

Gefahrenkarte Hochwasser Rhein Koblenz - Kaiseraugst

Gemeinden:

Full-Reuenthal, Gansingen, Kaiseraugst,
Kaisten, Koblenz, Laufenburg, Leibstadt,
Leuggern, Magden, Mettauertal, Möhlin,
Münchwilen, Mumpf, Obermumpf, Olsberg,
Rheinfelden, Schupfart, Schwaderloch, Sis-
seln, Stein, Wallbach

Technischer Bericht



Aarau, Dezember 2010

INHALTSVERZEICHNIS

Seite:

INHALTSVERZEICHNIS	1
VERZEICHNIS DER BILDER, GRAFIKEN UND TABELLEN	4
ANHANG- UND BEILAGENVERZEICHNIS	5
ABKÜRZUNGEN, GLOSSAR	6
ZUSAMMENFASSUNG	7
1. EINLEITUNG	9
1.1 Ausgangslage	9
1.1.1 Rechtsgrundlage	9
1.1.2 Gesamtprojekt Gefahrenkarte Kanton Aargau	9
1.1.3 Gefahrenkarte Hochwasser Rhein Koblenz-Kaiseraugst	10
1.2 Aufgabenstellung und Auftrag	10
1.2.1 Ausschreibung und Auftrag	10
1.2.2 Zielsetzung, Prozesse	11
1.2.3 Perimeter und Gewässerabschnitte	12
1.2.4 Produkte	15
1.3 Vorhandene Grundlagen	16
1.4 Organisation und Projektablauf	16
1.4.1 Projektorganisation	16
1.4.2 Arbeitsgemeinschaft ARGE GEKA Hochwasser Rhein Koblenz-Kaiseraugst	16
1.4.3 Projektteam, Projektsitzungen	17
1.4.4 Miteinbezug der Gemeinden und der Kraftwerke	17
1.4.5 Ablauf des Projektes	17
1.4.6 Projektphasen	18
2. PROBLEMSITUATION UND PRIMÄRMASSNAHMEN	19
2.1 Ereigniskataster und Gefahrenhinweiskarte	19
2.2 Hinweise des Kantons sowie der Gemeinden auf Schwachstellen.....	21
2.3 Primärmassnahmen.....	21
3. TOPOGRAFIE UND QUERPROFILE	22
3.1 Laserscan-Terrainmodell, Höhenkurven.....	22
3.1.1 Digitales Terrainmodell (DTM) des AGIS	22
3.1.2 Aufbereitung des DTM für die hydraulische Modellierung	22
3.1.3 Höhenkurven-Generierung	22
3.2 Ergänzende Terrainaufnahmen	23
3.3 Gewässerquerprofile.....	23
3.3.1 Bäche	23
3.3.2 Querprofile Flussgerinne Rhein und Aare	24

4. HYDROLOGIE	25
4.1 Grundlagen, Gewässerabschnitte und Einzugsgebiete der Bäche	25
4.2 Abschätzung Abflussspitzen Bäche.....	25
4.2.1 Vorgehen	25
4.2.2 Auswertung Pegelmessstationen	26
4.2.3 Niederschlagsintensitäten und Abflussreaktionen	28
4.2.4 Ergebnisse natürliche Abflüsse	29
4.2.5 Überleitungen; definitiv berücksichtigte Abflussspitzen	30
4.3 Hochwasserganglinien.....	31
4.4 Abflussspitzen Rhein und Aare.....	32
5. EREIGNISANALYSE	33
5.1 Massgebende Prozesse	33
5.2 Ereignisanalyse Rhein und Aaremündung	33
5.2.1 Abflüsse, Geschiebe, Schwemmholz und Erosion	33
5.2.2 Hydraulisches Modell	34
5.2.3 Kraftwerke und Brücken	34
5.2.4 Kalibrierung (Eichung) des Flussgerinnemodells	35
5.2.5 Berechnungsszenarien	35
5.3 Ereignisanalyse Seitengewässer.....	35
5.3.1 Modellierung flache Gewässerabschnitte	35
5.3.2 Einstau durch den Rhein	36
5.3.3 Gerinnehydraulik und Abflusskapazität steile Gewässer	36
5.3.4 Geschiebe und Übersarung	37
5.3.5 Verklausung	37
5.3.6 Ufererosion, Rutschhänge	39
5.3.7 Wellen und Freibord	39
5.4 Resultate der Ereignisanalyse	40
5.4.1 Hydraulische Längenprofile	40
5.4.2 Ergebnisse für die Bäche	40
5.4.3 Sissle und Ergolz	41
5.4.4 Rhein und Aaremündung	41
6. ÜBERFLUTUNGSFLÄCHEN (WIRKUNGSANALYSE)	42
6.1 Wirkungsanalyse Rhein und Aaremündung	42
6.1.1 Überflutungsmodell	42
6.1.2 Szenarien für die Überflutungsberechnung	42
6.2 Wirkungsanalyse Seitengewässer.....	43
6.2.1 Szenarien für die Überflutungsberechnung	43
6.2.2 Hydraulische Überflutungsmodelle der Seitenbäche	43
6.2.3 Randbedingungen 2D-Modelle	44
6.2.4 Berechnung und Resultatauswertung 2d-Modelle	45
6.2.5 Abgrenzung der Fliesstiefen entlang der steilen Bachabschnitte	45
6.2.6 Berücksichtigung von Retentionsmulden	46
6.3 Ergebnisse der Wirkungsanalyse, Fliesstiefenkarten.....	47
6.3.1 Rhein und Aaremündung	47
6.3.2 Möhlinbach, Sissle, Kaisterbach und Dorfbach Leibstadt	47
6.3.3 Übrige Seitenbäche	48

7. GEFAHRENKARTE UND RISIKOANALYSE	52
7.1 Erstellung Gefahrenkarte	52
7.1.1 Gefahrenstufen	52
7.1.2 Intensitäts-Wahrscheinlichkeits-Diagramm	52
7.1.3 Hinweise auf mögliche Oberflächenwasser-Konzentrationen	53
7.2 Schutzziele und Objektkategorien	54
7.2.1 Schutzzielmatrix	54
7.2.2 Objektkategorienkarte	54
7.3 Schutzdefizite.....	54
8. MASSNAHMEN UND PRIORITÄTEN.....	56
8.1 Massnahmenspektrum.....	56
8.1.1 Ziel	56
8.1.2 Vorgehen	56
8.1.3 Verhältnismässigkeit	56
8.1.4 Bearbeitungstiefe	56
8.2 Grundsätze zum Gewässerunterhalt	57
8.3 Grundsätze zu den raumplanerischen Massnahmen	57
8.3.1 Ziel	57
8.3.2 Allgemeines	57
8.3.3 Nutzungsplanung und Gefahrenkarte	58
8.3.4 Vorgehen bis zur raumplanerischen Umsetzung der Gefahrenkarte	58
8.4 Grundsätze zu den Objektschutzmassnahmen.....	58
8.4.1 Definition und Aufgabe	58
8.4.2 Projektierungsgrundsätze	59
8.5 Grundsätze zu den baulichen Massnahmen	59
8.5.1 Wasserbauliche Massnahmen am Gewässer	59
8.5.2 Bauliche Massnahmen im Überflutungsgebiet	60
8.5.3 Umgang mit belasteten Standorten	60
8.6 Notfallplanung und Notfallorganisation.....	60
8.6.1 Definition und Aufgabe	60
8.6.2 Notorganisation und temporäre Massnahmen	60
8.6.3 Zeitlicher Aspekt	61
8.7 Konkrete Massnahmenvorschläge für das Untersuchungsgebiet.....	61
8.7.1 Allgemeines	61
8.7.2 Prioritäten	62
8.7.3 Massnahmenvorschläge pro Gemeinde	62
8.7.4 Information Eigentümer bestehender Gebäude	64

VERZEICHNIS DER BILDER, GRAFIKEN UND TABELLEN

	Seite:
Abb. 1: Projekt Gefahrenkarte Kanton Aargau	9
Abb. 2: Grundlagenerarbeitung für ein gesamtheitliches Hochwassermanagement	10
Abb. 3: Organigramm	16
Abb. 4: Projektablauf	18
Abb. 5: Projektphasen gemäss Pflichtenheft	18
Abb. 6: Rhein bei Rheinfelden während des Hochwassers Aug. 2007	19
Abb. 7: Rhein bei Mumpf während des Hochwassers August 2007	19
Abb. 8: Wintersingerbach in Magden am 20.2.1999	20
Abb. 9: Ausgewertete Haupt-Querprofile der Bäche (ohne Zwischenprofile)	24
Abb. 10: Pegel Etzgerbach Etzgen: links alter Pegel, rechts neuer Pegel	27
Abb. 11: Pegel Magdenerbach Rheinfelden: Knick in P/Q-Beziehung infolge Umströmung	28
Abb. 12: Diagramm spezifische Abflüsse in Abhängigkeit der Einzugsgebietsgrösse	29
Abb. 13: Schematische Darstellung möglicher Überleitungen:	30
Abb. 14: Musterganglinien	31
Abb. 15: Beispiele von verklausungsgefährdeten Querschnitten	38
Abb. 16: Ausschnitt Finite-Elemente-Modell bei Stein/Münchwilen	44
Abb. 17: Fein strukturierte Topografie	45
Abb. 18: Kiesgrube Chislig in Wallbach im aktuellen Zustand 2009.	46
Abb. 19: Unterführung Stein Chälleracher,	49
Abb. 20: Überflutungswege Münchwilen: Dorfbach (links) und Bustelbach (rechts)	50
Abb. 21: Intensitäts-Wahrscheinlichkeits-Diagramm (10-Felder-Diagramm)	53
Tabelle 1: Untersuchte Gewässer	15
Tabelle 2: Abflussspitzen des Rheins (Stand August 2010)	32
Tabelle 3: Abflussspitzen der Aare	32
Tabelle 4: Schutzdefizitflächen pro Gemeinde	55

ANHANG- UND BEILAGENVERZEICHNIS

- Anhang 01: Übersicht Perimeter, Gewässerabschnitte und Hydrologie
- Anhang 02: Übersicht Problemsituation und Primärmassnahmen
- Anhang 03: Hinweise des Kantons und der Gemeinden auf bekannte Schwachstellen
- Anhang 04: Tabellen und Fotos Primärmassnahmen
- Anhang 05: Pegelauswertung
- Anhang 06: Hydrologische Auswertung Haupteinzugsgebiete Seitenbäche
- Anhang 07: Ganglinien und Retentionsberechnungen Seitenbäche
- Anhang 08: Zusammenstellung Abflussspitzen Seitenbäche
- Anhang 09: Arbeitspapier Hydraulische Berechnung Rhein und Aaremündung
- Anhang 10: Längenprofile flache Gewässer
- Anhang 11: Resultate Ereignisanalyse Seitenbäche
- Anhang 12: Objektkategorien und Schutzziele im Kanton Aargau
- Anhang 13: Zuordnung Objektkategorien
- Anhang 14: Massnahmenkatalog
- Anhang 15: Verzeichnis Projektgrundlagen

- Kartenbeilage Nr. 1: Fliesstiefenkarte Ist-Zustand, Wiederkehrperiode 30 Jahre
- Kartenbeilage Nr. 2: Fliesstiefenkarte Ist-Zustand, Wiederkehrperiode 100 Jahre
- Kartenbeilage Nr. 3: Fliesstiefenkarte Ist-Zustand, Wiederkehrperiode 300 Jahre
- Kartenbeilage Nr. 4: Fliesstiefenkarte Ist-Zustand, Extremes Hochwasser (EHQ)
- Kartenbeilage Nr. 5: Gefahrenkarte Ist-Zustand
- Kartenbeilage Nr. 6: Objektkategorienkarte
- Kartenbeilage Nr. 7: Schutzdefizitkarte Ist-Zustand

ABKÜRZUNGEN, GLOSSAR

ABauV	Allgemeine Verordnung zum Baugesetz vom 23. Februar 1994 (SAR 713.111)
AGIS	Aargauisches Geografisches Informationssystem
ALG	Abteilung Landschaft und Gewässer des Kantons Aargau
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BauG	Gesetz über Raumentwicklung und Bauwesen vom 19. Januar 1993 (Baugesetz, SAR 713.100)
BWG	ehemaliges Bundesamt für Wasser und Geologie, heute Abteilung Gefahrenprävention BAFU
DHM	Digitales Höhenmodell (aus Laserscanmessungen aus Flugzeugen)
DTM	Digitales Terrainmodell
EHQ	Extremes Hochwasserereignis mit Jährlichkeit >300
EL	Energielinie (Wasserspiegel plus Energiehöhe des fliessenden Wassers $v^2/2g$)
GEHIKA	Gefahrenhinweiskarte
GEKA	Gefahrenkarte
GEP	Generelle Entwässerungsplanung
GIS	Geografisches Informationssystem
GPS	Global Positioning System (globales Navigationssatellitensystem zur Positionsbestimmung)
HQ ₃₀	im Durchschnitt alle 30 Jahre erreichtes oder übertroffenes Hochwasserereignis (30-jährliches Hochwasser)
HQ ₁₀₀	im Durchschnitt alle 100 Jahre erreichtes oder übertroffenes Hochwasserereignis (100-jährliches Hochwasser)
HQ ₃₀₀	im Durchschnitt alle 300 Jahre erreichtes oder übertroffenes Hochwasserereignis (300-jährliches Hochwasser)
HWRB	Hochwasserrückhaltebecken: bei Hochwasser eingestautes Geländebecken zur Dämpfung von Hochwasserganglinien
J	Gefälle. Es wird das Sohlengefälle J_s , das Wasserspiegelgefälle J_w und das Energieliniengefälle J_e unterschieden.
Q	Abflussmenge in m ³ pro Sekunde
QP	Querprofil des Bachgerinnes
SAR	Systematische Sammlung des Aargauischen Rechts
Schlüsselkurve	Eichkurve der Pegelmessstationen. Dient zur Umrechnung der Pegelstände (m) in Abflussmengen (m ³ /s).
SR	Systematische Sammlung des Bundesrechts
WBG	Bundesgesetz über den Wasserbau
WBV	Verordnung über den Wasserbau
WSP	Wasserspiegel
ZGB	Schweizerisches Zivilgesetzbuch vom 10. Dezember 1907 (SR 210)

ZUSAMMENFASSUNG

Die Gefahrenkarte Hochwasser Rhein Koblenz-Kaiseraugst ist Teil des **gesamtheitlichen Hochwassermanagements** des Kantons Aargau, mit dem der Kanton die vom Bund gestellte Aufgabe zur Erarbeitung von Gefahrenkarten erfüllt. Sie ist eine von insgesamt 17 Teilgefahrenkarten des Kantons Aargau. Das Ziel der Projektbearbeitung war das Erkennen, Dokumentieren und Beurteilen der aus Hochwasser resultierenden Gefahren sowie das Auflisten und Evaluieren von Massnahmen und Prioritäten zur Behebung von ausgewiesenen Schutzdefiziten. Es waren die **Prozesse** Überflutung, Übersarung und Ufererosion zu untersuchen. Der während der Bearbeitung noch angepasste Perimeter und die untersuchten Gewässer sind in Kap. 1.2.3 definiert. Möhlin, Sisseln, Leibstadt und Leuggern waren nur auf ihre Gefährdung durch den Rhein zu untersuchen.

Die Projektorganisation und das Vorgehen sind in Kap. 1.4 beschrieben. Die **Gemeinden** des Untersuchungsgebiets sowie die sechs **Rheinkraftwerke** wurden an Orientierungsveranstaltungen und an Einzelgesprächen in das Projekt miteinbezogen. Das in die Schritte Grundlagen, Gefahrenerkennung, Gefahrenbeurteilung und Massnahmenplanung gegliederte **Vorgehen** (Kap. 1.4.5) entspricht der einheitlichen Methodik, mit der auch die übrigen Teilgefahrenkarten im Kanton Aargau erstellt wurden.

In Kap. 2 wird die vorgängig bekannte **Problemsituation** aufgrund der vorhandenen Grundlagen Ereigniskataster, Gefahrenhinweiskarte sowie bekannter Schwachstellen aufgearbeitet. Die gemeinsam mit den Gemeinden festgelegten **Primärmassnahmen** beinhalten einfache Massnahmen des Unterhalts, welche rasch auszuführen sind. Die vorliegende Gefahrenkarte geht vom Zustand ausgeführter Primärmassnahmen aus.

Die **Topografie** und die **Gewässerquerprofile** (Kap. 3) waren wichtige Grundlagen für die Gefahrenanalyse. Für die Topografie des Überflutungsgebiets stand das Laserscan-Terrainmodell zur Verfügung, welches mittels terrestrischer Aufnahmen ergänzt wurde. Für die Beurteilung steiler Überflutungsflächen wurden aus dem Terrainmodell Höhenkurven in 1m-Äquidistanz hergestellt. Die Gewässerquerprofile mussten aus verschiedenen Quellen und Aufnahmen ermittelt werden. Für die Ereignisanalyse an steilen Bachabschnitten wurden insgesamt knapp 300 punktuelle Querschnitte, für die Modellierung der flachen Bachstrecken über 100 Bachquerprofile sowie für die Modellierung des Rheins und der Aaremündung etwa 300 Flussquerprofile untersucht.

Die **Hydrologie** (Kap. 4) ist eine weitere zentrale Grundlage für die Gefahrenkarte. Für den Rhein wurden die Hochwasserwerte durch das Karlsruher Institut für Technologie im Auftrag des Bundesamts für Umwelt (BAFU), der Landesanstalt für Umwelt, Messungen & Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW), Karlsruhe, und dem Regierungspräsidium Freiburg neu bestimmt. (Kap. 4.4). Für die 134 Einzugsgebiete der Bäche wurden sie neu ermittelt (Kap. 4.2). Um den statistischen Unsicherheiten zu begegnen, wurden die Hochwasserwerte HQ_{30} , HQ_{100} , HQ_{300} und EHQ von 50 Haupteinzugsgebieten mit allen verfügbaren Schätzmethode sowie mit einem Quervergleich zu den benachbarten Hochwasserpegeln abgeschätzt. Daraufhin erfolgte eine Übertragung auf 79 ähnliche Nebeneinzugsgebiete. Im Siedlungsgebiet waren **Überleitungen** via Quartierstrassen oder grosse Meteorleitungen zu berücksichtigen (Kap. 4.2.5). Die hydraulische Überflutungsberechnung benötigte zudem typische **Ganglinien**, welche an fünf Einzugsgebieten exemplarisch abgeschätzt wurden (Kap. 4.3).

Die **Ereignisanalyse** (Kap. 5) beschreibt die Prozesse und Wasseraustritte entlang der Gewässerstrecken. Zu beurteilen waren die **Abflusskapazität** und Verklausungsanfälligkeit der Gewässerquerschnitte inkl. Durchlässe und Brücken. Die **Abflusskapazität** der Gewässerquerschnitte wurde an den steilen Gewässerstrecken mittels punktueller Hydraulik, an den flachen Gewässerstrecken mittels 1D-Staukurvenmodell ermittelt. Die Beurteilung der

Verklauungsanfälligkeit an Durchlässen und Brücken, des **Geschiebetriebs** sowie der Strecken mit potenzieller **Ufererosion** erfolgte gutachtlich aufgrund verschiedener Kriterien.

Für den **Rhein** und die **Aaremündung** (Kap.5.2 und 6.1) wurde ein gekoppeltes 1D-2D-Modell erstellt und berechnet, welches sowohl die Wasseraustritte wie auch die sich daraus ergebenden Überflutungsflächen automatisch berechnet. Der Flussschlauch ist dabei als 1D-Staukurvenmodell nachgebildet, das Überflutungsgebiet mittels eines hydraulischen 2D-Modells modelliert.

Das Kap. 6.2 beschreibt die **Überflutungsflächen der Bäche**, welche bei HQ₃₀, HQ₁₀₀, HQ₃₀₀ und EHQ zu erwarten sind. Für die flachen Ebenen bei Wallbach/Mumpf, Stein/Münchwilen, Sisseln, Kaisten/Laufenburg und Schwaderloch waren dafür detaillierte zweidimensionale Überflutungssimulationen notwendig. Die Überflutungen im steilen Bereich wurden mit der Methode der Fliesswege im Feld und mit punktuellen hydraulischen Abschätzungen ermittelt. Um die Reichweite der Überflutung abzuschätzen, waren zudem die Retentionseffekte von zahlreichen Geländemulden und Weihern zu berücksichtigen. Die Resultate der Ereignis- und Wirkungsanalyse sind in den **Fliesstiefenkarten** dargestellt.

Die **Risikoanalyse** (Kap. 7) beinhaltet die Erstellung der **Gefahrenkarte** sowie die Ermittlung der **Schutzdefizite**. Die Gefahrenstufen wurden aus den Fliesstiefenkarten mit dem Vorgehen gemäss Bundesempfehlungen hergeleitet. Die roten Flächen (Verbotsbereich) stammen im Wesentlichen von Gebieten mit Überflutungstiefen über 2 m, vor allem entlang der Flüsse. Die blauen Flächen (Gebotsbereich) werden im Wesentlichen durch die häufigen Überflutungen bis HQ₃₀ verursacht. Die gelben Flächen entstehen durch die Überflutungen bei HQ₁₀₀ und HQ₃₀₀ und die gelb/weissen Flächen durch diejenigen bis EHQ.

Ein **Schutzdefizit** (Kap. 7.3 und Schutzdefizitkarte) ist dann gegeben, wenn bei einem Objekt die gemäss Schutzzielmatrix maximal erlaubte Überflutungsintensität überschritten wird. Die **Schutzzielmatrix** ist für den ganzen Kanton einheitlich und definiert die für verschiedene Objektklassen unterschiedlich geltenden Schutzziele. Diese sind in der **Objektkategorienkarte** räumlich abgegrenzt. Der überwiegende Teil der Schutzdefizite ergibt sich durch Überflutungen in den Siedlungsgebieten bei HQ₃₀ und HQ₁₀₀. Im Untersuchungsgebiet werden insgesamt rund 103 ha Flächen mit Schutzdefizit ausgewiesen.

Im Kap. 8 und im Anhang 14 werden Vorschläge gegeben, mit welchen **Massnahmen** die ermittelten Schutzdefizite behoben werden könnten. Dabei können Unterhaltsmassnahmen, raumplanerische Massnahmen und bauliche Schutzmassnahmen in Frage kommen. Die Massnahmenvorschläge wurden in Einzelgesprächen mit den Gemeinden besprochen und in Prioritäten für die Projektierung und Ausführung eingeteilt. Die vorliegende Massnahmenplanung bewegt sich noch auf grober, konzeptioneller Stufe und muss in Folgeprojekten genauer ausgearbeitet und projektiert werden.

Raumplanerische Massnahmen und die damit verbundenen **Objektschutzmassnahmen** können das Schadenpotenzial wirksam beeinflussen. Schadensmindernde Vorschriften und Auflagen können sowohl in der allgemeinen Nutzungsplanung (Bauzonenplan, Bau- und Nutzungsordnung) wie auch über die Sondernutzungsplanung (Gestaltungspläne) erlassen werden. Die raumplanerische Umsetzung der Gefahrenkarte erfolgt jeweils im Rahmen der nächsten Nutzungsplanungsrevision. Die Resultate der Gefahrenkarte sind jedoch bereits ab sofort bei der Erteilung von Baubewilligungen verbindlich zu berücksichtigen. Die rechtliche Grundlage bilden der Art. 32 (Baureife) und Artikel 52 (Beschaffenheit) des Gesetzes über Raumentwicklung und Bauwesen vom 19. Januar 1993 (BauG, SAR 713.100).

Bei den **wasserbaulichen Massnahmen** stehen hauptsächlich lokale Massnahmen an den Gewässern im Vordergrund. Bei einem lokalen Ausbau einer Schwachstelle ist jeweils zu prüfen, ob dadurch eine zusätzliche Überlastung von unten liegenden Bachabschnitten resultiert.

1. EINLEITUNG

1.1 Ausgangslage

1.1.1 Rechtsgrundlage

Nach Art. 2 des Bundesgesetzes über den Wasserbau vom 21. Juni 1991 (WBG; SR 721.100) ist der Hochwasserschutz Aufgabe der Kantone. In der Verordnung vom 2. November 1994 über den Wasserbau (WBV; SR721.100.1) beauftragt der Bund die Kantone, Gefahrengebiete zu bezeichnen und sie bei ihrer Richt- und Nutzungsplanung zu berücksichtigen (Art. 21 WBV). Nach Art. 27 WBV haben die Kantone Gefahrenkarten zu erstellen und periodisch nachzuführen. Gefahrenkarten sind eine Voraussetzung für Bundesbeiträge an den Wasserbau (Art. 1 und 3 WBV).

1.1.2 Gesamtprojekt Gefahrenkarte Kanton Aargau

Die Erarbeitung von Gefahrenkarten ist Teil des gesamtheitlichen Hochwassermanagements, welches im Kanton Aargau schrittweise aufgebaut wird. Das Projekt Gefahrenkarte Kanton Aargau besteht aus den zwei Stufen:

1. Richtplanungsrelevante und behördenverbindliche Gefahrenhinweiskarte mit Ereigniskataster
2. Nutzungsplanungsrelevante und grundeigentümergebundene Gefahrenkarten

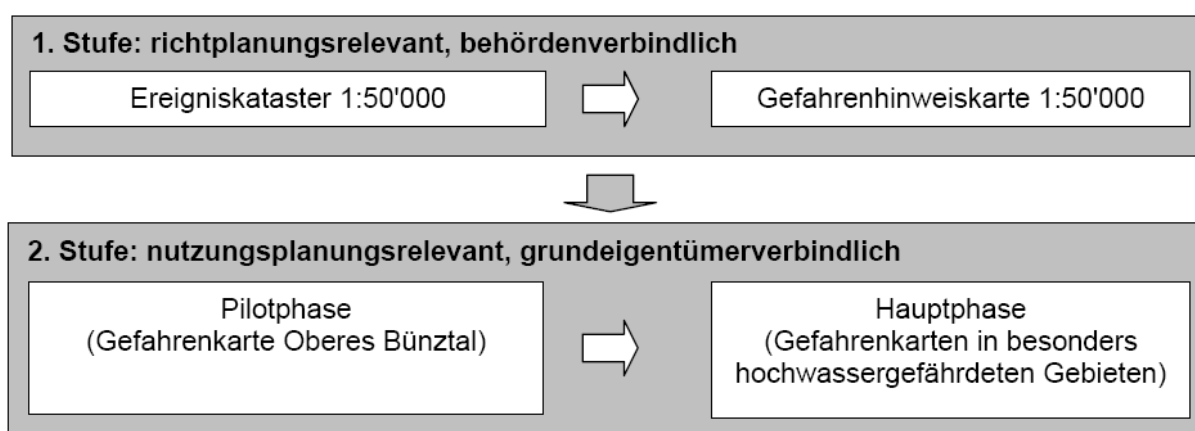


Abb. 1: Projekt Gefahrenkarte Kanton Aargau

Die Gefahrenhinweiskarte Hochwasser liegt seit 2002 vor. Sie zeigt die Gebiete, die bei einem Extremereignis von Hochwasser betroffen sein könnten. Sie ist jedoch nicht genügend genau, damit das Hochwassermanagement darauf basieren kann. Deshalb wird in den Gefahrenkarten Hochwasser die Hochwassergefährdung nach einheitlichen Kriterien dargestellt. Aus diesen Karten lassen sich die Gebiete mit Hochwassergefährdung herleiten. In den Massnahmenplanungen werden für diese Gebiete die Massnahmen zur Reduktion der Hochwassergefährdung aufgelistet, beurteilt und mit Prioritäten versehen. Bei der Planung und Realisierung der Massnahmen wird geprüft, ob die geplanten Massnahmen verhältnismässig sind. Dabei erfolgt ein pragmatisches, schrittweises Vorgehen: von den günstigen und einfach zu realisierenden zu den aufwendigen Massnahmen.

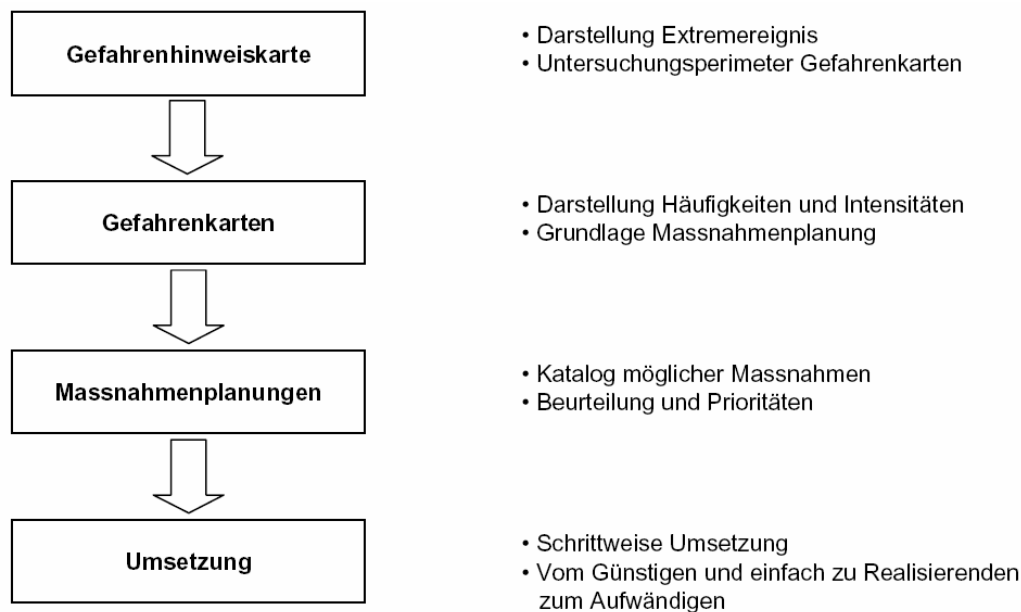


Abb. 2: Grundlagenerarbeitung für ein gesamtheitliches Hochwassermanagement

1.1.3 Gefahrenkarte Hochwasser Rhein Koblenz-Kaiseraugst

Die vorliegende Gefahrenkarte Hochwasser Rhein Koblenz-Kaiseraugst ist eine von insgesamt 17 Teilgefahrenkarten, welche die Gefährdung durch den Prozess Hochwasser im Kanton Aargau aufzeigen. Sie wurde nach derselben Methodik wie diejenige der Pilotphase im Oberen Bünztal erarbeitet.

Die Gefahrenkarte Hochwasser Rhein Koblenz-Kaiseraugst deckt den Aargauer Rheinabschnitt von Koblenz bis Kaiseraugst ab. Die Aare wird im Einflussbereich des Einstaus durch den Rhein, das heisst bis zum Wehr des Kraftwerks Klingnau, ebenfalls untersucht. Die oberhalb anschliessenden Abschnitte der Aare und des Rheins werden in den Gefahrenkarten-Teilprojekten Aare Villigen-Klingnau bzw. Rhein Kaiserstuhl-Rietheim behandelt.

Neben dem Rhein wurden im Rahmen der vorliegenden Gefahrenkarte die Seitenbäche in denjenigen Gebieten untersucht, welche von Gefahrenkarten-Teilprojekten Rhein Kaiserstuhl-Rietheim, Aare Villigen-Klingnau sowie Fricktal noch nicht untersucht wurden (siehe Kap. 1.2.3).

1.2 Aufgabenstellung und Auftrag

1.2.1 Ausschreibung und Auftrag

Die Aufgabenstellung für die Erarbeitung der Gefahrenkarte Hochwasser Rhein Koblenz-Kaiseraugst ist im Pflichtenheft der Submission vom Mai 2008 wiedergegeben. Der Auftrag wurde am 12. August 2008 an die "ARGE GEKA Hochwasser Rhein Koblenz-Kaiseraugst", bestehend aus den drei Büros Niederer+Pozzi Umwelt AG, Uznach, Basler & Hofmann Planer und Ingenieure AG, Zürich, und Koch+Partner, Laufenburg, vergeben.

Im Lauf der Projektbearbeitung und insbesondere im Gespräch mit den Gemeinden wurden zusätzliche Arbeiten und Auftragsergänzungen notwendig, insbesondere:

- Vorgezogene Gefahrenbeurteilung für die Gemeinde Hottwil (heute Ortsteil der fusionierten Gemeinde Mettauertal) zwecks Berücksichtigung in der Ortsplanungsrevision von 2008/09.
- Diverse Perimetererweiterungen entlang der Bäche aufgrund der Hinweise der Gemeinden (zusätzliche Gewässer und Flächenerweiterung des Untersuchungsperimeters).
- Zusätzliche hydrologisch-hydraulische Detailabklärungen an den Bächen, welche zum Zeitpunkt der Pflichtenheft-Erstellung und Auftragsvergabe noch nicht absehbar waren.
- Mehrleistungen für die hydraulische Modellierung des Rheins, welche zum Zeitpunkt der Pflichtenheft-Erstellung und Auftragsvergabe noch nicht absehbar waren; zusätzliches Szenario Aaremündung
- Sitzungs-Mehraufwand für Gemeindebesprechungen und Besprechungen mit Kraftwerkbetreibern
- Zusätzliche topografische Aufnahmen Full und Rheinsulz
- Nachträgliche Detailüberprüfung der Gefährdungssituation und Massnahmenplanung auf Wunsch der Gemeinden und aufgrund später eintreffender Detailinformationen; inkl. nachträgliche Anpassung der Unterlagen
- Detailabklärungen und Auskünfte an Kanton und an Dritte, z.B. im Zusammenhang mit aktuellen Bauvorhaben, für die Angabe von Wasserspiegeln des Rheins usw.
- Koordination mit der Gefahrenkarte Kanton Basel-Landschaft
- Zusätzliches hydraulisches Längenprofil Rhein

In Abänderung des Grundauftrags wurden auf Wunsch des Auftraggebers keine Schutzhöhenkarten erstellt, sondern die aus den 2D-Modellierungen stammenden Resultate für eine Weblösung numerisch aufbereitet und abgegeben.

1.2.2 Zielsetzung, Prozesse

Ziel der Projektbearbeitung war:

- Erkennen, Dokumentieren und Beurteilen der aus Hochwasser resultierenden Gefahren im Untersuchungsperimeter, basierend auf dem Ist-Zustand: Gefahrenkarte und ergänzende Karten gemäss den Empfehlungen des Bundes
- Auflisten und Evaluieren von Massnahmen zur Behebung der ausgewiesenen Schutzdefizite.
- Festlegen von Prioritätenlisten für die Umsetzung dieser Massnahmen, in Zusammenarbeit mit den Gemeinden und mit den kantonalen Fachstellen.

Es waren die Prozesse Überflutung (inkl. Hangwasser), Übersarung und Ufererosion zu untersuchen. Die übrigen Naturgefahren-Prozesse (Murgang, Rutschungen, Steinschlag, Lawinen, Erdbeben) waren nicht Gegenstand der Untersuchung. Ebenfalls nicht untersucht wurden Überflutungen aufgrund von Engpässen in der Siedlungsentwässerung sowie infolge Grundwasseraufstössen.

1.2.3 Perimeter und Gewässerabschnitte

Der vom Auftraggeber vorgegebene **Untersuchungsperimeter** umfasst im Wesentlichen die Siedlungsgebiete der **21 Gemeinden** Full-Reuenthal, Gansingen, Kaiseraugst, Kaisten, Koblenz, Laufenburg, Leibstadt, Leuggern, Magden, Mettauertal, Möhlin, Münchwilen, Mumpf, Obermumpf, Olsberg, Rheinfelden, Schupfart, Schwaderloch, Sisseln, Stein und Wallbach.

Im Laufe der Projektbearbeitung fusionierten die Gemeinden Etzgen, Mettau, Oberhofen, Wil und Hottwil zur neuen Gemeinde Mettauertal. Im Weiteren erfolgte in der gleichen Zeit die Aufnahme der Gemeinde Sulz in die Gemeinde Laufenburg. In den vorliegenden Unterlagen wird wo nötig und sinnvoll auf die jeweiligen Ortsteile verwiesen (z.B. Gemeinde Mettauertal; Ortsteil Wil).

Die Gemeinden Leuggern, Leibstadt, Kaisten, Sisseln und Möhlin wurden nur hinsichtlich der Gefährdung durch den Rhein beurteilt, das heisst infolge direkter Überflutung durch den Rhein und/oder infolge Einstaus von Zuflüssen¹ durch den hohen Rheinwasserstand. Bei Kaisten wurde zusätzlich das Wasenhaldenbächli abgeklärt (siehe unten). Die übrigen Gewässerabschnitte dieser Gemeinden wurden im Rahmen der Gefahrenkarten Fricktal (Leibstadt, Kaisten, Sisseln, Möhlin) bzw. Aare Villigen-Klingnau (Leuggern) untersucht.

Gemäss Aufgabenstellung sind sämtliche **Prozesse** zu untersuchen, welche innerhalb des Untersuchungsperimeters zu einer Überflutungs-, Übersarungs- und Erosionsgefährdung führen könnten, auch wenn ihr Ursprung ausserhalb des Untersuchungsperimeters liegen sollte.

Die zu untersuchenden **Gewässerabschnitte** umfassen den Rhein von Koblenz bis zur Kantonsgrenze bei Kaiseraugst, die Aare vom Kraftwerk Klingnau bis zur Mündung sowie primär alle Bäche in den genannten Gemeinden gemäss dem Gewässernetz des kantonalen Fließgewässerkatasters 1:5'000. Der Dorfbach unterhalb Leibstadt, der Kaisterbach unterhalb von Kaisten, die Sissle in Sisseln sowie der Möhlinbach unterhalb von Möhlin mussten nur im Einstaubereich des Rheins untersucht werden.

Im Laufe der Arbeiten mussten der Untersuchungsperimeter und die Liste der zu untersuchenden Gewässerabschnitte erweitert werden. Die definitiven Perimeterflächen sowie das definitiv zu untersuchende Gewässernetz sind in den Übersichtskarten Anhang 01 und Anhang 02 dargestellt. Besondere Abgrenzungen des Untersuchungsperimeters waren:

- Rhein von oberhalb der östlichen Gemeindegrenze Koblenz bis zum Wehr Augst-Wyhlen. Zur korrekten hydraulischen Berechnung wurde der gesamte Fluss Schlauch bis zum rechten Ufer modelliert. Das rechtsufrige deutsche Überflutungsgebiet wurde jedoch hydraulisch nicht untersucht.
- Aare von unterstrom Wehr Klingnau bis zur Mündung.
- Kaiseraugst: das Bötmebächli ist ein künstlich regulierter Bachlauf und war in Absprache mit der Gemeinde und dem Auftraggeber nicht zu beurteilen. Für die Beurteilung der Ergolzmündung genügte eine grobe hydraulische Beurteilung im Einstaubereich des Kraftwerks Augst-Wyhlen bis etwa zur Mündung des Violenbachs.
- Olsberg: Zusätzliche Abklärung der Grundwasserfassung "Tal" (Violenbach, Chrüzgraben) sowie des Siedlungsgebietes westlich des Violenbachs. Letzteres befindet sich im Kanton Basel-Landschaft, Gemeinde Arisdorf, und wurde auf Wunsch der Gemeinde Olsberg abgeklärt. Da aber gleichzeitig auch die Gefahrenkarte im angrenzenden Basler Gebiet ausgeführt wird, wünschte der Kanton Basel-Landschaft,

¹ Aare bis KW Klingnau, Dorfbach Leibstadt, Kaisterbach, Sissle und Möhlinbach.

auf eine Darstellung der Ergebnisse in der vorliegenden Gefahrenkarte² zu verzichten. Die Resultate wurden aber an den Kanton Basel-Landschaft abgegeben.

- Magden: zusätzliche Abklärung des der Pumpwerke Aengi und Weiere sowie des Weilers Igligerhof. Zusätzliche Abklärung des Aengibächlis.
- Rheinfeld-Kaiseraugst: Perimetererweiterung westlich von Rheinfeldens zwecks Abklärung diverser Objekte und von Retentionsmulden. Zusätzliche Untersuchung des Gewässers "Wyssbrünli"
- Möhlin: Zur einwandfreien Beurteilung eines möglichen Einstaus durch den Rhein wurde der Möhlinbach bis zur ARA Bachtele modelliert.
- Wallbach: Erweiterung am Westrand des Perimeters zur Abklärung einer Grundwasserschutzzone
- Obermumpf: zusätzliche Abklärung des Trockengerinnes "Brand" östlich des Dorfes.
- Schupfart: zusätzliche Beurteilung der ARA unterhalb des Dorfes (Fischingerbach, Blindgraben)
- Sisseln: Zur einwandfreien Beurteilung eines möglichen Einstaus durch den Rhein wurde die Sissle bis Grossmatt oberhalb des Dorfes untersucht.
- Kaisten: Zur einwandfreien Beurteilung eines möglichen Einstaus durch den Rhein musste der Kaisterbach nur bis oberhalb des langen Durchlasses nördlich der Chemiewerke untersucht werden. Hingegen war eine zusätzliche Abklärung des Wasenhaldenbächlis notwendig: Im Verlauf der Arbeiten für Laufenburg wurde erkannt, dass vom Wasenhaldenbächli eine potentielle Gefährdung für die Hochspannungs-Energieübertragungsanlage ausgehen kann. Da dieses Gewässer in der Gefahrenkarte Fricktal nicht abgedeckt war, wurde es im Rahmen der vorliegenden Gefahrenkarte zusätzlich abgeklärt.
- Sulz: Perimetererweiterung bei der Grundwasserschutzzone Talmatt
- Gansingen: mehrere Perimetererweiterungen zur Abklärung der Grundwasserschutzzone in Büren, des Weilers Galten sowie des Weilers Schlatt.
- Mettauertal: mehrere Perimetererweiterungen zur Abklärung eines Pumpwerks in Oberhofen, diverser Einzelobjekte in Mettau, des Campingplatzes Egg bei Wil sowie des Weilers Oedenholz.
- Leibstadt-Schwaderloch: Erweiterung und Verbindung der beiden Perimeter Leibstadt und Schwaderloch zwecks Abklärung der ARA Leibstadt und weiterer Objekte (Rhein, Dorfbach Leibstadt). Der Dorfbach musste zwecks Beurteilung eines möglichen Einstaus durch den Rhein bis zum untersten langen Durchlass untersucht werden.
- Full-Reuenthal / Leuggern: Erweiterung und Verbindung der Perimeter Full und Felsenau zur detaillierten Abklärung der Überflutungsprozesse entlang des Rheinufers.
- Koblenz: Perimetererweiterung entlang des Aareschache zur Abklärung von fünf Häusern und zur einwandfreien Abgrenzung der Überlappung mit der Gefahrenkarte Aare Villigen-Klingnau.

² Die Resultate sind auf den Kartenbeilagen entlang der Kantonsgrenze abgeschnitten.

Es waren total 293 km Gewässernetz zu untersuchen. Davon sind 54 km eingedolt. Die Hauptgewässer sind (siehe auch Anhang 01):

Gewässer	Gemeinden
Rhein und Aaremündung	Alle ausser Gansingen, Münchwilen, Schupfart, Obermumpf, Magden und Olsberg
Ergolz (nur Mündungsabschnitt)	Kaiseraugst
Violenbach	Kaiseraugst, Olsberg
Finstergraben, Chesslergraben, "Riefelderbode"	Kaiseraugst
Chrützgraben, Gewässer "Spitzacher"	Olsberg
Talbächli, Huetgrundbächli, Hermlestebächli, Gewässer "Birgleste", Chräbsebächli, Aengibächli	Magden
Wintersingerbach, Talbächli, Huetgrundbächli, Hermlestebächli,	Magden
Wintersingerbach	Magden
Maispracherbach	Magden
Magdenerbach	Magden, Rheinfelden
Wysbrännli, Waldbach, Rötibächli/Tellengrabenbach, Delligraben	Rheinfelden
Möhlinbach (Mündungsabschnitt)	Möhlin
Heidigraben	Wallbach
Grenzbach	Wallbach, Mumpf
Fischingerbach	Schupfart, Obermumpf, Mumpf
Haslibach, Eibach, Moosbächli, Bühlmatzbächli, Blindgraben	Schupfart
Jättentalbächli	Obermumpf
Spitzgraben, Gewässer "Bahndamm", Kapfbächlein	Mumpf
Dorfbach, Affelobach, Gewässer "Frauenholz"	Stein
Bustelbach	Stein, Münchwilen
Dorfbach, Holegraben	Münchwilen
Sissle (Mündungsabschnitt)	Sisseln
Kaisterbach (Mündungsabschnitt)	Kaisten
Wasenhaldenbächli	Kaisten
Blauenbächli	Laufenburg, Kaisten
Ziegelhüttenweiherbach	Laufenburg
Sulzerbach	Laufenburg, Ortsteil Sulz

Gewässer	Gemeinden
Gewässer "Junkertal", Buechmattbächli, Brügglibach, Chilchtalbach, Voreggbächli, Krebsenbächli, Lehmattbächli, Deisigraben, Talacherbächli, Wolfisgraben, Gewässer "Rimatt", "Im Sulger", Risulzerhalde"	Laufenburg Ortsteil Sulz
Etzgerbach	Mettauertal Ortsteile Wil, Mettau und Etzgen
Bürerbach	Gansingen, Mettauertal Ortsteil Oberhofen
Galterbach, Gewässer "Tal", "Guldibrunne"	Gansingen
Talholzbächli, Leimebächli, Gewässer "Moosmatthölzli", "Moosmatt", Bisletenbächli, Gewässer "Laubberggrain", "Gramet", "Eichacher", Grifflihbächli	Gansingen
Widbächli, Müntschgraben, Chai-bengraben	Mettauertal Ortsteil Oberhofen
Hottwilerbach/Rötbach, Sparbergbach, Gewässer "Leumen", "Eimatt", "Sattlersmatt", "Oberhalb Büel"	Mettauertal Ortsteil Hottwil
Oedenholzbach, Grundbach, Gewässer "Aemmermatt", "Steihof"	Mettauertal Ortsteil Wil
Gewässer "Chinzehalde", Dindelgraben, Hofergraben, Wissrütigraben, Mühlebächli	Mettauertal Ortsteile Mettau und Etzgen
Mühlebach, Bergbach, gewässer "Wängi"	Schwaderloch
Dorfbach (Mündungsabschnitt)	Leibstadt
RADAG-Hinterwasserkanal	Full-Reuenthal
Binnenkanal, Steingraben, Aepelöbächlein, Widengraben	Koblenz

Tabelle 1: Untersuchte Gewässer

1.2.4 Produkte

Für die Gefahrenkarte Hochwasser Rhein Koblenz-Kaiseraugst waren die folgenden Produkte zu erstellen:

- Fliesstiefenkarten für die Jährlichkeiten 30, 100, 300 und für das Extreme Hochwasser (EHQ); Darstellung der Abflusstiefen in sechs Abstufungen sowie der Flächen mit zu erwartenden Geschiebeübersarungen; Massstab 1:10'000.
- Gefahrenkarte Ist-Zustand mit den Gefahrenstufen rot, blau, gelb und gelb-weissgestreift gemäss den Empfehlungen des Bundes, Massstab 1:10'000.
- Objektkategorienkarte mit 7 Objektkategorien gemäss der Schutzzielmatrix Kanton Aargau; Massstab 1:10'000.

- Schutzdefizitkarte des Ist-Zustands mit den flächigen, linienförmigen oder punktuellen Schutzdefiziten; Massstab 1:10'000.
- Technischer Bericht samt Massnahmenkatalog und Prioritätenliste.
- Abgabe von diversen numerischen Resultaten (Fliesstiefen, Schutzhöhen) als geraster- te Punktdaten

1.3 Vorhandene Grundlagen

Für die Projektbearbeitung wurden Daten des Aargauischen Geografischen Informationssystems AGIS, die bisherigen Resultate der Gefahrenkarte Aargau (Ereigniskataster, Hinweiskarte) sowie zahlreiche frühere Studien und Berichte über den Hochwasserschutz zur Verfügung gestellt. Diese Grundlagen wurden im Laufe der Projektbearbeitung ergänzt. Ein umfassendes Verzeichnis der verwendeten Grundlagen ist im Anhang 15 zu finden.

1.4 Organisation und Projektablauf

1.4.1 Projektorganisation

Die Organisation des Projektes Gefahrenkarte Hochwasser Rhein Koblenz-Kaiseraugst ist folgendem Organigramm zu entnehmen.

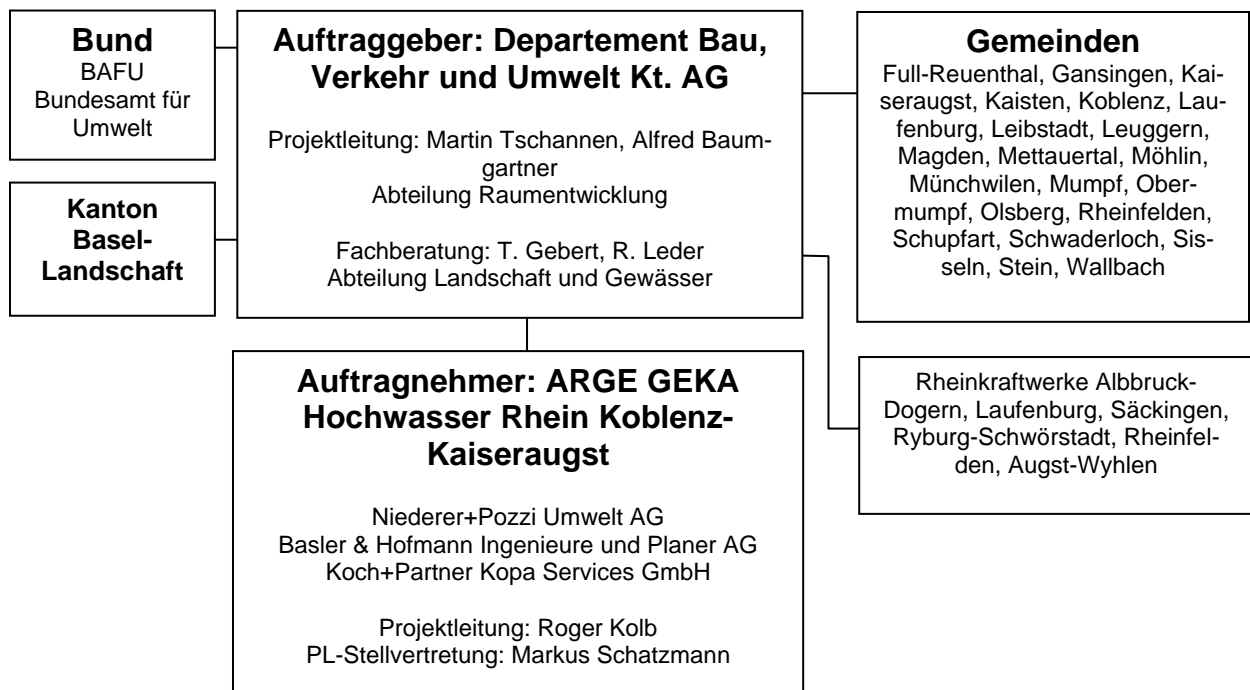


Abb. 3: Organigramm

1.4.2 Arbeitsgemeinschaft ARGE GEKA Hochwasser Rhein Koblenz-Kaiseraugst

Die ARGE GEKA Hochwasser Rhein Koblenz-Kaiseraugst besteht aus den drei Büros:

- Niederer + Pozzi Umwelt AG, Uznach: verantwortlich für ARGE-interne Projektleitung, Gefahrenanalyse Bäche, Kartenerstellung und Massnahmenkatalog

- Basler & Hofmann Ingenieure und Planer AG, Zürich: verantwortlich für die Stellvertretung der ARGE-internen Projektleitung, Gefahrenanalyse und Massnahmenvorschläge Rhein und Aaremündung
- Koch + Partner KOPA Services GmbH, Laufenburg: verantwortlich für Feldaufnahmen und Mitarbeit in Massnahmenplanung.

1.4.3 Projektteam, Projektsitzungen

Das engere Projektteam bestand aus den Mitgliedern:

- Martin Tschannen; Abteilung Landschaft und Gewässer
- Alfred Baumgartner, Philipp Flury; Abteilung Raumentwicklung
- Urs Egloff, Thomas Gebert, Raphael Leder, Werner Lehmann; Abteilung Landschaft und Gewässer
- Roger Kolb, Markus Schatzmann, Naraya Carrasco, Martin Detert; ARGE GEKA Hochwasser Rhein Koblenz-Kaiseraugst

An den regelmässigen Projektsitzungen in Aarau nahmen zusätzlich folgende Personen teil:

- Georges Brandenburg; Aargauische Gebäudeversicherung
- Kurt Suter; Abteilung für Umwelt
- Eva Kämpf; Abteilung Landschaft und Gewässer

1.4.4 Miteinbezug der Gemeinden und der Kraftwerke

Die Gemeinden wurden an zwei Informationsveranstaltungen im Zivilschutzzentrum Eiken über den Stand der Arbeiten informiert. Nach Projektabschluss ist zudem eine öffentliche Information für alle Interessierten und Betroffenen vorgesehen.

In den Einzelbesprechungen im Februar/März 2009 und im Juni 2010 wurden gemeinsam mit den Gemeindevertretern die Primärmassnahmen und der Massnahmenkatalog samt Prioritätenliste festgelegt. Dabei konnten auch Fragen bezüglich der Umsetzung der Gefahrenkarte geklärt werden.

Die sechs internationalen Rheinkraftwerke im Untersuchungsperimeter (Albbruck-Dogern, Laufenburg, Säckingen, Ryburg-Schwörstadt, Rheinfelden und Augst-Wyhlen) üben einen starken hydraulischen Einfluss auf den Hochwasserspiegel des Rheins aus. Zudem ist mit dem Kernkraftwerk Leibstadt ein sehr grosses, allerdings auch gut geschütztes Schadenpotential vorhanden.

Zur korrekten Modellierung der Hydraulik des Rheins sowie zur Information über die Ergebnisse der Gefahrenkarte war ein enger Kontakt mit den Kraftwerksbetreibern notwendig. Die Vertreter der Rheinkraftwerke wurden jeweils an die beiden Informationsveranstaltungen eingeladen. Zudem fanden im Januar, Februar, März und November 2009 sechs Besprechungen mit den Kraftwerksbetreibern statt. An der Sitzung vom 3.11.2009 wurde auch das Kernkraftwerk Leibstadt KKL über die Ergebnisse informiert.

1.4.5 Ablauf des Projektes

Die Erarbeitung des Projekts Gefahrenkarte Hochwasser Rhein Koblenz-Kaiseraugst umfasst alle notwendigen Arbeitsschritte von der Aufarbeitung der Grundlagen und der Gefährdungssituation bis zum Massnahmenkatalog. Letzterer enthält grobe Vorschläge und Alternativen auf Konzeptstufe, wie die festgestellten Schutzdefizite bereinigt werden könnten, und gibt eine Einschätzung über ihre Dringlichkeit. Die nachfolgende eigentliche Massnahmenprojektierung ist nicht mehr Bestandteil der vorliegenden Arbeit.

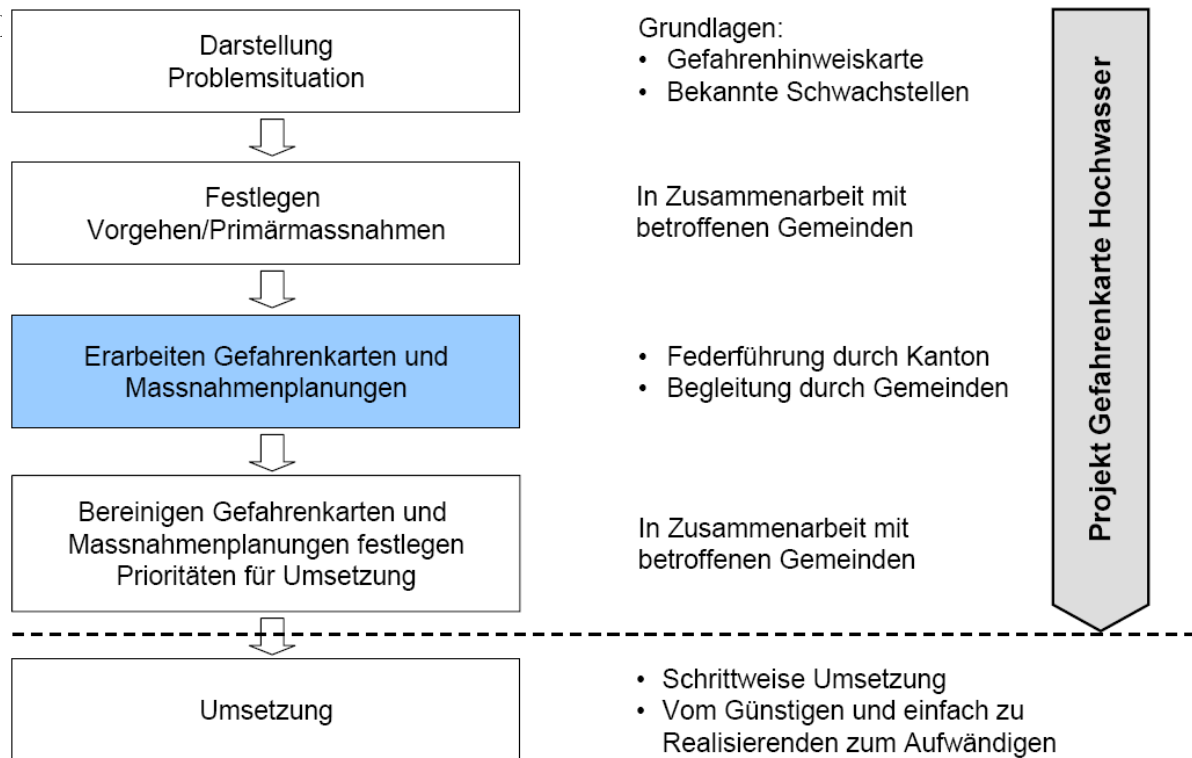


Abb. 4: Projektablauf

1.4.6 Projektphasen

Die einzelnen Phasen der Bearbeitung waren:

Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> • Analyse Problemsituation, Festlegung des definitiven Vorgehens sowie der Primärmassnahmen. • Aufarbeitung der hydrologischen und topografischen Grundlagen.
Gefahrenerkennung	<ul style="list-style-type: none"> • Ereignisanalyse an den Gewässerläufen: Gerinnehydraulik, Geschiebe- und Treibholzaufkommen, Verklausungsprozesse, Ermittlung der Wasseraustrittsstellen.
Gefahrenbeurteilung	<ul style="list-style-type: none"> • Wirkungsanalyse im Überflutungsgebiet: Abgrenzung der Überflutungsflächen und Fliesstiefen für die Jährlichkeiten 30, 100, 300 und Extremereignis (Überlastfall). • Risikoanalyse: Ermittlung der Gefahrenstufen (Gefahrenkarte) nach den Empfehlungen des Bundes, Erstellung der Objektkategorienkarte aufgrund der Schutzzielmatrix, Ermittlung der Schutzdefizite.
Massnahmenplanung	<ul style="list-style-type: none"> • Massnahmenplanung: Katalog möglicher Massnahmenvorschläge zur Behebung der vorhandenen Schutzdefizite und Prioritätenliste für die Umsetzung.

Abb. 5: Projektphasen gemäss Pflichtenheft

2. PROBLEMSITUATION UND PRIMÄRMASSNAHMEN

2.1 Ereigniskataster und Gefahrenhinweiskarte

Der **Ereigniskataster** Hochwasser (AGIS-Datensatz) beschreibt kurz zusammengefasst die aus den letzten Jahrzehnten bekannten Hochwasserereignisse und lokalisiert grob die betroffenen Flächen und Objekte (vgl. Übersichtskarte Anhang 02).

Die grössten Hochwasser im Rhein in den letzten Jahrzehnten waren (Pegel Rheinfelden):

September 1968: 3'710 m³/s
7. August 1978: 3'850 m³/s
19. Mai 1994: 4'270 m³/s
12./13. Mai 1999: 4'550 m³/s
9. August 2007: 4'110 m³/s



Abb. 6: Rhein bei Rheinfelden während des Hochwassers Aug. 2007
(Foto Gewässerdirektion Südlicher Oberrhein / Hochrhein, D)



Abb. 7: Rhein bei Mumpf während des Hochwassers August 2007
(Foto Feuerwehr Mumpf)

Auch bei den **Bächen** gab es in den letzten Jahrzehnten Überflutungen, zum Beispiel (Quellen Schadenskataster WSL und Gemeindebesprechungen):

- Mettauertal: Gewitter vom 21.7.1972, Überschwemmungen in den Gemeinden Mettauertal, Gansingen, Schwaderloch und Leibstadt.
- Kaisten: Gewitter vom 23.6.1975 über dem oberen Fricktal
- Münchwilen, Stein, Fischingertal, Wallbach, Möhlin, Rheinfelden: Gewitterserie vom 10.7.1981 über dem mittleren Fricktal (Niederschlagsmessstation Riburg 122 mm in 4h), Schäden unter anderem am Grenzbach, Holegrabe, Kapfbächlein, Möhlinbach, Fischingerbach und Zuflüsse. Rutschungen zwischen Mumpf und Obermumpf.
- Gansingen: Gewitter vom 6.7.1985 mit Schäden vor allem in Büren
- Sulz, Kaisten: Gewitter vom 20.6.1986 mit Überflutungen in Obersulz und Kaisten
- Gansingen, Sulz, Laufenburg, Kaisten: Ereignis vom 10.1.1995 mit Überflutungen in Gansingen, Sulz und am Blauenbächli Laufenburg
- Lang anhaltende Starkniederschläge verbunden mit Schneeschmelze vom 20.2.1999, Hochwasser und Rutschungen im ganzen Gebiet, v.a. in den grösseren Bächen wie z.B. dem Magdenerbach.
- Lang anhaltende Starkniederschläge vom 12.5.1999, Hochwasser im ganzen Gebiet.
- Kaisten, Laufenburg, Sisseln, Rheinfelden: heftiges Gewitter vom 13.6.2000 mit Schäden in Kaisten und am Blauenbächli Laufenburg
- Hottwil: Ereignis vom 21.3.2001
- Schwaderloch, Möhlin, Sisseln: Starkniederschläge vom 10.4.2006
- Lang anhaltende Starkniederschläge vom 9.8.2007, Hochwasser im ganzen Gebiet.



Abb. 8: Wintersingerbach in Magden am 20.2.1999

Die **Gefahrenhinweiskarte** zeigt die bei Extremereignissen potenziell von Überflutungen betroffenen Geländeflächen auf, weist aber noch keine Fliesstiefen oder Jährlichkeiten aus. Zur Abschätzung der hydraulischen Abflusskapazität der Gewässerabschnitte wurde an ausgewählten Querprofilen eine punktuelle hydraulische Berechnung mit einem Extremereignis-Abfluss vorgenommen. Die EHQ-Abflüsse wurden aus HQ₁₀₀-Werten abgeleitet, welche wiederum mit einem einfachen hydrologischen Verfahren über den ganzen Kanton abgeschätzt wurden.

Im Rahmen der Untersuchungen für die Gefahrenhinweiskarte wurden in den Gemeinden der Gefahrenkarte Hochwasser Rhein Koblenz-Kaiseraugst insgesamt 64 Querprofile geprüft, wovon die Mehrheit beim geprüften Extremereignis (EHQ) Wasseraustritte aufwies.

Ausgehend von den Wasseraustritten wurden für die Gefahrenhinweiskarte die potenziellen Überflutungsflächen mittels topografischer Geländeanalyse grob abgegrenzt. Das Resultat der entsprechenden Extremereignis-Überflutungsflächen ist in den Übersichtskarten Anhang 02 dargestellt.

2.2 Hinweise des Kantons sowie der Gemeinden auf Schwachstellen

Die dem Kanton bereits vor der Erstellung der Gefahrenkarte bekannten Schwachstellen sind in der Tabelle im Anhang 03 zusammengestellt und in der Übersichtskarte Anhang 02 verzeichnet.

Daneben konnten die Gemeinden bei den ersten Gemeindebesprechungen vom Februar/März 2009 weitere Informationen zu bekannten Schwachstellen angeben. Nach den Besprechungen wurden zudem jeweils Fragebögen abgegeben, welche von den Gemeinden mit weiteren ergänzenden Informationen retourniert wurden. Diese Informationen der Gemeinden sind ebenfalls im Anhang 03 zusammengetragen.

2.3 Primärmassnahmen

Die Primärmassnahmen sind als einfache Massnahmen im Rahmen des Gewässerunterhalts definiert, welche mit sehr kleinem Aufwand eine deutliche Verminderung des Risikos bewirken. Sie sind unbestritten und wurden bereits oder werden in nächster Zeit durchgeführt.

In einer ersten Übersichtsbegehung wurden alle massgebenden Gewässerabschnitte inspiziert und danach Vorschläge für sofort auszuführende Primärmassnahmen zusammengestellt. Die Vorschläge wurden in den Einzelbesprechungen vom Februar/März 2009 mit den Gemeinden diskutiert und genehmigt. Es resultierten insgesamt 41 Primärmassnahmen (Anhang 04), welche von den Gemeinden in Zusammenarbeit mit der Sektion Wasserbau der Abteilung Landschaft und Gewässer im Rahmen des Gewässerunterhalts ausgeführt werden.

Die vorliegende Gefahrenkarte geht vom Zustand ausgeführter Primärmassnahmen aus.

Die Primärmassnahmen sind nicht hinreichend, um die vorhandenen Schutzdefizite zu beseitigen. Dazu sind die weiteren Massnahmen gemäss Kap. 8 notwendig.

3. TOPOGRAFIE UND QUERPROFILE

3.1 Laserscan-Terrainmodell, Höhenkurven

3.1.1 *Digitales Terrainmodell (DTM) des AGIS*

Die Bestimmung der Fliesswege und Überflutungsgebiete in der Wirkungsanalyse erforderte möglichst detaillierte Informationen über die Geländeoberfläche. Vom Auftraggeber wurde ein Laserscan-Höhenmodell zur Verfügung gestellt (Flug im Frühling 2001). Dieses Digitale Terrainmodell (DTM) besteht aus Einzelpunkten in XYZ-Landeskoordinaten ohne Bruchkanten. Der verwendete Datensatz ist bereits vom AGIS ausgedünnt worden und verfügt noch über eine Punktdichte von etwa 70'000 Punkten pro km².

Das DTM besteht nur aus Punkten der Erdoberfläche. Punkte der Vegetation oder von Gebäuden und Brücken sind vorgängig herausgefiltert.

3.1.2 *Aufbereitung des DTM für die hydraulische Modellierung*

Im Bereich von Wäldern und Ufervegetation enthält das gefilterte DTM nur wenige Punkte. Ausserdem erfasst der Laserscan lediglich den Wasserspiegel, nicht aber die für die Modellierungen wichtige Höhe der Bachsohle. Aus diesen Gründen waren die hydraulisch wichtigen Bachgräben mittels Querprofilaufnahmen zu ergänzen (siehe unten).

Da das DTM nur aus einzelnen Massenpunkten besteht, waren zur hydraulisch exakten Nachbildung der Geländeoberfläche Bruchkanten notwendig. Diese wurden während der hydraulischen Modellierung bei Bedarf aus den AV-Daten Bodenbedeckung und Einzelobjekte hergeleitet oder von Hand nachdigitalisiert.

Das topografische Modell des **Rheins**, welches primär aus den Rheinsohlenaufnahmen stammt (siehe Kap. 3.3), wurde im potentiellen Überflutungsgebiet mit dem aufbereiteten Laserscan-DTM ergänzt.

Für die Modellierung des Überflutungsgebiets von **Sisseln** stand ein bestehendes topografisches Modell aus der Gefahrenkarte Fricktal zur Verfügung. Es umfasste sowohl das Gerinne der Sissle wie auch ihr potentiell Überflutungsgebiet. Das Modell wurde für unsere hydraulische Berechnung aufbereitet, wobei insbesondere folgende Arbeiten vorgenommen wurden:

- Ergänzung der Rheinsohle
- Überprüfung der Dammhöhe auf Seite Rhein
- Detaillierte Ausbildung der Schwelle bei der Sisslemündung
- Verdichtung des Sisslegerinnes mit Hilfe der neusten Querprofilaufnahmen vom 20.1.2009.

3.1.3 *Höhenkurven-Generierung*

Anhand des Laserscan-DHM wurden Höhenkurven mit 1 m Äquidistanz generiert und in das Geografische Informationssystem (GIS) eingelesen. Diese Höhenkurven dienten vor allem zur Beurteilung der Fliesswege und Abgrenzung der Überflutungsgebiete im steilen Bereich ausserhalb des hydraulischen 2D-Modells sowie zur manuellen Überprüfung und Verifikation der Ergebnisse der Wirkungsanalyse.

3.2 Ergänzende Terrainaufnahmen

Zur Überprüfung und Verdichtung der bestehenden topografischen Daten wurden folgende Terrainaufnahmen vorgenommen:

- Querprofilvermessung Sissle in Sisseln vom 20.1.2009 (im Rahmen eines Drittauftrags)
- Querprofilaufnahmen Rötbach und Sparbergbach Hottwil vom Februar 2009
- Querprofilaufnahmen bei den Pegeln Etzgen, Sulz und Rheinfeldern (Magdenerbach) vom Februar 2009
- Querprofilaufnahmen Magdenerbach, Wintersingerbach und Maispracherbach in Magden vom Mai 2009
- Querprofilaufnahmen Magdenerbach Rheinfeldern vom Mai 2009
- Querprofilaufnahmen Etzgerbach Etzgen vom Mai 2009
- Höhenaufnahmen in Rheinfeldern vom September/Oktober 2009 zwecks Verifikation von Hochwasserspuren
- Verifikation Damm-/Uferhöhen entlang des Rheins bei Full vom Oktober 2009
- Verifikation Damm-/Uferhöhen entlang des Rheins bei Koblenz vom November 2009
- Uferhöhen Sulzerbach in Rheinsulz vom Juli 2010

3.3 Gewässerquerprofile

3.3.1 Bäche

Aus der Gefahrenhinweiskarte standen innerhalb des Perimeters 64 punktuell ohne absolute Höhen aufgenommene Querprofile zur Verfügung. Diese wurden im Laufe der Arbeiten mit weiteren Querprofilen ergänzt. Die neuen Querprofile wurden auf folgende Arten erhoben:

- Sichtung des umfangreichen Archivmaterials bei der ALG in Aarau, Auswertung von insgesamt 24 Ausführungsprojekten und Gewässerstudien von den 1930er-Jahren bis zur Gegenwart. Die aus den Unterlagen herausgelesenen Querschnittsdaten wurden geografisch lokalisiert und verifiziert. Es kamen nur diejenigen Querschnitte zur Anwendung, welche heute noch unverändert vorhanden sind. Aktuelle Projekte durften nur dann berücksichtigt werden, wenn sie bereits genehmigt und finanziell gesichert sind. Die Querprofildaten bestehen meistens aus absoluten Höhen in Metern über Meer; ihre Lage in Landeskoordinaten musste aber auf dem GIS festgelegt werden.
- Ergänzende GPS-Aufnahmen und Tachymeter-Aufnahmen mit absoluten Höhen und Landeskoordinaten (siehe oben)
- Handvermessung, z.B. von Durchlassdimensionen ohne absolute Höhen und Koordinaten.

Für die Ereignisanalyse standen schliesslich die folgenden Bach-Querprofile zur Verfügung:

Punktuelle Querprofile (ohne absolute Höhe)	299
Querprofile für Staukurvenberechnung Etzgerbach (mit absoluter Höhe, ohne Zwischen-Querprofile)	20
Querprofile für Staukurvenberechnung Sparbergbach/Rötbach in Hottwil (mit absoluter Höhe, ohne Zwischen-Querprofile)	15
Querprofile für Staukurvenberechnung Wintersingerbach/Maispracherbach/Magdenerbach in Magden (mit absoluter Höhe, ohne Zwischen-Querprofile)	21
Querprofile für Staukurvenberechnung Magdenerbach in Rheinfeldern (mit absoluter Höhe, ohne Zwischen-Querprofile)	5
Querprofile für Staukurvenberechnung Möhlinbach in Bachtele/Magden (mit absoluter Höhe, ohne Zwischen-Querprofile)	6
Querprofile für Modellierung Mündungsbereich Sissle (in 2d-Modell integriert)	25
Querprofile für Grobmodellierung Mündungsbereich Ergolz	10
Total Haupt-Querprofile Bäche:	401

Abb. 9: Ausgewertete Haupt-Querprofile der Bäche (ohne Zwischenprofile)

3.3.2 Querprofile Flussgerinne Rhein und Aare

Die Modellierung des Gerinnes des Rheins (vgl. Kap.5.2) erfolgte auf der Basis der Flussbettaufnahmen vom September 2008. Die Querprofile des Flussschlauchs wurden im Abstand von höchstens 200 m aus dem Isohypsenplan dieser Aufnahmen erstellt und mit weiteren Informationen (Wehrbetreiber, ergänzende Aufnahmen, Projekte) ergänzt.

Für die Aaremündung stellte die Aarewerke AG Querprofile im Abstand von 100 m gemäss Aufnahmestand September 2007 zur Verfügung.

Das Modell der insgesamt 54.7 km langen Rheinstrecke und 1.5 km langen Aaremündung weist über **300 Haupt-Querprofile** auf.

4. HYDROLOGIE

4.1 Grundlagen, Gewässerabschnitte und Einzugsgebiete der Bäche

Die bestehende grobe Hydrologie aus der Gefahrenhinweiskarte genügte für die Anforderungen der Gefahrenkarte nicht mehr. Im Rahmen der Gefahrenkarte waren einerseits die massgebenden Abflussspitzen breiter abzustützen, zuverlässiger zu berechnen und für feiner unterteilte Gewässerabschnitte zu ermitteln. Andererseits benötigten die instationäre 2D-Berechnung und die Abschätzung von Retentionsmulden charakteristische Ganglinienformen.

Die Übersicht der hydrologisch relevanten Informationen ist in den Übersichtskarten Anhang 01 gegeben. Grundlage des Gewässernetzes ist das digital vorhandene Gewässernetz 1:5'000 des Fliessgewässerkatasters. Die massgebenden Abflusswerte HQ_{30} , HQ_{100} , HQ_{300} und Extremereignis EHQ wurden für insgesamt **134 Gewässerquerschnitte** ermittelt. Die entsprechenden Hydrologiequerprofile sind in der Regel am unteren Ende des jeweiligen Abschnittes angeordnet. Diese und die dazugehörigen 134 Einzugsgebiete sind ebenfalls in den Übersichtskarten ersichtlich.

Beim RADAG-Hinterwasserkanal in Full-Reuenthal sowie beim Heidigraben in Wallbach wurde nur das unmittelbar beitragende Einzugsgebiet berücksichtigt. Entfernter liegende Gebiete bis zur theoretischen Wasserscheide tragen hier nicht zum Hochwasser bei. Ebenso beim Delligraben Rheinfeld-Riburg: Sein Einzugsgebiet umfasst nur das von Drainagen abgedeckte Gebiet, wie es vom Ausbauprojekt definiert wurde. Überall sonst reichen die Einzugsgebiete bis zur topografischen Wasserscheide.

4.2 Abschätzung Abflussspitzen Bäche

4.2.1 Vorgehen

Das Ziel der hydrologischen Abschätzung ist die Bestimmung plausibler Werte für die Hochwasserereignisse HQ_{30} , HQ_{100} , HQ_{300} und EHQ (30-, 100- und 300-jährliches Hochwasser sowie äusserst seltenes Extremereignis). Die für die Gefahrenkarte zu berechnenden Szenarien sind gemessen am Erinnerungsvermögen seltene, grosse Ereignisse. Die Jährlichkeiten sind wesentlich höher als die üblichen Annahmen bei der Dimensionierung des Kanalisationsnetzes im Rahmen des GEP (dort ca. HQ_5 - HQ_{10}).

Die hydrologische Abschätzung von Abflussspitzen und ihrer Jährlichkeiten ist bekanntermassen mit statistischen Unsicherheiten verbunden. Dies gilt in erster Linie in denjenigen Einzugsgebieten, in denen keine direkten Abflussmessungen zur Verfügung stehen, was bei den allermeisten Bachabschnitten der Fall ist.

Um der statistischen Unschärfe gut begegnen zu können, wurde die Hochwasserabschätzung breit abgestützt, mit Hilfe folgender Methoden durchgeführt, nach ihrer Güte gewichtet, in einer Grafik zusammengetragen und daraus die plausiblen wahrscheinlichen Hochwasserwerte herausgezogen.

Von den 134 Bach-Einzugsgebieten wurden **49 Haupteinzugsgebiete** gemäss dem folgenden Vorgehen ausgewertet (Anhänge 06 bis 08):

- Hochwasserabschätzung nach Modell Kölla 1986, mit minimalen bzw. maximalen Annahmen bezüglich Abflussreaktion (Gewässerslänge, Bodeneigenschaften) und Niederschlagsdaten (altes oder neues Blatt 2.4 des hydrologischen Atlases der Schweiz).

- Empirische Hochwasserformel Geografisches Institut der Uni Bern GIUB, Gebiete M4 und M5, wobei dem Gebiet M4 aufgrund der höheren Stichprobenanzahl in der Auswertung eine grössere Zuverlässigkeit beigemessen wird.
- Empirische Hochwasserformeln aus Programm HAKESCH (Müller, Rickli und Forster für alle Einzugsgebiete, zusätzlich Modifiziertes Fließzeitverfahren und Taubmann für Einzugsgebiete $> 1 \text{ km}^2$).
- Empirische Verfahren aus Programm HQx_meso_CH (Momentenmethode, BaD7) für 11 Einzugsgebiete grösser als 5 km^2 an Bürerbach, Etzgerbach (2x), Fischingerbach, Magdenerbach, Maispracherbach, Sulzerbach (3x), Violenbach und Wintersingerbach.
- Hochwasserwerte HQ₂, HQ₃₀ und HQ₁₀₀ aus der Auswertung der Pegelstationen, auf den jeweiligen Gewässerstandort mit der Formel $HQ = a \cdot F^b$ übertragen (siehe unten Kap. 4.2.2).
- Synoptische Darstellung aller Hochwasserwerte als Punktwolke in einer Abfluss-Jährlichkeits-Grafik, optisch gewichtet nach der Güte des Verfahrens.
- Optische Einpassung einer möglichst gut passenden statistischen Verteilungsfunktion (Gumbel, log-Gumbel, Pearson III oder log-Pearson III) in die Punktwolke. Die Abflussspitzen HQ₃₀, HQ₁₀₀, HQ₃₀₀ ergeben sich für jeden Gewässerstandort aus dieser individuellen Verteilungsfunktion.
- Die Abflussspitze EHQ ist als $2 \times HQ_{100}$ definiert.

Die Abflusswerte von **80 Nebeneinzugsgebieten** wurden aus den Haupteinzugsgebieten im Analogieschluss mit der Formel $HQ = a \cdot F^b$ unter Verwendung des Koeffizienten a des jeweiligen Haupteinzugsgebietes bestimmt. Dabei wurde der Exponent $b = 0.58$ gemäss GIUB-Gebiet M4 verwendet.

Für fünf Gewässerabschnitte konnten die Abflusswerte direkt aus den **Gefahrenkarten** Fricktal und Basel-Landschaft übernommen werden:

- Querschnitt Q44 Dorfbach Leibstadt (Nr. 288 der GEKA Fricktal)
- Querschnitt Q35 Kaisterbach Kaisten (Nr. 252 der GEKA Fricktal)
- Querschnitt Q95 Sissle Sisseln (Nr. 250 der GEKA Fricktal)
- Querschnitt Q59 Möhlinbach Möhlin (Nr. 256 der GEKA Fricktal)
- Querschnitt Q137 Ergolz in Augst BL

4.2.2 Auswertung Pegelmessstationen

(siehe auch Anhang 05)

Für die hydrologische Auswertung von Abflussmessungen standen im Nahbereich des Untersuchungsgebiets folgende Pegelstationen zur Auswahl:

- Tägerbach in Wislikofen, Kt. AG Nr. 376: Übernahme der Hochwasserwerte aus der Gefahrenkarte Rhein Kaiserstuhl-Rietheim
- Etzgerbach in Etzgen, Kt. AG Nr. 360: alter Pegel und neuer Pegel, ausgewertete und korrigierte Messreihe 1980 - 2008
- Sulzerbach in Sulz, Kt. AG Nr. 361: korrigierte Messreihe 1980 - 2008
- Kaistenbach in Kaisten, Kt. AG Nr. 362: Übernahme der Hochwasserwerte aus der Gefahrenkarte Fricktal

- Sissle in Sisseln, Kt. AG Nr. 331: Übernahme der Hochwasserwerte aus der Gefahrenkarte Fricktal
- Möhlinbach in Möhlin, Kt. AG Nr. 372: Übernahme der Hochwasserwerte aus der Gefahrenkarte Fricktal
- Magdenerbach in Rheinfelden, Kt. AG Nr. 374: ausgewertete und korrigierte Messreihe 1980 - 2008
- Violenbach in Augst, Kt. BL Nr. 315: Übernahme der Hochwasserwerte aus der Gefahrenkarte Basel-Landschaft

Die unmittelbar innerhalb des Projektgebiets liegenden Pegel **Etzgerbach**, **Sulzerbach** und **Magdenerbach** wurden im Rahmen der vorliegenden Gefahrenkarte überprüft und statistisch mittels Frequenzanalyse ausgewertet. Beim Pegel Etzgerbach, der im Jahr 1999 etwa 100 m flussaufwärts verschoben wurde, erfolgte diese Nachprüfung und Auswertung sowohl für den alten wie auch für den neuen Pegel, womit die gesamte Messdauer von 1980 bis 2008 zur Verfügung stand.



Abb. 10: Pegel Etzgerbach Etzgen: links alter Pegel, rechts neuer Pegel

Vor der statistischen Auswertung erfolgte gemäss Pflichtenheft eine Überprüfung der Schlüsselkurven³ der vier Pegelstandorte (Etzgen: alter und neuer Pegel), da die bestehenden Schlüsselkurven nur auf eine beschränkte Anzahl eher kleiner Abflussmessungen beruhen. Die neuen Schlüsselkurven (vgl. Anhang 5) wurden mittels eines hydraulischen Modells nachgerechnet, wobei dessen Parameter so verändert wurden, dass sich die Kurve möglichst gut an die Messwerte anschmiegt. Damit wird eine bessere, hydraulisch begründete Extrapolation für grosse Hochwasserspitzen erreicht.

Beim Pegel Magdenerbach Rheinfelden ist der Knick in der Kurve, welcher durch die rechtsufrige Umströmung des Pegels ab ca. 10 m³/s entsteht, gut ersichtlich. Zumindest bei den grossen Hochwassern 1999 und 2007 hat diese Umströmung tatsächlich stattgefunden.

Inzwischen wurde die Pegelschwelle des Magdenerbachs umgebaut, so dass nun diese Umströmung nicht mehr stattfinden kann. Für die Abflussmessungen bis 2008 ist die Schlüsselkurve mit Umströmung jedoch anwendbar.

³ Schlüsselkurve: mittels Messungen und/oder hydraulischer Berechnung geeichte Beziehung des Wasserstands in Abhängigkeit zur Abflussmenge. Dient zur Umrechnung der Pegelstände in Abflussmengen.

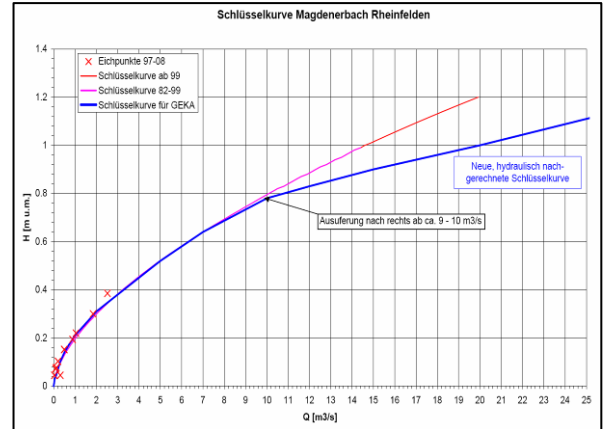
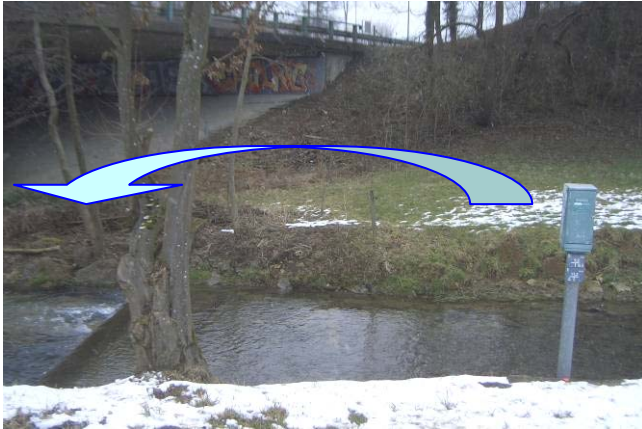


Abb. 11: Pegel Magdenerbach Rheinfelden: Knick in P/Q-Beziehung infolge Umströmung beim rechten Vorland (heute umgebaut).

Mit Hilfe der neu ermittelten Schlüsselkurven wurden bei allen vier Pegeln die Hochwasserabflussspitzen aus den gemessenen Pegelständen neu bestimmt. Mit den aktualisierten Messwerten erfolgte daraufhin eine **Frequenzanalyse**. Die Resultate sind in den Frequenzdiagrammen im Anhang 05 ersichtlich. Ebenfalls erkennbar ist die relativ grosse Streubreite für grosse Jährlichkeiten, welche aus den relativ kurzen Messreihen von nur 27 Jahren her rührt.

Die Resultate der Pegelauswertungen sind eine der wichtigen Informationen, aus denen die massgebenden Hochwasserabflüsse hergeleitet wurden (vgl. Kap. 4.2.4). Sie wurden mittels Analogieschluss auf die Haupteinzugsgebiete übertragen und sind in den Grafiken Anhang 06 als grüne Punkte enthalten. Der Analogieschluss erfolgte gemäss Tabelle im Anhang 05 nach der allgemeinen Regel:

- Bäche Full-Reuenthal und Koblenz: Mittelwert aus Pegeln Etzgerbach Etzgen und Tägerbach Wislikofen
- Bäche Schwaderloch, Mettauertal, Gansingen und Laufenburg: Mittelwert aus Pegeln Etzgerbach Etzgen und Sulzerbach Sulz
- Bäche Münchwilen, Stein, Schupfart, Obermumpf, Mumpf, Wallbach, Magden, Rheinfelden und Finstergraben Kaiseraugst: Mittelwert aus Pegeln Magdenerbach Rheinfelden und Möhlinbach Möhlin
- Bäche Olsberg und Violenbach Kaiseraugst: Pegel Violenbach Augst

Die Ergebnisse der Frequenzanalyse sowie ihre Übertragung auf die Haupteinzugsgebiete mittels Analogieschluss ergaben die grünen Punkte in den Grafiken Anhang 06.

4.2.3 Niederschlagsintensitäten und Abflussreaktionen

Die für die Einzugsgebiete charakteristischen Niederschlagsdaten wurden dem Blatt 2.4 des Hydrologischen Atlas der Schweiz entnommen und auf verschiedene Jährlichkeiten und Regendauern umgerechnet. Es existiert eine ältere und eine neue Version dieses Blattes, wobei die ältere eher die höheren Niederschlagsmengen liefert. Zur Variation der Abflusswerte wurden deshalb für die Fliesszeitenmethode nach Kölla beide Blätter verwendet.

Das Blatt 2.4 des Hydrologischen Atlases basiert auf den Niederschlagsdaten bis 1972 und berücksichtigt die neueren Grossereignisse nicht. Deshalb wurden die herausgelesenen Niederschlagsmengen in Absprache mit dem Auftraggeber pauschal um 15% erhöht.

Bei den meisten Bächen im Untersuchungsgebiet handelt es sich um eher kleine Einzugsgebiete. Das massgebende Niederschlagsszenario ist hier eine kurzzeitige, heftige Gewitterzelle

von 1 - 2 Stunden Dauer, welche örtlich eng begrenzt sein kann. Als Beispiele aus den letzten Jahren können genannt werden:

- Ruedertal Juni 2009
- Beinwil (Freiamt) Juni 2008
- Kaisten/Oeschgen Juni 2000

Die Gesamteinzugsgebiete des Magdenerbachs, des Fischingerbachs und des Etzgerbachs sowie die in der Gefahrenkarte Fricktal untersuchten Einzugsgebiete des Möhlinbachs und der Sissle sind mittelgrosse Einzugsgebiete, welche sowohl auf Gewitterereignisse wie auch auf langen Regen stark anspringen können.

Die Abflussreaktionen der Teileinzugsgebiete wurden aufgrund des Waldanteils, der Topografie (Steilheit, Rinnen), der Bodennutzung (Siedlungsgebiet, Strassen, Ackerbau) und wo möglich der Geologie abgeschätzt. Als wichtiger Bestandteil für die Einschätzung wurde die Bodeneignungskarte der Schweiz (1:200'000) beigezogen.

4.2.4 Ergebnisse natürliche Abflüsse

Die Abflusswerte aller 134 Einzugsgebiete sind in den Tabellen Anhang 08 zusammengestellt. Im nachfolgenden Diagramm ist der spezifische Abfluss in Abhängigkeit der Einzugsgebietsgrösse dargestellt.

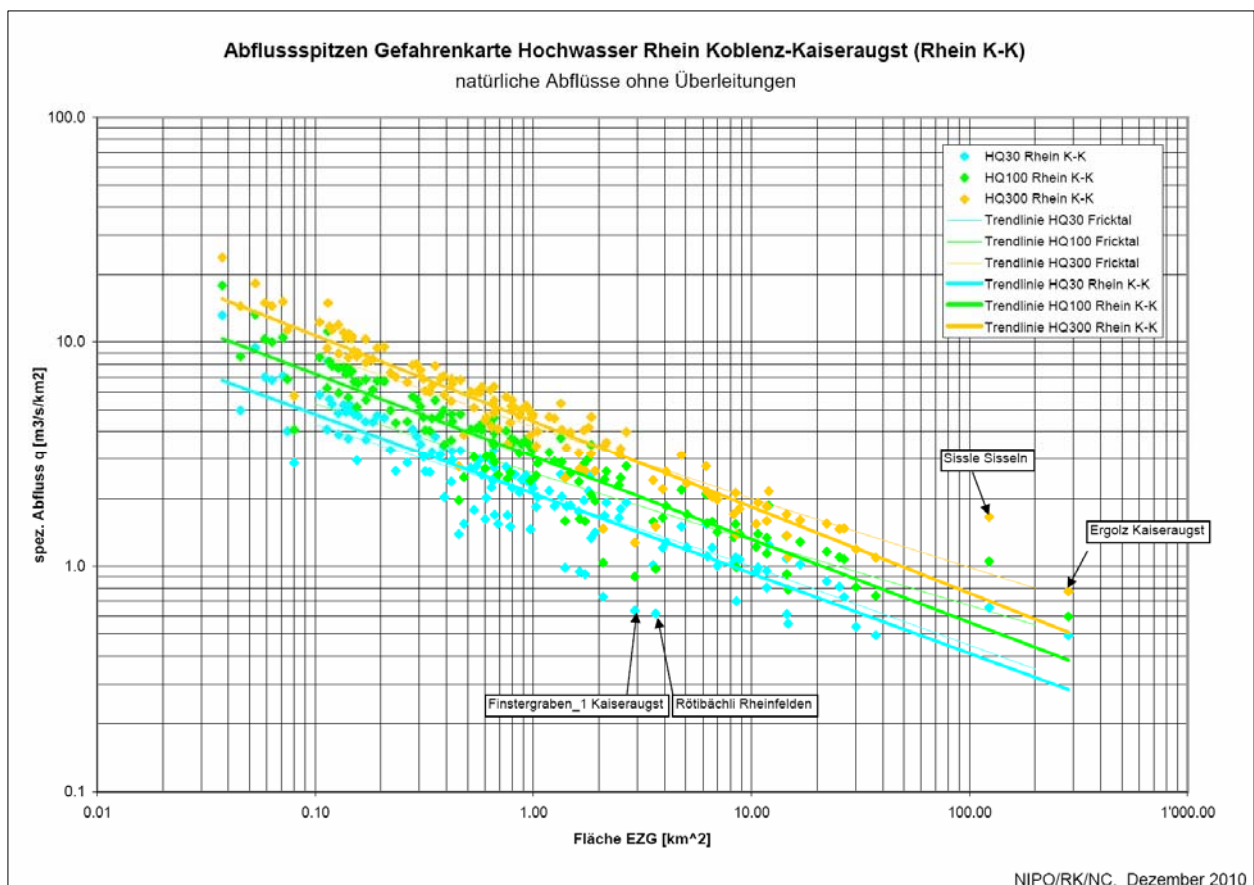


Abb. 12: Diagramm spezifische Abflüsse in Abhängigkeit der Einzugsgebietsgrösse

Ein Vergleich der Resultate mit denjenigen der Gefahrenkarte Fricktal zeigt eine gute Übereinstimmung.

4.2.5 Überleitungen; definitiv berücksichtigte Abflussspitzen

Vor allem im Siedlungsgebiet haben Strukturen, welche das Wasser quer über eine Einzugsgebietsgrenze von einem Einzugsgebiet in das andere leiten, einen Einfluss auf die Hochwasserspitzen. Es handelt sich meistens um quer zum Hang verlaufende Strassen oder grössere unterirdische Meteorleitungen.

Hauptstrassen, Quartierstrassen und zum Teil auch Feldwege bilden mit ihrem Quer- oder Dachgefälle, Bordsteinen und erhöhten Trottoirs flache Rinnen quer zum Hang, welche trotz ihres flachen Querschnitts beträchtliche Abflussmengen von einem Einzugsgebiet in das andere leiten können. Die maximale übergeleitete Wassermenge wurde mittels punktueller Abflussberechnung im Strassenprofil am Ort der Einzugsgebietsgrenze abgeschätzt.

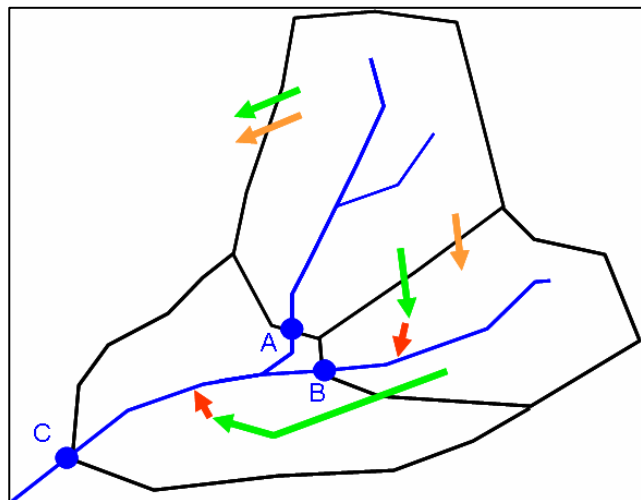
Die Siedlungsentwässerung vermag in überbauten Gebieten einen Teil des Regenwassers abzuführen und unterirdisch abzuleiten. Dieses Wasser gelangt erst bei Regenwasserüberläufen in die Bachläufe. Während der Versiegelungsgrad von Siedlungsflächen bereits in den Gebietseigenschaften der hydrologischen Abschätzung berücksichtigt ist, musste der hydraulische Einfluss der grossen Meteorleitungen von Hand aufgrund der GEP-Kanalisationspläne abgeschätzt werden. Dies erfolgte ebenfalls mit punktuellen hydraulischen Berechnungen aller Rohrleitungsstränge ab Kaliber 500 mm, welche die Einzugsgebietsgrenzen unterqueren.

Abb. 13: Schematische Darstellung möglicher Überleitungen:

gelb: oberflächlich, Strasse

grün: Meteorleitung GEP

rot: Rückfluss, Regentlastung



Die Autobahn A3 entwässert in der Regel direkt in den Rhein. Beim Grenzbach (Q66, Mumpf/Wallbach) wird angenommen, dass alles Oberflächenwasser aus dem Einzugsgebiet oberhalb der Autobahn von der Autobahntwässerung aufgefangen und separat in den Rhein fließt. Der Überleitungseffekt der Autobahn wird somit berücksichtigt, indem die Fläche über der Autobahn nicht zum Einzugsgebiet dazugezählt wird.

Beim Spitzgraben (Q65, Mumpf) wird hingegen der Überleitungseffekt der Autobahn hydraulisch berücksichtigt.

In der Tabelle 'Definitiv berücksichtigte Hochwasserspitzen in den Bächen' im Anhang 08 werden die Überleitungen von und nach den Einzugsgebieten dazu- bzw. abgezählt. Die gelben Spalten zeigen schliesslich die in der Ereignisanalyse definitiv berücksichtigten Hochwasserspitzen der 134 Einzugsgebiete im aktuellen Zustand Herbst 2010.

Vor allem im Siedlungsgebiet ist zu beachten, dass künftige Infrastrukturausbauten wie z.B. neue Quartierstrassen oder ein künftiger Ausbau der Siedlungsentwässerung einen Einfluss auf die Hochwasserspitzen der Bäche ausüben können.

4.3 Hochwasserganglinien

Für die instationäre Überflutungsberechnung wie auch für die Retentionsabschätzung in den Geländemulden waren charakteristische Ganglinienformen für das Kurzzeitereignis (Gewitter) herzuleiten. Dies erfolgte mittels Berechnung eines Niederschlags-Abfluss-Modells an folgenden typischen Einzugsgebieten:

- Q92: Bergbach, Schwaderloch (1.18 km²)
- Q40: Blauenbächli_2, Laufenburg (0.80 km²)
- Q72: Bustelbach, Stein/Münchwilen (1.92 km²)
- Q67: Heidigraben, Wallbach (1.73 km²)
- Q34: Finstergraben_1, Kaiseraugst (2.92 km²)

Jedes dieser Einzugsgebiete wurde so geeicht, dass einerseits die vorgängig ermittelte HQ₁₀₀-Spitze und andererseits der für das Einzugsgebiet abgeschätzte Direktabfluss-Anteil erreicht werden. Daraufhin wurde die Regendauer variiert. Die massgebenden Regendauern betragen zwischen 1 h und 3 h (Kurzzeitereignis, Gewitter).

Sämtliche Auswertungen sind im Anhang 07 zu finden. Die ermittelten typischen Ganglinien haben alle etwa die Jährlichkeit 100. Sie wurden mittels vertikaler Streckung/Stauchung auf die übrigen Jährlichkeiten angepasst.

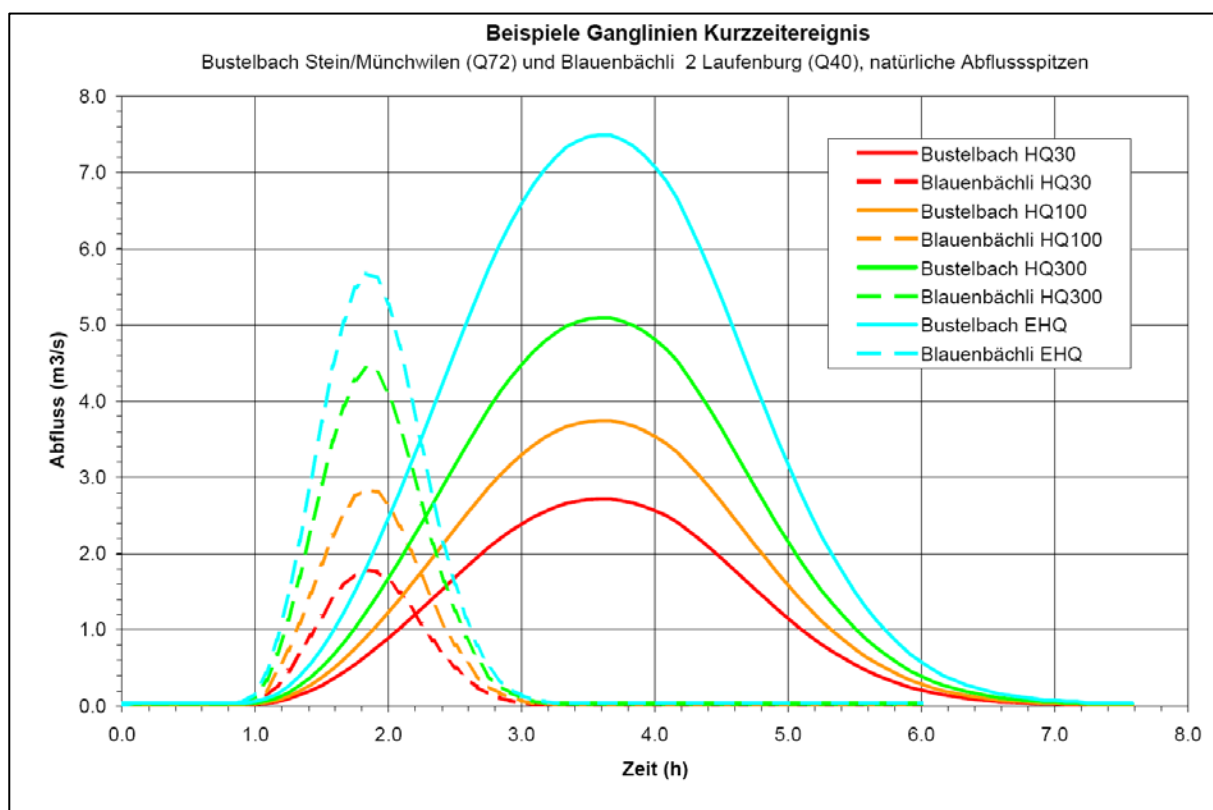


Abb. 14: Musterganglinien

Beispiele Bustelbach Stein/Münchwilen und Blauenbächli Laufenburg

4.4 Abflussspitzen Rhein und Aare

Zeitlich parallel zur Gefahrenkarte Hochwasser Rhein Koblenz-Kaiseraugst wurde im Rahmen der Studie "Aktualisierung des Hochwasserabfluss-Längsschnitts für den Hochrhein" die Hydrologie des Hochrheins neu ausgewertet. Die definitiven Werte gemäss Schlussbericht betragen:

Jährlichkeit	oberhalb Aaremündung	Full	Hauenstein (Etzgen)	Rheinfeldern
HQ ₃₀	1'940 m ³ /s	4'150 m ³ /s	4'190 m ³ /s	4'240 m ³ /s
HQ ₁₀₀	2'260 m ³ /s	4'540 m ³ /s	4'570 m ³ /s	4'630 m ³ /s
HQ ₃₀₀	2'570 m ³ /s	4'870 m ³ /s	4'910 m ³ /s	4'970 m ³ /s
EHQ	2'930 m ³ /s	5'230 m ³ /s	5'260 m ³ /s	5'320 m ³ /s

Tabelle 2: Abflussspitzen des Rheins (Stand August 2010⁴)

Für die Aare wurden die Hochwasserspitzen aus der Gefahrenkarte Aare Villigen-Klingnau verwendet:

Jährlichkeit	Oberhalb Mündung in den Rhein
HQ ₃₀	2'310 m ³ /s
HQ ₁₀₀	2'610 m ³ /s
HQ ₃₀₀	2'920 m ³ /s
EHQ	3'220 m ³ /s

Tabelle 3: Abflussspitzen der Aare

⁴ Für die hydraulische Modellierung des Rheins wurden provisorische Werte Stand Herbst 2009 verwendet, siehe Kap. 5.2 und Anhang 9.

5. EREIGNISANALYSE

Die Ereignisanalyse beschreibt die hydraulischen und morphologischen Prozesse entlang der Gewässerstrecken bei den massgebenden Hochwasserereignissen HQ₃₀, HQ₁₀₀, HQ₃₀₀ und Extremereignis EHQ. Für die steilen und für die flachen Gewässerstrecken kamen unterschiedliche Vorgehensweisen zur Anwendung.

5.1 Massgebende Prozesse

Im Rahmen der Untersuchung waren die Schadensprozesse Überflutung, Übersarung und Ufererosion zu prüfen. Als auslösende Prozesse kommen in Frage:

- Wasseraustritte aufgrund hydraulischer Überlastung
- Geschiebeauflandungen
- Übersarungen
- Verklausungen mit Treibholz und Geschwemmsel
- Ufererosion

In Absprache mit dem Auftraggeber wurde an allen untersuchten Gewässerstrecken die volle Hochwasserspitze gemäss Kap. 4.2.5 verwendet. Eine Retentionswirkung von oben liegenden Wasseraustritten wurde in der Ereignisanalyse nicht berücksichtigt.

5.2 Ereignisanalyse Rhein und Aaremündung

5.2.1 Abflüsse, Geschiebe, Schwemmholz und Erosion

Die berechneten Spitzenabflüsse und Ganglinien in Rhein und Aare wurden gemäss Kap. 4.4 und 5.2.5 sowie Anhang 09 festgelegt, wobei die provisorischen Abflüsse Stand Herbst 2009 verwendet wurden. Da sich diese nicht wesentlich von den definitiven Abflüssen Stand August 2010 unterscheiden, gelten die Ergebnisse der hydraulischen Modellierung ohne Einschränkung.

Gemäss den Resultaten der Studie Geschiebehaushalt Hochrhein weist der Rhein eine ausgeglichene Geschiebebilanz aus. Die geringe Geschiebezufuhr aus den Seitengewässern wird durch den Geschiebeabtrieb und den Rückhalt in den Stauräumen wieder wettgemacht. Aus diesem Grund wurde für die Modellierung von einer stabilen Gewässersohle ausgegangen.

Ebenso ist der Eintrag von Schwemmholz aufgrund von Stauhaltungen und Schwemmholzurückhalten in den Oberläufen stark reduziert, insbesondere in Bezug auf das Langholz. Auf zusätzliche Verklausungsszenarien konnte deshalb verzichtet werden.

Die Erfahrungen mit den vergangenen grossen Hochwassern haben gezeigt, dass die Gefährdung durch Ufererosion entlang der weitgehend verbauten Uferabschnitte gering ist. Die Erosionskraft des Wassers wird durch die Stauanlagen zumindest bei Hochwasser bis mittlerer Jährlichkeit über weite Strecken gebremst. Die Tosbecken unterhalb der Wehre sind massiv gesichert. Auf einen Eintrag in den Fliesstiefenkarten wurde verzichtet.

5.2.2 Hydraulisches Modell

(Detaillierter Modellbeschreibung vgl. Anhang 09)

Die hydraulische Berechnung des Rheins und der Aaremündung sowie des dazugehörigen Überflutungsgebiets wurde mit der Software MIKE-Flood durchgeführt. Das Modell besteht aus einem 1D-Teilmodell für die Flussgerinne und einem 2D-Teilmodell für das Überflutungsgebiet. Beide Teilmodelle sind dynamisch miteinander gekoppelt und werden in einem Rechengang mitsamt den Wasseraustritten und eventuellen Wasserrückflüssen berechnet.

Das 1D-Teilmodell besteht aus über 300 Flussquerprofilen für die Strecken vom Wehr Augst-Wyhlen bis oberhalb von Koblenz sowie von der Aaremündung bis zum Kraftwerk Klingnau (vgl. Kap. 3.3.2). Es stellt den Istzustand im Herbst 2009 dar, unter den folgenden Präzisierungen:

- Das neue Umgehungsgerinne und das neue Wehrkraftwerk der RADAG bei Bernau/Leibstadt sind bereits berücksichtigt.
- Im definitiven Modell ist die Unterwassereintiefung des neuen Kraftwerks Rheinfelden (in Fertigstellung) berücksichtigt. Im Eichmodell ist sie jedoch noch nicht modelliert, damit die Eichresultate mit den früheren Hochwasserspuren verglichen werden konnten.
- Das rechtsufrige neue Umgehungsgerinne des neuen Kraftwerks Rheinfelden kann im Hochwasserfall hydraulisch vernachlässigt werden.
- Neu vermessene Ufer- bzw. Dammhöhen bei Full und bei Koblenz.

Die Querprofile bzw. das 1D-Teilmodell reichen jeweils vom linken bis zum rechten Ufer und umfassen den gesamten hydraulisch wirksamen Fluss Schlauch. Das linke (schweizerische) Überflutungsgebiet wird im angrenzenden 2D-Teilmodell modelliert. Das rechte (deutsche) Überflutungsgebiet wird hydraulisch nicht berücksichtigt unter der Annahme, dass der entsprechende hydraulische Entlastungseffekt einer rechtsufrigen Überflutung vernachlässigt werden darf. Ebenso werden auf rechter Seite keine entlastenden Dammbüche angenommen.

Das linksufrige an das 1D-Modell angrenzende 2D-Modell des Überflutungsgebiets besteht aus einem äquidistanten Gitter mit einer Auflösung von 4 x 4 m und deckt die in den Fliesstiefenkarten markierten Bereiche ab. Es basiert auf dem aufbereiteten digitalen Terrainmodell gemäss Kap. 3.1. Relevante hydraulische Strukturen wie Durchlässe, Brücken etc. werden mit speziellen Modellstrukturen berücksichtigt. Die Oberflächenrauigkeit im 2D-Modellgebiet wird durch einen einheitlichen Rauigkeitsbeiwert von $k_{St} = 25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ abgebildet.

5.2.3 Kraftwerke und Brücken

Die Stauwehre der sechs Rheinkraftwerke Albruck-Dogern, Laufenburg, Säckingen, Ryburg-Schwörstadt, Rheinfelden und Augst-Wyhlen sind wichtige Randbedingungen und Kontrollquerschnitte für die Hydraulik des Rheins. In Absprache mit dem Auftraggeber sowie den Kraftwerken wurden folgende Szenarien angesetzt:

- HQ₃₀: alle Wehrfelder geöffnet; Turbinen in Betrieb
- HQ₁₀₀: ein Wehrfeld z.B. aus Revisionsgründen geschlossen; Turbinen abgestellt
- HQ₃₀₀: ein Wehrfeld z.B. aus Revisionsgründen geschlossen; Turbinen abgestellt
- EHQ: alle Wehrfelder geöffnet; Turbinen abgestellt

Die sich bei Hochwasser einstellenden Stauspiegel unmittelbar oberhalb der Wehre stammen aus den Kraftwerkskonzessionen bzw. aus ergänzenden Informationen der Wehrbetreiber und wurden als Abfluss-Wasserstand-Beziehungen berücksichtigt (vgl. Anhang 09).

Die aufstauende Wirkung der Rheinfelder Brücke wurde gemäss Istzustand mittels einer Abfluss-Wasserstand-Beziehung berücksichtigt, wobei Uhrzeit-referenzierte Fotoaufnahmen der Hochwasser 1999 und 2007 zur Verifizierung genutzt wurden. Alle übrigen Brücken weisen einen vernachlässigbaren Einstauereffekt auf. Aufgrund der eher geringen zu erwartenden Schwemmhölmengen und der grossen lichten Weiten zwischen den Brückenpfeilern war die zusätzliche Modellierung von Verklausungen nicht notwendig.

5.2.4 Kalibrierung (Eichung) des Flussgerinnemodells

Die Rauigkeitsbeiwerte des 1D-Modells des Rheins wurden mit zwei Kalibrierungsabflüssen geeicht (genaues Vorgehen vgl. Anhang 09). Als Eichgrössen standen tatsächlich beobachtete Hochwassermarken sowie die Daten der Kraftwerkskonzessionen zur Verfügung. Die Eichung ergab ein durchwegs gutes Resultat mit Abweichungen bis höchstens 10 cm.

5.2.5 Berechnungsszenarien

In Absprache mit dem Auftraggeber und in Übereinstimmung mit der Gefahrenkarte Aare Villigen-Klingnau waren für die Aaremündung pro Jährlichkeitsstufe zwei Szenarien zu rechnen, welche je nach Flussabschnitt bei gleicher Wahrscheinlichkeit unterschiedliche Wasserstände ergeben können:

Szenario Sz1: Das Hochwasser kommt hauptsächlich aus der Aare. Ein Aarehochwasser mit der Jährlichkeit X bei Untersiggenthal trifft auf ein etwas kleineres Hochwasser im Rhein bei Rekingen. Zusammen ergeben die beiden Flüsse wiederum ein Hochwasser der Jährlichkeit X im Rhein unterhalb des Zusammenflusses.

Szenario Sz2: Das Hochwasser kommt hauptsächlich aus dem Rhein. Ein Rheinhochwasser mit der Jährlichkeit X bei Rekingen trifft auf ein etwas kleineres Hochwasser in der Aare bei Untersiggenthal. Zusammen ergeben die beiden Flüsse wiederum ein Hochwasser der Jährlichkeit X im Rhein unterhalb des Zusammenflusses.

Flutwellen-Szenarien aufgrund eines Versagens von Stauhaltungen, insbesondere derjenigen des Schluchsees, waren nicht Bestandteil der Untersuchungen. In den Karten ist ein Hinweis auf eine entsprechende zusätzliche Gefährdung angebracht, aber nicht genauer quantifiziert.

Dammstrecken befinden sich bei Full und bei Sisseln. Nach Analyse der Wasserspiegellagen und gemäss den Informationen der Wehrbetreiber kann bei beiden Dämmen davon ausgegangen werden, dass ein Dammbbruch sehr unwahrscheinlich ist, solange es nicht zu einer Überströmung der Krone kommt.

5.3 Ereignisanalyse Seitengewässer

5.3.1 Modellierung flache Gewässerabschnitte

Entlang der **flachen Strecken der Bäche:**

- Röt- und Sparbergbach Hottwil
- Etzgerbach bei Etzgen
- Möhlinbach im Einstaubereich des Rheins
- Mündungsabschnitt des Magdenerbachs bei Rheinfeldern
- Magdener-, Wintersinger- und Maispracherbach in Magden

wurden auf der Basis von Querprofilenaufnahmen 1D-Staukurvenmodelle erstellt und berechnet, um die Einstauwirkung des Rheins sowie weiterer hydraulisch wirksamer Strukturen kor-

rekt zu berücksichtigen. Die Berechnung erfolgte mit dem Programm HEC-RAS unter Verwendung der aufbereiteten topografischen Daten gemäss Kap. 3.3. Die aufgenommenen Querprofile wurden zur korrekten hydraulischen Nachbildung des Gewässerlaufes sowie von Brücken und Durchlässen ergänzt und verdichtet.

Für den Mündungsbereich der **Ergolz**, welcher vor allem durch den Stauspiegel des Rheins beeinflusst wird und dessen potentielle Aargauer Überflutungsfläche klein ist, genügte in Absprache mit dem Auftraggeber ein grobes Staukurvenmodell. Dieses beruht nicht auf detaillierten Querprofilaufnahmen, sondern auf einer groben Schätzung der Querprofilgeometrie gemäss den Feldbeobachtungen und gemäss Schätzung der Geschiebeauflandungen im Mündungsbereich.

Der Mündungsabschnitt der **Sissle** wurde mit dem 2D-Modell aus der Gefahrenkarte Fricktal berechnet, welches sowohl den Gerinnebereich wie auch das Überflutungsgebiet umfasst. Das Modell wurde im Gerinnebereich mittels der neuen Querprofilaufnahmen vom Januar 2009 aktualisiert.

5.3.2 Einstau durch den Rhein

Neben der Aare mussten bei folgenden Seitengewässern, welche in einer Flachstrecke in den Rhein münden, ein Einstau durch den Rhein berücksichtigt werden:

- Ergolz in Kaiseraugst
- Magdenerbach in Rheinfelden
- Möhlinbach in Möhlin-Bachtele
- Fischingerbach in Mumpf
- Sissle in Sisseln
- Kaisterbach in Kaisten
- Sulzerbach in Rheinsulz
- Etzgerbach in Etzgen
- Dorfbach Leibstadt

Wegen der völlig unterschiedlichen Einzugsgebiete der Seitenbäche und des Rheins ist ein gleichzeitiges Zusammentreffen beider Hochwasserwellen äusserst unwahrscheinlich. In Diskussion mit dem Auftraggeber wurde deshalb pragmatisch festgelegt, dass für alle Jährlichkeiten der Seitenbäche ein **Rheinwasserspiegel HQ₃₀** angenommen wird.

5.3.3 Gerinnehydraulik und Abflusskapazität steile Gewässer

Die insgesamt 299 Querprofile der steilen Gewässerabschnitte wurden analog zum Vorgehen in der Gefahrenhinweiskarte mittels punktueller Hydraulik berechnet. Je nach der Art des Querschnittes und der örtlichen Verhältnisse wurde eine Normalabflussberechnung oder eine Durchlassberechnung ausgeführt, wobei folgende Querprofiltypen zu unterscheiden waren:

- Trapezprofil/Rechteckprofil offen
- Trapezprofil/Rechteckprofil Durchlass
- Kreisprofil Durchlass
- Bogenprofil Durchlass

5.3.4 Geschiebe und Übersarung

Die untersuchten flachen Bachabschnitte sind in der Regel nur wenig geschiebeführend. Eine detaillierte Geschieberegung war nicht notwendig. Auflandungstendenzen wurden wie folgt berücksichtigt:

- Rötzbach und Sparbergbach Hottwil: keine Auflandungstendenzen
- Etzgerbach Etzgen: kaum Auflandungstendenzen ersichtlich
- Sissle: aktuelle Gewässersohle gemäss Aufnahmen 2009
- Möhlinbach: Auflandungen gemäss aktueller Gewässersohle im Einstaubereich des Rheins
- Magdenerbach in Rheinfeldern: Keine Auflandungstendenz
- Magdener-, Wintersinger- und Maispracherbach in Magden: Auflandungstendenz bei Brücke Restaurant Blume mit aktueller Sohlenlage, ansonsten kaum Auflandungstendenzen ersichtlich
- Ergolz: grobe Abschätzung der Auflandungen im Mündungsbereich zwischen "Zeppelinbrücke" und Violenbachmündung.

Bei den kleinen steilen Bächen wurde eine mögliche Verstopfung durch Geschiebe analog wie eine Treibholzverklausung berücksichtigt.

Aufgrund der eher kleinen Geschiebepotentiale wurden nur wenige und eher kleine Übersarungsflächen ausgeschieden. Sie befinden sich alle in Bereichen mit einem markanten Übergang vom steilen ins flache Gefälle.

5.3.5 Verklausung

Bei grossen Hochwasserereignissen ab HQ₃₀ ist mit einem Aufkommen von Schwemmholz und sonstigem Geschwemmsel zu rechnen. Als mögliche Quelle kommt schwimmfähiges und nicht befestigtes Material entlang der Gewässer und im Überflutungsgebiet in Frage, z.B.:

- unterspülte und erodierte Uferbestockung
- Asthaufen, herumliegendes Totholz, Holzdepots (z.B. Holzscheiter) und Bauholz
- abgeschwemmte Silo- und Heuballen
- Laub, Heu und Grünabfälle (bei kleinen Querschnitten und engen Rechen gefährlich)
- Abfall, vor allem im Bachbett herumliegende Fremdgegenstände sowie Grünabfälle
- lose Steine unmittelbar vor engen Durchlässen

Die Primärmassnahmen Kap. 2.3 enthalten bereits einige Vorschläge zur Verkleinerung des Geschiebeaufkommens, welche im Rahmen des Gewässerunterhalts zu leisten sind. Sie können aber das Aufkommen von Schwemmholz und die Verklausungsgefährdung nicht ganz verhindern.

Die Verklausungsanfälligkeit der Querschnitte wurde gutachtlich abgeschätzt. Das Resultat ist in der Tabelle Anhang 11 aufgeführt. Zur Beurteilung kamen folgende Faktoren qualitativ zur Anwendung:

- Handelt es sich um einen Durchlass, eine Brücke oder um ein offenes Profil?
- Welche Grösse und Form weist der Querschnitt auf?
- Welches Freibord bezüglich Brückenunterkante ist beim entsprechenden Ereignis noch vorhanden?
- Bei Durchlässen: Wie ist die Form des Einlaufes? Ist ein Rechen vorhanden? Wie ist dieser beschaffen?

- Bei Brücken und Wehren: Ist ein Mittelpfeiler vorhanden? Wie ist die Rauigkeit und Struktur der Brückenuntersicht? Sind Werkleitungen angehängt, in denen sich Geschwemmsel verfangen kann?
- Ist mit einem namhaften Geschwemmselaufkommen zu rechnen?
- Geschwemmselpotenzial in den oberhalb liegenden Bachabschnitten (je näher zum Querschnitt desto massgebender)
- Gibt es unmittelbar oberhalb des Querschnittes einen weiteren verklausungsanfälligen Querschnitt, der Geschwemmsel auffängt?
- Bisherige Erfahrungen und Beobachtungen (v.a. massgebend für HQ₃₀).



Abb. 15: Beispiele von verklausungsgefährdeten Querschnitten

Links: lose Palette vor Durchlass (Bergbach Schwaderloch; Primärmassnahme)

Mitte: loses Schwemmholz vor engem Einlauf (Frauenholzbach Stein)

Rechts: beginnende Geschwemmselverstopfung an engem Rechen (Bustelbach Stein)

Rechen: An den zahlreichen engen Eindolungen und Brücken der Bäche kommt den Rechen besondere Bedeutung zu. Ein zweckmässig eingerichteter Rechen, der eine genügende Oberfläche und einen guten Stababstand⁵ aufweist, kann die Verklausungsgefährdung reduzieren. Ideal ist eine Rechenoberfläche, die ca. 5x grösser als der Durchlassquerschnitt ist und einen Stababstand von etwa $\frac{1}{3}$ - $\frac{1}{2}$ des Durchlassdurchmessers aufweist. Im Untersuchungsgebiet wurden aber auch Rechen mit zu feinem Stababstand und zu kleiner Oberfläche festgestellt, welche die Verklausungsgefahr eher erhöhen als verkleinern (siehe Abb. 15 rechts).

Auf eine Schätzung der Eintretenswahrscheinlichkeit der Verklausungen wurde aufgrund fehlender quantifizierbarer Parameter verzichtet. Als verklaust wurden diejenigen Querschnitte angenommen, die mit grosser Wahrscheinlichkeit zuschlagen (örtliche Eintretenswahrscheinlichkeit $\approx 100\%$).

⁵ Meistens ist der Stababstand zu klein, sodass der Rechen zu viel Geschwemmsel zurückhält, das eigentlich den Durchlass noch problemlos passieren könnte.

5.3.6 Ufererosion, Rutschhänge

Die Bachstrecken mit potenzieller Ufererosion wurden für jede Jährlichkeit gutachtlich nach folgenden Aspekten ermittelt:

- bisherige Erfahrungen und Beobachtungen
- Begutachtung des Uferzustands und der Verbauung
- Strömungsexposition des Ufers
- allfällige Tendenz zur Sohlenerosion, dadurch Gefahr eines Nachrutschens des Ufers
- allfällige Kenntnisse über den Untergrund

Dabei kam in der Regel das folgende Beurteilungsschema zur Anwendung:

Potenzielle Ufererosion bis HQ₃₀:

- Stellen, an denen in der Vergangenheit Erosionsschäden auftraten und die seither nicht verstärkt wurden,
- Stellen, an denen Anzeichen einer latenten Ufererosion sichtbar sind,
- Besonders strömungsexponierte Ufer an Prallhängen ohne Erosionsschutz.

Potenzielle Ufererosion bis HQ₁₀₀, zusätzlich:

- Strömungsexponierte Ufer steiler Bäche mit leichter Verbauung,
- Ufer in Abschnitten mit deutlicher Tendenz zur Sohlenerosion.

Potenzielle Ufererosion bis HQ₃₀₀, zusätzlich:

- Alle strömungsexponierten Ufer in steilen Bächen

Beim Extremereignis ist in praktisch allen Uferabschnitten Ufererosion möglich.

Die Erosionsintensität wurde nicht quantifiziert. Die Bachläufe sind nicht starker Seitenerosion unterworfen. Zumindest für häufige Ereignisse HQ₃₀ bis HQ₁₀₀ sind nur wenige Stellen vorhanden, wo die Ufererosion grössere Ausmasse annehmen kann.

Entlang des Fischingerbaches zwischen Mumpf und Obermumpf sowie an zahlreichen Stellen entlang der SBB-Linie und der Autobahn in Mumpf, Stein und Münchwilen können bei Starkniederschlägen Rutschungen auftreten. Diese Gefährdung sowie die daraus hervorgehenden möglichen Sekundäreffekte wie z.B. Aufstau eines blockierten Gewässers sind in der vorliegenden Gefahrenkarte nicht quantifiziert.

5.3.7 Wellen und Freibord

Bei Hochwasserereignissen entstehen in den Gerinnen teilweise hohe Fliessgeschwindigkeiten. Bei Abflusshindernissen können dadurch Wellen auftreten, welche höher als der theoretisch berechnete Wasserspiegel sind. Diese Wellen können dazu führen, dass Durchlässe und Brücken früher hydraulisch zuschlagen⁶ als bei glattem Wasserspiegel.

Eine Berücksichtigung der Wellenbildung durch Reduktion des Durchlass- oder Brückenquerschnitts war nach unserer Ansicht nicht gestattet, da dies eine Verfälschung der Abflusskapazität sowohl des offenen Zustands wie des zugeschlagenen Zustands bewirken würde. Erfahrungsgemäss können zugeschlagene Brücken und Durchlässe, sofern sie nicht durch Geschwemmsel verstopft werden, unter Druckabfluss wesentlich mehr Wasser abführen als im offenen Zustand.

⁶ hydraulisch zuschlagen = ganzer Abflussquerschnitt gefüllt, kein freier Wasserspiegel, Druckabfluss.

Sowohl bei der punktuellen hydraulischen Berechnung wie auch bei der Staukurvenrechnung wurden Brücken und Durchlässe, sobald sie hydraulisch zuschlagen, unter Druckabfluss berechnet und dabei der volle Querschnitt berücksichtigt, sofern sie nicht verklaust werden. Der Einfluss der Wellen wurde lediglich zur Bestimmung des *Zeitpunkts* des hydraulischen Zuschlagens berücksichtigt.

Entlang offener Strecken führen Wellen meist noch nicht zu massiven Wasseraustritten und können daher keine grossflächigen Überflutungen verursachen ("Überschwappen"). Aus diesem Grund wurden Wasseraustritte erst dort angenommen, wo der Wasserspiegel (und nicht die Energielinie) über die Ufer steigt und es somit zu deutlichen Wasseraustritten kommen kann. Damit werden die Wasseraustritte nicht zu pessimistisch eingeschätzt.

5.4 Resultate der Ereignisanalyse

5.4.1 Hydraulische Längenprofile

Für die Flüsse und die flachen Gewässerstrecken sind im Anhang 10 die Ergebnisse der 1D-Wasserspiegelberechnungen in Form von tabellarischen und grafischen Längenprofilen wiedergegeben. Der Vergleich der Wasserspiegellagen mit den Uferhöhen gibt Aufschluss über vorhandene Kapazitätsengpässe und Wasseraustrittsstellen.

5.4.2 Ergebnisse für die Bäche

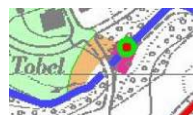
Die Resultate der Ereignisanalyse der Bäche, die hydraulische Kapazität sowie die Verklausungsanfälligkeit, sind in der Tabelle Anhang 11 für jedes untersuchte Bachquerprofil zusammengefasst. Die steilen Bachabschnitte sind im oberen Teil, die flachen Bachquerschnitte von Sparbergbach, Rötzbach, Etzgerbach, Möhlinbach, Magdenerbach, Wintersingerbach, Maispracherbach und Ergolz im unteren Teil der Tabelle aufgeführt. Ein Austritt ist dann gegeben, wenn die bordvolle Abflusskapazität überschritten wird, d.h. wenn der Wasserspiegel über die Uferhöhe/Dammhöhe steigt.

In den Fliesstiefenkarten Beilagen 1-4 sind alle untersuchten Bachquerschnitte als grüne oder rote Punkte lokalisiert.

Grüner Punkt: genügende Abflusskapazität,
keine Verklausung
→ kein Wasseraustritt



Grüner Punkt und kleiner roter Punkt:
genügende Abflusskapazität, aber
Verklausung wahrscheinlich
→ Wasseraustritt



Roter Punkt: ungenügende Abflusskapazität
und evtl. zusätzliche Verklausung
→ Wasseraustritt



Es wird daran erinnert, dass die Resultate der Ereignisanalyse (Anhang 11 und rote/grüne Punkte in den Fliesstiefenkarten Beilagen 1-4) die Abflusskapazität bezüglich der vollen, unentlasteten Hochwasserspitze gemäss Kap. 4.2.5 wiedergeben, ohne Berücksichtigung allfälliger oben liegender Wasseraustritte.

5.4.3 Sissle und Ergolz

Die Sissle wurde in einem integralen 2D-Modell, welches auch das Überflutungsgebiet in Sisseln umfasst und die Wasserspiegellage im Rhein berücksichtigt, berechnet. Die Berechnungen ergaben, dass der Staufluss des Rheins nur wenig weit über die Mündungsschwelle hinauf reicht. Oberhalb davon entspricht die im Rahmen dieser Gefahrenkarte ermittelte Gefährdungssituation derjenigen der Gefahrenkarte Fricktal, weshalb die Letztere ihre Gültigkeit behält. Auf eine nochmalige Darstellung wird deshalb in dieser Gefahrenkarte verzichtet.

Die Ergolz wurde nur mit einer groben Staukurve berechnet. Die Resultate dieser Grobabschätzung sind in Anhang 10 zusammengestellt und zeigen, dass selbst bei EHQ ein Wasseraustritt nach links in das kleine Überflutungsgebiet unwahrscheinlich ist. Es wird angenommen, dass die Ergolz im Rahmen der Gefahrenkarte Basel-Landschaft genauer untersucht wird.

5.4.4 Rhein und Aaremündung

Bei Rhein und Aaremündung erübrigte sich eine Bezeichnung der Profile mit Wasseraustritten, da hier die Wasseraustritte aufgrund der dynamischen Koppelung der Teilmodelle kontinuierlich erfolgen, falls der Wasserspiegel über das Ufer steigt. Sie gelangen direkt in das angrenzende 2D-Modell des Überflutungsgebiets (vgl. Wirkungsanalyse Kap. 6 und Fliesstiefenkarten).

6. ÜBERFLUTUNGSFLÄCHEN (WIRKUNGSANALYSE)

Die Wirkungsanalyse beschreibt die Vorgänge der Überflutung ausserhalb der Gewässerstrecken, welche durch die in der Ereignisanalyse ermittelten Wasseraustrittsstellen hervorgerufen werden. Das Ziel war, die Überflutungsflächen sowie die Fliesstiefen für die massgebenden Hochwasserereignisse HQ₃₀, HQ₁₀₀, HQ₃₀₀ und das Extremereignis EHQ zu ermitteln und abzugrenzen.

6.1 Wirkungsanalyse Rhein und Aaremündung

6.1.1 Überflutungsmodell

(Detaillierter Modellbescrieb vgl. Anhang 09)

Rhein und Aaremündung wurden mit einem gekoppelten 1D-2D-Modell berechnet. Sobald der Wasserspiegel im 1D-Modell über die Uferhöhe steigt, fliessen die Wasseraustritte automatisch und kontinuierlich in das 2D-Überflutungsmodell der Überflutungsebene. In gleicher Weise vollziehen sich eventuelle Rückflüsse, sobald der sich aufstauende Wasserspiegel im Überflutungsgebiet höher steigt als das Ufer und als der Wasserspiegel im Fluss.

Es wurde nur das linke (schweizerische) Überflutungsgebiet modelliert. Das 2D-Modell besteht aus einem äquidistanten Gitter mit einer Auflösung von 4 x 4 m und deckt die in den Fliesstiefenkarten markierten Bereiche ab. Es basiert auf dem aufbereiteten digitalen Terrainmodell gemäss Kap. 3.1. Relevante hydraulische Strukturen wie Durchlässe, Brücken etc. werden mit speziellen Modellstrukturen berücksichtigt. Die Oberflächenrauigkeit im 2D-Modellgebiet wird durch einen einheitlichen Beiwert von $k_{St} = 25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ abgebildet.

6.1.2 Szenarien für die Überflutungsberechnung

Die Berechnungsszenarien für das gekoppelte 1D-2D-Modell sind in Kap. 5.2.5 beschrieben. Nach Diskussion mit dem Auftraggeber wurde in den Dammstrecken von Full und Sisseln auf die Modellierung von Dammbreschen verzichtet.

Rheindamm bei Full: Gestützt auf die Informationen des Kraftwerkbetreibers und der topografischen Nachmessung der Dammkrone wird für die Gefahrenkarte angenommen, dass zumindest **bis zum HQ₃₀₀** keine Überströmung und kein geotechnisches Dammversagen zu erwarten ist, wobei aber insbesondere Letzteres schwierig vorherzusagen ist. Würde sich beim HQ₃₀₀ dennoch ein geotechnisches Versagen ergeben, so würde das Bild der Überflutung etwa demjenigen des Extremereignisses EHQ (Fliesstiefenkarte Nr. 4 Ost) entsprechen.

Beim **Extremereignis EHQ** werden der Damm und das Ufer bei Full überströmt. Die dabei ausgewiesene Überflutung stammt aus der Überströmung des Ufers ohne Dammbresche. Im Falle einer Breschenbildung würden sich ausser im Nahbereich der Dammbresche etwa dieselben Fliesstiefen ergeben, da sich das Wasser in der Geländemulde etwa bis zu derselben, durch den Rückfluss bestimmten Höhe aufstauen würde.

Rheindamm bei Sisseln: Der Hochwasserspiegel des Rheins wird durch die Staukurve des Rheinkraftwerks Säckingen bestimmt. Die berechneten Hochwasserspiegel am Rheindamm bei Sisseln liegen für das HQ₃₀ bis zum Extremereignis EHQ lediglich 1 - 1.5 m höher als der Normalwasserspiegel. Selbst bei einem EHQ ist immer noch ein Freibord von etwa 0.5 m gegeben. Aus diesen Gründen werden, unter der Voraussetzung der Modellierungsannahmen am Wehr Säckingen (vgl. Kap. 5.2.5), eine Überströmung und ein geotechnisches Versagen des Rheindamms bedingt durch ein Rheinhochwasser als unwahrscheinlich eingeschätzt.

6.2 Wirkungsanalyse Seitengewässer

6.2.1 Szenarien für die Überflutungsberechnung

Die hydrologischen Hauptszenarien sind die massgebenden Hochwasserereignisse HQ₃₀, HQ₁₀₀, HQ₃₀₀ und EHQ.

Die für die Bestimmung der Überflutungsflächen massgebenden Wasseraustritte ergeben sich aus der Ereignisanalyse und werden durch die Querprofile mit ungenügender Abflusskapazität oder mit einer beim entsprechenden Ereignis wahrscheinlichen Verklausung definiert. Diese Querprofile sind in den Kartenbeilagen 1 - 4 (Fliesstiefenkarten) sowie in den Schutzdefizitkarten als rote Punkte gekennzeichnet und in den Tabellen Anhang 11 aufgeführt.

In Absprache mit dem Auftraggeber wurde die abflussdämpfende Wirkung von bachaufwärts liegenden Wasseraustritten wie folgt berücksichtigt:

- In der **Ereignisanalyse** (Kap.5) erfolgte die Berechnung der Abflusskapazität der Gewässerquerschnitte mit der unentlasteten hydrologischen Hochwasserspitze ohne Berücksichtigung der oben liegenden Wasseraustritte. Diese Resultate sind in den Fliesstiefenkarten Beilagen 1-4 als rote und grüne Punkte wiedergegeben.
- Für die Abgrenzung der Überflutungsflächen berücksichtigt die **Wirkungsanalyse** jedoch nur die Entlastungswirkung von oben liegenden Querschnitten. Wird ein unten liegender Querschnitt durch einen Wasseraustritt weiter oben ausreichend entlastet, so wird an diesem Querschnitt keine zusätzliche Überflutungsausbreitung angenommen. Eine Überflutungsausbreitung erfolgt nur dann, wenn die Abflusskapazität des unten liegenden Querschnitts noch geringer als diejenige des oben liegenden Querschnitts ist.

Bei künftigen Gewässerausbauten (vgl. Massnahmen Kap. 8.5.1) ist zu beachten, dass der Ausbau von oben liegenden Engpässen zu einer zusätzlichen hydraulischen Belastung von unten liegenden Engpässen führen könnte.

Dammbrüche spielen an den Seitenbächen keine Rolle.

6.2.2 Hydraulische Überflutungsmodelle der Seitenbäche

Überall dort, wo aufgrund der flachen oder komplizierten Topografie eine manuelle Abgrenzung nicht mehr möglich war, wurde die Überflutung mittels numerischer 2D-Modellierung mit einem Finite-Elemente-Modell berechnet. Es waren folgende fünf Flächen zu modellieren: Wallbach-Mumpf, Stein-Münchwilen, Sisseln, Kaisten-Laufenburg und Schwaderloch.

Auf der total 651 ha messenden Fläche aller fünf Modelle garantieren ca. 377'000 Punkte und ca. 749'000 Dreieckelemente, dass die Modelle die Terrainoberfläche genügend genau nachbilden.

Für die Modelle Wallbach-Mumpf, Stein-Münchwilen, Kaisten-Laufenburg und Schwaderloch diente der ausgedünnte Laserscan-Datensatz gemäss Kap. 3.1 als Grundlage für die Modellierung. Es wurde sichergestellt, dass alle überflutungsrelevanten Geländestrukturen berücksichtigt sind. Da es sich um Überflutungen ohne dynamische Interaktion mit den Bachläufen handelt, konnten die Überflutungsmodelle als reine Ebenenmodelle erstellt werden. Eine Integration der Bachläufe in das Modellnetz war deshalb nicht notwendig.

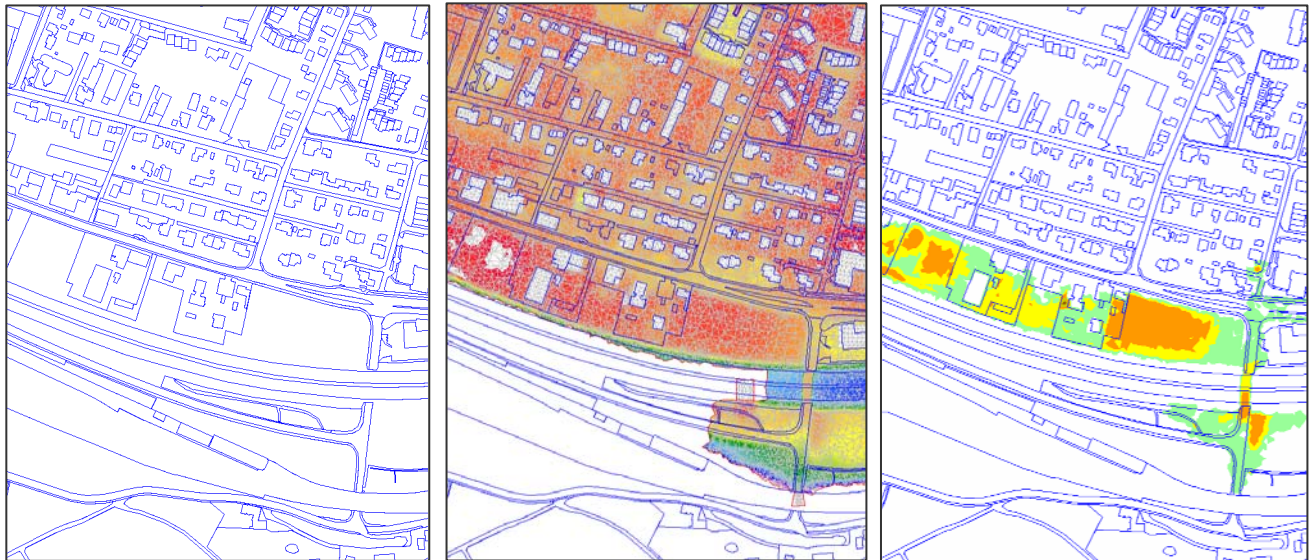
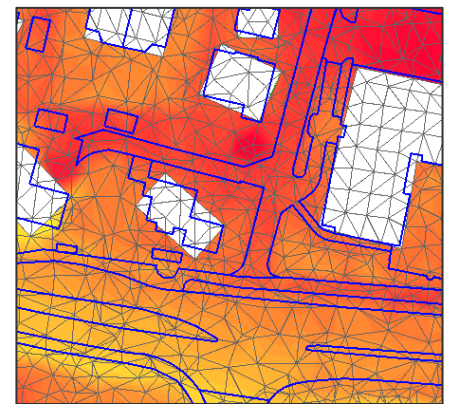


Abb. 16: Ausschnitt Finite-Elemente-Modell bei Stein/Münchwilen
 Von den Rohdaten (links; Bruchkanten) über das Modell-
 netz (Mitte) zu den hydraulischen Berechnungen (rechts).
 Rechts unten: Detailausschnitt Dreiecksvermaschung.



Als Grundlage für das Modell Sisseln diente das Modellnetz der Gefahrenkarte Fricktal. Dieses wurde auf den interessierenden Perimeter zurechtgeschnitten, im Bereich des Gerinneschlauches mit den aktuellen Querprofilaufnahmen Januar 2009 inklusive Mündungsschwelle ergänzt und verdichtet sowie mit dem Rheingerinne als Randbedingung versehen.

6.2.3 Randbedingungen 2D-Modelle

Als obere Randbedingungen wurden Abflussganglinien eingespeist. Da die Modelle Wallbach-Mumpf, Stein-Münchwilen, Kaisten-Laufenburg und Schwaderloch die Bachgerinne nicht beinhalten, durfte dort nur derjenige Abflussanteil ins Modell eingespeist werden, welcher aus dem Bach austritt und in das Überflutungsgebiet gelangt. Diese Wasseraustritte wurden vorgängig in der Ereignisanalyse abgeschätzt.

Beim Modell Sisseln wurde der Einfachheit halber ein konstanter Spitzenabfluss über eine Stunde berechnet (Abflussspitze der Sissle aus GEKA Fricktal).

Als untere Randbedingung wurde bei allen Modellen ein virtuelles Wasserbecken mit dem Wasserspiegel des Rheins angefügt. Bei den Modellen Stein-Münchwilen und Kaisten-Laufenburg spielte dieser keine Rolle, da die Überflutung der Seitenbäche dort unabhängig vom Rhein ist.

6.2.4 Berechnung und Resultatauswertung 2d-Modelle

Die Berechnung erfolgte mit dem Programm TELEMAC-2d instationär für strömende und schiessende Abflüsse. Das Trockenfallen und Benetzen von Flächen wird mittels einer numerisch stabilen Methode unterstützt, was für die Berechnung von wenig tiefen Überflutungen von besonderem Vorteil ist.

Als Resultat ergaben sich für jeden Geländepunkt und für jedes Szenario die maximale Wassertiefe und Überflutungsintensität (Wassertiefe und Fliessgeschwindigkeit) während des Durchgangs der Hochwasserganglinie.

Die aus der Auswertung entstandenen Flächen wurden anhand unserer Ortskenntnisse verifiziert und wenn nötig korrigiert.

6.2.5 Abgrenzung der Fliesstiefen entlang der steilen Bachabschnitte

In den übrigen Gebieten entlang der steilen Bachabschnitte erfolgte die Abgrenzung der Überflutungsflächen und -intensitäten mittels der Methode der Flieswege im Feld. Bei dieser Methode werden die Überflutungsausbreitung und -abgrenzung manuell und gutachtlich ohne numerische Simulationen bestimmt. Die während Feldbegehungen und Auswertungen des Digitalen Höhenmodells (1 m-Höhenkurven) analysierten Gefällsverhältnisse sowie die zahlreichen vorhandenen topografischen Strukturen, wie z.B. Randsteine, Mäuerchen, Hausmauern, Gräben, Wälle, bestimmen sowohl die Fliessrichtung des Wassers wie auch die Begrenzung der Überflutung. Sie können im eher steilen Gelände relativ einfach und zuverlässig erkannt werden.

Überall dort, wo die Überflutungsausbreitung aufgrund von extrem kleinen Geländestrukturen nicht zuverlässig vorausgesagt werden konnte, musste der ganze Bereich einer möglichen Überflutung mit sehr geringer Fliesstiefe gekennzeichnet werden. Das heisst nicht, dass die ganze Fläche bei einem Hochwasserereignis überstrichen wird. Das Wasser kann sich vielmehr innerhalb dieser Fläche einen Fliesweg suchen und mit wenigen cm Fliesstiefe dem Gefälle nach abfliessen.

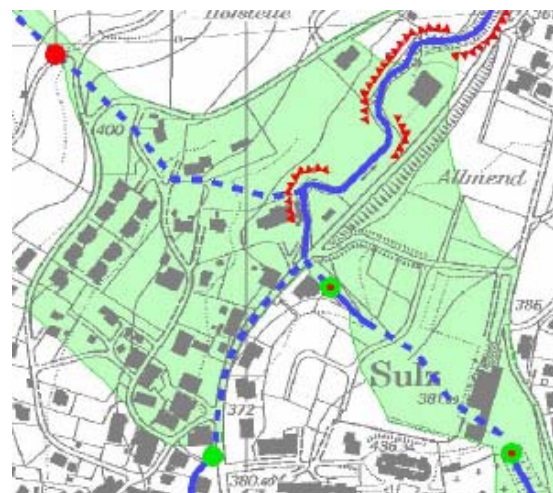


Abb. 17: *Fein strukturierte Topografie am Hang, in der die Flieswege nicht genau vorausgesagt werden können. (Voreggächli und Chilchtalbach, Laufenburg Ortsteil Sulz)*

Zur Abschätzung der Wassertiefen und Fliessgeschwindigkeiten wurde an ausgewählten Punkten eine punktuelle hydraulische Berechnung durchgeführt. Diese ergab in den meisten Fällen eine geringe Fliesstiefe ≤ 0.25 m, sofern kein Aufstau an Geländeerhebungen zu berücksichtigen war.

6.2.6 Berücksichtigung von Retentionsmulden

An einigen Stellen verläuft die Überflutung durch Geländemulden. Diese Mulden leiten die Überflutung erst weiter, wenn ihr Rückhaltevermögen erschöpft ist. Es kann also sein, dass eine Überflutung in einer Mulde zum Stillstand kommt und gar nicht mehr weiterfließt. In diesem Fall hat die Mulde einen Einfluss nicht nur auf den Hochwasserabfluss, sondern auch auf die Ausdehnung des Überflutungsgebiets.

In den Gebieten mit 2D-Modellierung wird dieser Rückhalteeffekt durch die instationäre Berechnung automatisch berücksichtigt. In folgenden steilen, manuell abgegrenzten Gebieten waren diese Prozesse jedoch separat zu beurteilen, wobei neben den Kurzzeitereignissen auch länger dauernde Niederschläge massgebend sein können:

- Finstergraben Kaiseraugst: Versickerungsbecken und nachfolgende Geländemulden südlich und nördlich der Autobahn. Kurzzeit- und Langzeitereignis. Überlaufen des Versickerungsbeckens bereits bei HQ₃₀.
- Wyssbrännli Rheinfelden: Geländemulden südlich der SBB. Langzeitereignis. Überlaufen der Geländemulden ab EHQ nach Norden.
- Delligraben Rheinfelden Riburg: Unterführung der neuen Umfahrungsstrasse. Langzeitereignis. Die Unterführung überläuft selbst bei einem EHQ nicht.
- Kiesgrube Chislig Wallbach: Geländemulde im heutigen nicht aufgefüllten Zustand. Kurzzeit- und Langzeitereignis. Die Kiesgrube überläuft im heutigen Zustand bis zu einem EHQ nicht. Voraussetzung ist allerdings, dass sie nicht vollständig aufgefüllt wird. Bei EHQ fließt ein Teil des Wassers seitlich an der Kiesgrube vorbei.



Abb. 18: Kiesgrube Chislig in Wallbach im aktuellen Zustand 2009.
Überflutung kommt vom Waldrand her.

- Mumpf: Ein Retentionsbecken südlich der SBB und Retentionsmulde auf den Fahrbahnen der Autobahn. Langzeitereignis. Die Retentionsmulde südlich der SBB überläuft ab einem HQ₁₀₀. Die Autobahn wird ab HQ₁₀₀ mit steigendem Wasserstand überflutet.
- Breite Obermumpf: Geländemulde vor Siedlungsgebiet. Langzeitereignis. Überlaufen der Mulde ab HQ₁₀₀.

- Bahnhof Stein: Retentionsvermögen des Geländes beim Bahnhof. Langzeitereignis. Weiterfliessen auf die Autobahn ab EHQ.
- RADAG-Binnenkanal Full: Retentionsvermögen der Geländemulde vor dem Pumpwerk. Kurz- und Langzeitereignis unter Berücksichtigung der Dammsickerung und der Leistung des Pumpwerks (Annahme: alle Pumpen in Betrieb). Zunehmender Einstau von 309.6 müM bei HQ₃₀ bis 310.0 müM bei Extremereignis EHQ.

6.3 Ergebnisse der Wirkungsanalyse, Fliesstiefenkarten

Die Ergebnisse der Wirkungsanalyse sind in den Kartenbeilagen 1 - 4 (Fliesstiefenkarten) wiedergegeben. Diese stellen gemäss den Anforderungen des Pflichtenhefts die Wassertiefen in verschiedenen Stufen dar. Die Flächen wurden manuell kontrolliert, bereinigt und generalisiert, wobei Kleinstflächen < 100 m² jeweils einer Nachbarfläche zugeordnet wurden.

6.3.1 Rhein und Aaremündung

Die Ausuferungen und Überflutungen erfolgen in der Regel kontinuierlich je nach Wasserstand in den Flussgerinnen. Die Fliesstiefen nehmen mit zunehmender Jährlichkeit graduell zu. Speziell zu bemerken ist:

- Rhein Rheinfelden: Überflutung der tief liegenden Teile der Altstadt. Temporäre Massnahmen sind nicht berücksichtigt. Die bekannte Gefährdung wird bestätigt.
- Rhein Wallbach und Mumpf: Bei steigendem Wasserstand graduelle Überflutung der ufernahen Siedlungsgebiete. Die bekannte Gefährdung wird bestätigt.
- Rhein Schwaderloch: Graduelle Überflutung der tief liegenden Teile der Ebene. Ab HQ₁₀₀ bildet sich eine "Insel" bei Im Sand/Lindacher
- Rhein Leibstadt: Einstau des neuen Umgehungsgerinnes von unterstrom her bis nach Oberi Au. Der Damm oberhalb des Wehrs wird bis und mit EHQ jedoch nicht überströmt. Überflutung der ARA ab HQ₁₀₀
- Rhein Full: Ab EHQ Überflutung über tief liegendes Ufer unterhalb der Aaremündung sowie Überschwappen über den Damm bei Full. Die Geländemulde füllt sich im Extremfall bis zur Rückfluss-Kote, was grosse Fliesstiefen verursacht.
- Aaremündung Koblenz/Leuggern-Felsenau: Überflutung der Schachengebiete mit grossen Fliesstiefen, von mehreren Liegenschaften auf Koblenzer Seite ab HQ₃₀ und graduelle Überflutung des linken Ufers bei Felsenau mit zunehmendem Wasserstand. Gefahr eines hydraulischen Grundbruchs beim Damm der Firma Stoll.
- Rhein Koblenz: Überflutung ab HQ₁₀₀ zuerst über Tiefpunkte im Ufer bei der Bahnbrücke und bei beiden Personenunterführungen (Koblenz-Dorf und Koblenz Höhe ARA), dann mit zunehmendem Abfluss auch über die restliche Dammkrone. Gefahr eines hydraulischen Grundbruchs in der Personenunterführung Koblenz-Dorf.

6.3.2 Möhlinbach, Sissle, Kaisterbach und Dorfbach Leibstadt

Möhlinbach, Sissle, Kaisterbach und Dorfbach Leibstadt wurden bereits im Rahmen der Gefahrenkarte Fricktal abgeklärt. Der Einfluss des Rheins im Bereich der Mündungen war damals aber nicht bekannt und musste im Rahmen der vorliegenden Gefahrenkarte abgeklärt werden. Es ergaben sich die folgenden Resultate:

- Möhlinbach in Möhlin-Bachtele: Der Einstau des Rheins reicht kaum über die Mündungsschwelle hinaus. Die Gefährdung durch den Bach wurde dennoch unter Berücksichtigung des aktuellen Revitalisierungsprojekts und der neuen ARA genauer abgeklärt und in den vorliegenden Karten dargestellt. Gebiete mit tiefem Schadenpotential werden bereits bei HQ₃₀ überflutet. Die Becken der ARA haben hochgezogene Ränder und sind bis zum EHQ nicht direkt gefährdet.
- Sissle in Sisseln: Die Neumodellierung mit aktueller Gerinnegeometrie und mit Rheinwasserspiegel HQ₃₀ zeigt, dass der Staufluss des Rheins eher gering ist und nicht weit sissleaufwärts über die Mündungsschwelle hinaus reicht. Die Berechnung mit der aktuellen Gerinnegeometrie der Sissle ergab zudem ungefähr das gleiche Gefährdungsbild wie in der Gefahrenkarte Fricktal, weshalb jene Ergebnisse ihre Gültigkeit behalten.
- Kaisterbach: Der Einfluss des Rheins führt nicht zu einer Mehrgefährdung. Die Überflutungsflächen bleiben auf den Uferbereich des Baches beschränkt und reichen nicht bis zum grossen Durchlass bei der Kantonsstrasse hinauf. Das Gefährdungsbild gemäss Gefahrenkarte Fricktal behält seine Gültigkeit.
- Dorfbach Leibstadt: Der Rheinwasserspiegel wurde am Auslauf des letzten langen Durchlasses berücksichtigt. Aufgrund dessen Gefälle bewirkt der Einstau des Rheins jedoch kaum eine Kapazitätsverringerng am Durchlass. Die Wasseraustritte und Überflutungen im Bereich Unter Bernau wurden im Feld nochmals verifiziert und entsprechen etwa den Ergebnissen der Gefahrenkarte Fricktal. Letztere behalten somit ihre Gültigkeit.

6.3.3 *Übrige Seitenbäche*

In Bezug auf die Abgrenzung der Fliesstiefen und die untersuchten Überflutungsprozesse ist besonders zu bemerken:

- Ergolz Kaiseraugst: Die hydraulische Grobabschätzung der Ergolz ergab keine Gefährdung des kleinen Überflutungsgebiets auf Aargauer Seite.
- Finstergraben Kaiseraugst: Das Retentionsbecken am Finstergraben überläuft bereits bei einem HQ₃₀. Das Wasser fliesst über einen Kleintierdurchlass auf die Nordseite der Autobahn. Bei den seltenen Ereignissen kann es bis zu den Gewerbegebäuden vordringen.
- Violenbach Olsberg: Der linksufrig des Violenbachs im Kanton Basel-Landschaft liegende Ortsteil wurde auf Wunsch der Gemeinde ebenfalls abgeklärt, aber nicht in den Karten dargestellt, da zeitgleich die Gefahrenkarte Basel-Landschaft in Bearbeitung ist.
- Wyssbrännli Rheinfelden: Die Ausdehnung der Überflutungsflächen am Wyssbrännli, welche durch Überlastung der Bacheindolung entstehen, wurde unter Abschätzung der Retentionswirkung ermittelt. Unter der Kantonsstrasse nach Kaiseraugst fliesst das Wasser durch einen Kleintierdurchlass nach Norden.
- Waldbach Rheinfelden: Ein kleiner Teil des Wassers des Waldbachs kann über die Fussgängerüberführung über der Autobahn in das nördlich angrenzende Wohngebiet gelangen. Der überwiegende Rest des Wassers fliesst über die Böschung auf die Fahrbahn der Autobahn und von dort nach Westen in die Unterführung bei der Brauerei. Ab HQ₃₀₀ kann das Wasser über diesen Weg bis in die Brauerei vordringen.

- Magdenerbach Rheinfeldern: Der Kantonsstrassendurchlass Rf12 reicht zwar kapazitätsmässig aus, ist aber aufgrund eines Rohrblocks verklausungsanfällig. Eine Verklausung an diesem Rohrblock könnte während des Hochwassers nicht mehr gelöst werden. Die Ausuferungen dringen beidseits der Altstadt Richtung Rhein vor und können über das Stadttor auch in die Altstadt gelangen.
- Delligraben Rheinfeldern Riburg: Der neue Bachgraben fliesst in ein Retentions- und Versickerungsbecken und hat eine Entlastungsmulde nach Westen. Ausuferungen können aber nach wie vor auf die neue Umfahrungsstrasse gelangen und werden in der grossen Unterführung bis zum EHQ zurückgehalten.
- Magden: teilweise bereits bekannte Schwachstellen am Wintersinger- und Maispracherbach, neue Brücke Maispracherbach berücksichtigt. Die Überflutungen der kleinen Bäche folgen teilweise den Strassen entlang.
- Wallbach: Die obersten Wasseraustritte des Heidigrabens gelangen über eine separate Geländemulde bis vor das Dorf, wo das Wasser von der Kiesgrube Chislig aufgefangen wird. Bei EHQ wird damit gerechnet, dass ein Teil des Wassers an der Kiesgrube vorbei strömen kann. Die Kiesgrube erfüllt nur dann ihre schützende Funktion, wenn sie offen bleibt.
- Mumpf: Die Überflutungen der kleinen Bäche am Nordhang werden durch die Autobahn und diverse Unter- und Überführungen gelenkt. Die Wassermengen und Fliessstiefen bleiben mehrheitlich gering. Ein Teil des Wassers aus dem Kleingewässer "Bahndamm" kann über eine Brücke in das Siedlungsgebiet vordringen. Ansonsten wird diese Überflutung und diejenige aus dem Kapfbächlein von der Mulde der Autobahn aufgefangen (mit massiven Lärmschutzwänden).
- Schupfart und Obermumpf: Zahlreiche Schwachstellen am Fischingerbach und an Seitenbächen führen zu schmalen Überflutungen, welche seitlich begrenzt dem Talweg folgen.
- Dorfbach Stein: Die Überflutung des Dorfbachs gelangt durch eine Autobahnunterführung und über den westlichen Trottoirrand in das Gebiet Chälleracher und von dort nach Westen in die Geländemulde zwischen Zürcherstrasse und Autobahn. Dieser Fliessweg ist abhängig von feinen Höhenunterschieden⁷ im Bereich Chälleracher, was bei der künftigen Überbauung des Gebiets und allfälligen Strassensanierungen zu beachten ist.

Abb. 19: Unterführung Stein Chälleracher, Blickrichtung nach Norden. Fliessrichtung nach links (Westen) über Trottoirrand.



⁷ Wenn die Strasseneinmündung wenige cm tiefer wäre, würde die Überflutung nach Norden in das grössere Siedlungsgebiet weiterfliessen.

- Dorfbach Münchwilen: Ein Teil der Wasseraustritte kann oberhalb der Bahngleise nach Westen ins Gebiet des Dorfbachs Stein gelangen.
- Bustelbach Münchwilen/Stein: Wasseraustritte im Dorfbereich Münchwilen gelangen ab HQ₃₀₀ via Kantonsstrassenunterführung unter der SBB-Linie nach Zürich hindurch und über einen Veloweg auf die SBB-Linie nach Koblenz, wo sie unter der Autobahn durch bis in das Gewerbegebiet vordringen können. Der unterste Durchlass St03 ist ab HQ₁₀₀ hydraulisch ungenügend und verklausungsgefährdet. Das Überflutungsgebiet betrifft namhafte Bereiche der chemischen Industrie.

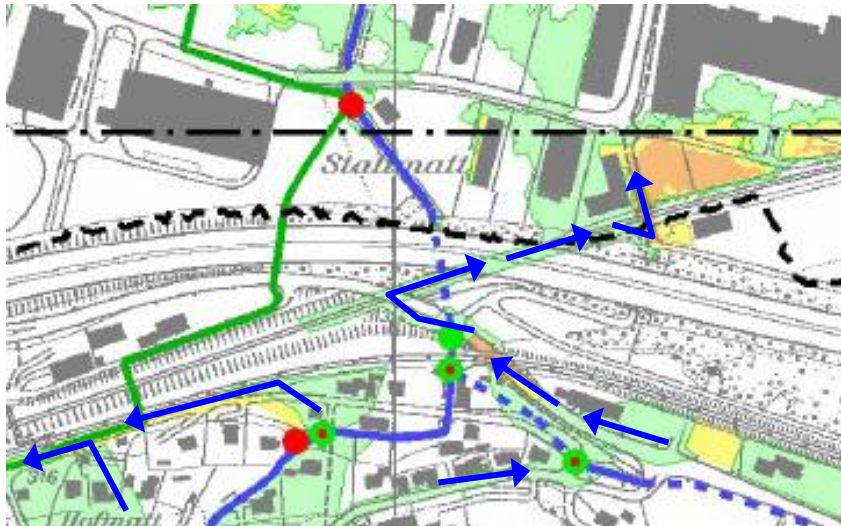


Abb. 20: Überflutungswege Münchwilen: Dorfbach (links) und Bustelbach (rechts)
Ausschnitt Fliesstiefenkarte HQ₃₀₀

- Wasenhaldenbächli und Blauenbächli Kaisten und Laufenburg: Grossflächige Überflutung mit geringen Wassermengen im flachen Terrain. Gebiet der Freiluft-Schaltanlage wird randlich tangiert.
- Ziegelhüttenweiher Laufenburg: Kann nach Norden in Richtung Siedlungsgebiet mit geringen Wassermengen überlaufen.
- Gewässer "Im Sulger" und "Rimatt" Laufenburg-Rheinsulz: Überflutung fliesst in Geländemulde nach Osten zum Sulzerbach.
- Sulzerbach Laufenburg-Rheinsulz: Der Abfluss des Sulzerbaches wird durch den Rhein eingestaut. Ab HQ₁₀₀ Flutung der Strassenunterführung.
- Bürerbach Gansingen: Wasseraustritte oberhalb von Büren können der Kantonsstrasse entlang bis in das Siedlungsgebiet fliessen.
- Mettauertal Ortsteil Oberhofen, Gewässer "Laubbergrain" und "Gramet" Gansingen sowie Dorfbereich: Schwierig abgrenzbare Flieswege im Siedlungsgebiet. Die Überflutung kann ein grosses Gebiet mit sehr geringer Fliesstiefe überstreichen.
- Mettauertal Ortsteil Hottwil: Die Überflutungen aus den kleinen Seitenbächen folgen zum Teil mit wenig Wasser den Strassenzügen. Der neue Durchlass am Sparbergbach wurde berücksichtigt.
- Mettauertal Ortsteil Etzgen: Das Gewerbegebiet Au wird sowohl vom Etzgerbach wie auch vom Einstau durch den Rhein betroffen. Oberhalb Hasenmatt kann sich der

Etzgerbach an einem engen Durchlass bis zu grossen Fliesstiefen aufstauen. Das künstlich angelegte Mühlebächli nimmt Hangwasser auf und überläuft in das angrenzende Gewerbegebiet.

- Gewässer "Wängi" Schwaderloch: Die Wasseraustritte können aufgrund der Topografie eine grosse Fläche am Hang mit geringer Tiefe überstreichen und verteilen sich in der horizontalen Ebene ab der Kantonsstrasse.
- RADAG-Binnenkanal Full-Reuenthal: Die Fläche des Einstaus bleibt gering und betrifft Siedlungsgebiet nur randlich.

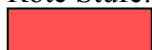
7. GEFAHRENKARTE UND RISIKOANALYSE

7.1 Erstellung Gefahrenkarte

7.1.1 Gefahrenstufen

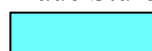
Gemäss den Vorgaben des Bundes werden fünf Gefahrenstufen unterschieden:

Rote Stufe:



Erhebliche Gefährdung: Menschen sind inner- und ausserhalb der Gebäude gefährdet. Die starken Intensitäten verursachen sehr grosse Schäden. Mit der plötzlichen Zerstörung von Gebäuden ist zu rechnen. Das rote Gebiet ist im Wesentlichen ein **Verbotsbereich**, d.h. es dürfen keine Bauten und Anlagen, die dem Aufenthalt von Menschen und Tieren dienen, errichtet oder erweitert werden.

Blaue Stufe:



Mittlere Gefährdung: Entweder häufige Ereignisse mit schwacher bis mittlerer Intensität oder seltene Ereignisse mit mittlerer Intensität. Menschen sind innerhalb von Gebäuden in der Regel kaum gefährdet, jedoch ausserhalb davon. Plötzliche Gebäudezerstörungen sind nicht zu erwarten, falls gewisse Auflagen bezüglich der Bauweise beachtet werden. Es können aber grosse Sachschäden entstehen. Das blaue Gebiet ist im Wesentlichen ein **Gebotsbereich**, in dem Schäden durch geeignete Vorsorgemassnahmen (Auflagen) oder durch Verzicht von Einzonungen vermieden werden können.

Gelbe Stufe:



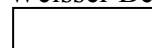
Geringe Gefährdung: Seltenerere Ereignisse mit schwacher bis mittlerer Intensität. Menschen sind in der Regel nicht direkt gefährdet, es können jedoch erhebliche Sachschäden entstehen. Deshalb wird empfohlen, auch in diesen Gebieten geeignete Vorsorgemassnahmen (Auflagen) zur Schadensminderung zu treffen.

Gelb/weisse Stufe:



Restgefährdung mit sehr geringer Wahrscheinlichkeit einer Überflutung (**Hinweisbereich**).

Weisser Bereich:



Nach dem derzeitigen Kenntnisstand kann eine Hochwassergefährdung in den weissen Gebieten ausgeschlossen werden.

7.1.2 Intensitäts-Wahrscheinlichkeits-Diagramm

Die oben stehenden Gefahrenstufen werden durch das Intensitäts-/Wahrscheinlichkeits-Diagramm (10-Felder-Diagramm) definiert.

Die Wahrscheinlichkeit wird durch die Jährlichkeit ausgedrückt, mit der ein Ereignis durchschnittlich erreicht oder übertroffen werden kann. Sie wird durch die Klassengrenzen 30, 100 und 300 Jahre abgegrenzt.

Die Überflutungsintensität wird definiert als:

- Intensität = Wassertiefe für Orte mit Fliessgeschwindigkeit < 1 m/s oder
- Intensität = Wassertiefe x Fliessgeschwindigkeit für Orte mit Fliessgeschw. > 1 m/s

Eine schwache Intensität ist bis 0.5 m Wassertiefe bzw. $0.5 \text{ m}^2/\text{s}$ Wassertiefe x Fliessgeschwindigkeit gegeben.

Eine mittlere Intensität ist bei 0.5 - 2.0 m Wassertiefe bzw. 0.5 - 2.0 m²/s Wassertiefe x Fliessgeschwindigkeit gegeben.

Eine starke Intensität ist ab 2.0 m Wassertiefe bzw. 2.0 m²/s Wassertiefe x Fliessgeschwindigkeit gegeben.

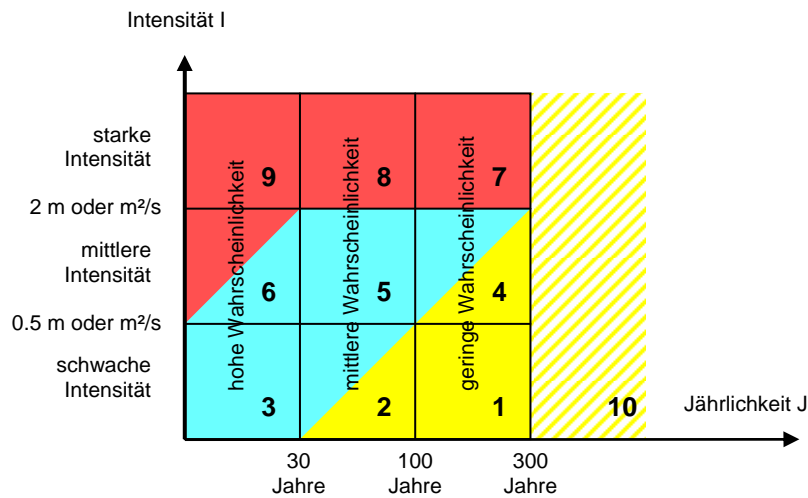


Abb. 21: Intensitäts-Wahrscheinlichkeits-Diagramm (10-Felder-Diagramm)

Die Flächen der Gefahrenstufen wurden durch räumliche Überlagerung der Intensitäten der verschiedenen Szenarien HQ₃₀, HQ₁₀₀, HQ₃₀₀ und EHQ bestimmt. Dabei ist jeweils das Szenario mit der grösseren Gefahrenstufe örtlich massgebend (rot vor blau vor gelb vor gestreift).

Das Ergebnis ist in der Gefahrenkarte wiedergegeben. Die roten Flächen stammen in der Regel von Gebieten mit Überflutungstiefen > 2 m bei Überflutungen ab HQ₁₀₀ (fast nur Flächen in tief liegenden Geländemulden entlang des Rheins und der Aaremündung). Die blauen Flächen werden im Wesentlichen durch die häufigen Überflutungen bis HQ₃₀ verursacht. Die gelben Flächen entstehen durch die Umhüllende der Überflutungen bei HQ₁₀₀ und HQ₃₀₀ und die gelb/weissen Flächen durch diejenigen bis EHQ.

Die Gewässerläufe sind aufgrund der dort möglichen starken Überflutungsintensitäten (hohe Wassertiefen und Fliessgeschwindigkeiten) immer dem Verbotsbereich (rote Stufe) zuzuordnen. In den Fliesstiefenkarten und in der Gefahrenkarte sind diese schmalen Flächen aus Massstabsgründen nicht ausgewiesen.

7.1.3 Hinweise auf mögliche Oberflächenwasser-Konzentrationen

Hochwasserschäden können nicht nur durch Überflutungen aus den Bächen und Flüssen entstehen, sondern auch durch Oberflächenwasser, das sich während Starkniederschlägen auf der Erdoberfläche ansammelt und in Geländemulden abfließt. Auch wenn dessen Fliesstiefen in der Regel sehr klein bleiben, kann das Oberflächenwasser Erdreich mitschwemmen und z.B. Kellergeschosse überfluten.

Obwohl die Gefahrenkarte Hochwasser die Analyse der Überflutungsgefahr durch die Fließgewässer zum Inhalt hat, werden zusätzlich auch Hinweise auf mögliche Konzentrationen von Oberflächenwasser gegeben. Sie sind in der Gefahrenkarte als Hinweisfläche ohne Angabe einer Jährlichkeit und Intensität erfasst und grün schraffiert dargestellt.

Grün schraffiert: Hinweise auf mögliche Oberflächenwasser-Konzentrationen während Starkniederschlägen



Die entsprechenden Flächen wurden überall dort ausgeschieden, wo aufgrund der Topografie, der Exposition des Siedlungsgebiets sowie aufgrund von Hinweisen der Gemeinden eine Konzentration von Oberflächenwasser während Starkniederschlägen möglich ist. Sie haben aber keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Überflutungen durch Regenwasser können bei ungünstiger Disposition der Gebäude auch andernorts entstehen.

Die grün schraffierten Flächen haben keine raumplanerische Relevanz, sollten aber als Hinweis bei der Siedlungsplanung, beim Ausbau von Quartierstrassen oder bei Objektschutzmassnahmen an Gebäuden berücksichtigt werden.

7.2 Schutzziele und Objektkategorien

7.2.1 Schutzzielmatrix

Bei der Risikobeurteilung werden die Prinzipien des differenzierten Hochwasserschutzes angewendet. Dazu werden je nach Schadensanfälligkeit der Objekte und Flächen kategorienweise Schutzziele festgelegt. Sie beschreiben, bis zu welcher Wiederkehrperiode Flächen- oder Objektkategorien welchen Schutz vor Naturgefahren erhalten sollen.

Die Schutzziele werden für den ganzen Kanton Aargau einheitlich festgelegt und sind in der Schutzziel-Matrix Anhang 12 wiedergegeben. Diese beschreibt für jede Objektkategorie, bis zu welcher Jährlichkeit sie vollständig und bis zu welcher Jährlichkeit sie begrenzt zu schützen ist.

Als Beispiel sei die wichtige Objektkategorie 3.2 (Geschlossene Siedlungen; Industrieanlagen, Freizeit- und Sportanlagen, Bauzonen, Weilerzonen) genannt: Sie erfordert einen vollständigen Hochwasserschutz bis zum HQ_{100} und einen begrenzten Hochwasserschutz mit höchstens geringer Überflutungsintensität bis zum HQ_{300} .

7.2.2 Objektkategorienkarte

Die Objektkategorien wurden mit Hilfe des Geografischen Informationssystems auf der Basis der Daten des AGIS räumlich abgegrenzt. Die Einteilung der AGIS-Layer erfolgte gemäss dem Schlüssel in Anhang 13. Das Ergebnis ist in der Objektkategorienkarte dargestellt. Sie enthält flächige (z.B. Bauzonen), linienförmige (z.B. Strassen) und punktförmige (z.B. Abwasserreinigungsanlagen) Objekte.

7.3 Schutzdefizite

Die Schutzdefizite ergeben sich durch Verschnitt der Objektkategorienkarte mit den drei Intensitätslayern HQ_{30} , HQ_{100} und HQ_{300} gemäss der Schutzzielmatrix. Ein Schutzdefizit ist dann gegeben, wenn bei einem Objekt die gemäss Schutzzielmatrix maximal erlaubte Intensität überschritten wird. Die entsprechenden Flächen, Linien oder punktförmigen Objekte sind in der Schutzdefizitkarte Kartenbeilage 7 ausgewiesen.

Die Gefahrenkarte weist für die einzelnen Gemeinden folgende Flächen mit Schutzdefiziten aus:

Gemeinde	Schutzdefizitfläche
Full-Reuenthal	0.1 ha
Gansingen	7.1 ha
Kaiseraugst	6.5 ha
Kaisten (nur Wasenhaldenbach)	0.8 ha
Klingnau (nur Rhein - Aare)	0.6 ha
Koblenz	5.0 ha
Laufenburg (inkl. Sulz)	10.1 ha
Leibstadt (nur Rhein)	1.4 ha
Leuggern-Felsenau (nur Rhein-Aare)	0.5 ha
Magden	5.2 ha
Mettauertal	13.6 ha
Möhlin (nur Einstau durch Rhein)	0.5 ha
Mumpf	7.3 ha
Münchwilen	1.6 ha
Obermumpf	1.2 ha
Olsberg	0.2 ha
Rheinfeldern	20.2 ha
Schupfart	1.4 ha
Schwaderloch	5.8 ha
Sisseln (nur Rhein)	0.0 ha
Stein	6.7 ha
Wallbach	7.0 ha
Total	102.8 ha

Tabelle 4: Schutzdefizitflächen pro Gemeinde

Der überwiegende Teil der Schutzdefizite ergibt sich durch Überflutungen in den Siedlungsgebieten/Bauzonen (Objektkategorie 3.2) mit Jährlichkeit 100. Kleinere Schutzdefizite ergeben sich zudem durch bewohnte Einzelgebäude ausserhalb der Bauzonen (Objektkategorie 2.3), welche bei HQ₃₀ mit mittlerer Intensität überflutet werden. Schutzdefizite im Landwirtschaftsland (Objektkategorie 2.2, Überflutung mit starker Intensität) sind praktisch keine vorhanden.

8. MASSNAHMEN UND PRIORITÄTEN

8.1 Massnahmenspektrum

8.1.1 Ziel

Die Massnahmenplanung hat das Ziel, die Schutzdefizite zu beheben. Dafür kommen verschiedene Massnahmen in Frage: Sachgerechter Gewässerunterhalt, raumplanerische Massnahmen und bauliche Schutzmassnahmen.

8.1.2 Vorgehen

Das Spektrum von möglichen Massnahmen ist sehr breit. Gemäss dem Bundesgesetz über den Wasserbau und der Wegleitung des ehemaligen Bundesamtes für Wasser und Geologie (BWG) – heute Abteilung Gefahrenprävention des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) – ist folgende Rangfolge für die Massnahmenplanung vorgegeben:

- Sachgerechter Gewässerunterhalt
- Raumplanerische Massnahmen
- Bauliche Schutzmassnahmen

Bei den baulichen Schutzmassnahmen sind die Möglichkeiten ebenfalls sehr vielfältig. Grundsätzlich kommen folgende Massnahmentypen in Frage:

- Objektschutzmassnahmen an Gebäuden
- Wasserbauliche Massnahmen im Oberlauf
- Wasserbauliche Massnahmen an der entsprechenden Gewässerstrecke
- Massnahmen im Überflutungsgebiet zur oberflächlichen oder unterirdischen Wasserableitung via Strassen, Meteorwasserkanäle usw.

Die baulichen Massnahmen sind sorgfältig zu projektieren. Der natürliche Verlauf des Gewässers muss möglichst beibehalten oder wiederhergestellt werden. Häufig ist eine Kombination der oben genannten Massnahmentypen erforderlich.

Restrisiken können bei jeder Massnahmenplanung verbleiben und müssen im Verlauf der Massnahmenprojektierung abgeschätzt werden. Die Massnahmen sind zu ergänzen durch eine

- Notfallplanung und Notfallorganisation.

8.1.3 Verhältnismässigkeit

Nach den Vorgaben des Bundes (BAFU) müssen die Massnahmen technisch, ökonomisch und ökologisch verhältnismässig sein. Sind diese Kriterien nicht erfüllt, müssen die Schutzziele und die Massnahmen in einem iterativen Prozess angepasst werden.

8.1.4 Bearbeitungstiefe

Im Rahmen dieses Berichts werden Vorschläge und Ideen, mit welchen Massnahmen und Alternativen die Schutzdefizite behoben werden können, stichwortartig aufgezeigt und grob skizziert. Es handelt sich jedoch noch nicht um eine Massnahmenprojektierung. Dies kann erst im Rahmen der eigentlichen Projektierung geschehen. In den folgenden Kapiteln sollen jedoch verschiedene Massnahmenvorschläge aufgezeigt und beurteilt werden.

8.2 Grundsätze zum Gewässerunterhalt

Der sachgerechte Gewässerunterhalt ist eine Daueraufgabe. Er stellt sicher, dass die Gewässerläufe ihre Funktionen (Hochwasser- und Geschiebeableitung, natürlicher Lebensraum, Erholungsfunktion usw.) dauerhaft erfüllen können. Darunter fallen die Gehölzpflege, die Entfernung von schädlichem Geschwemmsel und Geschiebe sowie kleinere bauliche Eingriffe zur Wert- und Funktionserhaltung.

Die Bachläufe und Durchlässe sollen systematisch begangen und hinsichtlich ihres Zustands beurteilt und dauernd unterhalten werden.

Bei den Unterhaltsarbeiten sind immer auch die Anliegen des Naturschutzes und der Fischerei zu berücksichtigen, d.h. die Unterhaltsarbeiten sind zeitlich und örtlich auf die jeweiligen ökologischen Gegebenheiten abzustimmen.

8.3 Grundsätze zu den raumplanerischen Massnahmen

8.3.1 Ziel

Raumplanerische Massnahmen haben das Ziel, eine zukünftige Zunahme des Schadenpotenzials zu begrenzen oder gar zu verhindern. Dies kann erreicht werden durch

- Meiden von Gefahrengebieten
(indem in gefährdeten Gebieten keine neuen Bauzonen ausgeschieden werden)
- Ausscheidung von Freihaltezonen und Überflutungsflächen
- Aufnahme von Vorschriften in die Bau- und Nutzungsordnung
(indem z.B. mittels Bauauflagen sichergestellt wird, dass Eingänge und andere Fassadenöffnungen erhöht angeordnet werden, in Untergeschossen nur eine eingeschränkte Nutzung möglich ist, ein Rückstauschutz für die Kanalisation angebracht wird, Schutzmauern oder kleine Dämme angeordnet werden)

8.3.2 Allgemeines

Gemäss Bundesgesetz über den Wasserbau und Wasserbauverordnung sind die Kantone und Gemeinden verpflichtet, vorhandene Naturgefahren bei allen raumwirksamen Tätigkeiten zu berücksichtigen und umzusetzen, um Personen- und Sachschäden zu verhindern. Gemäss kantonalem Richtplan bilden im Kanton Aargau die Gefahrenkarten mit den Massnahmenplanungen die planungsrechtlich verbindlichen, fachlichen Grundlagen. Sind diese noch nicht erstellt, bildet die Gefahrenhinweiskarte die Grundlage.

Im gesamten Massnahmengefüge stellen die raumplanerischen Möglichkeiten nebst dem Gewässerunterhalt, dem Gewässerbau und dem Objektschutz ein separates Massnahmenpaket dar. Sie sollen in erster Linie bewirken, dass das Gefahren- und insbesondere das Schadenpotenzial nicht unkontrolliert zunehmen und dadurch andere Schutzmassnahmen notwendig werden. Vielfach sind raumplanerische Massnahmen in Kombination mit anderen Massnahmen anzuwenden.

8.3.3 Nutzungsplanung und Gefahrenkarte

Das für die Gemeinden bezüglich Raumplanung massgebende Planungsinstrument ist die kommunale Nutzungsplanung. Diese lässt sich in die allgemeine Nutzungsplanung und in die Sondernutzungsplanung unterteilen.

Die allgemeine Nutzungsplanung trennt das Baugebiet vom Nichtbaugebiet und scheidet Nutzungszonen mit entsprechenden Vorschriften parzellengenau und grundeigentümergebunden aus. Bestandteile der allgemeinen Nutzungsplanung sind der Bauzonenplan, der Kulturlandplan sowie die Bau- und Nutzungsordnung.

Zur Umsetzung raumplanerischer Hochwasserschutzmassnahmen steht zudem das Instrument der Sondernutzungsplanung zur Verfügung. Im Gegensatz zur Allgemeinen Nutzungsplanung, über welche die Gemeindeversammlung zu beschliessen hat, wird die Sondernutzungsplanung durch den Gemeinderat erlassen; sie ist daher flexibler einsetzbar. Sondernutzungspläne, im Speziellen Gestaltungspläne, können von den allgemeinen Nutzungsplänen und -vorschriften unter gewissen Voraussetzungen abweichen (Art. 3, Abs. 2 der Allgemeinen Verordnung zum Baugesetz vom 23. Februar 1994 (ABauV; SAR 713.111)).

Die Abteilung Raumentwicklung hat eine Arbeitshilfe zur Umsetzung der Gefahrenkarte in der Nutzungsplanung ausgearbeitet (Stand Juni 2008).

8.3.4 Vorgehen bis zur raumplanerischen Umsetzung der Gefahrenkarte

Die raumplanerische Umsetzung der Gefahrenkarte erfolgt jeweils im Rahmen der nächsten Nutzungsplanungsrevision. Dieses Vorgehen entbindet die Gemeinden jedoch nicht davon, die Resultate der Gefahrenkarte bei Bauvorhaben bereits vor Eingang in die Nutzungsplanung zu berücksichtigen. Konkret sind die Gemeindebehörden verpflichtet, bei Baugesuchen die aus der Gefahrenkarte resultierenden Erkenntnisse in Form von Auflagen im Rahmen der Baubewilligung verbindlich zu verfügen. Die rechtliche Grundlage bilden die Art. 32 (Baureife) und Art. 52 (Allgemeine Anforderungen) des Gesetzes über Raumentwicklung und Bauwesen vom 19. Januar 1993 (BauG, SAR 713.100). Das Departement Bau, Verkehr und Umwelt hat ein Merkblatt für die Umsetzung der Gefahrenkarte Hochwasser im Baubewilligungsverfahren verfasst (Stand 25. Oktober 2007).

8.4 Grundsätze zu den Objektschutzmassnahmen

8.4.1 Definition und Aufgabe

Objektschutzmassnahmen dienen primär dem Schutz bestehender Gebäude und können den Schutz zukünftiger Gebäude im Rahmen von Bauauflagen sicherstellen. Sie umfassen die konzeptionelle Berücksichtigung der Hochwassergefährdung am Gebäude selbst, primär durch geeignete Einpassung des Gebäudes in die Umgebung unter Berücksichtigung der Gefährdung und sekundär durch bauliche Anpassungen am zu schützenden Objekt. Sie dienen in der Regel nur dem Schutz des Objektes selbst und kommen bei Neubauten und bei wesentlichen Umbauten zur Anwendung.

Objektschutzmassnahmen können entweder permanent oder – wo die zeitlichen Umstände es erlauben – temporär eingerichtet werden. Sind in einem Siedlungsgebiet viele Gebäude von einer potenziellen Überflutung betroffen, sind Objektschutzmassnahmen oftmals nicht wirtschaftlich. Sie sollen jedoch in Kombination mit anderen baulichen Massnahmen geprüft werden.

Typische Objektschutzmassnahmen sind: erhöhte Anordnung des Erdgeschosses bei Neubauten, Abdichtung der Gebäudehülle, Aufschüttungen, lokale Schutzwälle, erhöhte Türschwellen und Fensterbrüstungen, Dammbalkensysteme, hochwassersichere Lagerung von empfindlichem Material, hochwassersichere Anordnung von Versorgungseinrichtungen usw. (siehe auch Wegleitung Objektschutz gegen gravitative Naturgefahren, herausgegeben von der Vereinigung Kantonalen Gebäudeversicherer).

8.4.2 Projektierungsgrundsätze

Zur Projektierung von Objektschutzmassnahmen gelten die folgenden Grundsätze:

- Es wird empfohlen, die Objektschutzmassnahmen auf das HQ₃₀₀ auszulegen, mindestens aber auf das Schutzziel des jeweiligen Bauobjekts.
- Das Bauobjekt muss bis zur Schutzhöhe (Wasserspiegel zuzüglich Freibord) vor eindringendem Wasser und Schlamm geschützt werden. Neben den Fensterbrüstungen, Türschwellen, Garagezufahrten usw. sind auch Lüftungsöffnungen, Lichtschächte, Werkleitungseingänge, Zivilschutz-Fluchtstollen usw. bis zur erforderlichen Schutzhöhe dicht auszuführen.
- Es wird empfohlen, die Schutzhöhe wenn immer möglich als absolute Meereshöhe (m ü. M.) anzugeben.
- In fliessendem Wasser ergeben sich an den verschiedenen Gebäudeseiten unterschiedliche Schutzhöhen.
- Im Bereich mit möglichen Geschiebeablagerungen (Hangfuss, Tobelausgang) ist die maximale Ablagerungshöhe miteinzuberechnen.
- Zugänge und Fenster können auch mit mobilen Systemen wie z.B. Dammbalken abgeschottet werden. Diese müssen aber jederzeit einsatzbereit sein und müssen innert kurzer Frist (siehe Notfallplanung und Notfallorganisation) montiert werden können.
- Die Massnahmen dürfen **keine Mehrgefährdung auf Nachbargrundstücken** verursachen. Das Bauobjekt darf nicht zu einer Mehrgefährdung der Umgebung infolge Wasserumleitung oder Aufstau führen (ZGB Art. 689 Abs. 2; SR 210). Abflusskorridore sind offen zu halten. Dies ist insbesondere auch bei grossen Überbauungen oder grossflächigen Aufschüttungen einzuhalten.
- **Umweltschäden**, wie z.B. durch auslaufende umweltgefährdende Stoffe sollten bis zum Extremereignis EHQ verhindert werden.

8.5 Grundsätze zu den baulichen Massnahmen

8.5.1 Wasserbauliche Massnahmen am Gewässer

Wasserbauliche Massnahmen können entweder am betreffenden Bachabschnitt selbst (z.B. Kapazitätsausbau, Vergrösserung Durchlässe) wie auch am Oberlauf (Hochwasser- und Geschieberückhalt) ausgeführt werden. Sie sollen erst ergriffen werden, wenn die Massnahmen des Unterhalts und der Raumplanung ungenügend sind.

Falls wasserbauliche Massnahmen ausgeführt werden, ist gleichzeitig auch die ökologische Qualität des Gewässers zu verbessern. Der natürliche Verlauf des Gewässers muss möglichst beibehalten oder wiederhergestellt werden. Hydraulisch ungenügende Eindolungen sollen grundsätzlich durch offene Wasserläufe ersetzt werden, da diese in der Regel hydraulisch leis-

tungsfähiger, weniger verklausungsanfällig und ökologisch wertvoller sind. Konkrete Massnahmenvorschläge sind in Anhang 14 aufgeführt.

Bei künftigen Bachausbauten ist zu prüfen, ob der Ausbau von oben liegenden Engpässen zu einer zusätzlichen hydraulischen Belastung von unten liegenden Engpässen führen könnte. Dasselbe gilt auch für die Verklausungsgefährdung, falls durch einen Ausbau eines verklausungsgefährdeten Abschnitts zusätzliches Schwemmholz und Geschiebe in unten liegende Abschnitte weitergegeben wird.

8.5.2 Bauliche Massnahmen im Überflutungsgebiet

Bauliche Massnahmen können auch im Überflutungsgebiet zur schadlosen Ableitung der Überflutung getroffen werden. Oft ist entweder eine unterirdische Ableitung via Meteorkanäle oder eine oberflächliche, geordnete Ableitung über das Strassengefälle möglich, was sich in der Massnahmentabelle Anhang 14 in verschiedenen Alternativen ausdrückt.

Oft genügt eine kleine Anpassung des Quer- oder Längsgefälles einer Quartierstrasse oder ihrer Randsteine, um eine Überflutung mit geringer Fliesstiefe in eine gewünschte Richtung abzuleiten und eine Ausbreitung in schadensintensive Gebiete zu verhindern.

Die Massnahmen sind deshalb gemeinsam mit der Generellen Entwässerungsplanung (GEP) sowie mit den Strassenbau- und Erschliessungsvorhaben der Gemeinde zu koordinieren. Den Gemeinden wird zudem empfohlen, bei jeder grösseren Infrastrukturerneuerung die Gefahrenkarte zu konsultieren und mögliche Synergien zur Verringerung der Hochwassergefährdung zu prüfen.

8.5.3 Umgang mit belasteten Standorten

Wasserbauliche Massnahmen können belastete Standorte vor Überflutung schützen und das Risiko der Verbreitung von Schadstoffen vermindern, oder aber auf belasteten Standorten ausgeführt werden. Dies ist bei der Planung von wasserbaulichen Massnahmen zu berücksichtigen.

8.6 Notfallplanung und Notfallorganisation

8.6.1 Definition und Aufgabe

Durch geeignete Vorsorge können die Wehrdienste während eines Hochwasserereignisses begrenzte potenzielle Überflutungsflächen vor Überschwemmungen schützen. Dabei geht es insbesondere darum, das **im Überlastfall (EHQ)** ausgeuferte Wasser wieder zurück in das Gewässer zu leiten und exponierte Einfahrten und Gebäude zu schützen.

8.6.2 Notorganisation und temporäre Massnahmen

Die Notfallplanung beinhaltet sowohl die Planung und Vorbereitung der temporären, im Hochwasserfall zu treffenden Massnahmen wie auch die Organisation und das Training der im Notfall im Einsatz stehenden Kräfte (Gemeindeführungsstab, Feuerwehr, Zivilschutz). Sowohl Notorganisation wie auch temporäre Massnahmen müssen bereits in der hochwasserfreien Zeit geplant und vorbereitet werden, damit sie im Ernstfall rasch einsetzbar sind.

Zur temporären Wasserabwehr können verschiedene Systeme und Massnahmen zum Einsatz kommen, wie z.B. Sandsackreihen, Bretterverschläge, Dammbalkensysteme, "Beaver" (wassergefüllte Gummiwalzen).

Ebenfalls vorgängig zu planen ist die Beobachtung während des Hochwassers, die Überwachung von kritischen Stellen, die rechtzeitige Alarmierung der jeweils zuständigen Dienste (Alarmdispositiv) sowie die rechtzeitige Evakuierung von besonders gefährdeten Menschen und Tieren. Ausserdem müssen an verklausungsgefährdeten Brücken und Durchlässen sowie an weiteren kritischen Stellen rechtzeitig leistungsfähige Baumaschinen bereitgestellt werden können.

Damit die Notorganisation und die temporären Massnahmen im Notfall reibungslos funktionieren, ist eine periodische Übung der Einsätze notwendig.

8.6.3 Zeitlicher Aspekt

Temporäre Massnahmen müssen im Ereignisfall innerhalb von maximal einer Stunde einsatzbereit sein, da die Hochwasser an den Hauptgerinnen und in den Seitenbächen sehr rasch anspringen. Sehr kleine Einzugsgebiete haben bei Gewittern in der Regel eine so kurze Anspringzeit, dass hier rechtzeitige temporäre Massnahmen gar nicht möglich sind.

Der zeitliche Aspekt zeigt auch die Grenzen von temporären Massnahmen auf. Oft erlaubt die kurze Einsatzzeit nur lokale, gut vorbereitete und schnell eingesetzte Massnahmen, wie z.B. die Abdichtung von Eingängen oder kurze Barrikaden quer zu Strassen. Es ist aber nicht möglich, innert nützlicher Frist lange Bauwerke zu erstellen.

8.7 Konkrete Massnahmenvorschläge für das Untersuchungsgebiet

8.7.1 Allgemeines

Die konkreten Massnahmenvorschläge sind im Massnahmenkatalog Anhang 14 für jede Gemeinde in Tabellenform und mit schematischen Situationsskizzen im Detail aufgeführt. Es handelt sich nicht um projektierte Massnahmen, sondern lediglich um stichwortartig formulierte Ideen und Vorschläge, die vor einer Realisierung im Detail projektiert werden müssen.

Die angegebenen Kosten sind nur grobe Grössenordnungen und können erst während einer späteren Projektierung verlässlich angegeben werden. Die Zahlenwerte dürfen nicht aufsummiert werden, da es sich oft um Alternativen handelt.

Die Massnahmenvorschläge sind nach Gemeinde, Gewässer und Austrittsstellen geordnet. Letztere werden mit der Querprofilnummer angegeben, welche auch im Schutzdefizitplan enthalten ist.

Häufig sind zur Behebung einer Austrittsstelle bzw. eines Schutzdefizits verschiedene Massnahmen-Alternativen möglich. Jede Zeile pro Ausbruchsstelle stellt eine machbare Alternative dar.

Der Massnahmenkatalog konnte im Sommer 2010 an den Einzelgesprächen mit den Gemeinden besprochen und bereinigt werden.

8.7.2 Prioritäten

Die Prioritäten für die Projektierung und Ausführung der Massnahmen wurden mitsamt der Verantwortlichkeiten ebenfalls an den Einzelbesprechungen mit den Gemeinden festgelegt. Sie lauten in absteigender Dringlichkeit wie folgt:

1. Berücksichtigung der Fliesstiefenkarten, Gefahrenkarte und Schutzdefizitkarte ab sofort im Baubewilligungsverfahren (siehe "Merkblatt für die Umsetzung der Gefahrenkarte Hochwasser im Baubewilligungsverfahren").
2. Überprüfung des Einsatzdispositivs und des Notfallplans der Feuerwehr. Selbst im Fall von heute gut eingespielten Feuerwehr- oder Freiwilligen-Einsätzen ist sicher zu stellen, dass auch in Zukunft und bei Kommandowechseln die Hochwassersicherheit gewahrt bleibt.
3. Umsetzung der Gefahrenkarte in der Nutzungsplanung bei nächster Gelegenheit (ggf. zusammen mit den Anpassungen an das teilrevidierte Baugesetz und an die Harmonisierung der Baubegriffe). Information Eigentümer bestehender Gebäude. Siehe auch Merkblatt für die Umsetzung der Gefahrenkarte Hochwasser in der Nutzungsplanung.
4. Umsetzung der Massnahmenplanung gemäss den Prioritäten der Gemeinde.

8.7.3 Massnahmenvorschläge pro Gemeinde

Die für die einzelnen Gemeinden vorgeschlagenen Massnahmen und Alternativen sind in den Tabellen und Skizzen Anhang 14 im Detail aufgeführt. In der Folge werden nur die wichtigsten Punkte und Besonderheiten zusammengefasst.

Kaiseraugst:

- Finstergraben: Von der Gemeinde Kaiseraugst wird die erste Alternative mit einem zweiten Retentionsbecken vor dem Autobahndamm weiter verfolgt. Dabei muss dem Überlastfall Beachtung geschenkt werden. Dieser soll über vordefinierte Korridore möglichst schadlos durch das Gewerbegebiet nach Norden abfließen können.

Olsberg:

- Abstimmung des Hochwasserschutzes am Violenbach mit der Gemeinde Arisdorf BL.

Rheinfelden:

- Magdenerbach: Priorität Beseitigung Verklausungsgefahr am Durchlass Rf12
- Rhein: Schutz der Altstadt mit temporären Massnahmen

Magden:

- Wintersingerbach und Magdenerbach: Abflusskapazitätsvergrösserung oder geordnete oberflächliche Ableitung im Rahmen der Strassensanierung durchführen. Druckabfluss an Durchlass Ma15 bei Rest. Blume

Wallbach:

- Planungsstudie Hochwasserschutz Rhein
- Kiesgrube Chislig nicht ganz auffüllen: ein Retentionsvolumen von mindestens 12'000 m³ belassen. Daneben lokale Kapazitätsverbesserungen am Heidigraben vornehmen.
- Revitalisierung Grenzbach zusammen mit Gestaltungsplan Brüel

Mumpf:

- Evtl. Entlastung des Spitzgrabens in Autobahntwässerung möglich.
- Objektschutz am Rheinufer

Obermumpf:

- Ausdolungen, Abflusskapazitätsverbesserungen oder Objektschutz; siehe Massnahmentabelle.

Schupfart:

- Priorität Sp04 am Haslibach

Stein/Münchwilen:

- Für Münchwilen/Stein wird die Erstellung eines gemeinsamen integralen Hochwasserschutzkonzepts empfohlen.
- Miteinbezug der chemischen Industrie für die Behebung der Schutzdefizite am Bustelbach.
- Berücksichtigung der Hochwassergefährdung und Verhinderung einer Überflutungs-umleitung beim Bauvorhaben Chälleracher.

Kaisten und Laufenburg:

- Gemeinsame Ausdolung von Blauen- und Wasenhaldenbächli, evtl. Ableitung in nutzbare Geländemulden und Kiesgruben.
- Es wird ein integrales Hochwasserschutzkonzept empfohlen.
- Sulz: Ausdolungen, Abflusskapazitätsverbesserungen oder Objektschutz; siehe Massnahmentabelle. Sehr enge Platzverhältnisse beim Buechmattbächli Obersulz

Gansingen:

- Ausdolungen, Abflusskapazitätsverbesserungen oder Objektschutz; siehe Massnahmentabelle. Aufgrund der zahlreichen Schwachstellen und der Interaktionen zwischen den Gewässern wird die Erstellung eines integralen Hochwasserschutzkonzeptes empfohlen

Mettauertal:

- Oberhofen: Entlassung der Dorfdrainage aus dem Bachkataster und Lösung der Hochwassergefährdung im Rahmen des GEP.
- Wil: Der Hottwilerbach weist eine genügende Kapazität auf. Es stehen eher Objektschutz und lokale Verbesserungen an den Seitenbächen im Vordergrund.
- Hottwil: Bei Überbauung Bruggmatt Hochwassergefährdung durch Sparbergbach beachten; Gewässerraum nicht beeinträchtigen. Bei Neubauten oder Quartierstrassenausbauten im Ostteil des Dorfes Gefährdung durch Gewässer "Elimatt" und "Sattlersmatt" berücksichtigen.

Leibstadt:

- Objektschutz ARA

Schwaderloch:

- Aufwendige Problemlösung für das Gewässer "Wängi"
- Rhein: Rechtzeitige Evakuierung der Liegenschaft Vogel, bevor sie durch die Rheinüberflutung abgeschnitten wird.

Full-Reuenthal:

- Periodische Überprüfung der geotechnischen Sicherheit des Rheindamms, obwohl kein Schutzdefizit gegeben ist, denn ein Dambruch hätte eine gefährliche Überflutung zur Folge.

Leuggern-Felsenau:

- Objektschutz

Klingnau (Nordgrenze zu Koblenz):

- Objektschutzvorschriften Vrenelibrünnli

Koblenz:

- Aaremündung: Evtl. Abbruch der Kraftwerkshäuser und hochwassersicherer Neubau
- Rhein: Erhöhung der lokalen Senken im Damm, generelle Dammerhöhung und Verhinderung der Grundbruchgefährdung in den Unterführungen

8.7.4 Information Eigentümer bestehender Gebäude

Bei bestehenden Gebäuden innerhalb des gefährdeten Gebiets gibt es nur eine rechtlich verbindliche Handhabe für den Objektschutz, falls ein Umbau ansteht. Es wird jedoch den Gemeinden empfohlen, alle Eigentümer innerhalb des gefährdeten Gebiets über ihre Gefährdung zu informieren. Dabei sollen die Eigentümer auf Möglichkeiten hingewiesen werden, wie sie sich freiwillig und im eigenen Interesse mit Objektschutzmassnahmen schützen können.

Uznach, Dezember 2010

Die Projektverantwortlichen:

- R. Kolb; Niederer+Pozzi Umwelt AG
- M. Schatzmann; Basler & Hofmann Ingenieure und Planer AG