



Aktualisierung der FGU-Kämpfelbach im Bereich der Ortslage Königsbach

Erläuterungsbericht

Juni 2020

WALD + CORBE Consulting GmbH

Hauptsitz Hügelsheim

Am Hecklehamm 18
Tel. +49 7229 1876-00

76549 Hügelsheim
Fax +49 7229 1876-777

www.wald-corbe.de







Aktualisierung der FGU-Kämpfelbach im Bereich der Ortslage Königsbach

Erläuterungsbericht

Projektnummer 101.18.092
Projektbearbeitung Dr. techn. T. Fischer-Antze
Dipl.-Hyd. M. Fritz
Dr.-Ing. H. Göppert

Hügelsheim, im Juni 2020

Bericht Bericht_FGU_Koeba_20200625.docx

WALD + CORBE Consulting GmbH





Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Veranlassung und Aufgabenstellung	1
1.2	Vorgehensweise	3
2	Datengrundlagen	9
2.1	Allgemeines	9
2.2	Digitales Geländemodell	9
2.3	Vermessung (Gewässer, HW-Marken)	9
2.4	Hydraulische Modelle (HWGK, FGU)	10
2.5	Derzeitige Hochwassergefahrenkarten des Landes (2015)	10
2.6	Abgelaufene Hochwasserereignisse	11
2.6.1	HW-Ereignis vom 01.06.2013	11
2.6.2	HW-Ereignisse in 2016 (07.06.2016, 25.06.2016)	14
2.6.3	Frühere Hochwasserereignisse	15
2.7	Ortsbegehung	15
2.8	Sicherheitsüberprüfung von 8 HRB	16
3	Flussgebietsuntersuchung – Ablauf und Grundlagen	17
3.1	Organisation	17
3.2	Untersuchungsablauf	17
3.3	Untersuchungsbereich	19
3.4	Vorarbeiten (Vermessungsarbeiten)	19
3.5	Hydrologisches Flussgebietsmodell „FGM-Pfintal“	20
3.5.1	Hydrologische Berechnungen mit dem aktualisierten FGM-Pfintal	20
3.5.2	Theoretische Grundlagen zum Flussgebietsmodell FGM	21
3.6	Hydraulische Modellrechnungen	21
3.6.1	1D Programmsystem HEC-RAS	23
3.6.2	Programmsystem SWMM (Kanalnetzberechnung)	23
3.6.3	2D-Strömungsmodell HYDRO_AS-2D	24
3.6.4	Programmsystem Hystem-Extran (Kanalnetzmodell)	25
3.7	Modellanpassung	25
3.8	Nachrechnung von synthetischen (statistischen) Starkregenereignissen	25
3.8.1	Nachgerechnete statistische Niederschlagsereignisse N (T, T _D)	26
3.8.2	Niederschlagsstatistik (KOSTRA-Niederschläge des DWD)	26

3.9	Lastfall Klimaänderung (T= 100 Jahre)	29
3.9.1	Allgemeines	29
3.9.2	FGM-Nachrechnung des Lastfalles Klimaänderung (T = 100 Jahre)	34
3.10	Ausarbeitung von Vorschlägen zur Verbesserung des HW-Schutzes	34
3.10.1	Grundsätze für die Entwicklung einer HW-Schutzkonzeption	34
3.10.2	Wahl des HW-Schutzgrades	35
3.10.3	Grobe Kostenschätzung der Maßnahmen (Kostenannahme)	37
3.11	Dokumentation der Untersuchungsergebnisse	37
4	Hydrologisches Flussgebietsmodell (Aktualisierung)	38
4.1	FGM-Aktualisierung: Räumliche Gliederung	38
4.2	FGM-Aktualisierung: Ortsentwässerung	38
4.3	FGM-Aktualisierung: Rückhaltungen (HRB)	38
4.3.1	Grundlage zur Steuerung von Hochwasserrückhaltebecken	38
4.3.2	Rückhaltungen (Bestand)	39
4.4	FGM-Aktualisierung: Wellenverformung (Flood-Routing)	48
4.5	Nachgerechnete statistische HW-Ereignisse (Regendauer, Jährlichkeit)	48
4.6	FGM-Berechnungsvarianten (Bebauung, HRB-Lösungen)	49
4.7	FGM-Berechnungen für den Ist-Zustand (FGM-Variante „I0“)	51
4.8	FGM-Berechnungen für die vorgeschlagene HRB-Lösungsvariante „P5“	62
4.9	FGM-Berechnungsergebnisse (HQ _T -Werte)	66
5	Hydraulische Berechnungen – Bestandsanalyse	67
5.1	Allgemeines	67
5.2	Kämpfelbach	70
5.3	Ramsbach	74
5.4	Frontalgraben	76
5.5	Traisbach	78
5.6	Bestandsanalyse - Zusammenfassung	79
6	Abgelaufene HW-Ereignisse	81
6.1	Hochwasserereignis vom 21.12.1993	82
6.2	HW-Ereignis vom 01.06.2013	82
6.3	Weitere (frühere) Hochwasserereignisse	83
6.4	HW-Ereignisse vom 07.06.2016	84
6.5	HW-Ereignisse vom 25.06.2016	86

7	HW-Schutzkonzeption – vorgeschlagene Lösung	88
7.1	Allgemeines	88
7.2	HW-Schutzkonzeption Stein	88
7.3	Wahl des HW-Schutzgrades	88
7.4	Bemessungswasserstand	89
7.5	Vorgeschlagene HW-Schutzkonzeption Königsbach (FGM-Var. „P5“)	89
7.6	Lokale HW-Schutzmaßnahmen	90
7.6.1	Lokale HW-Schutzmaßnahmen – Kämpfelbach	91
7.6.2	Lokale HW-Schutzmaßnahmen – Ramsbach	98
7.6.3	Lokale HW-Schutzmaßnahmen – Frontalgraben	100
7.6.4	Lokale HW-Schutzmaßnahmen – Traisbach	104
7.7	Vorgeschlagene HW-Schutzkonzeption Königsbach - Zusammenfassung	104
7.8	Kostenschätzungen (Kostenannahmen) für die HWS-Maßnahmen	106
7.9	Nutzen-Kosten-Untersuchung (NKU) der HWS-Konzeption der Gemeinde Königsbach-Stein (Ausblick)	108
7.9.1	Allgemeines	108
7.9.2	NKU Königsbach-Stein (Gesamtkonzeption)	109
8	HW-Schutzkonzeption – ergänzende Betrachtungen	110
8.1	Optimierung der bestehenden HRB im Einzugsgebiet des Ramsbachs	110
8.1.1	Vergleichsvariante ohne Anpassung (Volumen, Abgabe) der drei HRB im EZG des Ramsbachs	111
8.1.2	Optimierung der Abgabemenge der 3 HRB im EZG des Ramsbachs, Auslegung T = 50a, Variante „P2“ (Verworfen)	112
8.1.3	Optimierung der Abgabemenge der 3 HRB im EZG des Ramsbachs, Auslegung T = 100a, Variante „P3“ (Verworfen)	113
8.1.4	Optimierung der Abgabemenge der 3 HRB im EZG des Ramsbachs, Auslegung T = 100a,Klima, Variante „P4“ (Verworfen)	114
8.1.5	Optimierung der Vollstauvolumen der 3 HRB im EZG des Ramsbachs, Auslegung T = 100a,Klima, Variante „P6“ (Verworfen)	115
8.2	Machbarkeitsstudie Fallfeld	118
8.3	Ausblick und weiteres Vorgehen	119

9 Ergänzende HWS-Maßnahmen	120
10 Zusammenfassung und Ausblick	126
Quellenverzeichnis	128

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1:	FGM-Pfinztal – Übersichtskarte der FGU-Königsbach	5
Abbildung 1.2:	FGM-Pfinztal - Übersichtskarte des Bearbeitungsgebiets der FGU-Königsbach	6
Abbildung 1.3:	Übersichtskarte Ortsbereich Königsbach	7
Abbildung 1.4:	FGM-Pfinztal - Ausschnitt der Systemskizze für den Bereich der FGU-Königsbach Ost	8
Abbildung 1.5:	FGM-Pfinztal - Ausschnitt der Systemskizze für den Bereich der FGU-Königsbach West	8
Abbildung 2.1:	Ausschnitt der aktuellen HWGK, Stand 2015, Bereich Königsbach, Kämpfelbach	11
Abbildung 2.2:	Königsbach, HW 01.06.2013, Bereich L571, Frontalgraben (Quelle Gemeinde Königsbach-Stein)	12
Abbildung 2.3:	Königsbach, HW 01.06.2013, Bereich Walther-Rathenau-Straße (Quelle Gemeinde Königsbach-Stein)	13
Abbildung 2.4:	Stein, HW 01.06.2013, HRB Gennenbach und Bilfinger Straße (Quelle Gemeinde Königsbach-Stein)	13
Abbildung 2.5:	Stein, HW 07.06.2016, Bereich Neue Brettener Straße (Quelle Gemeinde Königsbach-Stein)	14
Abbildung 2.6:	Stein, HW 07.06.2016, Bereich Bachgasse (Quelle Gemeinde Königsbach-Stein)	15
Abbildung 3.1:	Allgemeines Ablaufschema einer Flussgebietsuntersuchung (FGU)	18
Abbildung 3.2:	Übersichtskarte der hydraulisch nachgebildeten Gewässerabschnitte und Talräume	22
Abbildung 3.3:	Lage der im Untersuchungsgebiet maßgebenden KOSTRA-Rasterelemente 23 / 82, 24 / 82	27
Abbildung 3.4:	Vergleich KOSTRA-2000 und KOSTRA-2010R, T = 100a	29
Abbildung 3.5:	Vergleich KOSTRA, KOSTRA-2000 (Sommer, Winter) nach DWD (2005)	30
Abbildung 3.6:	Vergleich von FGM-Berechnungen (fiktives Testgebiet) aus KOSTRA (DWD, 1997), KOSTRA-2000 (DWD, 2005/2009) und LF Klimaänderung	32
Abbildung 3.7:	Regionen mit unterschiedlichen Klimaänderungsfaktoren (LfU/LUBW, 2005)	33
Abbildung 3.8:	Schutzgradempfehlung nach LfU/LUBW (2005)	36
Abbildung 4.1:	Abgabearten von Hochwasserrückhaltebecken (nach Ihringer, 2005)	39
Abbildung 4.2:	Übersichtskarte der im Bereich Königsbach-Stein bestehenden (blaues Dreieck), möglichen (rosa Dreieck) Hochwasserrückhaltebecken (HRB) und	

	Regenrückhaltebecken (grünes Dreieck) der Ortsentwässerung	41
Abbildung 4.3:	Dammbauwerk HRB I (HRB 111), (Stauraum linksseitig)	43
Abbildung 4.4:	Stauraum HRB I (HRB 111)	43
Abbildung 4.5:	Dammbauwerk HRB II (HRB 113), (Stauraum rechtsseitig)	45
Abbildung 4.6:	Auslassbauwerk mit räumlichem Rechen und vorgeschaltetem Grobrechen	45
Abbildung 4.7:	Dammbauwerk HRB III (HRB 115), (Stauraum rechtsseitig)	47
Abbildung 4.8:	Auslassbauwerk mit räumlichem Rechen und Schlammablagerungen am 31.08.2016	47
Abbildung 4.9:	Lageplan ausgewählter Gewässerstellen zur Darstellung der HQ_T -Werte (Übersicht)	52
Abbildung 4.10:	Lageplan ausgewählter Gewässerstellen zur Darstellung der HQ_T -Werte (Königsbach Ost)	53
Abbildung 4.11:	Lageplan ausgewählter Gewässerstellen zur Darstellung der HQ_T -Werte (Ramsbach)	54
Abbildung 4.12:	Lageplan ausgewählter Gewässerstellen zur Darstellung der HQ_T -Werte (Frontalgraben)	55
Abbildung 4.13:	Lageplan ausgewählter Gewässerstellen zur Darstellung der HQ_T -Werte (Königsbach West)	56
Abbildung 4.14:	Kämpfelbach im Bereich Ortseingang Königsbach, Schloss, HW-Ganglinien $T=100a$ der FGM-Var. „I0“ (Ist-Zustand) für Ereignisse unterschiedlicher Regendauern T_D	59
Abbildung 4.15:	Kämpfelbach im Bereich Ortseingang Königsbach, Schloss, HW-Ganglinien $T_D=12h$ der FGM-Var. „I0“ (Ist-Zustand) für Ereignisse unterschiedlicher Jährlichkeiten T	59
Abbildung 4.16:	Ramsbach, Einmündung in Kämpfelbach, HW-Ganglinien $T=100a$ der FGM-Var. „I0“ (Ist-Zustand) für Ereignisse unterschiedlicher Regendauern T_D	60
Abbildung 4.17:	Ramsbach, Einmündung in Kämpfelbach, HW-Ganglinien $T_D=1h$ der FGM-Var. „I0“ (Ist-Zustand) für Ereignisse unterschiedlicher Jährlichkeiten T	60
Abbildung 4.18:	Frontalgraben, Einmündung in Kämpfelbach, HW-Ganglinien $T=100a$ der FGM-Var. „I0“ (Ist-Zustand) für Ereignisse unterschiedlicher Regendauern T_D	61
Abbildung 4.19:	Frontalgraben, Einmündung in Kämpfelbach, HW-Ganglinien $T_D=2h$ der FGM-Var. „I0“ (Ist-Zustand) für Ereignisse unterschiedlicher Jährlichkeiten T	61
Abbildung 5.1:	Übersichtskarte der hydraulisch untersuchten Gewässerabschnitte -	

	Unterteilung in Teilbereiche	68
Abbildung 6.1:	Walter-Rathenau-Straße, HW-Ereignis 01.06.2013 (Quelle Gemeinde Königsbach-Stein)	83
Abbildung 6.2:	HW-Marke in Stein (Rathaus)	84
Abbildung 6.3:	HW-Ereignis 07.06.2016, Abfluss über Neue Brettener Straße (Quelle Anwohner)	85
Abbildung 6.4:	HW-Ereignis 25.06.2016, Königsbacher Berg, Abfluss über Straße (Quelle Anwohner)	86
Abbildung 6.5:	HW-Ereignis 25.06.2016, Königsbacher Berg, Abfluss durch Gärten (Quelle Anwohner)	87
Abbildung 7.1:	Hydraulisch untersuchte Gewässer in Königsbach	90
Abbildung 7.2:	Lageplan Kaempf_01 (Objektschutz Getränkehandel)	93
Abbildung 7.3:	Lageplan Kaempf_02 (Mauer bei Wasserschloss) und Kaempf_03 (Verwallung bei Wasserschloss)	94
Abbildung 7.4:	Lageplan Kaempf_05 (Verwallung/Mauer) und Kaempf_06 (Objektschutz)	95
Abbildung 7.5:	Lageplan Kaempf_07 (Objektschutz IMO) und Kaempf_07a (optionaler Objektschutz IMO)	96
Abbildung 7.6:	Lageplan Kaempf_08 (DGM-Höhen unsicher)	97
Abbildung 7.7:	Lageplan Rams_01 (Leichte Gewässeraufweitung), Rams_02 (Umbau Straße) und Rams_03 (Teilaustausch Verdolung)	99
Abbildung 7.8:	Lageplan Fron_01 (Gewässeraufweitung) und Fron_02 (Verwallung/Querdamm)	101
Abbildung 7.9:	Lageplan Fron_03 (Gewässeraufweitung) und Fron_04 (Teilaustausch Verdolung)	102
Abbildung 7.10:	Lageplan Fron_05 (Verwallung, Gelände prüfen) und Fron_06 (Objektschutz Trafostation)	103
Abbildung 9.1:	Hochwasserschutzstrategie des Landes Baden-Württemberg (WBW, 2016)	120

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1:	Klimaänderungsfaktoren (LfU/LUBW, 2005)	33
Tabelle 4.1:	Bestehende Hochwasserrückhaltebecken (HRB) im Einzugsgebiet von Königsbach	40
Tabelle 4.2:	Kennwerte des bestehenden HRB I (HRB111), FGM-Kn. 758 (WALD+CORBE 2017a)	42
Tabelle 4.3:	Kennwerte des bestehenden HRB II (HRB 113), FGM-Kn. 755 (WALD+CORBE, 2017a)	44
Tabelle 4.4:	Kennwerte des bestehenden HRB III (HRB 115), FGM-Kn. 761 (WALD+CORBE, 2017a)	46
Tabelle 4.5:	Untersuchte Berechnungsvarianten FGU Stein	50
Tabelle 4.6:	FGM-Berechnungsergebnisse (HQ _T -Werte) der FGM-Variante „I0“ (Ist-Zustand) an ausgewählten Gewässerstellen	57
Tabelle 4.7:	Füllung der drei vor Königsbach bestehenden HRB bei der FGM-Variante „I0“ (Ist-Zustand). Zellen sind markiert, wenn $S_{(h)T} > S_{(vorh)}$	58
Tabelle 4.8:	FGM-Berechnungsergebnisse (HQ _T -Werte) der favorisierten HRB-Lösungsvariante „P5“ an ausgewählten Gewässerstellen	62
Tabelle 4.9:	Füllung der drei vor Königsbach bestehenden HRB bei der FGM-Variante „P5“ (Plan-Zustand). Zellen sind markiert, wenn $S_{(h)T} > S_{(vorh)}$	63
Tabelle 4.10:	Favorisierte HRB-Lösungsvariante „P5“	64
Tabelle 4.11:	Beckenwirkung HRB I (HRB 111) (Bestand) der favorisierten HRB-Lösung „P5“	64
Tabelle 4.12:	Beckenwirkung HRB II (HRB 113) (Bestand) der favorisierten HRB-Lösung „P5“	65
Tabelle 4.13:	Beckenwirkung HRB III (HRB 115) (Bestand) der favorisierten HRB-Lösung „P5“	65
Tabelle 4.14:	FGM-Berechnungsergebnisse HQ _T -Werte der FGM-Varianten „I0“ (Ist-Zustand) und „P19“ (favorisierte HRB-Lösung) an ausgewählten Gewässerstellen	66
Tabelle 5.1:	Ausbaumaßnahmen bzw. Nacherhebungen an den HWGK-Gewässern Kämpfelbach und Frontalgraben	69
Tabelle 5.2:	Im Kämpfelbach auftretende HW-Abflüsse – FGM-Variante „I0“ (Ist-Zustand)	70
Tabelle 5.3:	Im Ramsbach auftretende HW-Abflüsse – FGM-Variante „I0“ (Ist-Zustand)	74
Tabelle 5.4:	Im Frontalgraben auftretende HW-Abflüsse – FGM-Variante „I0“ (Ist-Zustand)	76

Tabelle 5.5:	Im Traisbach auftretende HW-Abflüsse – FGM-Variante „I0“ (Ist-Zustand)	78
Tabelle 7.1:	Im Kämpfelbach auftretende HW-Abflüsse – FGM-Variante „P5“ (Plan-Zustand)	91
Tabelle 7.2:	Vorgeschlagene lokale HWS-Maßnahmen (T = 100a, LF Klima) im Kämpfelbach	92
Tabelle 7.3:	Im Ramsbach auftretende HW-Abflüsse – FGM-Variante „P5“ (Plan-Zustand)	98
Tabelle 7.4:	Vorgeschlagene lokale HWS-Maßnahmen (T = 100a) im Ramsbach	98
Tabelle 7.5:	Im Frontalgraben auftretende HW-Abflüsse – FGM-Variante „P5“ (Plan-Zustand)	100
Tabelle 7.6:	Vorgeschlagene lokale HWS-Maßnahmen (T = 100a) im Frontalgraben	100
Tabelle 7.7:	Im Traisbach auftretende HW-Abflüsse – FGM-Variante „P5“ (Plan-Zustand)	104
Tabelle 7.8:	Vorgeschlagene lokale HWS-Maßnahmen in Königsbach	105
Tabelle 7.9:	Kostenschätzungen (Kostenannahmen) für die HW-Schutzkonzeption Königsbach (Brutto-Gesamtkosten, ohne Grunderwerb und Ausgleichsmaßnahmen)	106
Tabelle 8.1:	HW-Abflüsse im Bereich Ramsbach, FGM-Variante „P1“	111
Tabelle 8.2:	HW-Abflüsse im Bereich Ramsbach, FGM-Variante „P2“	112
Tabelle 8.3:	HW-Abflüsse im Bereich Ramsbach, FGM-Variante „P3“	113
Tabelle 8.4:	HW-Abflüsse im Bereich Ramsbach, FGM-Variante „P4“	114
Tabelle 8.5:	HW-Abflüsse im Bereich Ramsbach, FGM-Variante „P6“	116
Tabelle 8.6:	Differenz HW-Abflüsse im Bereich Ramsbach, FGM-Variante „P1 – P6“, Absolut	116
Tabelle 8.7:	Differenz HW-Abflüsse im Bereich Ramsbach, FGM-Variante „P1 – P6“, Prozentual	117
Tabelle 8.8:	Untersuchte FGM-Berechnungsvarianten Machbarkeitsstudie Fallfeld	118

Anlagenverzeichnis

Anlage A	Hydrologische Berechnungen
Anlage A.1	Übersichtslagepläne
Anlage A.1.1	FGM-Übersichtskarte
Anlage A.1.2	FGM-Systemskizze
Anlage A.2	FGM-Modellstruktur
Anlage A.2.1	Modellparameter und Regionalisierungsverfahren
Anlage A.2.2	Teilgebietskenngrößen
Anlage A.2.3	Ortsentwässerungskenngrößen
Anlage A.2.4	Flood-Routing der Gewässer (Fließzeit)
Anlage A.2.5	HRB-Kenngrößen
Anlage A.3	KOSTRA2000 Bemessungsniederschlag
Anlage A.3.1	Übersichtskarte KOSTRA2000-Raster
Anlage A.3.2	Verwendetes DIH-Diagramm KOSTRA2000
Anlage A.4	FGM-Berechnungsergebnisse
Anlage A.4.1	FGM-Berechnungsvarianten
Anlage A.4.2	FGM-Berechnungsergebnisse (HQ _T) der Variante „I0“
Anlage A.4.3	FGM-Berechnungsergebnisse (HQ _T) der Variante „P0“
Anlage A.4.4	FGM-Berechnungsergebnisse (HQ _T) der Variante „P1“
Anlage A.4.5	FGM-Berechnungsergebnisse (HQ _T) der Variante „P2“
Anlage A.4.6	FGM-Berechnungsergebnisse (HQ _T) der Variante „P3“
Anlage A.4.7	FGM-Berechnungsergebnisse (HQ _T) der Variante „P4“
Anlage A.4.8	FGM-Berechnungsergebnisse (HQ _T) der Variante „P5“
Anlage A.4.9	FGM-Berechnungsergebnisse (HQ _T) der Variante „P6“

Anlage B Hydraulische Berechnungen**Anlage B.1 Allgemeines**

Anlage B.1.1 Übersichtskarte hydraulische Modelle

Anlage B.2 Königsbach

Anlage B.2.1 Lageplan Vermessung

Anlage B.2.2 Abfluss-Längsschnitte Ist-Zustand

Anlage B.2.3 Flächenausbreitung HWGK

Anlage B.2.4 Flächenausbreitung HQ10, HQ20, HQ50, HQ100, HQ100K, Ist-Zustand

Anlage B.2.5 Wassertiefen HQ100, Ist-Zustand

Anlage B.2.6 WSP- und Sohl-Längsschnitte HQ10, HQ20, HQ50, HQ100, HQ100K, Ist-Zustand

Anlage B.2.7 Flächenausbreitung HQ100, HQ100K, Plan-Zustand

Anlage B.2.8 Wassertiefen HQ100, Plan-Zustand

Anlage B.2.9 WSP- und Sohl-Längsschnitte HQ100, HQ100K, Plan-Zustand

Anlage B.2.10 Vorgeschlagene Maßnahmen (Tabelle)

Anlage B.2.11 Vorgeschlagene Maßnahmen (Fotos)

Anlage C CD

1 Einführung

1.1 Veranlassung und Aufgabenstellung

In der Gemeinde Königsbach-Stein sind die beiden Ortsteile Königsbach und Stein stark durch Hochwasser (HW) gefährdet. Dies zeigen anschaulich die in den letzten Jahren aufgetretenen Schadensereignisse. Beim großräumigen Hochwasser vom 01.06.2013, das in Süddeutschland in vielen Regionen zu Schäden führte, waren zahlreiche größere Gewässer der Gemeinde Königsbach-Stein betroffen. Das lokale Gewitterereignis vom 07.06.2016 führte sehr lokal zu bereichsweise katastrophalen Überflutungen in Stein. Schäden traten in Stein am 25.06.2016 bei einem weiteren lokalen Gewitterereignis auf. Aber auch bei zahlreichen früheren Ereignissen kam es im Gemarkungsbereich zu Schäden. Die Vielzahl in der Vergangenheit aufgetretene Schadensereignisse und dabei betroffene Gewässerabschnitte weisen auf einen unzureichenden Hochwasserschutz in den beiden Ortslagen Königsbach und Stein hin.

Die in den beiden Ortsteilen derzeit vorliegende starke Gefährdung entlang der Hauptgewässer zeigen auch die Hochwassergefahrenkarten des Landes. Entlang der Hauptgewässer kann in beiden Ortsteilen der i.d.R. angestrebte 50- bis 100-jährliche HW-Schutz in vielen Abschnitten nicht erreicht werden. Eine Verbesserung des HW-Schutzes sollte daher angestrebt werden.

Bereits im Vorfeld der in 2016 aufgetretenen Schadensereignisse hatte die Gemeinde eine Flussgebietsuntersuchung (FGU) für den Ortsteil Stein in Auftrag gegeben. Untersucht werden sollten dabei neben den Hochwassergefahrenkarten (HWGK)-Hauptgewässern weitere Seitengewässer, an denen in der Vergangenheit Schäden auftraten. Ergänzt wird die FGU-Stein um vertiefte Sicherheitsüberprüfungen nach DIN19700 für die acht von der Gemeinde zum Schutz der beiden Ortslagen errichteten Hochwasserrückhaltebecken.

Die nach Beginn der FGU-Stein in 2016 aufgetretenen Hochwasserereignisse zeigen, dass in Stein von weiteren Gewässern Gefährdungen ausgehen. Außerdem konnten aus den aufgetretenen Überflutungen und Fließwege die im Rahmen der FGU-Stein zu erstellenden hydrologischen und hydraulischen Modelle verifiziert werden. Insbesondere das Ereignis vom 07.06.2016 lieferte wertvolle Hinweise für die real auftretenden Gefährdungen (HW-Schutzbedarf) und für die Sicherheitsüberprüfungen der 8 Hochwasserrückhaltebecken (HRB) (Überlastung von Becken). Es wurde daher eine Erweiterung der FGU-Stein beantragt, die all diese Aspekte abdeckte. Neben einer Analyse der in 2016 aufgetretenen HW-Ereignisse wurde die FGU-Stein um die in 2016 betroffenen Seitengewässer erweitert.

Für den Ortsbereich von Königsbach ist aus der früheren FGU-Kämpfelbach (WALD+CORBE, 2001a) bereits eine HW-Schutzkonzeption vorhanden. Von dieser wurden Teile (Dammbalkenverschluss am Radwegdurchlass Plötzer) umgesetzt. Die Maßnahme hat sich bei abgelaufenen HW (2013) bereits bewährt. Allerdings fehlen noch wesentliche Teile aus der HW-Schutzkonzeption, so dass bei größeren HW (s. HW 2013) noch immer mit massiven Schäden in der Ortslage Königsbach zu rechnen ist. Außerdem wurde im Rahmen

der FGU-Kämpfelbach nur das Hauptgewässer Kämpfelbach betrachtet. Dass in Königsbach auch an Nebengewässern Probleme auftreten können, zeigen neben den Erfahrungen bei abgelaufenen HW (2013) auch die Hochwassergefahrenkarten des Landes für den Frontalgraben.

Die Gemeinde ist sich des im Ortsbereich von Königsbach unzureichenden HW-Schutzes bewusst (s. FGU-Kämpfelbach, s. abgelaufene HW wie 2013, s. HWGK-Ergebnisse) und strebt daher eine Verbesserung des Hochwasserschutzes an. Eine direkte Umsetzung der FGU-Kämpfelbach-Konzeption ist dabei allerdings nicht mehr sinnvoll. Zwischenzeitlich liegen seit dem Abschluss der FGU-Kämpfelbach (2001) zahlreiche neue Daten, Modellaktualisierungen und Erkenntnisse vor:

So wurde vom Land ein hochaufgelöstes digitales Geländemodell (**DGM**) erstellt, das den HWGK-Karten zugrunde liegt und damit wesentlich bessere Informationen zu den im HW-Fall auftretenden Überflutungen liefert.

Die **HWGK**-Berechnungen des Landes liefern Informationen zu weiteren Gewässern. In der FGU-Kämpfelbach wurde nur der Kämpfelbach betrachtet. Nach den HWGK-Berechnungen treten auch am Frontalgraben Überflutungen auf (s. HW 2013).

Abgelaufene HW (01.06.2013) liefern Hinweise zu problematischen Gewässerabschnitten. Außerdem kann das den HWGK-Berechnungen zugrunde liegende hydraulische Modell anhand des HW 2013 angepasst werden (Feinabstimmung der Gewässerrauigkeiten).

Auch das **hydrologische Flussgebietsmodell** wurde nach Abschluss der FGU-Kämpfelbach (2001) in späteren Untersuchungen (FGU-Ispringen, HQ₁-Nachweis des AV-Kämpfelbach, Sicherheitsüberprüfung der acht HRB vor Königsbach-Stein, ...) immer wieder aktualisiert. Dies betrifft neben neueren Ortsentwässerungsdaten auch detailliertere räumliche Gliederungen im Modell.

Die durchgeführte **vertiefte Überprüfung von acht HRB** liefert genaue Angaben zu den 3 vor Königsbach im Einzugsgebiet des Ramsbachs gelegenen Becken.

Zusammenfassend zeigen die bei mehreren in der jüngsten Vergangenheit aufgetretenen HW-Ereignisse mit teilweise verheerenden Schäden ebenso wie die Ergebnisse der HWGK-Berechnungen, dass in Königsbach ein unzureichender HW-Schutz vorliegt. Im Rahmen der vorliegenden FGU-Königsbach sollten daher Lösungen zur Verbesserung des HW-Schutzes ausgearbeitet werden. Um ganzheitliche Lösungen entwickeln zu können sind dabei alle drei auf die Ortslage zufließenden Gewässer zu betrachten.

1.2 Vorgehensweise

Aus den früheren Untersuchungen (FGU, HWGK, Detailuntersuchungen) liegen angepasste hydrologische und hydraulische Modelle vor. Dies reduziert den Bearbeitungsaufwand für die Aktualisierung einer FGU-Kämpfelbach (Ortsbereich Königsbach) erheblich. Die vorhandenen Modelle wurden jedoch an die aktuellsten Daten und Erkenntnisse angepasst und ggf. um weitere Gewässerabschnitte bzw. zu untersuchende HW-Ereignisse erweitert. Außerdem wurden alle relevanten Zusatzinformationen in die Entwicklung einer HW-Schutzkonzeption für Königsbach eingebunden. Nachfolgend sind hierzu nochmals einige zentrale Aspekte zusammengestellt:

In die Untersuchung (Entwicklung einer HW-Schutzkonzeption für Königsbach) wurden die beim **HW 2013** gemachten Erfahrungen (Ausuferungen, Schäden, Scheitelwasserstände, Verlegungen, ...) eingebunden.

Es wurde geprüft ob alle, seit Abschluss der letzten Untersuchungen (FGU, HWGK, Detailuntersuchungen) realisierten **Maßnahmen** (Neubau Brücke IMO, ...) in den hydrologischen und hydraulischen Modellen erfasst worden sind. Ggf. wurden die Modelle zu aktualisiert.

In den HWGK-Berechnungen wird ausschließlich der Ist-Zustand betrachtet. HW-Schutzlösungen sollten mögliche abflussverschärfende Aspekte mit berücksichtigen (LF-Klimaänderungen, Neubebauungen, ...). Vorgesehen sind entsprechend Berechnungen für einen geplanten Ausbauzustand der Ortsentwässerung. In der FGU-Kämpfelbach (2001) und den HWGK-Berechnungen wird der für HW-Schutzuntersuchungen wichtige Fall des **Lastfalles Klimaänderung** nicht berücksichtigt. Mit der Einführung des Leitfadens Bemessungshochwasser (LfU/LUBW, 2005) liegen Abschätzungen zu den bis 2050 zu erwartenden Folgen der Klimaänderung vor. Die im Rahmen der FGU zu untersuchenden HW-Ereignisse wurden um den Lastfall-Klimaänderung (100a) zu ergänzt.

Im Ortsbereich von Königsbach mündet der **Ramsbach** in den Kämpfelbach. Oberhalb der Ortslage wurden im Einzugsgebiet des Ramsbachs drei HRB zum Schutz der Ortslage vor Ausuferungen des Ramsbachs errichtet. Hydraulische Berechnungen für den Ramsbach (kein HWGK-Gewässer) liegen bisher nicht vor. Durchgeführt wurde eine Neuvermessung des innerorts verdolten Gewässers, der Aufbau eines hydraulischen Modells, hydraulische Berechnungen (Ermittlung der Leistungsfähigkeit) und die Entwicklung einer optimierten HW-Schutzkonzeption (HRB-Optimierung, Gewässerausbau, Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Verdolungseinlaufes, ...).

Das HWGK-Gewässer **Frontalgraben** wurde in der FGU-Kämpfelbach (2001) nicht betrachtet. Durchgeführt wurde für den Frontalgraben, aufbauend auf den vorhandenen hydrologisch-hydraulischen Modellen und Berechnungsergebnissen, zunächst eine Bestandsanalyse. Als Ergebnis der Bestandsanalyse wurden Lösungen zur Verbesserung des HW-Schutzes entwickelt.

In einem ersten Untersuchungsschritt wurde auf der Grundlage aktueller Daten eine erneute Bestandsanalyse durchgeführt (Ermittlung des derzeitigen HW-Schutzes). Die teilweise auf älteren Datengrundlagen basierenden Berechnungen zur HWGK (Kämpfelbach, Frontalgraben) und der FGU Königsbach (WALD+CORBE, 2001a) wurden dabei aktualisiert. So wurden beispielsweise die neuesten Ortsentwässerungsdaten in das hydrologische Flussgebietsmodell eingegeben, so dass entlang der Gewässer aktuelle

HW-Abflüsse (HQ_T -Werte) vorliegen. Außerdem war anhand der Beobachtungen abgelaufener HW (Fließwege, Überlastungen, HW-Marken, ...) bereichsweise eine (Nach-) Kalibrierung der hydraulischen Modelle möglich.

Zusätzlich zum Kämpfelbach und zum Frontalgraben wurde das „nicht HWGK-Gewässer“ Ramsbach in die Untersuchung mit aufgenommen. Dies erforderte neben Neuvermessungen den Aufbau hydraulischer Modelle für dieses Seitengewässer.

Mit den so aktualisierten bzw. neu erstellten hydrologischen und hydraulischen Modellen wurden Überflutungskarten für HW-Ereignisse unterschiedlicher Wiederkehrzeiten (Jährlichkeiten) erstellt. Dies ermöglichte eine detaillierte Bestandsanalyse (derzeitiger HW-Schutzgrad) der im Rahmen der vorliegenden FGU-Königsbach betrachteten drei Haupt- und Nebengewässer.

Auf dieser Grundlage wurden Lösungsvorschläge zur Verbesserung des Hochwasserschutzes ausgearbeitet. Untersucht wurden auf Rückhalt basierende Lösungen (Abgabeoptimierung, Ausbau von HRB), auf lokalem Schutz basierende Lösungen sowie kombinierte Lösungskonzepte.

Bei der Ausarbeitung von HW-Schutzlösungen wurde dabei auch aufgezeigt, ob die Wirkung der bestehenden drei Becken verbessert werden kann. Hierzu fanden Optimierungsrechnungen mit dem aktualisierten hydrologischen Flussgebietsmodell FGM-Pfinztal statt.

Eine Verbesserung des HW-Schutzes ist auch über lokale HW-Schutzmaßnahmen (Gewässerausbau, Eindeichung, etc.) möglich. Die Untersuchung und Bemessung von lokalen HW-Schutzmaßnahmen erfolgte über, an die drei hydraulisch untersuchten Gewässer angepassten hydraulischen Modelle.

Als Ergebnis der Untersuchung liegt eine mit allen Beteiligten (Gemeinde, Landratsamt) abgestimmte HW-Schutzkonzeption vor. Um die Lösungen dabei auch unter Wirtschaftlichkeitsgesichtspunkten beurteilen und miteinander vergleichen zu können, fanden Kostenschätzungen für die Einzelmaßnahmen sowie für die Gesamtkonzeptionen statt.

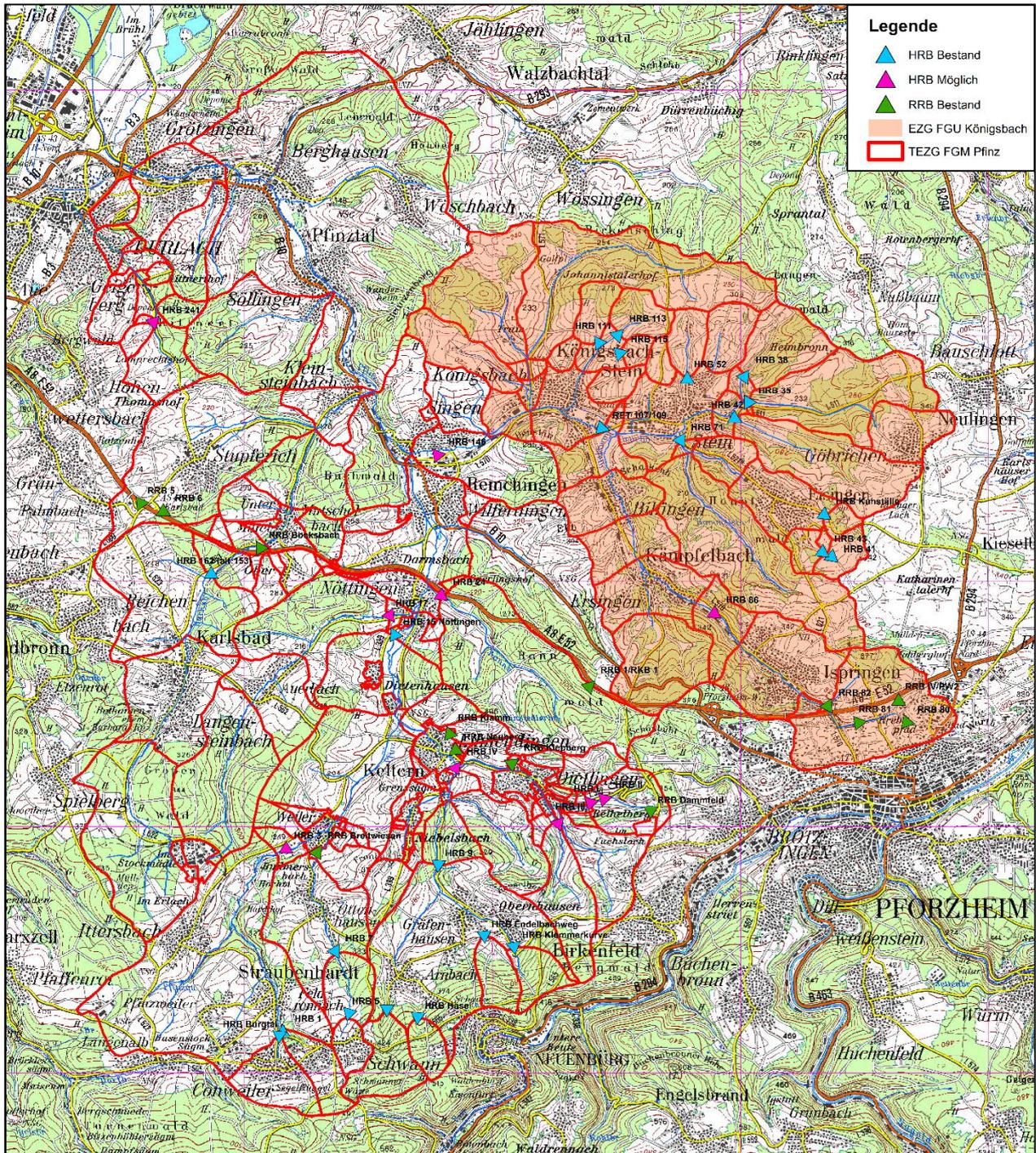


Abbildung 1.1: FGM-Pfintal – Übersichtskarte der FGU-Königsbach

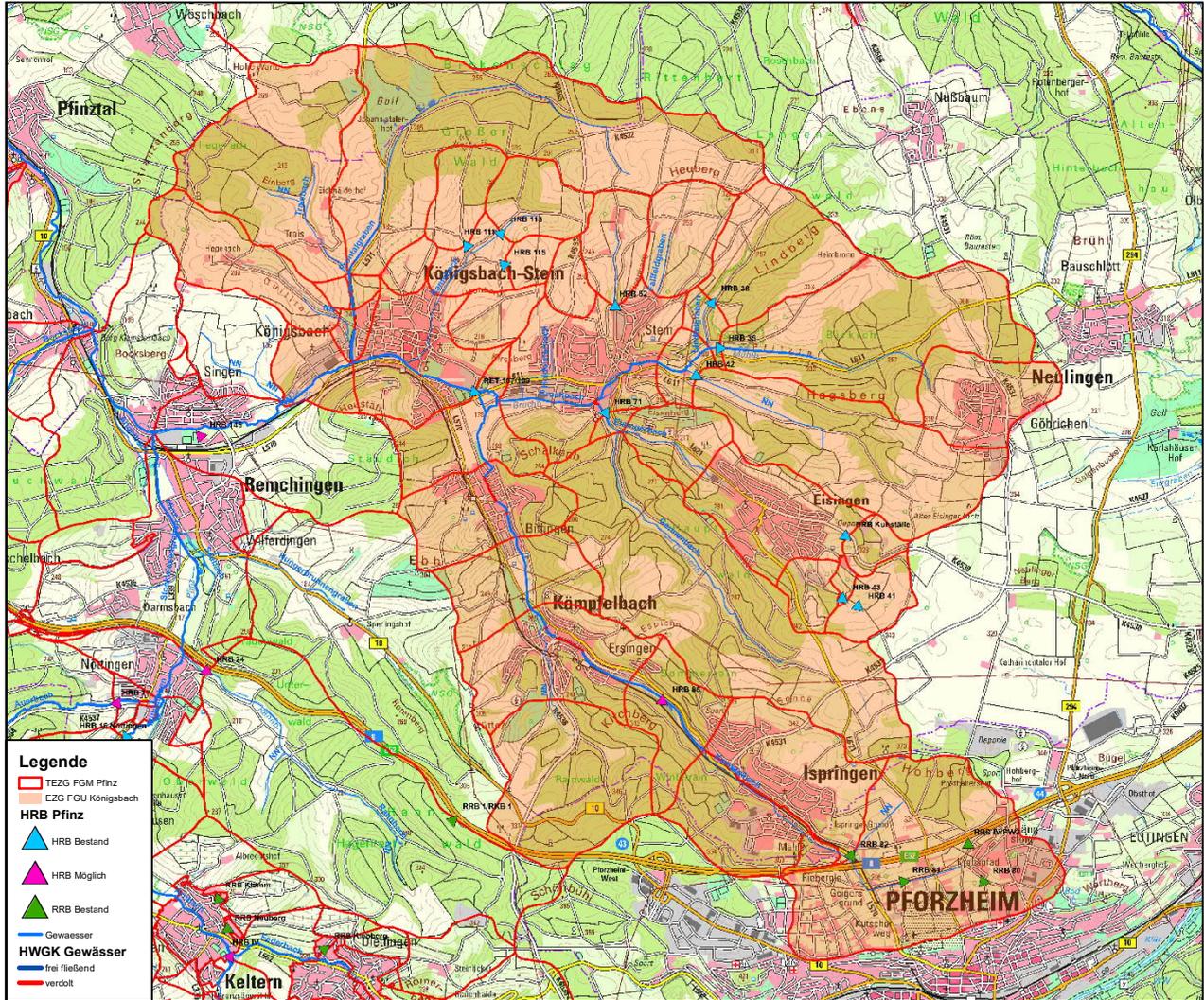


Abbildung 1.2: FGM-Pfinztal - Übersichtskarte des Bearbeitungsgebiets der FGU-Königsbach

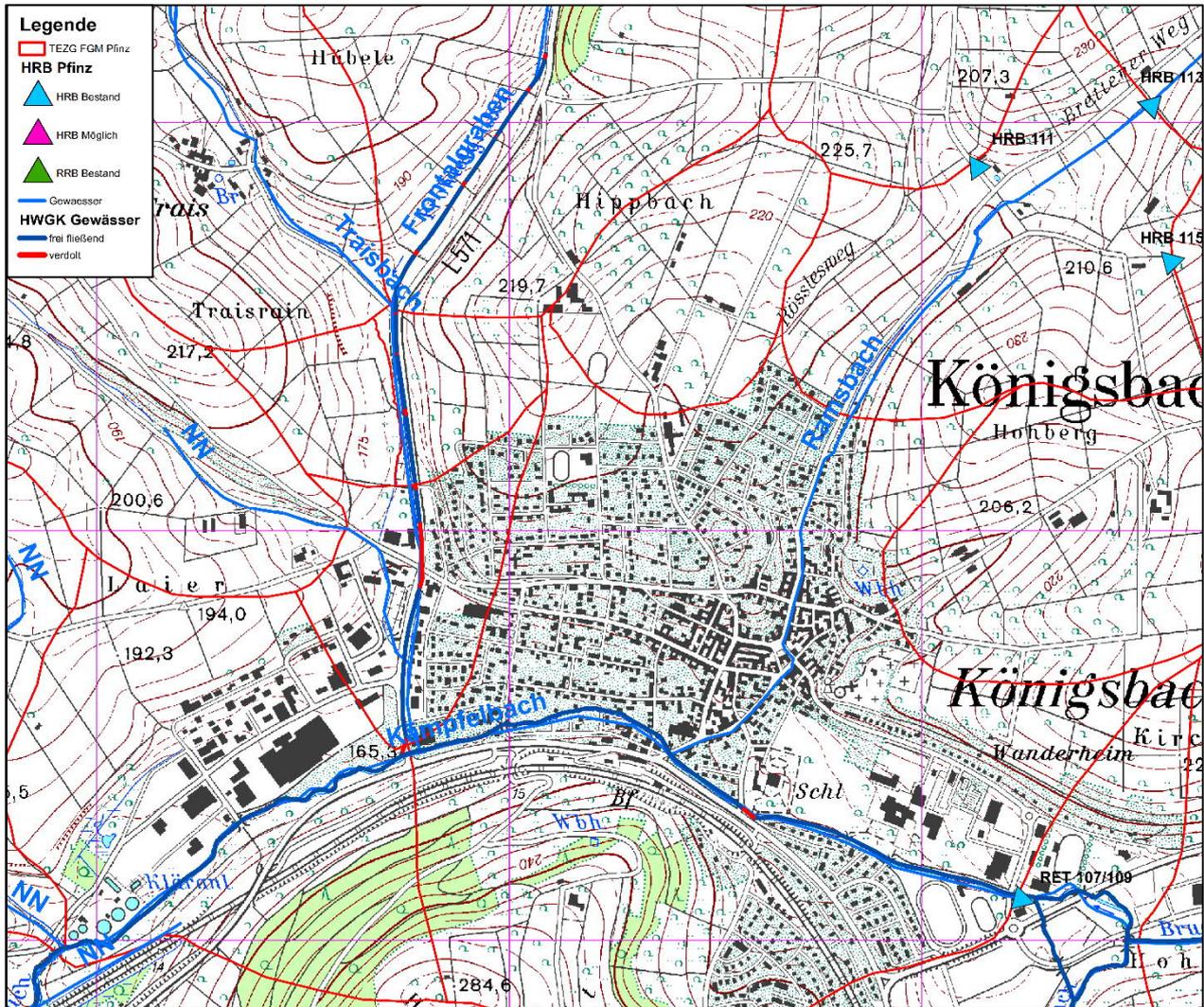


Abbildung 1.3: Übersichtskarte Ortsbereich Königsbach

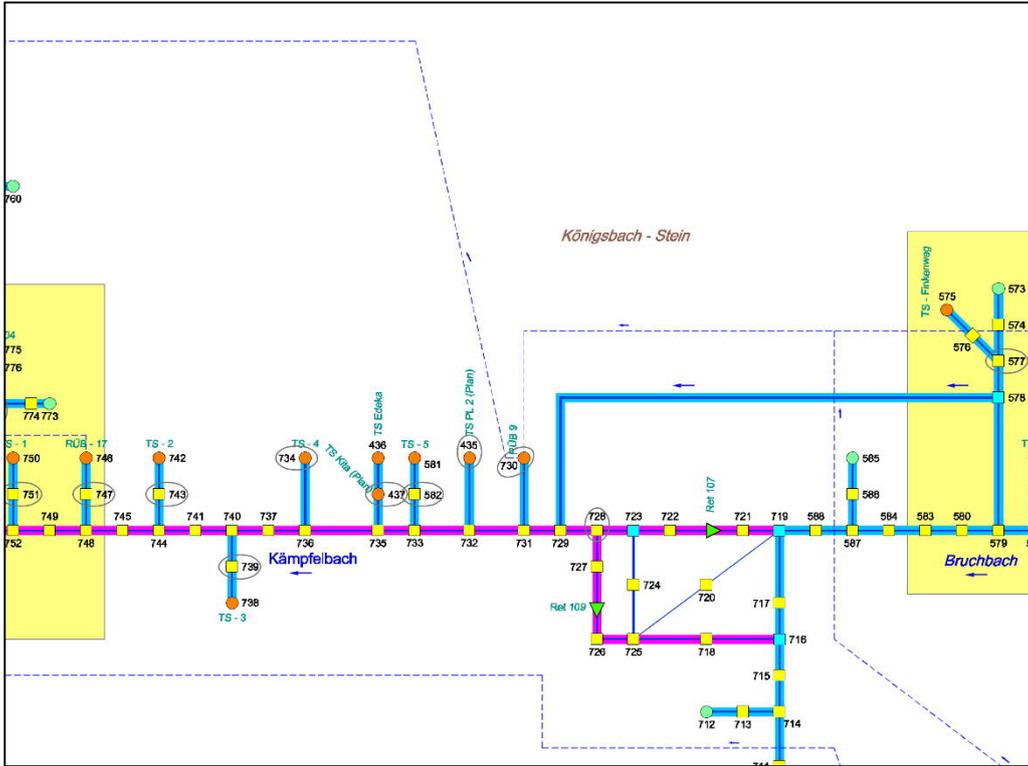


Abbildung 1.4: FGM-Pfintal - Ausschnitt der Systemskizze für den Bereich der FGU-Königsbach Ost

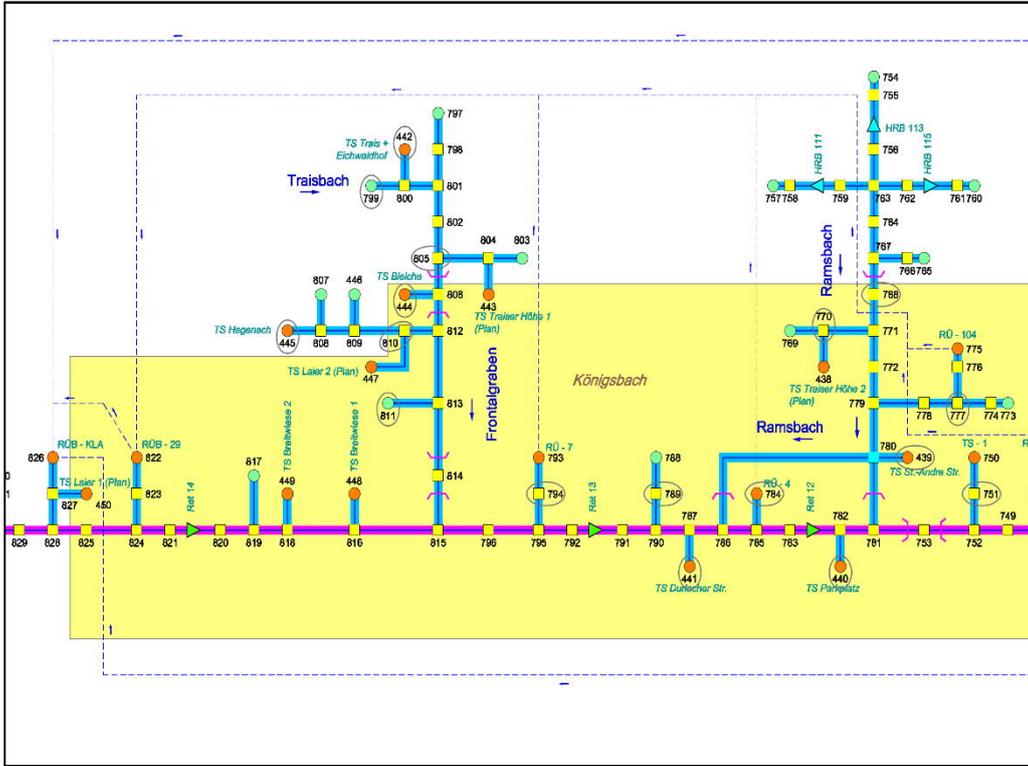


Abbildung 1.5: FGM-Pfintal - Ausschnitt der Systemskizze für den Bereich der FGU-Königsbach West

2 Datengrundlagen

Die im Folgenden aufgeführten Daten bildeten die Grundlagen für die hydrologisch-hydraulischen Berechnungen:

2.1 Allgemeines

- Flussgebietsuntersuchungen FGU im Pfinztal (WALD+CORBE, 1995, 2001a, 2001b, 2012a, 2012b, 2014a, 2016, 2017b, 2019)
- Ortsentwässerungsdaten für Stein, Eisingen, Göbrichen (Gemeinde Königsbach-Stein, Ing.-Büros)
- Hydraulische Kanalnetzüberrechnung Königsbach-Stein, GEP (WALD+CORBE)
- Sicherheitsüberprüfung zu 8 HRB Königsbach-Stein (WALD+CORBE, 2017a)
- Sicherheitsüberprüfung zu 3 HRB Eisingen (WALD+CORBE, 2018a)
- Informationen aus Ortsbegehungen (HW-Marken, Fließwege, mögliche HRB, ...)
- Orthofotos (LRA)
- Aktuelle Bodennutzung digital (LRA)
- ALK digital (Gemeinde Königsbach-Stein)
- Geologie digital (LRA)
- Gewässerentwicklungsplan (Gemeinde Königsbach-Stein)
- Gewässerentwicklungskonzept Kämpfelbach (Gemeinde Königsbach-Stein)
- Planunterlagen zu bereits realisierten HW-Schutzmaßnahmen (Gemeinde Königsbach-Stein, LRA)
- Sonstiges: KOSTRA Bemessungsniederschläge des DWD, ...

2.2 Digitales Geländemodell

- Digitales Geländemodell aus der Untersuchung „Hochwassergefahrenkarten Baden-Württemberg“ (HWGK TBG 352)

2.3 Vermessung (Gewässer, HW-Marken)

- HWGK-Vermessungsprofile (HWGK TBG 352, überwiegend 2004/2005)
- Vermessung von Gewässerprofilen, Bauwerken, Uferlinien, Straßendämmen, ... am Kämpfelbach, Frontalgraben, Ramsbach, Traisbach (Januar 2019)
- Vermessene HW-Marken vom HW-Ereignis 01.06.2013 an Kämpfelbach und Frontalgraben

2.4 Hydraulische Modelle (HWGK, FGU)

Für alle größeren Gewässer des Landes wurden in den letzten Jahren Hochwassergefahrenkarten (HWGK) erstellt. Die Erstellung von Hochwassergefahrenkarten im Bereich des Pfinztals erfolgte durch WALD+CORBE (2015). Hierzu wurden folgende hydraulischen Modelle aufgebaut und angepasst:

- 2D Strömungsmodell des Bruchbachs vom HRB Pfitztal bis zur Mündung in den Kämpfelbach
- 1D/2D Strömungsmodell des Gennenbachs vom HRB Gennenbach bis zur Mündung in den Bruchbach
- 1D Strömungsmodell des Kämpfelbachs
- 1D Strömungsmodell des Frontalgrabens

Für den Bruchbach wurden bereits im Rahmen früherer Untersuchungen (WALD+CORBE, 2005) hydraulische Modelle angepasst.

Zudem wurden hydraulische Berechnungen zu den Planungen im Rahmen des Ausbaus des Mühlbachs (Bruchbachs) im Ortsteil Stein von Ingenieurbüro Muff-Hohmann (Muff-Hohmann, 2002) erstellt.

2.5 Derzeitige Hochwassergefahrenkarten des Landes (2015)

Vom Land Baden-Württemberg wurden flächendeckend für alle größeren Gewässer Hochwassergefahrenkarten (HWGK) erstellt. Mit der Erstellung von Hochwassergefahrenkarten für das Einzugsgebiet der Pfinz (TBG 352) wurde das Büro WALD+CORBE beauftragt.

Die HWGK-Berechnungen wurden im Jahr 2015 abgeschlossen. Die HWGK-Berechnungen basieren auf HW-Abflüssen (HQ_T -Werten) aus dem hydrologischen Flussgebietsmodell der Pfinz (WALD+CORBE, 2012a). Das hydrologische Flussgebietsmodell der Pfinz wird immer wieder an neue Datengrundlagen angepasst. So fanden auch im Rahmen der vorliegenden FGU-Königsbach Aktualisierungen statt, die entsprechend in den HWGK-Berechnungen noch nicht verfügbar waren. So wurde im früheren FGM-Pfinz der HWGK z.B. der Einfluss von Ortseinleitungen oder Rückhaltungen (Retentionsräume, HRB) im Bereich von Königsbach nur vereinfacht berücksichtigt.

Auf dieser Grundlage wurden im Bereich der Ortslage Königsbach eindimensionale hydraulische Modelle (s. auch Kapitel 2.4) für die Gewässer Kämpfelbach und Frontalgraben aufgebaut und hydraulische Berechnungen für die HW-Ereignisse HQ_{10} , HQ_{50} , HQ_{100} , HQ_{EXTREM} sowie das Ereignis $HQ_{100, \text{ohne Schutz}}$ durchgeführt. Die Überflutungsflächen entstanden durch eine Verschneidung der berechneten Wasserspiegellagen mit dem Digitalen Geländemodell des Landes Baden-Württemberg.

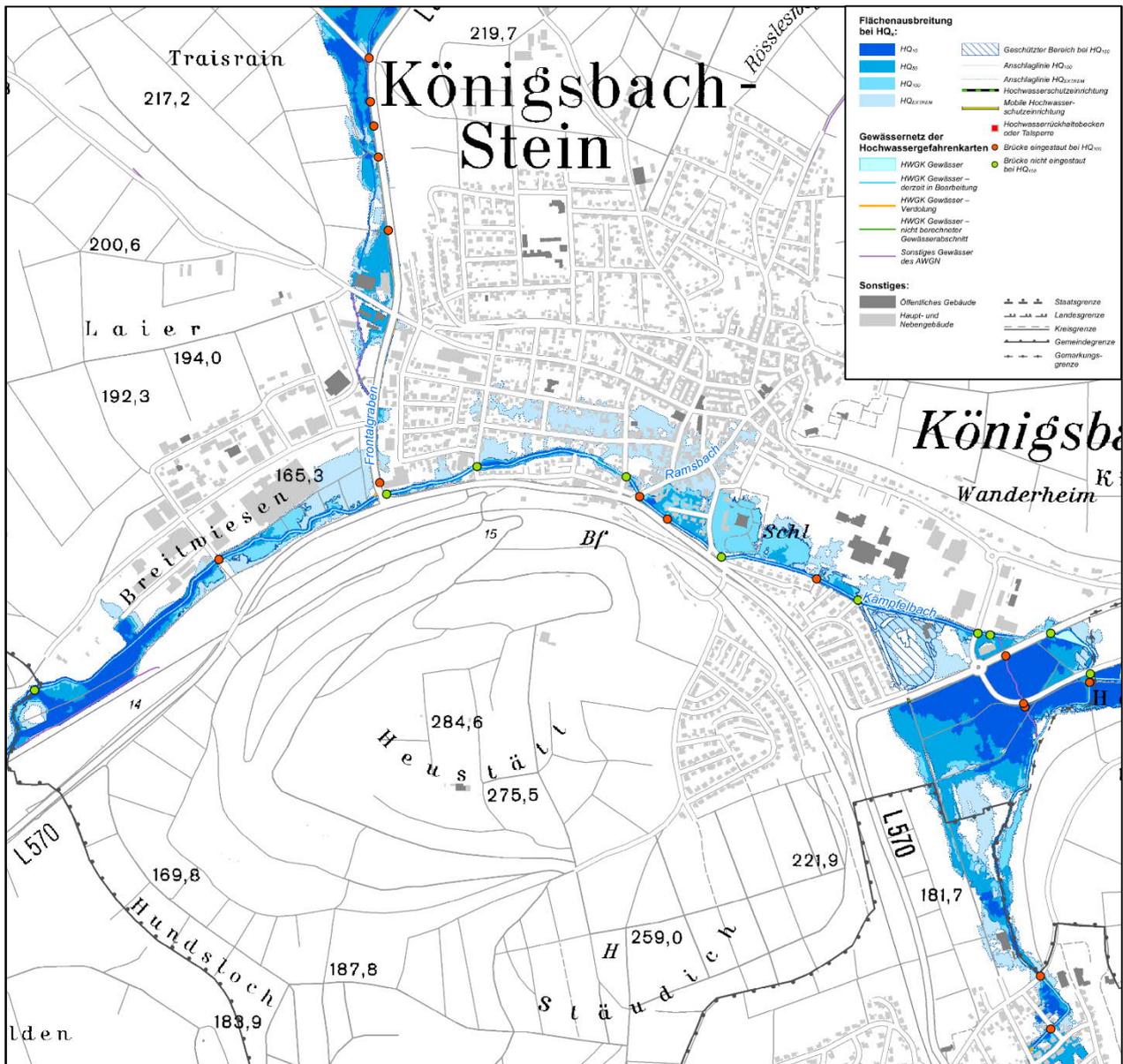


Abbildung 2.1: Ausschnitt der aktuellen HWGK, Stand 2015, Bereich Königsbach, Kämpfelbach

2.6 Abgelaufene Hochwasserereignisse

2.6.1 HW-Ereignis vom 01.06.2013

Am 01.06.2013 fand in der Region ein extremes Niederschlagsereignis statt. Die großräumig ausgedehnten Niederschläge fielen auf einen schon hochgradig vorgesättigten Boden, was zu einer erhöhten Abflussbereitschaft führte. In der Region kam es hierbei zu HW-Schäden in vielen Gemeinden, so auch in Königsbach-

Stein. Bei diesem Niederschlagsereignis kam es zu Überflutungen im gesamten Gemeindebereich. Es traten fast alle auf die Gemeinde Königsbach-Stein zufließenden Gewässer über die Ufer. Auch wurde an den meisten der 8 um die Gemeinde angesiedelten HRB ein Einstau verzeichnet.

Nach dem Ereignis vom 01.06.2013 fanden HW-Dokumentationen durch die Gemeinde und das Büro WALD + CORBE statt. Außerdem fanden unmittelbar nach dem HW-Ereignis mehrere Begehungen durch die Gemeinde und das Büro WALD + CORBE statt.



Abbildung 2.2: Königsbach, HW 01.06.2013, Bereich L571, Frontalgraben (Quelle Gemeinde Königsbach-Stein)



Abbildung 2.3: Königsbach, HW 01.06.2013, Bereich Walther-Rathenau-Straße (Quelle Gemeinde Königsbach-Stein)



Abbildung 2.4: Stein, HW 01.06.2013, HRB Gennenbach und Bilfinger Straße (Quelle Gemeinde Königsbach-Stein)

2.6.2 HW-Ereignisse in 2016 (07.06.2016, 25.06.2016)

Bei zwei Starkregenereignissen traten in der Gemeinde Königsbach-Stein am 07.06.2016 und 25.06.2016 bereichsweise massive innerörtliche Überflutungen auf.

Besonders stark betroffen waren beim Ereignis vom 07.06.2016 hierbei Ortsbereiche im Unterstrom des HRB-Kuchental und des Fallfeldgrabens (Alte und Neue Brettener Straße). Die hierdurch hervorgerufenen Überflutungen zogen sich durch die gesamte Bebauung der Ortslage Stein über den Marktplatz und die Bachgasse bis zum Vorfluter Bruchbach hin. Auch Bereiche südlich der L611 (Sägmühlweg, Neuwiesenstraße) wurden hierbei in Mitleidenschaft gezogen.

Bei dem zweiten, sehr lokalen HW-Ereignis vom 25.06.2016 kam es zu Überflutungen im Bereich des Königsbacher Berges und des unterstromig liegenden Falken- und Bussardwegs.

Für die beiden HW-Ereignisse wurden von der Gemeinde Königsbach-Stein HW-Dokumentationen zur Verfügung gestellt. Ergänzt wurden diese um die, bei gemeinsamen Begehungen mit der Gemeinde erhobenen Informationen (HW-Marken, Fließwege, Verlegungen, Geschwemmsellinien, Angaben von Anliegern,...). Zentrale HW-Marken wurden im Rahmen der FGU eingemessen.

Die nachfolgenden Bilder zeigen Fotos der HW-Ereignisse aus dem Jahre 2016 in Stein. Weitere Informationen können der HW-Dokumentation in Anlage C entnommen werden.



Abbildung 2.5: Stein, HW 07.06.2016, Bereich Neue Brettener Straße (Quelle Gemeinde Königsbach-Stein)



Abbildung 2.6: Stein, HW 07.06.2016, Bereich Bachgasse (Quelle Gemeinde Königsbach-Stein)

2.6.3 Frühere Hochwasserereignisse

Zu HW-Problemen kam es bereits bei früheren HW-Ereignissen (HW 1993, 1827, ...). Informationen zu historischen HW konnten über an Häusern angebrachten HW-Marken sowie Augenzeugenberichten aus der Anwohnerschaft ermittelt werden.

Zu berücksichtigen bei der Interpretation historischer Hochwasser (Häufigkeit, Schutzgrad, ...) sind zwischenzeitliche erfolgte Veränderungen im Einzugsgebiet und an den Gewässern. Dies betrifft Aspekte wie die Bebauung (Neubebauungen, neue Gewerbegebiete), aber auch zwischenzeitlich realisierte HW-Schutzmaßnahmen (HRB,...). Zu berücksichtigen ist auch die sich infolge der (bereits eingetretenen) Klimaänderung ergebende stärkere HW-Gefährdung.

2.7 Ortsbegehung

Im Rahmen zweier Ortsbegehungen ohne Vertreter der Gemeinde Königsbach-Stein (23.11.2018, 15.03.2020) wurden Informationen zu Veränderungen am bestehenden Gewässersystem gesammelt und dokumentiert. Es wurden außerdem bestehende und mögliche Standorte für Rückhaltungen bzw. Gewässerausbaumaßnahmen erkundet und die Festlegung von Wasserscheiden oder der Klärung von Detailfragen (HRB, Gewässerausbaumaßnahmen) diskutiert

2.8 Sicherheitsüberprüfung von 8 HRB

Im Vorfeld zur vorliegenden FGU-Königsbach fanden von WALD+CORBE vertiefte Sicherheitsüberprüfungen nach DIN 19700 für insgesamt acht Hochwasserrückhaltebecken der Gemeinde Königsbach-Stein statt. Die Sicherheitsüberprüfungen umfassen alle drei am Ramsbach gelegen Becken (HRB-111, HRB-113, HRB-115). Damit standen für die vorliegende FGU-Königsbach aktuelle Datengrundlagen (Kennwerte) dieser Rückhaltungen zur Verfügung. Die Ergebnisse der Sicherheitsüberprüfung (Sanierungsbedarf) bildeten außerdem die Grundlage für Vorschläge zum möglichen Ausbau der Becken als denkbare HWS-Maßnahmen. Detaillierte Informationen zu den Sicherheitsüberprüfungen können den einzelnen Erläuterungsberichten (WALD+CORBE, 2017a) entnommen werden.

3 Flussgebietsuntersuchung – Ablauf und Grundlagen

3.1 Organisation

Die Bestandsanalyse und Entwicklung von Lösungen zur Verbesserung des Hochwasserschutzes fand in enger Abstimmung mit der Gemeinde Königsbach-Stein. Die Lösungsvorschläge wurden im Rahmen von Arbeitsbesprechungen immer wieder abgestimmt.

Ergänzend zu den Arbeitsbesprechungen wurden mehrere Ortsbegehungen durchgeführt. Bei diesen Begehungen wurden gefährdete innerörtliche Gewässerabschnitte begutachtet, Anlieger befragt, HW-Marken und Fließwege abgelaufener HW-Ereignisse (insbesondere HW vom 01.06.2013) aufgenommen, und Lösungen für HW-Schutzmaßnahmen (mögliche HRB-Standorte, Gewässerausbaumaßnahmen) besprochen.

3.2 Untersuchungsablauf

Die vorliegende Untersuchung entspricht hinsichtlich des Ablaufes dem einer Flussgebietsuntersuchung. Ein allgemeines Ablaufschema einer solchen Flussgebietsuntersuchung (FGU) zeigt die Abbildung 3.1. Die hier dargestellte Vorgehensweise hat sich bei zahlreichen Flussgebietsuntersuchungen (z.B. Pfinz, Saalbach, Kraichbach, Elsenz-Schwarzbach, Aid, Altdorf, Ehningen, Nufingen, Renningen, Grafenau, Glatt, Murg, Seefelder Aach, Lindach-Lauter, Nürtingen-Tiefenbach, Leintal, Böllinger Bach, Seckach, Schefflenz, Schutter, Schallstadt, Ehebach, Klemmbach, Engen, Mühlbach, etc.) bewährt, so dass auch die vorliegende Untersuchung weitestgehend entsprechend dieses Ablaufschemas durchgeführt wurde.

Der Schwerpunkt solch einer hydrologisch-hydraulischen Untersuchung besteht im Aufbau, der Anpassung („Eichung“) und der Anwendung mathematischer Modelle (Computermodelle), mit denen der Niederschlag-Abfluss-Prozess im gesamten Einzugsgebiet und die Abflussvorgänge in den Gewässern bzw. Verdolungen möglichst genau nachgebildet werden können. Hierzu sind sowohl hydrologische, als auch hydraulische Berechnungsmodelle notwendig. Durch Simulationsrechnungen können mit diesen Modellen dann die Auswirkungen von Veränderungen im Einzugsgebiet (Klimaänderung, Neubau von Rückhaltungen bzw. Überleitungen, Neubebauungen, etc.) sowie die Wirkungen von lokalen Maßnahmen (Mauern, Schutzdämme, Flutmulden, Bypass, Aufdimensionierungen, Aufweitungen, Offenlegungen, etc.) auf die Abflüsse und die Wasserstände in den Gewässern aufgezeigt und analysiert werden.

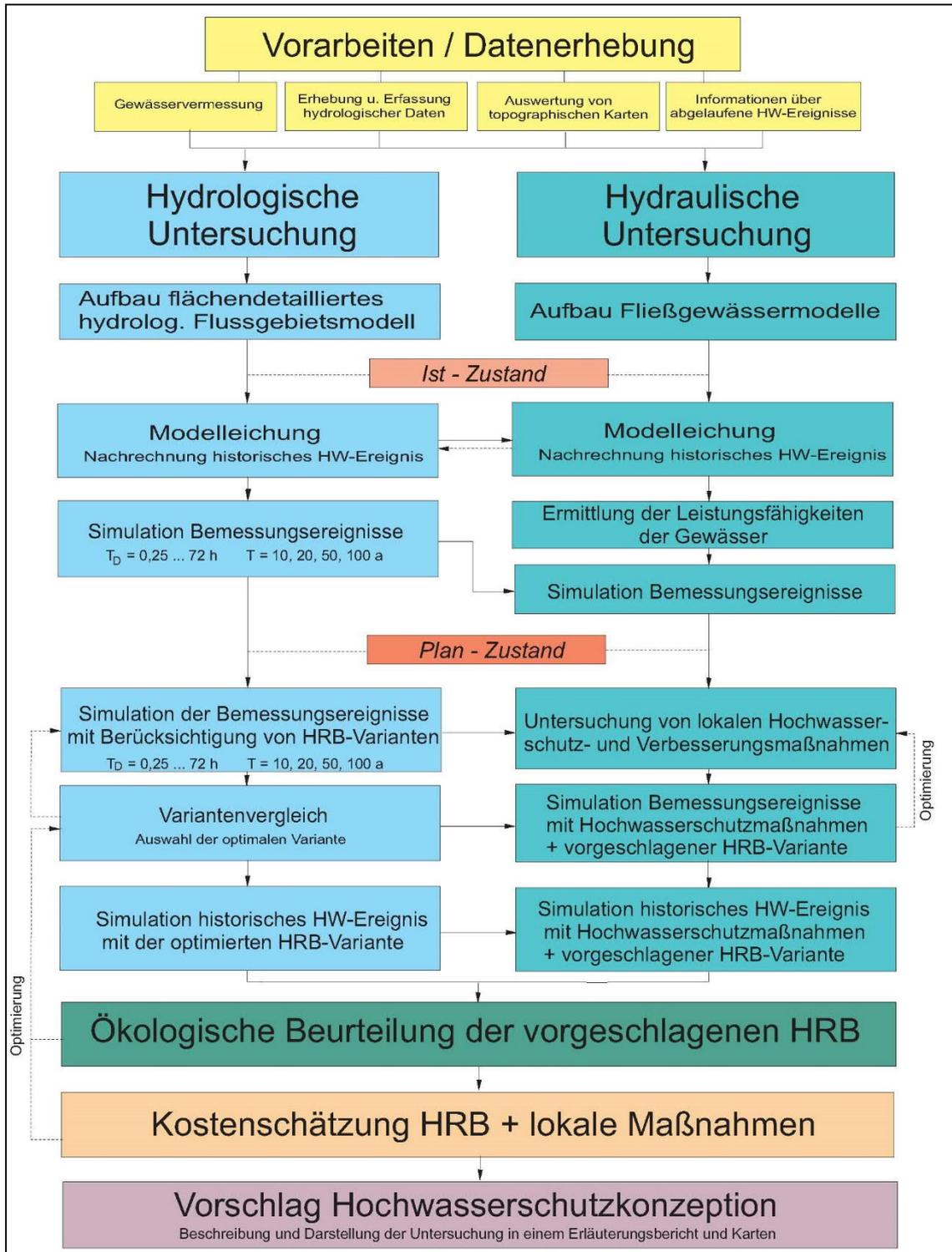


Abbildung 3.1: Allgemeines Ablaufschema einer Flussgebietsuntersuchung (FGU)

3.3 Untersuchungsbereich

Im vorhandenen hydrologischen Flussgebietsmodell wird das Gesamteinzugsgebiet des Pfinztals nachgebildet. Der im Rahmen der FGU-Königsbach betrachtete hydrologische Untersuchungsbereich (Modellgebiet) umfasst das bis zur Kläranlage Königsbach-Stein kurz vor der Ortslage Singen ca. $A_E = 68,7 \text{ km}^2$ große Einzugsgebiet des Kämpfelbachs mit seinen Nebengewässern des Bruchbachs, Ramsbachs und des Frontalgrabens. In das vorhandene Flussgebietsmodell „FGM-Pfinztal“ wurden im Rahmen der FGU-Königsbach neue Daten (Ortsentwässerung, HRB, ...) eingebaut. Zur Erfassung aller untersuchungsrelevanten Gewässerstellen (Außengebiete, mögliche HRB-Standorte, hydraulisch untersuchte Gewässer, ...) musste im hydrologischen Flussgebietsmodell eine flächendetailliertere Nachbildung erfolgen (feinere räumliche Unterteilung). Aus den Berechnungen mit dem aktualisierten hydrologischen Flussgebietsmodell stehen flächendetailliert HQ_T -Werte für die Einzugsgebiete aller auf die Ortslage von Königsbach zufließender Gewässer (Kämpfelbach, Bruchbach, Ramsbach und Frontalgraben für eine Vielzahl an Gewässerstellen zur Verfügung.

Hydraulische Modelle standen aus der HWGK-Untersuchung des Landes, für die beiden Hauptgewässer Kämpfelbach und Frontalgraben zur Verfügung. Nicht erfasst war bisher der innerorts verdolte, von Osten auf Königsbach zufließenden kleinere Nebengewässer Ramsbach. Für dieses Seitengewässer wurde im Rahmen der vorliegenden FGU-Königsbach ebenfalls hydraulische Modelle aufgebaut und angepasst. Außerdem für den am nördlichen Ortsrand in den Frontalgraben einmündenden Traisbach.

Bei den in 2016 aufgetretenen Starkregenereignissen hat es sich um Ereignisse kurzer Dauer gehandelt („Sommergewitter“). Solche Ereignisse kurzer Dauerstufen können aufgrund hoher Niederschlagsintensitäten zu hohen Abflüssen im Kanalnetz führen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass Kanalnetze i.d.R. lediglich auf 3- bis 5-jährliche Starkregen ausgelegt werden. Bei selteneren Starkregen ist daher mit Überlastungen zu rechnen. Eine Überprüfung (Optimierung) des Kanalnetzes war nicht Bestandteil der FGU-Königsbach, wurde jedoch zeitgleich von der WALD+CORBE Infrastrukturplanung GmbH durchgeführt, sodass deren Ergebnisse ebenfalls in die FGU-Königsbach einfließen konnten.

3.4 Vorarbeiten (Vermessungsarbeiten)

Es war eine Reihe von Vorarbeiten und begleitenden Arbeiten durchzuführen, die den Einsatz dieser hydrologischen und hydraulischen Modelle erst ermöglichten. Neben der Auswertung von Karten, Planunterlagen und hydrologischen Daten, handelte es sich dabei in erster Linie um die Erfassung der Gewässer durch Vermessungsarbeiten.

Die von WALD+CORBE im Pfinztal im Rahmen früherer Untersuchungen aufgebauten hydraulischen Modelle sowie die verwendeten Datengrundlagen können den Erläuterungsberichten zu den HWGK- und FGU-Untersuchungen entnommen werden (WALD+CORBE, 1995, 2001a, 2001b, 2012a, 2012b, 2014a, 2016, 2017b, 2019).

3.5 Hydrologisches Flussgebietsmodell „FGM-Pfinztal“

3.5.1 Hydrologische Berechnungen mit dem aktualisierten FGM-Pfinztal

Die Berechnung der bei Hochwasser in den Hauptgewässern abfließenden Wassermengen ist aufgrund der komplexen Verhältnisse (Ortseinleitungen mit Außengebieten, Rückhaltungen, Überleitungen, Retentionsräume, ...) nur mit einem flächendetaillierten hydrologischen Flussgebietsmodell (FGM) möglich. Für das Gesamteinzugsgebiet des Pfinztals liegt solch ein flächendetailliertes hydrologisches Flussgebietsmodell „FGM-Pfinztal“ aus früheren Untersuchungen vor (WALD+CORBE, 1995 - 2019). Das Modell wurde über die Nachrechnung und Analyse an Pegeln gemessener HW angepasst. Außerdem fand im Rahmen von Detailuntersuchungen immer wieder eine Aktualisierung des hydrologischen Flussgebietsmodells statt.

Da das bisherige Flussgebietsmodell im Untersuchungsraum Königsbach nicht alle für die Untersuchung relevanten Gewässerstellen erfasste (z.B. neue Einleitungsstellen, Gewässerstränge,...) wurde in einem ersten Schritt das hydrologische Modell „FGM-Pfinztal“ im Bereich von Königsbach in seiner räumlichen Auflösung verfeinert. Außerdem fand eine Aktualisierung der Datengrundlagen (Bebauung, HRB,...) statt.

Das Einzugsgebiet des Untersuchungsraums Stein wird im Flussgebietsmodell jetzt in einem hohen Detaillierungsgrad nachgebildet. Dies war notwendig, um mit dem Modell die bestehenden und möglichen Rückhalte- und Retentionsräume bzw. Überleitungen berücksichtigen und untersuchen zu können. Gleichzeitig war damit aber auch die Möglichkeit gegeben, die gebietscharakteristischen Eigenschaften, wie z.B. die Topographie, die jeweilige Landnutzung und das Gewässernetz sehr detailliert entsprechend den örtlichen Gegebenheiten zu erfassen. Das Modell liefert damit sehr fein gegliedert Angaben zu den entlang der Gewässer auftretenden Hochwasserabflüssen.

Im hydrologischen Flussgebietsmodell „FGM-Pfinztal“ wird der Niederschlag-Abfluss-Prozess unter Berücksichtigung der gebietscharakteristischen Eigenschaften flächendetailliert modelliert. Da alle Teilgebiete im Flussgebietsmodell über das ebenfalls erfasste Gewässersystem miteinander verknüpft sind und der Ablauf der Hochwasserwellen in den Gewässerstrecken unter Berücksichtigung der Zuflüsse aus den Teilgebieten mit hydrologischen Verfahren nachgebildet werden, kann somit der Ablauf eines Hochwasserereignisses im Gesamteinzugsgebiet räumlich detailliert simuliert werden.

Im Flussgebietsmodell werden die Zuflüsse aus der Ortsentwässerung getrennt nachgebildet. Aufgrund des teilweise großen Bebauungsgrades im Untersuchungsraum Stein spielt die genaue Nachbildung dieser Zuflüsse eine große Rolle.

Die FGM-Berechnungen wurden mit dem Flussgebietsmodell „FGM“ der Universität Karlsruhe/KIT (Ihringer, 2005) durchgeführt. Die FGM-Berechnungsergebnisse (Abflussganglinien, HQ_T -Werte) können als Eingangsgröße für Berechnungen mit hydraulischen 1D-Fließgewässermodellen, Kanalnetzmodellen (Bachverdolung) bzw. 2D-Strömungsmodellen eingesetzt werden. Neben der Ermittlung der entlang der Gewässer auftretenden HW-Abflüsse wurde das Flussgebietsmodell auch für die Optimierung von HW-Schutzlösungen (HRB) eingesetzt.

3.5.2 Theoretische Grundlagen zum Flussgebietsmodell FGM

Für die hydrologischen Berechnungen wird das Softwarepaket des Instituts für Wasser und Gewässerentwicklung (IWG) des KIT-Karlsruhe verwendet (Ihringer, 2005). Eingesetzt wird das Programm FGM (FGM-Version V7), mit dem eine flächendetaillierte Niederschlag-Abfluss-Modellierung für komplexe Flussgebiete möglich ist.

Der Einsatz dieses Programms erfordert die Gliederung des betrachteten Gesamtsystems mit Hilfe von sogenannten Gewässerknoten („FGM-Knoten“) in Teileinzugsgebiete und Gewässerabschnitte. Mittels mathematischer Modellansätze wird dann für jedes Teileinzugsgebiet, das an den Knoten angeschlossen ist, der Niederschlag-Abfluss-Prozess nachgebildet.

Der Abfluss an einem „Knoten“ ergibt sich in den Modellrechnungen durch Überlagerung der Zuflussganglinie des am Knoten angeschlossenen Einzugsgebietes mit den Zuflussganglinien eventuell oberstromiger Knoten. Zwischen zwei Gewässerknoten kann die Verformung der Abflussganglinie entlang der Gewässerstrecke (Flood-Routing), eine Gewässerverzweigung (Abschlag, Überleitung) und der Einfluss eines Rückhalterumes (HRB, RRB, Polder, Retentionsraum, See, Weiher, etc.) modelliert werden.

3.6 Hydraulische Modellrechnungen

Aussagen zu den sich entlang der Gewässer einstellenden Wasserständen, zur Leistungsfähigkeit der Gewässer, zur Wirkung von Eingriffen und Maßnahmen an den vorhandenen Gewässersystemen sind mit einem hydrologischen Flussgebietsmodell alleine nicht möglich. Diese lassen sich nur mit hydraulischen Modellen (1D-Fließgewässermodell, Kanalnetzmodell, 2D-Strömungsmodell) aufzeigen, mit denen die Abflussvorgänge unter Berücksichtigung sämtlicher Bauwerke und der vorhandenen Abflussquerschnitte simuliert werden können.

Hydraulisch nachgebildet und untersucht wurden im Rahmen der FGU-Königsbach die Gewässer Kämpfelbach, Ramsbach, Traisbach und Frontalgraben. Die hydraulischen Modelle des Kämpfelbachs und des Frontalgraben wurden zur genaueren Nachbildung unterschiedlicher Fließwege in Abweichung zu den hydraulischen Berechnungen zur HWGK überwiegend zweidimensional erstellt. Anpassungen wurden in den Bereichen der Verdolungen vorgenommen, da hierfür im Rahmen der FGU-Königsbach detailliertere Daten zur Verfügung standen. Für die restlichen hydraulisch untersuchten Gewässer mussten neue zweidimensionale hydraulische Modelle aufgebaut und angepasst werden. Für die hydraulischen Berechnungen wurden die entlang der Gewässer auftretenden Hochwasserabflüsse (HQ-Werte, bzw. T-jährlichen HW-Ganglinien) aus den Berechnungen mit dem hydrologischen Flussgebietsmodells entnommen.

Für alle untersuchten Gewässer wurden überwiegend zweidimensionale (2D) Strömungsmodelle aufgebaut, um ein breitflächiges, verzweigtes Abflussgeschehen hydraulisch nachbilden zu können.

In bebauten Gebieten werden Gewässerabschnitte oft unter dem Gelände verdolt abgeführt, um so eine freie Siedlungsentwicklung zu ermöglichen. Hydraulische Berechnungen für längere verdolte Gewässerabschnitte fanden mit speziell hierfür geeigneten Kanalnetzmodellen, die in der Lage sind, sowohl den Freispiegelabfluss in der verdolten Haltung als auch einen möglichen Druckabfluss (Kanalrohr ist voll eingestaut) zu berechnen.

Die Abbildung 3.2 zeigt die im Rahmen der FGU-Königsbach hydraulisch untersuchten Gewässerabschnitte und Talräume mit den dabei eingesetzten Modellen (1D, 2D, Kanalnetzmodell). Die hydraulischen Berechnungen in Stein wurden dabei mit folgenden Programmpaketen durchgeführt:

- HEC-RAS (1D hydraulisches Modell),
- SWMM (Kanalnetzmodell),
- Hydro_AS-2D (2D hydraulisches Strömungsmodell) und
- (Hystem-Extran: Kanalnetzmodell)

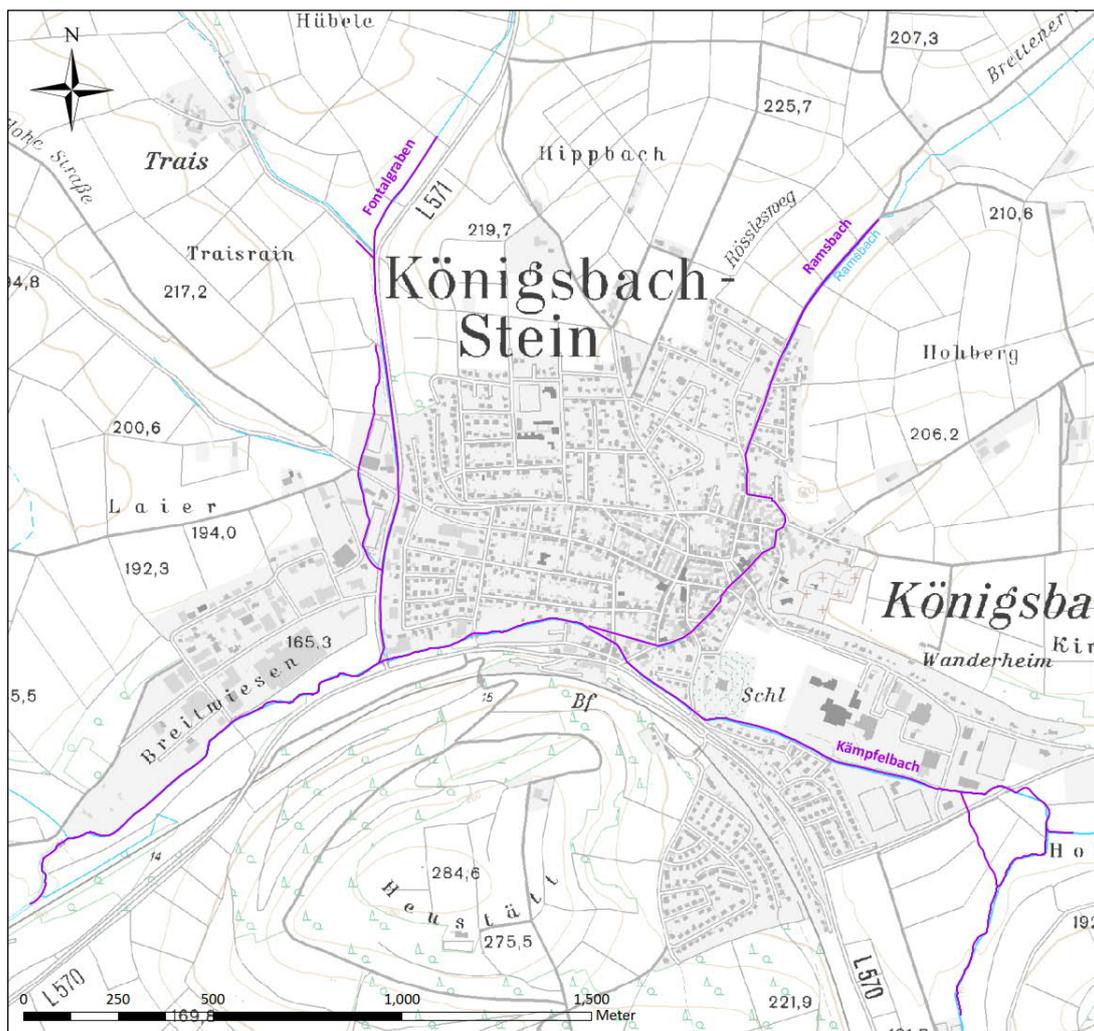


Abbildung 3.2: Übersichtskarte der hydraulisch nachgebildeten Gewässerabschnitte und Talräume

Hydraulische Berechnungen erfolgten zunächst im Rahmen der Bestandsanalyse für den derzeitigen Zustand (Ist-Zustand). Den Berechnungen lagen der derzeitige Ausbauzustand der Gewässer (ohne Gewässer- ausbaumaßnahmen) sowie die derzeitigen Hochwasser-Abflüsse (ohne neue Rückhaltungen, ohne vorgesehene Neubebauungen) zugrunde. Mit den berechneten Wasserspiegellagen wurden durch eine Verschnidung mit dem DGM Überflutungskarten (Wassertiefenkarten) erstellt.

Aus den T-jährlichen (10a, 20a, 50a, 100a, 100aKlima) Überflutungskarten konnte direkt auf die Überflutungsgefährdung geschlossen werden (Bestandsanalyse). D.h. die Karten zeigen, welche Ortsbereiche (Gebäude) im Hochwasserfall gefährdet sind.

Im Anschluss an die Bestandsanalyse wurden die hydraulischen Modelle zur Optimierung von Hochwasserschutzlösungen eingesetzt. Hierzu wurden in die Modelle mögliche Hochwasserschutzmaßnahmen eingebaut. Die Berechnungsergebnisse wurden ebenfalls in Form von Hochwasser-Längsschnitten und Überflutungskarten dokumentiert.

Nachfolgend werden die eingesetzten Programmsysteme nochmals kurz beschrieben:

3.6.1 1D Programmsystem HEC-RAS

Die 1D hydraulische Modellierung wurde mit dem eindimensionalen Fließgewässermodell HEC-RAS (US Army Corps of Engineers) durchgeführt. HEC-RAS unterscheidet sich von vielen anderen Programmsystemen insbesondere dadurch, dass lokale Fließwechsel berücksichtigt und Sonderbauwerke wie Brücken, Durchlässe und dergleichen im Modell äußerst exakt nachgebildet und simuliert werden können. Komplexe Fließsituationen, wie Übergänge von strömenden auf schießenden Abfluss oder die Ausbildung von Druckabfluss in Brückendurchlässen lassen sich mit Hilfe von HEC-RAS sehr genau erfassen.

Die Geometrie des Gewässers wird im hydraulischen Modell durch einzelne Gewässerquerprofile erfasst, die numerisch betrachtet jeweils einen Berechnungsknoten darstellen. Um die hydraulische Wirkung von Sonderbauwerken erfassen zu können, ist es erforderlich, den Standardgewässerquerprofilen im Bereich von Brücken oder Verdolungen zusätzlich spezielle Bauwerksparameter zuzuordnen. Die Summe aller Berechnungsknoten mit Querschnitts- und Bauwerksparametern, ergänzt um die Angabe von Fließlängen und Rauheitsparametern, bildet das Gesamtmodellsystem für die hydraulische Simulation.

3.6.2 Programmsystem SWMM (Kanalnetzberechnung)

SWMM steht für Storm Water Management Model und wurde von der US-amerikanischen Umweltbehörde EPA entwickelt und herausgegeben. SWMM ist ein umfassendes dynamisches Niederschlag-Abfluss-Simulationsmodell, mit dem Einzelereignisse oder lang andauernde (kontinuierliche) Simulationen der Ab-

flussmengen von überwiegend besiedelten Gebieten berechnet werden können. SWMM ist weltweit verbreitet und wird von vielen Institutionen zur Planung, Analyse und Bemessung von Kanalnetzen verwendet.

Für diese Untersuchung wurde das Kanalnetzmodul von SWMM zur Ermittlung der Verdolungsleistungsfähigkeiten (Rohrhydraulik) verwendet. Es wurden stationäre Berechnungen durchgeführt, die Druckhöhen in den Haltungen berechnet und in jedem Schacht mit den vorliegenden Geländehöhen in Bezug gesetzt. Daraus konnten die Leistungsfähigkeiten in jedem Schacht abgeleitet werden. Zur Bestimmung des maximalen Abflusses in einer Haltung wurde davon ausgegangen, dass stets die gesamte Abflussmenge in der Verdolung abgeführt werden kann.

3.6.3 2D-Strömungsmodell HYDRO_AS-2D

Komplexe Abflussverhältnisse lassen sich mit eindimensionalen Fließgewässermodellen oftmals nicht mehr oder nur stark vereinfacht nachbilden. Dies gilt insbesondere für Bereiche, in denen das Wasser breitflächig in der Tallage abfließt, sich hinter Querriegeln wie Straßendämmen aufstaut, diese überströmt, sich innerorts aufteilt und den Gefälleverhältnissen folgend über das Straßen- und Wegenetz abfließt. Solch komplexe Abflussverhältnisse lassen sich nur mit zweidimensionalen Strömungsmodellen realistisch erfassen. Mit den Vermessungsprofilen und dem digitalen Geländemodell des Landes stehen in Stein ausreichende Datengrundlagen für den Aufbau eines zweidimensionalen Strömungsmodells zur Verfügung. Eingesetzt wurde das zweidimensionale Strömungsmodell HYDRO_AS-2D, für das im Büro WALD+CORBE langjährige Erfahrungen bei zahlreichen vergleichbaren Projekten vorliegen.

Hydro_AS-2D zeichnet sich durch zuverlässige Berechnungsalgorithmen aus. Durch die Einbeziehung empirischer Ansätze bietet Hydro_AS-2D die Möglichkeit, auch durchströmte und überströmte Bauwerke zu simulieren. Das in dem Modell integrierte Verfahren basiert auf der Lösung der zweidimensionalen tiefengemittelten Strömungsgleichungen mit der räumlichen Diskretisierung nach der Finiten-Volumen-Methode (FV). Die Zeitdiskretisierung erfolgt nach dem expliziten Runge-Kutta-Verfahren zweiter Ordnung. Die Ermittlung der konvektiven Strömungsanteile basiert in Hydro_AS-2D auf modernen Upwind-Verfahren. Es können Wirbelströmungen, Impulsaustausch zwischen dem Flussschlauch und dem Vorland, Wechselsprünge, Sohlensprünge, örtliche Verluste, Querschnittseinengungen und -aufweitungen, Strömung unter Druckabfluss, steile Geländeneigungen (Wildbäche) etc. problemlos und sehr genau modelliert werden. Eine detaillierte Beschreibung des numerischen Modells ist im Benutzerhandbuch und in einem Tutorial vom Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft gegeben.

Das System SMS (Surface-Water Modeling System der Firma Aquaveo entwickelt an der Brigham Young University) bildet die Benutzeroberfläche zu Hydro_AS-2D. Es verfügt über umfangreiche Funktionen zur Modellnetzgenerierung und wird für das Modelpre- und Modelpostprocessing eingesetzt.

3.6.4 Programmsystem Hystem-Extran (Kanalnetzmodell)

Die Ortsentwässerung wurde mit dem hydrodynamischen Kanalnetzmodell HYSTEM-EXTRAN der ITWH (Hannover) simuliert. Dabei erfolgt mit dem Berechnungsverfahren HYSTEM die Oberflächenabflussberechnung und mit dem Berechnungsverfahren EXTRAN die hydrodynamische Abflusstransportberechnung.

Die Oberflächenabflussberechnung wird für bestimmte Niederschlagbelastungen unter Berücksichtigung verschiedener Flächenparameter durchgeführt. Die Übertragung des abflusswirksamen Niederschlagsanteils von durchlässiger und undurchlässiger Fläche in die Oberflächenabflusswelle erfolgt mithilfe einer Standardeinheitsganglinie. Das Abflusstransportmodell EXTRAN beschreibt den Wellenablauf im Kanalnetz, der sich aus der Zulaufganglinie des Oberflächenabflussmodells ergibt. Dabei werden komplexe hydraulischer Randbedingungen (Einstau- und Rückstauprozesse, Kanalnetzentlastungen, Netzverzweigungen und –vermaschungen) berücksichtigt. Eingangsdaten für die Berechnung sind neben dem Niederschlag, das Kanalnetz mit Sonderbauwerken und Einzugsgebieten, charakteristische Kennwerte des Entwässerungsgebietes sowie standardmäßig vorgegebene, variierbare Modellparameter.

3.7 Modellanpassung

Sowohl das eingesetzte hydrologische Flussgebietsmodell als auch die hydraulischen Modelle (Gewässer, Verdolung, 2D-Strömungsmodell) müssen angepasst werden. D.h. die Modellparameter müssen so gewählt werden, dass die Modelle die realen Abflussprozesse im Einzugsgebiet und in den Gewässern möglichst gut nachbilden. Eine Anpassung des hydrologischen Flussgebietsmodells FGM-Pfintzal fand bereits im Rahmen der früheren Untersuchungen statt. Durch Vergleiche mit Pegelstatistiken und HQ_T-Regionalisierungswerten konnte gezeigt werden, dass mit dem Modell plausible Ergebnisse erzielt werden.

Die Dokumentationen aus den abgelaufenen Hochwasserereignissen im Untersuchungsgebiet, insbesondere die aufgenommenen HW-Marken und die Erläuterungen der Gemeinde, wurden verwendet, um die Rauheitsparameter der hydraulischen Modelle anzupassen bzw. die Berechnungsergebnisse zu plausibilisieren.

3.8 Nachrechnung von synthetischen (statistischen) Starkregenereignissen

Mit hydrologischen Flussgebietsmodellen können grundsätzlich real abgelaufene Starkregen sowie statistische Starkregenereignisse (Einzelereignisse) nachgerechnet werden. Im Einzugsgebiet von Königsbach trat mit dem Ereignis vom 01.06.2013 ein Starkregenereignis auf, welches in der Ortslage zu erheblichen Schäden führte. Nur über aufwendig zu bestimmende, an Bodenstationsmessungen angeeichte radargemessene Regen konnte der räumlich-zeitliche Niederschlagsverlauf des Ereignisses nachgebildet werden. Aufgrund fehlender Pegel im Untersuchungsraum Königsbach wurde auf eine Nachrechnung des abgelaufenen Ereignisses mit dem Flussgebietsmodell allerdings verzichtet

Die Bestandsanalyse (Bestimmung des Gefährdungsgrads) und die Auslegung von HW-Schutzmaßnahmen (BHQ) erfolgt in der Praxis i.d.R. über statistische Niederschlagsereignisse ausgewählter Wiederkehrzeiten (Jährlichkeiten). Mit dem hydrologischen Flussgebietsmodell wurden entsprechend Aussagen zur Hochwassersituation bei Ereignissen ausgewählter Wiederkehrzeiten gemacht (HQ_T). Hierzu fanden Berechnungen für HW-Ereignisse unterschiedlicher Wiederkehrzeiten (Jährlichkeiten) statt. Bei den Nachrechnungen von synthetischen Einzelereignissen mit dem hydrologischen Flussgebietsmodell wird davon ausgegangen, dass ein statistisches (T-jährliches) Niederschlagsereignis bei geeigneter Wahl der Randbedingungen (Vorfeuchte, Jahreszeit, ...) ein HW-Ereignis analoger Jährlichkeit auslöst. Da im Voraus nicht feststeht welche Regendauer zu den ungünstigsten Verhältnissen führt, erfolgen je Jährlichkeit Berechnungen für unterschiedliche Regendauern.

3.8.1 Nachgerechnete statistische Niederschlagsereignisse $N(T, T_D)$

Nachgerechnet wurden im Rahmen der FGU-Stein statistische Niederschlagsereignisse ausgewählter Regendauern T_D und Wiederkehrzeiten (Jährlichkeiten T). FGM-Modellrechnungen wurden für 12 Jährlichkeiten ($T = 1a, 2a, 3a, 5a, 10a, 20a, 50a, 100a, 200a, 500a, 1.000a, 5.000a$) und jeweils 10 Niederschlagsdauern ($T_D = 0,25h, 0,5h, 1h, 2h, 4h, 6h, 12h, 24h, 48h, 72h$) durchgeführt. Außerdem für 100-jährliche Niederschläge des LF-Klimaänderung ($T = 100a, \text{Klima}$). Bei 13 Jährlichkeiten und 10 Niederschlagsdauern waren damit insgesamt 130 unterschiedliche Ereignisse zu untersuchen.

3.8.2 Niederschlagsstatistik (KOSTRA-Niederschläge des DWD)

In dem bestehenden Flussgebietsmodell werden KOSTRA-Niederschläge aus dem Jahre 2000 (DWD, 2005) eingesetzt. Zwischenzeitlich stehen mit KOSTRA-2010R (DWD, 2017) wieder neue Bemessungsniederschläge zur Verfügung. Es war daher zu prüfen, ob im Rahmen der vorliegenden Aktualisierung die neuen KOSTRA-2010R ins FGM einzupflegen sind.

3.8.2.1 KOSTRA-2000 (DWD, 2005)

Die KOSTRA Niederschlagsdaten (Bemessungsniederschläge) $N(T, T_D)$ liegen als Ganzjahres-, Sommer- und Winterniederschläge vor. Gewählt wurde als Eingangsgröße der hydrologischen Berechnungen das jeweilige Maximum aus Gesamtjahr, Sommer- und Winterhalbjahr (Jahresmaximum). Die im Flussgebietsmodell erfassten Einzugsgebiete des Teilbereichs Königsbach liegen dabei größtenteils in 2 KOSTRA-Rasterelementen (s.a. Abbildung 3.3). Die originalen KOSTRA-Daten stehen zunächst nur für ausgewählte Regendauern T_D und Jährlichkeiten T zur Verfügung. Die KOSTRA-Werte wurden zunächst auf Plausibilität geprüft und ggf. korrigiert. Eine Interpolation bzw. Extrapolation auf die untersuchten 12 Jährlichkeiten (ohne $T =$

100a,Klima) und 10 Niederschlagsdauern erfolgte mit entsprechenden Programmen. Um in den FGM-Berechnungen den Einfluss der Topografie auf das Niederschlagsgeschehen berücksichtigen zu können fand für jedes FGM-Teileinzugsgebiet eine Korrektur über den mittleren Jahresniederschlag statt (WALD+CORBE, 1995).

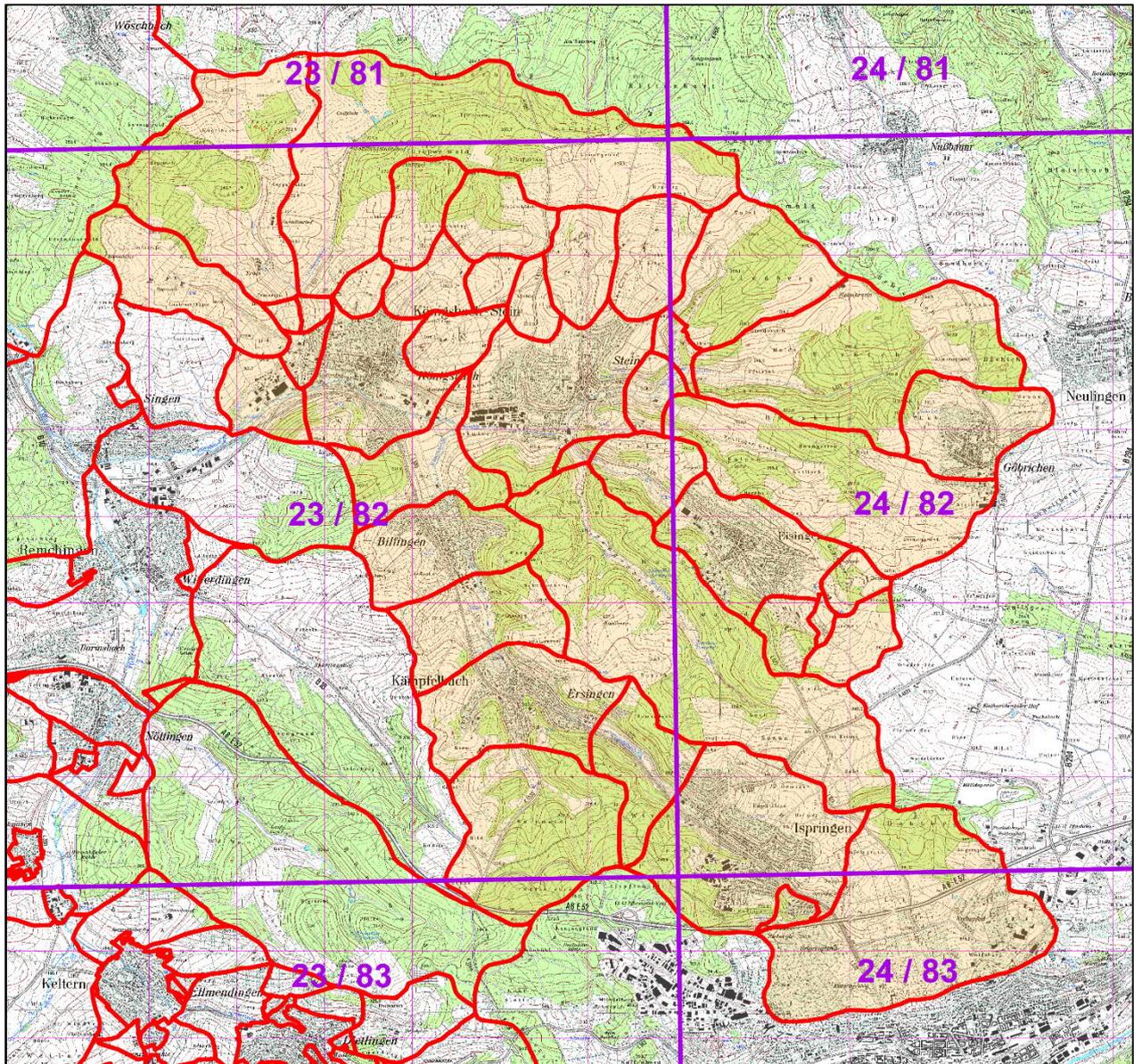


Abbildung 3.3: Lage der im Untersuchungsgebiet maßgebenden KOSTRA-Rasterelemente 23 / 82, 24 / 82

3.8.2.2 KOSTRA-2010R (DWD, 2017)

Vom DWD wurden 2016 mit KOSTRA-2010 (DWD, 2015) neue statistische Niederschläge bereitgestellt. Hierzu wurden die Beobachtungszeitreihen der einbezogenen Niederschlagsdaten bis zum Jahr 2010 verlängert und die Niederschlagsstatistiken neu erstellt. Das Institut für Wasser und Gewässerentwicklung am Karlsruher Institut für Wasser und Gewässerentwicklung (IWG) hat im Auftrag der LUBW eine flächendeckende Auswertung der Veränderungen von KOSTRA-DWD-2010 in Baden-Württemberg im Vergleich zu KOSTRA-DWD-2000 durchgeführt und deren Auswirkungen auf die wasserwirtschaftliche Bemessungspraxis ermittelt (KIT/IWG, 2016). Aufgrund der Untersuchung des IWG wurde eine verbindliche Einführung von KOSTRA-DWD-2010 in Baden-Württemberg aufgrund von Unstimmigkeiten, insbesondere für die Niederschlag-Abfluss-Modellierung im Rahmen wasserwirtschaftlicher Bemessungsfragen, zunächst zurückgestellt. Als Interimslösung empfahl das Umweltministerium die Weiterverwendung von KOSTRA-DWD-2000 (Land Baden-Württemberg, 2017a). Im Oktober 2017 erfolgte die Veröffentlichung, der vom DWD überarbeiteten KOSTRA-DWD-2010R Niederschlagsstatistiken. Die vom DWD überarbeiteten Niederschlagsstatistiken KOSTRA-DWD-2010R wurden erneut vom IWG im Auftrag der LUBW untersucht (KIT/IWG, 2017). Auf der Grundlage dieser erneuten Untersuchung des IWG erfolgte im November 2017 vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, Baden-Württemberg die Empfehlung, dass die revidierten Statistiken KOSTRA-DWD-2010R in Baden-Württemberg für die Ermittlung von Hochwasserbemessungswerten eingesetzt werden können (Land Baden-Württemberg, 2017b).

Die KOSTRA-2010R Niederschlagsdaten $N(T, T_D)$ liegen als Ganzjahresniederschläge vor. Als Grundwerte wurden die DWD-Vorgaben verwendet. Die Original KOSTRA-Daten stehen nur für ausgewählte Regendauern T_D und Jährlichkeiten T zur Verfügung.

3.8.2.3 Vergleich der KOSTRA-Niederschläge: KOSTRA-2000 und KOSTRA-2010R – verwendete Niederschläge

Maßgebend für Fragen des HW-Schutzes sind i.d.R. 100-jährliche Abflussereignisse. Ein Vergleich der beiden Niederschläge (KOSTRA-2000 und KOSTRA-2010R) zeigt, dass im Untersuchungsraum bei den für Fragen der HRB-Füllung maßgebenden Niederschlagsereignisse von $T_D=12h$ bis $T_D=24h$ die KOSTRA-2000 Niederschläge tendenziell höhere Werte liefern. Bei den für die HQ-Werte maßgebenden kürzeren Regendauern liegen die KOSTRA-2000 Werte im Spektrum der KOSTRA-2010R-Werte. Da die neuen HQ-Regionalsierungen des Landes keinen Anstieg der HW-Abflüsse im Untersuchungsraum zeigen (Folgen der Klimaänderung) und die Plausibilität der FGM-Berechnungsergebnisse (HQ_T -Werte) in früheren Untersuchungen durch Vergleich mit Pegelstatistiken nachgewiesen werden konnte, wurden in den FGM-Berechnungen die KOSTRA-2000 Regen auf der sicheren Seite liegend beibehalten.

Raster 23-82 Kostra 2000
(Kämpfelbach Unterlauf)

	1h	12h	24h	72h
UG	50	80	100	120
Mittelwert	52	85	110	130
OG	54	90	120	140

Kostra 2010

	1h	12h	24h	72h
UG	55		100	120
Mittelwert	57,3		101,4	129,5
OG	60		120	140

Raster 24-82 Kostra 2000
(Kämpfelbach Oberlauf)

	1h	12h	24h	72h
UG	46	80	100	120
Mittelwert	48	85	110	130
OG	50	90	120	140

Kostra 2010

	1h	12h	24h	72h
UG	55		100	120
Mittelwert	56,8		100,5	129,7
OG	60		120	140

Abbildung 3.4: Vergleich KOSTRA-2000 und KOSTRA-2010R, T = 100a

3.9 Lastfall Klimaänderung (T= 100 Jahre)

3.9.1 Allgemeines

3.9.1.1 Vergleich zwischen KOSTRA (DWD, 1997) und KOSTRA-2000 (DWD, 2005a, 2005b)

In welchem Maße die Folgen der Klimaänderung zu der in Baden-Württemberg in den letzten Jahren beobachteten Häufung an Hochwasserereignissen beigetragen hat, kann derzeit nicht sicher beantwortet werden. Dass die Klimaänderung bereits zu höheren Niederschlägen geführt hat und auch zukünftig mit einer weiteren Erhöhung der Niederschläge und damit auch der Hochwasserabflüsse zu rechnen ist, zeigen Untersuchungen des Deutschen Wetterdienstes (DWD, 2005) bzw. des Landes Baden-Württemberg (LfU/LUBW, 2005). Vergleiche der KOSTRA-2000 Niederschläge (DWD, 2005a, 2005b) mit den zuvor gültigen KOSTRA-Werten (DWD, 1997) zeigen, dass in Baden-Württemberg bei den Langzeitregen (z.B. 24-Stundenregen) jetzt tendenziell höhere Werte vorliegen (Abbildung 3.5). Ursache hierfür ist die Verlängerung des Messzeitraumes des vom DWD für statistische Auswertungen verwendeten Bezugszeitraumes von bisher 1951-1981 (KOSTRA) auf jetzt 1951-2000 (KOSTRA-2000). Durch die Einbeziehung jüngerer Beobachtungen (1981-2000) werden in den Zeitreihen bereits Jahre mit Veränderungen im Niederschlagsgeschehen (Klimawandel) berücksichtigt.

Die für die meisten Regionen Baden-Württembergs im maßgebenden Winterhalbjahr festgestellte deutliche Erhöhung der Niederschläge durch die neueren KOSTRA-2000 Werte (DWD, 2005a, 2005b) konnte

vom DWD zunächst nur für längere Regendauern (z.B. Tageswerte) nachgewiesen werden. Die Ursache hierfür liegt vermutlich in der unterschiedlichen Messnetzdichte (Regenschreiber, Regenmesser) sowie unterschiedlichen meteorologischen Einflussgrößen (Langzeitereignisse, Kurzzeitereignisse). Standen für ca. 3.000 Stationen Tageswerte zur Verfügung, so konnte vom DWD zur Analyse der kurzen Dauerstufen auf lediglich 43 Stationen zurückgegriffen werden. Dass vom DWD für die kürzeren Regendauern keine Erhöhungen infolge des Klimawandels nachgewiesen werden konnte, liegt damit wahrscheinlich nur an der unzureichenden Datengrundlage.

Aus der Tatsache, dass vom DWD für die kürzeren Dauerstufen keine Erhöhung der Niederschläge infolge der Klimaänderung festgestellt werden konnte, darf nicht geschlossen werden, dass keine Veränderungen vorliegen. Bei einem Messnetz mit nur wenigen Schreiberstationen treten nur selten Starkregenereignisse auf, bei denen das Zentrum der Gewitterzelle über dem Schreiber liegt. Vom DWD (2005) wird darauf hingewiesen, dass eine abgesicherte extremwertstatistische Auswertung der Kurzzeitniederschläge dem zukünftigen Einsatz radargestützter Bodenniederschlagsverteilungen vorbehalten sein wird (RADOLAN-Projekt).

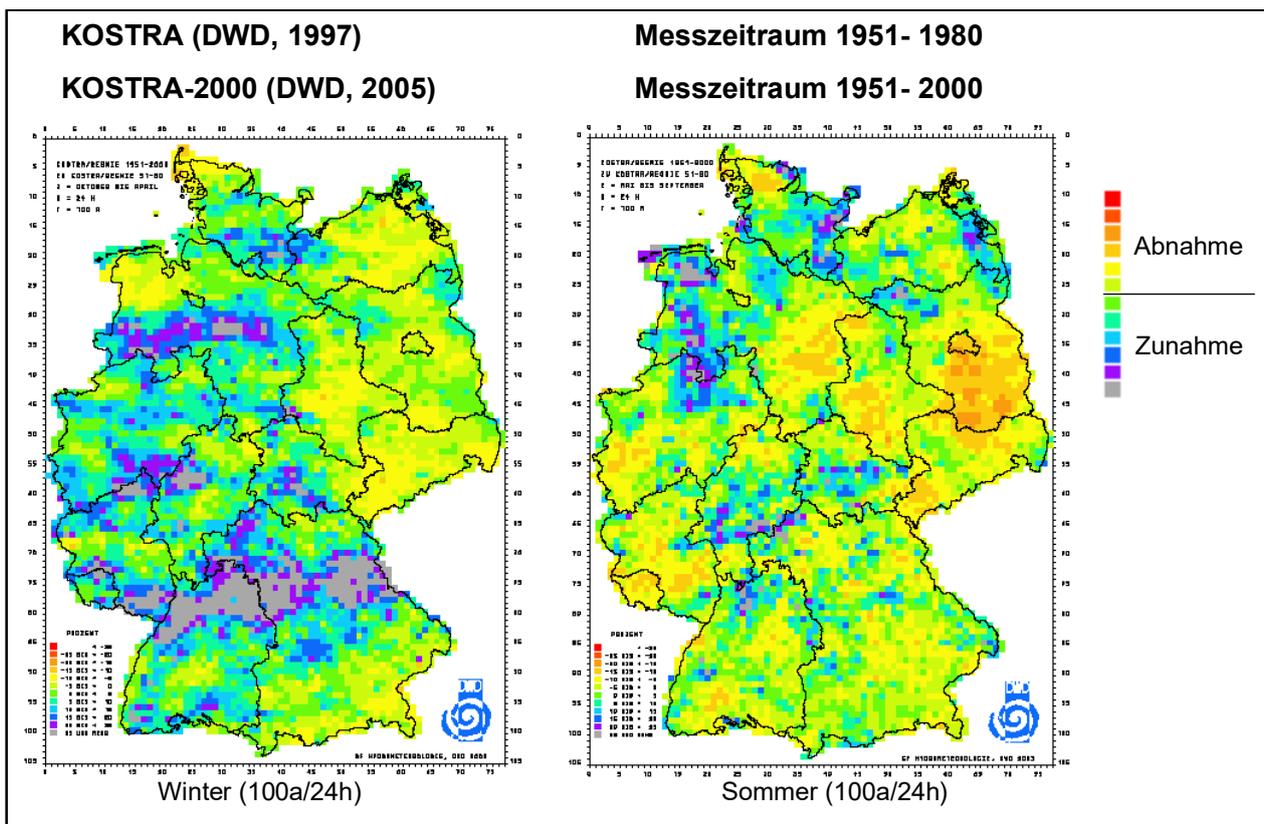


Abbildung 3.5: Vergleich KOSTRA, KOSTRA-2000 (Sommer, Winter) nach DWD (2005)

Anmerkung: Allein aufgrund von physikalischen Überlegungen ist damit zu rechnen, dass die infolge der Klimaänderung stattfindende Temperaturerhöhung auch zu höheren Kurzzeitniederschlägen führen wird (bereits geführt hat). Dies zeigen in Baden-Württemberg auch Erfahrungen bei der Anpassung hydrologischer Flussgebietsmodelle (KIT, WALD+CORBE). Außerdem traten in den letzten Jahren in vielen Bereichen Baden-Württembergs Niederschlagsereignisse von 1h bis 2h Dauer mit Regenhöhen zwischen 80mm und 140mm auf, die sich nicht mehr sinnvoll in die KOSTRA-Tabellen einordnen lassen. Es wird daher insbesondere für Bereiche mit maßgebenden Kurzzeitereignissen (kleinere Einzugsgebiete) empfohlen, HW-Schutzmaßnahmen auf einen möglichst hohen Schutzgrad auszulegen.

3.9.1.2 Klimaänderungsfaktoren (LfU/LUBW, 2005)

Untersuchungen im Rahmen des Gemeinschaftsvorhabens der Länder Baden-Württemberg und Bayern, sowie dem Deutschen Wetterdienst „Klimaänderungen und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft (KLIWA)“ haben gezeigt, dass Hochwasserereignisse in den letzten 30 Jahren häufiger auftraten und zukünftig aufgrund der Klimaänderung mit einer weiteren Erhöhung der Hochwasserabflüsse zu rechnen ist.

Im Rahmen der KLIWA-Studie durchgeführte Untersuchungen des Büros WALD+CORBE (2004) zeigen, dass bei HW-Schutzkonzepten die Berücksichtigung eines Lastfalles Klimaänderung in den meisten Fällen zu relativ moderaten Kostenerhöhungen führt, wenn dieser Lastfall bereits bei der Planung der Hochwasser-schutzmaßnahme berücksichtigt wird. Spätere Anpassungen sind dagegen, insbesondere bei Rückhaltungen, Durchlässen oder Verdolungen mit sehr hohen Kosten verbunden.

Im Leitfaden Bemessungshochwasser (LfU/LUBW, 2005) wird daher vorgeschlagen, den Lastfall Klimaänderung im Rahmen der Maßnahmenplanung mit zu untersuchen. Auf der Basis detaillierter Kostenschätzungen ist unter Nutzen-Kosten-Gesichtspunkten abzuwägen, ob eine Auslegung der Maßnahme auf den Lastfall Klimaänderung erfolgen soll. Neben ökonomischen Gesichtspunkten sind dabei immer die Interessen der Anlieger (Mauerhöhe, etc.), des Naturschutzes sowie Aspekte wie Ortsbild, Landschaftsbild, Machbarkeit usw. bei der Lösungsfindung zu berücksichtigen.

Sind Maßnahmen bzw. Maßnahmengruppen voneinander unabhängig, so kann im Einzelfall über eine Auslegung auf den Lastfall Klimaänderung entschieden werden. Denkbar sind auch Lösungen, bei denen eine Auslegung auf z.B. derzeit 100-jährliche Hochwasserabflüsse erfolgt (HQ₁₀₀ aus FGM-Berechnung), die Planung eine nachträgliche Anpassung auf den Lastfall Klimaänderung aber zulässt.

Aufgrund von derzeit noch bestehenden großen Unsicherheiten in den Klimamodellen kann die Zunahme der Hochwasserabflüsse allerdings nicht ausreichend sicher quantifiziert werden. Vom Institut für Wasser und Gewässerentwicklung der Universität Karlsruhe (inzwischen KIT) konnten, in Zusammenarbeit mit der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU/LUBW, 2005), dennoch regionale Klimaänderungsfaktoren abgeschätzt werden. Die derzeitigen Klimaänderungsfaktoren gehen davon aus, dass sich die 100-jährlichen Hochwasserabflüsse im Bereich von Königsbach-Stein bis zum Jahre 2050 um den Faktor 1,15 erhöhen werden.

Werden HRB-Lösungen an den Lastfall Klimaänderung angepasst, so kann eine Erhöhung des HQ_{100} -Wertes um 15 % bei gleicher Beckenabgabe zu einem wesentlich höheren Volumen (Vollstau) führen. Insbesondere im Falle von HRB-Lösungen bei denen lediglich der Scheitelbereich der 100-jährlichen Ganglinie zurückgehalten werden soll, führt eine Auslegung auf den Lastfall Klimaänderung (100 Jahre) häufig zu Volumenerhöhungen von weit über 15 %. Abbildung 3.6 zeigt in einem fiktiven Testgebiet exemplarisch für ein 100-jährliches 24-Stundenereignis, dass eine Erhöhung des Scheitels um ca. 15 % zu einer wesentlich größeren Erhöhung der Fülle und damit der benötigten Beckenvolumen führen kann.

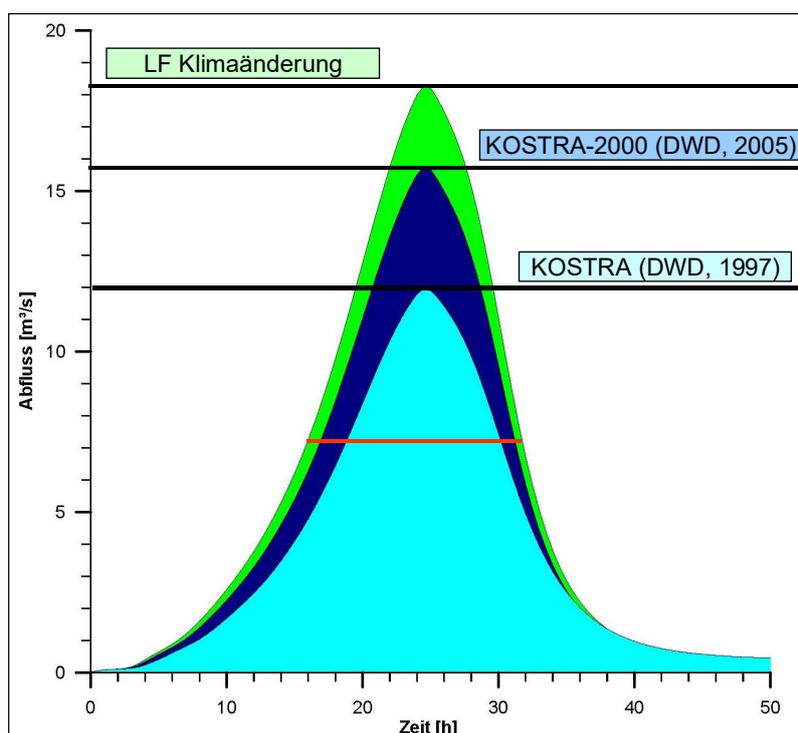


Abbildung 3.6: Vergleich von FGM-Berechnungen (fiktives Testgebiet) aus KOSTRA (DWD, 1997), KOSTRA-2000 (DWD, 2005/2009) und LF Klimaänderung

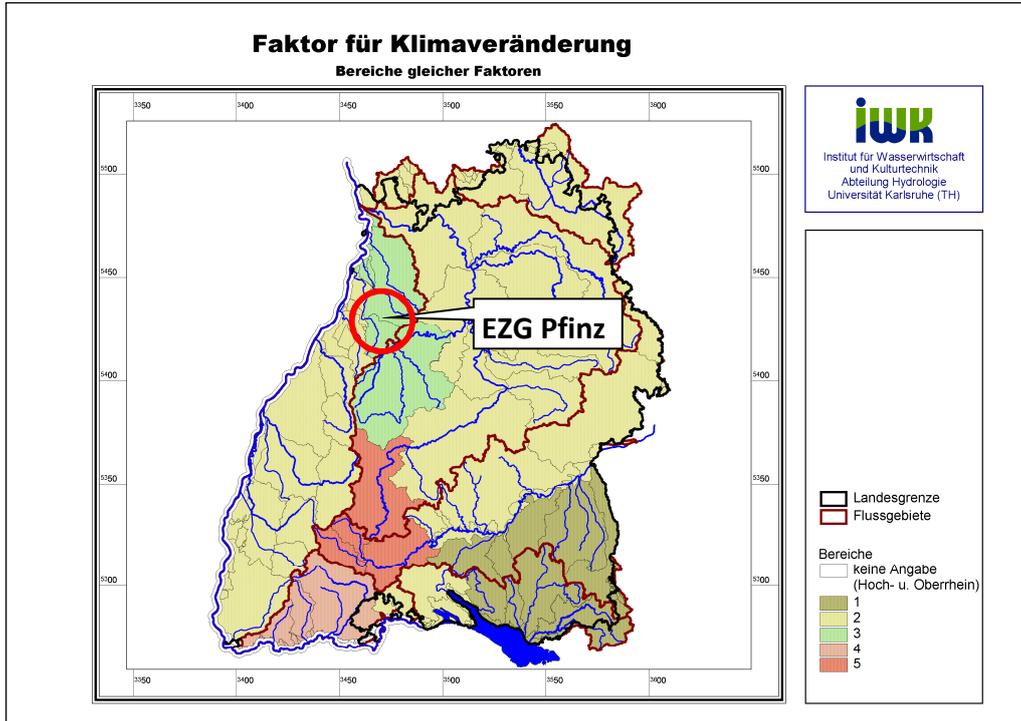


Abbildung 3.7: Regionen mit unterschiedlichen Klimaänderungsfaktoren (LfU/LUBW, 2005)

Tabelle 3.1: Klimaänderungsfaktoren (LfU/LUBW, 2005)

T [Jahre]	Klimafaktoren				
	1	2	3	4	5
2	1,25	1,50	1,75	1,50	1,75
5	1,24	1,45	1,65	1,45	1,67
10	1,23	1,40	1,55	1,43	1,60
20	1,21	1,33	1,42	1,40	1,50
50	1,18	1,23	1,25	1,31	1,35
100	1,15	1,15	1,15	1,25	1,25
200	1,12	1,08	1,07	1,18	1,15
500	1,06	1,03	1,00	1,08	1,05
1000	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Bemerkung: für Jährlichkeiten T > 1000 a ist der Faktor gleich 1,0

3.9.2 FGM-Nachrechnung des Lastfalles Klimaänderung (T = 100 Jahre)

Da Nachrechnungen des Lastfalles Klimaänderung primär im Hinblick auf die Bemessung von Hochwasserschutzmaßnahmen von Interesse sind, fanden FGM-Berechnungen ausschließlich für 100-jährliche Hochwasser des Lastfalles Klimaänderung statt. Im Einzugsgebiet des Pfinztals kann nach LfU/LUBW (2005) davon ausgegangen werden, dass sich der 100-jährliche Hochwasserabfluss bis zum Jahre 2050 um ca. 15 % erhöhen wird. Die 100-jährlichen KOSTRA-2000 Niederschläge wurden in Anlehnung an die im Leitfaden Bemessungshochwasser (LfU/LUBW, 2005) beschriebene Vorgehensweise über einen, für alle Regendauern einheitlichen, N-Faktor so angepasst, dass sich an maßgebenden Gewässerstellen des Pfinztals der 100-jährliche HW-Abfluss (HQ_{100}) um 15% erhöht ($HQ_{100, Klima}$). Die Anpassung des N-Faktors ($f=1,084$) erfolgte iterativ über Testrechnungen mit dem FGM.

3.10 Ausarbeitung von Vorschlägen zur Verbesserung des HW-Schutzes

Ergibt die Bestandsanalyse, dass in einem Gewässerabschnitt ein unzureichender HW-Schutz vorliegt, so sind im Rahmen einer FGU Vorschläge zur Verbesserung des HW-Schutzes zu entwickeln. Eine Verbesserung des Hochwasserschutzes kann grundsätzlich durch Rückhaltmaßnahmen (HRB, RRB, Retentionsraum), Überleitungen (Abschlag), lokale HW-Schutzmaßnahmen (Mauern, Schutzdämme, Flutmulden, Bypass, Überleitung, Aufdimensionierung, Aufweitungen, Offenlegungen, Sohltieferlegungen, Objektschutzmaßnahmen, etc.) oder eine Kombination aus Rückhaltung, Abschlag und lokalen HW-Schutzmaßnahmen erfolgen (Maßnahmen des technischen HW-Schutzes). Aber auch Vorsorgemaßnahmen (Alarm- und Einsatzpläne) können zur Reduzierung von Hochwasserschäden beitragen.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung fand zunächst eine Bestandsanalyse und darauf aufbauend die Ausarbeitung von Vorschlägen zur Verbesserung des HW-Schutzes statt. Gesucht wurden Lösungen, wie beim maßgebenden BHQ (z.B. T=100a) der HW-Abfluss schadlos durch die Ortslage abgeführt werden kann.

3.10.1 Grundsätze für die Entwicklung einer HW-Schutzkonzeption

Hydrologische Berechnungen erlauben zunächst noch keine Aussagen über die sich entlang des Gewässers einstellenden Wasserstände. Dies ist nur mit hydraulischen Modellen möglich. Hydraulische Berechnungen fanden zunächst für den derzeitigen Ausbauzustand (ohne mögliche lokale Maßnahmen, ohne neue/sanierte Hochwasserrückhaltebecken) statt. Im Rahmen einer Bestandsanalyse wurden entlang der Gewässer die Gewässerleistungsfähigkeiten ermittelt und lokale Schwachstellen identifiziert. Durch die Überflutungskarten verschiedener Jährlichkeiten bzw. Vergleiche der vorhandenen Leistungsfähigkeiten mit den hydrologischen Berechnungsergebnissen (HQ_T) konnte der derzeitige HW-Schutzgrad bestimmt werden.

Bei der Auslegung von Hochwasserschutzmaßnahmen sollten, falls machbar und (ökonomisch) sinnvoll, abflussverschärfende Aspekte wie die Folgen der Klimaänderung oder geplante Neubebauungen berücksichtigt werden. Im Anschluss an die Bestandsanalyse erfolgten daher Berechnungen mit Berücksichtigung der zu erwartenden Folgen der Klimaänderung sowie evtl. geplanter Neubebauungen.

Anmerkungen: Bei den hydraulischen Berechnungen wird i.d.R. von der vollen Leistungsfähigkeit der Gewässer (ohne Verlegungen) ausgegangen. Insbesondere an den Ortsrändern (Verdolungseinlauf, Brücken, Stege) und bei kleineren Gewässern kann es im HW-Fall durch mitgeführtes Treibgut und Geschwemmsel zu Verlegungen kommen. Die hydraulischen Berechnungen können daher die tatsächlichen Gefährdungen unterschätzen.

3.10.2 Wahl des HW-Schutzgrades

Hochwasserschutzmaßnahmen werden für einen bestimmten Hochwasserschutzgrad bemessen (z.B. 100-jährliches Hochwasser). Bei der Festlegung des maßgebenden Bemessungsereignisses (Schutzgrad) sind Aspekte wie die Kosten der Hochwasserschutzmaßnahmen, das Nutzen-Kosten-Verhältnis, die Machbarkeit (max. Dammhöhe, max. realisierbares Volumen, max. Mauerhöhe, etc.), das Ortsbild, das Landschaftsbild, die Eigentumsverhältnisse, die Ökologie etc. zu beachten. Hierzu sind Variantenrechnungen mit einer Auslegung der Maßnahmen für verschiedene Jährlichkeiten (z.B. 100-jährliche Hochwasser, 100-jährliche Hochwasser des Lastfalls Klimaänderung) durchzuführen.

Bei Berechnungen mit hydrologischen Flussgebietsmodellen wird davon ausgegangen, dass bei Verwendung geeigneter Randbedingungen (Vorfeuchte, Jahreszeit, etc.) räumlich verteilte Niederschläge einer bestimmten Jährlichkeit, die auf das Einzugsgebiet niedergehen, in den Gewässern Abflüsse bzw. Wasserstände der gleichen Jährlichkeit hervorrufen. Die in einem Gebiet anzusetzenden Bemessungsniederschläge können z.B. aus dem KOSTRA-Atlas (KOSTRA = Koordinierte Starkniederschlags-Regionalisierungsauswertung) des Deutschen Wetterdienstes abgeleitet werden. Da es für eine Jährlichkeit (Wiederkehrzeit) in Abhängigkeit von der Niederschlagsdauer aber unterschiedliche Niederschlagshöhen bzw. Niederschlagsintensitäten gibt, müssen je Jährlichkeit immer mehrere Niederschlagsdauern mit dem hydrologischen Flussgebietsmodell untersucht werden, um so die maßgebende Niederschlagsdauer (maximale Abflüsse, maximale Überflutungen, maximale Beckenfüllung) festlegen zu können. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung werden deshalb 10 Niederschlagsdauern von 0,25 Stunden bis 72 Stunden für die Wiederkehrzeiten von 1, 2, 3, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1.000 und 5.000 Jahren untersucht.

Die Auslegung der HW-Schutzmaßnahmen erfolgte für unterschiedliche Schutzgrade. Schutzgradempfehlungen für innerörtliche Bereiche können dem Leitfaden Bemessungshochwasser (LfU/LUBW, 2005) entnommen werden. Danach ist für die betrachteten innerörtlichen Bereiche ein 50- bis 100-jährlicher Hochwasserschutz anzustreben (Abbildung 3.8). Die endgültige Festlegung des Schutzgrades von Hochwasserschutzmaßnahmen sollte nach LfU/LUBW (2005) allerdings auf der Basis von Nutzen-Kosten Berechnungen

erfolgen. Außerdem sollten bei der Schutzgradfestlegung die aus dem neuen WG/WHG resultierenden Konsequenzen (bauen im Überschwemmungsgebiet) beachtet werden.

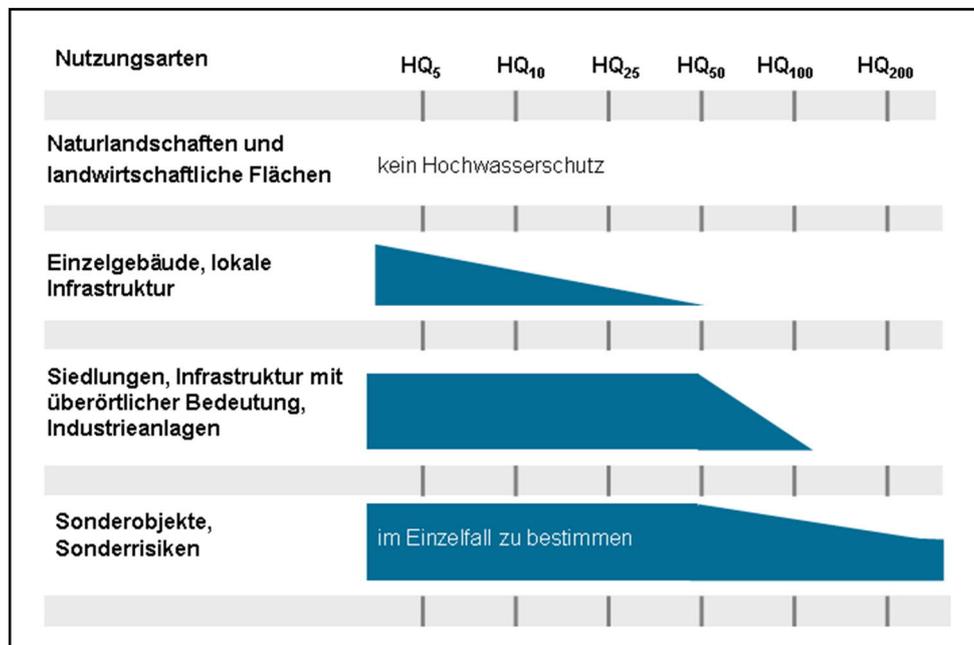


Abbildung 3.8: Schutzgradempfehlung nach LfU/LUBW (2005)

Im Leitfaden Bemessungshochwasser (LfU/LUBW, 2005) wird außerdem empfohlen bei der Erstellung von Hochwasserschutzkonzeptionen die möglichen wasserwirtschaftlichen Konsequenzen des Klimawandels mit zu untersuchen. Hochwasserschutzmaßnahmen (insbesondere Verdolungen, Durchlässe, Brücken, Rückhaltungen, Pumpen) lassen sich nachträglich oftmals nicht mehr oder nur mit einem sehr hohen finanziellen Aufwand an die, infolge der Klimaänderung zu erwartenden, höheren Hochwasserscheitel und Füllen anpassen. Es ist daher zu prüfen, ob die Maßnahmen auf 100-jährliche Hochwasser mit Berücksichtigung eines Klimaänderungsfaktors ausgelegt werden können und eine entsprechende Auslegung ökonomisch sinnvoll ist.

Die Auslegung der entwickelten Hochwasserschutzkonzeptionen erfolgte für unterschiedliche Schutzgrade (Jährlichkeiten). Im Rahmen der Optimierung der Hochwasserschutzkonzeption waren neben den wasserwirtschaftlichen (hydrologischen) Gesichtspunkten auch ökologische, ökonomische und städteplanerische (Ortsbild, Machbarkeit, Platzbedarf, Schutzgebiete, ...) Aspekte zu berücksichtigen. Außerdem die Ergebnisse aus den Sicherheitsüberprüfungen für die 3 vor Königsbach gelegenen HRB.

Die letztendliche Festlegung des Hochwasserschutzgrades (Berücksichtigung der Folgen der Klimaänderung) kann oftmals erst im Rahmen der Planung erfolgen. Grundsätzlich können dabei auch innerhalb einer Ortslage unterschiedliche Schutzgrade gewählt werden, wenn die Maßnahmen sich nicht gegenseitig beeinflussen.

Im Hinblick auf die noch zu erwartenden Folgen der Klimaänderung, zukünftige Neubebauungen und die in der jüngsten Vergangenheit aufgetretenen Schadensfälle (HW 01.06.2013 und 07.06.2016) wird die Wahl eines möglichst hohen Schutzgrades empfohlen.

3.10.3 Grobe Kostenschätzung der Maßnahmen (Kostenannahme)

Mit dem hydrologischen Flussgebietsmodell kann die Wirkung von Rückhaltemaßnahmen untersucht, über hydraulische Modellrechnungen kann die Wirkung lokaler Hochwasserschutzmaßnahmen aufgezeigt werden. Zur Festlegung einer optimierten Hochwasserschutzkonzeption werden unterschiedliche Maßnahmenkombinationen miteinander verglichen. Bei der Entwicklung einer optimierten Hochwasserschutzlösung waren neben wasserwirtschaftlichen auch ökologische und ökonomische Aspekte zu berücksichtigen. Aber auch städtebauliche Gesichtspunkte (Ortsbild, etc.), aktuelle Planungen (Straßensanierungen, etc.) und die vorliegenden Eigentumsverhältnisse sind zu beachten. Um die unter Wirtschaftlichkeitsgesichtspunkten optimale Lösungsvariante zu ermitteln, fanden grobe Kostenschätzungen (Kostenannahme) für alle Einzelmaßnahmen statt. Abschließend wurden die untersuchten Lösungsvarianten einander gegenübergestellt und bewertet. Als Ergebnis der Untersuchung liegt ein mit den Beteiligten (Gemeinde, Landratsamt) abgestimmte Hochwasserschutzkonzeption (Lösungsvorschlag) vor.

Bei den im Rahmen einer FGU angegebenen Kosten (Bruttogesamtkosten, ohne Grunderwerb und ohne evtl. Ausgleichsmaßnahmen) handelt es sich um eine grobe Kostenschätzungen (Kostenannahme) im Rahmen einer Konzeptionsentwicklung (Kostenrahmen). Genaue Kostenschätzungen sind erst im Rahmen der Planung auf der Grundlage ergänzender Informationen (Vermessung, Geotechnik, Abstimmung der Maßnahmen mit der Kommune, dem LRA und den Anliegern, etc.) möglich.

3.11 Dokumentation der Untersuchungsergebnisse

Die Dokumentation der HW-Schutzuntersuchung (FGU-Königsbach) erfolgt in Form eines umfangreichen Berichtes mit zahlreichen Anlagen. In den Tabellen, Karten und Grafiken der Anlagen werden die Untersuchungsergebnisse detailliert beschrieben.

- Anlage A: Hydrologische Berechnungen
- Anlage B: Hydraulische Berechnungen
- Anlage C: CD

Die Untersuchung wurde primär mit dem Ziel der Entwicklung einer HW-Schutzkonzeption für die Ortslage Königsbach durchgeführt. Insbesondere das hydrologische Flussgebietsmodell kann jedoch zukünftig für Untersuchungen in weiteren Bereichen (FGU Königsbach, Seitengewässer, Kompensation zukünftiger Neubebauungen) eingesetzt werden.

Die Untersuchungsergebnisse wurden so aufbereitet, dass sie langfristig für Planungszwecke oder weiterführende Untersuchungen genutzt werden können.

4 Hydrologisches Flussgebietsmodell (Aktualisierung)

4.1 FGM-Aktualisierung: Räumliche Gliederung

Das aus früheren Untersuchungen vorhandene hydrologische Flussgebietsmodell musste im Raum Königsbach in mehreren Bereichen räumlich neu gegliedert werden. In dem Modell müssen alle für die Ausarbeitung einer HW-Schutzkonzeption relevanten Gewässerstellen (mögliche HRB-Standorte, Überleitung, ...) erfasst werden.

Außerdem wurden im Rahmen der FGU-Königsbach auch zahlreiche FGM-Daten aktualisiert. Dies betrifft insbesondere Ortsentwässerungsdaten (Einleitstellen, Kennwerte, Außengebiete) und HRB-Daten (Standorte, Kennwerte) für den Raum Königsbach.

4.2 FGM-Aktualisierung: Ortsentwässerung

In das hydrologische Flussgebietsmodell FGM-Pfinz wurden in der Vergangenheit immer wieder aktuelle Daten eingepflegt. So wurden in mehreren Voruntersuchungen (WALD+CORBE, 2001a, 2001b, 2012a, 2012b, 2014a, 2016, 2017b, 2019) im FGM die Ortsentwässerungsdaten von Pforzheim, Remchingen, Königsbach-Stein; Keltern sowie der Ortslagen des ZV-Kämpfelbachtal (Ispringen, Ersingen, Bilfingen, Eisingen) aktualisiert. Die vorliegenden Ortsentwässerungsdaten dieser Bereiche entsprechen in etwa dem derzeitigen Ausbauzustand (Ist-Zustand). Zusätzlich liegt eine FGM-Variante vor, in der die geplanten Neubebauungen (soweit bekannt) berücksichtigt wurden (Plan-Zustand) (siehe Anlage A.2.3).

4.3 FGM-Aktualisierung: Rückhaltungen (HRB)

4.3.1 Grundlage zur Steuerung von Hochwasserrückhaltebecken

Rückhaltungen (Hochwasserrückhaltebecken) können auf unterschiedliche Arten betrieben werden. In der nachfolgenden Abbildung sind die wichtigsten Abgabearten zusammengestellt. Während kleinere Rückhaltungen (HRB) oftmals als robuste, kostengünstige Becken mit ungesteuerter Abgabe realisiert werden, werden große Becken meist als gesteuerte Becken betrieben.

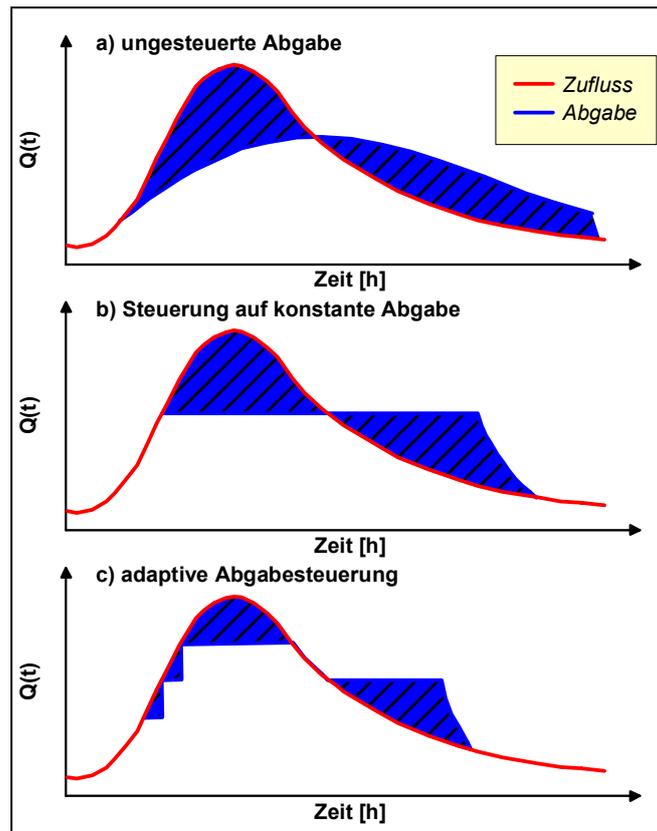


Abbildung 4.1: Abgabearten von Hochwasserrückhaltebecken (nach Ihringer, 2005)

4.3.2 Rückhaltungen (Bestand)

Im hydrologischen Flussgebietsmodell kann die Wirkung von Rückhaltungen (RRB, HRB, etc.) nachgebildet werden. Eine Übersicht über die im Bereich von Königsbach liegenden Rückhaltungen (bestehend und möglich) zeigt die Abbildung 4.2 (Übersichtskarte) bzw. die Abbildung 1.4 und die Abbildung 1.5 (Systemskizzen). In der nachfolgenden Tabelle 4.1 sind nochmals alle bekannten Rückhaltungen zusammengestellt. Durch die im Jahr 2017 durch WALD+CORBE durchgeführten Sicherheitsüberprüfungen für alle in den Gemeinden Königsbach-Stein sowie in Eisingen befindlichen Becken, lagen aktuelle HRB-Kennwerte (Grundablass, Speicherinhaltslinie, Abfluss HWEA) für alle maßgebenden Becken oberhalb von Königsbach-Stein vor. Die Daten wurden ausgewertet, die zur Nachbildung der Becken im FGM benötigten HRB-Kennwerte zusammengestellt und ins FGM-Pfintal eingegeben.

Maßgebend für Königsbach sind dabei vor allem die Becken HRB I (HRB 111), HRB II (HRB 113) und HRB III (HRB 115). Die fünf vor Stein gelegenen Becken (HRB Kuchental, HRB Lindtal; HRB Pfintal, HRB Neulinger Grund und HRB Gennenbach) wurden in der Untersuchung zum HW-Schutz der Teilgemeinde Stein (WALD+CORBE 2017b) untersucht und sind daher kein Bestandteil dieser Untersuchung. Die Kennwerte dieser Becken können dem zugehörigen Untersuchungsbericht entnommen werden. (WALD+CORBE

2017b). Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind jedoch in dieser Ausarbeitung mit eingeflossen und werden in der vorgeschlagenen HWS-Konzeption zu Grunde gelegt. Die drei vor Eisingen gelegenen Becken (HRB-41, HRB-43, HRB-Kuhställe) sind bezüglich ihrer Wirkung in Königsbach-Stein von untergeordneter Bedeutung. Sie werden nachfolgend entsprechend nicht weiter verfolgt (Ausbau,...).

Tabelle 4.1: Bestehende Hochwasserrückhaltebecken (HRB) im Einzugsgebiet von Königsbach

FGM Kn.	Name	S _{ZV} [m³]	W _{ZV} [m+NN]	Abgabeart	Q _R /Q _{ab} [m³/s]	Bemerkung	Quelle
466	HRB 35 (Pfitztal)	15.100	214,46	Ungesteuert	2,75	Bestand Sicherheitsüberprüfung	WALD+CORBE, 2017
469	HRB 38 (Lindtal)	3.580	229,15	Ungesteuert	0,95	Bestand Sicherheitsüberprüfung	WALD+CORBE, 2017
478	HRB 42 (Neulinger Grund)	18.400	212,31	Ungesteuert	0,80	Bestand Sicherheitsüberprüfung	WALD+CORBE, 2017
489	HRB 52 (Kuchental)	1.500	214,35	Ungesteuert	0,45	Bestand Sicherheitsüberprüfung	WALD+CORBE, 2017
561	HRB 71 (Gennenbach)	11.300	189,92	Ungesteuert	2,90	Bestand Sicherheitsüberprüfung	WALD+CORBE, 2017
758	HRB I (HRB 111)	9.000	204,95	Ungesteuert	0,10	Bestand Sicherheitsüberprüfung	WALD+CORBE, 2017
755	HRB II (HRB 113)	9.250	211,10	Ungesteuert	0,10	Bestand Sicherheitsüberprüfung	WALD+CORBE, 2017
761	HRB III (HRB 115)	1.350	219,10	Ungesteuert	0,10	Bestand Sicherheitsüberprüfung	WALD+CORBE, 2017
522	HRB 41 (Knopfäcker)	14.600	319,10	Ungesteuert	0,20	Bestand Sicherheitsüberprüfung	WALD+CORBE, 2017
527	HRB 43 (Mulde)	980	310,60	Ungesteuert	0,11	Bestand Sicherheitsüberprüfung	WALD+CORBE, 2017
534	HRB 57 (Kuhställe)	660	307,70	Ungesteuert	0,21	Bestand Sicherheitsüberprüfung	WALD+CORBE, 2017



Abbildung 4.2: Übersichtskarte der im Bereich Königsbach-Stein bestehenden (blaues Dreieck), möglichen (rosa Dreieck) Hochwasserrückhaltebecken (HRB) und Regenrückhaltebecken (grünes Dreieck) der Ortsentwässerung

4.3.2.1 HRB I (HRB 111)

Die maßgebenden Kennwerte des bestehenden Beckens HRB I (HRB 111) sind in der nachfolgenden Tabelle nochmals zusammengestellt. Weitere Angaben (Sanierungsbedarf,...) können der vertieften Überprüfung nach DIN 19700 (WALD+CORBE, 2017a) entnommen werden.

Es existieren keine schriftlichen Dokumentationen eines Einstaus des HRB I beim letzten großen Niederschlagsereignis vom 01.06.2013 oder bei vorherigen historischen Ereignissen.

Tabelle 4.2: Kennwerte des bestehenden HRB I (HRB111), FGM-Kn. 758 (WALD+CORBE 2017a)

Anlagenteil	Technische Daten	
Einzugsgebietsgröße am HRB-Standort	0,8	km ²
Gewöhnliches Hochwasserrückhaltevolumen I _{GHR}	9.000	m ³ bei 204,94 m+NN
Staufläche bei Vollstau Z _v	7.500	m ² bei 205,00 m+NN
Maximale Beckenabgabe bei Vollstau, ungesteuert	0,10	m ³ /s
Stauziel / Vollstau Z _v / Tiefpunkt Dammkrone	204,94	m+NN
Dammbauwerk		
Dammkronenhöhe	204,94 – 205,05	m+NN
Dammhöhe über Gerinnesohle in Dammachse	ca. 3,50 m	
Grundablass		
Rohrleitung (ein- und auslaufseitig)	DN 200	mm
Sohlhöhe am		
- Rohreinlauf	201,58	m+NN
- Rohrauslauf	201,35	m+NN



Abbildung 4.3: Dammbauwerk HRB I (HRB 111), (Stauraum linksseitig)



Abbildung 4.4: Stauraum HRB I (HRB 111)

4.3.2.2 HRB II (HRB 113)

Die maßgebenden Kennwerte des bestehenden Beckens HRB II (HRB 113) sind in der nachfolgenden Tabelle nochmals zusammengestellt. Weitere Angaben (Sanierungsbedarf,...) können der vertieften Überprüfung nach DIN 19700 (WALD+CORBE, 2017a) entnommen werden.

Es existieren keine schriftlichen Dokumentationen eines Einstaus des HRB I beim letzten großen Niederschlagsereignis vom 01.06.2013 oder bei vorherigen historischen Ereignissen.

Tabelle 4.3: Kennwerte des bestehenden HRB II (HRB 113), FGM-Kn. 755 (WALD+CORBE, 2017a)

Anlagenteil	Technische Daten	
Einzugsgebietsgröße am HRB-Standort	1,0	km ²
Gewöhnliches Hochwasserrückhaltevolumen I_{GHR}	9.250	m ³ bei 211,10 m+NN
Staufläche bei Vollstau Z_v	8.800	m ² bei 211,15 m+NN
Maximale Beckenabgabe bei Vollstau, ungesteuert	0,10	m ³ /s
Stauziel / Vollstau Z_v / Tiefpunkt Dammkrone	211,15	m+NN
Dammbauwerk		
Dammkronenhöhe	211,10 – 211,15	m+NN
Dammhöhe über Gerinnesohle in Dammachse	ca. 3,20	m
Grundablass		
Rohrleitung (ein- und auslaufseitig)	DN 200	mm
Sohlhöhe am		
- Rohreinlauf	208,04	m+NN
- Rohrauslauf	207,60	m+NN



Abbildung 4.5: Dammbauwerk HRB II (HRB 113), (Stauraum rechtsseitig)



Abbildung 4.6: Auslassbauwerk mit räumlichem Rechen und vorgeschaltetem Grobrechen

4.3.2.3 HRB III (HRB 115)

Die maßgebenden Kennwerte des bestehenden Beckens HRB III (HRB 115) sind in der nachfolgenden Tabelle nochmals zusammengestellt. Weitere Angaben (Sanierungsbedarf,...) können der vertieften Überprüfung nach DIN 19700 (WALD+CORBE, 2017a) entnommen werden.

Es existieren keine schriftlichen Dokumentationen eines Einstaus des HRB I beim letzten großen Niederschlagsereignis vom 01.06.2013 oder bei vorherigen historischen Ereignissen.

Tabelle 4.4: Kennwerte des bestehenden HRB III (HRB 115), FGM-Kn. 761 (WALD+CORBE, 2017a)

Anlagenteil	Technische Daten	
Einzugsgebietsgröße am HRB-Standort	0,30	km ²
Gewöhnliches Hochwasserrückhaltevolumen I_{GHR}	1.350	m ³ bei 219,10 m+NN
Staufläche bei Vollstau Z_v	2.230	m ² bei 219,20 m+NN
Maximale Beckenabgabe bei Vollstau, ungesteuert	0,10	m ³ /s
Stauziel / Vollstau Z_v / Tiefpunkt Dammkrone	219,10	m+NN
Dammbauwerk		
Dammkronenhöhe	219,10 – 219,19	m+NN
Dammhöhe über Gerinnesohle in Dammachse	ca. 2,9 m	
Grundablass		
Rohrleitung (ein- und auslaufseitig)	DN 200	mm
Sohlhöhe am		
- Rohreinlauf	216,43	m+NN
- Rohrauslauf	215,72	m+NN



Abbildung 4.7: Dammbauwerk HRB III (HRB 115), (Stauraum rechtsseitig)



Abbildung 4.8: Auslassbauwerk mit räumlichem Rechen und Schlammablagerungen am 31.08.2016

4.4 FGM-Aktualisierung: Wellenverformung (Flood-Routing)

Um die Wellenverformung (Translation) entlang der Gewässer im Flussgebietsmodell möglichst realistisch erfassen und nachbilden zu können, wurden zunächst mit Hilfe der vorliegenden hydraulischen HWGK-Fließgewässermodelle die im Untersuchungsraum Stein bei unterschiedlichen Abflüssen entlang der Gewässer auftretenden Fließzeiten ermittelt. Die Nachbildung der Translation erfolgt im hydrologischen Modell über lineare Speicherkaskaden. Aus den auftretenden Fließzeiten wurden die Parameter der zur Nachbildung verwendeten linearen Speicherkaskade (n, k) abgeleitet. Nachgebildet werden dabei i.d.R. zwei Abflusszustände. Die Nachbildung der Retention fand auf der Grundlage der ermittelten Überflutungskarten (Seerentention) statt. Die Wellenverformung konnte dadurch im hydrologischen Flussgebietsmodell sehr genau erfasst und nachgebildet werden.

Für Gewässerabschnitte ohne verfügbare hydraulische Modelle wurde die zwischen zwei FGM-Knoten auftretende Wellenverformung (Translation, Retention) über das Kalinin-Miljukov-Verfahren bestimmt. Die Querprofile wurden hierzu aus Nachbargebieten übertragen, Gefälleverhältnisse und Fließstrecken aus topografischen Karten bzw. dem DGM abgeleitet.

Teilweise war aufgrund kurzer Fließstrecken eine Nachbildung der Wellenverformung zwischen allen FGM-Knoten nicht sinnvoll. In solchen Fällen wurden Gewässerabschnitte zusammengefasst (aggregiert).

4.5 Nachgerechnete statistische HW-Ereignisse (Regendauer, Jährlichkeit)

Zur Beantwortung unterschiedlicher Fragestellungen (Bestandsanalyse, Ausarbeitung einer HW-Schutzkonzeption, Sicherheitsüberprüfung von HRB, etc.) werden Bemessungsganglinien für Ereignisse verschiedener Jährlichkeiten (Wiederkehrzeiten) benötigt. Da es für eine Jährlichkeit in Abhängigkeit von der Niederschlagsdauer aber unterschiedliche Niederschlagshöhen bzw. Niederschlagsintensitäten gibt, müssen je Jährlichkeit immer mehrere Niederschlagsdauern mit dem hydrologischen Flussgebietsmodell untersucht und nachgerechnet werden, um so die maßgebende Niederschlagsdauer (maximale Abflüsse, maximale Überflutungen, maximale Beckenfüllung) festlegen zu können. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden mit dem hydrologischen Modell Ereignisse für 10 Niederschlagsdauern von 0,25 Stunden bis 72 Stunden jeweils für die Wiederkehrzeiten von 1, 2, 3, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1.000 und 5.000 Jahren nachgerechnet.

4.6 FGM-Berechnungsvarianten (Bebauung, HRB-Lösungen)

Im Rahmen der FGU-Stein fanden FGM-Berechnungen für eine Vielzahl an Varianten statt. Diese unterscheiden sich in der Nachbildung der Bebauung (ohne Bebauung, Ist-Zustand, Plan-Zustand) sowie in den HRB-Lösungen (ohne HRB, Ist-Zustand, Plan-Zustände). Für die Bestandsanalysen ist dabei der Ist-Zustand (FGM-Var. „I0“) maßgebend. Zur Erstellung einer optimierten HW-Schutzkonzeption wurden mehrere HRB-Plan-Varianten berechnet. Diese unterscheiden sich in den im Einzugsgebiet von Stein berücksichtigten 3 bestehenden HRB. Zur Festlegung einer optimierten HRB-Lösung wurden unterschiedliche Rückhaltevolumina, maximale Beckenabgabemengen und Schutzgradauslegungen (T) untersucht (Variante „P1“ – „P6“). Vorgeschlagen wird eine Umsetzung der FGM-Variante „P5“.

FGM-Var. „I0“: Mit Berücksichtigung der bestehenden HRB, mit Berücksichtigung der bestehenden Bebauung. Diese FGM-Variante entspricht dem etwa derzeitigen Zustand (Ist-Zustand). Diese Variante liegt den hydraulischen Nachrechnungen des Ist-Zustandes (Bestandsanalyse) zugrunde.

FGM-Var. „P0“: Mit Berücksichtigung der bestehenden HRB, mit Berücksichtigung der bestehenden Bebauung und geplanter Neubaugebiete (falls Daten vorhanden).

FGM-Var. „P5“: Mit Berücksichtigung der bestehenden HRB, mit Berücksichtigung der bestehenden Bebauung und geplanter Neubaugebiete. Dieser FGM-Variante liegt auch die hydraulische Nachrechnung des Plan-Zustandes (mit ergänzenden lokalen HWS-Maßnahmen) zugrunde. Ebenfalls sind hier die Gewässer ausbauten am Frontalgraben, dem Ramsbach und des Kämpfelbachs, sowie die vorgeschlagenen Verdo lungsausbauten am Frontalgraben und am Ramsbach berücksichtigt.

Nachfolgend sind in der Tabelle 4.5 nochmals die wichtigsten FGM-Berechnungsvarianten der FGU Stein zusammengestellt. Eine ausführliche Beschreibung der durchgeführten Variantenberechnung kann auch der Tabelle in Anlage A.4.1 entnommen werden.

Tabelle 4.5: Untersuchte Berechnungsvarianten FGU Stein

FGM Var.	HRB	HWS Stein	Bebauung	Bemerkung
„I0“	Ist-Zustand	Ist-Zustand	Ist-Zustand	Beb.-Ist-Zustand
„P0“	Ist-Zustand	Ist-Zustand	Plan-Zustand	Beb.-Plan-Zustand (Keine Berücksichtigung NBG Traiser Höhe 1+2, NBG Laier 1+2, Keine Daten vorhanden)
„P1“	Stein: Var. „P19“ Köba: Ist-Zustand	HWS Var. „P19“	Plan-Zustand (siehe Bem. Var „P0“)	HWS-Maßnahmen in Königsbach: <ul style="list-style-type: none"> Gewässerausbau Kämpfelbach, Frontalgraben und Ramsbach Verdolungsausba Frontalgraben und Ramsbach HWS-Maßnahmen in Stein: Vorgeschlagen HWS-Maßnahmen Var. „P19“ (WALD+CORBE 2017b)
„P2“	Stein: Var. „P19“ Köba: Plan Var. 1	HWS Var. „P19“	Plan-Zustand (siehe Bem. Var „P0“)	Optimierung der drei HRB am Ramsbach auf HQ₁₀₀
„P3“	Stein: Var. „P19“ Köba: Plan Var. 2	HWS Var. „P19“	Plan-Zustand (siehe Bem. Var „P0“)	Optimierung der drei HRB am Ramsbach auf HQ_{100,Klima}
„P4“	Stein: Var. „P19“ Köba: Plan Var. 3	HWS Var. „P19“	Plan-Zustand (siehe Bem. Var „P0“)	Optimierung der drei HRB am Ramsbach auf HQ₅₀
„P5“	Stein: Var. „P19“ Köba: Ist-Zustand	HWS Var. „P19“	Plan-Zustand (siehe Bem. Var „P0“)	HWS-Maßnahmen Königsbach und Stein siehe Variante „P1“ Ableitung TEZG 446 in Frontalgraben im OW Verdolung.
„P6“	Stein: Var. „P19“ Köba: Plan Var. 4	HWS Var. „P19“	Plan-Zustand (siehe Bem. Var „P0“)	Optimierung der drei HRB am Ramsbach auf HQ_{100,Klima} Erhöhung der Volumen bei Beibehaltung der Grundablassdimension

4.7 FGM-Berechnungen für den Ist-Zustand (FGM-Variante „I0“)

Mit dem hydrologischen Flussgebietsmodell FGM-Pfinztal fanden zunächst Berechnungen für den in etwa derzeitigen Zustand statt (FGM-Variante „I0“). Die Berechnungsergebnisse des „Ist-Zustandes“ dienen als Grundlage der hydraulischen Nachrechnung des Ist-Zustandes (Bestandsanalyse). Die Berechnungsergebnisse wurden für jeden FGM-Knoten in Form von HQ_T -Tabellen zusammengestellt (siehe Anlage A.4). Nachfolgend erfolgt eine Zusammenstellung für maßgebende Gewässerstellen und Jährlichkeiten (Tabelle 4.6).

Außerdem wurde für die drei vor Königsbach gelegenen Becken die Füllung bei einem T-jährlichen HW ermittelt. Daraus lässt sich ableiten, ob auf der Basis des bestehenden Rückhaltevolumens S_{zv} eine Änderung der Beckenabgabe sinnvoll wäre.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen für maßgebende Gewässerstellen zunächst die bei 100-jährlichen HW-Ereignissen auftretenden Ganglinien unterschiedlicher Regendauern. Aus den Graphiken kann abgeleitet werden, welche Regendauern T_D an den einzelnen Gewässerabschnitten zu den höchsten Abflüssen führen. Für diese maßgebende Regendauer T_D werden dann die bei 10-, 20-, 50- und 100-jährlichen HW sowie 100-jährlichen HW des LF-Klimaänderung auftretenden Ganglinien dargestellt.

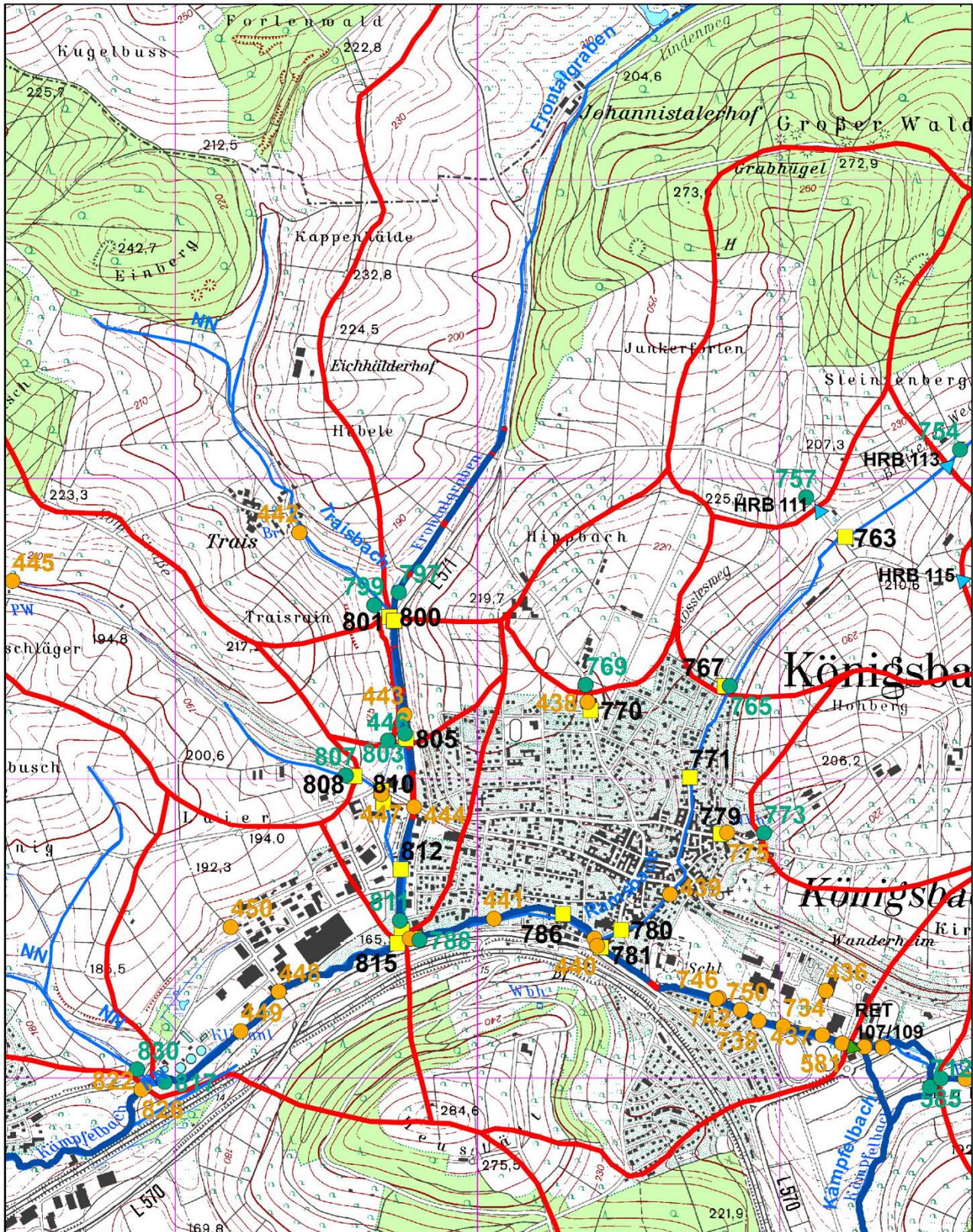


Abbildung 4.9: Lageplan ausgewählter Gewässerstellen zur Darstellung der HQ_T-Werte (Übersicht)

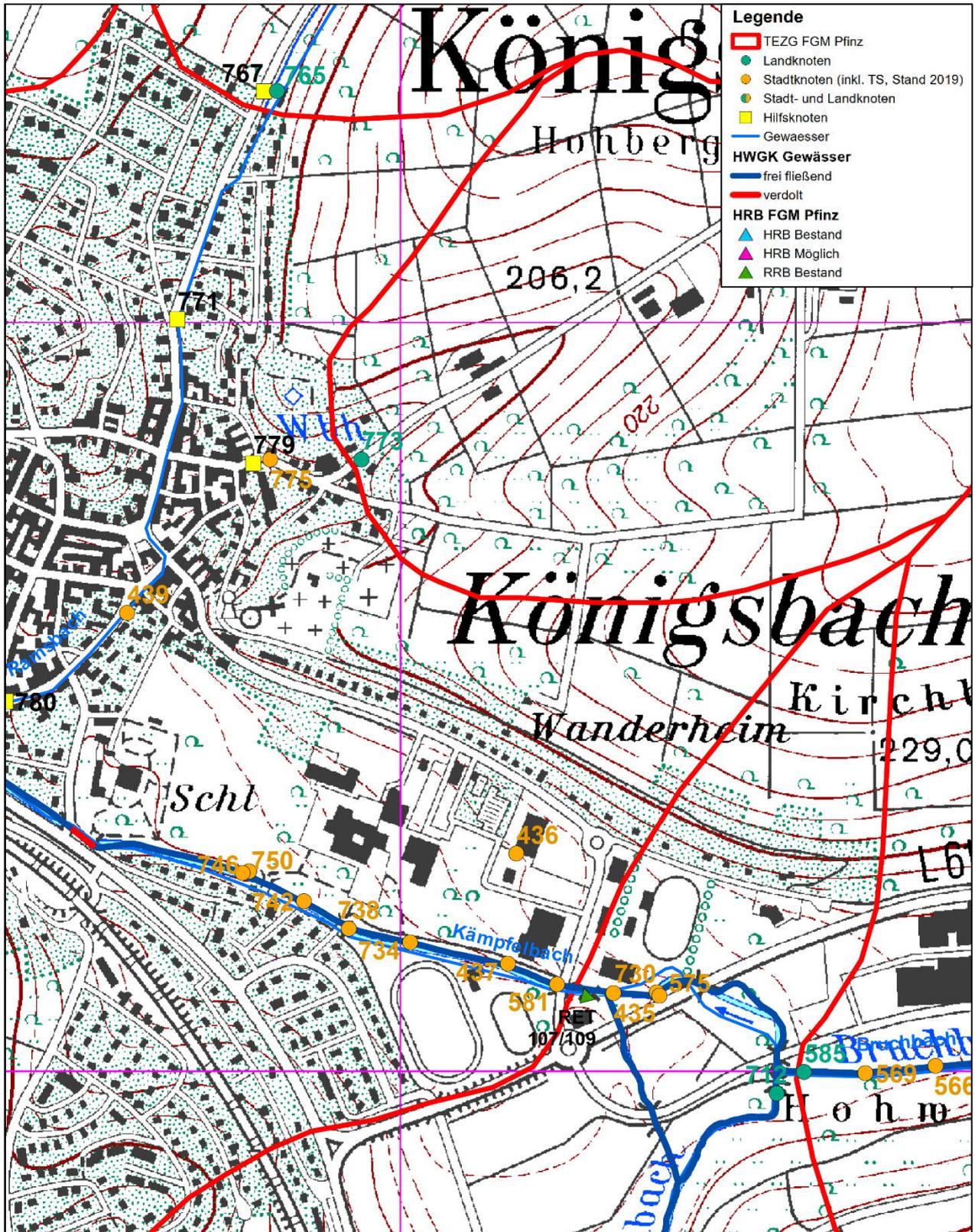


Abbildung 4.10: Lageplan ausgewählter Gewässerstellen zur Darstellung der HQ_T -Werte (Königsbach Ost)

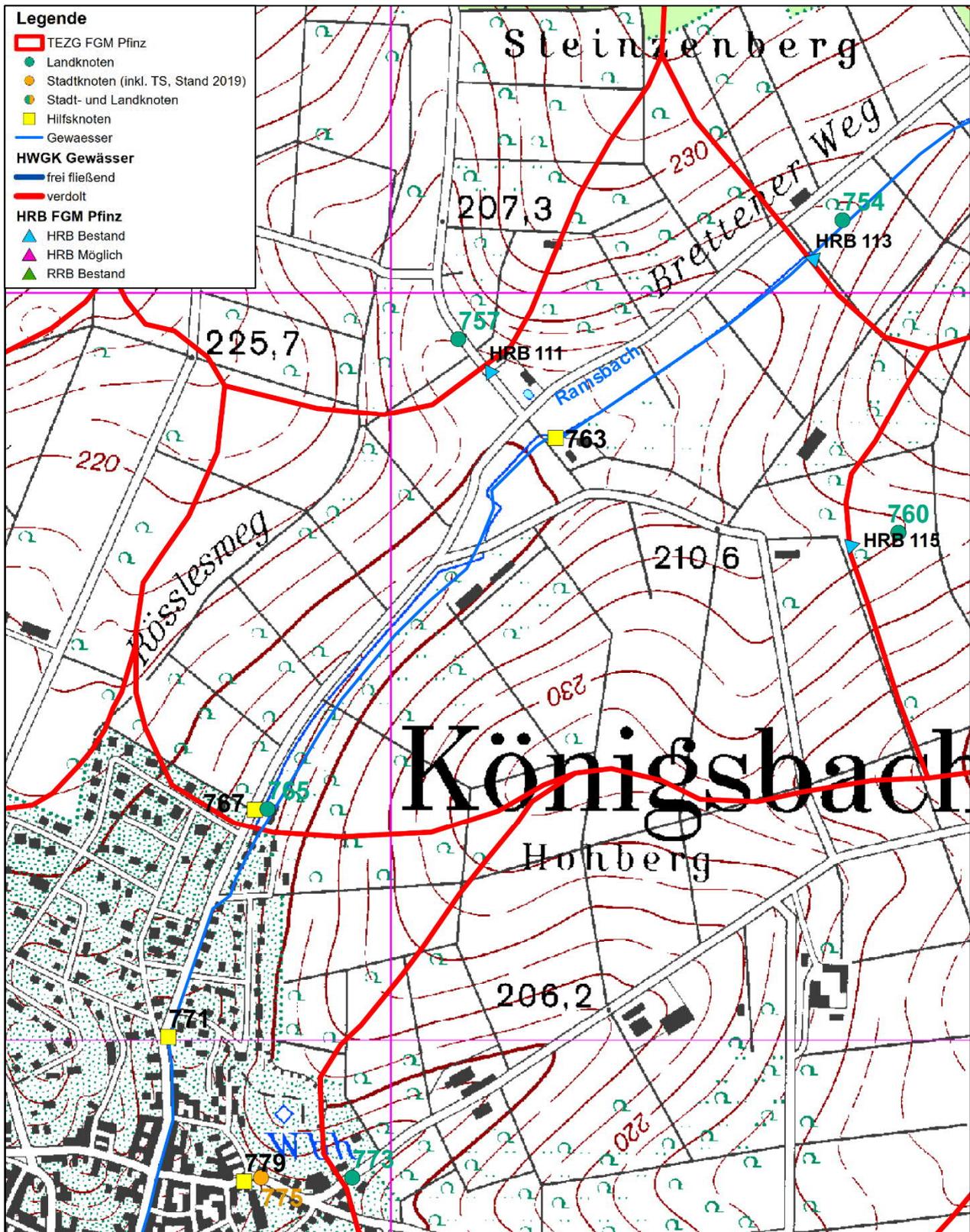


Abbildung 4.11: Lageplan ausgewählter Gewässerstellen zur Darstellung der HQ_T -Werte (Ramsbach)



Abbildung 4.12: Lageplan ausgewählter Gewässerstellen zur Darstellung der HQ_T -Werte (Frontalgraben)

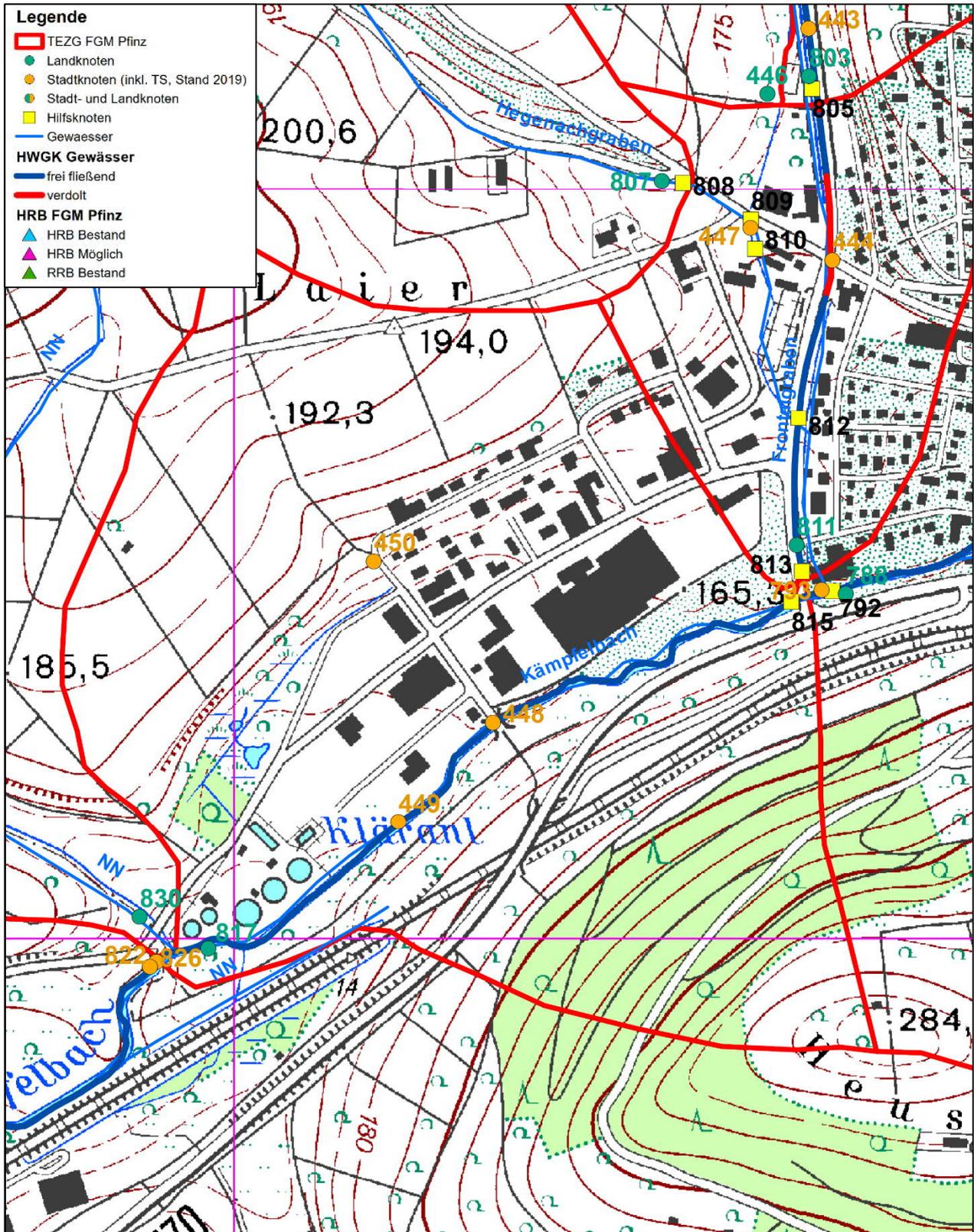


Abbildung 4.13: Lageplan ausgewählter Gewässerstellen zur Darstellung der HQ_T -Werte (Königsbach West)

Tabelle 4.6: FGM-Berechnungsergebnisse (HQ_T-Werte) der FGM-Variante „I0“ (Ist-Zustand) an ausgewählten Gewässerstellen

Kn. Nr.	Gewässer/Stelle	HQ _T [m ³ /s]				
		10a	20a	50a	100a	100aKlima
729	Kämpfelbach, UW RetRaum Plötzer	10,89	11,72	16,41	19,82	23,47
752	Kämpfelbach, Verdolung Schloss	12,34	13,38	17,75	21,58	25,03
785	Kämpfelbach, OW Mündung Ramsbach	12,19	12,88	17,51	20,43	24,52
786	Kämpfelbach, Mündung Ramsbach	12,72	13,51	18,35	21,91	26,19
796	Kämpfelbach, OW Mündung Frontalgraben	12,86	13,69	18,61	22,22	26,52
815	Kämpfelbach, Mündung Frontalgraben	14,94	16,40	22,76	27,29	32,36
824	Kämpfelbach, OW Kläranlage	14,95	16,63	23,02	27,75	32,65
828	Kämpfelbach, Einleitung Kläranlage	15,37	17,35	23,53	28,29	33,21
759	Ramsbach Auslass HRB I (HRB 111)	0,09	0,10	0,27	0,33	0,41
756	Ramsbach Auslass HRB II (HRB 113)	0,11	0,20	0,33	0,43	0,50
762	Ramsbach Auslass HRB III (HRB 115)	0,07	0,08	0,09	0,14	0,18
763	Ramsbach Zusammenfluss 3 HRB	0,25	0,38	0,69	0,87	1,08
767	Ramsbach Verdolungseinlauf	0,51	0,64	0,93	1,16	1,43
780	Ramsbach Einmündung in Kämpfelbach	0,93	1,22	1,65	2,04	2,33
805	Frontalgraben Verdolung am Bauhof	2,12	3,02	4,31	5,40	6,19
812	Frontalgraben Mündung Hegenachgraben	2,49	3,57	5,10	6,36	7,30
814	Frontalgraben Einmündung in Kämpfelbach	2,50	3,59	5,12	6,38	7,33

Tabelle 4.7: Füllung der drei vor Königsbach bestehenden HRB bei der FGM-Variante „I0“ (Ist-Zustand). Zellen sind markiert, wenn $S_{(h)T} > S_{(vorh)}$

Kn. Nr.	HRB	$S_{(vorh)}$ [m ³]	$S_{(h)T}$ [m ³]				
			10a	20a	50a	100a	100a,K
758	HRB I (HRB 111)I	9.000	4.800	8.100	9.100	9.200	9.200
755	HRB II (HRB 113)I	9.250	6.100	9.400	9.400	9.500	9.500
761	HRB III (HRB 115)	1.350	200	300	1.200	1.400	1.400

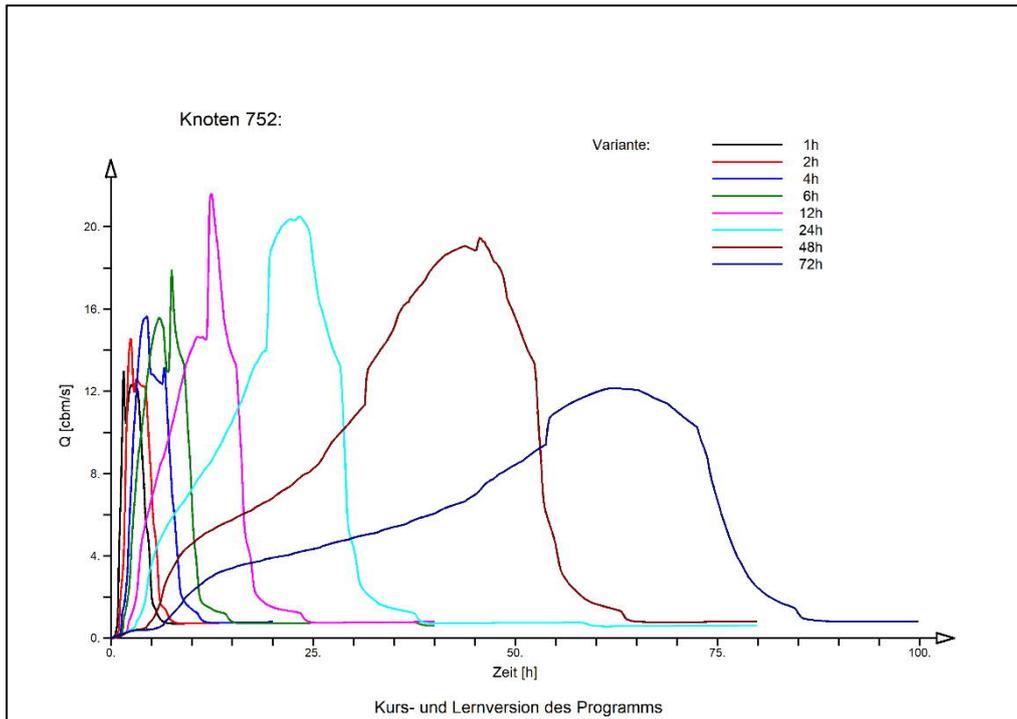


Abbildung 4.14: Kämpfelbach im Bereich Ortseingang Königsbach, Schloss, HW-Ganglinien $T=100a$ der FGM-Var. „IO“ (Ist-Zustand) für Ereignisse unterschiedlicher Regendauern T_D

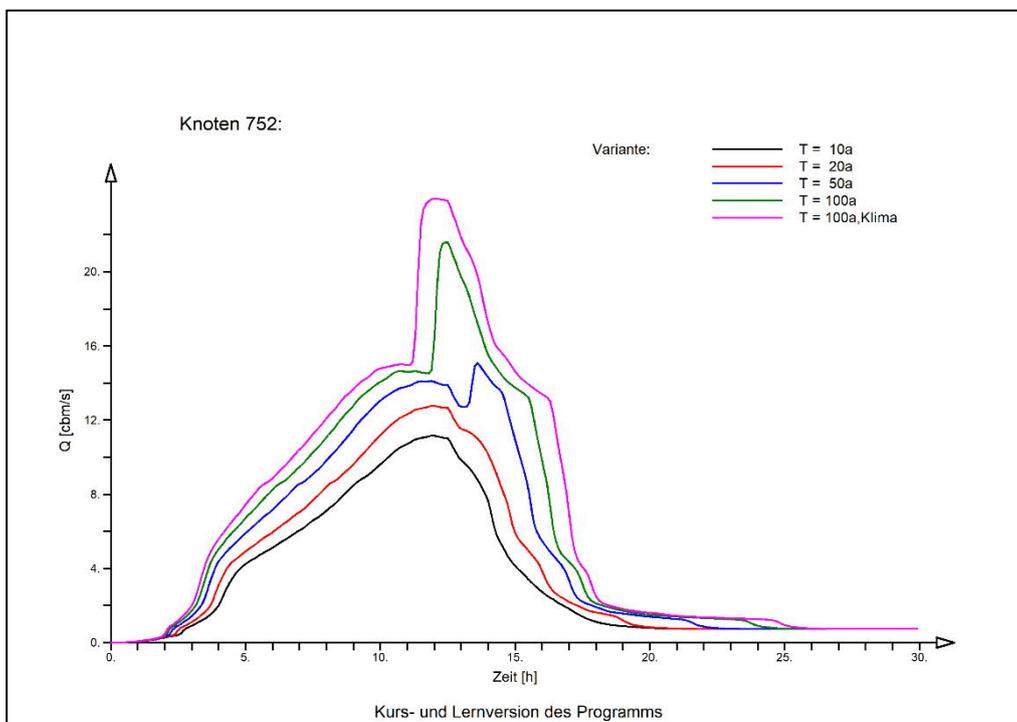


Abbildung 4.15: Kämpfelbach im Bereich Ortseingang Königsbach, Schloss, HW-Ganglinien $T_D=12h$ der FGM-Var. „IO“ (Ist-Zustand) für Ereignisse unterschiedlicher Jährlichkeiten T

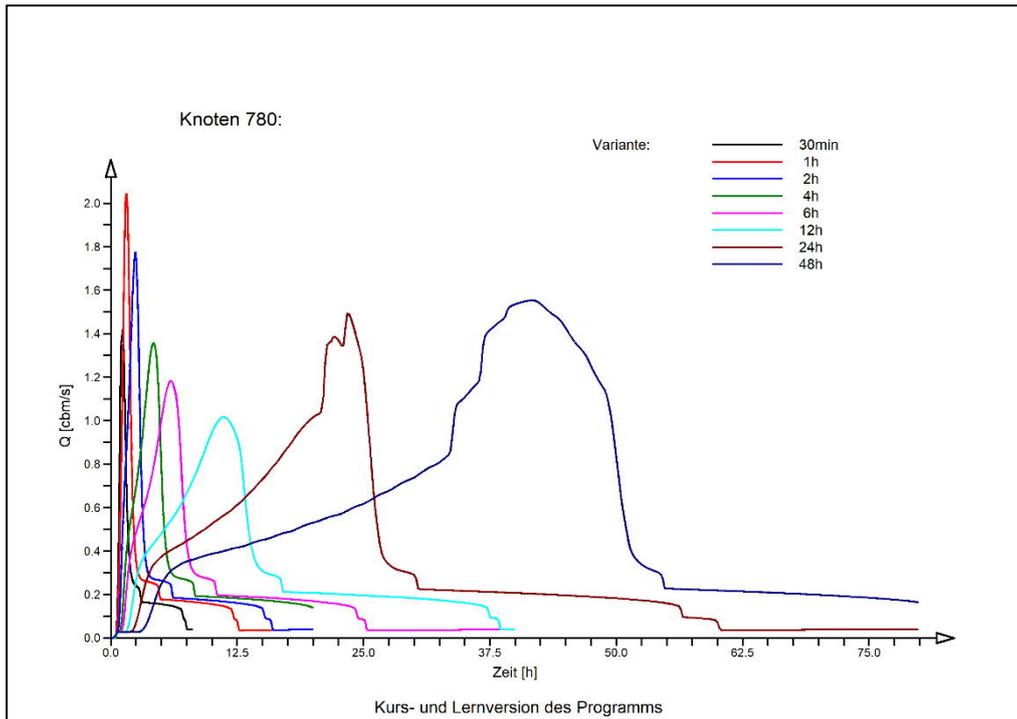


Abbildung 4.16: Ramsbach, Einmündung in Kämpfelbach, HW-Ganglinien $T=100a$ der FGM-Var. „I0“ (Ist-Zustand) für Ereignisse unterschiedlicher Regendauern T_D

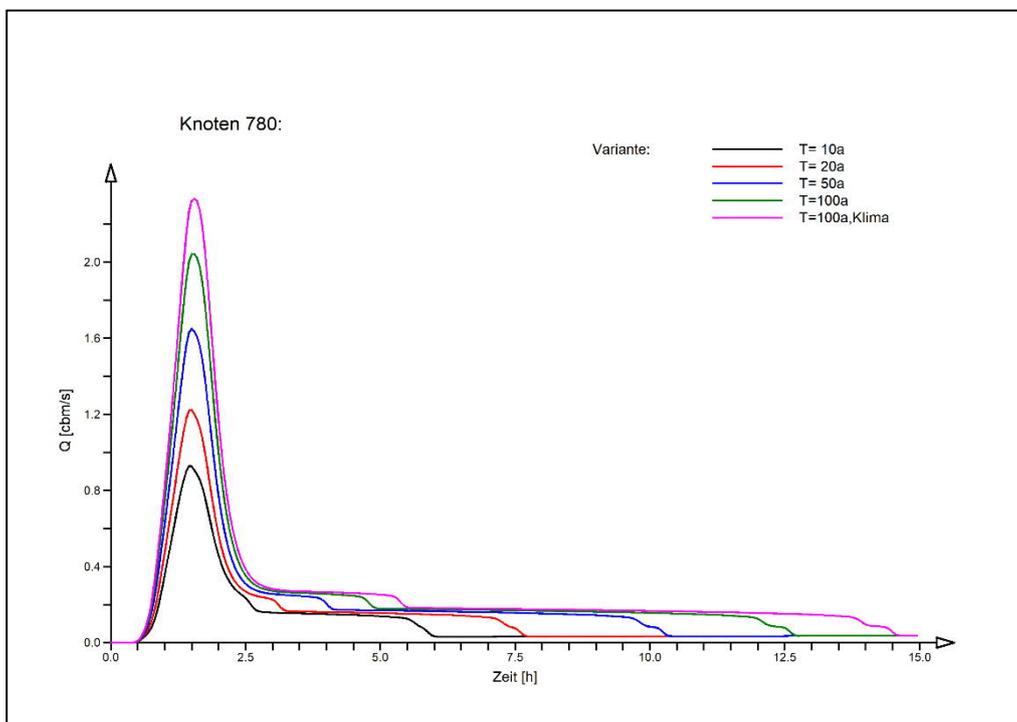


Abbildung 4.17: Ramsbach, Einmündung in Kämpfelbach, HW-Ganglinien $T_D=1h$ der FGM-Var. „I0“ (Ist-Zustand) für Ereignisse unterschiedlicher Jährlichkeiten T

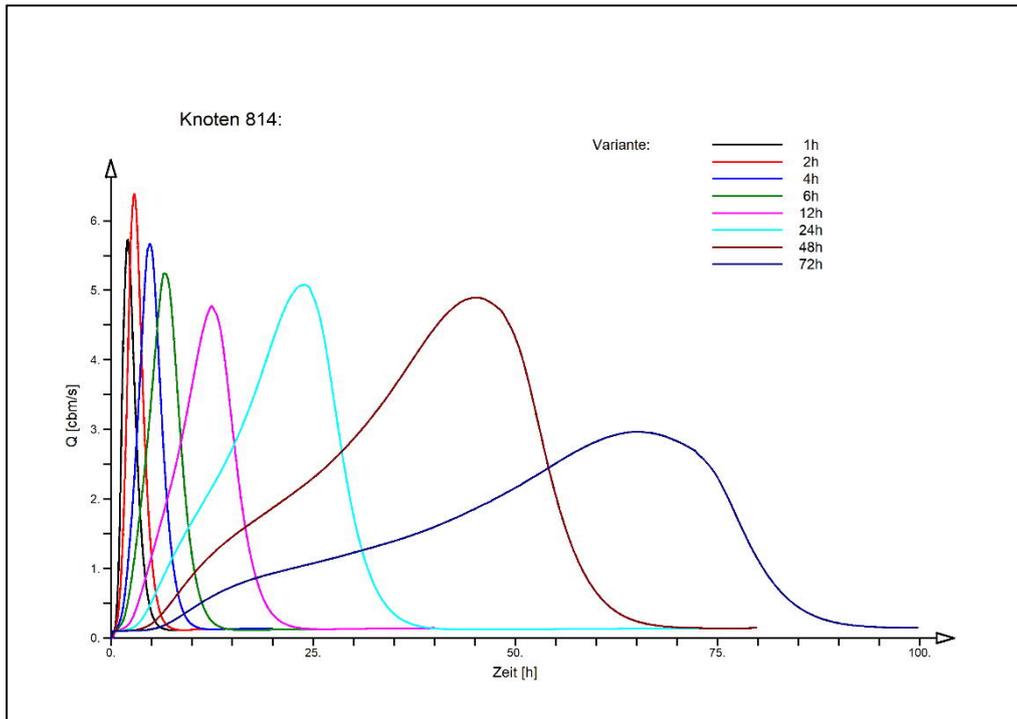


Abbildung 4.18: Frontalgraben, Einmündung in Kämpfelbach, HW-Ganglinien $T=100a$ der FGM-Var. „I0“ (Ist-Zustand) für Ereignisse unterschiedlicher Regendauern T_D

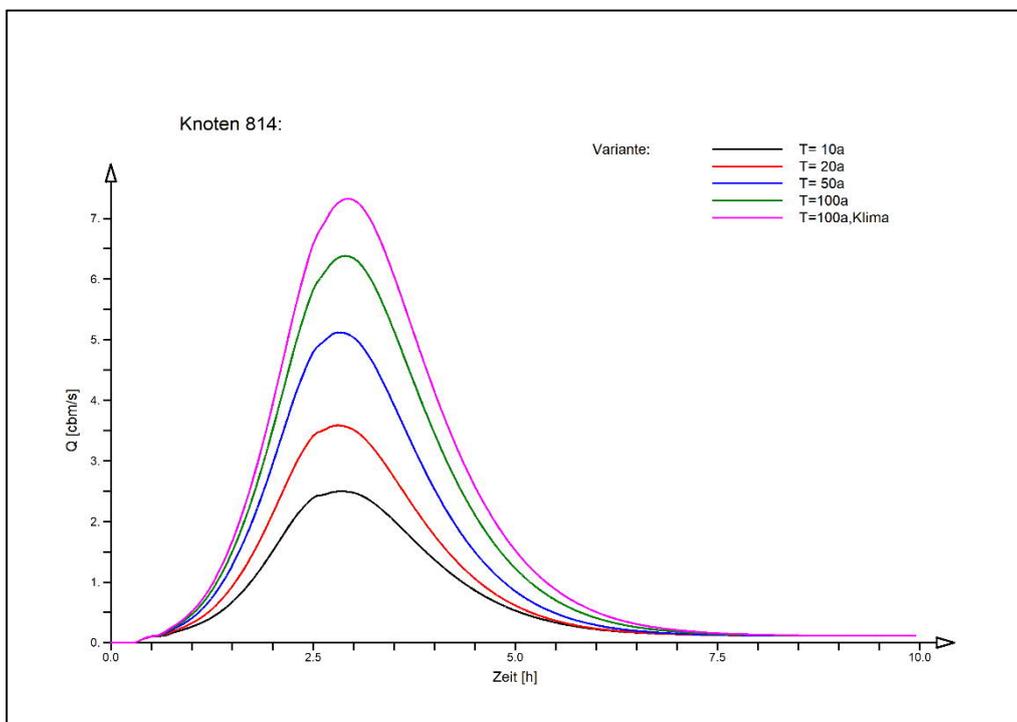


Abbildung 4.19: Frontalgraben, Einmündung in Kämpfelbach, HW-Ganglinien $T_D=2h$ der FGM-Var. „I0“ (Ist-Zustand) für Ereignisse unterschiedlicher Jährlichkeiten T

4.8 FGM-Berechnungen für die vorgeschlagene HRB-Lösungsvariante „P5“

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung fanden FGM-Berechnungen mit Berücksichtigung der Wirkung unterschiedlicher HRB-Lösungen statt. Die HRB-Lösungen unterscheiden sich in der Beckenabgabe und dem Vollstauvolumen. Nachfolgend werden die zentralen FGM-Berechnungsergebnisse der favorisierten HRB-Lösungsvariante „P5“ kurz zusammengestellt. Die favorisierte Beckenlösung „P5“ wird im Kapitel 7 nochmals detailliert beschrieben, enthält jedoch keine Änderungen an den drei HRB gegenüber dem Ist-Zustand aus der Variante „I0“.

Die HQ_T -Werte der FGM-Variante „P5“ Werte dienen als Grundlage für hydraulischen Nachrechnung des Plan-Zustandes. Auf der Basis dieser hydraulischen Berechnungen werden die ergänzenden lokalen HW-Schutzmaßnahmen festgelegt, die benötigt werden um das gewählte Bemessungshochwasser (z.B. T=100a,Klima) in Königsbach schadlos abführen zu können.

Die Berechnungsergebnisse wurden für jeden FGM-Knoten in Form von HQ_T -Tabellen zusammengestellt (siehe Anlage A.4). Nachfolgend erfolgt eine Zusammenstellung für maßgebende Gewässerstellen und Jährlichkeiten (Tabelle 4.8).

Tabelle 4.8: FGM-Berechnungsergebnisse (HQ_T -Werte) der favorisierten HRB-Lösungsvariante „P5“ an ausgewählten Gewässerstellen

Kn. Nr.	Gewässer/Stelle	HQ_T [m³/s]				
		10a	20a	50a	100a	100aKlima
729	Kämpfelbach, UW RetRaum Plötzer	11,27	11,98	16,24	19,24	21,05
752	Kämpfelbach, Verdolung Schloss	12,88	14,07	17,68	21,11	23,21
785	Kämpfelbach, OW Mündung Ramsbach	12,48	13,35	17,47	19,97	22,37
786	Kämpfelbach, Mündung Ramsbach	13,00	13,98	18,31	21,46	24,11
796	Kämpfelbach, OW Mündung Frontalgraben	13,12	14,14	18,58	21,77	24,48
815	Kämpfelbach, Mündung Frontalgraben	15,18	16,86	22,71	26,84	30,31
824	Kämpfelbach, OW Kläranlage	15,25	17,07	23,08	27,39	30,98
828	Kämpfelbach, Einleitung Kläranlage	16,03	17,84	23,59	27,94	31,54
759	Ramsbach Auslass HRB I (HRB 111)	0,09	0,10	0,27	0,33	0,41
756	Ramsbach Auslass HRB II (HRB 113)	0,11	0,20	0,33	0,43	0,50

Fortsetzung **Tabelle 4.8**

Kn. Nr.	Gewässer/Stelle	HQ _T [m ³ /s]				
		10a	20a	50a	100a	100aKlima
762	Ramsbach Auslass HRB III (HRB 115)	0,07	0,08	0,09	0,14	0,18
763	Ramsbach Verdolungseinlauf	0,25	0,38	0,69	0,87	1,08
767	Ramsbach Verdolungseinlauf	0,51	0,64	0,93	1,16	1,43
780	Ramsbach Einmündung in Kämpfelbach	0,94	1,23	1,66	2,06	2,34
805	Frontalgraben Verdolung am Bauhof	2,12	3,02	4,31	5,40	6,19
812	Frontalgraben Mündung Hegenachgraben	2,49	3,57	5,10	6,36	7,30
814	Frontalgraben Einmündung in Kämpfelbach	2,50	3,59	5,12	6,38	7,33

Die Tabelle 4.9 zeigt die Füllung der drei vor Königsbach am Ramsbach gelegenen HRB in der vorgeschlagenen HRB-Lösungsvariante „P5“. Die Füllstände der HRB sind hierbei identisch mit der Variante „I0“ (siehe Tabelle 4.7). Die Optimierungsberechnungen der HRB (Varianten „P1 – P4“ und Variante „P6“) bezüglich Auslegung der Abgabemenge auf unterschiedliche Jährlichkeiten bei Variation des Speichervolumens oder der Abgabemenge ergaben keine Verbesserung des HW-Schutzes für die Ortslage von Königsbach. Daher wurden in der vorgeschlagenen HRB-Lösungsvariante „P5“ keine Änderungen der HRB gegenüber dem Ist-Zustand in Variante „I0“ berücksichtigt. Eine detailliertere Beschreibung der Alternativvarianten ist in Kapitel 8.1 gegeben.

Tabelle 4.9: Füllung der drei vor Königsbach bestehenden HRB bei der FGM-Variante „P5“ (Plan-Zustand). Zellen sind markiert, wenn $S_{(h)T} > S_{(vorh)}$

Kn. Nr.	HRB	S _(vorh) [m ³]	S _{(h)T} [m ³]				
			10a	20a	50a	100a	100a,K
758	HRB I (HRB 111)I	9.000	4.800	8.100	9.100	9.200	9.200
755	HRB II (HRB 113)I	9.250	6.100	9.400	9.400	9.500	9.500
761	HRB III (HRB 115)	1.350	200	300	1.200	1.400	1.400

In der nachfolgenden Tabelle 4.10 ist nochmals die in der FGM-Variante „P5“ optimierte HRB-Lösung zusammengestellt (HRB-Kennwerte). Die Beckenwirkung der einzelnen Standorte kann den nachfolgenden Wirkungstabellen entnommen werden.

Tabelle 4.10: Favorisierte HRB-Lösungsvariante „P5“

FGM-Kn.	HRB	S _(vorh) [m ³ /s]	Auslegung	Abgabeart	HQ _{100, zu} [m ³ /s]	HQ _{100, ab} [m ³ /s]	Bemerkung
758	HRB I (HRB 111)	9.000	20 a	Ungesteuert	0,86	0,33	Ist-Zustand
755	HRB II (HRB 113)	9.250	10 a	Ungesteuert	1,15	0,43	Ist-Zustand
761	HRB III (HRB 115)	1.350	50 a	Ungesteuert	0,45	0,14	Ist-Zustand

Tabelle 4.11: Beckenwirkung HRB I (HRB 111) (Bestand) der favorisierten HRB-Lösung „P5“

FGM - Variante		Jährlichkeit [a]	HRB I (HRB 111), FGM-Knoten 758				
			10	20	50	100	100K
„P5“ (12/2019)	HQ _{Zufluss}	TD [h]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
		HQ _{zu} [m ³ /s]	0,33	0,47	0,68	0,86	1,01
	S _{max}	S _{max} [m ³]	4.800	8.100	9.100	9.200	9.200
	HQ _{Abgabe}	T _D [h]	48,00	48,00	48,00	48,00	24,00
		HQ _{ab} [m ³ /s]	0,09	0,10	0,27	0,33	0,41

Tabelle 4.12: Beckenwirkung HRB II (HRB 113) (Bestand) der favorisierten HRB-Lösung „P5“

FGM - Variante		Jährlichkeit [a]	HRB II (HRB 113), FGM-Knoten 755				
			10	20	50	100	100K
„P5“ (12/2019)	HQ _{Zufluss}	TD [h]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
		HQ _{zu} [m ³ /s]	0,45	0,62	0,90	1,15	1,34
	S _{max}	S _{max} [m ³]	6.100	9.400	9.400	9.500	9.500
	HQ _{Abgabe}	T _D [h]	48,00	48,00	48,00	24,00	24,00
		HQ _{ab} [m ³ /s]	0,10	0,20	0,33	0,43	0,50

Tabelle 4.13: Beckenwirkung HRB III (HRB 115) (Bestand) der favorisierten HRB-Lösung „P5“

FGM - Variante		Jährlichkeit [a]	HRB I (HRB 115), FGM-Knoten 761				
			10	20	50	100	100K
„P5“ (12/2019)	HQ _{Zufluss}	TD [h]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
		HQ _{zu} [m ³ /s]	0,17	0,24	0,35	0,45	0,53
	S _{max}	S _{max} [m ³]	200	300	1.200	1.400	1.400
	HQ _{Abgabe}	T _D [h]	1,00	1,00	48,00	24,00	24,00
		HQ _{ab} [m ³ /s]	0,07	0,08	0,09	0,14	0,18

4.9 FGM-Berechnungsergebnisse (HQ_T-Werte)

In der nachfolgenden Tabelle 4.14 sind die HQ_T-Werte maßgebender FGM-Berechnungsvarianten für ausgewählte Gewässerstellen (FGM-Knoten) zusammengestellt. Die Berechnungsergebnisse aller FGM-Knoten (HQ_T-Werte) für alle nachgerechneten Jährlichkeiten können der Anlage 4 entnommen werden.

Tabelle 4.14: FGM-Berechnungsergebnisse HQ_T-Werte der FGM-Varianten „I0“ (Ist-Zustand) und „P19“ (favorisierte HRB-Lösung) an ausgewählten Gewässerstellen

Kn. Nr.	Gewässer/ Stelle	HQ ₁₀₀ [m ³ /s]		HQ _{100,Klima} [m ³ /s]	
		Var. „I0“	Var. „P5“	Var. „I0“	Var. „P5“
729	Kämpfelbach, UW RetRaum Plötzer	19,82	19,24	23,47	21,05
752	Kämpfelbach, Verdolung Schloss	21,58	21,11	25,03	23,21
785	Kämpfelbach, OW Mündung Ramsbach	20,43	19,97	24,52	22,37
786	Kämpfelbach, Mündung Ramsbach	21,91	21,46	26,19	24,11
796	Kämpfelbach, OW Mündung Frontalgraben	22,22	21,77	26,52	24,48
815	Kämpfelbach, Mündung Frontalgraben	27,29	26,84	32,36	30,31
824	Kämpfelbach, OW Kläranlage	27,75	27,39	32,65	30,98
828	Kämpfelbach, Einleitung Kläranlage	28,29	27,94	33,21	31,54
759	Ramsbach Auslass HRB I (HRB 111)	0,33	0,33	0,41	0,41
756	Ramsbach Auslass HRB II (HRB 113)	0,43	0,43	0,50	0,50
762	Ramsbach Auslass HRB III (HRB 115)	0,14	0,14	0,18	0,18
763	Ramsbach Zusammenfluss 3 HRB	0,87	0,87	1,08	1,08
767	Ramsbach Verdolungseinlauf	1,16	1,16	1,43	1,43
780	Ramsbach Einmündung in Kämpfelbach	2,04	2,06	2,33	2,34
805	Frontalgraben Verdolung am Bauhof	5,40	5,40	6,19	6,19
812	Frontalgraben Mündung Hegenachgraben	6,36	6,36	7,30	7,30
814	Frontalgraben Einmündung in Kämpfelbach	6,38	6,38	7,33	7,33

5 Hydraulische Berechnungen – Bestandsanalyse

5.1 Allgemeines

Die Nachrechnung statistischer (T-jährlicher) HW-Ereignisse des Ist-Zustandes ermöglicht eine Abschätzung der derzeitigen HW-Gefährdung (Schutzgrad). Besonders anschaulich lässt sich dies über Überflutungskarten unterschiedlicher Wiederkehrzeiten (Jährlichkeiten) zeigen. Überflutungskarten wurden für 10-, 20-, 50- und 100-jährliche HW-Ereignisse sowie 100-jährliche HW-Ereignisse des LF-Klimaänderung erstellt. Grundlagen bilden die Berechnungsergebnisse des hydrologischen Flussgebietsmodells für den Ist-Zustand (FGM-Var. „I0“: ohne Ausbau/Neubau von HRB) auf der Basis der derzeitigen Gewässerprofile (ohne lokale HWS-Maßnahmen).

Für die HWGK-Gewässer Kämpfelbach und Frontalgraben lagen vermessene Gewässerprofile aus dem Projekt HWGK-Erstellung im TBG 352 (Pfinz,...) vor. Für die Gewässer Ramsbach und Traisbach wurden im Zuge der vorliegenden FGU Gewässerprofile aufgenommen.

Nachfolgend werden die Berechnungsergebnisse getrennt für die vier Gewässer erörtert. Eine ausführliche Zusammenstellung der hydraulischen Berechnungsergebnisse kann der Anlage B entnommen werden.

Bei den hydraulischen Berechnungen wurde von unverlegten Gewässerprofilen ausgegangen. Insbesondere am Ortseingang kann es im HW-Fall durch mitgeführtes Geschwemmsel und Treibgut zu Verlegungen kommen. Besonders stark gefährdet sind dabei kleinere Verdolungseinläufe und Durchlässe. Die tatsächliche Gefährdung kann damit noch wesentlich größer sein, als in den nachfolgenden Berechnungen dargestellt.

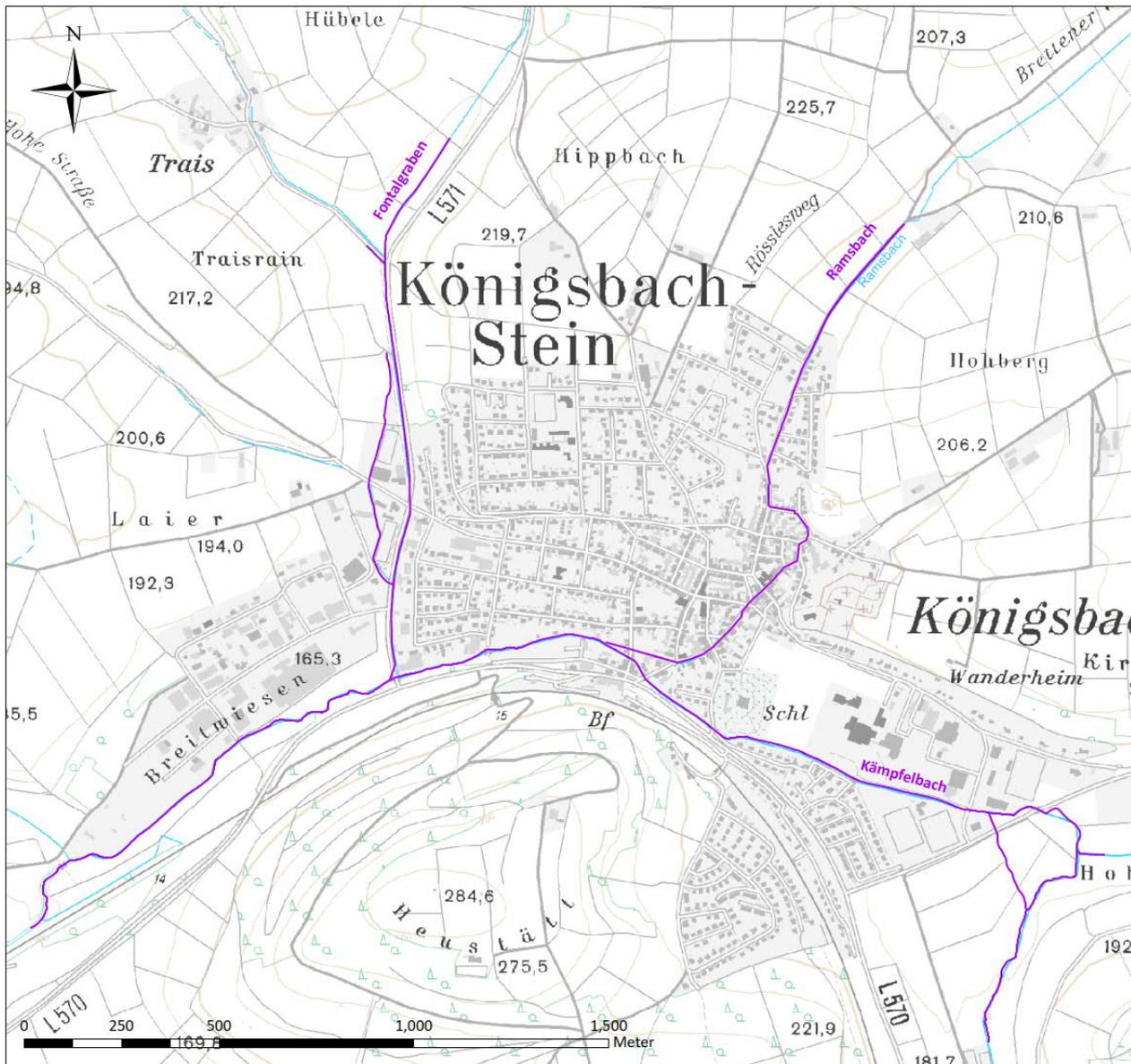


Abbildung 5.1: Übersichtskarte der hydraulisch untersuchten Gewässerabschnitte - Unterteilung in Teilbereiche

In der Anlage B.2.1 sind die Vermessungsdaten an den Gewässern Kämpfelbach, Ramsbach, Frontalgraben und Traisbach aufgeführt.

Grundsätzlich wurden die Vermessungen aus der HWGK für die HWGK-Gewässer Kämpfelbach und Frontalgraben übernommen. Die Erstellung der Erstvermessung der HWGK-Gewässer fand im Jahr 2005 statt. In Bereichen, in denen dokumentierte Veränderungen stattgefunden haben, wurden Nachvermessungen durchgeführt bzw. ergänzende Unterlagen verwendet.

Die nachfolgende Tabelle zeigt Abschnitte, in denen Maßnahmen bzw. Nachvermessungen an den HWGK-Gewässern stattgefunden haben:

Tabelle 5.1: Ausbaumaßnahmen bzw. Nacherhebungen an den HWGK-Gewässern Kämpfelbach und Frontalgraben

Gewässer	Bereich	Maßnahme	Datengrundlage
Kämpfelbach	Plötzer	Nachvermessung Straßendamm	NV 2019
Kämpfelbach	Oberhalb Wasserschloss	Schwachstelle rechtes Ufer	NV 2019
Kämpfelbach	Wasserschloss	Mauer	NV 2019
Kämpfelbach	Gewässer zwischen Pforzheimer und Durlacher Straße	Veränderungen Flussbett	NV 2019
Kämpfelbach	oberhalb Brücke Walter-Rathenau-Straße (Station 3520 m)	Umbau Absturz zu Blocksteinrampe	Ausführungsplanung IB Gebler (2006)
Kämpfelbach	Bereich von Station 3.380 bis 3.100 m inkl. Brücke Talstraße (Station 3.140 m)	Neugestaltung linksseitiger Gewässerbereich/Gelände und Neubau Brücke Talstraße	HWGK Nachvermessungen 10/2014 und 03/2015
Kämpfelbach	IMO	Neubau Brücke Parkplatz	Genehmigungsplanung WALD + CORBE, 2014
Kämpfelbach	unterhalb Kläranlage	Rückbau alter Pegel zu Sohlengleite	Genehmigungsplanung IB Gebler (2007)
Frontalgraben	Station 1100	Nachverdichtung Mündungsbereich	NV 2019

Die Hochwassergefahrenkarten (HWGK) im Bereich der Ortslage Königsbach wurden auf der Basis eindimensionaler hydraulischer Berechnungen erstellt. Hydraulisch untersucht wurden die HWGK-Gewässer Kämpfelbach und Frontalgraben. Eine Ausnahme bildete der Überflutungsbereich im Mündungsbereich des Bruchbachs in den Kämpfelbach. Dieser wurde auch schon für die HWGK zweidimensional berechnet.

Für die vorliegende Flussgebietsuntersuchung wurde aufgrund von sich bei Hochwasser einstellenden unterschiedlichen Fließwegen überwiegend auf den Aufbau zweidimensionaler hydraulischer Modelle umgestellt. Lediglich der Kämpfelbach auf dem Abschnitt unterhalb der Einmündung des Frontalgrabens (Station 2.750 m) wurde weiterhin eindimensional berechnet. Grundsätzlich fanden stationäre hydraulische Berechnungen statt. Das bedeutet, dass einem konservativen Ansatz folgend davon ausgegangen wurde, dass Hochwasserabflussganglinien zeitlich unbegrenzt auftreten. Dem liegt die Annahme zugrunde, dass im Hochwasserfall eine rasche Ausbreitung stattfindet und der ermittelte Abflussscheitelwert maßgebend für die Überflutungsausbreitung wird. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass durch die hydraulischen Berechnungen sowohl kurze Ereignisse mit hohen Abflussspitzen als auch lang anhaltende Ereignisse bereits mit abgedeckt sind. Zur Erstellung einer HW-Schutzkonzeption bietet die stationäre Betrachtungsweise den großen Vorteil, dass mögliche Hochwasserschutzmaßnahmen ausreichend große für eine Vielzahl möglicher Ereignisse mit unterschiedlichen Niederschlagsdauern (vor-)dimensioniert werden können.

Eine Ausnahme stellt der Mündungsbereich Bruchbach-Kämpfelbach dar. Der in diesem Bereich befindliche Einstaubereich, begrenzt durch die Straße L611, kann eine gewisse Retentionswirkung aufzeigen, die im hydraulischen Modell durch instationäre Berechnungen nachgebildet wurden. Die Überflutungsflächen und -tiefen in diesem Bereich wurden durch mehrere Rechenläufe (kurzes Ereignis mit großem Abflussscheitel, langes Ereignis mit großer Fülle) ermittelt, deren Ergebnisse im Anschluss überlagert wurden (Maximalwertbildung).

Konkret kamen für die Flussgebietsuntersuchung die folgenden Modelle zum Einsatz:

- Hydro_AS-2D für alle zweidimensional betrachteten Gewässerabschnitte (Kämpfelbach, Ramsbach, Frontalgraben, Traisbach)
- HEC-RAS für den unteren Abschnitt des Kämpfelbachs unterhalb der Einmündung des Frontalgrabens
- HEC-RAS bzw. Hystem-Extran zur Ermittlung der Leistungsfähigkeit der Verdolungen

5.2 Kämpfelbach

Grundlage der hydraulischen Berechnungen sind die mit dem FGM ermittelten HQ_T -Werte des Ist-Zustandes. Diese sind nachfolgend für ausgewählte Gewässerstellen des Kämpfelbachs zusammengestellt (FGM-Var. „I0“).

Tabelle 5.2: Im Kämpfelbach auftretende HW-Abflüsse – FGM-Variante „I0“ (Ist-Zustand)

FGM-Kn	Station	Lage	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₅₀	HQ ₁₀₀	HQ _{100,Klima}
719	4865	uh. Bruchbach	12,95	13,73	16,61	18,53	20,06
728	4700	uh. Plötzer	10,88	11,63	16,28	19,72	23,31
729	4630	uh. Überl. Heidelst- erb.	10,89	11,72	16,41	19,82	23,47
731	4629	uh RÜB9	12,18	13,10	17,65	21,43	24,93
732	4569	TS PL2	12,18	13,10	17,65	21,43	24,93
733	4493	TS-5	12,20	13,12	17,67	21,45	24,95
735	4422	TS Edeka	12,25	13,19	17,70	21,49	24,98
736	4290	TS-4	12,25	13,20	17,70	21,50	24,98
740	4208	TS-3	12,27	13,23	17,71	21,51	24,99
744	4138	TS-2	12,28	13,24	17,72	21,52	25,00
748	4055	RÜB-17	12,32	13,33	17,73	21,56	25,02
752	4048	TS-1	12,34	13,38	17,75	21,58	25,03
781	3615	uh. Ramsbach1	12,34	13,38	17,75	21,58	25,03
782	3603	TS Parkplatz	12,34	13,39	17,76	21,59	25,04
783	3595	uh Ret12	12,19	12,88	17,51	20,43	24,52

FGM-Kn	Station	Lage	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₅₀	HQ ₁₀₀	HQ _{100,Klima}
785	3578	RÜ-4	12,19	12,88	17,51	20,43	24,52
786	3444	uh. Ramsbach2	12,72	13,51	18,35	21,91	26,19
787	3206	TS Durlacher Str.	12,73	13,51	18,36	21,92	26,20
790	2946	Landgebiet	12,88	13,69	18,62	22,23	26,55
792	2929	uh. Ret13	12,86	13,69	18,61	22,22	26,52
795	2914	RÜ-7	12,86	13,69	18,61	22,22	26,52
815	2871	uh. Frontalgraben	14,94	16,40	22,76	27,29	32,36
816	2412	TS Breitwiese 1	14,94	16,40	22,77	27,31	32,38
818	2222	TS Breitwiese 2	14,94	16,40	22,78	27,31	32,39
819	1900	Landgebiet	15,06	16,56	23,03	27,62	32,72
832	1805	uh. KLA	15,65	17,72	23,97	28,82	33,83

Es ist zu beachten, dass der Mündungsbereich des Bruchbachs und Kämpfelbachs oberhalb der L611 instationär berechnet wurde und deshalb Abweichungen von den hier dargestellten hydrologischen Scheitelabflusswerten auftreten können.

Für die 2D-Berechnungen des Kämpfelbachs wurden kleine Abflussänderungen ggf. zusammengefasst betrachtet. Die oben aufgeführten HW-Abflussscheitelwerte stellen gegenüber den Abflusskennwerten der HWGK eine Aktualisierung dar. Die auftretenden Unterschiede sind in einer graphischen Auftragung dokumentiert als Abflusslängsschnitte bei HQ₁₀₀ in der Anlage B.2.2.a.

Zu Vergleichszwecken sind die Ergebnisse der Hochwassergefahrenkarten (HWGK) für die HW-Ereignisse HQ₁₀, HQ₅₀, HQ₁₀₀ und HQ_{EXTREM} in der Anlage B.2.3 dargestellt. Aus den HWGK gehen bereits nennenswerte Hochwasserprobleme hervor, die durch die noch genauere Modellierungsmethode im Rahmen der vorliegenden FGU noch detaillierter aufgezeigt werden konnte.

Die aktuelle Untersuchung des Bestands weicht aus mehreren Gründen von den HWGK ab:

- Neuermittlung der Abflusswerte
- 2D Berechnungen, dadurch genauere Abbildungen separater Fließwege
- Zusätzliche Untersuchung der zwei Nicht-HWGK-Gewässern Ramsbach und Traisbach
- Neubau von Brücken, Rückbau von Abstürzen zu Blocksteinrampe bzw. Sohlengleite

Im Weiteren wird näher auf die Ergebnisse der Bestandssituation (Ist-Zustand) eingegangen. Die Flächenausbreitungen für den Kämpfelbach des Ist-Zustands sind dargestellt in der Anlage B.2.4 in den Karten 1 - 6. Die Wassertiefen bei HQ₁₀₀ sind dargestellt in der Anlage B.2.5 in den Karten 1 - 6. Die berechneten Wasserspiegellagen und die Sohlagen wurden als Gewässerlängsschnitte in den Anlagen B.6.a bis B.6.c aufgetragen.

Die Ergebnisse werden in Fließrichtung des Kämpfelbachs analysiert und erörtert. Im Bereich des Mündungsbereichs Bruchbach und Kämpfelbach (Retentionsraum Plötzer) tritt im Hochwasserfall bereits bei HQ_{10} ein Einstau südlich der L611 auf. Da diese Überflutungssituation aus vergangenen Hochwasserereignissen bekannt ist, wurden hier bereits erste HW-Schutzmaßnahmen realisiert. Für den unter der L611 geführte Radwegdurchlass wurde ein mobiles Hochwasserschutzzelement (Dammbalkenverschluss) realisiert.

Beginnend bei HQ_{50} überströmt der eingestaute Bereich die L611 teilweise. Eine Überströmung tritt östlich des Kreisverkehrs auf einer Überströmlänge von etwa 70 m bei HQ_{100} auf. Diese „Schwachstelle“ der Straße war der Gemeinde im Vorfeld aus vergangenen Hochwasserereignissen bekannt und wurde aus diesem Grund in die Nachvermessungskulisse mit aufgenommen. Insofern sind die niedrigeren Straßenbereiche vermessungstechnisch überprüft und bestätigt.

Die Überströmung der Straße L611 entwickelt sich in Richtung Kämpfelbach fort und fließt dort dem Gewässer wieder zu. Infolge der Überströmung bei Hochwasser ist von einer Betroffenheit des zwischen der L611 und dem Kämpfelbach gelegenen Getränkehandels auszugehen. Beim Getränkehandel sind in der Vergangenheit auch schon HW-Probleme beobachtet worden.

Im weiteren Verlauf kommt es zu leichten rechtsseitigen Ausbordungen ab Station 4200 m bei HQ_{50} und HQ_{100} .

Weiter unterstrom befinden sich rechtsseitig niedrige Uferhöhen, die zu weiteren rechtsseitigen Ausbordungen ab etwa Station 4040 m führen. Auch in diesem Bereich wurden Nachvermessungen zur Plausibilisierung der Uferhöhen durchgeführt. Die Ausbordungen treten oberhalb des Wasserschlosses Königsbach auf. Die Überflutungen sind in diesem Bereich bei HQ_{10} und HQ_{20} nur lokal in unbebautem Gebiet begrenzt. Deutlich größere Überflutungsflächen treten jedoch bei HQ_{50} , HQ_{100} und $HQ_{100,Klima}$ auf. Diese führen zu einer Betroffenheit des Wasserschlosses und entwickeln sich weiter in den Kernbereich der Ortslage Königsbach.

Hier findet eine Überlagerung mit den Ausbordungen des von Norden kommenden Ramsbachs statt, der in weiten Teilen im bebauten Bereich verdolt abgeführt wird. Hier treten Überlastungen bereits bei HQ_{20} und höheren Ereignissen auf. Weitere Ausführungen, siehe nachfolgendes Kapitel.

Ab der Station 3580 m (unterhalb der Brücke Durlacher Straße) verläuft der HW-Abfluss des Kämpfelbachs im Wesentlichen innerhalb seiner Ufer. Eine Ausnahme bildet hier eine Randbetroffenheit der gewässernahen beidseitigen Gebäude zwischen den Brücken Durlacher Straße (Station 3580 m) und Brücke Walter-Rathenau-Straße (3520 m).

Eine deutliche Änderung gegenüber den HWGK ist der Neubau der Brücke Untere Talstraße (Station 3140 m), die früher mit kleinem Querschnitt zu einem deutlichen Aufstau geführt hat und jetzt mit deutlich größerem Querschnitt zu keinen HW-Problemen / Betroffenheit von Gebäuden mehr führt.

Die rechtsseitigen Ausbordungen aus der oberstromigen Überlastung des Kämpfelbachs und des Ramsbachs strömen dem Kämpfelbach an mehreren Stellen bis zur Station 3.030 m wieder zu.

Ab der Station 3.580 m bis zur Einmündung des Frontalgrabens treten keine großflächigen Ausbordungen des Kämpfelbachs mehr auf.

Unter der Brücke L571 wurde beim HW-Ereignis vom 01.06.2013 eine HW-Marke erfasst (siehe Längsschnitt in der **Anlage B.2.6b**). Diese liegt im Brückenquerschnitt noch deutlich unterhalb der Unterkante des Brückenbauwerks. Der Wasserstand konnte anhand der vorhandenen Geschwemmsellinien grob rekonstruiert werden. Die HW-Marke liegt etwas höher als die berechnete Wasserspiegellage bei $HQ_{100, Klima}$. Es ist zu beachten, dass die über Geschwemmsellinien rekonstruierten HW-Marken ggf. auf Grund von lokalen Stauwirkungen eher die Energiehöhe als die Wasserspiegelhöhe repräsentieren.

Unterhalb der Einmündung des Frontalgrabens treten erneut großflächige rechtsseitige Ausbordungen bei HQ_{50} , HQ_{100} und $HQ_{100, Klima}$ auf. Diese werden allerdings durch eine Überlastung des Frontalgrabens hervorgerufen, die im weiteren Verlauf über dem Gelände dem Kämpfelbach wieder zufließen (siehe auch Kapitel 5.4). Dies führt zu einer grenzwertigen Betroffenheit des bei etwa Station 2730 bis 2520 m gelegenen rechtsseitigen IMO Geländes. Entsprechend der Verschneidung der Berechnungsergebnisse mit dem Digitalen Geländemodell des Landes Baden-Württemberg tritt nur eine Randberührung an der südöstlichen Ecke des Betriebsgebäudes auf. Dieses Ergebnis ist ggf. bei Umsetzung einer Hochwasserschutzkonzeption zu überprüfen.

Zusätzlich treten ab etwa Station 2.600 m linksseitige Ausbordungen auf, die den linksseitigen neu errichteten Mitarbeiterparkplatz der Firma IMO fluten. Diese Überflutungsproblematik war bereits in den HWGK bekannt.

Die verbindende Brücke Allmending (IMO) zwischen Betriebsgebäude und Mitarbeiterparkplatz (Station 2.420 m) wurde erneuert. Die Genehmigungsplanung stammt aus dem Jahr 2014. Die Brücke wurde mit einem deutlich vergrößerten lichten Querschnitt versehen, so dass der Aufstau infolge des ursprünglichen Brückenbauwerks reduziert werden konnte.

Im Bereich der Brücke wurde beim HW-Ereignis vom 01.06.2013 ebenfalls eine HW-Marke erfasst (siehe Längsschnitt in der **Anlage B.2.6c**). Diese weist einen deutlichen Einstau des Brückenquerschnitts auf. Es ist zu beachten, dass die HW-Marke den Einstau der alten Brücke abbildet. Durch den Neubau der Brücke werden deutlich niedrigere Wasserspiegellagen erreicht, so dass die neue Brücke bei Hochwasser nicht mehr eingestaut wird.

Es ist zu beachten, dass entsprechend den Vorgaben zur wasserrechtlichen Genehmigung davon ausgegangen wurde, dass die Höhenlage des Mitarbeiterparkplatzes unverändert blieb, so dass im Zuge der vorliegenden Untersuchung keine Anpassung des Digitalen Geländemodells vorgenommen wurde.

Im weiteren Verlauf treten weitere, überwiegend linksseitige Ausbordungen auf, die zu keiner Betroffenheit von Siedlungsgebieten führen. Das Gewerbegebiet „Allmending“ wurde im Zuge seiner Erschließung aufgefüllt. Das DGM des Landes Baden-Württemberg wurde dort auf der Grundlage von Planungshöhen (Kanaldeckelaten) bereits bei der HWGK-Erstellung (Stand: 2015) im Bereich des Gewerbegebietes „Allmending“ angepasst. Die genauen Geländehöhen sind demnach mit gewissen Unschärfen behaftet. Unsicherheit bzgl. der Geländehöhen besteht noch im unbebauten Bereich (etwa zwischen Station 2.220 und

2.120 m). Im Zuge der landesweit geplanten Neubefliegungen treten in diesem Bereich bei einer Fortschreibung der HWGK voraussichtlich etwas andere Überflutungsflächen auf.

Die Kläranlage befindet sich rechtsseitig des Kämpfelbachs zwischen den Stationen 2.100 m und 1.900 m. Die Wasserspiegellagen führen hier zu keiner Problemsituation. Berücksichtigt wurde bei den hydraulischen Berechnungen ein Rückbau des Alten Wehres etwa bei Station 1.830 m. Hier treten linksseitige Ausbordungen ab HQ₁₀ auf, die in unbebautem Gebiet zu keiner Gebäudebetroffenheit führen. Unterhalb Station 1700 m verläuft das Gewässer wieder innerhalb seines Gewässerschlauchs.

5.3 Ramsbach

Grundlage der hydraulischen Berechnungen sind die mit dem FGM ermittelten HQ_T-Werte des Ist-Zustandes. Diese sind nachfolgend für ausgewählte Gewässerstellen des Ramsbachs zusammengestellt (FGM-Var. „I0“).

Tabelle 5.3: Im Ramsbach auftretende HW-Abflüsse – FGM-Variante „I0“ (Ist-Zustand)

FGM-Kn	Station	Lage	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₅₀	HQ ₁₀₀	HQ _{100,Klima}
763	1657	Land und HRB	0,25	0,38	0,69	0,87	1,08
767	1260	Landgebiet	0,51	0,64	0,93	1,16	1,43

Die Tabelle zeigt die HW-Abflüsse im untersuchten frei fließenden Abschnitt des Ramsbachs. Die Abflüsse / Abflussänderungen in der 1.250 m langen Ramsbachverdolung sind hier nicht aufgeführt.

Eine graphische Auftragung des Abflusslängsschnitts bei HQ₁₀₀ ist in der Anlage B.2.2.c dargestellt.

Der Ramsbach wurde im Rahmen der HWGK-Erstellung nicht untersucht. Am Oberlauf des Ramsbachs liegen die in den Vertieften Sicherheitsüberprüfungen der HRB der Gemeinde Königsbach-Stein drei HRB I, HRB II und HRB III. Auf Grund der Tatsache, dass der Ramsbach bis zu seinem Verdolungseinlauf am Orts- eingang von Königsbach ein ca. 2,7 km² großes Einzugsgebiet aufweist und im restlichen Verlauf der Orts- lage in einer Verdolung geführt wird wurde er im Zuge der Flussgebietsuntersuchung Königsbach mit in den Rahmen der untersuchten Gewässer aufgenommen.

Im Weiteren wird näher auf die Ergebnisse der Bestandssituation (Ist-Zustand) eingegangen. Die Flächen- ausbreitungen für den Ramsbach des Ist-Zustands sind dargestellt in der Anlage B.2.4 in den Karten 7,8 und 3. Die Wassertiefen bei HQ₁₀₀ sind dargestellt in der Anlage B.2.5 in den Karten 7,8 und 3. Die berechneten Wasserspiegellagen und die Sohlagen wurden als Gewässerlängsschnitte in der Anlage B.6.f auf- getragen.

Die Ergebnisse werden in Fließrichtung des Ramsbachs analysiert und erörtert.

Die hydraulischen Untersuchungen wurden etwa bei Station 1.700 m begonnen unterhalb der Wegquerung bei Frey Containerdienst. Der Ramsbach verläuft innerhalb des Untersuchungsgebiets auf einer Strecke von 450 m, von Station 1.700 m bis 1.250 m frei fließend. Auf dieser Strecke wird der Ramsbach von insgesamt sieben Überfahrten (größtenteils Rohrdurchlässen) gequert. Die Durchlässe haben überwiegend einen nur kleinen Durchmesser (DN600/DN700), der zur Abführung von HW-Abflüssen des Ramsbachs überwiegend nicht ausreicht.

Bei Hochwasser treten Ausbordungen auf die in Fließrichtung rechtsseitig parallel verlaufende Brettener Straße auf. Diese können nach den Berechnungsergebnissen in den oberen Bereichen dem Gewässer wieder zufließen.

Deutlichere Ausbordungen, bereits schon bei HQ_{20} , treten etwa ab Station 1.300 m auf. Hier befinden sich im Nahbereich des Verdolungseinlaufes insgesamt drei Durchlässe, die schon bei HQ_{20} zu Hochwasserproblemen führen. Ab Station 1.250 m wird der Ramsbach bis zur Einmündung in den Kämpfelbach auf einer Länge von 1.250 m verdolt geführt. Die Leistungsfähigkeit der Ramsbachverdolung wurde mit dem Kanalnetzrechnungsprogramm Hystem-Extran ermittelt. Kanalnetzrechnungen können nur unter der Annahme eines voll leistungsfähigen Verdolungseinlaufes innerhalb der Verdolung zuverlässige Ergebnisse liefern. Tatsächlich stellen jedoch oft gerade die Verdolungseinläufe einen kritischen Bereich dar, da hier die frei fließende Strömung oft auf kurzer Strecke stark beschleunigt werden muss um dann in den Verdolungen weiter fließen zu können.

Deshalb werden bei WALD+CORBE die Einlaufsituationen mit einem hydraulischen Oberflächenmodell gesondert betrachtet. Dadurch können die Einlaufbereiche sehr viel realitätsnäher nachgebildet werden. Die hydraulischen Berechnungen für den Verdolungseinlauf und die Verdolung zeigen, dass die Leistungsfähigkeit der Verdolung bei $LF = 0,72 \text{ m}^3/\text{s}$ liegt. Dieser Wert tritt beim Verdolungseinlauf auf. Aus der obestehenden Tabelle kann abgeleitet werden, dass die Verdolung bei dieser Betrachtung bei HQ_{50} überlastet ist.

Die Ergebnisse zeigen jedoch schon eine Überlastung ab HQ_{20} . Das liegt an dem Gewässer und den Überfahrten mit sehr kleinen Rohrdurchlässen im Oberwasser der Verdolung. Bei Überlastung der Überfahrten, bereits ab HQ_{20} , findet ein oberflächlicher Abfluss über die Brettener Straße und im weiteren Verlauf breitflächig der Friedrich-Ebert-Straße folgend in Richtung des Vorfluters Kämpfelbach statt.

Auf dieser Strecke kann es zu bereichsweise erheblichen Betroffenheiten von Gebäuden im Ortskernbereich Königsbachs kommen. Die Berechnungen wurden auf der sicheren Seite liegend stationär durchgeführt. Eine in der Realität mögliche Entlastung des Straßenabflusses bei Rückströmen in die Kanalisation wurde hier modelltechnisch nicht berücksichtigt. Dies trägt dem Umstand Rechnung, dass die Aufnahmekapazität der Schachtdeckel für Rückströmungsvorgänge beschränkt ist.

Die Berechnungen wurden nach einer 10-stündigen Berechnungszeit beendet. Dem liegt die Annahme zugrunde, dass die Abflussscheitel der maßgebenden HW-Ereignisse deutlich früher auftreten.

5.4 Frontalgraben

Grundlage der hydraulischen Berechnungen sind die mit dem FGM ermittelten HQ_T -Werte des Ist-Zustandes. Diese sind nachfolgend für ausgewählte Gewässerstellen des Frontalgrabens zusammengestellt (FGM-Var. „I0“).

Tabelle 5.4: Im Frontalgraben auftretende HW-Abflüsse – FGM-Variante „I0“ (Ist-Zustand)

FGM-Kn	Station	Lage	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₅₀	HQ ₁₀₀	HQ _{100,Klima}
797	1730	Landgebiet	1,24	1,76	2,52	3,16	3,62
801	1089	uh Traisbach	2,11	3,02	4,31	5,40	6,19
805	696	uh Land 803	2,12	3,02	4,31	5,40	6,19
806	466	TS Bleiche	2,11	3,01	4,30	5,39	6,19
812	250	TS Hegenach	2,49	3,57	5,10	6,36	7,30
813	52	Land 811	2,50	3,59	5,12	6,38	7,33

Für die 2D-Berechnungen des Frontalgrabens wurden kleine Abflussänderungen ggf. zusammengefasst betrachtet. Die Hochwasserscheitelwerte stellen gegenüber den Abflusskennwerten der HWGK eine Aktualisierung dar. Die auftretenden Unterschiede sind in einer graphischen Auftragung dokumentiert als Abflusslängsschnitte bei HQ_{100} in der Anlage B.2.2.b.

Zu Vergleichszwecken sind die HWGK für die HW-Ereignisse HQ_{10} , HQ_{50} , HQ_{100} und HQ_{EXTREM} in der Anlage B.2.3 dargestellt. Aus den HWGK gehen bereits nennenswerte Hochwasserprobleme hervor, die durch die noch genauere Modellierungsmethode im Rahmen der vorliegenden FGU noch detaillierter aufgezeigt werden konnte.

Die aktuelle Untersuchung des Bestands weicht aus mehreren Gründen von den HWGK ab:

- Neuermittlung der Abflusswerte
- 2D Berechnungen, dadurch genauere Abbildungen separater Fließwege
- Zusätzliche Untersuchung der zwei Nicht-HWGK-Gewässern Ramsbach und Traisbach
- Neubau von Brücken, Rückbau von Abstürzen zu Blocksteinrampe bzw. Sohlgleite

Im Weiteren wird näher auf die Ergebnisse der Bestandssituation (Ist-Zustand) eingegangen.

Die Flächenausbreitungen für den Frontalgraben des Ist-Zustands sind dargestellt in der Anlage B.2.4 in den Karten 9-11 und 5. Die Wassertiefen bei HQ_{100} sind dargestellt in der Anlage B.2.5 in den Karten 9-11 und 5. Die berechneten Wasserspiegellagen und die Sohlagen wurden als Gewässerlängsschnitte in den Anlagen B.6.d und B.6.e aufgetragen.

Die Ergebnisse werden in Fließrichtung des Frontalgrabens analysiert und erörtert.

Die hydraulische Untersuchung des Frontalgrabens wurde bei Station 1700 m begonnen. Der Oberlauf des untersuchten Frontalgrabens weist bis zur Straßenquerung bei Station 1100 m drei Durchlässe (DN700) auf, die bereits bei HQ_{10} eingestaut sind und zu lokal begrenzten Ausbordungen führen. Bei den größeren Hochwasserereignissen treten im Oberlauf zunehmend größere Ausbordungen auf. Die Ausbordungen der untersuchten HW-Ereignisse führen im Oberlauf bis zur Straßenquerung bei Station 1.100 m zu Betroffenheiten der anliegenden landwirtschaftlich genutzten Flächen. Eine Überflutung der in Fließrichtung linksseitig verlaufenden Straße L571 tritt bei keinem der untersuchten HW-Ereignisse auf.

Bei der Straßenquerung 1100 m mündet das aus nordwestlicher Richtung kommende Gewässer in den Frontalgraben. Ab hier treten größere flächige, rechtsseitige Ausbordungen bereits bei HQ_{10}/HQ_{20} auf. Bis etwa zur Station 900 m liegt noch keine Überflutung der in diesem Bereich direkt parallel verlaufenden, linksseitigen L571 auf.

Jedoch wird weiter unterstrom die L571 schon bei HQ_{10} überströmt. Auch rechtsseitig finden flächige Ausbordungen schon bei HQ_{10} statt, die sich über einen kleinen Graben (Traisbach) in südliche Richtung weiter entwickeln.

Etwa zwischen den Stationen 700 m und 600 m befinden sich rechtsseitig Koppelflächen eines Reiterhofs, die ab HQ_{20} von Überflutungen betroffen sind. Das HQ_{10} kann in diesem Bereich noch schadfrei abgeführt werden. Bei Station 580 m wird der Frontalgraben auf einer Länge von etwa 160 m verdolt (DN 1200) abgeführt. Die Leistungsfähigkeit der Verdolung ist ab HQ_{50} überschritten. Bei Überlastung der Verdolung findet ein oberflächiger Straßenabfluss entlang der L571 statt. Im weiteren Verlauf sind bei Überlastung der Verdolung die Sportanlagen eines rechtsseitig vorhandenen Tennisclubs betroffen.

Beim Verdolungseinlauf (Station 580 m) wurde beim HW-Ereignis vom 01.06.2013 eine HW-Marke erfasst (siehe Längsschnitt in der **Anlage B.2.6e**). Die HW-Marke liegt knapp unter der Verdolungsoberkante. Bei diesen Wasserständen treten ab HQ_{50} deutliche Gewässerausbordungen auf. Die bei dem HW-Ereignis 01.06.2013 aufgetretenen Wasserstände beim Verdolungseinlauf und die beobachtete Überlastung der Verdolung konnten durch die hydraulischen Modellierungen gut abgebildet werden.

Aus den schon oberhalb stattfindenden rechtseitigen Ausbordungen finden auch Gebäudebetroffenheiten der Reitsporthalle und des benachbarten Gebäudes „Bauhof/Restaurant“ ab HQ_{50}/HQ_{100} statt. Unterhalb der Tennissportanlagen finden die Ausbordungen in das Flussbett des Frontalgrabens zurück.

Weitere Ausbordungen ab HQ_{50} treten etwa ab Station 160 m auf. Linksseitig lassen die aus dem DGM vorhandenen Geländebeziehungen vermuten, dass lokal begrenzte Ausbordungen auftreten. Rechtsseitig tritt ab HQ_{50} eine Überströmung der L571 auf. Die Ausbordungen entwickeln sich hier im Nahbereich der Einmündung in den Kämpfelbach in westlicher Richtung aus. Hierdurch ist eine Grenzbetroffenheit des anliegenden IMO Gebäudes ab HQ_{50} zu erwarten. Die rechtsseitigen Ausbordungen strömen letztlich dem Vorfluter Kämpfelbach auf einer längeren Fließstrecke von etwa 400 m wieder zu.

5.5 Traisbach

Grundlage der hydraulischen Berechnungen sind die mit dem FGM ermittelten HQ_T -Werte des Ist-Zustandes. Diese sind nachfolgend für ausgewählte Gewässerstellen des Traisbachs zusammengestellt (FGM-Var. „I0“).

Tabelle 5.5: Im Traisbach auftretende HW-Abflüsse – FGM-Variante „I0“ (Ist-Zustand)

FGM-Kn	Station	Lage	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₅₀	HQ ₁₀₀	HQ _{100,Klima}
810			0,79	1,06	1,44	1,76	1,99

Der Traisbach wurde im Rahmen der HWGK-Erstellung nicht untersucht. Der Traisbach ist jedoch bei Hochwasser des Frontalgrabens mit zu untersuchen, weil die beiden Gewässer bei Hochwasser zusammen wirken (nähere Ausführungen s.u.). Deshalb wurde der Traisbach im Zuge der FGU Königsbach mit in den Rahmen der untersuchten Gewässer aufgenommen.

Im Weiteren wird näher auf die Ergebnisse der Bestandssituation Var. „I0“ (Ist-Zustand) eingegangen.

Die Flächenausbreitungen für den Ramsbach des Ist-Zustands sind dargestellt in der Anlage B.2.4 in der Karten 10 und 11. Die Wassertiefen bei HQ_{100} sind dargestellt in der Anlage B.2.5 in den Karten 10 und 11.

In Kap. 5.4 wurden bereits die rechtsseitigen Ausbordungen des Frontalgrabens im Bereich Reiterhof erörtert. Bei Hochwasser werden Überlastungen des Frontalgrabens teilweise über den Traisbach abgeführt. Der Traisbach führt etwa ab der querenden Verlängerung der Ankerstraße Abflüsse aus dem westlich gelegenen Einzugsgebiet des Hegenachgrabens ab. Die Bemessungsabflüsse sind in der obenstehenden Tabelle aufgeführt.

Der Traisbach fließt etwa parallel zum linksseitig gelegenen Frontalgraben ab. Bei Station 250 m mündet der Traisbach nach einer Unterquerung der L571 (Verdolung) in den Frontalgraben ein. Bei Hochwasser tritt ab der Verlängerung der Ankerstraße im Traisbach eine Kombination aus eigenem Abflussanteil und den abzuführenden Abflüssen aus den Überflutungen des Frontalgrabens auf.

Die Überflutungskarten im Ist-Zustand zeigen, dass bei den untersuchten HW-Ereignissen keine bedeutenden HW-Probleme auftreten. Lediglich bei $HQ_{100,Klima}$ treten auf der anderen Seite des Tennisclubs lokal begrenzte rechtsseitige Ausbordungen auf. Siedlungsflächen sind hiervon nicht betroffen.

5.6 Bestandsanalyse - Zusammenfassung

Die Ausführungen in den Kapiteln 5.1 bis 5.5 zeigen, dass für den Ortsbereich Königsbach der nach LfU/LUBW (2005) anzustrebende HW-Schutz entlang der Gewässer Kämpfelbach, Ramsbach, Frontalgraben und Traisbach nicht erreicht wird. Eine Verbesserung des HW-Schutzes ist entsprechend anzustreben.

Kämpfelbach

Im Bereich des Mündungsbereichs des Bruchbachs und des Kämpfelbachs tritt bereits ab HQ_{10} ein Einstau südlich der L611 auf. Dies ist bei vergangenen Hochwasserereignissen bereits mehrmals aufgetreten. Aus diesem Grund wurden bereits erste HW-Schutzvorkehrungen getroffen (mobiler HW-Schutz am Radwegdurchlass). Jedoch wird beginnend bei HQ_{50} ein Teil der L611 überströmt. Die Überströmung an der Schwachstelle der L611 ist bekannt und wurde in der Vergangenheit bereits beobachtet. Hierdurch treten Betroffenheiten von Gebäuden auf.

Größere Ausbordungen mit deutlicher Betroffenheiten treten bei größeren HW-Ereignissen im Bereich des Wasserschlosses auf. Von hier ausgehend entwickeln sich die Ausbordungen in Richtung des Königsbacher Ortskernbereichs weiter. Unterhalb der Brücke Durlacher Straße verläuft der HW-Abfluss des Kämpfelbachs im Wesentlichen innerhalb seiner Ufer. Es treten keine großflächigen weiteren Ausbordungen des Kämpfelbachs auf. Jedoch strömen die von weiter oberstrom ausgehenden Ausbordungen aus dem Ortskernbereich dem Gewässer Kämpfelbach auf einer Fließstrecke von etwa 500 m uh. Durlacher Str. wieder zu.

Unterhalb der Einmündung des Frontalgraben treten beidseitige Ausbordungen mit leichter Betroffenheit des IMO-Geländes auf. Im weiteren Verlauf treten weitere überwiegend linksseitige Ausbordungen auf, die zu keiner Betroffenheit von Siedlungsgebieten führen.

Ramsbach

Im frei fließenden Abschnitt des Ramsbachs treten Ausbordungen auf die in Fließrichtung rechtsseitig parallel verlaufende Brettener Straße auf. Diese können laut den Berechnungsergebnissen in den oberen Bereichen dem Gewässer wieder zufließen.

Deutlichere Ausbordungen treten im unteren Bereich des frei fließenden Ramsbachs auf. Hier treten Ausbordungen auf die Straße auf, die der Verdolung des Ramsbachs nicht mehr zufließen können. Dies erfolgt bereits ab HQ_{20} . Bei einer Verdolungsüberlastung entwickelt sich der Straßenabfluss weiter in den Ortskernbereich Königsbachs und führt dort zu einer teilweise erheblichen Betroffenheit.

Frontalgraben

Im Oberlauf des untersuchten Abschnitts des Frontalgrabens treten bei Hochwasser Überlastungen des Gewässers und der Durchlässe auf. Hieraus ergeben sich Ausbordungen in landwirtschaftlich genutzte Flächen. Weiter unterstrom wird die L571 schon bei HQ_{10} in Teilbereichen überströmt, auch rechtsseitige Ausbordungen treten auf.

Oberhalb der Verdolung des Frontalgrabens treten flächige Ausbordungen ab HQ_{20} auf. Bei einer Verdolungsüberlastung, ab HQ_{50} , folgt der überstaute Abfluss der Straße L571. Hierdurch entstehen Betroffenheiten des Reiterhofs, des Bauhofs und des Tennisclubs. Die nächste Schwachstelle weiter unterstrom ist nahe des Mündungsbereichs des Frontalgrabens in den Kämpfelbach. Rechtsseitige Ausbordungen führen zu einer Überströmung der L571 und in weiterer Folge zu einer Grenzbetroffenheit des IMO-Geländes.

Traisbach

Der Traisbach führt im oberen Abschnitt Teile des Hochwassers aus dem Frontalgraben mit ab. Ausbordungen des Frontalgrabens werden teilweise über den Traisbach abgeführt. Der Traisbach weist im unteren Abschnitt, ab der Verlängerung der Ankerstraße, keine nennenswerten Ausbordungen bei HW auf. Eine Ausnahme bildet ein lokal begrenzter Ausbordungsbereich bei $HQ_{100, Klima}$. Hiervon sind keine Gebäude betroffen.

Aufgrund der erörterten Gesamtsituation ist eine Verbesserung des HW-Schutzes für den Ortsteil Königsbach daher dringend anzustreben.

6 Abgelaufene HW-Ereignisse

Im Einzugsgebiet des Kämpfelbachs (Ortslage Königsbach) existiert kein Gewässerpegel. Konkrete Aussagen zu den in der Vergangenheit aufgetretenen HW-Abflüssen bzw. der Häufigkeit von HW-Ereignissen sind daher nicht möglich. Aus der jüngsten Vergangenheit sind für den Untersuchungsraum jedoch mehrere HW-Ereignisse bekannt (Dez. 1993, Juni 2013). In der Ortslage Stein sind weiterhin bei lokalen Starkregenereignissen (07.06.2016, 25.06.2016) ebenfalls extreme Schäden aufgetreten. Aus der Vielzahl in den letzten 25 Jahren aufgetretenen Schadensereignisse kann geschlossen werden, dass im Ortsbereich von Königsbach und Stein ein unzureichende HW-Schutz vorliegt. Dies bestätigen auch die in 2017 durchgeführte Flussgebietsuntersuchung (WALD+CORBE, 2017b) des HW-Schutzes der Ortslage Stein am Bruchbach.

Als problematisch erweist sich im Falle der Ortslage Königsbach wie auch in der Ortslage Stein, dass mehrere Gewässer auf die Ortslage zulaufen. Dass eine große Gefährdung der Ortslage vor Hochwasser von mehreren (allen) dieser Gewässer ausgeht zeigen die Erfahrungen bei den abgelaufenen Hochwasser.

Viele dieser Gewässer weisen relativ kleine Einzugsgebiete auf. Dadurch führen Kurzzeitergebnisse (lokale Sommergewitter) zu den höchsten Abflüssen. Solche Sommergewitter besitzen dabei extrem kurze Anstiegszeiten, so dass Vorwarnungen kaum möglich sind.

Die Auswertung abgelaufener Hochwasserereignisse ist im Hinblick auf das Erkennen von kritischen Gewässern und Gewässerabschnitten (Schwachstellen) von großer Bedeutung. Auch Besonderheiten wie starke Verlegungsgefährdungen von Einläufen und Durchlässen, Umläufigkeiten von Becken etc. lassen sich aus abgelaufenen Ereignissen ableiten. Sie sind damit eine wichtige Quelle bei der Ausarbeitung von HW-Schutzmaßnahmen. Außerdem können die Informationen zu abgelaufenen HW-Ereignissen wie HW-Marken zur Feinabstimmung der eingesetzten Modelle (k_{st} -Werte im Hydraulikmodell) eingesetzt werden.

Von der Gemeinde standen umfangreiche HW-Dokumentationen zu abgelaufenen HW-Ereignissen zur Verfügung. Ergänzt wurden diese um bei Ortsbegehungen erhobene Daten. Dies gilt insbesondere für das im Jahr 2013 aufgetretene HW-Ereignis. Angestrebt wird im Hinblick auf die im Untersuchungsraum in der jüngsten Vergangenheit aufgetretenen Ereignisse und die durch die Folgen der Klimaänderung noch zu erwartende Häufung an solchen Extremereignissen HW-Schutzmaßnahmen auf einen möglichst hohen Schutzgrad (z.B. 100a,Klima) auszulegen.

6.1 Hochwasserereignis vom 21.12.1993

Anlass der ersten Flussgebietsuntersuchung (WALD+CORBE, 1995) war ein im Dezember 1993 im Pfinztal aufgetretenes großräumiges HW-Ereignis. Dabei traten in zahlreichen Einzugsgebieten Baden-Württembergs Überflutungen auf. Das Ereignis konnte am Pegel Pfinz/Berghausen (HQ = 76,5 m³/s) als ein ca. 20– bis 50-jährliches HW-Ereignis eingestuft werden. Weitere Angaben zu dem Ereignis können WALD+CORBE (1995) entnommen werden.

6.2 HW-Ereignis vom 01.06.2013

Das HW-Ereignis vom 01.06.2013 kann in der Region als ein außergewöhnliches HW-Ereignis eingestuft werden. Das Niederschlagsereignis vom 01.06.2013 traf auf intensiv vorgesättigte Böden. Die in den Vortagen gefallen intensiven Niederschläge führten zu einer hohen Abflussbereitschaft der Böden.

Im Einzugsgebiet der Pfinz waren Schäden u.a. in den Ortslagen Königsbach-Stein, Keltern (Dietlingen, Ellmendingen), Remchingen (Nöttingen, Wilferdingen, Singen), Pfinztal (Söllingen, Berghausen) zu verzeichnen. Ausuferungen auf der Gemarkung von Königsbach-Stein sind aus den vorliegenden HW-Dokumentationen vorwiegend dem Kämpfelbach zuzuordnen. Des Weiteren liegen Foto-Dokumentationen entlang der Landesstraße L571 (Ausuferung Frontalgraben) vor. Eine Einordnung des HW-Ereignisses in Königsbach-Stein kann jedoch auf Grund fehlender gemessener Abflusswerte nicht durchgeführt werden.

In der Pfinz (Bereich Remchingen) kann das Ereignis als ein ca. 100-jährliches HW eingestuft werden (WALD+CORBE, 2014a). Nach dem Zusammenfluss von Pfinz und Kämpfelbach nimmt die Jährlichkeit in Richtung Berghausen ab. Am Pegel Pfinz/Berghausen (HQ = 92 m³/s) kann das Ereignis aber noch immer als ein ca. 50- bis 100-jährliches HW eingestuft werden.

Beim HW-Ereignis vom 01.06.2013 hat es sich um ein außergewöhnlich großräumiges Starkregenereignis gehandelt (LUBW, 2013). Allerdings waren die auf stark vorgesättigte Böden treffenden Niederschlagsmengen lokal sehr verschieden, so dass die Jährlichkeit der aufgetretenen HW-Abflüsse räumlich entsprechend stark variiert. Auswertungen des Ereignisses liegen auch für Nachbarregionen der Pfinz vor. Am Saalbach kann das Ereignis im Bereich von Bretten als ein über 100-jährliches HW und in Gondelsheim noch immer als ca. 100-jährliches HW eingestuft werden. Auch in Illingen an der Schmie, in Mönshheim und Wimsheim am Grenzbach/Kreuzbach, in Ötisheim am Erlenbach, in Schützingen an der Metter traten extrem hohe HW-Abflüsse auf. Diese bestätigen die im Bereich von Keltern abgeschätzten HW-Abflüsse und Jährlichkeiten.



Abbildung 6.1: Walter-Rathenau-Straße, HW-Ereignis 01.06.2013 (Quelle Gemeinde Königsbach-Stein)

6.3 Weitere (frühere) Hochwasserereignisse

Neben dem HW vom Dezember 1993 kam es in der Vergangenheit zu weiteren Schadensereignissen (WALD + CORBE, 1995). So führte ein Hochwasser im Jahr 1997 mit $HQ = 88 \text{ m}^3/\text{s}$ am Pegel Pfinz/Berghausen erneut zu hohen Abflüssen in der Region.

Dass, die am 01.06.2013 aufgetretenen HW-Abflüsse wieder auftreten können zeigt ein im Mai des Jahres 1931 aufgetretenes Ereignis. Dem am Pegel Pfinz/Berghausen am 01.06.2013 gemessenen HW-Abflüssen von $HQ = 92 \text{ m}^3/\text{s}$ stehen am Mai 1931 gemessene HW-Abflüsse von ca. $HQ = 105 \text{ m}^3/\text{s}$ gegenüber.

Interessant ist auch eine am Rathaus von Stein angebrachte HW-Marke, die von einer außergewöhnlichen Naturkatastrophe am Bruchbach zeugt (sich folgende Abbildung 6.2).



Abbildung 6.2: HW-Marke in Stein (Rathaus)

6.4 HW-Ereignisse vom 07.06.2016

Bei zwei Starkregenereignissen traten in der Gemeinde Königsbach-Stein am 07.06.2016 und 25.06.2016 lokal auf die Ortslage Stein begrenzt massive innerörtliche Überflutungen auf. Das HW-Ereignis vom 07.06.2016 hat in Stein zu bereichsweisen verheerenden Überflutungen geführt. Besonders stark betroffen waren beim Ereignis vom 07.06.2016 hierbei Ortsbereiche im Unterstrom des HRB-Kuchental und des Fallfeldgrabens (Alte und Neue Brettener Straße). Die hierdurch hervorgerufenen Überflutungen zogen sich durch die gesamte Bebauung der Ortslage Stein über den Marktplatz und die Bachgasse bis zum Vorfluter Bruchbach hin. Auch Bereiche südlich der L611 (Sägmühlweg, Neuwiesenstraße) wurden hierbei in Mitleidenschaft gezogen.

Eine detaillierte Beschreibung und Einordnung des HW-Ereignisses vom 07.06.2016 kann der vorausgehenden Flussgebietsuntersuchung des Bruchbachs in der Ortslage Stein (WALD+CORBE, 2017b) entnommen werden.



Abbildung 6.3: HW-Ereignis 07.06.2016, Abfluss über Neue Brettener Straße (Quelle Anwohner)

6.5 HW-Ereignisse vom 25.06.2016

Bei dem zweiten, sehr lokalen HW-Ereignis vom 25.06.2016 kam es zu Überflutungen im Bereich des Königsbacher Berges und der unterstromig liegenden Falken- und Bussardwege.

Für die beiden HW-Ereignisse wurden von der Gemeinde Königsbach-Stein HW-Dokumentationen zur Verfügung gestellt. Ergänzt wurden diese um die, bei Begehungen erhobenen Informationen (Fließwege, Verlegungen, Geschwemmsellinien, Angaben von Anliegern,...).



Abbildung 6.4: HW-Ereignis 25.06.2016, Königsbacher Berg, Abfluss über Straße (Quelle Anwohner)



Abbildung 6.5: HW-Ereignis 25.06.2016, Königsbacher Berg, Abfluss durch Gärten (Quelle Anwohner)

7 HW-Schutzkonzeption – vorgeschlagene Lösung

7.1 Allgemeines

Der Hochwasserschutz lässt sich grundsätzlich durch Rückhaltelösungen und Gewässerausbaumaßnahmen verbessern. Im Rahmen der FGU Königsbach wurden beide Lösungsmöglichkeiten teilweise in Kombination untersucht. Das Ziel war die Herstellung eines innerorts 100-jährlichen HW-Schutzes vor Überflutungen durch das Hauptgewässer Kämpfelbach und die Nebengewässer Ramsbach, Frontalgraben und Traisbach herzustellen. Für diese Gewässer liegen hydraulische Modelle vor, so dass lokale HW-Schutzmaßnahmen entwickelt und getestet werden konnten. Im Rahmen des Möglichen wurde überprüft, inwiefern darüber hinausgehend ein 100-jährlicher HW-Schutz des Lastfalls Klimaänderung realisiert werden kann.

Im Jahr 2017 wurde bereits eine HW-Schutzkonzeption für den Ortsteil Stein entwickelt. Da für die Gemeinde Königsbach-Stein nur ein ganzheitlicher HW-Schutz zielführend ist, wurde für die vorliegende HW-Schutzkonzeption in Königsbach eine Umsetzung der HW-Schutzkonzeption in Stein vorausgesetzt.

7.2 HW-Schutzkonzeption Stein

Im Ortsteil Stein wurde die HW-Schutzkonzeption FGM-Variante „P19“ vorgeschlagen. Die zum Schutz von Stein vorgeschlagene HRB-Lösungsvariante „P19“ basiert auf der Wirkung von insgesamt 5 Hochwasserrückhaltebecken. Das HRB-71 Gennenbach ist dabei der einzige vorgesehene Beckenneubau. Die Becken HRB Kuchental, HRB Lindtal, HRB Pfitztal und HRB Neulinger Grund entsprechen bezüglich der Abgabe und dem Vollstauvolumen dem derzeitigen Ausbauzustand.

Die FGM-Variante „P19“ der FGU Stein wurde der HWS-Konzeption der gegenständlichen FGU Königsbach zugrunde gelegt.

7.3 Wahl des HW-Schutzgrades

Grundsätzlich wurde angestrebt, eine HW-Schutzkonzeption zu entwickeln, die einen Schutz vor 100-jährlichen Hochwasser des LF-Klimaänderung ($HQ_{100,Klima}$) herstellt. In Bereichen, in denen dies ohne einen erheblichen Mehraufwand in Kauf zu nehmen, nicht möglich war, wurde ersatzweise ein 100-jährlicher HW-Schutzgrad (HQ_{100}) vorgeschlagen.

Im Rahmen der späteren Planung oder einer vorgezogenen Machbarkeitsstudie sollte geprüft werden, ob eine Auslegung der HWS-Maßnahmen auf ein 100-jährliches Bemessungshochwasser des Lastfalls Klimaänderung (angestrebter Zielwert) sinnvoll und machbar ist.

7.4 Bemessungswasserstand

Im Rahmen einer Flussgebietsuntersuchung (FGU) werden Lösungskonzepte zur Herstellung eines ausgewählten HW-Schutzgrades (z.B. Schutz einer Ortslage vor 100-jährlichen HW) entwickelt. Die FGU liefert hierzu zunächst Berechnungswasserstände für unterschiedliche Abflussszenarien (Jährlichkeiten T).

Die in der FGU durchgeführten hydrologisch-hydraulischen Berechnungen des favorisierten Plan-Zustandes (HW-Schutzkonzeption) sind im Rahmen der späteren Planung der Einzelmaßnahmen auf der Grundlage ergänzender Informationen nochmals zu überarbeiten. So kann z.B. bei Beckenlösungen der genaue Dammstandort, die Gestaltung und Art der Hochwasserentlastungsanlage, die Dammgeometrie usw. erst im Rahmen der Planung auf der Basis von Neuvermessungen, der Eigentumsverhältnisse, ökologischer Aspekte, geotechnischer Belange usw. festgelegt werden. Auch bei lokalen HW-Schutzmaßnahmen (Aufweitung, Eindeichung, Mauern usw.) sind im Rahmen der späteren Planung hydraulische Neuberechnungen erforderlich. In diese fließen Neuvermessungen (aktueller Zustand, Detailvermessung) und Angaben zur geplanten Ausführung der HW-Schutzmaßnahme ein. Die Festlegung des Bemessungswasserstandes für die Auslegung der HW-Schutzmaßnahme erfolgt erst im Rahmen der Planung. Dabei sollten in den hydrologisch-hydraulischen Berechnungen für die Maßnahmenauslegung möglichst auf der sicheren Seite liegende Randbedingungen (Klimaänderung, Neubebauungen, jahreszeitliche Änderung im Bewuchs: k_{st} -Werte) gewählt werden. Für die geplanten Hochwasserschutzmaßnahmen muss der Bemessungswasserstand über dem Berechnungswasserstand liegen.

7.5 Vorgeschlagene HW-Schutzkonzeption Königsbach (FGM-Var. „P5“)

Die entwickelte HW-Schutzkonzeption für den Ortsteil Königsbach (FGM-Variante „P5“) beinhaltet die folgenden Elemente:

- Hochwasserrückhaltebecken (HRB I, HRB II, HRB III) in Königsbach: Ist-Zustand
- Hochwasserrückhaltebecken in Stein: Ausbau entsprechend FGM-Var. „P19“ (FGU Stein)
- Bebauung Königsbach: Plan-Zustand (Keine Daten zu den NBG Traiser und Laier bekannt, daher nicht berücksichtigt)

Die aus dem FGM gewonnenen Bemessungsabflüsse der Variante „P5“ wurden verwendet, um lokale HW-Schutzmaßnahmen mit dem aufgebauten hydraulischen Modell zu untersuchen. Hierbei wurden lokal HW-Schutzmaßnahmen für die hydraulisch untersuchten Gewässer Kämpfelbach, Ramsbach, Frontalgraben und Traisbach untersucht.

7.6 Lokale HW-Schutzmaßnahmen

Die Herstellung eines ausreichenden HW-Schutzes über Rückhaltemaßnahmen ist in Königsbach nicht möglich. Nachfolgend wird für die einzelnen Teilbereiche (Gewässer) aufgezeigt, welche lokalen HWS-Maßnahmen zur Herstellung eines Schutzes vor 100-jährlichen HW des LF-Klimaänderung bzw. 100-jährlichen HW benötigt werden. Zur Verbesserung der Übersichtlichkeit wurde der Untersuchungsraum getrennt nach den untersuchten Gewässern analysiert.

Die hydraulischen Berechnungen basieren auf der FGM-Variante „P5“. Die lokalen HWS-Maßnahmen wurden in die hydraulischen Modelle eingebaut. Die Berechnungsergebnisse werden nachfolgend für die einzelnen Gewässer vorgestellt. Eine detaillierte Dokumentation der hydraulischen Berechnungsergebnisse (Plan-Zustand) kann der Anlage B entnommen werden.

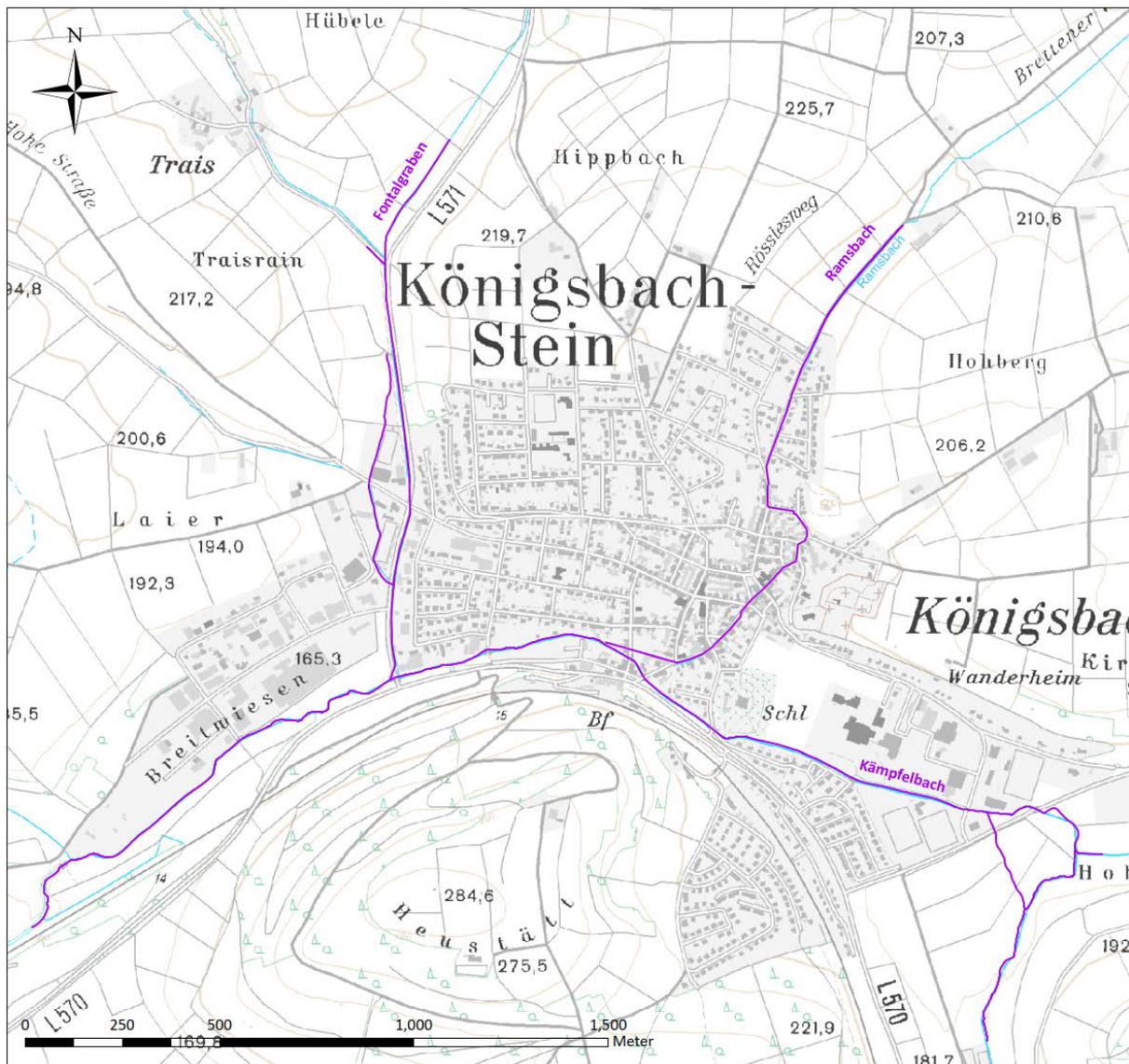


Abbildung 7.1: Hydraulisch untersuchte Gewässer in Königsbach

7.6.1 Lokale HW-Schutzmaßnahmen – Kämpfelbach

Grundlage der hydraulischen Berechnungen sind die mit dem FGM ermittelten HQ_T -Werte des Plan-Zustandes (FGM-Var. „P5“). Diese sind nachfolgend für ausgewählte Gewässerstellen des Kämpfelbachs zusammengestellt.

Tabelle 7.1: Im Kämpfelbach auftretende HW-Abflüsse – FGM-Variante „P5“ (Plan-Zustand)

FGM-Kn	Station	Lage	HQ_{10}	HQ_{20}	HQ_{50}	HQ_{100}	$HQ_{100,Klima}$
719	4865	uh. Bruchbach	13,55	14,41	15,60	17,28	18,25
728	4700	uh. Plötzer	11,28	11,97	16,11	19,14	20,92
729	4630	uh. Überl. Heidelst- erb.	11,27	11,98	16,24	19,24	21,05
731	4629	uh RÜB9	12,71	13,76	17,58	20,95	23,03
732	4569	TS PL2	12,72	13,77	17,58	20,96	23,04
733	4493	TS-5	12,74	13,80	17,59	20,97	23,05
735	4422	TS Edeka	12,79	13,88	17,62	21,02	23,10
736	4290	TS-4	12,79	13,89	17,63	21,02	23,11
740	4208	TS-3	12,81	13,92	17,64	21,04	23,13
744	4138	TS-2	12,82	13,93	17,65	21,05	23,14
748	4055	RÜB-17	12,86	14,02	17,66	21,08	23,18
752	4048	TS-1	12,88	14,07	17,68	21,11	23,21
781	3615	uh. Ramsbach1	12,88	14,07	17,68	21,11	23,21
782	3603	TS Parkplatz	12,88	14,08	17,69	21,11	23,21
783	3595	uh Ret12	12,48	13,35	17,47	19,97	22,37
785	3578	RÜ-4	12,48	13,35	17,47	19,97	22,37
786	3444	uh. Ramsbach2	13,00	13,98	18,31	21,46	24,11
787	3206	TS Durlacher Str.	13,00	13,98	18,32	21,46	24,12
790	2946	Landgebiet	13,13	14,16	18,58	21,78	24,48
792	2929	uh. Ret13	13,12	14,14	18,58	21,77	24,48
795	2914	RÜ-7	13,12	14,14	18,58	21,77	24,48
815	2871	uh. Frontalgraben	15,18	16,86	22,71	26,84	30,31
816	2412	TS Breitwiese 1	15,18	16,86	22,73	26,86	30,33
818	2222	TS Breitwiese 2	15,18	16,86	22,74	26,87	30,34
819	1900	Landgebiet	15,30	17,01	23,00	27,18	30,70
832	1805	uh. KLA	16,32	18,22	24,04	28,49	32,19

Die Werte des Plan-Zustands unterscheiden sich vom Ist-Zustand (s. Tabelle 5.2) durch eine Berücksichtigung der HW-Schutzkonzeption in Stein (Variante „P19“) sowie einer Berücksichtigung der zukünftigen Bebauung (Siedlungsentwicklung). Die Abflusswerte des Plan-Zustands (FGM-Variante „P5“) am Kämpfelbach sind tendenziell etwas niedriger als die entsprechenden Werte des Ist-Zustands. Für die Erarbeitung der HW-Schutzkonzeption am Kämpfelbach ist somit von einer ähnlichen Belastung des Gewässers wie im Ist-Zustand auszugehen.

In der nachfolgenden Tabelle ist die vorgeschlagene HW-Schutzkonzeption entlang des Kämpfelbachs zusammengefasst.

Tabelle 7.2: Vorgeschlagene lokale HWS-Maßnahmen (T = 100a, LF Klima) im Kämpfelbach

Maßnahme		
Maßn.-ID	Gewässer	Beschreibung
Kaempfb_01	Kämpfelbach	Objektschutz Getränkehandel. Länge Gebäuderückseite + Seiten = 75 m, Länge Flurstück = 200 m, WT100 < 40 cm
Kaempfb_02	Kämpfelbach	Mauer bei Wasserschloss. Länge = 95 m, WT100 < 30 cm
Kaempfb_03	Kämpfelbach	Verwallung bei Wasserschloss, Länge = 160 m, WT100 < 50 cm
Kaempfb_05	Kämpfelbach	Verwallung/Mauer. Länge = 200 m, WT100 < 30 cm (überwiegend), unterer Abschnitt WT100 ca. 100 cm. Exakte Linienführung erst nach Abstimmung mit Grundstückseigentümern
Kaempfb_06	Kämpfelbach	Objektschutz
Kaempfb_07	Kämpfelbach	Objektschutz IMO, Mauer/Verwallung. Länge = 130 m, WT100 < 20 cm
Kaempfb_07a	Kämpfelbach	Optional er Objektschutz IMO, Mauer/Verwallung. Länge = 130 m, WT100 < 20 cm
Kaempfb_08	Kämpfelbach	DGM-Höhen unsicher, Geländehöhen prüfen, ggf. Mauer/Verwallung

HWS-Maßnahme Kaempf_01

Der unterhalb der L611 gelegene Getränkehandel kann durch eine Objektschutzmaßnahme vor zukünftigen HW-Ereignissen geschützt werden (s. Abbildung 7.2). Die Einzelmaßnahme in diesem Bereich reicht aus, um bei einer Überflutung der L611 im HW-Fall die Bebauung zu schützen. Weitere Bebauungen liegen zwischen der L611 und dem Kämpfelbach nicht vor.



Abbildung 7.2: Lageplan Kaempf_01 (Objektschutz Getränkehandel)

HWS-Maßnahmen Kaempf_02 und Kaempf_03

Im weiteren Verlauf treten rechtsseitige Ausbordungen im Bereich des Wasserschlosses auf, die bis in den Ortskernbereich Königsbach hineinreichen. Durch die Errichtung einer rechtsseitigen gewässerbegleitenden Mauer (Kaempf_02) mit einer Länge von 95 m (Erhöhung der bestehenden Ufermauer) und einer quer zum Gewässer verlaufenden Verwallung (Kaempf_03) mit einer Länge von 160 m (siehe untenstehende Abbildung) kann das Hochwasser vor einer weiteren, kritischen Flächenausbreitung zurückgehalten werden. Der oberhalb gelegene rechtsseitige Retentionsraum wird hierbei weitgehend erhalten.



Abbildung 7.3: Lageplan Kaempf_02 (Mauer bei Wasserschloss) und Kaempf_03 (Verwallung bei Wasserschloss)

HWS-Maßnahmen Kaempf_05 und Kaempf_06

Weiter unterstrom, zwischen den Brücken Pforzheimer Straße und Durlacher Straße, muss eine weitere rechtsseitige gewässerbegleitende Hochwasserschutzeinrichtung (Mauer oder Verwallung) mit einer Länge von 200 m vorgesehen werden, um Ausbordungen aus dem Kämpfelbach in die angrenzende Bebauung zu verhindern (siehe Abbildung 7.4, Kaempf_05). Ein direkt am Gewässer gelegenes Gebäude muss hierbei ggf. noch gesondert betrachtet werden (Objektschutz, mobiler HW-Schutz).

Die Realisierung dieser Maßnahme muss zeitgleich mit der Umsetzung des Hochwasserschutzes am Ramsbach erfolgen (s. Kapitel 7.6.2), um eine Hinterwasserproblematik (Hinterströmung einer Schutzeinrichtung bei Überlastung durch ein Nebengewässer) ausschließen zu können.

Zwischen den Brücken Durlacher Straße und Walter-Rathenau-Straße befinden sich links- und rechtseitig zwei Gebäude, die im Hochwasserfall peripher betroffen sein können. Aus abgelaufenen HW-Ereignissen sind hier bereits Probleme beobachtet worden. In diesem Bereich werden Objektschutzmaßnahmen empfohlen (s. Kaempf_06).



Abbildung 7.4: Lageplan Kaempf_05 (Verwallung/Mauer) und Kaempf_06 (Objektschutz)

HWS-Maßnahme Kaempf_07

Nach längerer Fließstrecke, auf der keine Hochwasserprobleme auftreten, befindet sich die nächste kritische Stelle unterhalb der Einmündung des Frontalgrabens in den Kämpfelbach, s. Abbildung 7.5. Die hier dargestellten Hochwasserprobleme treten am Kämpfelbach auf, resultieren jedoch aus einer Überlastung des Frontalgrabens, der im Hochwasserfall im Mündungsbereich rechtsseitig breitflächig ausbortet.

Das in diesem Bereich gelegene IMO-Gebäude wird hierbei mit kleinen Überflutungstiefen an der östlichen Gebäudeecke berührt. Zum Schutz des Gebäudes wird eine Objektschutzmaßnahme im Bereich der östlichen Gebäudeecke in Form einer kleinen Mauer oder Verwallung empfohlen. Im weiteren Verlauf des Gebäudes tritt bei der Verschneidung der berechneten Wasserspiegellagen mit dem Digitalen Geländemodell des Landes Baden-Württemberg gerade keine Gebäudebetroffenheit auf. Dennoch sollten in diesem Bereich die Geländehöhen geprüft und ggf. die Mauer oder Verwallung entsprechend verlängert werden (Kaempf_07a)

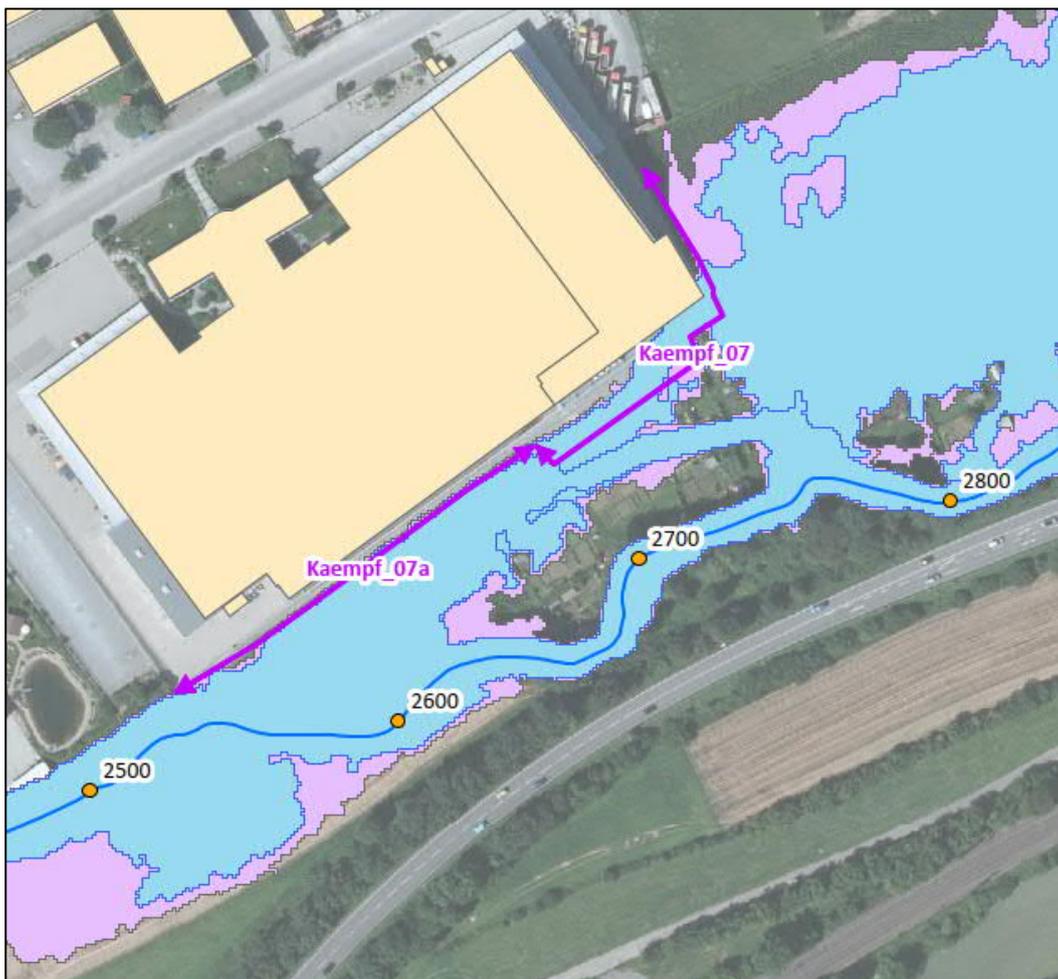


Abbildung 7.5: Lageplan Kaempf_07 (Objektschutz IMO) und Kaempf_07a (optionaler Objektschutz IMO)

HWS-Maßnahme Kaempf_08

Im Zuge der Gewerbegebietserweiterung wurde das rechtsseitige Gelände angehoben (s. auch Kapitel 5.2). Aus den Planunterlagen (Kanaldeckelhöhen) wurde im Zuge der Erstellung von Hochwassergefahrenkarten eine Anpassung des Digitalen Geländemodells vorgenommen. Der genaue Höhenverlauf im unteren Bereich und die Anbindung an die damals schon bestehenden Geländehöhen sind unsicher, so dass die dort dargestellten Überflutungsflächen (Kaempf_08) ebenfalls mit gewissen Unsicherheiten behaftet sind.

Bei einer zukünftig stattfindenden Fortschreibung der HWGK auf der Grundlage einer Neubefliegung können sich hier gegebenenfalls noch gewisse Änderungen ergeben. Der dargestellte Bereich ist derzeit nicht bebaut, so dass etwaige Unschärfen hier keine Auswirkungen auf die vorgeschlagene Hochwasserschutzkonzeption haben.

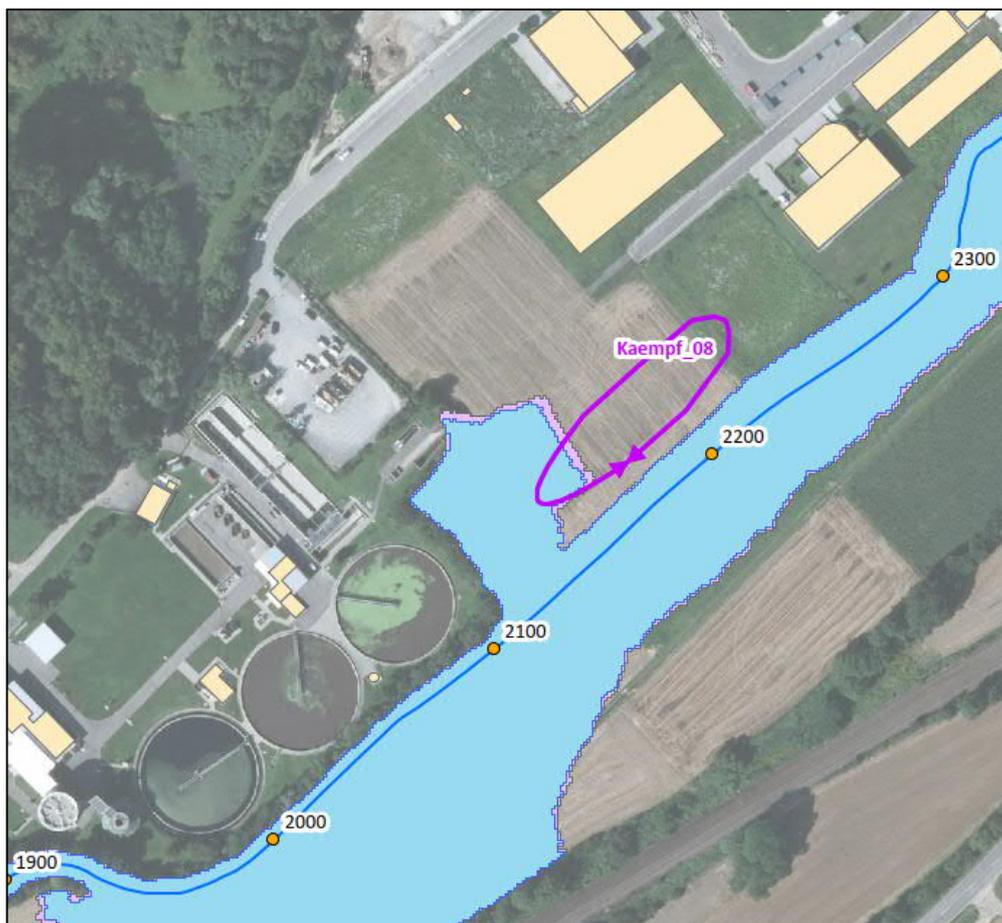


Abbildung 7.6: Lageplan Kaempf_08 (DGM-Höhen unsicher)

7.6.2 Lokale HW-Schutzmaßnahmen – Ramsbach

Grundlage der hydraulischen Berechnungen sind die mit dem FGM ermittelten HQ_T -Werte des Plan-Zustandes (FGM-Var. „P5“). Diese sind nachfolgend für ausgewählte Gewässerstellen des Ramsbachs zusammengestellt.

Tabelle 7.3: Im Ramsbach auftretende HW-Abflüsse – FGM-Variante „P5“ (Plan-Zustand)

FGM-Kn	Station	Lage	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₅₀	HQ ₁₀₀	HQ _{100,Klima}
763	1657	Land und HRB	0,25	0,38	0,69	0,87	1,08
767	1260	Landgebiet	0,51	0,64	0,93	1,16	1,43

Die Werte des Plan-Zustands unterscheiden sich vom Ist-Zustand (s. Tabelle 5.3) nicht. Eine weitere Bebauung ist in diesem Bereich nicht vorgesehen. Die Abflusswerte des Plan-Zustands (FGM-Variante „P5“) am Ramsbach sind somit mit dem entsprechenden Werte des Ist-Zustands identisch. Für die Erarbeitung der HW-Schutzkonzeption am Ramsbach ist somit von der gleichen Belastung des Gewässers wie im Ist-Zustand auszugehen.

In der nachfolgenden Tabelle ist die vorgeschlagene HW-Schutzkonzeption entlang des Ramsbachs zusammengefasst.

Tabelle 7.4: Vorgeschlagene lokale HWS-Maßnahmen (T = 100a) im Ramsbach

Maßnahme		
Maßn.-ID	Gewässer	Beschreibung
Rams_01	Ramsbach	Leichte Gewässeraufweitung ca. 50 cm. Länge = 75 m, Neubau von 3 Grundstücksüberfahrten
Rams_02	Ramsbach	Umbau Straße, Herstellung Straßenquerneigung, Länge = 60 m
Rams_03	Ramsbach	Teilaustausch Verdolung, 3 Haltungen. Länge = 150 m (Haltung 1: DN600 → DN1000, ca. 50m) + (Haltung 2+3: DN600 → DN700, ca. 100m)

Am Ramsbach treten oberhalb des Einlaufs der 1.250 m langen Verdolung Ausbordungen auf, die sich im weiteren Verlauf als Straßenabfluss in den Ortskernbereich weiter entwickeln. Die Gründe liegen in einer unzureichend dimensionierten Verdolung im oberen Bereich, sowie einer beschränkten Leistungsfähigkeit im daran oberhalb anschließenden frei fließenden Abschnitt des Ramsbachs.

HWS-Maßnahmen Rams_01, Rams_02 und Rams_03

Deshalb wird eine Hochwasserschutzkonzeption vorgeschlagen, die einen Teilaustausch der Ramsbachverdolung auf einer Länge von 150 m in den ersten drei Haltungen vorsieht, siehe Abbildung 7.7, Rams_03. Im frei fließenden Abschnitt muss auf einer Länge von 75 m das Gewässer leicht aufgeweitet werden und die auf dieser Strecke befindlichen drei Grundstücksüberfahrten neu gebaut werden (Rams_01). In diesem Zuge soll zusätzlich die Brettener Straße auf einer Länge von 60 m umgebaut und mit einer zum Gewässer weisenden Straßenquerneigung versehen werden, so dass etwaige Ausbordungen auf die Straße vor dem Beginn des verdolten Abschnitts dem Gewässer wieder zufließen können.

Mit der vorgeschlagenen HW-Schutzkonzeption am Ramsbach kann mit noch überschaubarem Eingriff in die bestehende Verdolung ein Hochwasserschutz erzielt werden. Im Bereich des Verdolungseinlaufes wird ein Hochwasserschutz vor einem 100-jährlichen Ereignis, LF Klimaänderung, erzielt.

In der gesamten Verdolung kann HQ_{100} schadfrei abgeführt werden. Bei $HQ_{100, \text{Klima}}$ findet jedoch an den vier Schächten 21304, 21303, 21302 und 21128 ein Überstau statt. Die Überlastungswassermenge würde bei diesem Ereignis an diesen Schächten austreten und oberirdisch abfließen (s. Anlage B.2.7)



Abbildung 7.7: Lageplan Rams_01 (Leichte Gewässeraufweitung), Rams_02 (Umbau Straße) und Rams_03 (Teilaustausch Verdolung)

7.6.3 Lokale HW-Schutzmaßnahmen – Frontalgraben

Grundlage der hydraulischen Berechnungen sind die mit dem FGM ermittelten HQ_T-Werte des Plan-Zustandes (FGM-Var. „P5“). Diese sind nachfolgend für ausgewählte Gewässerstellen des Frontalgrabens zusammengestellt.

Tabelle 7.5: Im Frontalgraben auftretende HW-Abflüsse – FGM-Variante „P5“ (Plan-Zustand)

FGM-Kn	Station	Lage	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₅₀	HQ ₁₀₀	HQ _{100,Klima}
797	1730	Landgebiet	1,24	1,76	2,52	3,16	3,62
801	1089	uh Traisbach	2,11	3,02	4,31	5,40	6,19
805	696	uh Land 803	2,12	3,02	4,31	5,40	6,19
806	466	TS Bleiche	2,11	3,02	4,30	5,39	6,19
812	250	TS Hegenach	2,49	3,57	5,10	6,36	7,30
813	52	Land 811	2,50	3,59	5,12	6,38	7,33

Die Werte des Plan-Zustands unterscheiden sich vom Ist-Zustand (s. Tabelle 5.4) nicht. Eine weitere Bebauung ist in diesem Bereich nicht vorgesehen. Die Abflusswerte des Plan-Zustands (FGM-Variante „P5“) am Frontalgraben sind somit mit den entsprechenden Werten des Ist-Zustands identisch. Für die Erarbeitung der HW-Schutzkonzeption am Frontalgraben ist somit von der gleichen Belastung des Gewässers wie im Ist-Zustand auszugehen.

In der nachfolgenden Tabelle ist die vorgeschlagene HW-Schutzkonzeption entlang des Frontalgrabens zusammengefasst.

Tabelle 7.6: Vorgeschlagene lokale HWS-Maßnahmen (T = 100a) im Frontalgraben

Maßnahme		
Maßn-ID	Gewässer	Beschreibung
Fron_01	Frontalgraben	Gewässeraufweitung ca. 1,50 m, Verschwenkung Radweg. Länge = 230 m, Entfernung von 2 Überfahrten
Fron_02	Frontalgraben	Verwallung/Querdamm. Länge = 50 m, WT100 < 40 cm
Fron_03	Frontalgraben	Gewässeraufweitung ca. 1,50 m, Verschwenkung Radweg. Länge = 130 m. Neubau Brücke (Station 670 m), Spannweite ca. 6,2 m
Fron_04	Frontalgraben	Austausch Verdolung, Länge: 160 m, (DN1200 → R2000/1200)
Fron_05	Frontalgraben	Verwallung (Gelände prüfen)
Fron_06	Frontalgraben	Objektschutz Trafostation, Schaltschrank höher legen

HWS-Maßnahmen Fron_01 und Fron_02

Derzeit treten oberhalb der oberen Verdolung des Frontalgrabens bei Hochwasser Ausbordungen auf, die zu einer Überlastung im Verdolungsbereich führen und eine Betroffenheit von den anliegenden Gebäuden verursachen. Im Sinne eines kontrollierten Hochwasserabflusses wird empfohlen, das Gewässer bereits oberhalb des Verdolungseinlaufes auf einer Länge von 230 m aufzuweiten (s. Abbildung 7.8, Fron_01). In diesem Zuge muss der rechtsseitige gewässerparallele Radweg verschwenkt und zwei auf diesem Abschnitt befindliche Überfahrten entfernt werden.

Die rechtsseitigen Ausbordungen sollen durch einen Querdamm/Verwallung mit einer kleinen Durchlassöffnung oberhalb des Reiterhofs in den Frontalgraben zurückgeleitet werden (Fron_02). Im Anschluss an die obere Gewässeraufweitung soll das Gewässer auf einer weiteren Länge von 130 m bis zum Verdolungseinlauf aufgeweitet werden. Die bei der Station 670 m befindliche Brücke muss mit einer Spannweite von ca. 6,2 m neu errichtet werden.

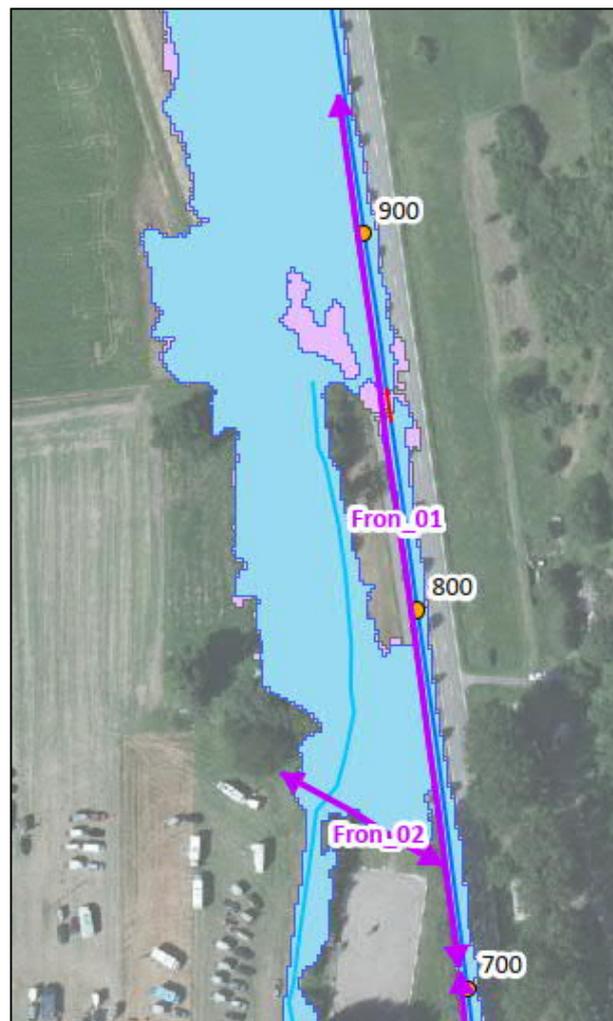


Abbildung 7.8: Lageplan Fron_01 (Gewässeraufweitung) und Fron_02 (Verwallung/Querdamm)

HWS-Maßnahme Fron_03

Die Verdolung soll auf ihrer gesamten Länge von 160 m aufdimensioniert werden (s. Abbildung 7.9, Fron_03).

Durch die Maßnahmen Fron_01 bis Fron_03 wird erreicht, dass die derzeit stattfindenden rechtsseitigen Ausbordungen kontrolliert und somit schadfrei abgeführt werden sowie die linksseitigen Ausbordungen auf die Straße L571 unterbunden werden.

Die Maßnahmen führen zu einem schadfreien Abführen von Hochwasser bis HQ₁₀₀. Bei HQ_{100,Klima} tritt weiterhin eine Überlastung der Verdolung auf, die jedoch zu keinen größeren Schäden mehr führt. Der Reiterhof und der Bauhof der Gemeinde bleiben geschützt.

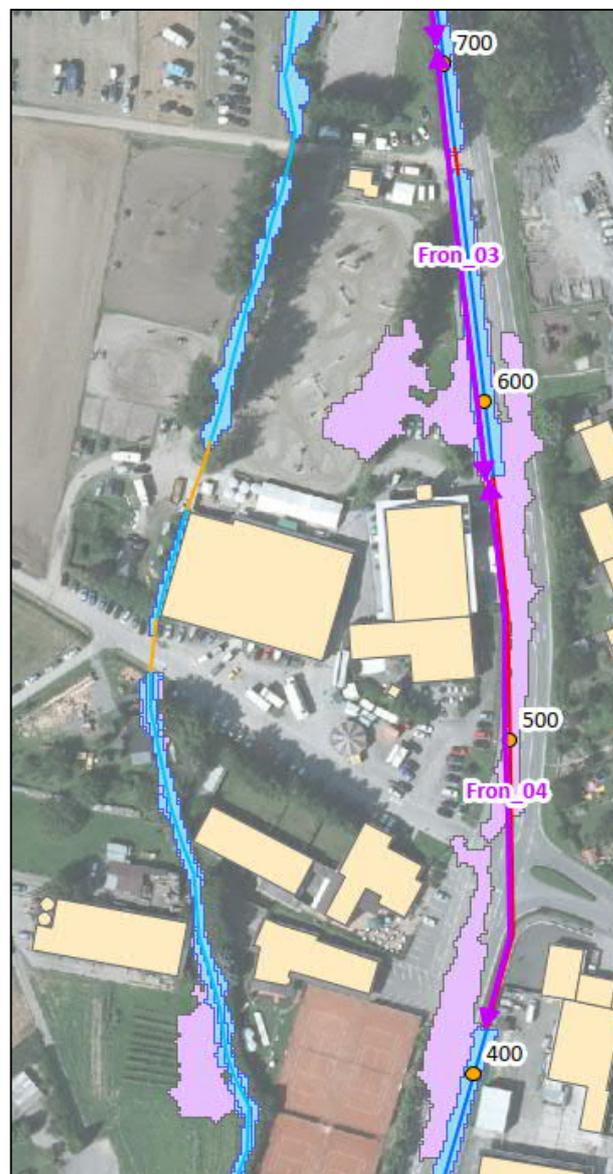


Abbildung 7.9: Lageplan Fron_03 (Gewässeraufweitung) und Fron_04 (Teilaustausch Verdolung)

HWS-Maßnahmen Fron_05 und Fron_06

Zwei kleinere Maßnahmen befinden sich im Bereich der unteren Verdolung des Frontalgrabens. Lokal begrenzt werden bei der Verschneidung mit dem Digitalen Geländemodell des Landes Baden-Württemberg auf der linken Seite in Fließrichtung Ausbordungen statt (Fron_05) ausgewiesen. Aus der Ortsbegehung ist hier jedoch augenscheinlich ein hochliegender Bereich hervorgegangen. Die Geländehöhen hier sollten überprüft werden. Ggf. sollte eine gewässerbegleitende Verwallung vorgesehen werden.

Direkt am Verdolungseinlauf befindet sich ein Schaltschrank (Fron_06), der im unmittelbaren Nahbereich zur Hochwasserausbreitungsfläche aus Sicherheitsgründen höher gelegt werden sollte.

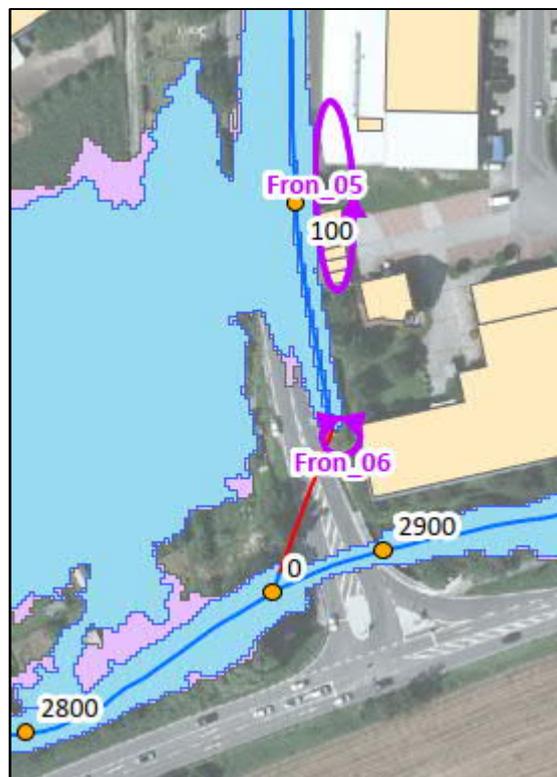


Abbildung 7.10: Lageplan Fron_05 (Verwallung, Gelände prüfen) und Fron_06 (Objektschutz Trafostation)

7.6.4 Lokale HW-Schutzmaßnahmen – Traisbach

Grundlage der hydraulischen Berechnungen sind die mit dem FGM ermittelten HQ_T -Werte des Plan-Zustandes (FGM-Var. „P5“). Diese sind nachfolgend für ausgewählte Gewässerstellen des Traisbachs zusammengestellt.

Tabelle 7.7: Im Traisbach auftretende HW-Abflüsse – FGM-Variante „P5“ (Plan-Zustand)

FGM-Kn	Station	Lage	HQ_{10}	HQ_{20}	HQ_{50}	HQ_{100}	$HQ_{100,Klima}$
810			0,77	1,04	1,41	1,71	1,93

Auch die Abflusswerte am Traisbach unterscheiden sich nicht zwischen Plan-Zustand und Ist-Zustand. Für die Erarbeitung der HW-Schutzkonzeption am Traisbach ist somit von der gleichen Belastung des Gewässers wie im Ist-Zustand auszugehen.

Die Ergebnisse zeigen, dass am Traisbach keine kritischen Ausbordungen auftreten. Lediglich bei $HQ_{100,Klima}$ tritt eine lokal begrenzte rechtsseitige Ausbordung auf, die zu keiner Betroffenheit von Gebäuden führt.

Aus diesem Grund werden am Traisbach im Rahmen der HW-Schutzkonzeption keine HW-Schutzmaßnahmen vorgeschlagen.

7.7 Vorgeschlagene HW-Schutzkonzeption Königsbach - Zusammenfassung

Unter der Voraussetzung einer Umsetzung der für Stein vorgeschlagenen HW-Schutzmaßnahmen (Variante „P19“) kann durch begleitende, lokale Maßnahmen an den Gewässern in Königsbach ein 100-jährlicher HW-Schutz des Lastfalls Klimaänderung ($HQ_{100,Klima}$) am Kämpfelbach bzw. ein 100-jährlicher HW-Schutz (HQ_{100}) an den Nebengewässern Ramsbach und Frontalgraben erzielt werden.

Hierfür müssen im Wesentlichen

- Maßnahmen am Gewässer (Gewässeraufweitungen),
- gewässerbegleitende Maßnahmen (Verwallungen, Mauern)
- Objektschutzmaßnahmen bzw.
- der Austausch von Verdolungen

durchgeführt werden.

Generell sollte im Rahmen der Umsetzung (Planung) der vorgeschlagenen HWS-Maßnahmen geprüft werden, ob über die vorgeschlagene HW-Schutzkonzeption hinausgehend eine Auslegung der Maßnahmen auf einen 100-jährlichen Schutzgrad des Lastfalls Klimaänderung technisch machbar und wirtschaftlich sinnvoll ist.

Nachfolgend sind alle vorgeschlagenen Maßnahmen nochmals tabellarisch zusammengestellt.

Tabelle 7.8: Vorgeschlagene lokale HWS-Maßnahmen in Königsbach

Maßnahme		
Maßn-ID	Gewässer	Beschreibung
Kaempf_01	Kämpfelbach	Objektschutz Getränkehandel. Länge Gebäuderückseite + Seiten = 75 m, Länge Flurstück = 200 m, WT100 < 40 cm
Kaempf_02	Kämpfelbach	Mauer bei Wasserschloss. Länge = 95 m, WT100 < 30 cm
Kaempf_03	Kämpfelbach	Verwallung bei Wasserschloss, Länge = 160 m, WT100 < 50 cm
Kaempf_05	Kämpfelbach	Verwallung/Mauer. Länge = 200 m, WT100 < 30 cm (überwiegend), unterer Abschnitt WT100 ca. 100 cm. Exakte Linienführung erst nach Abstimmung mit Grundstückseigentümern
Kaempf_06	Kämpfelbach	Objektschutz
Kaempf_07	Kämpfelbach	Objektschutz IMO, Mauer/Verwallung. Länge = 130 m, WT100 < 20 cm
Kaempf_07a	Kämpfelbach	Optional er Objektschutz IMO, Mauer/Verwallung. Länge = 130 m, WT100 < 20 cm
Kaempf_08	Kämpfelbach	DGM-Höhen unsicher, Geländehöhen prüfen, ggf. Mauer/Verwallung
Rams_01	Ramsbach	Leichte Gewässeraufweitung ca. 50 cm. Länge = 75 m, Neubau von 3 Grundstücksüberfahrten
Rams_02	Ramsbach	Umbau Straße, Herstellung Straßenquerneigung, Länge = 60 m
Rams_03	Ramsbach	Teilaustausch Verdolung, 3 Haltungen. Länge = 150 m (Haltung 1: DN600 → DN1000, ca. 50m) + (Haltung 2+3: DN600 → DN700, ca. 103m)
Fron_01	Frontalgraben	Gewässeraufweitung ca. 1,50 m, Verschwenkung Radweg. Länge = 230 m, Entfernung von 2 Überfahrten
Fron_02	Frontalgraben	Verwallung/Querdamm. Länge = 50 m, WT100 < 40 cm
Fron_03	Frontalgraben	Gewässeraufweitung ca. 1,50 m, Verschwenkung Radweg. Länge = 130 m. Neubau Brücke (Station 670 m), Spannweite ca. 6,2 m
Fron_04	Frontalgraben	Austausch Verdolung, Länge: 160 m, (DN1200 → R2000/1200)
Fron_05	Frontalgraben	Verwallung (Gelände prüfen)
Fron_06	Frontalgraben	Objektschutz Trafostation, Schaltschrank höher legen

7.8 Kostenschätzungen (Kostenannahmen) für die HWS-Maßnahmen

Für die einzelnen HW-Schutzmaßnahmen fanden Kostenschätzungen (Kostenannahmen) statt. Es handelt sich dabei um grobe Kostenschätzungen im Rahmen einer Flussgebietsuntersuchung (Gesamtkosten Brutto, ohne Grunderwerb und Ausgleichsmaßnahmen). Genaue Kostenermittlungen sind erst im Rahmen der Planung auf der Grundlage ergänzender Daten (Vermessung, Leitungserkundung, Bodengutachten, etc.) möglich. Außerdem kann erst im Rahmen der Maßnahmenplanung auf der Grundlage zusätzlicher Informationen eine mit den Anliegern, der Gemeinde und dem Landratsamt abgestimmte Lösung festgelegt werden.

Tabelle 7.9: Kostenschätzungen (Kostenannahmen) für die HW-Schutzkonzeption Königsbach (Brutto-Gesamtkosten, ohne Grunderwerb und Ausgleichsmaßnahmen)

Maßnahme	Gewässer	Beschreibung	Kosten [EUR]
Kaempf_01	Kämpfelbach	Objektschutz Getränkehandel. Länge Gebäuderückseite + Seiten = 75 m, Länge Flurstück = 200 m, WT100 < 40 cm	207.000,--
Kaempf_02	Kämpfelbach	Mauer bei Wasserschloss. Länge = 95 m, WT100 < 30 cm	196.000,--
Kaempf_03	Kämpfelbach	Verwallung bei Wasserschloss, Länge = 160 m, WT100 < 50 cm	115.000,--
Kaempf_05	Kämpfelbach	Verwallung/Mauer. Länge = 200 m, WT100 < 30 cm (überwiegend), unterer Abschnitt WT100 ca. 100 cm. Exakte Linienführung erst nach Abstimmung mit Grundstückseigentümern	598.000,--
Kaempf_06	Kämpfelbach	Objektschutz	127.000,--
Kaempf_07	Kämpfelbach	Objektschutz IMO, Mauer/Verwallung. Länge = 130 m, WT100 < 20 cm	322.000,--
Kaempf_07a	Kämpfelbach	Optional er Objektschutz IMO, Mauer/Verwallung. Länge = 130 m, WT100 < 20 cm	236.000,--
Kaempf_08	Kämpfelbach	DGM-Höhen unsicher, Geländehöhen prüfen, ggf. Mauer/Verwallung	26.000,--
Rams_01	Ramsbach	Leichte Gewässeraufweitung ca. 50 cm. Länge = 75 m, Neubau von 3 Grundstücksüberfahrten	178.000,--
Rams_02	Ramsbach	Umbau Straße, Herstellung Straßenquerneigung, Länge = 60 m	127.000,--

Maßnahme	Gewässer	Beschreibung	Kosten [EUR]
Rams_03	Ramsbach	Teilaustausch Verdolung, 3 Haltungen. Länge = 150 m (Haltung 1: DN600 → DN1000, ca. 50m) + (Haltung 2+3: DN600 → DN700, ca. 103m)	449.000,--
Fron_01	Frontalgraben	Gewässeraufweitung ca. 1,50 m, Verschwenkung Radweg. Länge = 230 m, Entfernung von 2 Überfahrten	328.000,--
Fron_02	Frontalgraben	Verwallung/Querdamm. Länge = 50 m, WT100 < 40 cm	109.000,--
Fron_03	Frontalgraben	Gewässeraufweitung ca. 1,50 m, Verschwenkung Radweg. Länge = 130 m. Neubau Brücke (Station 670 m), Spannweite ca. 6,2 m	213.000,--
Fron_04	Frontalgraben	Austausch Verdolung, Länge: 160 m, (DN1200 → R2000/1200)	725.000,--
Fron_05	Frontalgraben	Verwallung (Gelände prüfen)	23.000,--
Fron_06	Frontalgraben	Objektschutz Trafostation, Schaltschrank höher legen	10.000,--
Summe			3.989.000,--

7.9 Nutzen-Kosten-Untersuchung (NKU) der HWS-Konzeption der Gemeinde Königsbach-Stein (Ausblick)

7.9.1 Allgemeines

Die Bestandsanalyse zeigt, dass in den Ortslagen von Königsbach und Stein entlang der Hauptgewässer in mehreren Bereichen ein deutlich unter 100-jährlicher HW-Schutz vorliegt. In den Ortslagen Königsbach und Stein wird damit der für Innerortsbereiche nach Landesempfehlung (LUBW, 2005) i.d.R. angestrebte (50- bis) 100-jährliche HW-Schutz bei weitem nicht erreicht. Dass in der Ortslage eine starke Gefährdung vorliegt zeigen auch die in der jüngsten Vergangenheit aufgetretenen Schadensereignisse (2013, 2016). Für die Ortslagen Königsbach und Stein wurde eine HW-Schutzkonzeptionen entwickelt, nach deren Umsetzung 100-jährliche HW in den Hauptgewässern schadlos abgeführt werden können.

Das Land Baden-Württemberg fördert Hochwasserschutzmaßnahmen nach den Förderrichtlinien Wasserwirtschaft (FrWw). Eine wesentliche Voraussetzung für eine Förderung ist der Nachweis der Wirtschaftlichkeit der geplanten Maßnahmen. Dies muss im Rahmen einer Nutzen-Kosten-Untersuchung nachgewiesen werden.

Um die Wirtschaftlichkeit der entwickelten Hochwasserschutzmaßnahmen aufzeigen zu können, muss der Nutzen der Maßnahmen ermittelt und den Kosten der Maßnahmen gegenübergestellt werden. Grundlage für eine kostenmäßige Abschätzung des Nutzens der geplanten Hochwasserschutzkonzeption sind Abschätzungen der durch die Maßnahmen verhinderten Schäden. Um diese angeben zu können, müssen zunächst aus den Wassertiefenkarten, die an den Einzelgebäuden auftretenden Überflutungswasserstände, für den derzeitigen Zustand ohne neue HW-Schutzmaßnahmen, für unterschiedliche Wiederkehrzeiten ($T = \dots, 10, 20, 50, 100, \dots$ Jahre) erhoben werden. Bei der für solche Untersuchungen i. d. R. gewählten mikroskaligen Vorgehensweisen wird für jedes potenziell gefährdete Gebäude, unter Berücksichtigung der unterschiedlichen gebäudespezifischen Merkmale, eine Wasserstand-Schadens-Funktion (W-S-Funktion) festgelegt.

Der Nutzen der Hochwasserschutzmaßnahmen entspricht den verhinderten Schäden. Zukünftig können durch die Maßnahmen alle Hochwasser, die „kleiner oder gleich“ dem Bemessungshochwasser (z.B. 100-jährliches Hochwasser) sind, weitgehend schadlos abgeleitet werden. Der Nutzen der Maßnahmen (= verhinderte Schäden) kann damit aus den Schadensberechnungen abgeleitet werden.

Dem Nutzen sind die Kosten für die vorgeschlagene Hochwasserschutzkonzeption (Investitionskosten und Kosten für Unterhaltung und Betrieb) gegenüberzustellen. Hierzu ist eine finanzmathematische Aufbereitung der anfallenden Maßnahmenkosten, bezogen auf eine Nutzungsdauer von ca. 80 Jahren (Vorgabe nach den KVR-Leitlinien der LAWA), erforderlich. Man erhält damit den Kostenbarwert bzw. die mittleren jährlichen Kosten, bezogen auf einen festgelegten Untersuchungszeitraum, der sich an den Nutzungsdauern der Anlagen orientiert. In der Regel werden für solche Wasserbaumaßnahmen Untersuchungszeiträume von 80 bis 100 Jahren gewählt. Aus Nutzenbarwert und Projektkostenbarwert (Nutzen-Kosten-Verhältnis) kann auf die Wirtschaftlichkeit der Hochwasserschutzkonzeption geschlossen werden.

Vom Land Baden-Württemberg wurde zur Vereinheitlichung von Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen eine Arbeitshilfe (2019) erstellt. Die genaue Vorgehensweise kann der Arbeitshilfe entnommen werden, nach der jetzt auch sozioökonomische Faktoren in der Wirtschaftlichkeitsberechnung berücksichtigt werden können. Die im Rahmen der FGU-Königsbach-Stein durchgeführten Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen fanden bereits nach den Vorgaben der neuen Arbeitshilfe statt.

7.9.2 NKU Königsbach-Stein (Gesamtkonzeption)

Für die FGU Stein (WALD+CORBE, 2017) wurde bereits im Jahr 2018 eine Nutzen-Kosten-Untersuchung (WALD+CORBE, 2018b) für die HWS-Konzeption Stein durchgeführt. Im Jahr 2019 wurde durch das Land Baden-Württemberg eine „Arbeitshilfe zur Bewertung von Hochwasserschutzmaßnahmen in Baden-Württemberg“ (Land Baden-Württemberg, 2019) herausgegeben. Nutzen-Kosten-Untersuchungen zum Nachweis der Förderwürdigkeit von HW-Schutzmaßnahmen durch das Land Baden-Württemberg müssen seit dem Erscheinen der Arbeitshilfe nach dem neuen Schema durchgeführt werden. Zum Zeitpunkt der Erstellung der NKU Stein lag diese Arbeitshilfe noch nicht vor, so dass die NKU Stein noch nicht dem neuen Standard entspricht.

Mit der vorliegenden Untersuchung liegt nun ebenfalls eine HWS-Konzeption für die Ortslage Königsbach vor. Durch die zuständige Förderstelle des Landes wurde in mehreren Abstimmungsgesprächen empfohlen eine Nutzen-Kosten-Untersuchung der HWS-Konzeption der Gesamtgemeinde Königsbach-Stein nach der neuen Arbeitshilfe durchzuführen. Dies hat aus Sicht der Gemeinde den Vorteil, dass eventuell bei einer Einzelbetrachtung nicht förderfähige Teilmaßnahmen ($NKV < 1,0$) durch die Gesamtbetrachtung der HWS-Konzeption für Königsbach-Stein eventuell durch das Land Baden-Württemberg gefördert werden können.

Das Büro WALD+CORBE wurde daher mit der Ausarbeitung eine Nutzen-Kosten-Untersuchung für die HWS-Gesamtkonzeption Königsbach-Stein beauftragt. Ergebnisse dieser NKU Königsbach-Stein liegen zum Zeitpunkt dieser Untersuchung noch nicht vor.

8 HW-Schutzkonzeption – ergänzende Betrachtungen

8.1 Optimierung der bestehenden HRB im Einzugsgebiet des Ramsbachs

Im Rahmen der parallel zur FGU erfolgten vertieften Sicherheitsüberprüfung der acht HRB der Gemeinde Königsbach-Stein fanden FGM-Berechnungen statt, bei denen die derzeitige Beckenauslegung (BHQ3) ermittelt wurde. Die FGM-Berechnungen ergaben, dass keines der acht HRB derzeit auf 100-jährliche Hochwasserereignisse des LF-Klimaänderung ausgelegt ist. D.h. bei allen acht Becken ist bei großen HW-Ereignissen mit einem Anspringen der HW-Entlastungsanlage (HWEA) zu rechnen.

Im Vorfeld der Ausarbeitung von HW-Schutzkonzeptionen (HRB-Lösungen) fanden FGM-Optimierungsrechnungen für die drei bestehenden HRB statt. Die HRB wurden so ausgelegt, dass sie bei 50-jährlichen (Variante „P2“), 100-jährlichen HW-Ereignissen (Variante „P3“) sowie 100-jährlicher HW des LF-Klimaänderung (Variante „P4“) gerade noch nicht überlaufen (Vollstau). Hierbei wurden die derzeit vorhandenen Vollstauvolumen der HRB beibehalten, die Abgaben wurden jedoch in dem Maße erhöht, dass der Vollstau der HRB bei vorgegebener Jährlichkeit gerade erreicht wird.

Weiterhin fanden FGM-Optimierungsrechnungen für 100-jährliche HW des LF-Klimaänderung (Variante „P6“) statt, bei denen die Abgabe der drei HRB im EZG des Ramsbachs nicht verändert wurde, das Vollstauvolumen jedoch in dem Maße vergrößert wurde damit bei vorgegebener Jährlichkeit der Vollstau gerade erreicht wird.

Wie die folgenden Kapitel zeigen, sind Verbesserungen in der HW-Situation am Ramsbach und im weiteren Verlauf im Kämpfelbach durch Anpassungsmaßnahmen an den drei HRB im EZG des Ramsbachs nicht (Varianten „P2“ bis „P4“) oder nur in geringem Umfang (Variante „P6“) zu erreichen. Dem gegenüber stehen jedoch die sehr hohen Kosten aus den eventuellen Umbauten der drei HRB. Aus diesen Gründen wurde eine Anpassung (Volumen, Abgabe) der drei HRB im EZG des Ramsbach als nicht wirtschaftlich angesehen und somit zur Weiterverfolgung als mögliche HWS-Lösung verworfen.

8.1.1 Vergleichsvariante ohne Anpassung (Volumen, Abgabe) der drei HRB im EZG des Ramsbachs

Als Vergleichsvariante für die weiteren Optimierungsrechnungen kann die FGM-Variante „P1“ herangezogen werden. In dieser Variante wurde der momentane Ist-Zustand der drei HRB im EZG des Ramsbachs im FGM berücksichtigt. Die Auslegung der drei HRB ist somit identisch mit dem heutigen Zustand und der vorgeschlagenen HRB-Lösungsvariante „P5“. Hierbei wird an den drei HRB schon bei kleineren Jährlichkeiten der Vollstau überschritten und es findet Abfluss über die Hochwasserentlastungsanlage (HWEA/HW-Damm) statt. Nach dem Zusammenfluss der einzelnen HRB-Abgabemengen im Ramsbach erstreckt sich noch ein ca. 65 ha großes Zwischeneinzugsgebiet bis zum Verdolungseinlauf des Ramsbachs am Ortseingang von Königsbach. Somit wird das Abflussgeschehen am Verdolungseinlauf nicht nur durch die Abgabe der drei HRB bestimmt, sondern auch durch die Zuflüsse in dem nachgeschalteten Zwischeneinzugsgebiet und der zeitlichen Überlagerung der einzelnen Abflusswellen. In der nachfolgenden Tabelle 8.1 sind die HQ_T -Werte an unterschiedlichen Standorten des Ramsbachs und an der Ramsbachmündung im Kämpfelbach dargestellt. Bei der Bewertung der FGM-Berechnungsvariante zu beachten ist, dass im Zuge der Erstellung der HWS-Konzeption hydraulische Berechnungen der Ramsbachverdolung und des Verdolungseinlaufes durchgeführt wurden und die maximale Leistungsfähigkeit der bestehenden Ramsbachverdolung mit $LF = 0,72 \text{ m}^3/\text{s}$ ermittelt wurde. Um Ausbordungen im Bereich des Verdolungseinlaufes zu verhindern muss somit der maximale Bemessungsabfluss (BHQ3) unter diesen Wert gedrückt werden. Aus Kapitel 7.6.2 lässt sich ableiten, dass schon vor Erreichen der Leistungsfähigkeit der Ramsbachverdolung, im Oberstrom gelegenen frei fließenden Gewässerabschnitt Ausbordungen auftreten und über die Brettener Straße dem Ortskern zufließen. Eine Ausbordung des Ramsbachs und Überströmung der Ramsbachverdolung ist somit ab einem HW-Ereignis der Jährlichkeit $T > 20a$ zu erwarten.

Tabelle 8.1: HW-Abflüsse im Bereich Ramsbach, FGM-Variante „P1“

Kn. Nr.	Gewässer/Stelle	HQ_T [m^3/s]				
		10a	20a	50a	100a	100aKlima
756	UW HRB II (HRB 113)	0,11	0,20	0,33	0,43	0,50
759	UW HRB I (HRB 111)	0,09	0,10	0,27	0,33	0,41
762	UW HRB III (HRB 115)	0,07	0,08	0,09	0,14	0,18
763	Zusammenfluss 3 HRB	0,25	0,38	0,69	0,87	1,08
767	Verdolungseinl. Ramsbach	0,51	0,64	0,93	1,16	1,43
771	Aussengebiet Zufluss	0,64	0,83	1,10	1,37	1,59
779	Aussengebiet Zufluss	0,93	1,23	1,66	2,05	2,34
786	Kämpfelbach Mündung	13,00	13,98	18,31	21,46	24,11

8.1.2 Optimierung der Abgabemenge der 3 HRB im EZG des Ramsbachs, Auslegung T = 50a, Variante „P2“ (Verworfen)

In der Variante „P2“ wurde das derzeit vorhandene Vollstauvolumen der drei HRB beibehalten. Die Abgabemenge der drei HRB wurde so angepasst, dass bei der vorgegebenen Jährlichkeit T = 50a (BHQ3) des Bemessungsereignisses die HRB gerade in Vollstau gehen. Es kommt somit zu keinem Überlaufen der HRB (Anspringen der HWEA). Trotz Vergrößerung Beckenabgabe ist aus Tabelle 8.2 ersichtlich, dass sich im direkten Unterwasser der drei HRB kleinere HQ_T -Werte im Gegensatz zur Vergleichsvariante „P1“ einstellen. Dies rührt daher, dass im Vergleichsfall Variante „P1“ der gesamte zusätzliche Abfluss bei Vollfüllung der HRB über die HWEA entlastet und somit in Summe Grundablass und HWEA größere Abflusswerte annehmen.

Im weiteren Verlauf des Ramsbachs zeigt sich jedoch, dass durch die zeitliche Überlagerung der einzelnen HW-Wellen (HRB I, HRB II, HRB III, Zwischeneinzugsgebiet) keine nennenswerte Verbesserung der HQ_T -Werte erreicht werden kann. Am Verdolungseinlauf des Ramsbachs (FGM-Kn. 767) verschlechtert sich sogar die Situation dahingehend, dass bereits bei HW-Ereignissen der Jährlichkeit T > 10a Ausbordungen auftreten können.

Nach der Mündung des Ramsbachs in den Kämpfelbach verbessert sich auf Grund der zeitlichen Verschiebung der Maxima in den Abflusswellen die Situation lediglich bei HW-Ereignissen der Jährlichkeit T > 50a. Bei einem HW-Ereignis der Jährlichkeit T = 100a, Klima verringert sich der maximale Abflusswert um lediglich $\Delta Q = 0,36 \text{ m}^3/\text{s}$ oder ca. 1,5% von $HQ_{100, \text{Klima}, "P1"} = 24,11 \text{ m}^3/\text{s}$ auf $HQ_{100, \text{Klima}, "P2"} = 23,75 \text{ m}^3/\text{s}$. Eine Verringerung der notwendigen HWS-Maßnahmen (Dimensionierung, Kosten) am Kämpfelbach kann durch die Anpassung der drei HRB am Ramsbach somit nicht erreicht werden.

Tabelle 8.2: HW-Abflüsse im Bereich Ramsbach, FGM-Variante „P2“

Kn. Nr.	Gewässer/Stelle	HQ_T [m^3/s]				
		10a	20a	50a	100a	100aKlima
756	UW HRB II (HRB 113)	0,18	0,21	0,25	0,27	0,44
759	UW HRB I (HRB 111)	0,15	0,17	0,20	0,22	0,34
762	UW HRB III (HRB 115)	0,09	0,10	0,11	0,12	0,16
763	Zusammenfluss 3 HRB	0,40	0,46	0,55	0,61	0,89
767	Verdolungseinl. Ramsbach	0,69	0,83	1,04	1,23	1,36
771	Aussengebiet Zufluss	0,82	1,02	1,31	1,59	1,78
779	Aussengebiet Zufluss	1,09	1,41	1,85	2,25	2,55
786	Kämpfelbach Mündung	13,14	14,16	18,54	21,19	23,75
Markierung Grün: Abfluss Optimierungsvariante kleiner/gleich Vergleichsvariante „P1“						

8.1.3 Optimierung der Abgabemenge der 3 HRB im EZG des Ramsbachs, Auslegung T = 100a, Variante „P3“ (Verworfen)

In der Variante „P3“ wurde das derzeit vorhandene Vollstauvolumen der drei HRB weiterhin beibehalten. Die Abgabemenge der drei HRB wurde so angepasst, dass bei der vorgegebenen Jährlichkeit T = 100a (BHQ3) des Bemessungsereignisses die HRB gerade in Vollstau gehen. Es kommt somit zu keinem Überlaufen der HRB (Anspringen der HWEA). Trotz Vergrößerung der Abgabemenge ist aus Tabelle 8.3 ersichtlich, dass sich im direkten Unterwasser der drei HRB kleinere HQ_T -Werte im Gegensatz zur Vergleichsvariante „P1“ einstellen. Dies rührt daher, dass im Vergleichsfall Variante „P1“ der gesamte zusätzliche Abfluss bei Vollfüllung der HRB über die HWEA entlastet und somit in Summe Grundablass und HWEA größere Abflusswerte annehmen.

Im weiteren Verlauf des Ramsbachs zeigt sich jedoch, dass durch die zeitliche Überlagerung der einzelnen HW-Wellen (HRB I, HRB II, HRB III, Zwischeneinzugsgebiet) keine nennenswerte Verbesserung der HQ_T -Werte erreicht werden kann. Am Verdolungseinlauf des Ramsbachs (FGM-Kn. 767) verschlechtert sich sogar die Situation dahingehend, dass bereits bei HW-Ereignissen der Jährlichkeit T < 10a Ausbordungen auftreten können.

Nach der Mündung des Ramsbachs in den Kämpfelbach verbessert sich auf Grund der zeitlichen Verschiebung der Maxima in den Abflusswellen die Situation lediglich bei HW-Ereignissen der Jährlichkeit T > 50a. Bei einem HW-Ereignis der Jährlichkeit T = 100a, Klima verringert sich der maximale Abflusswert um lediglich $\Delta HQ_{100, \text{Klima}} = 0,30 \text{ m}^3/\text{s}$ oder ca. 1,2% von $HQ_{100, \text{Klima}, "P1"} = 24,11 \text{ m}^3/\text{s}$ auf $HQ_{100, \text{Klima}, "P3"} = 23,81 \text{ m}^3/\text{s}$. Eine Verringerung der notwendigen HWS-Maßnahmen am Kämpfelbach kann durch die Anpassung der drei HRB am Ramsbach somit nicht erreicht werden.

Tabelle 8.3: HW-Abflüsse im Bereich Ramsbach, FGM-Variante „P3“

Kn. Nr.	Gewässer/Stelle	HQ_T [m^3/s]				
		10a	20a	50a	100a	100aKlima
756	UW HRB II (HRB 113)	0,21	0,23	0,28	0,31	0,33
759	UW HRB I (HRB 111)	0,16	0,18	0,22	0,24	0,26
762	UW HRB III (HRB 115)	0,11	0,12	0,13	0,14	0,14
763	Zusammenfluss 3 HRB	0,48	0,52	0,60	0,68	0,73
767	Verdolungseinl. Ramsbach	0,76	0,91	1,13	1,32	1,46
771	Aussengebiet Zufluss	0,89	1,10	1,40	1,68	1,88
779	Aussengebiet Zufluss	1,16	1,48	1,93	2,34	2,64
786	Kämpfelbach Mündung	13,17	14,21	18,61	21,28	23,81
Markierung Grün: Abfluss Optimierungsvariante kleiner/gleich Vergleichsvariante „P1“						

8.1.4 Optimierung der Abgabemenge der 3 HRB im EZG des Ramsbachs, Auslegung T = 100a, Klima, Variante „P4“ (Verworfen)

In der Variante „P4“ wurde das derzeit vorhandene Vollstauvolumen der drei HRB weiterhin beibehalten. Die Abgabemenge der drei HRB wurde so angepasst, dass bei der vorgegebenen Jährlichkeit T = 100a, Klima des Bemessungsereignisses die HRB gerade in Vollstau gehen. Es kommt somit zu keinem Überlaufen der HRB (Anspringen der HWEA). Trotz Vergrößerung der Beckenabgabe ist aus Tabelle 8.4 ersichtlich, dass sich im direkten Unterwasser der drei HRB kleinere HQ_T -Werte im Gegensatz zur Vergleichsvariante „P1“ einstellen. Dies rührt daher, dass im Vergleichsfall Variante „P1“ der gesamte zusätzliche Abfluss bei Vollfüllung der HRB über die HWEA entlastet und somit in Summe Grundablass und HWEA größere Abflusswerte annehmen.

Im weiteren Verlauf des Ramsbachs zeigt sich jedoch, dass durch die zeitliche Überlagerung der einzelnen HW-Wellen (HRB I, HRB II, HRB III, Zwischeneinzugsgebiet) keine nennenswerte Verbesserung der HQ_T -Werte erreicht werden kann. Am Verdolungseinlauf des Ramsbachs (FGM-Kn. 767) verschlechtert sich sogar die Situation dahingehend, dass bereits bei HW-Ereignissen der Jährlichkeit T > 10a Ausbordungen auftreten können.

Nach der Mündung des Ramsbachs in den Kämpfelbach verbessert sich auf Grund der zeitlichen Verschiebung der Maxima in den Abflusswellen die Situation lediglich bei HW-Ereignissen der Jährlichkeit T > 50a. Bei einem HW-Ereignis der Jährlichkeit T = 100a, Klima verringert sich der maximale Abflusswert um lediglich $\Delta HQ_{100, \text{Klima}} = 0,22 \text{ m}^3/\text{s}$ oder ca. 0,9% von $HQ_{100, \text{Klima}, "P1"} = 24,11 \text{ m}^3/\text{s}$ auf $HQ_{100, \text{Klima}, "P4"} = 23,89 \text{ m}^3/\text{s}$. Eine Verringerung der notwendigen HWS-Maßnahmen am Kämpfelbach kann durch die Anpassung der drei HRB am Ramsbach somit nicht erreicht werden.

Tabelle 8.4: HW-Abflüsse im Bereich Ramsbach, FGM-Variante „P4“

Kn. Nr.	Gewässer/Stelle	HQ_T [m^3/s]				
		10a	20a	50a	100a	100aKlima
756	UW HRB II (HRB 113)	0,16	0,18	0,21	0,40	0,46
759	UW HRB I (HRB 111)	0,13	0,15	0,17	0,32	0,38
762	UW HRB III (HRB 115)	0,08	0,08	0,10	0,14	0,18
763	Zusammenfluss 3 HRB	0,35	0,41	0,47	0,83	0,99
767	Verdolungseinl. Ramsbach	0,61	0,75	0,95	1,13	1,32
771	Aussengebiet Zufluss	0,74	0,93	1,22	1,49	1,68
779	Aussengebiet Zufluss	1,02	1,33	1,76	2,16	2,45
786	Kämpfelbach Mündung	13,09	14,09	18,45	21,12	23,89
Markierung Grün: Abfluss Optimierungsvariante kleiner/gleich Vergleichsvariante „P1“						

8.1.5 Optimierung der Vollstauvolumen der 3 HRB im EZG des Ramsbachs, Auslegung T = 100a, Klima, Variante „P6“ (Verworfen)

In Variante „P6“ wurden die Kennwerte der Grundablassbauwerke (Beckenabgaben) der drei HRB beibehalten. Die Vollstauvolumen der drei HRB wurde soweit erhöht (Umbau der Dammbauwerke), dass bei der vorgegebenen Jährlichkeit T = 100a, Klima des Bemessungsereignisses (BHQ3) die HRB gerade in Vollstau gehen. Es kommt somit zu keinem Überlaufen der HRB (Anspringen der HWEA). Durch die notwendige enorme Vergrößerung der Vollstauvolumina kann erreicht werden, dass die maximale Abgabemenge der HRB auf einen Bruchteil der Vergleichsvariante „P1“ gesenkt wird. So übersteigt die Abgabemenge bei keinem der drei HRB bei einem 100-jährlichen Ereignis des Lastfalls Klimaänderung einen Abflusswert von $HQ_{100, \text{Klima}} = 0,14 \text{ m}^3/\text{s}$ (Siehe Tabelle 8.5). Dies ist Hinblick auf die Häufigkeit des Einstaus, der Einstaudauern kritisch zu bewerten.

Im weiteren Verlauf des Ramsbachs zeigt sich jedoch, dass durch die zeitliche Überlagerung der einzelnen HW-Wellen (HRB I, HRB II, HRB III, Zwischeneinzugsgebiet) keine nennenswerte Verbesserung der HQ_T -Werte erreicht werden kann. Dies liegt auch an der im Zwischeneinzugsgebiet generierten maximalen Abflussmenge bei einem 100-jährlichen HW-Ereignis des Lastfalls Klimaänderung von $HQ_{100, \text{Klima}} = 0,88 \text{ m}^3/\text{s}$. Schon bei einem 100-jährlichen HW-Ereignis mit einem maximalen Bemessungsabfluss von $HQ_{100} = 0,76 \text{ m}^3/\text{s}$ alleine aus dem Zwischeneinzugsgebiet käme es rechnerisch ohne die Abflussanteile aus den drei HRB zu Ausbordungen am Verdolungseinlauf des Ramsbachs.

Mit den Abflussanteilen aus den drei HRB verbessert sich die Situation am Verdolungseinlauf des Ramsbachs (FGM-Kn. 767) im Gegensatz zur Vergleichsvariante „P1“ über alle Jährlichkeiten hinweg, es können jedoch auch in dieser Variante „P6“ am Verdolungseinlauf des Ramsbachs bereits bei HW-Ereignissen der Jährlichkeit T > 20a Ausbordungen auftreten.

Nach der Mündung des Ramsbachs in den Kämpfelbach verbessert sich auf Grund der zeitlichen Verschiebung der Maxima in den Abflusswellen die Situation ebenfalls über alle Jährlichkeiten hinweg. Bei einem HW-Ereignis der Jährlichkeit T = 100a, Klima verringert sich der maximale Abflusswert jedoch nur um lediglich $\Delta HQ_{100, \text{Klima}} = 0,68 \text{ m}^3/\text{s}$ oder ca. 2,8% von $HQ_{100, \text{Klima}, "P1"} = 24,11 \text{ m}^3/\text{s}$ auf $HQ_{100, \text{Klima}, "P4"} = 23,43 \text{ m}^3/\text{s}$. Eine Verringerung der notwendigen HWS-Maßnahmen am Kämpfelbach kann durch die Anpassung der drei HRB am Ramsbach nur in einem äußerst geringen Umfang erreicht werden. Den Einsparungen an den HWS-Maßnahmen am Kämpfelbach stehen jedoch die enormen Kosten der Umbaumaßnahmen an allen drei HRB am Ramsbach gegenüber.

Aus der Tabelle 8.6 können die Differenzen der HW-Abflüsse aus Vergleichsvariante „P1“ minus Variante „P6“ als Absolutwert, aus Tabelle 8.7 als Prozentualwert entnommen werden.

Tabelle 8.5: HW-Abflüsse im Bereich Ramsbach, FGM-Variante „P6“

Kn. Nr.	Gewässer/Stelle	HQ _T [m ³ /s]				
		10a	20a	50a	100a	100aKlima
756	UW HRB II (HRB 113)	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14
759	UW HRB I (HRB 111)	0,08	0,09	0,10	0,10	0,11
762	UW HRB III (HRB 115)	0,06	0,08	0,09	0,10	0,11
763	Zusammenfluss 3 HRB	0,24	0,27	0,31	0,33	0,35
767	Verdolungseinl. Ramsbach	0,48	0,62	0,81	0,99	1,11
771	Aussengebiet Zufluss	0,62	0,81	1,08	1,35	1,53
779	Aussengebiet Zufluss	0,91	1,21	1,64	2,03	2,32
786	Kämpfelbach Mündung	12,98	13,96	18,29	20,92	23,43
Markierung Grün: Abfluss Optimierungsvariante kleiner/gleich Vergleichsvariante „P1“						

Tabelle 8.6: Differenz HW-Abflüsse im Bereich Ramsbach, FGM-Variante „P1 – P6“, Absolut

Kn. Nr.	Gewässer/Stelle	HQ _T [m ³ /s]				
		10a	20a	50a	100a	100aKlima
756	UW HRB II (HRB 113)	0,00	0,09	0,21	0,30	0,36
759	UW HRB I (HRB 111)	0,01	0,01	0,17	0,23	0,30
762	UW HRB III (HRB 115)	0,01	0,00	0,00	0,05	0,07
763	Zusammenfluss 3 HRB	0,01	0,10	0,38	0,54	0,73
767	Verdolungseinl. Ramsbach	0,02	0,02	0,12	0,17	0,32
771	Aussengebiet Zufluss	0,02	0,02	0,02	0,02	0,06
779	Aussengebiet Zufluss	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
786	Kämpfelbach Mündung	0,02	0,02	0,02	0,54	0,68

Tabelle 8.7: Differenz HW-Abflüsse im Bereich Ramsbach, FGM-Variante „P1 – P6“, Prozentual

Kn. Nr.	Gewässer/Stelle	HQ _T [%]				
		10a	20a	50a	100a	100aKlima
756	UW HRB II (HRB 113)	4%	45%	63%	70%	73%
759	UW HRB I (HRB 111)	9%	9%	64%	68%	73%
762	UW HRB III (HRB 115)	14%	4%	3%	32%	40%
763	Zusammenfluss 3 HRB	4%	27%	55%	62%	68%
767	Verdolungseinl. Ramsbach	4%	3%	13%	15%	23%
771	Aussengebiet Zufluss	3%	3%	2%	2%	4%
779	Aussengebiet Zufluss	2%	2%	1%	1%	1%
786	Kämpfelbach Mündung	0%	0%	0%	3%	3%

8.2 Machbarkeitsstudie Fallfeld

Im Jahr 2016 fand in der Ortslage Stein ein extremes Niederschlagsereignis mit teilweise verheerenden Überflutungen in der Bebauung statt (siehe Kapitel 2.6.2). In mehreren Abstimmungsgesprächen mit dem Regierungspräsidium Karlsruhe (Förderbehörde), dem LRA Enzkreis und der Gemeinde Königsbach-Stein wurde angeraten eine HWS-Konzeption ebenfalls für den Bereich Fallfeld zu erstellen. Diese HWS-Konzeption Fallfeld kann dann in die Gesamtkonzeption HWS-Königsbach-Stein eingebunden werden. Aus diesem Grund findet parallel zu dieser Untersuchung eine Machbarkeitsstudie Fallfeld (WALD+CORBE, 2020a) statt, deren Ergebnisse zum Zeitpunkt der Fertigstellung dieser Untersuchung noch nicht zur Gänze vorliegen. Ziel dieser Machbarkeitsstudie ist die im Bereich Fallfeld notwendigen HWS-Maßnahmen in den zu stellenden Förderantrag mit aufzunehmen.

In der Tabelle 8.8 sind die durchgeführten FGM-Berechnungsvarianten im Zuge der Machbarkeitsstudie Fallfeld zusammengestellt. Diese FGM-Berechnungen wurden ebenfalls mit dem aktuellsten Flussgebietsmodell des FGM Pfinztal durchgeführt und sind deshalb der Vollständigkeit wegen an dieser Stelle aufgeführt.

Tabelle 8.8: Untersuchte FGM-Berechnungsvarianten Machbarkeitsstudie Fallfeld

FGM Var.	HRB	HWS Stein	Bebauung	Bemerkung
„P7“	Stein: Var. „P19“ Köba: Ist-Zustand	HWS Var. „P19“	Plan-Zustand (siehe Bem. Var „P0“)	Wie Var. „P5“; Neues Flood in Vorbereitung auf Var. „P8“ mit sep. Ableitung Fallfeld
„P8“	Stein: Var. „P19“ Köba: Ist-Zustand	HWS Var. „P19“	Plan-Zustand (siehe Bem. Var „P0“)	Wie Var. „P7“; Ableitung Fallfeld durch separate Verdolung ohne HRB
„P9“	Stein: Var. „P19“ Köba: Ist-Zustand	HWS Var. „P19“	Plan-Zustand (siehe Bem. Var „P0“)	Wie Var. „P8“; Ableitung Fallfeld durch separate Verdolung, Optimierung HRB Fallfeld auf HQ_{100,Klima}
„P10“	Stein: Var. „P19“ Köba: Ist-Zustand	HWS Var. „P19“	Plan-Zustand (siehe Bem. Var „P0“)	Wie Var. „P8“; Ableitung Fallfeld durch separate Verdolung, Anbindung Außengebiete an neue Verdolung.
„P11“	Stein: Var. „P19“ Köba: Ist-Zustand	HWS Var. „P19“	Plan-Zustand (siehe Bem. Var „P0“)	Wie Var. „P10“ Ableitung Fallfeld durch separate Verdolung, Anbindung Außengebiete an neue Verdolung. Optimierung HRB Fallfeld auf HQ_{100,Klima}
„P12“	Stein: Var. „P19“ Köba: Ist-Zustand	HWS Var. „P19“	Plan-Zustand (siehe Bem. Var „P0“)	Wie Var. „P7“; Ableitung Fallfeld in bestehenden Mischwasserkanal. Optimierung HRB Fallfeld auf HQ_{100,Klima}

8.3 Ausblick und weiteres Vorgehen

Eine Umsetzung der HWS-Maßnahmen ist für die Gemeinde nur bei einer finanziellen Beteiligung durch das Land machbar. Strebt die Gemeinde eine Umsetzung der HWS-Maßnahmen für die gesamte Gemarkung Königsbach-Stein an, so sollte als nächster Bearbeitungsschritt geprüft werden, ob eine Förderung der Maßnahmen durch das Land möglich ist (FrWw). Voraussetzung hierfür ist der Nachweis von deren Wirtschaftlichkeit im Rahmen einer **Nutzen-Kosten-Untersuchung**. Für den Ortsteil Stein wurde bereits im Zuge der FGU-Stein eine entsprechende Nutzen-Kosten-Untersuchung durchgeführt. Im Jahre 2019 wurde jedoch durch das Land Baden-Württemberg eine Arbeitshilfe zur Bewertung von Hochwasserschäden erstellt. Die NKU der zur Förderung beantragten Hochwasserschutzmaßnahmen müssen zum heutigen Zeitpunkt in Anlehnung an diese neu erstellte Arbeitshilfe durchgeführt werden. Die Gemeinde Königsbach-Stein hat das Büro WALD+CORBE mit der Ausarbeitung einer Wirtschaftlichkeitsuntersuchung beauftragt. In mehreren Abstimmungsgesprächen der Gemeinde Königsbach-Stein, des Regierungspräsidiums Karlsruhe (Förderbehörde) des LRA Enzkreis (Genehmigungsbehörde) und des Büros WALD+CORBE wurde beschlossen alle in Königsbach-Stein anstehenden HWS-Maßnahmen in einen Förderantrag zusammenzufassen. Dies erhöht die Chance auf Förderung aller vorgeschlagenen HWS-Maßnahmen gegenüber einer einzelnen Beantragung für jede HWS-Maßnahme. Das Gesamtpaket der Gemeinde Königsbach-Stein setzt sich zusammen aus HWS-Maßnahmen folgender Untersuchungen:

- Vertiefte Sicherheitsüberprüfung von 8 HRB der Gemeinde Königsbach-Stein (WALD+CORBE, 2017a), festgestellte Anpassungsmaßnahmen an bestehenden HRB.
- FGU Stein (WALD+CORBE, 2017b), HWS-Konzeption wurde mittlerweile auf Basis neuer Erkenntnisse im Zuge der Maßnahmenplanung fortgeschrieben und teilweise auf einen höheren HW-Schutzgrad erweitert.
- Vorgeschlagene HWS-Maßnahmen der vorliegenden Untersuchung, FGU Königsbach
- Vorgeschlagene HWS-Maßnahmen der bereits beauftragten Fallstudie (Machbarkeitsstudie) zur Entwässerung des Bereichs Fallfeld in der Teilgemeinde Stein (WALD+CORBE, 2020a)
- Nutzen-Kosten-Untersuchung HWS-Konzeption Königsbach-Stein, Gesamtkonzeption (WALD+CORBE, 2020b)

Im Falle einer Umsetzung der HWS-Maßnahmen sind diese von der Gemeinde nicht zeitgleich herstellbar (Kosten, zeitlicher Planungsaufwand, Einsprüche, Grunderwerb, Absprache mit Anliegern, ...). Vorgeschlagen wird daher eine **Priorisierung** der einzelnen HWS-Maßnahmen. In einer Priorisierung sind Schutzgrad und Wirkungsaspekte zu berücksichtigen. So kann z.B. mit einem möglichen HRB-Fallfeld der größte HWS (Nutzen) für den Ortskern von Stein generiert werden. Ebenfalls sind hierbei jedoch auch die Kosten der einzelnen HWS-Maßnahmen oder deren zeitliche Realisierbarkeit zu beachten.

Vorgeschlagen wird im Anschluss an die Priorisierung der HWS-Maßnahmen die **Planung aller Maßnahmen** zu beauftragen. Aufbauend auf den dann vorliegenden genauen Kostenangaben und ergänzenden Informationen kann dann eine sukzessive Umsetzung der Maßnahmen erfolgen.

9 Ergänzende HWS-Maßnahmen

Hochwasserschutzstrategie des Landes

Eine Verbesserung des Hochwasserschutzes ist nicht nur durch Maßnahmen des technischen HW-Schutzes möglich. Das Land hat eine Hochwasserschutzstrategie entwickelt (LfU/LUBW, 2005), die sich aus den 3 Säulen technischer Hochwasserschutz (Deiche, Dämme, Rückhaltungen, Gewässerausbau, ...), Hochwasservorsorge (Bauvorsorge, Verhaltensvorsorge, Risikovorsorge) und Hochwasserflächenmanagement (Flächenvorsorge für hochwassergefährdete Gebiete, Wasserrückhaltung in der Fläche) zusammensetzt. Nachfolgend sind ausgewählte Beispiele an ergänzend zu den als Ergebnis der Starkregenuntersuchung Aglasterhausen vorgeschlagenen technischen Hochwasserschutzmaßnahmen mit Literaturverweisen zusammengestellt.



Abbildung 9.1: Hochwasserschutzstrategie des Landes Baden-Württemberg (WBW, 2016)

Starkregen, Starkregengefahrenkarten

Wie die bei den Ereignissen vom 07.06.2016 bzw. 25.06.2016 aufgetretenen Schadensfälle zeigen, können im Untersuchungsraum Königsbach-Stein Schäden nicht nur durch Überlastungen der Gewässer, sondern auch durch bei Starkregen abseits der größeren Gewässer (wild abfließendes Wasser, Hangwasser) verursachte Überflutungen auftreten. Besonders stark gefährdet sind dabei die Ortsränder.

Schäden durch Starkregen haben in den letzten Jahren bundes- und landesweit stark zugenommen. Alleine im Starkregensommer 2016 kam es in Baden-Württemberg zu einer Vielzahl teilweise katastrophaler Überflutungen (Braunsbach, Schefflenztal, Eppingen, Neckarkatzenbach, ...). Es ist davon auszugehen, dass durch die Folgen der Klimaänderung zukünftig mit einer weiteren Häufung an Starkregen zu rechnen ist. Ausgelöst durch die vielen in den letzten Jahren aufgetretenen Schadensfälle sind auf Bundes- (BWK/DWA,

2013) und Landesebene (IBH/WBW, 2013; BWK/DWA, 2013) zahlreiche Leitfäden zum Starkregenisikomanagement erschienen. Der WBW hat außerdem für Praxisanwender (Bauämter, Betriebshöfe, ...) einen Leitfaden in Form eines Power-Point-Vortrags (WBW, 2016) erstellt, der sich mit dem Thema Risiko durch Starkregen befasst. Das Büro WALD+CORBE war an der Erstellung mehrerer dieser Leitfäden beteiligt.

Ergänzt werden diese Leitfäden um den Leitfaden „Kommunales Starkregenisikomanagement in Baden-Württemberg“ (LUBW, 2016). Dieser hat das Ziel ein landesweit einheitliches und qualitätsgesichertes Vorgehen bei der Durchführung einer Risikoanalyse als Basis für eine Förderung nach den aktuellen Förder Richtlinien Wasserwirtschaft (FrWw 2015) sicherzustellen. Die für eine Erstellung von Starkregengefahrenkarten benötigten Datengrundlagen (DGM, Orthofotos, Abflusswerte für 3 Szenarien, ...) werden vom Land bereitgestellt (LUBW).

Aufgrund der in den letzten Jahren aufgetretenen Schadensfälle durch Starkregen, den vorliegenden Randbedingungen (intensiv genutzte landwirtschaftliche Flächen, Hanglagen, ...) wird auch für die Ortslagen des Untersuchungsraumes (Königsbach-Stein) langfristig als zentrale Vorsorgemaßnahme zum Schutz vor Starkregen die Erstellung von Starkregengefahrenkarten empfohlen.

Landwirtschaftliche Maßnahmen, Maßnahmen in der Fläche

Die Abflussbereitschaft der Außengebiete und Hangflächen ist nicht immer gleich. Wie Auswertungen (Begehungen nach Ereignissen) in der Region abgelaufener Hochwasser zeigen, hängt die Abflussbereitschaft sehr stark von der angebauten Feldfrucht, der Jahreszeit und der Vorfeuchte ab. So können abgeerntete Felder oder im Frühjahr frisch angelegte Felder die Abflussbereitschaft massiv erhöhen. Dies zeigen anschaulich die im Mai / Juni 2016 in Baden-Württemberg aufgetretenen Starkregenereignisse (Stein, Eppingen, Aglasterhausen, Dallau, Schefflenz, Seebach, Neckarkatzenbach, ...). Die Starkregen fielen vielfach auf frisch angelegte Felder, die insbesondere im Bereich von Sonderkulturen (Mais, Rüben, ...) zu hohen Abflüssen und Schäden führten.

Im Untersuchungsraum liegen hochwertige Lössböden vor, auf denen häufig Sonderkulturen angebaut werden (Mais, Zuckerrüben, Zwiebeln, Gelbe Rüben, ...). Die Felder reichen dabei meist unmittelbar bis an die Wege oder an den Ortsrand heran. Die bei abgelaufenen Starkregen aufgetretenen Schäden resultieren dabei nicht nur aus den infolge der hohen Abflussbereitschaft auftretenden großen Wassermengen, sondern auch aus den infolge massiver Erosion auftretenden Schlammfrachten (Verlegungen).

Durch ergänzend zum rein technischen Hochwasserschutz realisierte landwirtschaftliche Maßnahmen sollte versucht werden, die Zuflüsse aus den Außengebieten (Hangflächen) und die Erosion zu reduzieren. Durch solch landwirtschaftliche Maßnahmen kann auch bei kleineren und mittleren Hochwassern kein absoluter HW-Schutz hergestellt werden. Insbesondere bei sehr seltenen Ereignissen nimmt die Wirkung der ergänzend vorgeschlagenen landwirtschaftlichen Maßnahmen zudem ab. Dennoch sollte angestrebt werden, den Schutz vor Starkregen durch ergänzende landwirtschaftliche Maßnahmen zu verbessern. Beispiele hierfür sind:

- Anlegen von Ackerrandstreifen
- Bewirtschaftung: hangparalleles Pflügen, ausbringen von Zwischenfrucht, Hanguntergliederung mit Fruchtwechsel, vermeiden von Folien (Mais),
- Rückleitung von Wegewasser, ...

Im Kraichgau fanden in Pilotgebieten (Schwaigern, Massenbachhausen) Untersuchungen von ergänzenden landwirtschaftlichen Maßnahmen mit sehr positiven Ergebnissen statt. Weiterführende Informationen können auch den zahlreichen in den letzten Jahren erschienenen Veröffentlichungen entnommen werden (DWA, 2015; WBW/LUBW, 2015; LUBW, 2015; MLRV, 2015a; MLRV, 2015b; Kriml et al., 2015).

Vorsorgemaßnahmen

Die Erfahrungen bei abgelaufenen Starkregenereignissen zeigen, dass ein agieren während des Hochwassers kaum noch möglich ist (kaum Vorwarnzeiten, extrem kurzer Reaktionszeiten). Dies gilt nicht nur für wild abfließendes Hangwasser, sondern auch für Hochwasser in den zahlreichen kleineren Gewässern, Gräben und Rinnen, in denen Gewitterereignisse kurzer Dauern zu den höchsten Abflüssen führen. Die Vorsorge ist daher der zentrale Baustein zum Schutz vor Starkregen. Im WBW-Leitfaden (2016) werden hierzu die Möglichkeiten einer Vorsorge detailliert aufgezeigt:

- Kritische Stellen erkennen, dokumentieren, kontrollieren, unterhalten
- Organisatorisches Vorgehen
- Defizite beseitigen, den Schutz verbessern
- Gefahr möglichst frühzeitig erkennen: Unwetterwarnung, Wetterbeobachtung, Alarmpegel, ...

Kritische Stellen erkennen, dokumentieren, kontrollieren, unterhalten

Eine Gefahr kann für Ortslagen von Rinnen, Gräben und Gewässern ausgehen, die Wasser in die Bebauung bringen. Aber auch Klingen, abschüssige Wege und Abflüsse in der Taltiefenlinie können Wasser und mitgeführtes Material in die Bebauung bringen. Ebenso insbesondere landwirtschaftlich genutzte Hangflächen. Neben den im Starkregenfall auftretenden hohen Wassermengen führen Schlamm, Geröll, Treibgut, Mähgut und Totholz oftmals zu innerörtlichen Schäden und Verlegungen. Besonders stark verlegungsgefährdet sind dabei die an den Ortsrändern gelegenen Einläufe und Durchlässe (Brücken, Stege). Wichtig für eine Vorsorge sind dabei zunächst Kenntnisse zu den im Gemarkungsbereich vorliegenden kritischen Stellen. Für größere Gewässer kann die Gefährdung vor Überflutungen aus den Hochwassergefahrenkarten des Landes abgeleitet werden. Auch abgelaufene Hochwasser liefern wertvolle Hinweise zur Gefährdung entlang von Gewässern, Bächen, Klingen, an Hangflächen oder vor Verlegungen. Eine Dokumentation abgelaufener Hochwasser hilft dabei kritische Gewässerstellen zu erkennen und das Management zukünftiger Ereignisse zu optimieren (Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz

BW/WBW/LUBW, 2014). Eine weitere Möglichkeit Informationen vor der Gefährdung durch Starkregen zu erhalten liefern als neues Werkzeug Starkregengefahrenkarten.

Empfohlen wird auf der Grundlage dieser Informationen eine Karte (WBW, 2016) mit allen wichtigen Gewässern, Gräben, Verdolungen (Gewässername) sowie kritischen Stellen (Einläufe, Rechen, Unterführung, Hangflächen, ...) zu erstellen. Die Karte kann als Grundlage für ein Tourenblatt zur regelmäßigen Begehung (Kontrolle, Unterhaltung) bzw. zur Kontrolle im HW-Fall (Alarm- und Einsatzplan) dienen.

Neben einer regelmäßigen Begehung bzw. einer Begehung nach Starkregenereignissen (Kontrolle, Verlegungen beseitigen, ...) auf der Grundlage eines Tourenblatts durch die Kommunen wird die regelmäßige Durchführung einer Gewässerschau mit dem LRA empfohlen. Dadurch können die Beseitigungen von Ablagerungen am Gewässer als Gefahr für unterstromige Engstellen (Verlegung: Durchlass, Einlauf, ...) oder die Beseitigung von Einbauten oder Einengungen am Gewässer veranlasst werden. Bei den Begehungen werden auch ggf. erforderliche Unterhaltungsmaßnahmen (Anlandungen, Bewuchs, Böschungsabbrüche, Mauerschäden, ...) dokumentiert (WBW/LUBW, 2015; WBW, 2015; WBW, 2011; Bayerisches Landesamt für Umwelt/WBW, 2012).

Organisatorisches Vorgehen

Für den reibungslosen Ablauf während eines Starkregenereignisses wird ein Hochwasseralarm und Einsatzplan (HWAEP) benötigt. Hinweise zur Erstellung eines HWAEP können WBW (WBW, 2006) entnommen werden. Neben dem HWAEP sind u.a. folgende weitere vorbereitenden Arbeiten sinnvoll (WBW, 2016):

- Vorbereitung und richtige Lagerung von Sandsäcken (Jutesandsäcke trocken und leer lagern, auf verschiedene Orte verteilte Lagerung)
- Setzen und Pflegen von Lattenpegeln
- Wartung der Geräte (mind. 1 x im Jahr und immer nach einem Hochwasserfall)
- Prüfung der Vollständigkeit und Funktionsfähigkeit von Ausrüstung und Material (siehe Checkliste)

Defizite beseitigen, den HW-Schutz verbessern (technische HWS-Maßnahmen)

Wie vielfache Erfahrungen bei aktuellen Hochwasserereignissen zeigen, stellen Grobrechen, Einlaufrechen und Verdolungseinläufe zentrale Schwachstellen dar. Deren Verlegung und Überlastung hat bei abgelauenen Hochwassern vielfach zu hohen Schäden geführt. Der Bau von „optimalen“ Grobrechen und räumlichen Rechen sollte daher bei der Vorsorge (Bau und Unterhaltung) ein großes Gewicht erhalten. Beispiele für eine gute Gestaltung von Grobrechen und räumlichen Rechen enthält z.B. der WBW-Leitfaden (2017).

Daneben sind zahlreiche weitere technischen HWS-Maßnahmen sinnvoll. Nachfolgend sind in Anlehnung an den WBW-Leitfaden (2017) ausgewählte Maßnahmenbeispiele mit Literaturhinweisen zusammengestellt:

- Straßenrinnen: Kastenrinnen (WBW, 2016)
- Verdolungseinläufe: räumliche Rechen (WBW, 2016)
- Verdolungseinläufe: vorgeschaltete Grobrechen (WBW, 2016)
- Hangwasser: Leitdämme und Gräben (WBW, 2016)
- Objektschutzmaßnahme: Dammbalkensysteme, wasserdichte Türen und Fenster, Lichtschächte, ... (WBW, 2016; BWK/DWA, 2013)
- Eigenvorsorge (WBW, 2015; Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 2015; Stadt Karlsruhe, 2010)

Gefahr frühzeitig erkennen, Hochwasseralarm- und Frühwarnsysteme

Hochwasserschäden können auch durch eine möglichst frühzeitige Warnung und Alarmierung verhindert oder zumindest in ihrem Ausmaß reduziert werden. So ermöglicht eine frühzeitige Alarmierung z.B. den Aufbau mobiler Schutzsysteme. Die Hochwasservorhersagezentrale des Landes (HVZ) liefert, basierend auf Messungen des Landesmessnetzes für die größeren Gewässer, online verfügbare Informationen zur aktuellen Situation sowie Kurzfristvorhersagen. Dies ermöglicht an den größeren Flusssystemen eine frühzeitige Alarmierung sowie ein effektives Hochwassermanagement.

Inzwischen haben zahlreiche Kommunen und Verbände eigene, online verfügbare Mess- und Alarmsysteme installiert. Interessant sind dabei die zwischenzeitlichen Möglichkeiten die online gemessenen Pegelwerte ins HVZ-System einzuspeisen und damit über FLIWAS3 zu verwalten (Visualisierung, Alarmierung). Beispiele für solche Alarmsysteme existieren bereits in den Einzugsgebieten der Elsenz, der Glatt oder im Leintal. Neben solch flächenhaften Systemen gibt es in der Anwendungspraxis auch Einzelpegel zur Verbesserung des Schutzes an einzelnen Gewässern, wie sie beispielsweise von der Stadt Gaggenau betrieben werden. Die Alarmsysteme liefern i.d.R. automatische Alarmierungen beim Überschreiten kritischer Wasserstände (Vaihingen, Bietigheim,...) und sind außerdem oftmals die Grundlage für Alarm- und Einsatzpläne (Wangen, ...).

Die HVZ liefert neben Angaben (Messreihe, Vorhersage) zum Pegelmessnetz auch Alarmierungen für kleinere Einzugsgebiete. Der HVZ-Internetseite können auch Regenradarniederschlagsmessungen entnommen werden. Die neben dem DWD auch von weiteren Betreibern verfügbaren Radarmessungen (und Warnungen) liefern gerade bei Starkregen wertvolle Hinweise zur derzeitigen und zukünftigen Niederschlags-situation.

Maßnahmen während und nach einem HW-Ereignis

Die Aufgaben während eines Hochwassers sollten möglichst durch einen Hochwasseralarm- und Einsatzplan im Vorfeld geregelt werden. Hinweise zum Verhalten während eines Ereignisses und zur Nachsorge können WBW (2016) entnommen werden. Wesentliche Nachsorgeaufgaben sind danach:

- HWAEP hinterfragen
- Fehleranalyse
- Instandsetzung / Unterhaltung (Rechen, ...) und Aufräumarbeiten (Müllentsorgung, ...): Hygiene – und Vorsichtsmaßnahmen beachten

Angaben zu HW-Dokumentationen können (WBW, 2016; Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 2010) entnommen werden. Diese sollte möglichst zeitnah erfolgen und folgende Punkte umfassen:

- Presseberichte, HW-Fotos (Zeitpunkt, Ort), Feuerwehrberichte, ... sammeln
- Zeitnahe Dokumentation des aufgetretenen Scheitelwasserstands (Markierung an Brücken, Mauern, Gebäuden)
- Karte erstellen: Fließwege, Geschwemmsellinie, betroffene Gebäude, kritische Bereiche, Verkläuerungen, Ausbordungen, getroffene Maßnahmen, ...
- Bevölkerung einbinden (Amtsblatt, ...): betroffenen Gebäude, Niederschlagsmessungen, Fotos, ...
- Niederschlagsmessungen beschaffen (Privatmessung, amtliche Betreiber, ...)
- Ereignisverlauf dokumentieren: Einsatz, Probleme, ...
- Besonderheiten dokumentieren: Rückstau, Hagel, Verlegung durch Mähgut, ...

10 Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen der vorliegenden Flussgebietsuntersuchung für Königsbach fand in einem ersten Schritt eine umfassende Bestandsanalyse des derzeitigen HW-Schutzes für die Hauptgewässer Kämpfelbach, Ramsbach, Traisbach und Frontalgraben statt.

Aktualisiert wurde hierzu das bestehende hydrologische Flussgebietsmodell des Pfnztals im rund 69 km² großen Gesamteinzugsgebiet des Kämpfelbachs. Damit liegen für den Untersuchungsraum Königsbach Informationen (HQ_T-Werte) zu den aktuell entlang der Gewässer bzw. aus den Hangflächen auftretenden Wassermengen vor.

Um im Rahmen einer Bestandsanalyse Aussagen zu den bei einem T-jährlichen Hochwasser auftretenden Wasserständen (Überflutungen) machen zu können werden hydraulische Berechnungen benötigt. Auf Grund der im Ortsbereich von Königsbach vorliegenden komplexen Verhältnisse (Abflussaufteilung, Ausbordungen, ...) wurde im Gegensatz zur Erstellung der HWGK entschieden die hydraulischen Berechnungen mittels hydraulischen 2D-Strömungsmodellen durchzuführen. So wurden für den Kämpfelbach, den Ramsbach und den Frontalgraben auf aktuellen Vermessungsdaten / DGM basierende, neue hydraulische 2D-Strömungsmodelle aufgebaut und angepasst. Lediglich im Bereich des Retentionsraumes Plötzer konnte auf das aus der HWGK bestehende hydraulische 2D-Strömungsmodell zurückgegriffen werden. Im Bereich des Kämpfelbachs im UW der Einmündung des Frontalgrabens wurde aus Gründen seines einfacheren Gewässersystems (lineare Struktur) auf das aus der HWGK bestehende 1D-Strömungsmodell zurückgegriffen.

Auf Grundlage der aus dem hydrologischen Flussgebietsmodell vorliegenden HW-Abflüsse von Ereignissen unterschiedlicher Wiederkehrzeiten (Jährlichkeiten) fanden für den Ist-Zustand hydraulische Nachrechnungen für alle 5 Gewässer statt. Die Darstellung erfolgte in Form von Überflutungskarten und HW-Längsschnitten. Dies ermöglichte im Rahmen einer Bestandsanalyse eine Abschätzung der derzeitigen Gefährdungssituation.

Anmerkung: Der Ramsbach wird ab dem Ortsrand von Königsbach verdolt abgeführt. Für diese Strecke des Gewässers fanden daher ergänzende Berechnungen mit einem Kanalnetzmodell statt.

Die Bestandsanalyse zeigt, dass in Königsbach mit ersten Überlastungen ab ca. 20-jährlichen Hochwassern zu rechnen ist. Bei höheren Jährlichkeiten kommt es zu Überlastungen an allen 3 Hauptgewässern (Kämpfelbach, Ramsbach, Frontalgraben). Im Falle großer Hochwasser (z.B. T = 100a) treten dabei massive Überflutungen in der Ortslage auf. Da die Gewässer innerorts teilweise verdolt sind, kann bei einer Überlastung das ausgebordete Wasser nur noch in geringem Maße in die verdolten Gewässer zurückfließen und wird den Gefälleverhältnissen folgend durch die Bebauung abströmen. Dies führt zu großräumigen innerörtlichen Überflutungen.

Die Bestandsanalyse zeigt damit, dass der für Innerortsbereiche i.d.R. angestrebte 100-jährliche HW-Schutz in Königsbach bei weitem nicht erreicht wird. Es ist davon auszugehen, dass sich durch die Folgen der Klimaänderung der unzureichende HW-Schutz zukünftig weiter reduzieren wird. Eine Verbesserung des HW-Schutzes ist daher für die Ortslage Königsbach anzustreben.

Das Vorliegen eines unzureichenden HW-Schutzes zeigen auch die in der jüngsten Vergangenheit aufgetretenen Schadensereignisse (1993, 2013). Zusammenfassend zeigen die Nachrechnungen von statistischen HW-Ereignissen (Bestandsanalyse) ebenso wie die in der Vergangenheit aufgetretenen Schadensereignisse, dass in Königsbach bereits bei Ereignissen mittlerer Jährlichkeiten mit Schäden zu rechnen ist, so dass ein Handlungsbedarf zur Verbesserung des HW-Schutzes besteht.

Entwickelt wurde eine HW-Schutzkonzeption, nach deren Umsetzung in Königsbach entlang der Hauptgewässer ein Schutz vor 100-jährlichen HW-Ereignissen hergestellt wird. Die entwickelte HW-Schutzkonzeption sieht keinen Neu- oder Umbau der drei am Ramsbach gelegenen Hochwasserrückhaltebecken (HRB I, HRB II, HRB III), jedoch lokale HW-Schutzmaßnahmen an den 3 Hauptgewässern vor. Die Gesamtkosten der HW-Schutzkonzeption wurden auf ca. 4 Mio. EUR geschätzt.

Strebt die Gemeinde eine Umsetzung der HWS-Maßnahmen an, so sollte als nächster Bearbeitungsschritt geprüft werden, ob eine Förderung der Maßnahmen durch das Land möglich ist. Voraussetzung hierfür ist der Nachweis von deren Wirtschaftlichkeit im Rahmen einer Nutzen-Kosten-Untersuchung. Da es sich um eine bezüglich der Maßnahmen aufeinander abgestimmte Gesamtlösung handelt, sollte die Nutzen-Kosten-Untersuchung (NKU) entsprechend für die Gesamtkonzeption „HWS Königsbach-Stein“ erfolgen. Eine entsprechende NKU wurde von der Gemeinde bereits beauftragt und wird in einem getrennten Erläuterungsbericht dokumentiert.

Im Falle einer Umsetzung der Maßnahmen sind diese nicht zeitgleich herstellbar (Kosten, Planung, Einsprüche, Grunderwerb, Absprache mit Anliegern, ...). Als einer der nächsten Bearbeitungsschritte sollte daher eine Priorisierung der Maßnahmen erfolgen. Zu berücksichtigen sind dabei Aspekte wie die Ergebnisse der HRB-Sicherheitsüberprüfung, der in den einzelnen Teilbereichen derzeitige HW-Schutzgrad und das vorliegende Schadenspotenzial sowie die zu erwartenden Kosten und die zeitliche Realisierbarkeit.

Ergänzend zur vorliegenden FGU findet derzeit eine Machbarkeitsstudie zur möglichen HW-Schutzkonzeption Fallfeld statt, bei der auch Siedlungswasserwirtschaftliche Aspekte berücksichtigt werden. Diese wurde von der Gemeinde bereits beauftragt und wird in einem getrennten Erläuterungsbericht dokumentiert.

Zusammenfassend (Ausblick) sind damit für Königsbach-Stein folgende weitere Schritte anzustreben:

- Machbarkeitsstudie HWS-Fallfeldgraben (In Bearbeitung)
- Nutzen-Kosten-Untersuchung der HWS-Konzeption Stein (In Bearbeitung)
- Erstellung eines HWAE-Planes (In Bearbeitung)
- Erstellung einer Prioritätenliste der HWS-Gesamtkonzeption Königsbach-Stein
- Planung des ersten Maßnahmenpakets aus der vorgeschlagenen Prioritätenliste
- Antrag auf Förderung der HWS-Gesamtkonzeption Königsbach-Stein
- Beginn der Umsetzung der HWS-Maßnahmen

Quellenverzeichnis

- [1] Bayerisches Landesamt für Umwelt und WBW (2012): Gewässerunterhaltung - der richtige Umgang mit dem Hochwasser, 2012
- [2] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2015): Hochwasserschutzfibel, Objektschutz und bauliche Vorsorge, 2015
- [3] BWK und DWA (2013): Starkregen und urbane Sturzfluten – Praxisleitfaden zur Überflutungsvorsorge, BWK-Fachinformation 1/2013, 2013
- [4] DVWK (1991): "Starkniederschläge in der Bundesrepublik Deutschland. Erläuterungen und Ergänzungen zu KOSTRA". DVWK Schriften, Heft 97
- [5] DWA (2015): Merkblatt DWA-M 522 Kleine Talsperren und kleine Hochwasserrückhaltebecken. Hennef, 2015
- [6] DWA (2015): Wasserrückhalt in der Fläche durch Maßnahmen in der Landwirtschaft – Bewertung und Folgerungen für die Praxis, DWA-Themen T5/2015, 2015
- [7] DWD (1997): Starkniederschlagshöhen für die Bundesrepublik Deutschland, Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach, 1997
- [8] DWD (2005a): KOSTRA-DWD-2000, Starkniederschlagshöhen für Deutschland (1951-2000), Grundlagenbericht. Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach, 2005
- [9] DWD (2005b): KOSTRA-DWD-2000, Starkniederschlagshöhen für Deutschland (1951-2000), Fortschreibungsbericht. Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach, 2005
- [10] DWD (2017): KOSTRA-DWD-2010R, Bericht zur Revision der koordinierten Starkregenregionalisierung und -auswertung des Deutschen Wetterdienstes in der Version 2010. Offenbach 2017
- [11] IBH und WBW (2013): Starkregen, Was können Kommunen tun?, 2013
- [12] Ingenieurbüro Gebler (2006): Ausführungsplanung, Umgestaltung des Absturzes im Kämpfelbach oberhalb der Kämpfelbachbrücke Walter-Rathenau-Straße in Königsbach-Stein, Walzbachtal, August 2006
- [13] Ingenieurbüro Gebler (2007): Genehmigungsplanung, Umgestaltung alter Pegel am Kämpfelbach in Königsbach-Stein, Walzbachtal, Dezember 2007
- [14] Ingenieurbüro Muff-Hohmann (2002): Ausbau des Mühlbachs im OT Stein, Tektur zum Planfeststellungsverfahren, Remchingen, 2002
- [15] KIT/IWG, Ihringer (2005): Softwarepaket FGM, Karlsruhe 2005
- [16] KIT/IWG, Ihringer (2016): KOSTRA-DWD-2010, Bewertung im Hinblick auf die wasserwirtschaftliche Bemessungspraxis, HY 16/3. Karlsruhe 2016
- [17] KIT/IWG, Ihringer (2017): KOSTRA-DWD-2010R, Bewertung der überarbeiteten Version. Karlsruhe 2017

- [18] Krimly, T. und Dabbert, S. (2015): Landwirtschaftlicher Hochwasserschutz, Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre (410a), Universität Hohenheim, 2015
- [19] Land Baden-Württemberg, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft (2017a): Schreiben an die Regierungspräsidien, Landratsämter, Stadtkreise und LUBW. Handlungsempfehlung zu KOSTRA-DWD-2010. Stuttgart 2017
- [20] Land Baden-Württemberg, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft (2017b): Schreiben an die Regierungspräsidien, Landratsämter, Stadtkreise und LUBW. Handlungsempfehlung zu KOSTRA-DWD-2010 Revision. Stuttgart 2017
- [21] Land Baden-Württemberg (2019): Arbeitshilfe zur Bewertung von Hochwasserschutzmaßnahmen in Baden-Württemberg . Wiesbaden und München 2019
- [22] LfU (2005): Festlegung des Bemessungshochwassers für Anlagen des technischen Hochwasserschutzes, Karlsruhe 2005
- [23] LUBW (2007): Arbeitshilfe zur DIN 19700 für Hochwasserrückhaltebecken. 1. Auflage, Karlsruhe 2007
- [24] LUBW (2012): Hinweise zu „Stauanlagen von untergeordneter Bedeutung“ – Definition, Anforderungen und Umgang, Karlsruhe 2012
- [25] LUBW (2013): Kurzbericht zum Hochwasser Mai / Juni 2013 auf Basis von Rohdaten, Karlsruhe 2013
- [26] LUBW (2015): Merkblatt Gefahrenabwehr bei Bodenerosion, Karlsruhe 2015
- [27] LUBW und WBW (2015): Gewässerschau - mehr als eine Pflichtaufgabe, Karlsruhe 2015
- [28] LUBW (2016): Leitfaden Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg, Karlsruhe 2016
- [29] C. Lüdtke, Ingenieurbüro für Garten- und Landschaftsplanung (2003): Gewässerentwicklungsplan Königsbach-Stein, Neckargemünd, 2003
- [30] C. Lüdtke, Ingenieurbüro für Garten- und Landschaftsplanung (2004): Gewässerentwicklungs-konzept Kämpfelbach, Neckargemünd, 2004
- [31] Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg, WBW und LUBW : Dokumentation von Hochwasserereignisse und Setzen von Hochwassermarken, 2014
- [32] Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg (a): Nach dem Hochwasser - Maßnahmen in der Landwirtschaft, Maßnahmen auf Grünland und im Feldfutterbau, Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg, 2015
- [33] Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg (b): Nach dem Hochwasser - Langfristige Beeinträchtigungen durch Schadstoffe - mögliche Rekultivierungsmaßnahmen, Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg, 2015
- [34] Norm DIN 19700-10:2007, Stauanlagen Teil 10: Gemeinsame Festlegungen
- [35] Norm DIN 19700-11:2007, Stauanlagen Teil 11: Talsperren
- [36] Norm DIN 19700-12:2007, Stauanlagen Teil 12: Hochwasserrückhaltebecken

- [37] Stadt Karlsruhe (2010): Schutz vor Kellerüberflutung, Tiefbauamt, Karlsruhe 2010
- [38] H.-R. Verworn (2008): Flächenabhängige Abminderung statistischer Regenwerte - KW-Korrespondenz Wasserwirtschaft, 1, H.9, 493-498,2008
- [39] WALD+CORBE (1995): „Flussgebietsuntersuchung für den Pfinz-Oberlauf, Erstellung einer Hochwasserschutzkonzeption für die Gemeinde Remchingen“, Hügelsheim 1995
- [40] WALD+CORBE (2001a): Flussgebietsuntersuchung Kämpfelbach, Erstellung einer Hochwasserschutzkonzeption für das Einzugsgebiet des Kämpfelbaches, (Ortslagen Remchingen und Königsbach-Stein), Hügelsheim 2001
- [41] WALD+CORBE (2001b): Hochwasserschutz am Kämpfelbach, Lokale Maßnahmen OT Singen, Bau einer Flutmulde, -Genehmigungsplanung-, Hügelsheim 2001
- [42] WALD+CORBE (2005): Erweiterung des Gewerbegebietes Mitteltal, Hügelsheim 2005
- [43] WALD+CORBE (2011): Neubaugebiet „Am Finkenweg“, Antrag zum Bau und Betrieb von abwassertechnischen Anlagen gemäß § 45e Wassergesetz für Baden – Württemberg sowie die wasserrechtliche Erlaubnis gemäß § 8 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) i.V. mit § 57 WHG, Hügelsheim 2011
- [44] WALD+CORBE (2012a): Aktualisierung des hydrologischen Flussgebietsmodells für den Pfinzoberlauf (TBG 352) und Bereitstellung von HQ_T -Werten für die HWGK-Berechnungen, - Flussgebietsmodell Pfinztal -, Hügelsheim 2012
- [45] WALD+CORBE (2012b): Aktualisierung des hydrologischen Flussgebietsmodells für den Pfinzoberlauf (TBG 352), HW-Gefährdung im Bereich des Kämpfelbachoberlaufes, Hügelsheim 2012
- [46] WALD+CORBE (2014a): Aktualisierung der Flussgebietsuntersuchung Pfinzoberlauf im Bereich von Remchingen, Hügelsheim 2014
- [47] WALD + CORBE (2014b): Genehmigungsplanung, Sondergebiet Allmendwiesen, Neubau Brücke über den Kämpfelbach, Hügelsheim, September 2014
- [48] WALD+CORBE (2015a): Hydrologische und hydraulische Berechnungen im TBG 352 Pfinz, Kraichbach, Katzbach, Kleiner Bach, Leimbach, Hügelsheim 2015
- [49] WALD+CORBE (2015b): Hochwasserschutz Siemensstraße und Brückenrückbau Bruchbach, Planung, Vermessungsdaten, Längsschnitte, Hügelsheim 2015
- [50] WALD+CORBE (2016): Aktualisierung der Flussgebietsuntersuchung Pfinztal im Bereich von Kelttern, Hochwasserschutzkonzeption, Hügelsheim 2016
- [51] WALD+CORBE (2017a): Sicherheitsüberprüfung von 8 Hochwasserrückhaltebecken in Königsbach-Stein, Hügelsheim 2017
- [52] WALD+CORBE (2017b): Flussgebietsuntersuchung für das Einzugsgebiet des Bruchbachs - Ortslage Stein -, Hügelsheim 2017
- [53] WALD+CORBE (2018a): Sicherheitsüberprüfung von 3 Hochwasserrückhaltebecken in Eisingen, Hügelsheim 2018

[54] WALD+CORBE (2018b): Nutzen-Kosten-Untersuchung für die Maßnahmen der Hochwasserschutzkonzeption Stein, Hügelsheim 2018

[55] WALD+CORBE (2019): Aktualisierung der FGU-Pfanz für Kelttern im Bereich der beiden Ortsteile Weiler und Niebelsbach, Hügelsheim 2019

[56] WALD+CORBE (2020a): Fallstudie: Prüfung Ableitungsmöglichkeiten für das ggf. erforderliche HRB Fallfeld bzw. den Fallfeldgraben, Hügelsheim 2020, unveröffentlicht

[57] WALD+CORBE (2020b): Nutzen-Kosten-Untersuchung der HWS-Konzeption Königsbach-Stein, Gesamtkonzeption, Hügelsheim 2020, unveröffentlicht

[58] WBW (2006): In 5 Schritten zum Hochwasseralarm- und Einsatzplan, 2006

[59] WBW (2011): Gewässerunterhaltung als wichtiger Beitrag zur Hochwasservorsorge, 2011

[60] WBW und LUBW (2015): Gewässerrandstreifen in Baden-Württemberg, 2015

[61] WBW (2015): Gewässerschau - mehr als eine Pflichtaufgabe, 2015

[62] WBW (2015): Hochwasser-Risiko-bewusst planen und bauen, 2015

[63] WBW (2016): Risiko durch Starkregen Vorsorgen, Agieren, Nachsorge, Präsentation, PPT-Präsentation von H. Göppert, WBW Leitfaden Starkregen, 2016