** Blick von der Karlsruher Straße gegen die Fließrichtung auf die zu erhöhende rechte Ufermauer (km 0+020)



**Bild 2:** Blick entlang der Garagen, hier wird links die Gabionenwand errichtet (km 0+200)

### Linke Gewässerseite (Bau km 0+000 bis 0+080)

Die Hochwasserschutteinrichtung beginnt hier unmittelbar an der Treppenanlage von der Karlsruher Straße zu den Außenanlagen der Gaststätte. Der Hochwasserschutz wird in diesem Abschnitt durch den Bau einer Hochwasserschutzmauer sichergestellt. Die Mauer hat eine maximale Höhe von 1,0 m. Die neu zu errichtende Ufermauer verläuft zunächst entlang der bestehenden Grenze des Biergartenareals. Der bestehende Weg entlang des Kraichbachs bleibt in seiner Höhenlage erhalten, und wird im Bemessungsfall überströmt. Die Hochwasserschutzmauer dient später sowohl dem Hochwasserschutz als auch als Grundstücksabgrenzung des Biergartens. Um keine hydraulisch ungünstige Situation im Kraichbach zu schaffen, muss jedoch im Zuge der Gewässerumgestaltung im südöstlichen Teil auf das Biergartengrundstück (Flst.- Nr. 7982) eingegriffen werden. Die dabei entfallende Fläche kann im Zuge der Gesamtumgestaltung des Areals mit Flächen des Flst.- Nr. 7983 ausgeglichen werden.

Etwa 5,0 m oberhalb der Treppe zur Karlsruher-Straße wird die Mauer unterbrochen und der Zugang zum Außenbereich der Gaststätte durch mobile Hochwasserschutzelemente in einer Breite von ca. 5,0 m gesichert. Eine weitere Unterbrechung der Mauer ist, wie schon auf der gegenüberliegenden Seite, auch auf der Südseite des Biergartens vorgesehen. Vom Biergarten aus soll ein ebener Zugang bzw. ein freier Blick auf das Gewässer und die gegenüberliegende Zehntscheune geschaffen werden. Der Hochwasserschutz wird auch hier auf einer Länge von ca. 15,0 m durch mobile Elemente sichergestellt. Der Standort für das Dammbalkenlager muss nach Abstimmung mit dem Grundstückseigentümer bzw. der Feuerwehr festgelegt werden.

Beim Bau der Mauer ist zu beachten, dass die vier Kastanien als Naturdenkmäler kartiert sind. Durch eine spezielle Mauergründung, z.B. in Form von Bohrpfählen muss eine unzulässige Schädigung der Wurzeln verhindert werden. Hierzu sind im Zuge der Ausführungsplanung Abstimmungsgespräche zwischen dem Bodengutachter und Statiker auf der einen und den Vertretern der Naturschutzbehörden auf der anderen Seite erforderlich.

Der Mühlkanal wird bis auf den Bereich entlang der Gaststätte verfüllt. Dazu wird der Kanal auf der Auslaufseite direkt oberhalb der Karlsruher Brücke abgemauert. Im Zuge der Ausführungsplanung ist zu prüfen ob die im Bereich der Gaststätte vorhandene Abdeckung des Mühlkanals standsicher ausgebildet ist. Sollte dies nicht zutreffen, ist die vorhandene Abdeckung abzurechen, aufzunehmen und der Kanal entsprechend zu verfüllen. Die seitlichen Ufermauern werden belassen und nur um maximal 0,50 m abgebrochen.

Die Hochwasserschutzmauer endet in der Wegrampe zur neuen Kfz-Brücke etwa in Höhe des querenden Abwasserkanals (Bau km 0+080). Das Schachtbauwerk, in dem die drei Kanalstränge DN 300 wieder zusammengeführt werden, liegt im linken Vorland. Das Bauwerk wurde im Vorgriff zum Gewässerausbau auf Veranlassung der Stadt mit einer Schachtoberkante von 98,70 m+NN errichtet und wird vor Ausführung der Gewässerumgestaltung durch die Stadt Hockenheim auf die erforderliche Höhe von 97,00 m+NN rückgebaut. Es ist hierbei auf eine druckwasserdichte Schachtabdeckung zu achten.

Der hier 2,50 m breite Unterhaltungsweg liegt im Bereich des Biergartens etwa 1,30 m über dem Mittelwasserspiegel und steigt bis zur Einbindung in die Zufahrtsrampe der neuen Kfz-Brücke um 90 cm an.



**Bild 3:** Blick auf die Treppenanlage von der Karlsruher Straße zum Biergarten, der Schwartenzaum wird durch eine Hochwasserschutzmauer ersetzt, der Zugang zum Biergarten wird durch eine mobile Hochwasserschutzanlage gesichert.



**Bild 4:** Blick vom best. Mühlkanal auf die beiden Schachtbauwerke und die neu errichtete Zehntscheune

**Linke Gewässerseite (Bau km 0+090 bis 0+145)**

Zwischen der Kfz-Brücke und dem geplanten Rad- und Fußwegsteg verläuft der links-seitige Unterhaltungsweg direkt über dem ehemaligen Mühlkanal mit einer Breite von 2,50 m. Die Anschlusshöhe an den Steg ergibt sich durch die Wahl der Brückenkonstruktion. Die Anbindung bzw. Weiterführung der Rad- und Fußweges zum Gymnasium wird durch die Stadt Hockenheim geplant.

**Linke Gewässerseite (Bau km 0+150 bis 0+250)**

In diesem Ausbauabschnitt wird der bestehende Weg (Stöcketweg) um ca. 1,0 m höher sowie um ca. 10,0 m nach Westen gelegt. Dazu müssen die entlang des Weges befindlichen ca. 150 Fahrradständer verlegt sowie ein Schachtbauwerk des Hauptkanals (DN 1400) höhenmäßig angepasst werden. Die Verlegung der Fahrradständer erfolgt im Zusammenhang mit der Gesamtüberplanung des Messplatzes durch die Stadt Hockenheim. Der Stöcketweg dient in diesem Abschnitt auch als Feuerwehrezufahrt zum Gymnasium. Der verlegte hochliegende Weg muss entsprechend der Verwaltungsvorschrift des Innenministeriums (VwV Feuerwehrflächen) aus Sicherheitsgründen mit einer Mindestbreite von 3,50 m angelegt werden. Vor Erstellung der Ausführungsplanung muss die Linienführung sowie die Kurvenausbildung mit der zuständigen Feuerwehr abgestimmt werden.

Die wasserseitige Böschung wird flach (~ 1:8) ausgebildet. Das Vorland wird etwa 15 bis 35 cm über dem berechneten Mittelwasserspiegel angeordnet. Die Neigung des Vorlands wird so ausgebildet, dass sich eine Kehle im Übergang zur Böschung ausbildet. Bei leicht erhöhtem Wasserstand kann sich somit eine kleine Insel ausbilden.

Nach der Einmündung der Feuerwehrezufahrt verringert sich die Wegbreite wieder auf 3,0 m. In Höhe der Sprintanlage am Sportgelände verzweigt sich der Unterhaltungsweg. Der eigentliche Unterhaltungsweg verschwenkt dem Verlauf des neuen Kraichbachs folgend nach Osten während der bis dahin höher gelegte Stöcketweg wieder auf die derzeitige Bestandshöhe abfällt. Zur Herstellung der Hochwassersicherheit wird ab dem Abzweig (~Bau km 0+250) entlang des Unterhaltungsweges eine Mauer errichtet. Die Mauerhöhe beträgt etwa 1,20 m. Zur besseren Einbindung in das umgestaltete Areal sollte die Mauer auf der Wasserseite evtl. mit Sandstein verblendet und mit einer Abdeckplatte versehen werden.

Direkt am Mühlkanal befindet sich derzeit ein Wasserspielplatz, der im Zusammenhang mit der Realisierung der Hochwasserschutzmaßnahme rückgebaut werden muss. Die Stadt Hockenheim beabsichtigt einen Ersatz evtl. auch unter Einbeziehung des neuen Gewässerlaufs an einer anderen Stelle zu errichten. Der entsprechende Standort wird noch im Zuge des ausgelobten Wettbewerbs ermittelt.



**Bild 5:** Blick vom Standort des geplanten Steges auf den Mühlkanal, rechts die zu versetzenden Fahrradständer



**Bild 6:** Mühlkanal, Blick von der Unteren Mühlstraße gegen die Fließrichtung auf den Wasserspielplatz, der im Zuge der Maßnahme rückgebaut werden muss.

## **Abschnitt 2: Bau km 0+250 bis Bau km 0+500**

Der zweite Bauabschnitt ist gekennzeichnet durch eine leicht geschwungene Linienführung des neuen Gewässerbettes, die flachen Vorländer mit Unterhaltungswegen und die beidseitig angeordneten Ufermauern, die das Gewässer von der angrenzenden Bebauung bzw. von den umgelegten Kleingärten trennt.



**Abb. 4.3:** Regelprofil für den Ausbauabschnitt 2 (Bau km 0+350)

In diesem Abschnitt sind zur Verwirklichung der Zielvorstellungen folgende Maßnahmen geplant:

Siehe Lageplan Anlage 2.3, Profile Anlage 3.5 u. 3.6, Längsschnitt 4.1

**Rechte Gewässerseite (Bau km 0+250 bis 0+500)**

Nach dem Ende der Gabionenwand geht der Hochwasserschutz zunächst über in einen ca. 1,10 m oberhalb des bestehenden Geländes liegenden Deich mit einem 2,50 m breiten Deichkronenweg. Ab Bau km 0+292 fällt der Weg auf das bestehende Geländeniveau ab, der Hochwasserschutz wird etwa bis km 0+440 durch eine ca. 150 m lange Mauer sichergestellt. Die Mauer wird überwiegend im Bereich des derzeitigen Kraichbachverlaufs errichtet und soll insbesondere zu den angrenzenden Hausgärten der Wohnhäuser Untere Mühlstraße 12 bis 26 hinterpflanzte werden. Die erforderliche Mauerhöhe beträgt etwa 0,50 m. Die Gestaltung der Mauer sollte einheitlich erfolgen und mit den anderen zu errichtenden Mauern abgestimmt sein.

Ab km 0+450 steigt der Unterhaltungsweg wieder um ca. 1,10 m an und verläuft ab hier wieder über dem derzeitigen Geländeniveau. Die Binnenseite wird zur besseren Nutzung der durch die Stadt geplanten Kleingärten sehr flach angeschüttet, so dass hier keinerlei Deichcharakter entsteht. Etwa in Höhe von Bau km 0+500 mündet ein neu geplanter Fußweg, der die Mittlere Mühlstraße mit dem Gewässerunterhaltungsweg verbindet.

Unter dem Fußweg sind seitens der Stadt drei verschiedene Ableitungskanäle geplant. Zwei dieser Kanäle (je DN 500) sollen dabei den Kraichbach, dessen geplante Sohlage an dieser Stelle an die geplante Bachquerungen angepasst wurde, zukünftig unterqueren. Die Gewässerkreuzungen werden durch die Stadt Hockenheim in einem separaten Verfahren beantragt und sind hier nur nachrichtlich dargestellt. Der dritte Kanal (DN 1000) dient dabei als Entlastungskanal eines in der Mittleren Mühlstraße befindlichen Regenüberlaufs (RÜIII). Dieser Kanal mündet bei km 0+500 in den Kraichbach. Eine entsprechende Einleiterlaubnis besteht bereits mit dem Bescheid vom 18.07.1979. Die Einleitstelle wurde im GEP vom 16.03.1998 bzw. 19.08.1998 sowie der Schmutzfrachtberechnung vom 21.08.1998 bzw. 10.12.1998 sowie in der Aktualisierung der Regenwasserbehandlung vom 27.04.2012 behandelt. Die Einleitwassermengen ändern sich nach Aussagen der Stadt nicht gegenüber den im Wasserrechtsbescheid festgelegten Wassermengen. Es wird nur die Einleitstelle an den neuen Gewässerlauf verlegt. Die Verlegung der Gewässereinleitung wird durch die Stadt Hockenheim in einem separaten Verfahren beantragt und ist hier nur nachrichtlich dargestellt. *(Hinweis der Stadt Hockenheim: Im Zuge der Überarbeitung der Regenwasserbehandlungsanlagen lautet die Bezeichnung des Regenüberlaufes zukünftig RÜ IV.)* Die Kraichbachsohlhöhe im Bereich der Querungen wurde mit der Stadt Hockenheim auf die Höhenkote von 97,16 m+NN festgelegt. Die Sohlsicherung erfolgt hier mit vermörtelten Wasserbausteinen auf einer Stahlbetonplatte. Die geplante Sohle des Entlastungskanals im Einmündungsbereich wird von der Stadt Hockenheim mit 97,40 m+NN angegeben.

Der weiter nach oberstrom führende Weg soll zur Gewässerunterhaltung genutzt werden und wird als Schotterrasenweg weitergeführt. Eine Abschränkung soll ein Befahren entlang der Bebauung mit Fahrrädern etc. verhindern.

Der bisherige Verlauf des Kraichbachs wird verfüllt. Die bereichsweise betonierte Gewässersohle wird aufgebrochen. Das Aufbruchmaterial wird zerkleinert und verbleibt im

Gerinne. Zusätzlich wird eine Drainage eingelegt, die über den Kraichbach entwässert wird (siehe auch Seite 37).

Die seitlichen Ufermauern werden nur auf der Westseite in einer Höhe von 0,50-1,0 m abgebrochen. Die östliche Mauer bleibt dort erhalten, wo derzeit auf den angrenzenden Privatgrundstücken viele große, alte Gehölze stehen, in deren Bestand durch Abtrag der Mauer nicht eingegriffen werden soll.



**Bild 7:** Blick gegen die Fließrichtung, rechts der bestehende Fußweg. Die Gehölze auf der linken Bildhälfte bleiben erhalten, die Ufermauer wird nur rechts z.T. abgebrochen



**Bild 8:** Blick auf einen der bestehenden Abstürze im Kraichbach. In diesem Bereich wird das alte Bachbett vollständig verfüllt.

### **Linke Gewässerseite (Bau km 0+250 bis 0+500)**

Das Hochwasserabflussprofil wird hier auf der linken Seite durch eine bis zu 1,30 m hohe Hochwasserschutzmauer mit einer Gesamtlänge von 194 m begrenzt. Als Unterhaltungs- bzw. Fußweg ist wasserseitig der Mauer ein 2,50 m breiter Schotterweg vorgesehen. Die Stadt Hockenheim plant binnenseits zwischen der Mauer und dem Stöcketweg wieder Kleingärten anzulegen. Die in den bestehenden Gärten z.T. vorhandenen erhaltenswerten Gehölze wurden kartiert und sollen möglichst erhalten werden.

Der Unterhaltungsweg liegt etwa 70 cm über dem Mittelwasserspiegel und wird im Bemessungsfall etwa 30 cm überströmt. Bei einer Überströmung (Überströmungshäufigkeit ca. 10-20 Jahre) ist mit Ausspülungen bzw. Ablagerungen auf dem Weg zu rechnen.

Der Stöcketweg wird in diesem Ausbauabschnitt durch die Umgestaltungsmaßnahme hauptsächlich im Eingangsbereich der Gustav-Lesemann-Schule betroffen. Die Hochwasserschutzwand trifft etwa in Höhe von Bau km 0+480 auf den Stöcketweg, der hier etwa auf einer Höhe von 98,00 m+NN liegt. Die erforderliche Höhe der Mauer- bzw. Dammbalkenoberkante beträgt hier 99,03 m+NN. Die Hochwassersicherheit wird in den

Querungsbereichen mit dem Unterhaltungsweg durch zwei mobile Dammbalkenelemente (H = 1,0 bzw. 0,9 m, B = 4,5 m bzw. 10,0 m) hergestellt.



**Bild 9:** Blick entlang des Stöcketweges. Links die Zaunanlagen der Kleingärten, rechts die Sportanlage der Schulen, im Hintergrund die Turnhalle



**Bild 10:** Blick auf die z.T. schon brach liegenden Kleingärten mit Gartenhütte

### **Abschnitt 3: Bau km 0+500 bis Bau km 0+800**

Der dritte Abschnitt ist geprägt durch den besonders engen Abschnitt zwischen Bau km 0+500 und km 0+550 ( $B_{\min} = 19,5 \text{ m}$ ) sowie den daran anschließenden 250 m langen aufgeweiteten Abschnitt ( $B = 27,0 \text{ m}$ ), der bis zur Überleitung in den bestehenden Kraichbach reicht. Weiterhin wird in diesem Abschnitt die Neugestaltung des Kraichbachs durch die im Radweg verlaufende Gasleitung, die Telekommunikationsleitung sowie die Beleuchtungskörper mit den entsprechenden Stromleitungen geprägt.



**Abb. 4.4:** Regelprofil für den Ausbauabschnitt 3 (Bau km 0+625)

In diesem Abschnitt sind zur Verwirklichung der Zielvorstellungen folgende Maßnahmen geplant:

Siehe Lageplan Anlage 2.3, Profile Anlage 3.7 u. 3.8, Längsschnitt 4.1

### **Rechte Gewässerseite (Bau km 0+500 bis 0+550)**

Die betonierte Mühlkanalsolehle wird zur besseren Vernetzung mit dem Untergrund nach Möglichkeit aufgebrochen und der Mühlkanal verfüllt. In diesem Mühlkanalabschnitt wird um ein Vernässen des aufgefüllten alten Gewässerbetts zu verhindern, eine Drainage eingelegt. Diese wird an den Drainagestrang, der vom alten Kraichbachlauf entlang des Entlastungskanals (DN 1000) zum neuen Kraichbach hin führt, angebunden. Durch einen Schieberschacht kann im Hochwasserfall ein Rückstau in das Drainagesystem verhindert werden. Die Ufermauern entlang des Mühlkanals werden in diesem Abschnitt nicht abgebrochen. Auf der ehemaligen Kanaltrasse wird ein durch Unterhaltungsfahrzeuge befahrbarer Deich mit einer Wegbreite von 2,50 m geschüttet. Der Weg wird abgeschränkt. Die wasserseitige Kraichbachböschung wird relativ flach, mit Neigungen zwischen 1:5 und 1:7, ausgebildet.

Die in Höhe von Bau km 0+550 den Mühlkanal querende Wasserleitung ist bereits stillgelegt und wird im Querungsbereich im Zuge der Ausführung zurückgebaut. Entsprechendes gilt für die parallel verlaufende Gasleitung (Wasserbuch Nr. 1236).



**Bild 11:** Mühlkanal, Die rechts stehenden Gehölze bleiben unangetastet.



**Bild 12:** Blick auf Mauerschäden hier am Mühlkanal

### **Linke Gewässerseite (Bau km 0+500 bis 0+550)**

Aufgrund der Gas-, Abwasser- und Stromleitungen sowie der erforderlichen Zugänge zur Schule auf der Südseite des Stöcketweges wird die Hochwasserschutzmauer wasserseitig des Weges errichtet. Durch die sehr flach geplante Neigung des Vorlandes ist die Gewässerunterhaltung dennoch problemlos möglich. Etwa in Höhe von Bau km 0+550 geht die Mauer in einen Deich über. Die Wegeführung des Stöcketweges bleibt unverändert.

**Rechte Gewässerseite (Bau km 0+550 bis 0+800)**

Der Mühlkanal wird nach Aufbrechen der Betonsohle verfüllt und etwa auf der ehemaligen Gewässerachse ein Deich geschüttet. Auch hier werden die Ufermauern aufgrund der unmittelbar an die Mauer angrenzenden Gehölze nicht abgebrochen. Derzeit verläuft im, parallel zum Mühlkanal verlaufenden Weg eine Gasleitung, eine Telekommunikationsleitung sowie Beleuchtungskörper und die entsprechenden Stromkabel. Die Gasleitung sowie die Beleuchtungskörper müssen verlegt werden. Im Zuge der weiteren Planung sind zur Klärung entsprechender Details Abstimmungsgespräche zwischen dem Regierungspräsidium Karlsruhe, der Stadt Hockenheim, den Stadtwerken und der Telekom zu führen. Der bestehende Weg und das Geländer werden aufgenommen.

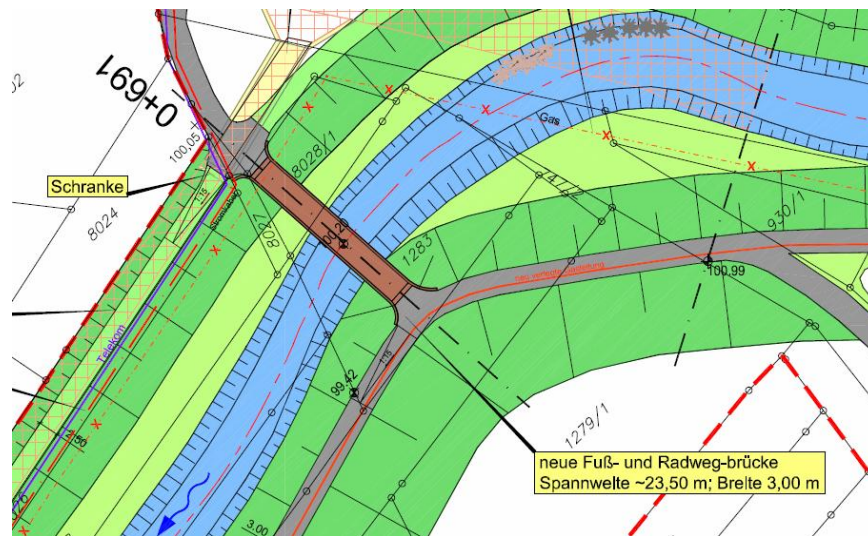
Bei Bau km 0+691 befindet sich der Auslauf der bestehenden, als Kastendurchlass ausgebildeten, Überleitung aus dem Kraichbach in den Mühlkanal. Im Durchlass befindet sich ein Sohlabsturz mit einer Absturzhöhe von ca. 1,50 m. Das Bauwerk wird vollständig abgebrochen, der Mühlkanal sowie der abzweigende Kraichbachverlauf werden vollständig verfüllt. Wie im verfüllten Kraichbach wird auch in den verfüllten Mühlkanal bereichsweise eine Drainage eingelegt. Die bestehende Übergangsmöglichkeit wird durch eine neue Brücke über den verlegten Kraichbach ersetzt. Der Weganschluss zur Oberen Mühlstraße wird auf der bestehenden Trasse wieder hergestellt.

Die Brücke wird durch die Stadt Hockenheim in einem separaten Verfahren beantragt. Die Planung erfolgt in enger Abstimmung mit dem Regierungspräsidium Karlsruhe, Landesbetrieb Gewässer. Die Spannweite der neuen Brücke soll 21,10 m, die Fahrbahnbreite 3,0 m betragen. Die Brücke soll als Stahlbetonbauwerk ausgeführt werden. Das Geländer ist als Füllstabgeländer vorgesehen. Das Bauwerk erhält keinen zusätzlichen Belag. Für die Gründung der Brücke ist im Zuge der Ausführungsplanung ein Bodengutachten einzuholen. Entsprechend der erforderlichen Plattenstärke ergeben sich die jeweiligen Weganschlusshöhen. Die Unterkante der Brücke darf die Höhenkote 98,96 m+NN + 0,50 m Freibord = 99,46 m+NN nicht unterschreiten.

Über die Zulässigkeit des Befahrens der Brücke mit Kraftfahrzeugen entscheidet die Stadt Hockenheim.

In der zunächst erarbeiteten Planvariante wurde durch das Regierungspräsidium Karlsruhe eine Fuß- und Radwegbrücke gemäß Abb. 4.5 geplant. Eine mit Kraftfahrzeugen befahrbare Brücke war nach verschiedenen Abwägungsprozessen mit der Stadt Hockenheim zunächst nicht vorgesehen.

Die Stadt Hockenheim hat sich letztendlich auf der Grundlage dieser beiden möglichen Ausführungsvarianten im November 2011 durch einstimmigen Gemeinderatsbeschluss für die Brückenvariante (Brückenklasse SLW30) ausgesprochen.



**Abb. 4.5:** Lageplanausschnitt der Planalternative mit Darstellung einer reinen Fußgänger- und Radwegbrücke bei Bau-km 0+691.

Der rechte Uferbereich oberhalb des bestehenden Überleitungsbauwerks wird so abgeflacht, dass für die Unterhaltung auf dem Flst.-Nr. 18962 ein ausreichend breiter Geländestreifen verbleibt. Im Bereich des Prallufers bzw. der ehemaligen Gewässerachse ist die Böschung zusätzlich durch einen mehrlagigen Steinwurf (LMB  $_{10/60}$ ) zu sichern.



**Bild 13:** Mühlkanal, Blick gegen Fließrichtung. In Bildmitte ist der Auslauf aus dem Überleitungsbauwerk vom Kraichbach in den Mühlkanal zu sehen.



**Bild 14:** Kraichbach. Blick auf das Überleitungsbauwerk vom Kraichbach in den Mühlkanal

### Linke Gewässerseite (Bau km 0+550 bis 0+800)

Bei Bau km 0+550 geht die Ufermauer in einen Deich über. Da der Kraichbach hier eine starke Richtungsänderung erfährt muss die Böschung hier zusätzlich durch Steinwurf (LMB  $_{10/60}$ ) gesichert werden. Die Sicherung am Böschungsfuß kann zusätzlich noch durch Wurzelstöcke, Faschinen oder Raubäume ergänzt werden.

Etwa in Höhe von Bau km 0+575 befindet sich derzeit das Einlaufbauwerk des Stöcketgrabens. Die neu geplante Kraichbachsohle liegt im Mündungsbereich des Stöcketgrabens auf der Höhe von 97,15 m+NN und somit 0,95 m über der bestehenden Mühlkanalsohle (96,20 m+NN). Eine Entwässerung des Stöcketgrabens (Sohlhöhe: 96,82 m+NN) ist somit zukünftig nicht mehr möglich. Wie aus der Stellungnahme der Stadt Hockenheim v. 24.10.2012 zum Stöcketgraben hervorgeht, kann auf den Stöcketgraben als Vorfluter verzichtet werden, da der Stöcketgraben über kein natürliches Einzugsgebiet mehr verfügt. Der Stöcketgraben ist ein „Überbleibsel eines einst zusammenhängenden Grabensystems und diente dem Hinterlandabfluss aus dem Gewann Markgräferbruch“. Das Grabenprofil ist inzwischen verlandet. Somit handelt es sich um einen Graben von wasserwirtschaftlich untergeordneter Bedeutung. Nach Ansicht der Stadt sollte der Graben im Bereich der angrenzenden Kleingärten bestehen bleiben. Um die evtl. Versickerungskapazität des bestehenden Stöcketgrabens zu erhöhen wird entsprechend dem Vorschlag der Stadt eine Aufweitung des Grabens mit Ausbildung einer Versickerungsmulde vorgesehen. Das alte Bauwerk wird im Zusammenhang mit der Maßnahme abgetragen und der Stöcketgraben im Bereich der Aufstandsfläche nach Angaben des Bodengutachters aufgefüllt.

Die hier zur Genehmigung vorliegende Planung hat jedoch zur Konsequenz, dass die im Zusammenhang mit der Machbarkeitsstudie „Reaktivierung Alter Kraichbach zwischen den Breitwiesen und dem Oberbruch“ [BUF, 1997] entwickelte Variante II aufgrund der neuen Höhenverhältnisse des zusammengelegten neuen Gewässers nicht mehr möglich ist. Dies ist mit der Stadt Hockenheim abgestimmt.

Der neu geplante linksseitige Deich liegt ca. 1,40 m über dem bestehenden Gelände. Die Böschungen werden beidseitig sehr flach mit Neigungen zwischen 1:6 und 1:8 ausgebildet. Der Deichkronenweg dient als Fuß- und Radweg und wird asphaltiert in einer Breite von 3,0 m ausgebildet.



**Bild 15:** Blick entlang der geplanten Gewässerachse in Fließrichtung.



**Bild 16:** Kraichbach bei Bau km 0+800. Blick in Fließrichtung

### **Verfüllen der alten Gewässerläufe von Kraichbach und Mühlkanal**

Die neu geplante Gewässerachse liegt nur noch in wenigen Bauabschnitten innerhalb der ursprünglichen Gewässer Kraichbach oder Mühlkanal, so dass beide alten Gewässerläufe verfüllt werden müssen. Grundsätzlich ist vorgesehen, die zum Teil betonierte Gewässersohle des Kraichbachs bzw. des Mühlkanals aufzubrechen um die Versickerungsmöglichkeiten zu erhöhen und eine bessere Vernetzung mit dem Untergrund sicherzustellen. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass es durch die alten Wasserwegigkeiten und evtl. behinderte Versickerungsmöglichkeiten zu Vernässungen kommt. Aus diesem Grund werden die alten Gewässerläufe bereichsweise mit kiesigem Material und eingelegter Drainage aufgefüllt. Die Dimensionierung der Drainagerohre erfolgt im Zuge der Ausführungsplanung. Es ist vorgesehen, die durch die Drainagen anfallenden Sicker- bzw. Grundwasser in den neuen Kraichbach einzuleiten. Zur Verhinderung von Rückstau aus dem Kraichbach in die Drainagen werden an den Einleitungsstellen jeweils Schieberschächte angeordnet. Alternativ zu den Schiebern können auch Rückschlagklappen direkt am Gewässer vorgesehen werden.

Die Entscheidung über die tatsächlichen Versickerungsmöglichkeiten erfolgt im Rahmen der Ausführungsplanung oder wo eine Erkundung erst im Zusammenhang mit der Gewässerstilllegung möglich ist nach Rücksprache mit dem den Bau begleitenden Bodengutachter im Rahmen der Bauausführung.

Bestehende Einleitungen sowohl in den Kraichbach als auch den Mühlkanal müssen stillgelegt werden. Nach Abstimmung mit dem Landratsamt Rhein-Neckar wird die Stadt Hockenheim eine Entwässerungskonzeption für die derzeit bestehenden Einleitungen erarbeiten und sie stellt eigenständig sicher, dass eine ordnungsgemäße Niederschlagswasserbeseitigung erfolgen wird. Eine Möglichkeit könnte zum Beispiel die Versickerung auf den Privatgrundstücken darstellen.

Die seitlichen Uferwände bleiben grundsätzlich überall dort erhalten, wo Gehölze an die Mauern angrenzen. Auch bei einer Überschüttung verbleiben die Ufermauern nach Möglichkeit. Im Bereich unterhalb der bestehenden Brücke der Unteren Mühlstraße über den Kraichbach werden die als Ufersicherung eingebrachten Spundwände gezogen bzw. im oberen Bereich abgetrennt.

Im bestehenden Kraichbachabschnitt zwischen dem Wohnhaus Obere Mühlstraße 3/1 (Flst.-Nr. 902/3) und dem Fußgängersteg bei Flst.-Nr. 8023 befinden sich zwei Brücken und ein Steg. Die Brücken und der Steg werden im Zuge der Maßnahme abgebrochen und die Wegeverbindung nach Auffüllen des Gewässers wiederhergestellt. Die seitlichen Ufermauern gehen z.T. in die Außenwände der angrenzenden Gebäude über. Ein Abtragen der Mauern ist hier nicht vorgesehen.



**Bild 17:** Einmündungsbereich des Mühlkanals. Der Einlauf wird abgemauert, die Überdeckung bleibt.



**Bild 18:** bestehender Kraichbach bei der Unteren Mühlstraße. Ufersicherung durch Spundwände



**Bild 19:** Brücke der Unteren Mühlstraße hier über den Kraichbach.



**Bild 20:** Kraichbachabschnitt zwischen dem Mehrfamilienhaus und den Garagen



**Bild 21:** Kraichbach Blick auf die bestehende Bogenbrücke der Oberen Mühlstraße



**Bild 22:** Kraichbach, Feldwegbrücke bei Flst.-Nr. 902/3

## 5    Hydraulischer Nachweis

Zur Festlegung der Ausbauhöhen der erforderlichen Hochwasserschutzmaßnahmen müssen die Bemessungswasserstände ermittelt werden. Dazu wurde auf die im Zusammenhang mit der Erstellung der Hochwassergefahrenkarte aktuellen Bemessungsabflüsse, die im Kapitel 2.4 näher beschrieben wurden, zurückgegriffen.

Die hydraulischen Berechnungen für den Kraichbach wurden von der Eisenbahnstraßenbrücke (km 5+936) bis oberhalb der ehemaligen Ausleitung vom Kraichbach in den Mühlkanal (km 7+385) mit dem beim Büro WALD + CORBE vorhandenen hydraulischen Fließgewässermodell HYDRET (Modellbeschreibung s. Anhang B) durchgeführt. Das Modell wurde im Zusammenhang mit der Flussgebietsuntersuchung aufgebaut und für die Ermittlung der Überflutungsflächen im Rahmen der Kosten-Nutzen-Untersuchung aktualisiert. Die Planungsprofile wurden in das bestehenden Modell für die aktuellen hydraulischen Berechnungen übernommen, so dass der Nachweis der Leistungsfähigkeit des Kraichbaches nach Ausführung der Umgestaltungsmaßnahmen erbracht werden konnte.

### Bemessungswassermenge

Für die Dimensionierung der Hochwasserschutzmaßnahmen wurden die Berechnungsergebnisse für das  $HQ_{100, LFKlima} = 15,8 \text{ m}^3/\text{s}$  zugrunde gelegt (s.a. Tab. 2.2).

### Mittelwasser

Der Mittelwasserabfluss wurde auf Grundlage der Vermessungsarbeiten zurückgerechnet. Für die im Zuge der Vermessung vom 16.06.1999 aufgenommenen Wasserstände wurde ein zugehöriger Mittelwasserabfluss von  $MW = 2,7 \text{ m}^3/\text{s}$  ermittelt.

### Rauigkeitsbeiwert $k_s$

Bei den Berechnungen für den Planzustand wurde ein Rauigkeitsbeiwert von  $k_s = 22 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  zugrunde gelegt, und damit die gewünschte und im Landschaftspflegerischen Begleitplan dargestellte relativ starke Bepflanzung berücksichtigt. Der gewählte Wert entspricht dabei den Erfahrungswerten bei vergleichbaren Ausbauplanungen.

### Berechnungsergebnisse

Die Berechnungsergebnisse für  $k_s = 22 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  sind in Tab. 5.1 dokumentiert. Weiterhin sind die entsprechenden Wasserspiegellagen auch in den Querprofilen (Anlage 3.1-3.8) bzw. dem Längsschnitt (Abb. 4.1) eingetragen. In der Anlage 2.6 sind die bei MQ bzw.  $HQ_{100, LFKlima}$  auftretenden Wasserflächen dargestellt.

Es muss bei der Bepflanzung bzw. der späteren Unterhaltung darauf geachtet werden, dass in den besonders engen Gewässerabschnitten keine Bepflanzung durch Gehölze vorgenommen wird. In den aufgeweiteten Abschnitten hingegen kann unter Berücksichtigung der

Forderungen hinsichtlich der Deichsicherheit eine dichtere Bepflanzung durchgeführt werden. Die im landschaftspflegerischen Begleitplan vorgesehenen Pflanzungen innerhalb des Abflussprofils sind hydraulisch abgestimmt.

Die für den Fall des  $HQ_{100, LFKlima}$  ermittelten maximalen Fließgeschwindigkeiten treten im Bereich der neuen Kfz-Brücke auf und betragen hier 1,55 m/s. Beim Mittelwasserabfluss von 2,7 m³/s liegen die Fließgeschwindigkeiten im Ausbaubereich zwischen 0,48 m/s und 0,87 m/s.

In der untenstehende Tabelle 5.1 sind einzelne Ergebnisse im Planungsabschnitt aufgezeigt.

**Tab. 5.1:** Für MW und  $HQ_{100, LFKlima}$  ermittelte Wasserstände im Planungsbereich

| Station  | berechnete<br>Wasserstände<br>MW<br>[m+NN] | berechnete<br>Wasserstände<br>$HW_{100, LFKlima}$<br>[m+NN] |
|----------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| km 7+320 | 98,22                                      | 99,12                                                       |
| km 6+881 | 97,37                                      | 98,38                                                       |
| km 6+613 | 96,61                                      | 98,18                                                       |
| km 6+531 | 96,43                                      | 98,07                                                       |

#### Sohl- bzw. Böschungsfußsicherung

Aufgrund der ermittelten Fließgeschwindigkeiten ist gemäß DIN 19661, Teil 2 eine Sohlbefestigung mit dem vermutlich anstehenden Sohlmaterial ausreichend. Die Böschungsfußsicherung jedoch soll durch Steinschüttung mit Wasserbausteinen  $LMB_{5/40 - 10/60}$  bzw. an einzelnen Stellen Steinsatz ( $HMB_{300/1000}$ ) sowie mit Totholzfascinen oder Röhrichtwalzen ausgebildet werden.

## **6   Auswirkungen des Baubetriebs, Bodenmanagement und Bauablauf**

### **6.1   Auswirkungen des Baubetriebs**

Durch die geplante Gewässerumgestaltung entsteht im Stadtbereich bzw. im Bereich der Schulen ein erhebliches Verkehrsaufkommen an Baufahrzeugen. Die Hauptzufahrt der Baustelle wird über die Schubertstraße erfolgen. Eine Zufahrt über die Untere Mühlstraße ist nur für die Arbeiten an der Kfz-Brücke und den Verfüllarbeiten am Kraichbach sinnvoll.

Im Zuge der Bauausführung muss auf die Parkstände entlang des bestehenden Mühlkanals zugegriffen werden. Eine Abstimmung mit dem dadurch unmittelbar betroffenen Carl-Friedrich-Gauss-Gymnasiums ist unbedingt erforderlich. Die Fahrradstände entlang des bestehenden Stöcketweges müssen vor Beginn der Baumaßnahme versetzt werden.

Es ist davon auszugehen, dass für eine gewisse Zeit keine befahrbare Ost-Westverbindung über Kraichbach und Mühlkanal zur Verfügung stehen wird.

Die Feuerwehrezufahrt zum Gymnasium darf zu keinem Zeitpunkt eingeschränkt werden. Der Bauabschnitt km 0+475 bis km 0+575 muss daher schon sehr frühzeitig fertig gestellt werden.

Aus Sicherheitsgründen wird die Anbindung der Schulen für Fußgänger bzw. Radfahrer vom Stöcketweg aus zeitweise unterbrochen. Dieses ist dringend im Vorfeld mit dem Träger bzw. der Schulleitung abzustimmen.

Der Betrieb des Biergartens ist während der Bauzeit an der dort geplanten Ufermauer bzw. der Uferabflachung ausgeschlossen. Der Bauablauf muss auch hier mit dem betroffenen Eigentümer bzw. Pächter abgestimmt werden.

Der Bauablauf der gesamten Maßnahme wird in engem Benehmen mit der Stadt Hockenheim durchgeführt. Betroffene Bürger müssen frühzeitig von durch den Baubetrieb zu erwartenden Einschränkungen informiert werden.

### **6.2   Bodenmanagement und vorläufiger Bauablauf**

Bei der Durchführung der Baumaßnahmen fallen große Mengen Bodenmaterialien an, die zu einem großen Teil im Rahmen des Gesamtprojektes wieder eingebaut werden sollen. Deshalb muss ein durchdachtes Bodenmanagement durchgeführt werden. Dabei spielt die Verwertbarkeit der in der Örtlichkeit vorhandenen Aushubböden aus der Gewässerneuprofilierung eine wichtige Rolle. Bei der Abwicklung der Maßnahme wird von einem vollständigen Wiedereinbau ausgegangen. Dennoch sind im Zuge der Ausführungsplanung Bodenanalysen

durchzuführen. Das anfallende Aushubmaterial muss dann entsprechend den Analyseergebnissen bzw. den einschlägigen Vorschriften wieder eingebaut werden.

Die ehemaligen Gewässerläufe des Kraichbachs bzw. Mühlkanals werden vor der Verfüllung mit anstehendem Aushubmaterial im unteren Drittel mit ca. 3.500 m<sup>3</sup> Filtermaterial verfüllt. Neben diesem Fremdmaterial sind zur Herstellung der Deiche ca. 6.650 m<sup>3</sup> Schüttmaterial zu liefern und einzubauen. Zur Herstellung der Böschungs- und Sohlsicherung werden ca. 3.000 to und für den Straßen- und Wegebau ca. 6.500 to angefahren. Nach Abbruch der bestehenden Brücken und Mauern müssen ca. 900 m<sup>3</sup> Abbruchmaterial entsorgt werden. Hinzu kommen etwa 800 m<sup>3</sup> Beton, die für den Brückenneubau benötigt werden.

Insgesamt fallen für den An- und Abtransport dieser verschiedenen Materialien etwa 1.400 LKW Transporte (4-Achser bzw. Sattelzüge) an.

Die gesamte Maßnahme kann nur abschnittsweise ausgeführt werden. Zum großen Teil muss das aufgenommene Material vor dem Wiedereinbau zwischengelagert werden. Als Zwischenlagerflächen bieten sich dafür u.a. die geräumten Kleingärten an.

Baubeginn ist unterstrom zwischen der Karlsruherstraße und der geplanten Kfz-Brücke. Die neue Kfz-Brücke stellt einen wichtigen Meilenstein im Bauablauf dar. Mit dem Bau der Brücke muss daher schon möglichst früh begonnen werden. Bereichsweise müssen die Gewässerprofilierungsarbeiten und die Stahlbetonarbeiten für die Ufermauern bzw. die Stegwiderlagen parallel ausgeführt werden. Es ist dabei stets auf die Sicherstellung des erforderlichen Hochwasserschutzes auch im Bauzustand zu achten.

Hinsichtlich des Bauablaufes ist es wichtig die Leitungs- und Kabelarbeiten schon frühzeitig mit den betroffenen Versorgern abzustimmen.

Für die Abwicklung der Gesamtmaßnahmen ist folgender Bauablauf möglich:

- Rodung der Gehölze (in der Zeit von 1.10.-28.02.)
- Abräumen der Kleingärten
- Mauererhöhung (re. Seite km 0+000-0+050)
- Mutterbodenabtrag (bis km 0+200), der restliche Mutterbodenabtrag erfolgt entsprechend dem Baufortschritt, das Andecken des Mutterbodens erfolgt grundsätzlich so früh wie möglich
- Gewässerüberfahrt über Mühlkanal herstellen
- Bau der Kfz-Brücke
- Herstellen der Ufermauern (bis km 0+080)
- Gewässerneuprofilierung (km 0+050-0+140)
- Verlegung der Stromkabel in der „Unteren Mühlstraße“
- Aufbruch und Abtrag der „Unteren Mühlstraße“ im Bereich der neuen Gewässertrasse
- Herstellen der Widerlager für den Fußgängersteg (km 0+145)
- Gewässerneuprofilierung (bis km 0+200)

- Deichschüttung zwischen neuer Brücke und bestehender Straße ohne Verfüllung des Kraichbachs herstellen
- Feuerwehruzufahrt (Gymnasium) aufnehmen, Deichschüttung einbauen, Zufahrt wieder herstellen
- Mühlkanal ab km 0+200 in neuen Gewässerlauf einleiten
- Mühlkanal im Mündungsbereich abmauern
- Mühlkanal bis km 0+200 verfüllen
- Fußgängersteg (km 0+145) auf Widerlager versetzen
- Brücke „Untere Mühlstraße“ über Mühlkanal abbauen
- Herstellen der Ufermauer (li. Seite km 0+250-0+400)
- Herstellen der Gabionenwand (re. Km 0+150-0+250) und Schütten des Deiches
- abschnittsweise Gewässerneuprofilierung (bis km 0+475)
- Herstellen der Ufermauer (re. Seite km 0+290-0+450)
- Mühlkanal ab km 0+475 in neuen Gewässerlauf einleiten
- Mühlkanal bis km 0+475 verfüllen
- Gewässerneuprofilierung (bis km 0+700) mit Deichschüttung
- Wegaufbruch, Verlegen der Gas-, Strom- und Telekommunikationsleitung
- Herstellen der Ufermauer (li. Seite km 0+475-0+560)
- Herstellen der Brücke (km 0+691)
- Verbindung des neuen mit dem bestehenden Kraichbach
- Uferabflachung (km 0+700-0+800)
- Abbruch des alten Abzweigbauwerks
- Abbruch der alten Kraichbachbrücken
- Verfüllen von Mühlkanal und Kraichbach, Fertigstellung der Deichschüttung.
- Fertigstellen der Garagenzufahrt
- Fertigstellen der Anschlussarbeiten an den neuen Kfz-Brücken und der Ufermauer
- Endgültige Herstellung aller Straßen und Wege
- Wiederherstellung (Tiefenlockerung) der als Lagerfläche genutzten Grundstücke
- Räumen der Baustelle

## **7 Betroffene Dritte**

Von den Baumaßnahmen sind während und nach der Bauzeit Belange Dritter mehr oder weniger stark betroffen. Es handelt sich hierbei um folgende Behörden oder Einrichtungen mit den aufgeführten Betroffenenheiten:

**1. Stadt Hockenheim**

- *Abstimmung mit dem Ergebnis des ausgelobten Wettbewerbs*
- *Abbruch bestehender Brücken und Stege*
- *vorübergehender Eingriff in die Zugänglichkeit der Schulen*
- *Aufnehmen und Versetzen der Fahrradständer*
- *Querung verschiedener Abwasserkanäle*
- *Aufnehmen und Versetzen eines Spielplatzes*
- *Bau der neuen Kfz-Brücke*
- *Bau der beiden neuen Stege*

**2. Stadtwerke Hockenheim**

- *Gasleitung entlang Mühlkanal*
- *Stromleitungen und Beleuchtungskörper*

**3. Telekom, NL SüdWest, Mannheim**

- *Kabel in der bestehenden Brücke „Untere Mühlstraße“*
- *Kabel entlang ehem. Mühlkanal*

**4. Feuerwehr Hockenheim**

- *Rückbau der bestehenden und Bau einer neuen Feuerwehrezufahrt*
- *Aufnahme der mobilen Hochwasserschutz Elemente in den HW-Alarmplan*

**5. Private Betroffene**

- *Für die Verfüllarbeiten am Kraichbach müssen verschiedene unmittelbar an der Mauer stehende Gehölze aufgeastet werden.*
- *Die Zufahrt zu den Garagen des Mehrfamilienhauses an der „Unteren Mühlstraße“ (Flst.-Nr. 745/7) muss für eine gewisse Zeit unterbrochen werden.*
- *Die Zufahrt zu den Parkständen am Haus Karlsruher Straße 9 (Flst.-Nr. 786) kann für die Bauzeit der Mauererhöhung über die „Untere Mühlstraße“/ Zehntscheune erfolgen oder mit Einschränkungen über die Karlsruher Straße.*
- *Der Betreiber/Pächter des Biergartens ist durch die Umgestaltung (Bau der Hochwasserschutzmauer, Verfüllung des Mühlkanals, Abmauerung) unmittelbar betroffen.*

Unterhalb der Brücke der Oberen Mühlstraße über den Kraichbach liegt das derzeitige Gewässerbett auf den beiden Privatgrundstücken (FlSt.-Nr. 901 und 902/5). Die vorgesehene Verfüllung sowie das Verlegen einer Verrohrung müssen mit den jeweiligen Eigentümern abgestimmt und evtl. Dienstbarkeiten eingetragen werden.

Es ist bekannt, dass die bestehenden Ufermauern nicht überall den bestehenden Grundstücksverlauf markieren. So liegt beispielsweise die Ufermauer auf den Flurstücken 873/1, 873/2 und 873/3 gemäß einer, im Zuge eines Bauantrags erstellen Detailvermessung teilweise auf den Privatgrundstücken. Die geplante Umgestaltungsmaßnahme bietet nun die Möglichkeit nach Bauausführung die Grundstücksgrenzen entsprechend den Katasterplänen herzustellen.

Die Baumaßnahme wird im Zuge der Ausführungsplanung mit den entsprechenden Versorgungsträgern bzw. der zuständigen Verkehrsbehörde noch detailliert abgestimmt.

Die von der Baumaßnahme betroffenen Anlieger wurden im Zusammenhang mit der Erstellung der Entwurfsplanung schon mehrfach informiert. Es ist jedoch unerlässlich sämtliche Anlieger vor der Bauausführung nochmals zu informieren.

Der in Anlage 2.3 dargestellte Baukorridor stellt die Grenzen der baulichen Eingriffe dar. Unter dem Gesichtspunkt des geschilderten unklaren Ufermauerverlaufs kann sich der Baukorridor noch in Richtung der Privatgrundstücke verschieben. Grundsätzlich sind außerhalb des dargestellten Baukorridors keine baulichen Eingriffe vorgesehen.

### ***Beeinträchtigung des öffentlichen Verkehrs***

Durch den Baubetrieb werden verschiedene öffentliche Straßen und Wege mit Baustellenverkehr belastet. Besonders betroffen ist die Schubertstraße sowie die Karlsruher und Lußheimer Straße. Zudem wird der öffentliche Radfahr- und Fußgängerverkehr im Baustellenbereich während der Bauzeit stark eingeschränkt.

### ***Fischereiliche Nutzung***

Die fischereiliche Nutzung wird durch die geplanten Maßnahmen nicht nachhaltig beeinträchtigt. Nach der Umgestaltung weist der Kraichbach vielmehr im Vergleich zu heute deutlich vielgestaltigere Strömungs- und Habitatsstrukturen insbesondere auch für Fische auf. Eventuell müssen im Zuge der Bauausführung Elektrofischungen durchgeführt werden. Die Fischpächter werden von der Baumaßnahme rechtzeitig in Kenntnis gesetzt.

## **8 Grunderwerb und vorübergehend beanspruchte Flächen**

Die Stadt Hockenheim hat, um ein Flurneuordnungsverfahren zu vermeiden, seit dem Jahr 2006 Verkaufsverhandlungen mit den von der Umgestaltung betroffenen Grundstückseigentümern geführt und bereits viele Grundstücke erworben. Im Grunderwerbsplan (Anlage 2.4) sind die derzeitigen Eigentumsverhältnisse (Stand 15. Nov. 2012) dargestellt. Der Zugschnitt der zukünftigen Kleingärten wird nach Fertigstellung der Maßnahme durchgeführt. Für die Bauzeit werden die freigeräumten Flächen für die Baustelleneinrichtung bzw. als Zwischenlagerflächen genutzt. Nach Abschluss der Arbeiten können die Grundstücke auf den sehr flach geneigten Flächen (~Bau km 0+450) bzw. vor der Hauptschule/Sportanlagen (~Bau km 0+250 – 0+450) dann wieder kleingärtnerisch genutzt werden.

In der Vereinbarung v. 14.12.2009 zwischen dem Land Baden-Württemberg und der Stadt Hockenheim, die noch an den aktuellen Planungsstand anzupassen ist, werden auch die

zukünftigen Grundstücksverhältnisse geregelt. Es ist beabsichtigt, dass das Land das zukünftige Gewässergrundstück zwischen den wasserseitigen Wegkanten, den sogenannten Kernbereich, erwirbt. Die Restflächen wie zum Beispiel die Unterhaltungswege und Ufermauern mit den mobilen Hochwasserschutzelementen verbleiben oder gehen später in das Eigentum der Stadt Hockenheim über.

Der Kernbereich hat eine Fläche von ca. 2,04 ha. Das Land Baden-Württemberg ist derzeit Eigentümer des Gewässergrundstücks des Kraichbachs (ca. 5.537 m<sup>2</sup>). Der Mühlkanal (2.872 m<sup>2</sup>) ist im Eigentum der Stadt Hockenheim.

Im Grunderwerbsverzeichnis (Anhang A) werden sämtliche von der Maßnahme dauerhaft und temporär in Anspruch genommene Grundstücke mit ihrer jeweiligen Gesamtfläche aufgelistet.

## **9 Unterhaltungstechnische Aspekte**

Es ist vorgesehen, Teile der Unterhaltungslast nach Bauausführung an die Stadt Hockenheim zu übertragen. Grundlage hierzu ist die Vereinbarung von 14.12.2009 zwischen dem Regierungspräsidium Karlsruhe und der Stadt Hockenheim. Die Unterhaltungswege und Ufermauern mit den mobilen Hochwasserschutzelementen sollen in das Eigentum und in die Unterhaltungslast der Stadt Hockenheim übergehen. Die Unterhaltungs- und Verkehrsicherungspflicht für die Böschungsbereiche bis zum jeweiligen wasserseitigen Wegrand soll durch das Land übernommen werden. Details sind in einer noch abzuschließenden Betriebsvereinbarung zwischen Stadt und Land zu regeln. Die Stadt Hockenheim übernimmt die mobilen Hochwasserschutzeinrichtungen in ihren Alarm- und Einsatzplan und übernimmt im Hochwasserfall die Aufstellung der geplanten mobilen Hochwasserschutzeinrichtungen. Zur Anpassung an den Planungsstand der vorliegenden Genehmigungsplanung muss die am 14.12.2009 abgeschlossene öffentlich-rechtliche Vereinbarung zwischen der Stadt Hockenheim und dem Regierungspräsidium Karlsruhe aktualisiert werden. Das Landratsamt Rhein-Neckar-Kreis erhält eine Mehrfertigung der Vereinbarung und der Betriebsvereinbarung.

### **Gewässerunterhaltungskonzept**

Nach Fertigstellung der Baumaßnahme soll aus ökologischer und wasserwirtschaftlicher Sicht eine abgestufte Unterhaltung stattfinden. Dadurch soll die eigendynamische Entwicklung in den dafür bereitgestellten Räumen und Abschnitten gefördert und gleichzeitig die Hochwassersicherheit gewährleistet werden. Die Unterhaltung fördert die Zielerreichung der EG-Wasserrahmenrichtlinie.

Es wurden dazu in Abstimmung zwischen Umweltplanung, Wasserbauplanung und Regierungspräsidium Karlsruhe ein Gewässerunterhaltungskonzept drei Zonen ausgearbeitet, in denen der Umfang der Unterhaltung je nach Zielsetzung variiert (Anlage 2.5: Gewässerunterhaltungskonzept). Die eigendynamische Entwicklung der links- und rechtsseitigen Uferlinie bewegt sich in den einseitig, zum Teil beidseitig an das Mittelwasserbett angrenzenden Vorlandflächen, die bereits bei wenig über dem Mittelwasser liegenden Abflüssen überflutet werden.

**Unterhaltungszone****Zielsetzung [Z] + Unterhaltungsaufwand [U]**

|                                                                                                 |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Zone I (Entwicklungszone)</b><br><br>Neues Mittelwasserbett samt angrenzender Uferböschungen | <b>Z</b><br><br><b>U</b> | eigendynamische Entwicklung des Gewässerbettes<br><br>- Freihalten der Kiesbänke von Bewuchs bei Bedarf nach hydraulischer Erfordernis<br><br>- Festgesetzte Gehölzpflanzungen im LBP (Hochstämme und Sträucher) sind nach Bedarf zu pflegen<br><br>- Kontrolle des natürlichen Gehölzaufwuchses in den ersten drei Entwicklungsjahren, kein Eingriff im Regelfall, nur bei hydraulischer Erfordernis Gehölzausdehnung begrenzen; danach nur ein-geschränkte Bewuchsentwicklung zulässig, d.h. Gebüsche/Hecken nur bei hydraulischer Erfordernis bereichsweise auf den Stock setzen<br><br>- Mahd des Röhrichts und der Hochstaudenflur abschnittsweise max. alle 1-2 Jahre oder bei hydraulischer Erfordernis, grundsätzlich nicht vom 01. März bis 30. September |
| <b>ZONE II (Entwicklungs- und Vorhaltezone)</b><br><br>Überflutungszonen                        | <b>Z</b><br><br><b>U</b> | unterhaltene Vorlandfläche für die Gewässerentwicklung<br><br>- Mahd des Röhrichts und der Hochstaudenflur abschnittsweise max. alle 1-2 Jahre oder bei hydraulischer Erfordernis, grundsätzlich nicht vom 01. März bis 30. September<br><br>- Festgesetzte Gehölzpflanzungen im LBP (Hochstämme und flächige Pflanzungen) sind nach Bedarf zu pflegen<br><br>- Gehölzaufkommen außerhalb der im LBP festgelegten Pflanzstandorte sind bei hydraulischer Erfordernis bereichsweise auf den Stock zu setzen<br><br>- Beseitigung von Anlandungen bei Bedarf nach hydraulischer Erfordernis                                                                                                                                                                          |

|                                                               |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ZONE III (Unterhaltungszone)</b><br>Angrenzende Böschungen | <b>Z</b><br><br><b>U</b> | unterhaltenes Deich- und Gewässervorland<br><br>- Eingesäte Böschungen sind 1-2 x jährlich abschnittsweise zu mähen (vorzugsweise vor Mitte Juni und nach Ende August)<br><br>- Entsprechend dem Bepflanzungsplan festgesetzte Gehölzpflanzungen (Hochstämme und flächige Pflanzungen) sind nach Bedarf zu pflegen<br><br>- Natürliche Gehölzaufkommen außerhalb der im LBP festgelegten Pflanzstandorte sind nach hydraulischer Erfordernis auf den Stock zu setzen. Unterdrückung des Gehölzaufwuchses in standsicherheitsrelevanten Bereichen der Hochwasserschutzeinrichtungen. |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 10 Baukosten

Die Gesamtkosten incl. der Honorarkosten, der Kosten für Bepflanzung, Grunderwerb, Brücken und 19% MwSt. belaufen sich nach aktueller Kostenberechnung (Dez. 2011) auf ca. 4,34 Mio. Euro. Die Stadt Hockenheim beteiligt sich gemäß den Festlegungen einer öffentlich rechtlichen Vereinbarung an den Kosten für die Realisierung der „Maßnahmen zur Verbesserung des Hochwasserschutzes und der Ökologie am Gewässer I. Ordnung – Kraichbach“.

## 11 Zusammenfassung

In den letzten Jahren haben sich die Hochwasserabflussverhältnisse im Einzugsgebiet des Kraichbachs/Kriegbachs aufgrund der zunehmenden Erweiterung der Siedlungsflächen, aber auch aufgrund verschiedener wasserwirtschaftlicher Maßnahmen wesentlich verändert. Es wurden im Einzugsgebiet Hochwasserrückhaltebecken und Polder angelegt. Trotz dieser Schutzmaßnahmen sind in der Ortslage von Hockenheim Hochwasserschutzmaßnahmen erforderlich. Die Notwendigkeit dieser Maßnahmen wurde in der im Auftrag des Landes durchgeführten Flussgebietsuntersuchung aufgezeigt. Es wurden hier die innerörtlichen Schwachstellen lokalisiert und Vorschläge zur Herstellung eines 100-jährlichen Hochwasserschutzes ausgearbeitet. Die Schwachstellen liegen in der Ortsmitte im Bereich der Gewässer-aufteilung in den Mühlkanal sowie den Kraichbach. Beide Gewässer sind kanalartig ausgebaut und für Unterhaltungsarbeiten nicht zugänglich. Das Land Baden-Württemberg, vertreten durch das Regierungspräsidium Karlsruhe, Landesbetrieb Gewässer als Unterhaltungspflichtiger plant nun auf Gemarkung Hockenheim die Umsetzung der, in der Flussgebietsuntersuchung vorgeschlagenen Hochwasserschutzmaßnahmen.

Im Zuge der Vorplanung für diese Hochwasserschutzmaßnahmen wurde eine Kosten-Nutzen-Untersuchung erstellt, in der die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme für den 100-jährlichen Hochwasserschutz auch unter Berücksichtigung der Folgen der Klimaänderung nachgewiesen wurde. Für die Bemessung der Maßnahmen wurde der Abfluss  $HQ_{100, LFKlima}$  zugrunde gelegt.

Ein weiterer wichtiger Aspekt für die geplante Umgestaltung innerhalb der Ortslage ist die gesetzlich geforderte Umsetzung der Belange der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL). Beide Gewässer weisen erhebliche Defizite hinsichtlich der Durchgängigkeit bzw. der Gewässerstruktur auf.

Die Planung sieht vor, den Kraichbach von km 6+530 (der Karlsruher Brücke) bis km 7+320 mit dem Mühlkanal in ein gemeinsames rund 790 m langes Gewässerbett zu verlegen. Der neue Gewässerlauf wird dabei unter Berücksichtigung ökologischer Gesichtspunkte hergestellt. Die Zugänglichkeit des Gewässers wird durch beidseitig angelegte Unterhaltungswege, die entweder als Deichkronenwege oder als Bermenwege hergestellt werden, geschaffen.

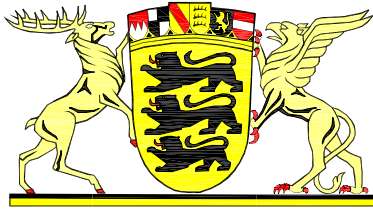
Der Hochwasserschutz wird durch die Errichtung von Ufermauern und Deichen, die max. 1,20 m über dem angrenzenden Gelände liegen, hergestellt. Die wasserseitig der Ufermauer angelegten Wege liegen nur wenige Dezimeter über dem Mittelwasserstand und können im Hochwasserfall überströmt werden.

Die bestehenden Gewässerläufe werden weitestgehend verfüllt. Im Rahmen eines optimierten Bodenmanagements wird angestrebt, möglichst den gesamten Aushub vor Ort wieder zu verwerten.

Durch die geplante naturnahe Zusammenlegung von Kraichbach und Mühlkanal werden die Ziele der EU-Wasserrahmenrichtlinie erfüllt und für das Gewässer eine wesentliche ökologische Verbesserung für Fische, Wirbellose und Wasserpflanzen erreicht. Durch den Bau von Deichen und Ufermauern sowie durch den aufgeweiteten neuen Gewässerquerschnitt wird darüber hinaus der 100-jährliche Hochwasserschutz mit Berücksichtigung des Klimawandels sichergestellt.

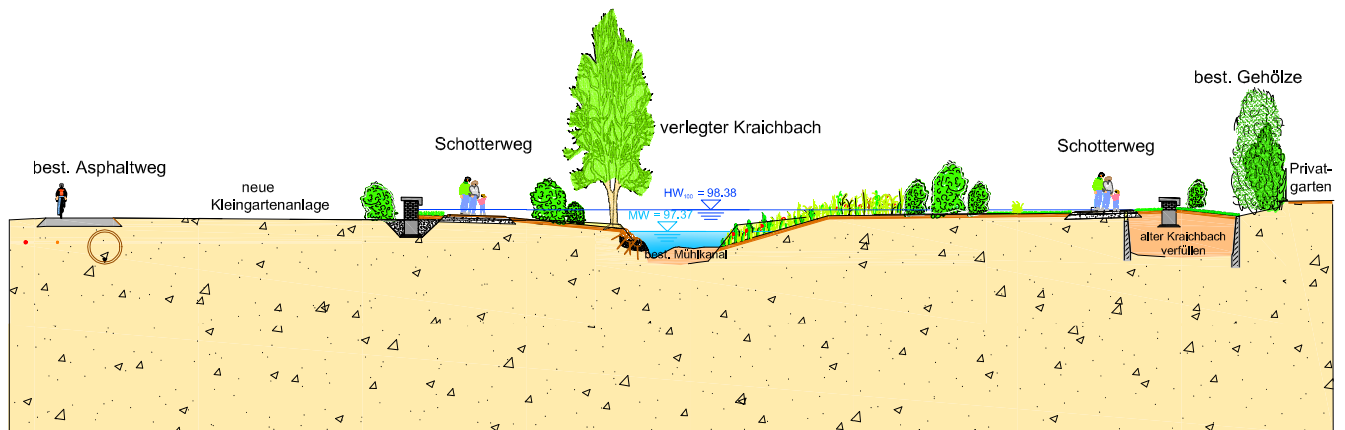
## Gutachten und Literaturverzeichnis

- **BUF, Büro für Umweltstudien und Fortbildung, 1997**, „Reaktivierung Alter Kraichbach zwischen den Breitwiesen und dem Oberbruch“, im Auftrag der Stadt Hockenheim
- **LFU/LUBW, 2005**, „Festlegung des Bemessungshochwassers für Anlagen des technischen Hochwasserschutzes“, Oberirdische Gewässer/Gewässerökologie, Heft 92
- **Ludwig 2010**, Hochwassergefahrenkarten (HWGK), im Auftrag des Regierungspräsidiums Karlsruhe Ref. 53.1, Stand 2010, noch nicht abschließend veröffentlicht
- **Regierungspräsidium Karlsruhe, 2009**, „Bewirtschaftungsplan Bearbeitungsgebiet Oberrhein (Baden-Württemberg) gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EG)“
- **Regierungspräsidium Karlsruhe, 2009**, „TBG-Begleitdokumentation zum Teilbearbeitungsgebiet Pfinz - Saalbach - Kraichbach (35)“
- **Stadt Hockenheim**, Stellungnahme der Stadt Hockenheim vom 24.10.2012 zum Stöcketgraben
- **WALD + CORBE, GefaÖ 2004**, Flussgebietsuntersuchung Kraichbach-Kriegbach, - Analyse der heutigen Hochwassersituation - , - GEP Kraichbach-Kriegbach, GEK Landgraben-Kehrgraben, Ortslagenheft Hockenheim Jan. 2004, Untersuchung im Auftrag der Gewässerdirektion Nördlicher Oberrhein, Bereich Heidelberg und Karlsruhe
- **WALD + CORBE, 2004**, Flussgebietsuntersuchung Kraichbach-Kriegbach, - Analyse der heutigen Hochwassersituation - , - GEP Kraichbach-Kriegbach, GEK Landgraben-Kehrgraben, Erläuterungsbericht Hydraulik Dezember 2004, Untersuchung im Auftrag der Gewässerdirektion Nördlicher Oberrhein, Bereich Heidelberg und Karlsruhe
- **WALD + CORBE, 2006**, aktualisiert 2010, Umgestaltung des Kraichbaches innerhalb der Ortslage von Hockenheim, Kosten-Nutzen-Untersuchung, Untersuchung im Auftrag des Regierungspräsidiums Karlsruhe Ref. 53.1
- **WASSERBUCH**, Abteilung V, Nr. 1236, Kreisarchiv Rhein-Neckar-Kreis Abt. 13, Wasserrechtsamt, Zugang 2002/1



Regierungspräsidium Karlsruhe  
Referat 53.1

Zusammenlegung  
Kraichbach/Mühlkanal  
in Hockenheim



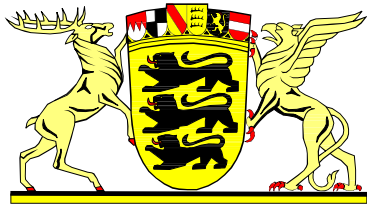
Anhang A  
Grunderwerbsverzeichnis



**Umgestaltung des Kraichbaches innerhalb der Ortslage von Hockenheim**  
**Grunderwerbsverzeichnis der von der Planung betroffenen privaten Flurstücke**

| Flurst.<br>Nr. | Name, Vorname<br>und Anschrift<br>des Eigentümers | Gesamt-<br>fläche<br>[m²] | Gewinn-<br>bezeichnung | zu erwerbende<br>Fläche<br>[m²] | vorübergehend<br>benötigte Fläche<br>[m²] | Bemerkung                                                                   |
|----------------|---------------------------------------------------|---------------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 745/ 7         | privat                                            | 2.016,00                  |                        |                                 | 80,00                                     | Garagengrundstück,<br>Zufahrtsrampe mit Böschung                            |
| 795/ 1         | privat                                            | 270,00                    |                        | 270,00                          |                                           | neuer Kraichbachlauf<br>mit Böschung                                        |
| 797            | privat                                            | 110,00                    |                        | 110,00                          |                                           | neuer Kraichbachlauf<br>mit Böschung                                        |
| 798            | privat                                            | 234,00                    |                        | 234,00                          |                                           | neuer Kraichbachlauf<br>mit Böschung                                        |
| 867            | privat                                            | 180,00                    |                        |                                 | 180,00                                    | spätere Kleingartennutzung<br>Auffüll- bzw. Lagerfläche<br>Tauschgrundstück |
| 7982           | privat                                            | 473,00                    | Bruchgärten            | 72,00                           |                                           | Biergartengrundstück<br>Tauschgrundstück                                    |
| 7983           | privat                                            | 271,00                    | Bruchgärten            | 56,00                           |                                           | Biergartengrundstück<br>Tauschgrundstück                                    |
| 8002           | privat                                            | 135,00                    |                        | 135,00                          |                                           | neuer Kraichbachlauf (km 0+350)<br>Tauschgrundstück                         |
| 8007           | privat                                            | 158,00                    |                        | 158,00                          |                                           | neuer Kraichbachlauf (km 0+400)<br>Tauschgrundstück                         |
| 8008           | privat                                            | 172,00                    |                        | 172,00                          |                                           | neuer Kraichbachlauf (km 0+410)<br>Tauschgrundstück                         |
| 8009           | privat                                            | 170,00                    |                        | 170,00                          |                                           | neuer Kraichbachlauf (km 0+415)<br>Tauschgrundstück                         |
| 8010           | privat                                            | 324,00                    |                        | 324,00                          |                                           | neuer Kraichbachlauf (km 0+420)<br>Tauschgrundstück                         |
| 8017           | privat                                            | 99,00                     |                        | 99,00                           |                                           | neuer Kraichbachlauf (km 0+460)<br>Tauschgrundstück                         |

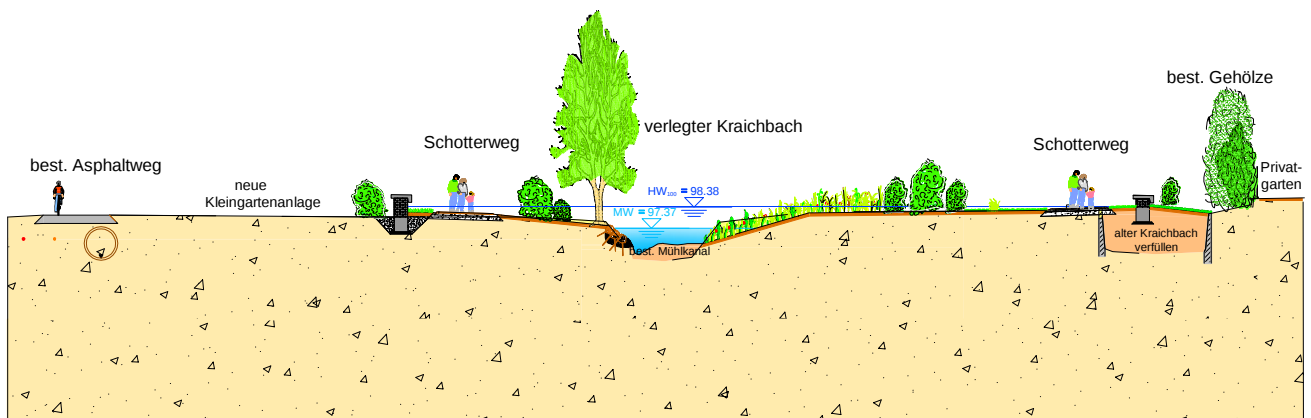
| Flurst.<br>Nr. | Name, Vorname<br>und Anschrift<br>des Eigentümers | Gesamt-<br>fläche<br>[m²] | Gewinn-<br>bezeichnung | zu erwerbende<br>Fläche<br>[m²] | vorübergehend<br>benötigte Fläche<br>[m²] | Bemerkung                                                 |
|----------------|---------------------------------------------------|---------------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 8035           | privat                                            | 431,00                    | Stöcket                | 39,00                           | 392,00                                    | HW-Schutzmauer und Weg<br>Lagerfläche<br>Tauschgrundstück |
| 8036           | privat                                            | 184,00                    | Stöcket                | 13,00                           | 171,00                                    | HW-Schutzmauer und Weg<br>Lagerfläche<br>Tauschgrundstück |
| Summe          |                                                   |                           |                        | 2.843,00                        | 823,00                                    |                                                           |



Regierungspräsidium Karlsruhe

Referat 53.1

## Zusammenlegung Kraichbach/Mühlkanal in Hockenheim



### Anhang B: Modellbeschreibung Ergebnisse der Hydraulischen Berechnungen



# Hydraulisches Berechnungsmodell

## HYDRET

### Modellbeschreibung

## 1 MODELLANSATZ

Zur *eindimensionalen* Berechnung von Fließvorgängen in natürlichen Gerinnen wird bei WALD+CORBE seit Jahren das eindimensionale hydronumerische Simulationsmodell HYDRET eingesetzt, mit dem sowohl stationäre als auch instationäre Berechnungen möglich sind. Bei eindimensionalen hydronumerischen Modellen ist die Richtung der Fließgeschwindigkeit senkrecht zu den Querprofilen gerichtet und ihre Größe entspricht der mittleren Fließgeschwindigkeit. Die instationäre Berechnungsweise hat den Vorteil, dass bei Bedarf die Überlagerung von Abflusswellen (seitliche Zuflüsse) und die Retention in einer Fläche mitsimuliert werden. Das Modell HYDRET benötigt als Eingabedatei für die Zuflüsse Abflussganglinien. Stationäre Abflussverhältnisse sind leicht mit Hilfe zeitlich konstanter Abflussganglinien und Wasserstandsrandbedingungen darstellbar.

Das Modell HYDRET basiert auf den numerischen Lösungen der vollständigen Saint-Venant-Gleichungen, die über eine Kontinuitäts- und Impulsbetrachtung am Kontrollvolumen hergeleitet werden können:

### 1.1 St.-Venant-Gleichungen

Kontinuitätsgleichung:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q$$

Impulsgleichung:

$$\underbrace{\frac{1}{A} \cdot \frac{\partial Q}{\partial t}}_{\text{lokale}} + \underbrace{\frac{1}{A} \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{Q^2}{A} \right)}_{\text{konvektive}} + \underbrace{g \frac{\partial h}{\partial x}}_{\text{Druck}} - \left( \underbrace{S_0}_{\text{Schwerkraft}} - \underbrace{S_f}_{\text{Reibung}} \right) = 0$$

Beschleunigungen

mit den zwei unabhängigen Variablen:

|   |                                   |     |
|---|-----------------------------------|-----|
| t | Zeitkoordinate                    | [s] |
| x | Längenkoordinate in Fließrichtung | [m] |

und den fünf abhängigen Variablen:

|                |                       |                               |                     |
|----------------|-----------------------|-------------------------------|---------------------|
| Q              | Q (x, t)              | Abfluss                       | [m <sup>3</sup> /s] |
| A              | A (x, y (x; t))       | Fließquerschnitt              | [m <sup>2</sup> ]   |
| v              | v (x, t) = Q/A        | mittlere Fließgeschwindigkeit | [m/s]               |
| h              | h (x, t)              | mittlere Fließtiefe           | [m]                 |
| S <sub>f</sub> | S <sub>f</sub> (x, t) | Reibungsgefälle               | [-]                 |

Als bekannt werden der seitliche Zufluss  $q$  und das Sohlgefälle  $S_0$  vorausgesetzt:

|       |           |                    |           |
|-------|-----------|--------------------|-----------|
| $q$   | $q(x, t)$ | seitlicher Zufluss | $[m^3/s]$ |
| $S_0$ | $S_0(x)$  | Sohlgefälle        | $[-]$     |
| $g$   |           | Erdbeschleunigung  | $[m/s^2]$ |

Die Saint-Venant'schen Gleichungen sind nichtlineare hyperbolische Differentialgleichungen und gelten unter folgenden Voraussetzungen und Annahmen (Plate et al., 1977):

- Es wirken nur irdische Schwerkraft und Reibungskräfte am Profilumfang
- Die Strömung kann als eindimensional betrachtet werden
- Die Wellen sind Translationswellen (Transport von Masse und Energie)
- Das Wasser ist eine ideale Flüssigkeit (inkompressibel und keine innere Reibung)
- Die Wandreibung des instationären und stationären Abflusses seien gleich
- Das Gerinne ist „gerade“ mit festen Begrenzungen. Die Neigung  $\alpha$  des Wasserspiegels sei so gering, dass gilt:  $\sin \alpha \approx \tan \alpha \approx -S_f$  und  $\cos \alpha \approx 1$

Für die Berechnung des Reibungsgefälles  $S_f$  wird auf die empirische Fließformel von Gauckler-Manning-Strickler zurückgegriffen:

$$S_f = \frac{Q^2}{k_{st}^2 \cdot A^2 \cdot R_{hy}^{\frac{4}{3}}}$$

|     |          |               |                                                   |
|-----|----------|---------------|---------------------------------------------------|
| mit | $k_{st}$ | $[m^{1/3}/s]$ | Rauheitsbeiwert nach Strickler (Stricklerbeiwert) |
|     | $R_{hy}$ | $[m]$         | hydraulischer Radius                              |
|     | $A$      | $[m^2]$       | Fließquerschnitt                                  |
|     | $I_u$    | $[m]$         | benetzter Umfang                                  |

## 1.2 Lösungsverfahren

Die vollständigen Saint-Venant'schen Gleichungen sind nicht geschlossen lösbar. Nur in Sonderfällen sind analytische Lösungen möglich. Für praktische Anwendungen kann eine Lösung dieser Gleichungen durch numerische Berechnungsverfahren gewonnen werden. Im 1D-Modell HYDRET erfolgt die Lösung der Saint-Venant-Gleichungen durch ein implizites Differenzenverfahren. Das Reibungsgefälle wird nach Gauckler-Manning-Strickler berechnet.

## 1.3 Randbedingungen

Beim Modell HYDRET sind als obere Randbedingungen in jedem Gewässerzweig Zuflussganglinien erforderlich. Auf der Fließstrecke sind in jeder Haltung seitliche Ein- und Ausleitungen möglich. Für die untere Randbedingung gibt es in HYDRET vier Möglichkeiten:

1. Eingabe einer Abflussganglinie
2. Eingabe einer Wasserstandsganglinie
3. Berechnung einer Abflusskurve (Normalabfluss)
4. Eingabe einer vorgegebenen Abflusskurve in Form einer Q-h-Tabelle

Zur Berechnung eines Zeitschrittes müssen für den Lösungsalgorithmus zusätzlich die Anfangsbedingungen bekannt sein. Wasserstände  $h$  und Abflüsse  $Q$  zum Zeitpunkt  $t = 0$  sind für alle Knoten vorzugeben, müssen aber nicht den stationären Bedingungen entsprechen.

## 1.4 Double-Sweep-Lösungstechnik

Für  $2n$  Unbekannte stehen unter der Beachtung der Anfangs- und Randbedingung  $2n$  Gleichungen für die Lösung eines Zeitschrittes zur Verfügung. Das aufgestellte Gleichungssystem ist somit lösbar. Die entstandene Koeffizientenmatrix stellt eine sogenannte Bandmatrix dar. Ein effizientes Lösungsverfahren im Falle der Bandmatrix ist die Double-Sweep-Technik, die nur Elemente berücksichtigt, die ungleich Null sind. Im sogenannten Forward-Sweep werden die Koeffizienten der diskretisierten Kontinuitäts- und Impulsgleichung bestimmt. Die Berechnung startet am obersten Knoten, wo aufgrund der oberen Rand- und Anfangsbedingung die Koeffizienten bekannt sind. Im Backward-Sweep werden anschließend, beginnend an der unterstromigen Berandung, die Unbekannten ( $h$ ,  $Q$ ) entgegen der Fließrichtung fortschreitend bestimmt.

## 1.5 Sonderbauwerke (Schütze und Wehre)

Um eine realistische Simulation des Abflussgeschehens durchführen zu können, müssen bei der Berechnung auch Sonderbauwerke, wie Wehre und Schütze, berücksichtigt werden. Diese stellen eine Regulierungsmöglichkeit zur Abflusssteuerung eines Gewässers dar. HYDRET bietet die Möglichkeit, Sonderbauwerke direkt in die Simulation einzubeziehen. Durch Schütze und Wehre (bei freiem Überfall) kommt es zu einer klaren Trennung des Gewässerstranges. Diese Bauwerke gehen im Simulationsmodell als innere Randbedingung ein.

Die Berechnung des Abflusses basiert bei Schützen auf folgender Formel:

$$Q = \frac{1}{\sqrt{\frac{a^2}{y_{i+1}^2} + \frac{1}{\mu^2} - 1}} \cdot B \cdot a \cdot \sqrt{2g \cdot (y_i - y_{i+1})}$$

|     |           |                                               |
|-----|-----------|-----------------------------------------------|
| mit | $B$       | Breite des Schützes                           |
|     | $a$       | Durchlassöffnung unter dem Schütz (Ganglinie) |
|     | $\mu$     | Beiwert                                       |
|     | $y_i$     | Wassertiefe im Oberwasser                     |
|     | $y_{i+1}$ | Wassertiefe im Unterwasser                    |

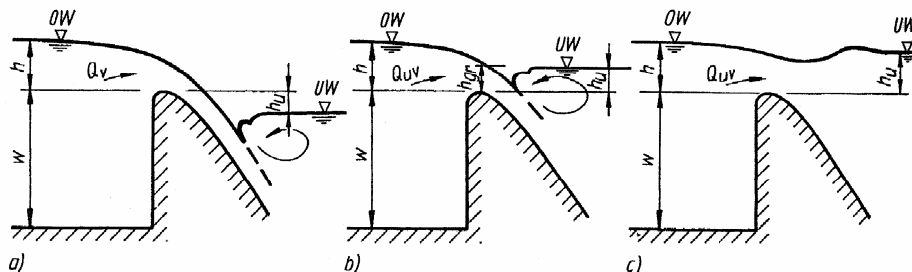
Die Berechnung des Abflusses basiert bei Wehren mit freiem Überfall auf der Poleni-Formel:

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot h_u^{3/2}$$

mit:

|                |                     |                                 |
|----------------|---------------------|---------------------------------|
| Q              | [m <sup>3</sup> /s] | Abfluss                         |
| μ              | [-]                 | Überfallbeiwert                 |
| b              | [m]                 | Breite der Wehrkrone            |
| h <sub>u</sub> | [m]                 | Überfallhöhe über der Wehrkrone |
| v[m/s]         |                     | Anströmgeschwindigkeit          |

Ein Wehr kann im Laufe eines Hochwasserereignisses infolge hoher Unterwasserstände ganz oder teilweise rückgestaut werden. Damit wird die Abflusskontrolle von unterstrom ausgeübt und es kann zu einer Beeinträchtigung der Abflussleistung kommen. Daher wird an Wehren mit einem unvollkommenen Überfall gerechnet. Die folgende Abbildung zeigt, wie der Abfluss über dem Überfall durch einen ausreichend hohen Wasserstand im Unterwasser beeinflusst werden kann (Bollrich, 1996).



Schematische Darstellung eines überströmten Wehres

- a)  $h_u < 0$ , vollkommener Überfall
- b)  $h_u > 0$ , Grenztiefe an der Überfallkrone, Einfluss  $h_u$  auf  $Q$  noch gering
- c)  $h_u > 0$ , unvollkommener Überfall

Das hydraulische Problem besteht darin, festzustellen, bei welchem Unterwasserstand die Beeinträchtigung beginnt und wie sie abhängig vom Unterwasserstand zu quantifizieren ist. Um weiterhin mit der Poleni-Formel nach einem Vorschlag von Schmidt (1957) rechnen zu können, wird der Überfallbeiwert  $\mu$  des vollkommenen Überfalls durch folgenden Term ersetzt:

$$\mu^* = c \cdot \mu \quad 0 \leq c \leq 1$$

mit  $c$  [-] als Abminderungsfaktor.

Somit wird die Poleni-Formel umgewandelt in:

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \mu^* \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot h_u^{3/2}$$

Definiert ist der Abminderungsfaktor als Verhältnis zwischen dem Überfallbeiwert für den unvollkommenen und vollkommenen Abfluss. Aus der Abhängigkeit des Faktors  $c$  vom Unterwasserstand  $h_u$  ergibt sich folgender Ausdruck:

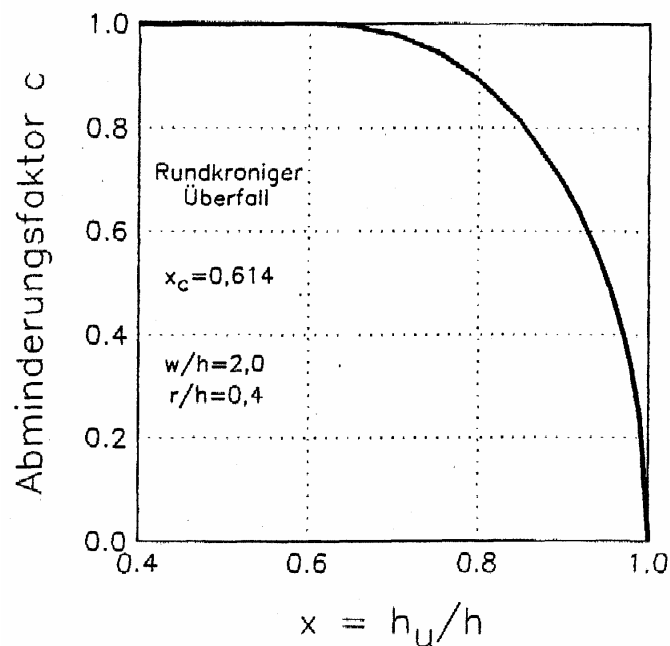
$$c = \frac{3}{2} \cdot \sqrt{3} \cdot z \cdot \sqrt{1-z}$$

mit:

$$z = \frac{2 - 3 \cdot x_c + x}{3 \cdot (1 - x_c)}$$

|           |     |                                                                                       |
|-----------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------|
| wobei $x$ | [-] | Relativwert $x = h_u/h_{\bar{u}}$                                                     |
| $x_c$     | [-] | Relativwert $x_c = \text{krit. } h_u/h_{\bar{u}}$ in Abhängigkeit von $r/h$ und $w/h$ |
| $w$       | [m] | Wehrhöhe                                                                              |
| $r$       | [m] | Krümmungsradius eines Wehres                                                          |

Um nicht noch weitere Variablen im Modell HYDRET zu bekommen, wurde für  $x_c$  ein fester Wert von 0,7 eingebaut. In folgender Abbildung ist ein Beispiel für den Verlauf des Faktors  $c$  in Abhängigkeit von  $x = h_u/h_{\bar{u}}$  angegeben (Schröder, 1994):



Abminderungsfaktor  $c$  in Abhängigkeit von  $x = h_u/h$

Aus obiger Abbildung ist ersichtlich, dass es bei diesem Beispiel erst ab einem Verhältnis von  $h_u/h_{\bar{u}} = 0,65$  zu kleineren Abminderungsfaktoren als 1 kommt. Wenn das Verhältnis  $h_u/h_{\bar{u}}$  gegen 1 geht, d.h. Ober- und Unterwasserstand sich annähern, nähert sich der Abminderungsfaktor dem Wert 0 an. Die Ermittlung der Wasserstände und der Abflüsse am Wehr erfolgt in Folge der iterativen Lösung, bei welcher letztendlich ein Abminderungsfaktor  $0 < c < 1$  ermittelt wird.

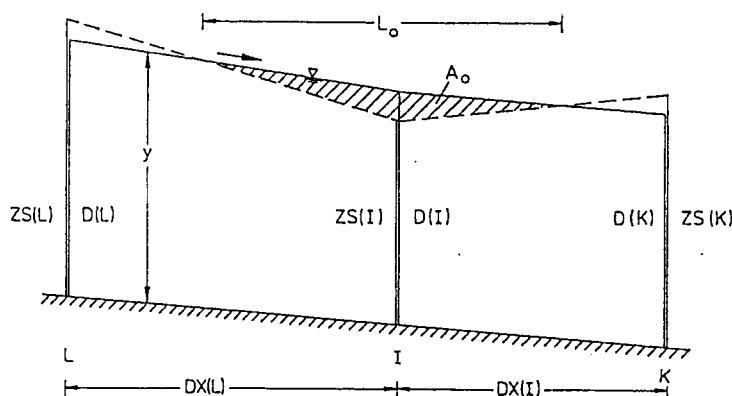
## 1.6 Berechnung von Ausbordungsmengen

Für die Untersuchung von Hochwasserereignissen ist es von großer Bedeutung, dass auch das Ausborden der Fließgewässer quantitativ erfasst werden kann. Die Berechnung dieser Ausbordungsmenge erfolgt, sobald der Wasserstand an einem Knoten höher als der niedrigere der beiden Gerinneränder ist. Sie basiert auf der Annahme, dass ein seitliches, breitkroniges Wehr vorliegt und wird nach der Überfallformel vorgenommen:

$$Q_o = c \cdot h_o^{3/2} \cdot L_o$$

- C =  $2/3 \sqrt{g} =$  Überfallbeiwert [m<sup>1/2</sup>/s]
- $h_o$  = Überfallhöhe [m]
- $L_o$  = Überfallbreite [m]
- $Q_o$  = gesamte Überlaufmenge [m<sup>3</sup>/s]

Der Überfallbeiwert wird zur Berücksichtigung der seitlichen Anströmung entsprechend niedrig angesetzt. Er liegt für das Überströmen von seitlichen Dämmen in der Größenordnung von 0,10 - 0,20. Bei angrenzendem flachem Gelände muss von noch kleineren Werten ausgegangen werden, deren genauere Anpassung bei der Eichung des Modells erfolgen muss.



Definitionsskizze zur Berechnung des seitlichen Ausbordens

In der obigen Abbildung sind die zur Bestimmung der Ausbordungsmenge erforderlichen Größen definiert. Wasserspiegel  $y$  und Höhe der Ränder  $ZS$  sind an den Gewässerknoten  $L$ ,  $I$ ,  $K$  bekannt, zwischen den Knoten wird ein linearer Verlauf angenommen. Damit ist die

Überfallhöhe entlang der Ausuferungsstrecke im allgemeinen nicht konstant. Die Umformung der variablen Überfallhöhe in eine konstante, fiktive Höhe erfolgt so, dass die über dem Gerinnerand liegende Fläche  $A_0$  in ein Rechteck gleicher Größe umgewandelt wird, aus dem sich eine mittlere Überfallhöhe  $h_0$  berechnen lässt. Die berechnete Ausbordungsmenge wird in der Volumenbilanz als negativer seitlicher Zufluss berücksichtigt.

## 1.7 Simulation seitlicher Retentionsflächen

Die berechneten Ausbordungsmengen (siehe 'Berechnung von seitlichen Ausbordungsmengen') können entweder als "verlorene" Wassermengen betrachtet werden oder aber einem Speicher bzw. Retentionsraum zugeschlagen werden, der mit den Gewässern verbunden ist und über das Gewässersystem wieder entleert wird. Somit wird das ausgebordete Wasser wieder zeitverzögert in das Abflusssystem zurückgeführt. Dieser Retentions- oder Speicherraum muss durch eine Speicherinhaltslinie beschrieben sein. Das Zurücklaufen ergibt sich dann aus der Wasserspiegeldifferenz zwischen Speicher und Vorfluter.

Dabei kann das Gewässer selbst auch ein Bestandteil des Speichers oder des Retentionsraumes sein. In diesem Fall wird das vom Gewässer eingenommene Volumen im Retentions- oder Speicherraum, das in der Abflusshydraulik enthalten ist, bei der Berechnung der Speicherfüllung nicht angesetzt.

In die Speichersimulation können neben den Austauschmengen mit dem Fließgewässer auch noch externe Zu- oder Abflüsse in beliebiger Zahl angesetzt werden. Hierbei können auch Verlustraten, die durch Sickerung zum Grundwasser entstehen, berücksichtigt werden.

**Zusammenlegung Kraichbach / Mühlkanal**

Berechnungsergebnisse hydraulisches Fließgewässermodell - Kraichbach

| Knoten | Station<br>(km) | Sohle<br>(m+NN) | Mittelwasser  |             |            | HQ100 LF Klima, Plan |             |            | Q = 7,5 m³/s  |             |            | Q = 10,5 m³/s |             |            | Bemerkung                   |
|--------|-----------------|-----------------|---------------|-------------|------------|----------------------|-------------|------------|---------------|-------------|------------|---------------|-------------|------------|-----------------------------|
|        |                 |                 | WSP<br>(m+NN) | Q<br>(m³/s) | v<br>(m/s) | WSP<br>(m+NN)        | Q<br>(m³/s) | v<br>(m/s) | WSP<br>(m+NN) | Q<br>(m³/s) | v<br>(m/s) | WSP<br>(m+NN) | Q<br>(m³/s) | v<br>(m/s) |                             |
| 191    | 7+385           | 97,77           | 98,46         | 2,7         | 0,64       | 99,36                | 15,8        | 0,71       | 98,92         | 7,5         | 0,91       | 99,10         | 10,5        | 1,04       | Bauende                     |
| 190    | 7+320           | 97,73           | 98,22         | 2,7         | 0,95       | 99,12                | 15,8        | 0,34       | 98,77         | 7,5         | 1,06       | 98,92         | 10,5        | 1,24       |                             |
| 514    | 7+281           | 97,56           | 98,10         | 2,7         | 0,61       | 99,08                | 15,8        | 0,69       | 98,70         | 7,5         | 0,79       | 98,85         | 10,5        | 0,86       |                             |
| 513    | 7+156           | 97,25           | 97,85         | 2,7         | 0,62       | 98,82                | 15,8        | 0,73       | 98,43         | 7,5         | 0,80       | 98,58         | 10,5        | 0,83       |                             |
| 512    | 7+081           | 97,06           | 97,75         | 2,7         | 0,52       | 98,68                | 15,8        | 0,50       | 98,30         | 7,5         | 0,68       | 98,44         | 10,5        | 0,77       |                             |
| 511    | 7+006           | 96,88           | 97,61         | 2,7         | 0,70       | 98,46                | 15,8        | 0,73       | 98,09         | 7,5         | 0,94       | 98,22         | 10,5        | 1,01       |                             |
| 510    | 6+981           | 96,83           | 97,56         | 2,7         | 0,59       | 98,45                | 15,8        | 0,72       | 98,06         | 7,5         | 0,50       | 98,20         | 10,5        | 0,56       | Steg                        |
| 509    | 6+956           | 96,78           | 97,52         | 2,7         | 0,48       | 98,44                | 15,8        | 0,62       | 98,02         | 7,5         | 0,58       | 98,17         | 10,5        | 0,54       |                             |
| 508    | 6+881           | 96,63           | 97,37         | 2,7         | 0,56       | 98,38                | 15,8        | 0,68       | 97,93         | 7,5         | 0,47       | 98,08         | 10,5        | 0,51       |                             |
| 507    | 6+831           | 96,53           | 97,23         | 2,7         | 0,76       | 98,34                | 15,8        | 0,68       | 97,84         | 7,5         | 0,60       | 98,02         | 10,5        | 0,55       |                             |
| 506    | 6+781           | 96,43           | 97,06         | 2,7         | 0,86       | 98,28                | 15,8        | 0,62       | 97,61         | 7,5         | 1,12       | 97,86         | 10,5        | 0,96       |                             |
| 505    | 6+731           | 93,33           | 96,99         | 2,7         | 0,30       | 98,25                | 15,8        | 0,77       | 97,51         | 7,5         | 0,46       | 97,78         | 10,5        | 0,48       |                             |
| 504    | 6+681           | 96,23           | 96,86         | 2,7         | 0,87       | 98,21                | 15,8        | 0,84       | 97,40         | 7,5         | 0,85       | 97,71         | 10,5        | 0,74       | Kfz-Brücke                  |
| 3503   | 6+613           | 96,07           | 96,61         | 2,7         | 0,79       | 98,18                | 15,8        | 1,53       | 97,26         | 7,5         | 0,54       | 97,66         | 10,5        | 0,44       |                             |
| 2503   | 6+612           | 96,07           | 96,61         | 2,7         | 0,80       | 98,18                | 15,8        | 1,53       | 97,26         | 7,5         | 0,57       | 97,66         | 10,5        | 0,44       |                             |
| 1503   | 6+605           | 96,07           | 96,58         | 2,7         | 0,85       | 98,18                | 15,8        | 1,55       | 97,24         | 7,5         | 0,60       | 97,66         | 10,5        | 0,44       |                             |
| 503    | 6+606           | 96,07           | 96,58         | 2,7         | 0,85       | 98,18                | 15,8        | 1,55       | 97,25         | 7,5         | 0,56       | 97,66         | 10,5        | 0,44       |                             |
| 502    | 6+581           | 95,89           | 96,49         | 2,7         | 0,78       | 98,15                | 15,8        | 1,10       | 97,19         | 7,5         | 0,81       | 97,62         | 10,5        | 0,74       |                             |
| 501    | 6+556           | 95,51           | 96,44         | 2,7         | 0,70       | 98,06                | 15,8        | 1,10       | 97,12         | 7,5         | 1,03       | 97,55         | 10,5        | 1,10       |                             |
| 3180   | 6+533           | 94,67           | 96,43         | 2,7         | 0,32       | 98,08                | 15,8        | 1,13       | 97,12         | 7,5         | 0,59       | 97,55         | 10,5        | 0,67       |                             |
| 2180   | 6+531           | 94,67           | 96,43         | 2,7         | 0,32       | 98,07                | 15,8        | 1,13       | 97,12         | 7,5         | 0,59       | 97,55         | 10,5        | 0,68       |                             |
| 1180   | 6+520           | 94,67           | 96,43         | 2,7         | 0,32       | 98,06                | 15,8        | 0,68       | 97,11         | 7,5         | 0,59       | 97,55         | 10,5        | 0,68       |                             |
| 180    | 6+519           | 94,67           | 96,43         | 2,7         | 0,32       | 98,06                | 15,8        | 0,43       | 97,11         | 7,5         | 0,59       | 97,55         | 10,5        | 0,67       | Brücke Karlsruher<br>Straße |
| 179    | 6+488           | 95,37           | 96,40         | 2,7         | 0,51       | 98,06                | 15,8        | 0,43       | 97,07         | 7,5         | 0,80       | 97,50         | 10,5        | 0,74       |                             |
| 178    | 6+406           | 95,40           | 96,36         | 2,7         | 0,32       | 98,03                | 15,8        | 0,68       | 97,03         | 7,5         | 0,43       | 97,42         | 10,5        | 0,45       |                             |
| 3177   | 6+332           | 95,27           | 96,32         | 2,7         | 0,45       | 97,99                | 15,8        | 0,79       | 96,99         | 7,5         | 0,63       | 97,38         | 10,5        | 0,66       |                             |
| 2177   | 6+330           | 95,27           | 96,32         | 2,7         | 0,45       | 97,94                | 15,8        | 0,85       | 96,98         | 7,5         | 0,65       | 97,36         | 10,5        | 0,81       |                             |
| 1177   | 6+318           | 95,27           | 96,31         | 2,7         | 0,45       | 97,87                | 15,8        | 0,78       | 96,97         | 7,5         | 0,65       | 97,34         | 10,5        | 0,81       |                             |
| 177    | 6+317           | 95,27           | 96,31         | 2,7         | 0,45       | 97,91                | 15,8        | 0,84       | 96,97         | 7,5         | 0,63       | 97,34         | 10,5        | 0,67       |                             |
| 176    | 6+279           | 95,22           | 96,29         | 2,7         | 0,33       | 97,91                | 15,8        | 0,76       | 96,97         | 7,5         | 0,43       | 97,34         | 10,5        | 0,45       |                             |
| 3175   | 6+239           | 95,03           | 96,28         | 2,7         | 0,36       | 97,90                | 15,8        | 0,96       | 96,94         | 7,5         | 0,57       | 97,31         | 10,5        | 0,64       |                             |
| 2175   | 6+237           | 95,03           | 96,28         | 2,7         | 0,36       | 97,90                | 15,8        | 1,21       | 96,94         | 7,5         | 0,63       | 97,29         | 10,5        | 0,82       |                             |
| 1175   | 6+234           | 95,03           | 96,28         | 2,7         | 0,36       | 97,90                | 15,8        | 1,22       | 96,93         | 7,5         | 0,63       | 97,28         | 10,5        | 0,84       |                             |
| 175    | 6+233           | 95,03           | 96,28         | 2,7         | 0,36       | 97,90                | 15,8        | 0,97       | 96,93         | 7,5         | 0,57       | 97,29         | 10,5        | 0,65       |                             |
| 174    | 6+180           | 95,24           | 96,25         | 2,7         | 0,40       | 97,88                | 15,8        | 0,81       | 96,91         | 7,5         | 0,51       | 97,26         | 10,5        | 0,49       |                             |
| 3173   | 6+144           | 95,10           | 96,23         | 2,7         | 0,41       | 97,87                | 15,8        | 1,14       | 96,89         | 7,5         | 0,49       | 97,23         | 10,5        | 0,52       |                             |
| 2173   | 6+142           | 95,10           | 96,23         | 2,7         | 0,40       | 97,84                | 15,8        | 1,23       | 96,89         | 7,5         | 0,49       | 97,23         | 10,5        | 0,58       |                             |

## Zusammenlegung Kraichbach / Mühlkanal

Berechnungsergebnisse hydraulisches Fließgewässermodell - Kraichbach

| Knoten | Station<br>(km) | Sohle<br>(m+NN) | Mittelwasser  |             |            | HQ100 LF Klima, Plan |             |            | Q = 7,5 m³/s  |             |            | Q = 10,5 m³/s |             |            | Bemerkung |
|--------|-----------------|-----------------|---------------|-------------|------------|----------------------|-------------|------------|---------------|-------------|------------|---------------|-------------|------------|-----------|
|        |                 |                 | WSP<br>(m+NN) | Q<br>(m³/s] | v<br>(m/s) | WSP<br>(m+NN)        | Q<br>(m³/s] | v<br>(m/s) | WSP<br>(m+NN) | Q<br>(m³/s] | v<br>(m/s) | WSP<br>(m+NN) | Q<br>(m³/s] | v<br>(m/s) |           |
| 1173   | 6+140           | 95,10           | 96,23         | 2,7         | 0,40       | 97,84                | 15,8        | 1,24       | 96,89         | 7,5         | 0,49       | 97,23         | 10,5        | 0,58       |           |
| 173    | 6+139           | 95,10           | 96,23         | 2,7         | 0,41       | 97,86                | 15,8        | 1,15       | 96,89         | 7,5         | 0,49       | 97,23         | 10,5        | 0,52       |           |
| 172    | 6+066           | 95,26           | 96,16         | 2,7         | 0,49       | 97,86                | 15,8        | 0,84       | 96,85         | 7,5         | 0,54       | 97,22         | 10,5        | 0,14       |           |
| 3171   | 6+013           | 95,24           | 96,11         | 2,7         | 0,46       | 97,83                | 15,8        | 0,82       | 96,81         | 7,5         | 0,60       | 97,19         | 10,5        | 0,63       |           |
| 2171   | 6+011           | 95,24           | 96,11         | 2,7         | 0,46       | 97,82                | 15,8        | 1,13       | 96,81         | 7,5         | 0,60       | 97,19         | 10,5        | 0,64       |           |
| 1171   | 5+999           | 95,24           | 96,10         | 2,7         | 0,47       | 97,80                | 15,8        | 1,13       | 96,80         | 7,5         | 0,60       | 97,18         | 10,5        | 0,65       |           |
| 171    | 5+998           | 95,24           | 96,10         | 2,7         | 0,47       | 97,81                | 15,8        | 1,15       | 96,80         | 7,5         | 0,60       | 97,18         | 10,5        | 0,64       |           |
| 170    | 5+960           | 95,10           | 96,08         | 2,7         | 0,33       | 97,81                | 15,8        | 1,15       | 96,79         | 7,5         | 0,44       | 97,17         | 10,5        | 0,47       |           |
| 169    | 5+936           | 95,24           | 96,06         | 2,7         | 0,41       | 97,79                | 15,8        | 1,17       | 96,78         | 7,5         | 0,50       | 97,16         | 10,5        | 0,54       |           |