

Bericht

Integrales Hochwasserschutz- und Rückhaltekonzept für den Markt Sulzbach a. Main

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

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

Auftraggeber

Markt Sulzbach a. Main
Hauptstraße 36
63834 Sulzbach a. Main



Auftragsnummer

38221

Landshut, den 12. September 2025

Verfasser

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'A. Merle'.

M. Sc. Alexander Merle

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'F. Barnerßoi'.

Dipl.-Ing. Florian Barnerßoi

Inhaltsverzeichnis

1	Verwendete Unterlagen, Daten und Programme	5
2	Allgemeine Verhältnisse und Grundlagen.....	6
3	Gewässerkundliche Grundlagen – Niederschlag-Abfluss-Simulation.....	7
3.1	Niederschlag – Abfluss - Modell	8
3.2	Niederschlagsdaten u. Modellkenngrößen	8
3.3	Ergebnis der Abflusssimulation	9
3.3.1	HQ ₁₀₀	9
3.3.2	HQ ₁₀₀ +15%	13
3.3.3	HQ _{extrem} (HQ _{1.000})	14
3.3.4	HQ _{häufig}	16
4	Vermessung Sodener Bach.....	17
4.1	Detailplanung Vermessung	17
4.1.1	Allgemeine Anforderungen.....	17
4.1.2	Geplanter Vermessungsumfang.....	17
4.1.3	Übergebene Daten.....	17
4.2	Vermessung.....	17
4.2.1	Vermessungsgrundlagen	18
5	Überschwemmungsgebietsermittlung im Ist-Zustand	19
5.1	Verwendetes Programm.....	20
5.2	Erstellung des 2D-Modells für den Sodener Bach	20
5.2.1	Modellumgriff	21
5.2.2	Flussschlauchmodell.....	21
5.2.3	Vorlandnetz.....	21
5.2.4	Bauwerke	23
5.2.4.1	Brücken.....	23
5.2.4.2	Durchlässe	25
5.2.4.3	Abstürze.....	26
5.2.5	Materialbelegung	26
5.3	Modellrandbedingungen (Gesamtmodell).....	27
5.3.1	Modellzuflüsse	28
5.3.2	Ausflussrand, unterstromige Randbedingung.....	30
5.4	Rechenparameter	30
5.5	Sensitivitätsanalyse.....	31

5.6	Ergebnisdarstellung	32
5.7	Ergebnis der Berechnung.....	33
6	Zielvorstellung	35
6.1	Hochwasserschutz	35
6.2	Ökologie.....	35
7	Vorbereitende Untersuchungen – Problemanalyse.....	35
7.1	Wasserspiegellagenberechnungen	36
7.2	Leistungsfähigkeit	36
7.2.1	Sulzbach	36
7.2.2	Soden	38
7.3	Defizitanalyse.....	40
7.3.1	Hochwasserschutz	40
7.3.2	Ökologie.....	41
8	Zusammenstellung der Varianten	43
8.1	Einzelmaßnahmen	43
8.1.1	Mögliche Einzelbausteine (Module).....	43
8.1.2	Negativauswahl.....	48
8.1.3	Bewertung der Maßnahmenwirkung.....	51
8.2	Natürlicher Rückhalt.....	52
8.3	Entwicklung und Untersuchung der Varianten.....	53
8.3.1	Allgemeines	53
8.3.2	Variante 1: Schwerpunkt maximaler Rückhalt	58
8.3.3	Variante 2: Schwerpunkt hoher technischen Ausbau mit Rückhaltemaßnahme	61
8.3.4	Wirkung der Varianten	64
8.3.4.1	Hochwasserschutz	64
8.3.4.2	Ökologie.....	65
8.3.4.3	Integrale Wirkung von Rückhaltemaßnahmen.....	67
8.3.4.4	Landschaftsbild	68
8.3.4.5	Ortsbild	68
8.3.4.6	Wirtschaftlichkeit	68
8.3.4.7	Bauliche Komplexität.....	69
8.3.5	Kostenschätzung	69
8.3.6	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.....	70
8.3.6.1	Ermittlung Nutzen bzw. vermiedener Schaden	72
8.3.6.2	Ermittlung Kosten.....	73

8.3.6.3	Ergebnis.....	74
9	Geplantes Vorhaben – Ableitung der Vorzugsvariante	76
9.1	Ableitung der Vorzugsvariante	76
9.2	Technische Gestaltung – Darstellung der Vorzugsvariante	76
10	Vorschlag Hochwasservorsorgemaßnahmen	78
10.1	Flächenvorsorge	78
10.2	Bauvorsorge.....	78
10.3	Informations- und Verhaltensvorsorge.....	78
10.4	Eigenvorsorge.....	78
11	Überschwemmungsgebietsermittlung der Vorzugsvariante	80
11.1	Ergebnisdarstellung	80
11.2	Ergebnis der Berechnung.....	80
12	Sonstige Erläuterungen	81
12.1	Regelung für Bedienung, Überwachung und Unterhalt.....	81
12.2	Vorstellungen über die Finanzierung	81
12.3	Voraussetzungen für den Erfolg des Hochwasserschutzkonzepts...	81

1 Verwendete Unterlagen, Daten und Programme

- [1] Nujic, M.: Praktischer Einsatz eines hochgenauen Verfahrens für die Berechnung von tiefengemittelten Strömungen, Mitteilungen des Instituts für Wasserwesen der Universität der Bundeswehr München, Nr. 64, 1999.

- [2] Hydrotechnische Berechnungen im Einzugsgebiet des Sulzbachsystems, Heft 1: Niederschlag-Abfluss-Simulation Wasserwirtschaftsamt Aschaffenburg, 2015

- [3] Hydrotechnische Berechnungen im Einzugsgebiet des Sulzbachsystems, Heft 2: Niederschlag-Abfluss-Simulation Wasserwirtschaftsamt Aschaffenburg, 2015

- [4] Handlungsanleitung zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung bei Hochwasserschutzmaßnahmen, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Stand Oktober 2018.

- [5] DIN 19661-1 Wasserbauwerke, Teil 1: Kreuzungsbauwerke Durchleitungs- und Mündungsbauwerke, Stand Juli 1998

- [6] DIN 19712, Hochwasserschutzanlagen an Fließgewässern, Stand Januar 2013

- [7] Gew. III, Sulzbach mit Zuflüssen -Hochwasserschutzkonzept im Einzugsgebiet des Sulzbach / Leidersbach in der Gemeinde Sulzbach, SKI GmbH + Co.KG, Stand August 2010

- [8] Gewässerentwicklungskonzept Markt Sulzbach am Main, Trölenberg + Vogt, Stand August 2010

- [9] „Haus Sulzbach“ Bahnhofstraße 1, Tropp Plan, Stand Oktober 2023

2 Allgemeine Verhältnisse und Grundlagen

Der Sulzbach, der Wachenbach, der Leidersbach und der Sodener Bach sind Gewässer III. Ordnung. Die Unterhaltungslast obliegt gem. Art. 22 (1) 3. BayWG der Marktgemeinde Sulzbach am Main.

Im Jahr 2010 wurde bereits durch die SKI GmbH + Co.KG ein integrales Hochwasserschutz- und Rückhaltekonzept für das Einzugsgebiet des Sulzbaches erarbeitet. Mittlerweise ist bekannt, dass die Oberliegergemeinde Leidersbach die dort vorgesehenen Hochwasserrückhaltemaßnahmen nicht umsetzen wird. Daher ist eine Überarbeitung des Konzeptes erforderlich.

Mit Auftragsschreiben vom 14.01.2023 wurde die SKI GmbH + Co.KG durch die Gemeinde Sulzbach am Main mit einer Überarbeitung des integralen Hochwasserschutzkonzeptes beauftragt.

Das Projektgebiet umfasst das komplette Einzugsgebiet des Sulzbach bis zur Mündung in den Main (s. Abbildung 1). Der Hauptarm des Sulzbachs wird durch den Leidersbach gespeist. Unmittelbar oberstrom von Sulzbach münden der aus dem Sodener Tal kommende Sodener Bach sowie der Wachenbach in den Sulzbach.

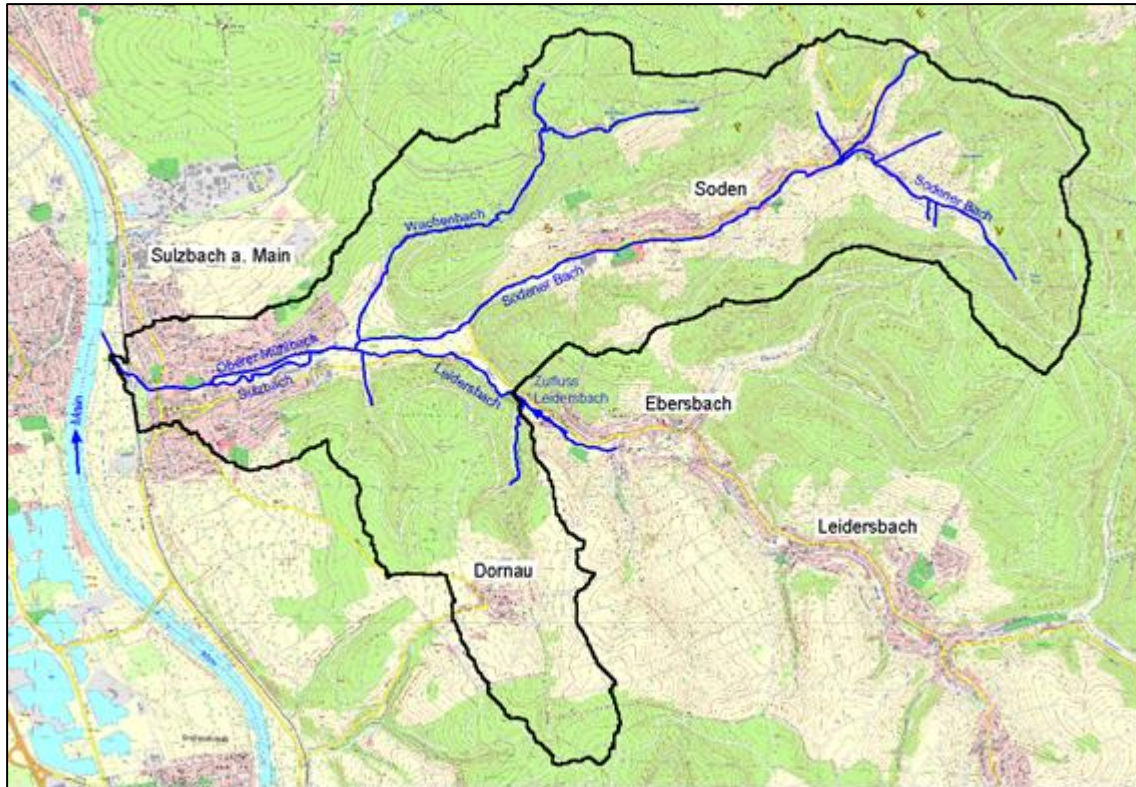


Abbildung 1: Projektgebiet

Bei vergangenen Hochwasserereignissen waren der Ortsbereich von Sulzbach, die Ortsteile Soden und Dornau sowie die Buchenmühle an der Spessartstraße von Hochwasser betroffen. Im Hochwasserschutzkonzept sollen die Möglichkeiten für einen Schutz der bebauten Gebiete gegen ein 100-jährliches Hochwasser aufgezeigt werden. Sinnvolle Einzelmaßnahmen für einen Hochwasserrückhalt und einen technischen Hochwasserschutz werden zu mehreren Varianten zusammengefasst. Nach einer Bewertung dieser Varianten wird daraus eine Vorzugsvariante entwickelt. Anschließend wird die Wirksamkeit der Vorzugsvariante anhand einer 2d-Wasserspiegellagenberechnung nachgewiesen und die für die Verwirklichung der Maßnahmen anfallenden Kosten abgeschätzt.

3 Gewässerkundliche Grundlagen – Niederschlag-Abfluss-Simulation

Zur Bearbeitung des vorliegenden Konzeptes wurde auf die Berechnungsergebnisse des bestehenden Niederschlag-Abfluss-Modell des Wasserwirtschaftsamtes (WWA) Aschaffenburg [3] zurückgegriffen. Dieses NA-Modell wurde im Zuge der Erstellung der Hochwassergefahrenkarten im Jahr 2015 aufgestellt und umfasst das gesamte Einzugsgebiet des Sulzbaches (s. Abbildung 2).

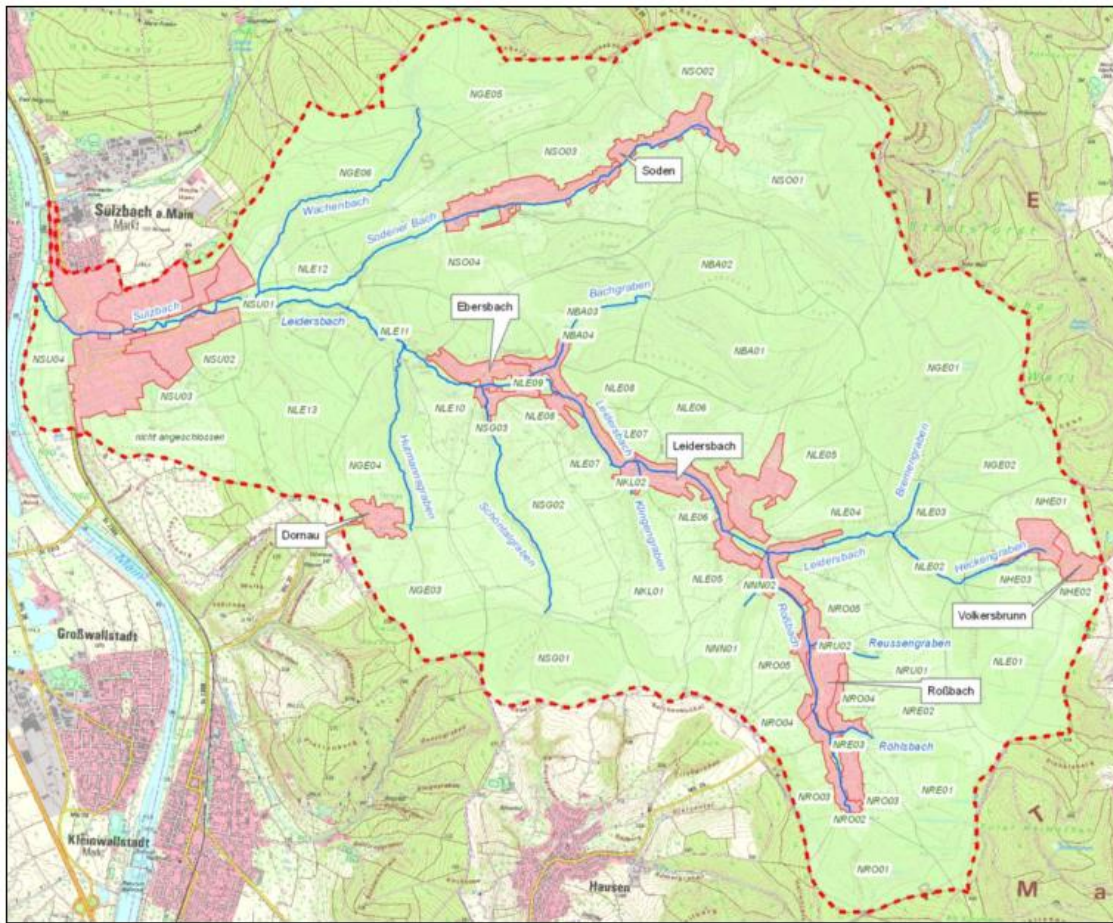


Abbildung 2: Einzugsgebiet Sulzbach (rd. 40,6km²) [3]

3.1 Niederschlag – Abfluss - Modell

Für die Erläuterung der zur Grunde liegenden Datenbasis und der Vorgehensweise bei der Modellerstellung des Niederschlag-Abfluss-Modell wird auf den zugehörigen Erläuterungsbericht [3] verwiesen.

3.2 Niederschlagsdaten u. Modellkenngrößen

Die Systembelastung des zugrunde gelegten Niederschlag-Abfluss-Modells (NA-Modell) basierte ursprünglich auf dem KOSTRA-Datensatz der Version KOSTRA-DWD 2000. Nach Vorgabe des Wasserwirtschaftsamtes (WWA) Aschaffenburg sind für die vorliegende Projektbearbeitung jedoch die derzeit aktuellsten Niederschlagsdaten der Version KOSTRA-DWD 2020 zu verwenden.

Daher wurde veranlasst, dass das Büro BGS-Wasser als Ersteller des bestehenden NA-Modells die entsprechend Niederschlagsdaten aktualisiert. Das vorhandene NA-

Modell stammt aus dem Jahr 2014 und ist somit relativ aktuell. In Abstimmung mit dem Wasserwirtschaftsamt (WWA) Aschaffenburg wurde festgelegt, dass auf eine Überprüfung und Aktualisierung der Gebietsparameter, wie etwa Änderungen in der Landnutzung oder Bebauung, verzichtet wird. Im Rahmen der Modellüberarbeitung wurde ausschließlich die Niederschlagsbelastung des KOSTRA-Datensatzes von der Version KOSTRA-DWD 2000 auf die Version KOSTRA-DWD 2020 umgestellt.

3.3 Ergebnis der Abflusssimulation

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden unter Verwendung der aktualisierten Systembelastung des bestehenden NA-Modells [3] die Abflussganglinien für verschiedene Dauerstufen berechnet. Dabei wurde eine mittenbetonte Niederschlagsverteilung im Einzugsgebiet zugrunde gelegt. Für die Projektbearbeitung stehen die ermittelten Abflussganglinien sowohl für die einzelnen Teileinzugsgebiete als auch für zuvor definierte Knotenpunkte und Transportstrecken im Gemeindegebiet des Marktes Sulzbach zur Verfügung.

3.3.1 HQ₁₀₀.

In Abbildung 2 ist das Ergebnis der berechneten Abflussganglinie für ein 100-jährliches Ereignis (HQ₁₀₀) ohne 15% Klimazuschlag für die betrachteten Dauerstufen am Gebietsauslass, der Mündung in den Main, dargestellt. Die maßgebende Dauerstufe für das gesamte Einzugsgebiet des Sulzbach beträgt $D = 6h$ bei einem Scheitelabfluss von $Q = 32,7m^3/s$.

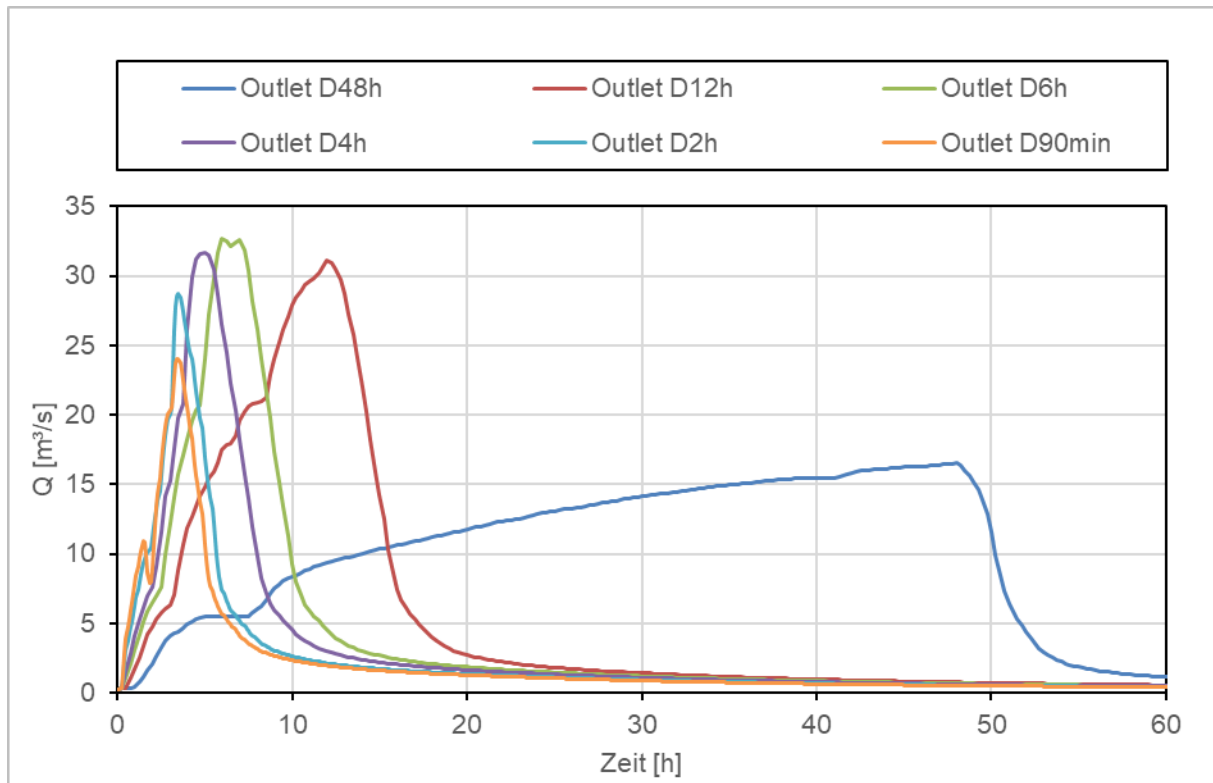


Abbildung 3: Abflussganglinie am Gebietsauslass bei HQ₁₀₀

Abbildung 4 zeigt die Abflussganglinien im Leidersbach an der Projektgebietsgrenze zur überliegenden Gemeinde Leidersbach. Für das 100-jährliche Ereignis (HQ₁₀₀) im Istzustand, ohne Berücksichtigung eines Klimazuschlags von 15%, beträgt die maßgebende Dauerstufe ebenso D = 6h. Der maximale Scheitelabfluss beträgt $Q = 21,6 \text{ m}^3/\text{s}$. Bei der Berechnung der Abflussganglinien wurde der derzeitige Istzustand betrachtet. Etwaige geplante Rückhaltemaßnahmen infolge von Hochwasserschutzkonzepten der Anliegergemeinden sind nicht in die Berechnung eingeflossen.

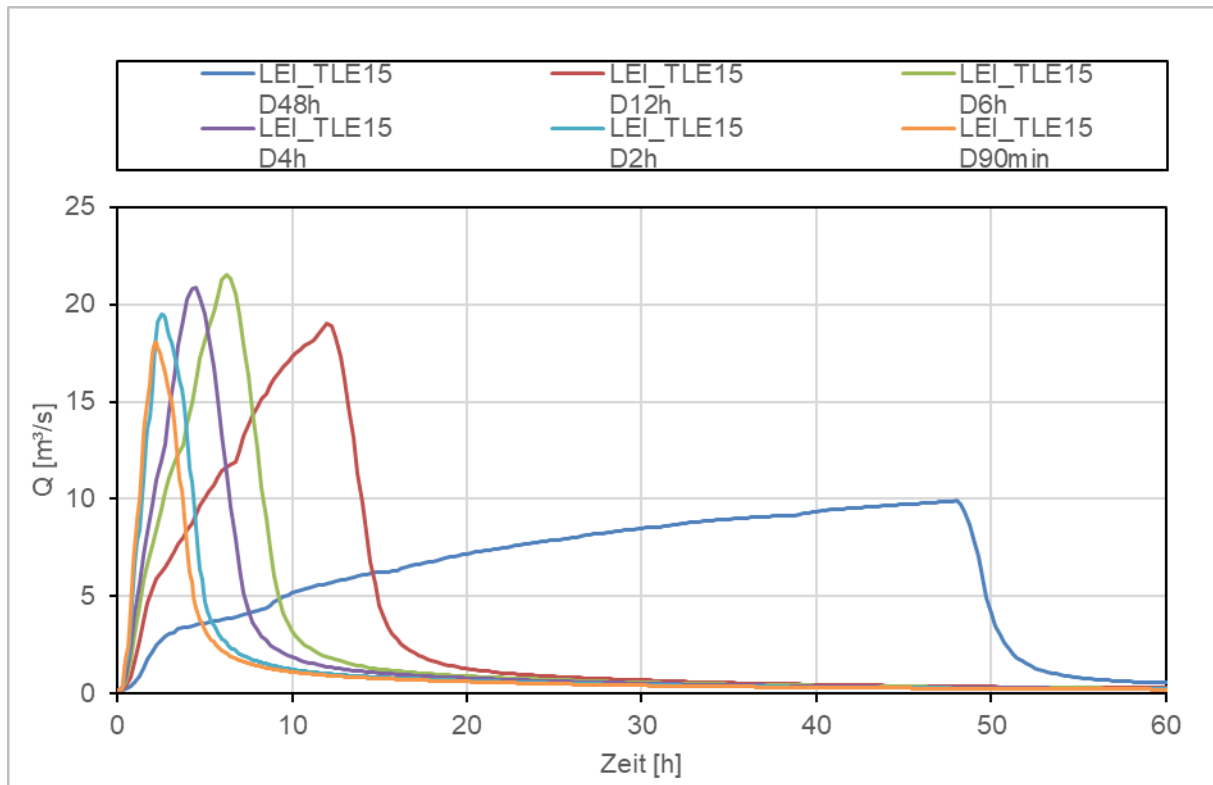


Abbildung 4: Abflussganglinie im Leidersbach an der Gemeindegrenze bei HQ_{100}

Abbildung 5 zeigt die berechneten Abflussganglinien im Sodener Bach unterstromig der Ortslage Soden. Die maßgebende Dauerstufe beträgt $D = 2$ h mit einem Scheitelabfluss von $Q = 7,8$ m³/s.

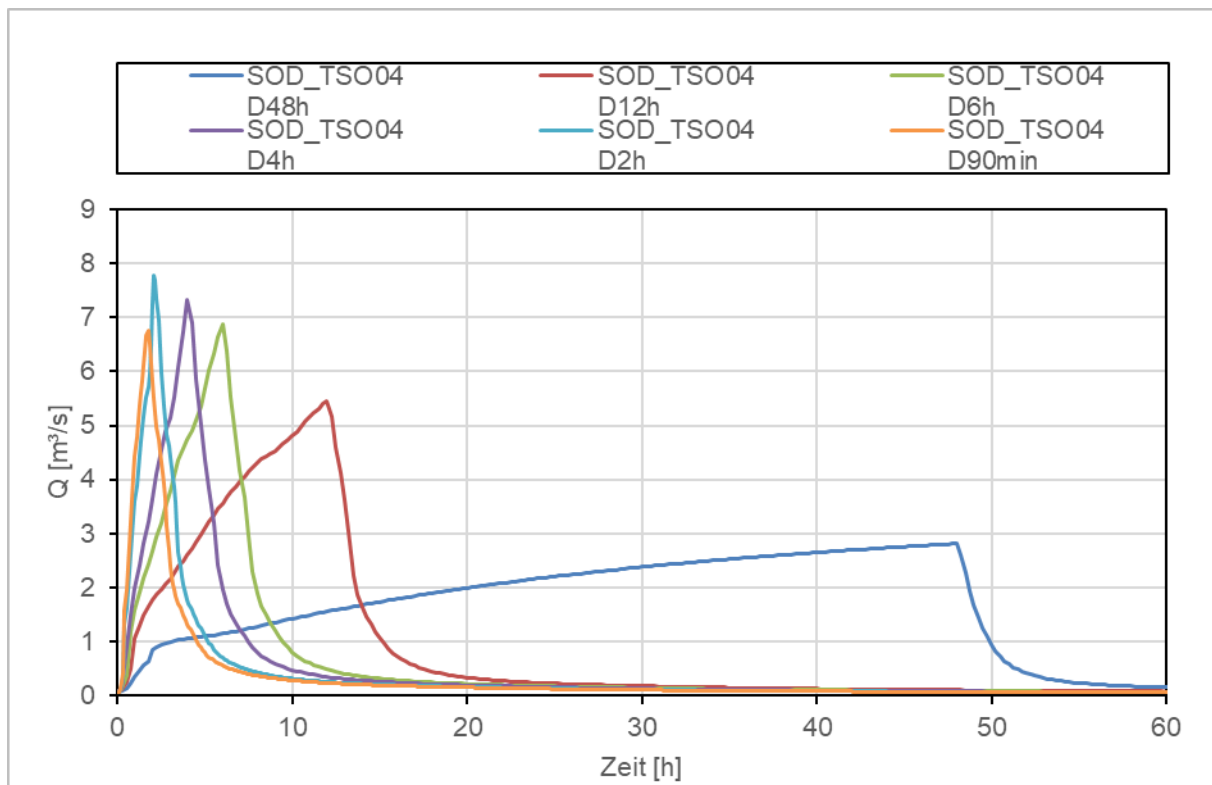


Abbildung 5: Abflussganglinie unterstrom der Ortslage Soden bei HQ_{100}

In Abbildung 6 sind für die maßgebende Dauerstufe $D = 6$ h die Abflussganglinien bei HQ_{100} im Istzustand ohne Klimazuschlag an verschiedenen Punkten im Projektgebiet dargestellt. Die Abflussganglinien der als maßgebend ermittelten Dauerstufe wurden weiterführend für die 2- dimensionale hydraulische Berechnung des Überschwemmungsgebietes im Istzustand verwendet.

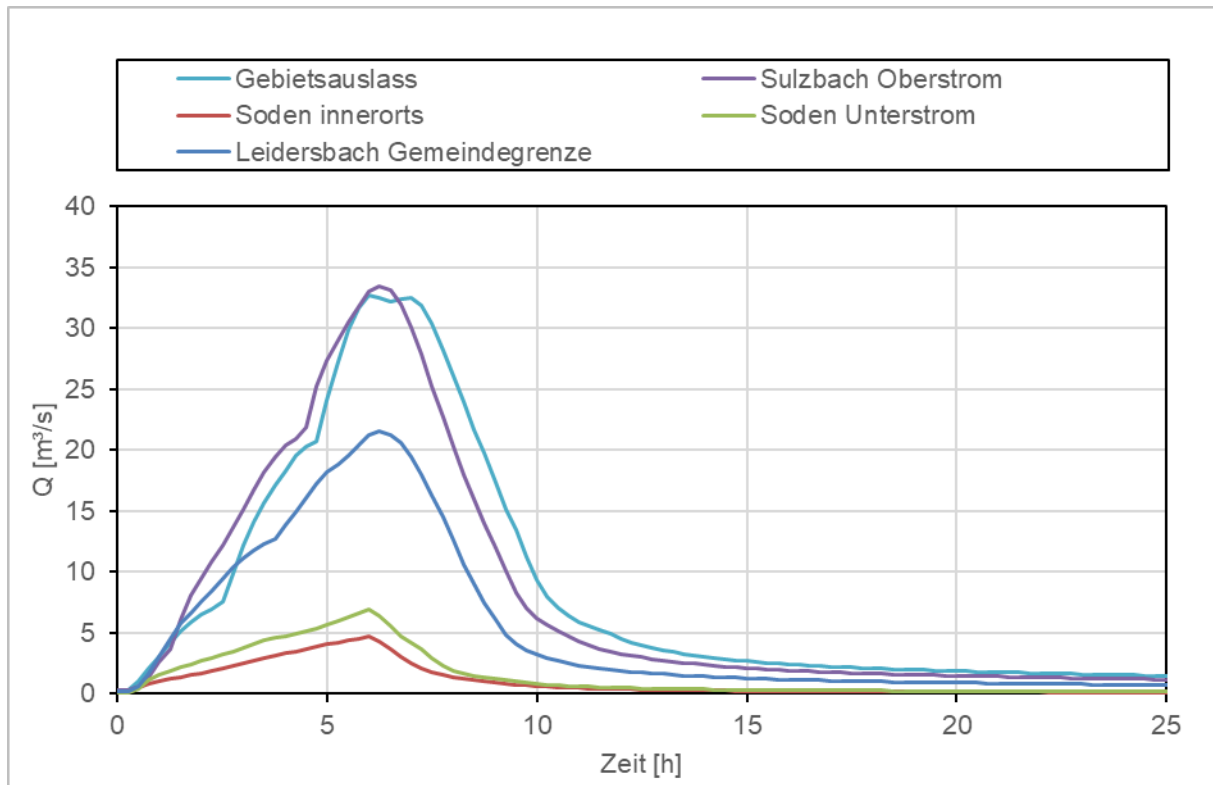


Abbildung 6: Abflussganglinien HQ₁₀₀ (D6h), Istzustand

3.3.2 HQ₁₀₀+15%

Für die zweidimensionale hydraulische Berechnung des Überschwemmungsgebiets im Planzustand sowie für die Entwicklung potenzieller Schutzmaßnahmen ist bei einem 100-jährlichen Abflussereignis ein Klimazuschlag von 15 % (HQ₁₀₀+15%) zu berücksichtigen. In Abbildung 7 sind die Abflussganglinien für die Jährlichkeiten HQ₁₀₀ und HQ₁₀₀+15% am Gebietsauslass für die maßgebenden Dauerstufe von D = 6 h dargestellt. Bei HQ₁₀₀+15% ergibt sich am Gebietsauslass, der Mündung in den Main, ein maximaler Scheitelabfluss von $Q = 37,6 \text{ m}^3/\text{s}$.

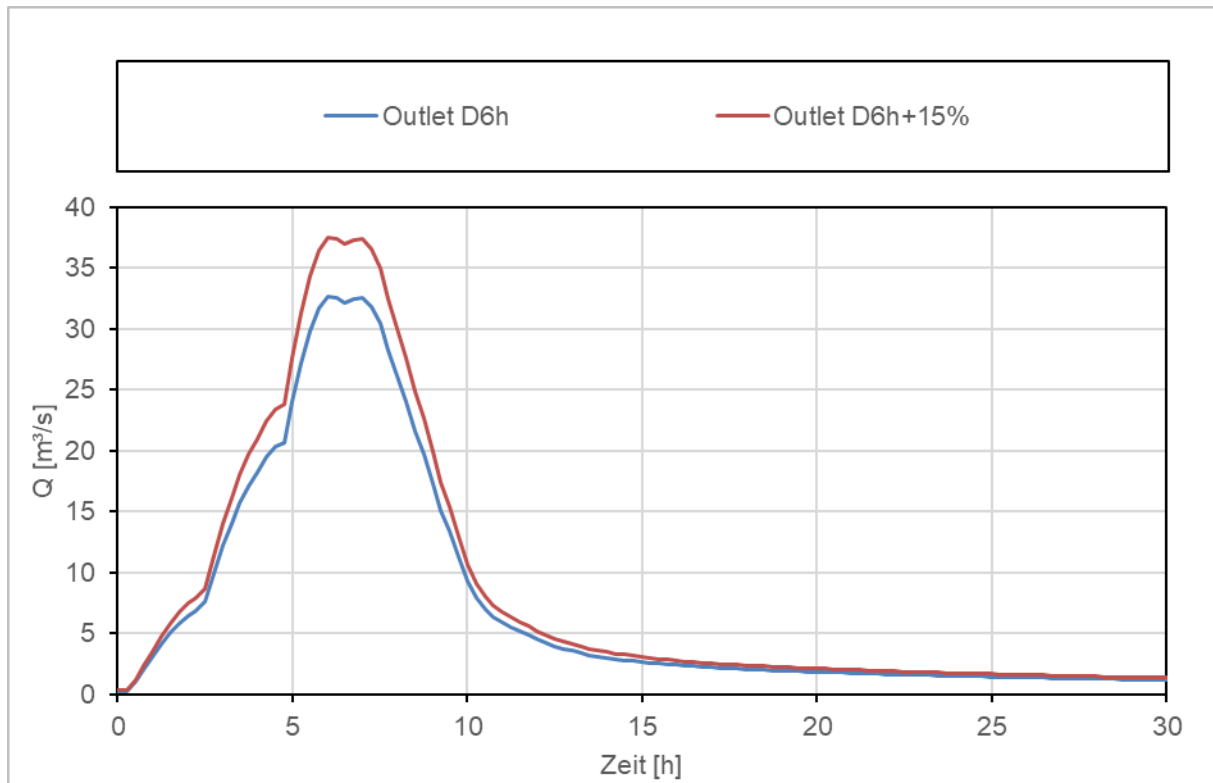


Abbildung 7: Abflussganglinien HQ_{100} und $HQ_{100}+15\%$ (D6h)

3.3.3 HQ_{extrem} ($HQ_{1.000}$)

Für die Ermittlung der Abflussganglinien bei einem HQ_{extrem} ($HQ_{1.000}$) wurden die Niederschlagsdaten nach dem Verfahren PEN-LAWA verwendet. Diese basieren auf den Kostra-DWD2000-Daten. In Abstimmung mit dem Wasserwirtschaftsamt (WWA) Aschaffenburg wurden die Ergebnisse aus PEN-LAWA mit den für $HQ_{1.000}$ nach der Kleeberg-Schumann-Formel berechneten Ergebnissen verglichen. Die maximale Abweichung zwischen den beiden Ergebnissen soll dabei 20 % nicht überschreiten.

Aus diesem Grund wurden die Scheitelabflüsse für die Abflüsse bei HQ_{extrem} gemäß der Vorgabe des WWA unter Anwendung des Verfahrens von Kleeberg & Schumann (2001) berechnet. Die berechneten Scheitelabflüsse und Abweichungen sind in Tabelle 1 aufgeführt.

$$HQ_n = MHQ + (HQ_{100} - MHQ) \times c_n$$

Abbildung 8: Formel nach KLEEBERG & SCHUMANN (2001) aus DWA-M 522

Für den mittleren Hochwasserabfluss MHQ wurden die Abflüsse für HQ_5 verwendet (HQ_2 ist nicht bekannt). Die Abflussganglinien für $HQ_{1.000}$ wurden für die Dauerstufen

4h und 6h mit den vorliegenden Abflussganglinien von HQ_{100} auf Basis der Niederschlagsdaten aus dem Kostradatensatz KOSTRA-DWD 2020 berechnet. Wie in Tabelle 1 ersichtlich wird, ist die Abweichung beider Berechnungsverfahren kleiner 10 %. Daher werden für HQ_{extrem} die auf Basis der Niederschlagsdaten nach dem PEN-LAWA Verfahren ermittelten Abflussganglinien verwendet. In Abbildung 10 sind die berechneten Abflussganglinien am Gebietsauslass dargestellt. Maßgebend wird die Dauerstufe $D = 4 \text{ h}$ mit einem Scheitelabfluss von $Q = 55,9 \text{ m}^3/\text{s}$.

n	100	200	500	1.000	5.000
c_n	1,0	1,3	1,6	1,9	2,5
ANMERKUNGEN c_n Faktor nach KLEEBERG & SCHUMANN (2001) n Jährlichkeit					

Abbildung 9: Faktoren nach KLEEBERG & SCHUMANN (2001) aus DWA-M 522

Tabelle 1: Vergleich Scheitelabflüsse für $HQ_{1.000}$

D	PEN-LAWA	Kleeberg & Schumann	Differenz	
[h]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[%]
4	55,878	50,690	5,188	9,29
6	55,496	51,832	3,664	6,60

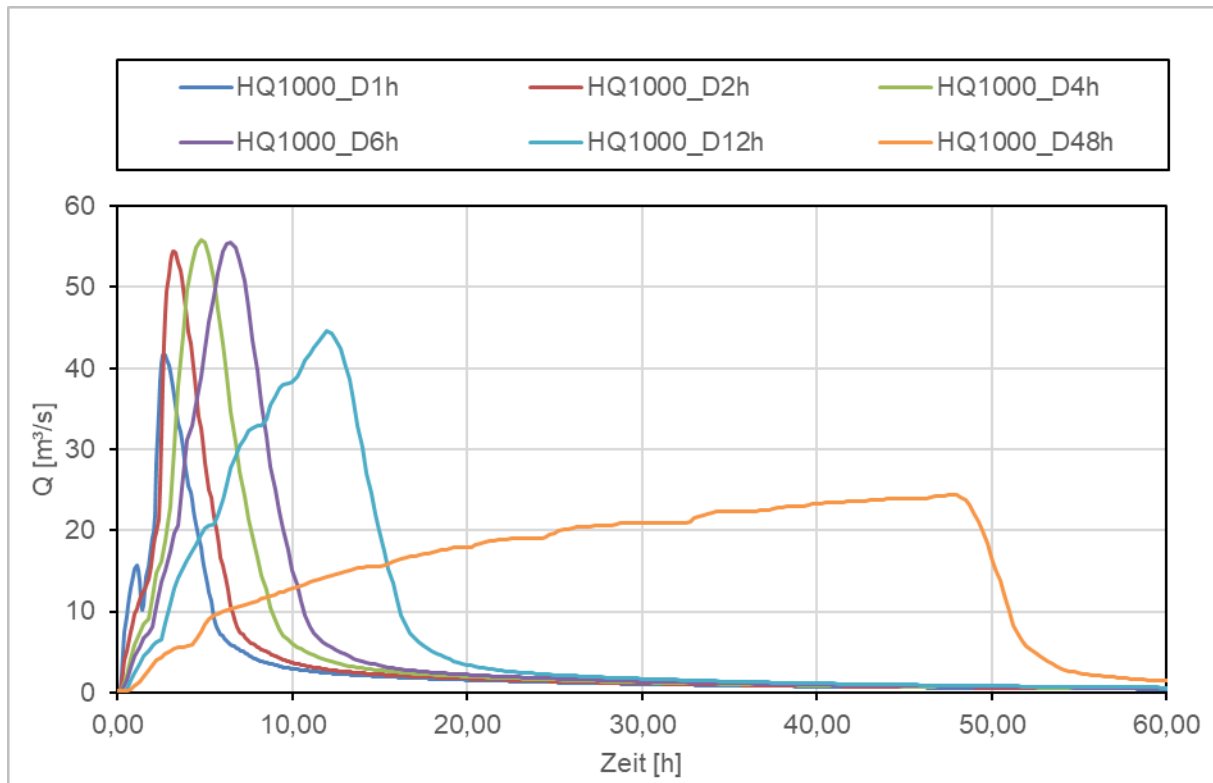


Abbildung 10: Abflussganglinien HQ_{1.000}

3.3.4 HQ_{häufig}

Durch die NA-Modellierung wurden zusätzliche Abflussganglinien für folgende häufigere Ereignisse bereitgestellt.

- HQ5, Dauerstufe 6 h
- HQ10, Dauerstufe 6 h
- HQ20, Dauerstufe 6 h

Diese häufigeren Ereignisse sind insbesondere für die im Zuge des Konzeptes erstellte Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von Interesse.

4 Vermessung Sodener Bach

Zur Erstellung des hydraulischen 2d-Modells im Bereich des Modellumgriffs (Vgl. Kapitel 5.2.1) war eine Vermessung hydraulisch relevanter Elemente erforderlich.

4.1 Detailplanung Vermessung

Die Detailplanung Vermessung wurde vom Ingenieurbüro SKI GmbH + Co. KG durchgeführt.

4.1.1 Allgemeine Anforderungen

Die Vermessung wurde auf Grundlage der Leistungsbeschreibung Vermessung des Bayerischen Landesamts für Umwelt durchgeführt.

4.1.2 Geplanter Vermessungsumfang

Gem. Detailplanung Vermessung waren folgende Objekte zu vermessen:

- Gewässerprofile
- Brückenprofile, Durchlässe
- Profile weiterer Bauwerke
- Uferlinien und Böschungsoberkanten
- Abflusswirksame Längsstrukturen

4.1.3 Übergebene Daten

Die Detailplanung Vermessung wurde dem Vermessungsbüro GEOVOGT Ingenieure GmbH als Shape-Datei übergeben.

4.2 Vermessung

Als Grundlage für die Erstellung des 2-dimensionalen hydraulischen Modells wurde von August bis Oktober 2023 eine umfangreiche Vermessung des Sodener Baches durchgeführt und diese ausgewertet. In diesem Rahmen wurden das Gewässerbett, hydraulisch relevante Bauwerke, Böschungsoberkanten, Uferlinien sowie weitere Bruchkanten und Längsstrukturen entlang der relevanten Gewässerabschnitte georeferenziert erfasst. Die Vermessung wurde durch die Firma GEOVOGT Ingenieure GmbH auf Grundlage der zuvor erstellten und mit dem Wasserwirtschaftsamt Aschaffenburg abgestimmten Detailplanung durchgeführt.

4.2.1 Vermessungsgrundlagen

Amtliches Lagekoordinatensystem: UTM 32

Amtliches Höhensystem: DHHD2016

Folgende in Tabelle 2 angegebenen Höhenfestpunkte des bayerischen Landesamtes für Breitband und Vermessung wurden bei der Gewässervermessung verwendet:

Tabelle 2: Höhenfestpunkte

Name	zE [m]	N [m]	Höhe DHDN2016
3021 5052	32516361,908	5530577,475	215,557
6021 0162	32515664,413	5527650,034	186,476
6020 5029	32510625,263	5528787,572	119,031

5 Überschwemmungsgebietsermittlung im Ist-Zustand

Eine wesentliche Grundlage für die Erstellung des Konzepts ist die Bestimmung des Überschwemmungsgebiets im Istzustand. Zu diesem Zweck sind Wasserspiegellagenberechnungen unter Anwendung von 2D-hydraulischen Modellen für das Gewässersystem des Sulzbachs durchgeführt worden.

Für die Ermittlung des Überschwemmungsgebiets wurde unter anderem das bestehende hydraulische 2D-Modell des Sulzbachs und Leidersbachs aus dem Jahr 2015 verwendet, das vom Wasserwirtschaftsamt (WWA) Aschaffenburg zur Verfügung gestellt wurde [2]. Dieses Modell deckt jedoch nicht das gesamte zu betrachtende Projektgebiet ab, insbesondere sind die Ortslage Soden und der Sodener Bach nicht im Modell enthalten. Im Rahmen der Projektbearbeitung wurde daher ein zusätzliches 2D-Modell für den Sodener Bach erstellt. In Abbildung 11 sind die Ausdehnung des bestehenden 2D-Modells (in Magenta) sowie das neu erstellte 2D-Modell für den Sodener Bach (in Rot) dargestellt.

Für die Durchführung der Berechnungen wurden die beiden 2D-Modelle zusammengeführt. Im Hinblick auf eine hohe Rechengeschwindigkeit wurde der Umfang des Gesamtmodells auf das zu betrachtende Projektgebiet beschränkt. Die Erstellung des 2D-Modells des Sodener Baches wird in Kapitel 5.2 näher erläutert. Eine detaillierte Beschreibung der zugrunde liegenden Datenbasis und der Vorgehensweise bei der Modellerstellung des ursprünglichen 2D-Modells ist im entsprechenden Erläuterungsbericht (2015) [2] zu finden.

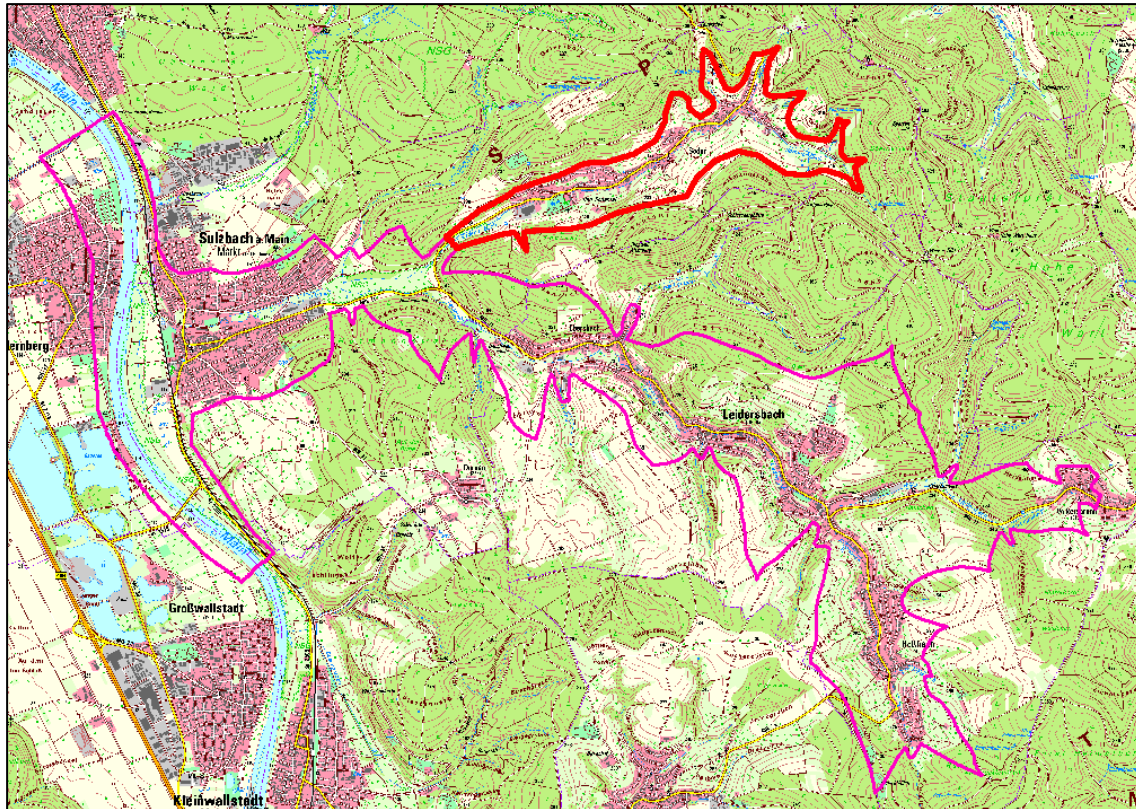


Abbildung 11: Ausdehnung 2D- Berechnungsmodelle des Sulzbachsystems

5.1 Verwendetes Programm

Für die Vergabe und Anpassung der Randbedingungen wurde die Software SMS in der Version 13.3 eingesetzt. Die Berechnungen erfolgten mit dem Programm Hydro_As-2d in der Version 6.0. Dieses Programm approximiert die Flachwassergleichungen und berechnet an jedem Netzknoten die Fließtiefe sowie die tiefengemittelte Geschwindigkeit in der horizontalen Ebene. Die Geschwindigkeit setzt sich dabei aus den orthogonal zueinanderstehenden Komponenten in der x- und y-Richtung zusammen. Die zugrunde liegenden mathematischen Grundlagen sind in Nujic (1999) [1] beschrieben. Die Auswertung der Berechnungsergebnisse erfolgte unter Verwendung der Software SMS 13.3 sowie ArcGIS 10.8.2.

5.2 Erstellung des 2D-Modells für den Sodener Bach

Im Folgenden werden die einzelnen Schritte zur Erstellung des 2D-Modells des Sodener Baches erläutert. Zunächst wird der Modellumgriff definiert. Darauf aufbauend wird ein Flussschlauchmodell basierend auf der Vermessung von 2023 sowie ein Vorlandmodell erstellt. Der Flussschlauch wird aus dem erstellten Modell herausgeschnitten und alle Modellkomponenten werden anschließend

zusammengeführt. Im nächsten Schritt erfolgt die Modellierung der Bauwerke und die Festlegung der Randbedingungen. Abschließend werden Proberechenläufe des Gesamtmodells durchgeführt und die Modellparametrisierung überprüft.

5.2.1 Modellumgriff

Im Hinblick auf eine hohe Rechengeschwindigkeit wurde angestrebt, die Modellgröße so klein wie möglich zu wählen. Bei der Festlegung des Modellumgriffs wurde darauf geachtet, dass die gesamte Bebauung der Ortslage Soden im Modell enthalten ist. Ein weiteres Kriterium war, dass das Überschwemmungsgebiet nicht an den Modellrand anstößt. Das 2D-Modell erstreckt sich über eine Länge von etwa 4,4 km, beginnend östlich der Ortslage Soden am Naturfreundehaus und endend oberstromig der Unterquerung der Kreisstraße MIL30.

5.2.2 Flussschlauchmodell

Die Erstellung des Flussschlauchmodells des Sodener Baches erfolgte mit Hilfe der Software SMS sowie dem Flussschlauchgenerator. Als Grundlage für das Flussschlauchmodell dienten die bei der Vermessung 2023 aufgenommenen Querprofile sowie die aus dem DGM abgeleiteten Uferlinien bzw. Böschungsoberkanten.

Die Software Flussschlauchgenerator interpoliert zwischen den aufgenommen Querprofilen in drei Dimensionen und berücksichtigt dabei ebenfalls die Gewässerachse und die begleitenden Uferlinien bzw. Böschungsoberkanten.

5.2.3 Vorlandnetz

Die Erstellung des Vorlandmodells Vorland erfolgte mit der Software Laser_AS-2D. Als Grundlage dienten dabei Laserscan-Daten im 1m Raster (Erhalten am 12.04.2023). Mit dem Programm Laser_AS-2D können Laserscan-Daten derart ausgedünnt werden, dass maßgebende Bruchkanten und Änderungen im Gelände in ausreichender Genauigkeit erhalten bleiben. Die Eingangsparameter für Laser_AS-2D sind in der Abbildung 12 dargestellt. Die Wahl der Parameter erfolgte unter der Prämisse einer guten Netzqualität bei gleichzeitig nicht zu großer Elementanzahl und im Hinblick auf eine hohe Rechengeschwindigkeit.

```
#####  
# Einstellungen für Qualitätsstufe 1  
-d 0.2  
-l 0.10  
-f 0.15  
-r 3.0  
--remove-breaklines=4  
-L "0.06 10;0.06 40;0.06 80"  
-M "0.02 5"  
-t "-q25 -Y -a200"  
--optimize-nodes-radius=2.0  
#####
```

Abbildung 12: Eingangsparameter Laser_As-2d 2.0

Neben den Laserscan-Daten wurden für die Erstellung des Vorlandmodells zusätzlich folgende Eingangsdaten berücksichtigt:

- Modellumgriff
- Flussnetzumgriff
- Generalisierte Gebäudeumrisse
- Bruchkanten aus der Vermessung 2023

Nachbearbeitung Vorlandnetz:

Im Rahmen der Proberechenläufe wurde eine punktuelle händische Nachbearbeitung des Vorlandnetzes durchgeführt. Diese Maßnahme war notwendig, da die Ergebnisse der Proberechnungen sowie die Erkenntnisse aus der Ortseinsicht potenziell abflusswirksame Längsstrukturen im Vorland identifizierten, die möglicherweise Auswirkungen auf das Überschwemmungsgebiet haben. Aus diesem Grund wurden diese Strukturen in das Vorlandnetz aufgenommen.

Im Zuge der Nachbearbeitung des Vorlandnetzes wurden insbesondere Grundstückseinfassungen und Gartenmauern entlang der Sodentalstraße in der Ortslage Soden berücksichtigt. In Abstimmung mit dem Wasserwirtschaftsamt (WWA) Aschaffenburg wurde auf eine Vermessung dieser Strukturen verzichtet. Stattdessen erfolgte die Abbildung der relevanten Längsstrukturen auf der Grundlage der Erkenntnisse aus der Ortseinsicht. Für die Modellierung wurden zusätzliche Knoten in das Vorlandnetz eingefügt und deren Höhen entsprechend angepasst, um die abflussrelevanten Eigenschaften dieser Strukturen zu erfassen und deren Einfluss auf das Überschwemmungsgebiet korrekt zu modellieren. In Abbildung 13 u. Abbildung 14 ist beispielhaft das Vorlandnetz mit und ohne Nachbearbeitung dargestellt.

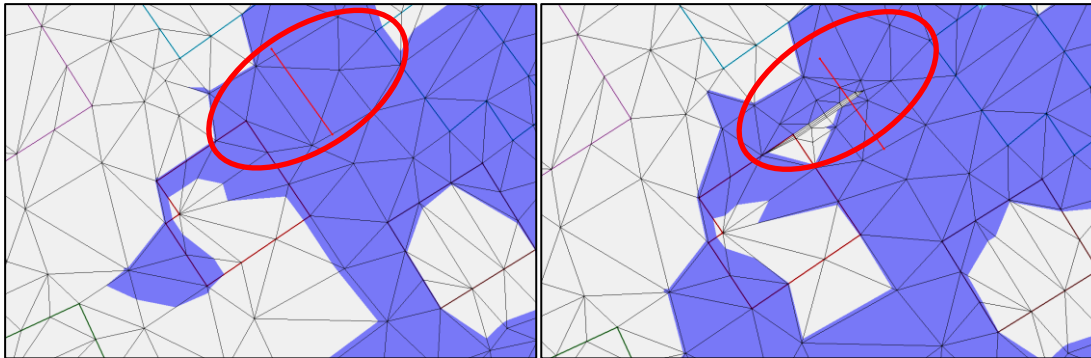


Abbildung 13: Vorlandnetz links ohne Gartenmauer, rechts mit Gartenmauer



Abbildung 14: Beispiel Grundstückseinfassung

5.2.4 Bauwerke

5.2.4.1 Brücken

Brückenbauwerke wurden 2-dimensional mit undurchströmbaren Widerlagern modelliert. Eine horizontale Begrenzung des Abflussquerschnitts erfolgte durch Definition der Bauwerksunterkante (KUK). Diese wurde vom Querprofil an der Brückenvorderkante übernommen. Falls ein Querprofil an der Brückenhinterkante vorhanden war, erfolgte eine lineare Interpolation zwischen den Bauwerksprofilen. Eine mögliche Überströmung der Brückenbauwerke wurde ab der Fahrbahnoberkante als eindimensionaler Überfall mit Nodestings modelliert. Nur im Fall eines bei Hochwasser nicht durchströmbaren Geländers wurde die Geländeroberkante angesetzt. Hierbei wurden nur Geländers mit engen senkrechten Verstreungen (Absturzsicherung) als verklauungsgefährdet eingestuft und daher als Überfallkante angesetzt. Abbildung 15 zeigt beispielhaft die unterschiedlichen Geländersarten. Als Überfallbeiwert wurde ein Wert von 0,55 angesetzt.



Abbildung 15: Geländertypen, links Brückenplatte maßgebend, rechts Geländeroberkante maßgebend

In Tabelle 12 sind die modellierten Brücken, Stege und Überbauungen aufgeführt. Die überbauten Gewässerquerschnitte sind identisch zu einem Brückenbauwerk eingefasst und nach oben begrenzt worden. Der Tabelle ist zu entnehmen, ob die Fahrbahnoberkante oder die Geländeroberkante als maßgeblich für die Modellierung der Überströmung betrachtet wurde. Des Weiteren wurden die Brücken hinsichtlich der Bauart unterschieden.

Tabelle 3: modellierte Brücken/ Überbauungen

Nr.	Prof. Nr.	Station [km]	Art	Überströmbarer Horizont
1	260	1+265	Steg (Massiv)	OK-Brückenplatte
2	300	1+345	Steg (Holz)	OK-Brückenplatte
3	330	1+362	Steg (Metall)	OK-Brückenplatte
4	340	1+377	Steg (Metall)	OK-Brückenplatte
5	350	1+406	Steg (Metall)	OK-Brückenplatte
6	370	1+429	Steg (Holz)	OK-Brückenplatte
7	380	1+439	Überbauung	OK-Geländer
8	385	1+454	Steg (Holz)	OK-Brückenplatte
9	410	1+476	Steg (Massiv)	OK-Brückenplatte
10	430	1+511	Steg (Holz)	OK-Brückenplatte
11	440	1+527	Steg (Holz)	OK-Brückenplatte
12	460	1+573	Steg (Massiv)	OK-Brückenplatte
13	480	1+622	Steg (Holz)	OK-Brückenplatte
14	520	1+646	Brücke	OK-Brückenplatte
15	530	1+681	Steg (Metall)	OK-Brückenplatte
16	550	1+702	Überbauung	OK-Brückenplatte

Nr.	Prof. Nr.	Station [km]	Art	Überströmbarer Horizont
17	610	1+812	Brücke	OK-Geländer
18	660	1+872	Steg (Metall)	OK-Brückenplatte
19	690	1+917	Steg (Metall)	OK-Brückenplatte
20	730	1+973	Brücke	OK-Brückenplatte
21	770	2+016	Brücke	OK-Geländer
22	910	2+364	Steg (Massiv)	OK-Brückenplatte
23	960	2+461	Steg (Metall)	OK-Geländer
24	1070	2+821	Brücke	OK-Brückenplatte
25	1140	2+877	Überbauung	OK-Geländer
26	1170	2+946	Brücke	OK-Brückenplatte
27	1190	2+970	Überbauung	OK-Brückenplatte
28	1280	3+143	Steg (Holz)	OK-Brückenplatte
29	1340	3+257	Steg (Metall)	OK-Brückenplatte
30	1455	3+444	Steg (Holz)	OK-Geländer
31	1470	3+471	Steg (Holz)	OK-Brückenplatte
32	1480	3+509	Steg (Massiv)	OK-Brückenplatte
33	1485	3+544	Steg (Metall)	OK-Brückenplatte

5.2.4.2 Durchlässe

Die im Modell vorhandenen Rohrdurchlässe wurden 1-dimensional mittels Nodestings abgebildet. In Tabelle 4 sind die modellierten Durchlässe aufgeführt.

Tabelle 4: Durchlässe

Nr.	Prof. Nr.	Station [Fkm]	DN / RE [mm]
1	150	0+678	1550/1490
2	230	0+864	1000
3.1	240	0+960	1000
3.2	250	1+243	1600/1200
4	290	1+332	1000
5	860	2+241	1200
6	880	2+310	1200
7	980	2+587	1270/1120
8	1240	3+076	1150/700
10	1430	3+384	1000

Nr.	Prof. Nr.	Station [Fkm]	DN / RE [mm]
10.5	1520	3+573	800
11	1590	3+744	800
12	1680	4+271	300
13	1740	4+359	400
14	1660	-	500
15	1730	-	200

5.2.4.3 Abstürze

Die im Modellgebiet vorhandenen Abstürze wurden 2-dimensional modelliert. Bei der Modellierung wurde auf eine ausreichende Anzahl an Elementreihen zwischen der Überfallkante und der unterstromigen Gewässersohle geachtet. In Tabelle 5 sind die vorhandenen Abstürze aufgelistet.

Tabelle 5: Abstürze

Nr.	Prof. Nr.	Station [Fkm]
1	320/310	1+350
2	630/640	1+827
3	1150/1160	2+938
4	1485/1490	3+542

5.2.5 Materialbelegung

Die Materialbelegung in Form von Strickler-Beiwerten wurde für das Vorland anhand der ALKIS-Landnutzungsdaten vorgenommen. Die Stricklerbeiwerte, sowie die Material-IDs wurden dabei entsprechend der Vorgaben aus dem Projekt "Hochwassergefahrenkarten Bayern" des LfU übernommen (s. Tabelle 6). Der Sodener Bach wurde mit einem Strickerwert von $25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ belegt.

Materialname SMS	Material-ID	kst [$\text{m}^{1/3}/\text{s}$]	Klassenzugehörigkeit ATKIS
Fliessgewaesser	10	25	Fliessgewässer, Schiffsverkehr
Sodener Bach	11	25	Fliessgewässer
Stehendes_Gewaesser	20	30	Stehendes Gewässer
Gewerbegebiet	31	12	Industrie- und Gewerbefläche
Siedlungsfreiflaeche	33	16	Sport, Freizeit und Erholung; Friedhof
Abbauflaeche	34	30	Tagebau, Grube, Steinbruch
Verkehrsflaeche	40	40	Platz, Rollbahn, Bahnhofsanlage, Flughafen, Flugplatz, Hafen
Strasse_Weg	41	40	Weg, Straßenverkehr
Ackerland	50	15	Landwirtschaft
Gruenland	51	20	Unkultivierte Fläche
Wald	54	10	Wald (Nadelwald, Laubwald, Mischwald, Forst)
Gehoelz	55	10	Gehölz (Gebüsch, Strauchbewuchs, Baumreihe, Baumgruppe)
Sumpf_Ried	58	11	Sumpf (Ried, Nasser Boden, Röhrich, Schilf)

Tabelle 6: Materialbelegung

5.3 Modellrandbedingungen (Gesamtmodell)

Für die Berechnung des Überschwemmungsgebiets im Ist-Zustand wurde das von SKI erstellte 2D-Modell des Sodener Baches mit dem zur Verfügung gestellten 2D-Modell des Sulzbaches zusammengeführt. Da das Bestandsmodell des Sulzbaches im Gauß-Krüger-Koordinatensystem unter Verwendung des Höhensystems DHHN2012 erstellt wurde, erfolgte eine Koordinatentransformation in das aktuelle Lage- und Höhensystem (s. Tabelle 7). Des Weiteren wurde der zu betrachtende Modellumfang auf das Projektgebiet begrenzt. Das neu erstellte Berechnungsnetz des Bestandsmodells des Sulzbaches wurde hierbei unverändert übernommen.

Tabelle 7: Lage- u. Höhensysteme

2D-Modell	Lagesystem	Höhensystem
Bestandsmodell	GKK	DHHN2012
Sodener Bach	UTM32	DHHN2016
Gesamtmodell	UTM32	DHHN2016

5.3.1 Modellzuflüsse

Im verwendeten 2D-Modell (Gesamtmodell) wurden insgesamt 21 Zuflussganglinien definiert. Die zugehörigen Zuflusswerte stammen aus dem Niederschlags-Abfluss-Modell des Istzustandes (ohne Klimazuschlag) und wurden an den jeweiligen Ausläufen der Teileinzugsgebiete sowie an den zuvor festgelegten Kontenpunkten entnommen. Die Berechnungen erfolgen instationär. In Tabelle 8 sind beispielhaft die Modellzuflüsse für das HQ₁₀₀-Ereignis bei der maßgeblichen Dauerstufe D = 6 h zusammen mit den jeweiligen maximalen Abflussscheiteln aufgeführt. Für die Berechnung der weiteren Lastfälle (HQ₅, HQ₁₀, HQ₂₀, HQ₁₀₀+15% und HQ_{extrem}) wurden die Zuflussganglinien an den entsprechenden Stellen im Modell angegeben.

Für alle Berechnungen wird als Ausgangsbedingung angenommen, dass die Gewässer bereits Wasser führen. Daher ist für alle Zuflussganglinien eine Vorlaufzeit mit einem Basisabfluss vorgegeben worden. Die zeitliche Verschiebung der Zuflussganglinien ist berücksichtigt und aus dem NA-Modell unverändert übernommen worden. Folglich sind an den Modellknoten des Flussschlauchs zu Beginn des Regenereignisses Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten als Anfangszustände vorhanden. Die genaue Lage der Zuflusspunkte ist in Abbildung 16 dargestellt.

Analog zur hydrotechnischen Berechnung des Wasserwirtschaftsamtes (WWA) [2] wird im Modell für alle betrachteten Jährlichkeiten ein Abfluss von MQ im Main angesetzt. Diese Randbedingung wurde unverändert aus dem bereitgestellten 2D-Modell übernommen.

Tabelle 8: Modellzuflüsse (hier für HQ₁₀₀)

Nr.	Örtlichkeit; TEZG	Q _{max} HQ ₁₀₀ [m³/s]
Einzugsgebiet Soden		
1	SOD_NSO01	2,20
2	SOD_NSO02	0,85
3	SOD_NSO03	1,52
4	SOD_VSO01 (kanalisierte Fläche Ortslage Soden)	0,22
5	SOD_NSO04	1,66
6	SOD_BSO01 (kanalisierte Fläche Ortslage Soden)	0,63
Summenganglinien		
7	LEI_TLE15 (Leidersbach, Projektgebietsgrenze)	21,55

Nr.	Örtlichkeit; TEZG	$Q_{\max} \text{ HQ}_{100}$ [m³/s]
8	HUT_TZ202 (Hutmannsgraben)	2,40
11	WAC_TZ102 (Wachenbach)	2,66
TEZG oberstromig Ortslage Soden		
9	LEI_NLE11	0,78
10	LEI_NLE12	0,53
12	LEI_NLE13	0,97
Ortslage Sulzbach		
13	SUL_NSU01	0,34
14	SUL_BSU01 (kanalisierte Fläche Ortslage Sulzbach)	0,21
15	SUL_VSU01 (kanalisierte Fläche Ortslage Sulzbach)	0,05
16	SUL_NSU02	0,20
17	SUL_BSU02 (kanalisierte Fläche Ortslage Sulzbach)	0,42
18	SUL_BSU03 (kanalisierte Fläche Ortslage Sulzbach)	0,50
19	SUL_NSU03	0,24
20	SUL_BSU04 (kanalisierte Fläche Ortslage Sulzbach)	1,74
21	SUL_NSU04	0,40
Main		
22	Main (MQ – konstant)	165,00

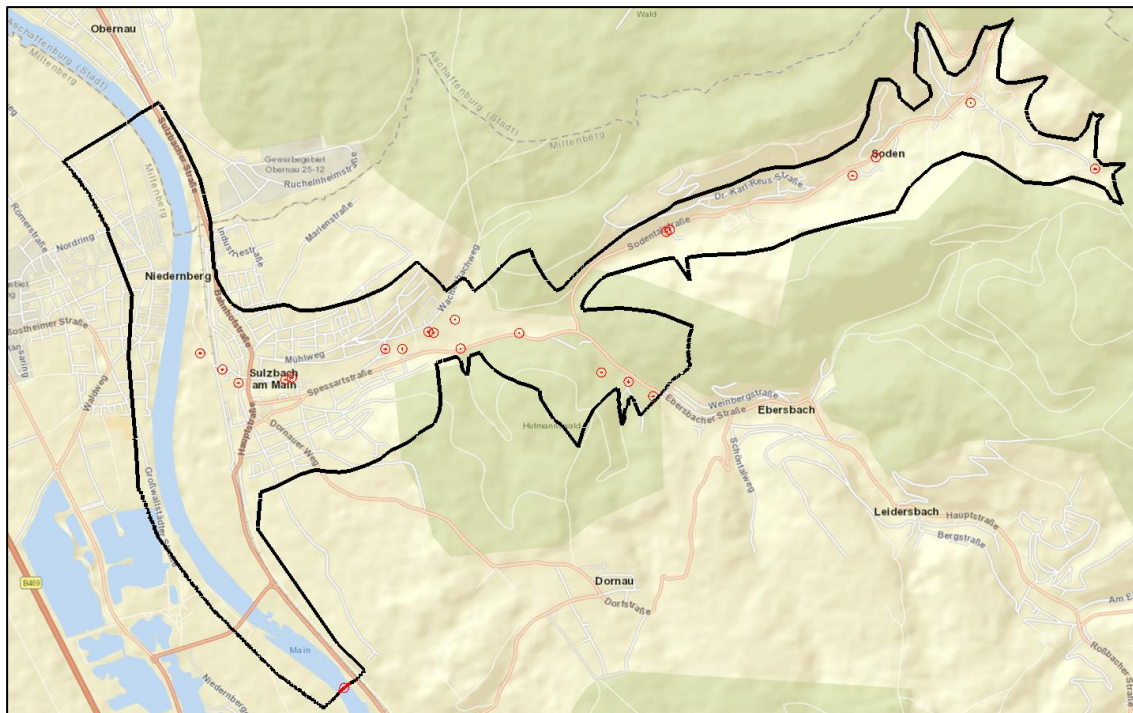


Abbildung 16: Lage der Modellzuflüsse

5.3.2 Ausflussrand, unterstromige Randbedingung

Als Auslauftrandbedingung (untere Randbedingung) ist eine Wasserstands-Abfluss-Beziehung (WQ-Beziehung) am Modellauslauf vorgegeben. Diese beinhaltet einen Abfluss von MQ im Main. Die Randbedingung wurde unverändert aus dem bereitgestellten 2D-Modell übernommen [2].

5.4 Rechenparameter

Die Rechenparameter für *Hydro_As-2d* sind in Tabelle 9 zusammengefasst. Eine simulierte Zeitdauer von 28 h ist für die hier vorliegenden Ganglinien ausreichend.

Um Anfangsbedingungen für die instationären Rechenläufe zu erhalten, wurde ein stationärer Rechenlauf mit einem Basisabfluss durchgeführt.

Tabelle 9: Global Parameter

Parameter	Wert
Total time [s]	102000
Zeitintervall SMS [s]	300
Zeitintervall Q_Strg [s]	300

Parameter	Wert
Hmin [m]	0,01
VELMAX[m/s]	15,0
Amin	1,0
CMUVISC	0,6
CFL	0,8

5.5 Sensitivitätsanalyse

Im Rahmen der Sensitivitätsuntersuchung wurde für HQ₁₀₀ je ein Rechenlauf mit erhöhten und einer mit abgeminderten Stricklerwerten durchgeführt (s. Tabelle 10). Insgesamt ergeben sich durch die Variation der Rauheitsbeiwerte keine sehr großen Änderungen des Überschwemmungsgebietes.

Die Auswertung der berechneten Wasserspiegeldifferenzen zu den variierten Rauheiten ist in Abbildung 17 dargestellt.

Tabelle 10: Variation der Stricklerwerte für die Sensitivitätsuntersuchung

Materialname SMS	Material-ID	kst [m ^{1/3} /s]	kst +15% [m ^{1/3} /s]	kst -15% [m ^{1/3} /s]
Fliessgewaesser	10	25	28,8	21,3
Sodener Bach	11	25	28,8	21,3
Stehendes_Gewaesser	20	30	34,5	25,5
Gewerbegebiet	31	12	13,8	10,2
Siedlungsfreiflaeche	33	16	18,4	13,6
Abbauflaeche	34	30	34,5	25,5
Verkehrsflaeche	40	40	46,0	34,0
Strasse_Weg	41	40	46,0	34,0
Ackerland	50	15	17,3	12,8
Gruenland	51	20	23,0	17,0
Wald	54	10	11,5	8,5
Gehoelz	55	10	11,5	8,5
Sumpf_Ried	58	11	12,7	9,4

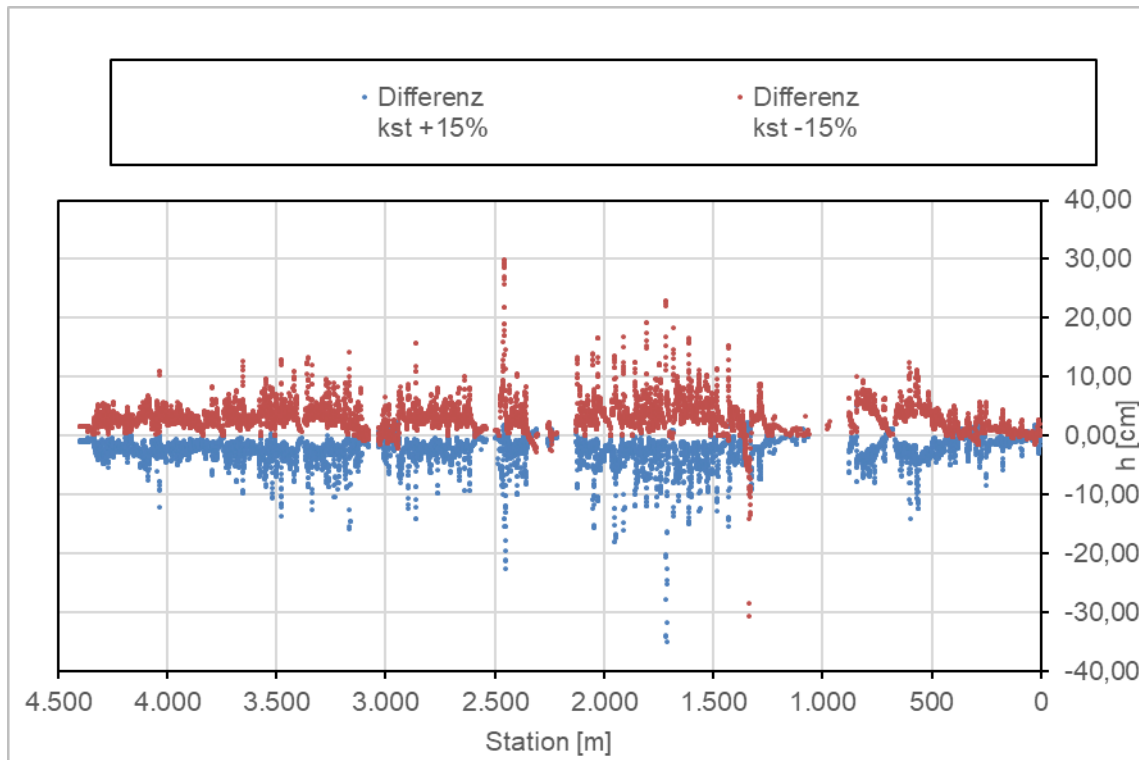


Abbildung 17: Sensitivitätsanalyse Wasserspiegeldifferenzen

5.6 Ergebnisdarstellung

Für folgende Abflussjährlichkeiten wurden Rechenläufe durchgeführt und ausgewertet:

- HQ_5
- HQ_{10}
- HQ_{20}
- HQ_{100}
- $HQ_{100+15\%}$
- HQ_{extrem}

Für jede Abflussjährlichkeit werden folgende Ergebnisdateien zur Auswertung verwendet:

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

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

5.7 Ergebnis der Berechnung

Das Überschwemmungsgebiet (Hochwassergefahrenfläche) und die maximalen Wassertiefen wurden für jede berechnete Abflussjährlichkeit ausgewertet und in einem Lageplan dargestellt.

Ü-Gebiet und Wassertiefen bei HQ_5 → Anlage 4.1

Ü-Gebiet und Wassertiefen bei HQ_{10} → Anlage 4.2

Ü-Gebiet und Wassertiefen bei HQ_{20} → Anlage 4.3

Ü-Gebiet und Wassertiefen bei HQ_{100} → Anlage 4.4

Ü-Gebiet und Wassertiefen bei $HQ_{100} + 15\%$ → Anlage 4.5

Ü-Gebiet und Wassertiefen bei HQ_{extrem} → Anlage 4.6

Nachfolgend wird die Überschwemmungssituation bei Hochwasser im Projektgebiet kurz beschrieben.

Ortslage Markt Sulzbach

Die durchgeführten Berechnungen zeigen, dass es in der Ortslage von Sulzbach am Main bei einem Abfluss von $Q = 8,0 \text{ m}^3/\text{s}$ zu ersten Ausuferungen am Wachenbachweg kommt. Dieser Abfluss entspricht einem Ereignis mit einer Jährlichkeit von etwa zwischen HQ_3 und HQ_4 (s. Kapitel 8.3.6). Bei einem Abfluss der Jährlichkeit HQ_5 wird der Wachenbachweg flächig in südwestliche Richtung überströmt. Das entstehende Überschwemmungsgebiet erstreckt sich bis zur angrenzenden Bebauung. Oberstrom der Franz-Schüßler-Straße sowie im Bereich „An der Geeb“ treten rechtsseitig des Gewässers bei HQ_5 ebenfalls Ausuferungen auf, die bis zur angrenzenden Bebauung reichen.

Bereits bei einem HQ_{10} -Ereignis sind beidseitige Ausuferungen im Bereich „An der Geeb“ zu beobachten. Diese führen zu einer großflächigen Überströmung der Bahnhofstraße in westlicher Richtung und erstrecken sich bis zu zahlreichen Gebäuden. Bei den höheren Abflüssen der Jährlichkeiten HQ_{20} und HQ_{100} vergrößert sich das Überschwemmungsgebiet ab der Franz-Schüßler-Straße entsprechend und breitet sich weiter nach Westen aus.

Ortslage Soden

In der Ortslage Soden zeigen die Berechnungsergebnisse, dass bei einem HQ_{10} -Ereignis erstmals eine Gefährdung der Bebauung eintritt. Im westlichen Bereich des Ortes, insbesondere in der Sodentalstraße bei HA-Nr. 169, kommt es bei HQ_{10} zu ersten Ausuferungen. Aufgrund der Hanglage des Gewässers werden die rechtsseitigen Flurstücke sowie die Sodentalstraße in westlicher Richtung überströmt.

Bei einem Abfluss der Jährlichkeit HQ_{20} treten lokale Ausuferungen oberstrom der Montessori-Schule auf, die bis zur angrenzenden Bebauung reichen. Im unterstromigen Abschnitt des Gewässers, im Bereich der Mineralwasserfabrik, kommt es ebenfalls bei HQ_{20} zu ersten Ausuferungen. Diese erstrecken sich bis zu den Gebäuden der Mineralwasserfabrik.

Bei einem HQ_{100} -Ereignis treten an mehreren Stellen in der Ortslage Ausuferungen auf, die zu einer flächigen Überströmung der Sodentalstraße in südwestlicher Richtung führen. Diese Ausuferungen erstrecken sich bis an bzw. durch die angrenzenden Bebauungen. Die Ursache hierfür liegt in dem auf großen Abschnitten verrohrten und überbauten Sodener Bach. Die Leistungsfähigkeit der Verrohrungen ist bei einem Abfluss von HQ_{100} nicht ausreichend, was zu einer Überlastung und den daraus resultierenden Überflutungen führt.

Ortslage Buchenmühle

Im Bereich der Buchenmühle zeigen die Berechnungsergebnisse für den IST-Zustand erste Ausuferungen ab HQ_5 . Diese sind auf die rechtseitigen zum Gewässer befindlichen Grünflächen oberstromig der Kreisstraße MIL11 begrenzt. Ab einem Abflussereignis der Jährlichkeit HQ_{10} treten zudem Ausuferungen linksseitig des Gewässers am Weg „Buchenmühle“ auf. Diese breiten sich entlang des Weges als schmales Band bis zur Bebauung Buchenmühle hin aus und strömen über Kreisstraße MIL11 Richtung Süd-Westen. Bei den höheren Abflüssen der Jährlichkeiten HQ_{20} und HQ_{100} vergrößert sich das Überschwemmungsgebiet dementsprechend Richtung Süd-Westen.

Generell kann festgehalten werden, dass für die Ortslagen Sulzbach am Main und Soden durch den Sulzbach und Sodener Bach ein deutliches Hochwasserrisiko besteht.

6 Zielvorstellung

Das Hauptziel des integralen Konzeptes liegt in der Verbesserung des Hochwasserschutzes für die bebauten Bereiche im Gemeindegebiet des Marktes Sulzbach am Main gegen ein 100-jährliches Hochwasser. Im Planungskonzept wird die Gesamtsituation im Einzugsgebiet des Sulzbachs betrachtet.

6.1 Hochwasserschutz

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

Für den Markt Sulzbach am Main mit seinen im wesentlichen betroffenen Ortsteilen Sulzbach, Soden und Dornau soll ein Schutz vor einem 100-jährlichen Hochwasser (Bemessungshochwasser = HQ_{100} + Klimazuschlag) angestrebt werden.

6.2 Ökologie

Durch einen integralen Ansatz soll das Hochwasserschutz- und Rückhaltekonzept dazu beitragen, die Fließgewässerdynamik sowie die biologische Durchgängigkeit zu verbessern und gleichzeitig Retentionsräume zu schaffen. Zudem wird eine Verbesserung der Gewässergüte durch die Stärkung der natürlichen Selbstreinigungskraft angestrebt.

7 Vorbereitende Untersuchungen – Problemanalyse

Mit dem in Kapitel 3 beschriebenen Niederschlag-Abfluss-Modell konnten Hochwasserwellen für das 100-jährliche Hochwasser an verschiedenen Stellen des Einzugsgebiets berechnet werden. Die für den Ist-Zustand berechneten Scheitelabflüsse sind im Lageplan der Anlage 2 dargestellt.

Den ermittelten Scheitelabflüssen wurde die derzeitige Leistungsfähigkeit der Gewässer und Verrohrungsstrecken in Sulzbach und Soden gegenübergestellt. Daraus konnten Bereiche mit einem Defizit an Abflussleistungsfähigkeit lokalisiert werden.

7.1 Wasserspiegellagenberechnungen

Mit der 2D-Wasserspiegellagenberechnung (s. Kapitel 5) erfolgte die Untersuchung der gegenwärtigen Hochwassersituation bei einem hundertjährigen Hochwasserereignis HQ_{100} (und weiteren Abflussjährlichkeiten). Die Untersuchungen haben gezeigt, dass der Sulzbach und der Sodener Bach und die dortigen Verrohrungsstrecken nicht in der Lage sind, den auftretenden Hochwasserabflüsse im Gerinnequerschnitt abzuführen und es zu großflächigen Überschwemmungen in den Ortslagen Sulzbach und Soden kommt. Aufgrund der großflächigen Überschwemmungen in den besiedelten Bereichen ist ein deutliches Schadenspotential gegeben.

7.2 Leistungsfähigkeit

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

7.2.1 Sulzbach

Für die Hochwassersituation in Sulzbach ist die Leistungsfähigkeit des Gewässerabschnitts von der Mündung in den Main bis zum Schafbrückenweg von maßgeblicher Bedeutung. In diesem Abschnitt befinden sich mehrere Bauwerke die einen signifikanten Einfluss auf die Abflusskapazität des Sulzbachs haben.

Zur Ermittlung der Leistungsfähigkeit der Bauwerke sowie der einzelnen Gerinneabschnitte im Ist-Zustand wurde das zur Verfügung gestellte 2D-Modell mit einer Stufenganglinie beschickt. Auf dieser Grundlage konnte für die verschiedenen Bauwerke und Gewässerabschnitte der Abfluss ermittelt werden, bei dem der Sulzbach gerade noch nicht ausufert bzw. ein ausreichender Freibord eingehalten wird. Als maßgeblicher Freibord ist ein Abstand von 50 cm [5] [6] unterhalb der Brückenbauwerke angenommen worden.

In Tabelle 11 sind die ermittelten Leistungsfähigkeiten der einzelnen Bauwerke sowie der dazwischen liegenden Gewässerabschnitte in der Ortslage aufgeführt. Bei der angegebenen Leistungsfähigkeit der Brückenbauwerke wurde der Freibord von 50 cm berücksichtigt. Für die Gewässerabschnitte ist der maximale Abfluss angegeben, bei dem es noch nicht zu Ausuferungen kommt.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass im derzeitigen Ist-Zustand lediglich ein Abfluss von $Q = 8 \text{ m}^3/\text{s}$ schadensfrei durch Sulzbach abgeleitet werden kann.

Maßgebend ist hierbei der Gewässerabschnitt Nr. 6 „An der Geeb“.

In Abbildung 18 ist der in Sulzbach im Ist-Zustand auftretende Abfluss zusammen mit dem schadlos abführbaren Abfluss von $8 \text{ m}^3/\text{s}$ grafisch in Form eines hydraulischen Gewässerlängsschnitts dargestellt.

Tabelle 11: Leistungsfähigkeit Sulzbach im IST-Zustand

Bauwerk	Station Einlauf [m]	Station Auslauf [m]	Länge [m]	Leistungsfähigkeit [m^3/s]
BR Schafbrückenweg	1890,7	1880,5	10,3	20
GW-Abschnitt Nr. 8	1880,5	1170,2	710,3	20
GW-Abschnitt Nr. 7	1170,2	1066,0	104,2	10
BR Franz-Schüßler- Straße	1066,0	1049,1	16,8	15
GW-Abschnitt Nr. 6.2	1049,1	947,1	102,1	8,00
Steg (Kindergarten)	947,1	945,1	2,0	<7
GW-Abschnitt Nr. 6.1	945,1	834,1	111,0	8,00
BR-Höfchenstraße	834,1	828,2	5,9	<7
GW-Abschnitt Nr. 5	828,2	726,7	101,5	14,00
BR- Bahnhofstraße	726,7	648,4	78,3	14,00
GW-Abschnitt Nr. 4	648,4	540,5	107,9	13,00
BR- Kläranlage	540,5	536,5	4,0	10,00
GW-Abschnitt Nr. 3	536,5	449,6	86,9	17,00
Eisenbahnunterführung	449,6	437,7	11,9	<7
GW-Abschnitt Nr. 2	437,7	421,7	16,0	9,00
BR - Kleewiesenweg	421,7	414,7	7,0	<7
GW-Abschnitt Nr. 1	414,7	365,8	48,9	11,00
GW-Abschnitt Nr. 0	365,8	0,0	365,8	10,8

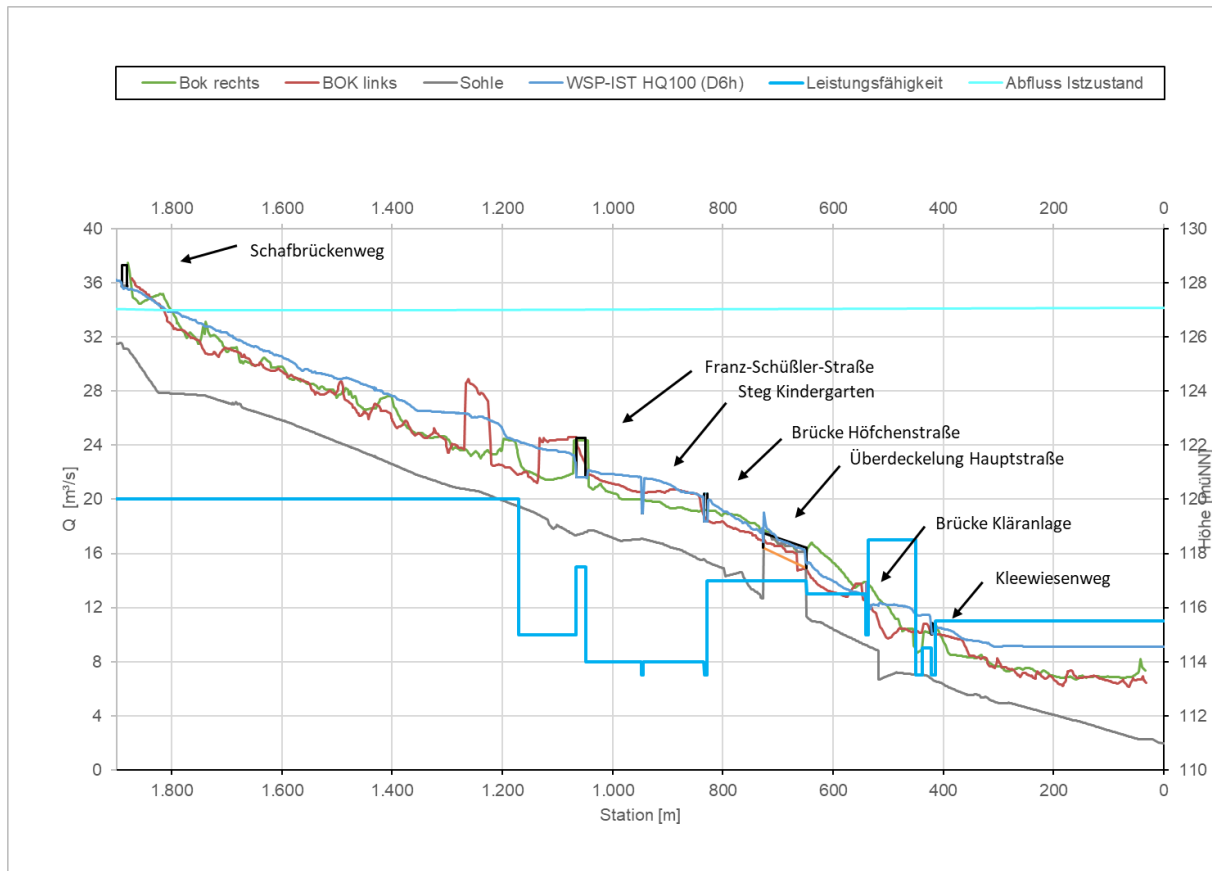


Abbildung 18: Längsschnitt Sulzbach – Abflussleistungsfähigkeit (Ist-Zustand)

7.2.2 Soden

Der Sodener Bach ist in großen Teilbereichen verrohrt und durch eine Vielzahl an kleinen Brücken und Stegen überbaut. Zur Ermittlung der Leistungsfähigkeit im derzeitigen Ist-Zustand ist das erstellte 2D-Modell (s. Kapitel 5.2) mit einer Stufenganglinie beschickt worden. Auf dieser Basis wurden die Leistungsfähigkeiten der verschiedenen Verrohrungen sowie der Brückenbauwerke und Stege ermittelt.

Für die Verrohrungen wurde im derzeitigen Ist-Zustand ein maximaler Wert von 90 % der Vollaufwassermenge im Leistungsband angesetzt. Bei den Brücken, Stegen und Überbauungen wurden im Leistungsband ausschließlich Massivbauwerke berücksichtigt. Aufgrund der teilweise geringen Bauhöhen von weniger als 1,0 m wurde für das Leistungsband nicht der übliche Freibord von 50 cm für Brückenbauwerke angesetzt. Stattdessen wurden die Abflüsse berücksichtigt, bei denen noch ein Freispiegelafluss vorhanden ist. Für die spätere Entwicklung von Maßnahmen wurde

in Abstimmung mit dem Wasserwirtschaftsamt (WWA) ein Freibord von etwa 20 % der Bauhöhe für Brücken und Verrohrungen angesetzt. Es ist zu berücksichtigen, dass im Gewässerquerschnitt einzelne Abflusshindernisse, wie beispielsweise Stege und Wehre (s. Abbildung 19), nicht in die Ermittlung der Leistungsfähigkeit eingeflossen sind. Im Rahmen des Gewässerunterhalts sind diese nicht genehmigten Bauten im oder am Gewässer zu entfernen.



Abbildung 19: Beispiel für zu entfernende Wehre (links) und Stege (rechts)

Abbildung 20 zeigt das Ergebnis der Untersuchung der Leistungsfähigkeit des Sodener Baches. In einigen oberstromigen Gewässerabschnitten beträgt die Leistung lediglich etwa $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Des Weiteren gehen aus der Abbildung die verrohrten Gewässerabschnitte sowie deren Bezeichnungen/ Nummerierungen hervor.

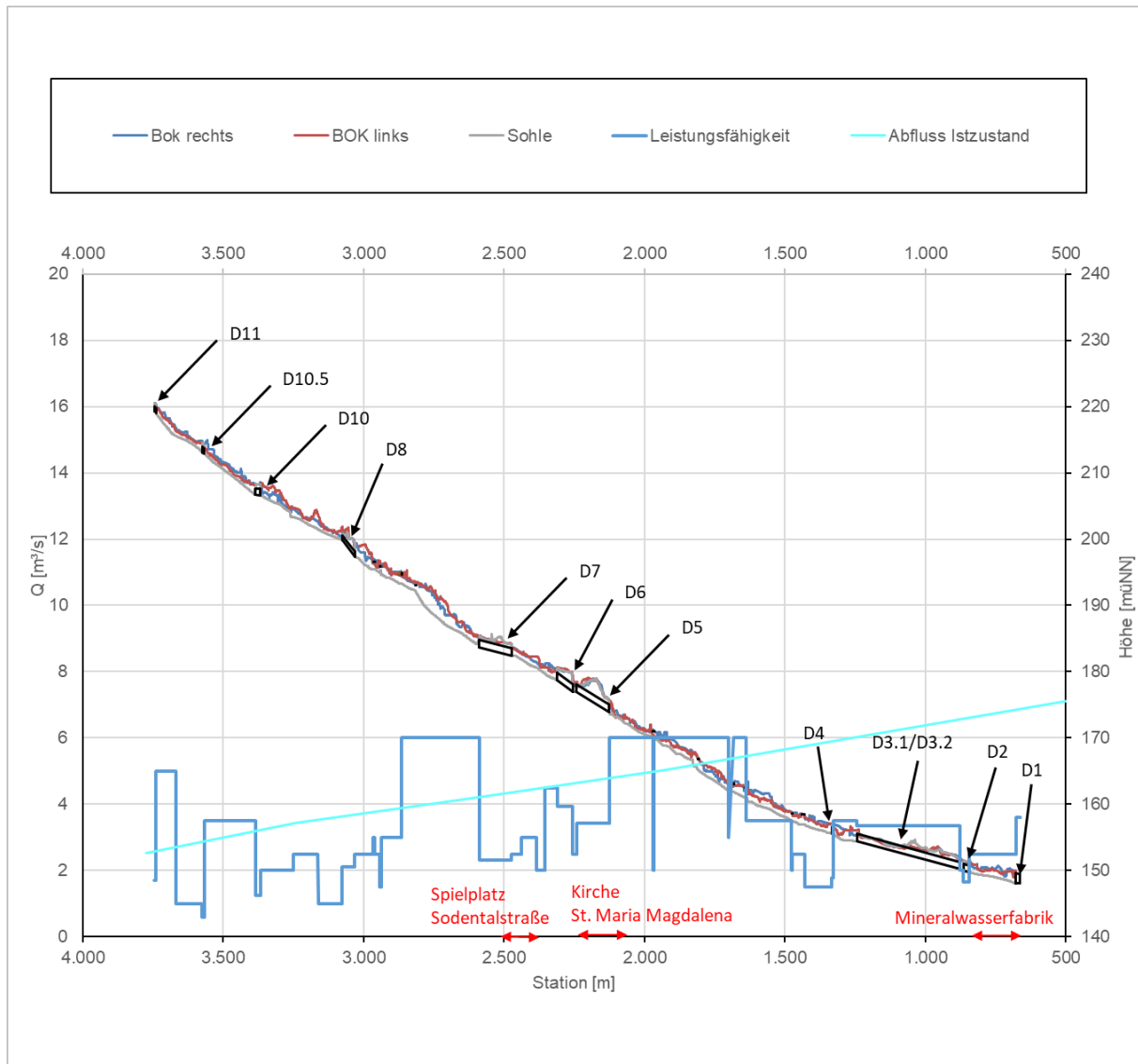


Abbildung 20: Leistungsband Sodener Bach im IST-Zustand

7.3 Defizitanalyse

Bezogen auf die in Kapitel 6 genannten Ziele und die oben beschriebenen vorbereitenden Untersuchungen können die nachfolgend näher erläuterten Defizite abgeleitet werden.

7.3.1 Hochwasserschutz

Der geforderte Schutz gegen ein 100-jährliches Hochwasser ist derzeit weder im Ortsteil Sulzbach noch im Ortsteil Soden gegeben. Wie die vorbereitenden hydraulischen Berechnungen gezeigt haben, reicht die Abflussleistungsfähigkeit des

Sulzbachs und des Sodener Baches (s. Kapitel 7.2) nicht aus, um die bei einem 100-jährlichen Hochwasser anfallenden Wassermengen abzuführen.

Hieraus resultiert für die Ortslagen ein hohes Schadenspotential. Auf die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung in Kapitel 8.3.6 wird verwiesen.

7.3.2 Ökologie

Die ökologischen Defizite werden auf Grundlage des Gewässerentwicklungskonzepts [8] sowie des bestehenden Hochwasserschutz- und Rückhaltekonzepts [7] abgeleitet. Die Gewässergütekarte des Wasserwirtschaftsamts Aschaffenburg (Stand Januar 2009) liefert Angaben zu allen größeren Bächen im Untersuchungsgebiet. Wachenbach, Pfeiffergraben und der Oberlauf des Sodener Bachs werden dabei als gering belastet (Güteklasse I-II) geführt. Nach dem Eintritt der Bäche in die Ortsbereiche weisen sie eine mäßige Belastung (Güteklasse II) auf. Diese Gewässergüteklasse wurde auch für den Leidersbach festgestellt. Bachabwärts, westlich der Kläranlage, wird der Sulzbach als kritisch belastet geführt (Güteklasse II-III), bevor er in den Main mündet.

In der Tendenz lässt sich somit eine zunehmende Verschmutzung bachabwärts feststellen. Ursachen für die Verschmutzung können der Oberflächenabfluss von eutrophem und nährstoffreichem Niederschlagswasser aus den Siedlungsbereichen, Ablagerungen (z.B. Kompost, Schutt) an den Uferkanten, Ein- bzw. Ausleitungen aus (Fisch-)Teichen und Einträge aus den angrenzenden landwirtschaftlich genutzten Flächen sein. Zwar wird im direkten Anschluss an die Bäche des Gemeindegebietes kein Ackerbau betrieben, aber auch intensive Grünland- und Weidenutzung führen zu einer Nährstoffanreicherung der Gewässer, besonders da überwiegend keine oder nicht ausreichend große Pufferstreifen vorhanden sind. Durch am Bach weidende landwirtschaftliche Nutztiere werden zudem Trittschäden an der Böschung und im Bachbett verursacht, wie beispielsweise am Pfeiffergraben und am Sodener Bach.

Der Hauptbach des Gemeindegebietes, der Sodener Bach / Sulzbach, ist durch zahlreiche verrohrte Abschnitte in seiner Durchgängigkeit beeinträchtigt. Verrohrte Abschnitte trennen auch die Zuflüsse Mühlgrund, Lenzengraben, Pfeiffergraben und den namenlosen Zufluss im Osten des Sodener Baches ab. Dadurch wird die Vernetzung der Bäche im Einzugsgebiet unterbrochen, das Wanderverhalten von Gewässerlebewesen wird gestört. Querbauwerke wie Wehre und Abstürze behindern ebenfalls die Ausbreitung der Fische, Krebse und Benthosfauna.

Abwechslungsreiche Gewässerstrukturen mit Prall- und Gleitufern, Anlandungen, Kolke, Totholz und Begleitgehölze sind unverzichtbar für eine vielfältige

Gewässerfauna. Abschnittsweise sind diese Strukturen an den Bächen im Gemeindegebiet vorhanden. Innerhalb intensiv landwirtschaftlich genutzter Flächen und in den Ortsbereichen weisen die Bachläufe jedoch überwiegend Strukturdefizite auf, es fehlt an natürlichem Entwicklungsraum. Natürliche Retentionsflächen wurden überbaut.

8 Zusammenstellung der Varianten

8.1 Einzelmaßnahmen

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

Die Dimensionierung der einzelnen Maßnahmen basiert auf dem im NA-Modell (vgl. Kapitel 3) ermittelten Spitzenereignis mit einem Abfluss von $Q = 37,57 \text{ m}^3/\text{s}$ (einschließlich Klimazuschlag) und einer Dauerstufe von $D = 6\text{h}$, das den höchsten Scheitelabfluss erzeugt. Für die Abschätzung der Wirkung von Hochwasserrückhaltebecken werden hingegen längere Dauerstufen berücksichtigt, da dafür die Abflussfülle der Hochwasserwellen maßgeblich ist. Zur Ermittlung der Hochwasserwellen mit längeren Dauerstufen wurde wiederum das NA-Modell (Kapitel 3.1) herangezogen.

Im Rahmen Planung der Hochwasserrückhaltebecken sind die Vorgaben der Mindestanforderungen an Hochwasserrückhaltebecken zur Umsetzung von Hochwasserschutz- und Rückhaltekonzepten berücksichtigt worden. Zu Beginn wurde untersucht, ob eine ungesteuerte Betriebsweise der Rückhaltebecken umsetzbar ist. Diese Variante wurde jedoch verworfen, da das erforderliche Rückhaltevolumen aufgrund der großen Abflussfülle nicht ohne Steuerung realisiert werden kann. Für das vorliegende Projekt ist daher der Einsatz gesteuerter Rückhaltebecken zwingend erforderlich, um einen wirkungsvollen Hochwasserrückhalt zu gewährleisten und die maximal aktivierbaren Rückhaltevolumina bestmöglich auszunutzen.

8.1.1 Mögliche Einzelbausteine (Module)

Allgemein

1 Maßnahme – Flächenentsiegelung

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

2 Maßnahme – Änderung der Nutzung landwirtschaftlicher Flächen

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

3 Maßnahme – Gewässerrandstreifen, Entwicklungsflächen

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

4 Maßnahme– Gewässerunterhalt

Regelmäßige Gewässerpflege und Gewässerunterhalt. Freischneiden des Abflussquerschnitts und entfernen von Treibgut und Anlandungen. Entfernung von durch private Anlieger hergestellten Uferverbauungen und Abflusshindernissen.

5 Maßnahme– Rückbau der Hausmülldeponie Eberswasen

Die Hausmülldeponie Eberswasen liegt innerhalb der potenziellen Dammaufstandsfläche des Hochwasserrückhaltebeckens (HWRB) „Sulzbach“. Für die Errichtung des HWRB ist es erforderlich, die Deponie rückzubauen und das müllhaltige sowie schadstoffbelastete Aushubmaterial ordnungsgemäß zu entsorgen.

Sulzbach

6 Maßnahme – technischer Hochwasserschutz

Hochwasserschutzwände, kleine Deiche und Geländemodellierungen je nach Platzverhältnissen im Ortsbereich von Sulzbach.

7 Maßnahme – Erhöhung Leistungsfähigkeit, Sohlpflasterung

Die Leistungsfähigkeit des Sulzbach im Bereich von Brückenbauwerken und Überbauungen wird durch eine Eintiefung und Pflasterung der Gewässersohle erhöht. Die reduzierte Sohlrauheit bewirkt eine Steigerung der Fließgeschwindigkeit, wodurch der Wasserspiegel unterhalb der Brückenbauwerke abgesenkt wird.

8 Maßnahme – Erhöhung Leistungsfähigkeit, Überbauung

Ertüchtigung der Abflussleistungsfähigkeit des Sulzbachs durch die Offenlegung des überbauten Gewässerabschnittes an der Braunwarthsmühle [9].

9 Maßnahme – Erhöhung Abflussquerschnitt, Brücken/ Überbauungen

Gewässeraufweitung und damit Erhöhung des Abflussquerschnitts. Abbruch und Erneuerung von Brückenbauwerken (größere Spannweite, Höherlegung).

10 Maßnahme – Erhöhung Abflussquerschnitt, Aufweitung/ Eintiefung

Die Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Sulzbaches erfolgt durch eine Aufweitung und/oder Eintiefung des Gewässerquerschnitts, abhängig von den örtlich verfügbaren Platzverhältnissen im Siedlungsbereich. Sofern es die Platzverhältnisse zulassen, wird die Ausbildung flacher, naturnah gesicherter Uferbereiche angestrebt. Eine unbefestigte, naturnahe Gewässersohle soll möglichst beibehalten werden.

11 Maßnahme – Bypass Bahnunterführung

Zur Erhöhung des Abflussquerschnitts im Bereich der Bahnunterführung ist die Herstellung eines Bypasses im bestehenden Brückenbogen vorgesehen.

12.1 Maßnahme – Hochwasserrückhaltebecken „Sulzbach“

Errichtung eines Hochwasserrückhaltebeckens oberstrom des Ortsbereichs von Sulzbach. Abflüsse aus dem Leidersbach und dem Sodener Bach können im Becken zurückgehalten werden. In Teilbereichen überschneidet sich die geplante Dammaufstandsfläche mit den Gewässerverläufen des Leidersbachs sowie des Sodener Bachs, sodass eine Umverlegung erforderlich ist. Bei der Neuanlage der Gewässer sollte besonderes Augenmerk auf eine naturnahe Gestaltung gelegt werden, welche insbesondere flache Uferzonen umfasst, um ökologische Funktionen zu fördern und die Gewässerstruktur zu verbessern.

Maximal nutzbares Volumen ca. 280.000 m³.

12.2 Maßnahme – Hochwasserrückhaltebecken „Triebgraben“

Errichtung eines Hochwasserrückhaltebeckens westlich der Bebauung von Sulzbach, um Hochwasser aus dem Triebgraben zurückzuhalten. Maximal nutzbares Volumen ca. 2.150 m³.

12.3 Maßnahme – Hochwasserrückhaltebecken „Wachenbach“

Errichtung eines Hochwasserrückhaltebeckens vor der Mündung des Wachenbachs in den Sodener Bach. Rückhalt von Hochwasser aus dem Wachenbach. Maximal nutzbares Volumen ca. 25.300 m³.

Soden

13 Maßnahme – technischer Hochwasserschutz

Hochwasserschutzwände, kleine Deiche und Geländemodellierungen je nach Platzverhältnissen im Ortsbereich von Soden.

14 Maßnahme – Erhöhung Leistungsfähigkeit, Verrohrungen

Ertüchtigung der Abflussleistungsfähigkeit des Sodener Bachs durch die Offenlegung bisher verrohrter Gewässerabschnitte sowie durch die Vergrößerung bestehender Rohrdurchmesser oder die Errichtung zusätzlicher Verrohrungen.

15 Maßnahme – Erhöhung Abflussquerschnitt, Brücken/ Überbauungen

Gewässeraufweitung und damit Erhöhung des Abflussquerschnitts. Abbruch und Erneuerung von Brückenbauwerken (größere Spannweite, Höherlegung). Zudem Rückbau von nicht genehmigten Stegen, Uferbefestigungen und Überbauungen.

16 Maßnahme – Erhöhung Abflussquerschnitt, Aufweitung

Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Sodener Baches durch Aufweitung des Querschnittes je nach Platzverhältnissen im Ortsbereich.

17 Maßnahme – Flutmulde am südlichen Talhang

Die Herstellung einer Flutmulde entlang des gesamten südlichen Talhangs, möglichst nahe an der Bebauung, dient der Fassung von Niederschlagswasser aus den südlichen Einzugsgebieten. Das Wasser wird parallel zum Sodener Bach abgeleitet und unterhalb der Bebauung in den Bach eingeleitet.

18.1 Maßnahme – Hochwasserrückhaltebecken „Naturfreundehaus“

Errichtung eines Hochwasserrückhaltebeckens am Oberlauf des Sodener Baches oberstrom der Bebauung. Maximal nutzbares Volumen ca. 14.500 m³.

18.2 Maßnahme – Hochwasserrückhaltebecken „Am Lenzengrund“

Errichtung eines Hochwasserrückhaltebeckens nördlich der Bebauung von Soden im nördlichen Zubringertal zum Sodener Bach im Bereich „Am Lenzengrund“. Maximal nutzbares Volumen ca. 2.740 m³.

18.3 Maßnahme – Hochwasserrückhaltebecken „Mühlgrund“

Errichtung eines Hochwasserrückhaltebeckens nördlich der Bebauung von Soden im nördlichen Zubringertal zum Sodener Bach im Bereich „Mühlgrund“. Maximal nutzbares Volumen ca. 2.100 m³.

18.4 Maßnahme – Hochwasserrückhaltebecken „Sodener Bach“

Errichtung eines Hochwasserrückhaltebeckens unterstrom von Soden am Sodener Bach. Maximal nutzbares Volumen ca. 69.000 m³.

Buchenmühle

19 Maßnahme – Hochwasserrückhaltebecken „Buchenmühle“

Errichtung eines Hochwasserrückhaltebeckens am Leidersbach unterstrom der Mündung des Hutmannsgrabens in den Leidersbach.

Maximal nutzbares Volumen: ca. 60.000 m³.

20 Maßnahme – Wegeanhebung, Geländemodellierung Buchenmühle

Geländemodellierung am Ufer des Leidersbachs und lokale Erhöhung des Weges zum Schutz der Buchenmühle vor Hochwasser aus dem Leidersbach

21 Maßnahme – Erhöhung Leistungsfähigkeit Leidersbach, Sohlpflasterung

Die Leistungsfähigkeit des Leidersbachs im Bereich des Brückenbauwerkes wird durch eine Eintiefung und Pflasterung der Gewässersohle erhöht. Die reduzierte Sohlrauheit bewirkt eine Steigerung der Fließgeschwindigkeit, wodurch der Wasserspiegel unterhalb des Brückenbauwerkes abgesenkt wird.

22 Maßnahme – Gerinneentlastung durch Bypässe

Die Entlastung des Leidersbachs oberhalb der Straßenquerung (MIL11) erfolgt durch eine Aufteilung des Abflusses. Hierzu werden sechs Bypässe in Form von Rohrleitungen mit einem Durchmesser von 1,0 m (DN 1000) errichtet. Die Bypässe werden mittels Microtunneling östlich vom bestehenden Brückenbauwerk im Straßendamm hergestellt.

Dornau

23 Maßnahme – Flutmulde, Ableitung Hangwasser

Modellierung einer Flutmulde südlich der Bebauung von Dornau und Ableitung des Wassers in den Hutmannsgraben. Die Flutmulde beginnt südlich der Kleinwallstädter Straße und endet am Hutmannsgraben auf Höhe der Dorfstraße. Eine Fläche von etwa $A = 0,216 \text{ km}^2$ wird durch die Flutmulde entwässert, wodurch ein Abfluss von bis zu $Q = 0,33 \text{ m}^3/\text{s}$ ($HQ_{100}+15\%$ bei D6h) abgeleitet wird.

24.1 Maßnahme – Hochwasserrückhaltebecken „Dornau Nord“

Errichtung eines Hochwasserrückhaltebeckens östlich von Dornau im Hutmannsgraben. Maximal nutzbares Volumen: 2.300 m³

24.2 Maßnahme – Hochwasserrückhaltebecken „Dornau Süd“

Errichtung eines Hochwasserrückhaltebeckens südlich von Dornau im Hutmannsgraben. Maximal nutzbares Volumen: 4.550 m³.

Sonstige Maßnahme

25 Maßnahme – räumliche Rechen, Treibholzfang

Anordnung von räumlichen Rechen vor dem Einlauf von Verrohrungen sowie von Treibholzfängen unmittelbar oberstrom der Ortsbereiche Sulzbach und Soden.
Verhinderung einer Verklausung von Durchlässen und Brücken.

8.1.2 Negativauswahl

1 Maßnahme – Flächenentsiegelung

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

2 Maßnahme – Änderung der Nutzung landwirtschaftlicher Flächen

Eine Nutzungsänderung von landwirtschaftlichen Flächen in Waldflächen ist nur in geringem Umfang möglich. Die Rückhaltewirkung würde zudem erst nach einem Aufwuchszeitraum von 20 bis 30 Jahren voll wirksam werden.

17 Maßnahme – Flutmulde am südlichen Talhang

Die im Bestandskonzept [7] aus dem Jahr 2010 als Maßnahme vorgesehene Flutmulde wurde unter Berücksichtigung der neuen hydrologischen Randbedingungen (vgl. Kapitel 3) hinsichtlich ihres wasserwirtschaftlichen Nutzens betrachtet. Die Flutmulde verläuft entlang des südlichen Talhangs und erstreckt sich unter anderem über das Teileinzugsgebiet NSO03. Durch die geplante Maßnahme würden etwa 45 % der Fläche des Einzugsgebiets NSO03 ($A_{ges} = 1,289 \text{ km}^2$) durch die Flutmulde erfasst und entwässert. Dies entspricht einer Fläche von ca. $0,584 \text{ km}^2$, was zu einer Reduktion des maximalen Abflussscheitels im Sodener Bach um etwa $0,8 \text{ m}^3/\text{s}$ führen würde. Das TEZG NSO04 wird nicht berücksichtigt, da sich dessen Stützstelle unterhalb der Bebauung befindet.

Der durch die Flutmulde um etwa $0,8 \text{ m}^3/\text{s}$ reduzierte Abfluss (bei $HQ_{100}+15\%$ und $D6h$) im Sodener Bach führt dazu, dass die erforderlichen Maßnahmen im Gewässer zwar in reduziertem Umfang umgesetzt werden können, jedoch nicht vollständig entfallen. Ein maßgebender Kostenvorteil ist daher nicht zu erwarten. Darüber hinaus befindet sich die Wohnbebauung nördlich des Sodener Baches, weshalb eine Fassung des frei abfließenden Hangwassers auf der südlichen Talseite für diese Bebauung nicht von Nutzen wäre. Die Umsetzung der Maßnahmen würde zudem eine Vielzahl von Anliegern betreffen und erfordert aufgrund der teils steilen Hanglage sowie der erf. Wegequerung einen erheblichen baulichen Aufwand.

Angesichts dieser Gegebenheiten wird angenommen, dass die Realisierung der Flutmulde weder wirtschaftlich noch praktikabel ist. Sie wird daher in der Variantenentwicklung nicht berücksichtigt.

18.2 Maßnahme – Hochwasserrückhaltebecken HRB Am Lenzengrund

Das im Bestandskonzept [7] vorgesehene Hochwasserrückhaltebecken „Am Lenzengrund“ wurde unter Berücksichtigung der hydrologischen Randbedingungen (vgl. Kapitel 3) hinsichtlich seines wasserwirtschaftlichen Nutzens betrachtet. Das Einzugsgebiet des Hochwasserrückhaltebeckens umfasst eine Fläche von $A = 0,207 \text{ km}^2$ und liegt im Teilgebiet TEZG NSO02, das insgesamt eine Fläche von $A = 0,819 \text{ km}^2$ aufweist. Die realisierbare Abflussreduktion von $Q = 0,18 \text{ m}^3/\text{s}$ hat eine überörtlich untergeordnete Bedeutung. Dem stehen Eingriffe in den Naturraum sowie in das Landschaftsbild entgegen. Zudem sind die damit verbundenen Kosten für den Grunderwerb, die Errichtung und die Unterhaltung zu berücksichtigen. Angesichts dieser Rahmenbedingungen wird die Realisierung des Hochwasserrückhaltebeckens als weder wirtschaftlich noch praktikabel eingeschätzt und das Becken daher in der Variantenentwicklung nicht berücksichtigt.

18.3 Maßnahme – Hochwasserrückhaltebecken HRB Mühlgrund

Das im Bestandskonzept [7] vorgesehene Hochwasserrückhaltebecken „Mühlgrund“ wurde unter Berücksichtigung der hydrologischen Randbedingungen (vgl. Kapitel 3) hinsichtlich seines wasserwirtschaftlichen Nutzens betrachtet. Das Einzugsgebiet des Hochwasserrückhaltebeckens umfasst eine Fläche von $A = 0,182 \text{ km}^2$ und liegt im Teilgebiet TEZG NSO03, das insgesamt eine Fläche von $A = 1,289 \text{ km}^2$ aufweist. Die realisierbare Abflussreduktion von $Q = 0,16 \text{ m}^3/\text{s}$ hat eine überörtlich untergeordnete Bedeutung. Dem stehen Eingriffe in den Naturraum sowie in das Landschaftsbild entgegen. Zudem sind die damit verbundenen Kosten für den Grunderwerb, die Errichtung und die Unterhaltung zu berücksichtigen. Angesichts dieser Rahmenbedingungen wird die Realisierung des Hochwasserrückhaltebeckens als nicht wirtschaftlich eingeschätzt und das Becken daher in der Variantenentwicklung nicht berücksichtigt.

12.2 Maßnahme – Hochwasserrückhaltebecken HRB Triebgraben

Das im Bestandskonzept [7] vorgesehene Hochwasserrückhaltebecken „Triebgraben“ wurde unter Berücksichtigung der hydrologischen Randbedingungen (vgl. Kapitel 3) hinsichtlich seines wasserwirtschaftlichen Nutzens betrachtet. Das Absperrbauwerk kommt am Auslauf des TEZG NLE13 zu liegen und fasst somit die gesamte Einzugsgebietsfläche $A = 1,072 \text{ km}^2$. Die realisierbare Abflussreduktion von ca. $Q = 0,40 \text{ m}^3/\text{s}$ im Sulzbach hat eine überörtlich untergeordnete Bedeutung. Dem stehen Eingriffe in den Naturraum und in das Landschaftsbild entgegen. Im Altkonzept [7] wurde der Standort aus landschaftsplanerischer Sicht als schlecht

bewertet (Ampel rot). Zudem sind die damit verbundenen Kosten für den Grunderwerb, die Errichtung und die Unterhaltung zu berücksichtigen. Angesichts dieser Rahmenbedingungen wird die Realisierung des Hochwasserrückhaltebeckens als weder wirtschaftlich noch praktikabel eingeschätzt und das Becken in der Variantenentwicklung nicht berücksichtigt.

24.1 Maßnahme – Hochwasserrückhaltebecken HRB Dornau Süd

Das im Bestandskonzept [7] vorgesehene Hochwasserrückhaltebecken „Dornau Süd“ wurde unter Berücksichtigung der hydrologischen Randbedingungen (vgl. Kapitel 3) hinsichtlich seines wasserwirtschaftlichen Nutzens betrachtet. Das Einzugsgebiet des Hochwasserrückhaltebeckens umfasst eine Fläche von etwa $A = 0,629 \text{ km}^2$ und liegt im Teilgebiet TEZG Hut_NGE03, das insgesamt eine Fläche von $A = 0,954 \text{ km}^2$ aufweist. Die realisierbare Abflussreduktion von $Q = 0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ hat keine Wirkung für die Ortslage Dornau und ist überörtlich von untergeordneter Bedeutung. Dem stehen Eingriffe in den Naturraum und in das Landschaftsbild entgegen. Im Altkonzept [7] wurde der Standort aus landschaftsplanerischer Sicht als ungünstig bewertet (Ampel orange). Zudem sind die damit verbundenen Kosten für den Grunderwerb, die Errichtung und die Unterhaltung zu berücksichtigen. Angesichts dieser Rahmenbedingungen wird die Realisierung des Hochwasserrückhaltebeckens als weder wirtschaftlich noch aus wasserwirtschaftlicher Sicht zielführend eingeschätzt und das Becken daher in der Variantenentwicklung nicht berücksichtigt.

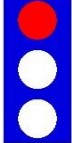
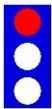
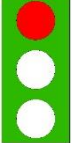
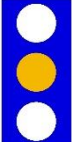
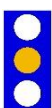
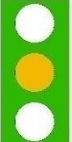
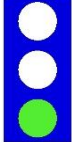
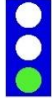
24.2 Maßnahme – Hochwasserrückhaltebecken HRB Dornau Nord

Das im Bestandskonzept [7] vorgesehene Hochwasserrückhaltebecken „Dornau Nord“ wurde unter Berücksichtigung der hydrologischen Randbedingungen (vgl. Kapitel 3) hinsichtlich seines wasserwirtschaftlichen Nutzens einer Überprüfung unterzogen. Das Absperrbauwerk ist stromabwärts des TEZG NGE03 vorgesehen und erfasst die gesamte Einzugsgebietsfläche von $A = 0,954 \text{ km}^2$. Die realisierbare Abflussreduktion von ca. $Q = 0,65 \text{ m}^3/\text{s}$ hat keine lokalen Auswirkungen auf die Ortslage Dornau und eine überörtlich untergeordnete Bedeutung. Dem stehen jedoch Eingriffe in den Naturraum sowie in das Landschaftsbild entgegen. Im Altkonzept [7] wurde der Standort aus landschaftsplanerischer Sicht als ungünstig bewertet (Ampel orange). Zudem sind die damit verbundenen Kosten für den Grunderwerb, die Errichtung und die Unterhaltung zu berücksichtigen. Angesichts dieser Rahmenbedingungen wird die Realisierung des Hochwasserrückhaltebeckens als weder wirtschaftlich noch aus wasserwirtschaftlicher Sicht zielführend eingeschätzt und das Becken daher in der Variantenentwicklung nicht berücksichtigt.

8.1.3 Bewertung der Maßnahmenwirkung

Analog zum Bestandskonzept [7] sind die verbleibenden Maßnahmen hinsichtlich ihrer ökologischen Auswirkungen und hinsichtlich ihres wasserwirtschaftlichen Nutzens bewertet worden. Zur wasserwirtschaftlichen Wirkung der Maßnahmen zählen sowohl lokale Auswirkungen am Ort der Maßnahme als auch überörtliche Auswirkungen auf die Abflussreduzierung in den Ortsbereichen von Soden und Sulzbach. Zum leichteren Verständnis wird die Bewertung der Maßnahmen durch Ampeln signalisiert, wobei die grüne Ampel für die landschaftsplanerische Bewertung und die blauen Ampeln für die wasserwirtschaftlichen Bewertungen der Maßnahmen stehen. Die große blaue Ampel signalisiert die überörtliche Wirkung und die kleine blaue Ampel die örtliche Wirkung der Maßnahmen. In den Lageplänen der Anlage 5 sind die einzelnen Maßnahmen zusammen mit den entsprechenden Ampelsymbolen dargestellt. In Tabelle 12 sind die Farbbelegungen der Ampelsymbole erläutert.

Tabelle 12: Ampelsymbole

	über- örtliche Wirkung	örtliche Wirkung	Wasserwirtschaft	Landschaftsplanung	
rot			Negative Auswirkungen auf den Hochwasserabfluss im Gewässer		Negative Auswirkungen auf Natur, Umwelt und Landschaftsbild.
gelb			Keine oder sehr geringe positive Auswirkungen auf den Wasserrückhalt in der Fläche oder die Hochwasserwelle im Gewässer.		Neutral im Hinblick auf Natur, Umwelt und Landschaftsbild.
grün			Hohes Rückhaltevermögen von Wasser in der Fläche oder starke Reduktion einer Hochwasserwelle im Gewässer.		Positive Auswirkungen auf Natur, Umwelt und Landschaftsbild.

8.2 Natürlicher Rückhalt

Ein zentrales Handlungsfeld im Hochwasserschutz stellt der natürliche Rückhalt dar. Im Sinne eines integralen Ansatzes kommt Maßnahmen, die Wasser dezentral in der Fläche zurückhalten sowie der fließenden Retention, eine besondere Bedeutung zu. Ziel eines natürlichen Rückhaltes ist es, den Oberflächenabfluss im Einzugsgebiet zu verlangsamen, zwischenzuspeichern oder lokal zu versickern. Auf diese Weise wird die Belastung der Gewässer bei Starkniederschlägen reduziert, Hochwasserspitzen werden gedämpft, und gleichzeitig werden natürliche hydrologische und ökologische Prozesse unterstützt.

Die Maßnahmen des natürlichen Rückhalts wirken vorzugsweise dezentral und flächendeckend. Sie sollen Synergien mit weiteren wasserwirtschaftlichen und naturschutzfachlichen Zielsetzungen ermöglichen – insbesondere in Bezug auf den Gewässerschutz, die Förderung der Biodiversität sowie die Anpassung an den Klimawandel.

Ein wesentliches Element bilden dezentrale Maßnahmen zur Regenwasserrückhaltung. Diese setzen direkt im Bereich der Entstehung von Abflüssen an und tragen zur Verringerung der Abflusskonzentration bei, indem sie Infiltration und Verdunstung fördern. Typische Maßnahmen in diesem Bereich sind die Anlage von Mulden, Rigolen und Rückhaltesenken, Versickerungsgräben entlang von Wegen oder Feldrändern, die Entsiegelung befestigter Flächen, Dachbegrünungen sowie die Einrichtung von Feldrändern und Pufferstreifen. Solche Maßnahmen führen zu einer Reduktion des Oberflächenabflusses, verringern Stoffeinträge in Gewässer (insbesondere Sediment und Nährstoffe) und fördern die Grundwasserneubildung. Insgesamt tragen sie somit wesentlich zur Verbesserung der Wasserqualität bei.

Auch boden- und wasserschonende Bewirtschaftungsformen in der Landwirtschaft leisten einen wesentlichen Beitrag zum natürlichen Rückhalt. Hierzu zählen unter anderem konservierende Bodenbearbeitung (z. B. Direktsaat, Mulchsaat), der Anbau von Zwischenfrüchten, die Begrünung von Brachen, das Anlegen von Erosionsschutzstreifen quer zum Hang sowie Maßnahmen des Waldumbaus und forstliche Rückhaltestrukturen. Diese Ansätze führen zur Reduktion von Bodenerosion und Stoffausträgen, verbessern die Bodenstruktur und Infiltrationsfähigkeit und stabilisieren den Landschaftswasserhaushalt. Gleichzeitig fördern sie den ökologischen Zustand angrenzender Gewässer.

Ein besonders hohes Potenzial für den natürlichen Rückhalt besitzen gewässernahe Maßnahmen, da sie direkt in Retentions- und Dynamikzonen der Fließgewässer eingreifen. Hierzu zählen die Auenreaktivierung, Wiederanbindung von Altarmen,

Deichrückverlegungen, der Einbau naturnaher Strukturelemente wie Totholz oder Kiesbänke sowie die Förderung eigendynamischer Gewässerentwicklung. Diese Maßnahmen erhöhen das Retentionsvolumen, verbessern die ökologische Durchgängigkeit, fördern die Gewässerdynamik und schaffen wertvolle Lebensräume für auentypische Flora und Fauna. Darüber hinaus leisten sie einen Beitrag zur Reduktion von Hochwasserspitzen und zur Minderung des Sedimenttransports.

Auch im urbanen Raum bestehen neben der Flächenentsiegelung vielfältige Möglichkeiten zur Realisierung des natürlichen Rückhalts. Hier bieten sich beispielsweise Zisternen und dezentrale Rückhaltevolumina auf Privatgrundstücken an, ebenso wie die Nutzung von Retentionsdächern und Grünflächen. Im Sinne des Schwammstadt-Prinzips können solche Maßnahmen die Kanalisation bei Starkregen entlasten, die Verdunstungsleistung im Stadtklima erhöhen und die Wasserbilanz sowie die Lebensqualität im urbanen Raum nachhaltig verbessern.

8.3 Entwicklung und Untersuchung der Varianten

Auf Grundlage der zuvor beschriebenen Maßnahmen wurden zwei Varianten entwickelt. Beide Varianten gewährleisten den Schutz der bebauten Gebiete vor einem 100-jährlichen Hochwasserereignis.

Die beiden Komponenten Hochwasserrückhalt und technischer Ausbau gehen Hand in Hand. Je mehr Wasser im Einzugsgebiet zurückgehalten werden kann, desto geringer kann der Umfang der technischen Ausbaumaßnahmen unterstrom der Rückhalteräume gehalten werden. Bei den Varianten wurden diese Komponenten in unterschiedlichem Maße genutzt und beinhalten eine Kombination aus Rückhalt und technischem Ausbau.

Unter den vorliegenden Randbedingungen (Hydrologie, Leistungsfähigkeit der Gewässer) ist eine Variante, die allein auf Hochwasserrückhalt setzt, ebenso wenig realisierbar, wie eine Variante mit rein technischem Ausbau.

Die Varianten sowie deren jeweilige Wirkungen werden in den folgenden Kapiteln aufgezeigt.

8.3.1 Allgemeines

Die folgenden Maßnahmen sind in beiden Varianten in gleicher Größenordnung enthalten. Sie werden in den nachfolgend beschriebenen Varianten nicht erneut gesondert aufgeführt. Die im Kapitel 8.2 dargelegten Handlungsfelder zum natürlichen

Rückhalt sind qualitativ zu berücksichtigen und im Rahmen potenzieller zukünftiger Verfahren der ländlichen Entwicklung einzubeziehen.

- 4 Maßnahme – Gewässerunterhalt
- 5 Maßnahme – Rückbau der Hausmülldeponie Eberswasen
- 25 Maßnahme – räumliche Rechen, Treibholzfang

Soden:

Für die Ortslage Soden wurde eine Variante entwickelt, die aus wasserwirtschaftlicher und wirtschaftlicher Sicht einen sinnvollen Schutz der bebauten Gebiete vor einem 100-jährlichen Hochwasserereignis bietet. Andere Kombinationen von Maßnahmen wurden als nicht zielführend identifiziert. Die in Frage kommenden Alternativen wurden zuvor geprüft und entsprechend ausgeschlossen (s. Kapitel 8.1.2).

Durch das vorgesehene Hochwasserrückhaltebecken Naturfreundehaus wird der innerhalb Sodens abzuführende Scheitelabfluss um etwa $Q = 1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ reduziert. Um den Abfluss schadlos abführen zu können ist im Ortsbereich ein technischer Hochwasserschutz vorgesehen. Bei beengten Platzverhältnissen durch angrenzende Bebauung sind Hochwasserschutzwände zu errichten, auf Freiflächen ist eine Geländemodellierung zielführend. Des Weiteren ist eine Aufweitung des Abflussquerschnittes mit einhergehendem Rückbau oder Anhebung der querenden Brücken/ Stege vorzunehmen. Zur Ertüchtigung der verrohrten und überdeckelten Gewässerabschnitte werden entweder die Verrohrungen vergrößert oder das Gewässer freigelegt. Am Einlauf der Verrohrungen sind räumliche Rechen vorzusehen, um etwaigen Verklausungen vorzubeugen.

Bei der Ausbauvariante ist zu beachten, dass der Abfluss unterhalb der Brückenbauwerke zwar im Freispiegel stattfindet, jedoch der geforderte Freibord von 50 cm nicht durchgehend gewährleistet werden kann. Der verbleibende Freibord unterhalb der Bestandsbrücken beträgt im Planzustand im ungünstigsten Fall 24 cm. In Tabelle 13 sind die Freiborde der relevanten Brückenbauwerke in der Ortslage aufgeführt. Für die Verrohrungen wurde maximal 80 % der Volllaufwassermenge angesetzt.

Tabelle 13: Freiborde Brücken, Planzustand

Nr.	Art	Zustand	Freibord [cm]
1	Brücke	Bestand	68
DL 4	Brücke	Neubau	50
7	Überbauung	Neubau	62

14	Brücke	Bestand	48
16	Überbauung	Neubau	72
17	Brücke	Bestand	105
20	Brücke	Neubau	50
21	Brücke	Bestand	154
24	Brücke	Bestand	33
25	Überbauung	Bestand	30
26	Brücke	Bestand	33
27	Überbauung	Bestand	24

In Tabelle 14 sind die einzelnen Maßnahmen für die Ortslage Soden aufgeführt. Die lokale Stationierung ist der Abbildung 22 zu entnehmen. Die Abflusssdämpfung bei der Dauerstufe von $D = 6h$ (incl. Klimazuschlag), die durch das HWRB „Naturfreunde“ am Ortseingang von Soden erzielt wird, kann Abbildung 21 entnommen werden.

Tabelle 14: Maßnahmen Ortslage Soden

Station Sodener Bach [km+m]	Maßnahme	Variante
0+675 – 0+700	Nr. 15	Wellstahldurchlass „Sodentahler Mineralbrunnen“ abbrechen und Brückenbauwerk herstellen
0+700 - 0+820	Nr. 16	Gewässeraufweitung
0+820 - 0+860	Nr. 13	Freibordsicherung, bestehende Ufermauer erhöhen
0+860	Nr. 14 Nr. 13	Bestehende Verrohrung (D2) abbrechen und Gewässer freilegen sowie Ufermauer herstellen
0+950	Nr. 14	Vergrößerung bestehender Verrohrung D3.1 (DN1000 -> RE 1600/1200)
1+280 - 1+325	Nr. 13	Uferbefestigung (Winkelstützwand) herstellen inkl. Gewässeraufweitung
1+325 - 1+330	Nr. 15	Bestehende Verrohrung (D4) abbrechen und Brückenbauwerk herstellen
1+330 - 1+430	Nr. 16	Gewässeraufweitung
1+420 - 1+450	Nr. 14	Neubau überdeckeltes Gerinne
1+450 - 1+510	Nr. 16	Gewässeraufweitung
1+680 - 1+700	Nr. 14	Neubau überdeckeltes Gerinne
1+970	Nr. 15	Brückenbauwerk BR15 erneuern
2+175 - 2+240	Nr. 14	Vergrößerung bestehender Verrohrung (D5.1) Stat (DN1200 -> RE1800/1200)

Station Sodener Bach [km+m]	Maßnahme	Variante
2+255 - 2+310	Nr. 14	Vergrößerung bestehender Verrohrung (D6) (DN1200 -> DN1400)
2+470 - 2+585	Nr. 14	Vergrößerung bestehender Verrohrung (D7) (RE 1200/1100)
2+935 - 2+940	Nr. 15	Rückbau Sohlschwelle
3+030 - 3+075	Nr. 14	zusätzliche Verrohrung
3+075 - 3+225	Nr. 13 Nr. 16	Uferbefestigung (Winkelstützwand) inkl. Gewässeraufweitung herstellen
3+380	Nr. 14	Vergrößerung bestehender Verrohrung (D10) (DN800 -> DN1200)
3+575	Nr. 14	Vergrößerung bestehender Verrohrung Verrohrung (D10,5) (DN800 -> DN1400)
3+525 - 3+600	Nr. 13 Nr. 16	Uferbefestigung (Winkelstützwand) inkl. Gewässeraufweitung herstellen
3+740	Nr. 14	Vergrößerung bestehender Verrohrung (D11) (DN800 -> DN1200)

▪ 18.1 Maßnahme – Hochwasserrückhaltebecken Naturfreundehaus

Östlich der Ortslage Soden ist das Hochwasserrückhaltebecken „Naturfreundehaus“ vorgesehen, durch das eine Drosselung des Hochwasserabflusses von $Q = 1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ erzielt werden kann. In Tabelle 15 sind die wesentlichen Kenndaten des Beckens unter Berücksichtigung der maßgebend werdenden Dauerstufen aufgeführt.

Tabelle 15: Kennwerte HRB Naturfreundehaus

	Naturfreundehaus
Speichervolumen [m^3]	14.000 *
Einstauhöhe [müNN]	232,14 *
max. Einlaufspitze [m^3/s]	1,735 *
Drosselabfluss [m^3/s]	0,72 **

* = D6h

** = D12h

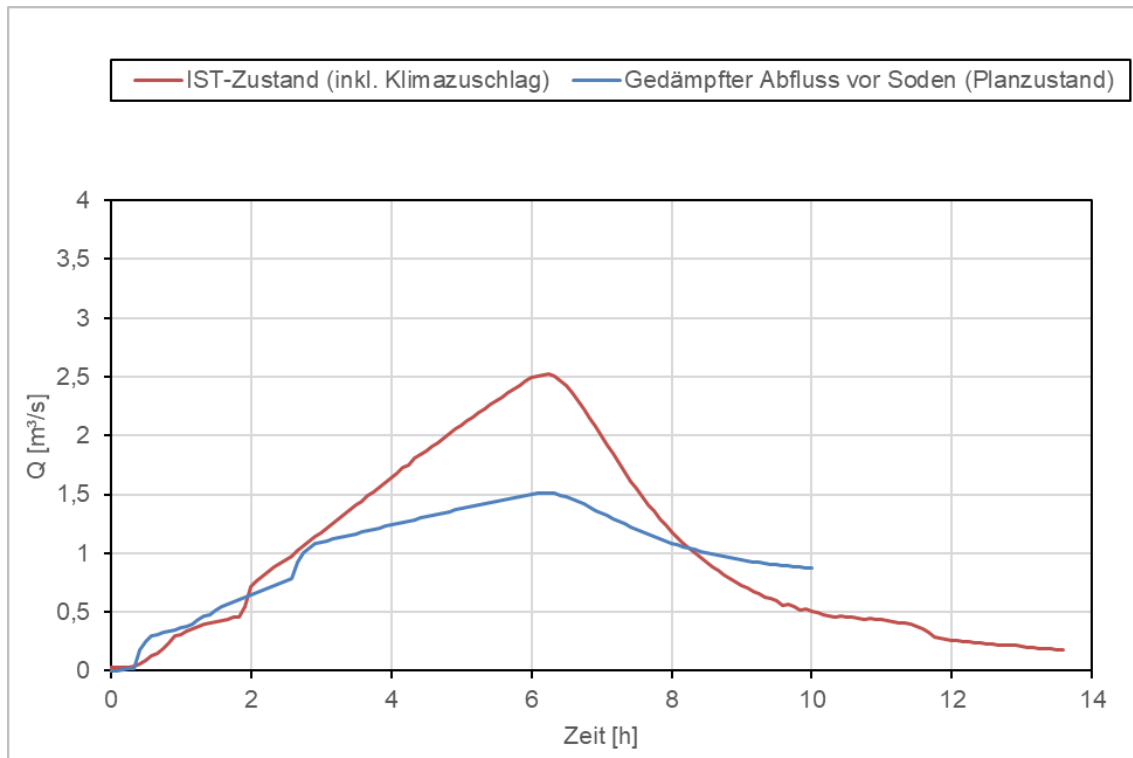


Abbildung 21: Abflussganglinie am Ortseingang von Soden (HQ_{100+15%}, D = 6h)

Buchenmühle:

Im Bereich Buchenmühle sind in jeder der beiden entwickelten Varianten folgende Maßnahmen vorgesehen:

- 19 Maßnahme – *Wegeanhebung, Geländemodellierung Buchenmühle*
- 21 Maßnahme – *Erhöhung Leistungsfähigkeit, Sohlpflasterung*
- 22 Maßnahme – *Gerinneentlastung durch Bypässe*

Dornau:

Um die Ortslage Dornau vor frei abfließendem Hangwasser zu schützen, ist südlich der Bebauung eine Flutmulde vorgesehen. Diese Flutmulde fasst das frei abfließende Hangwasser bei einem Scheitelabfluss von $Q = 0,33 \text{ m}^3/\text{s}$ und leitet es in den Hutmannsgraben unterhalb der Ortslage ab.

- 23 Maßnahme – *Flutmulde, Ableitung Hangwasser*

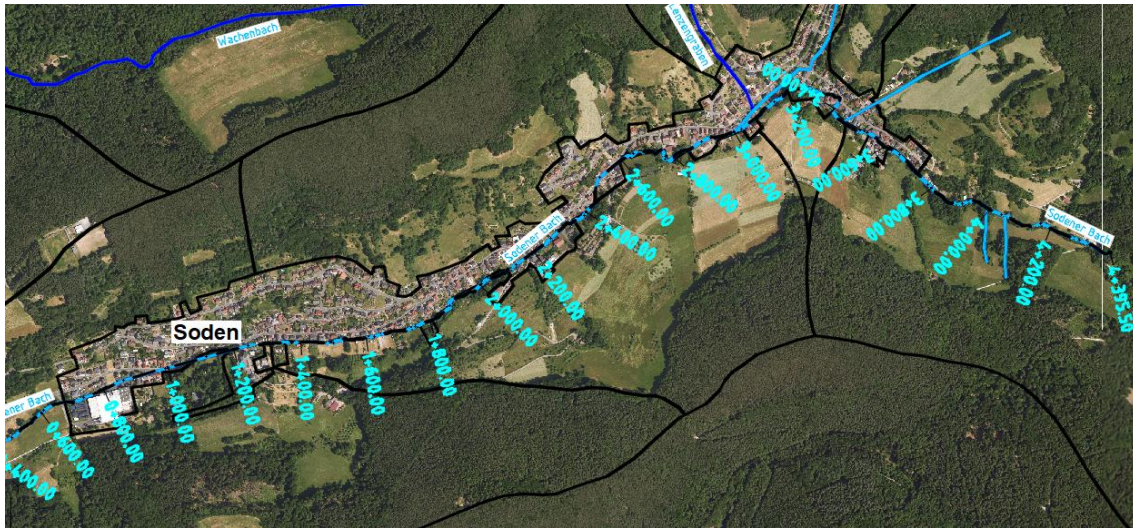


Abbildung 22: Stationierung Sodener Bach

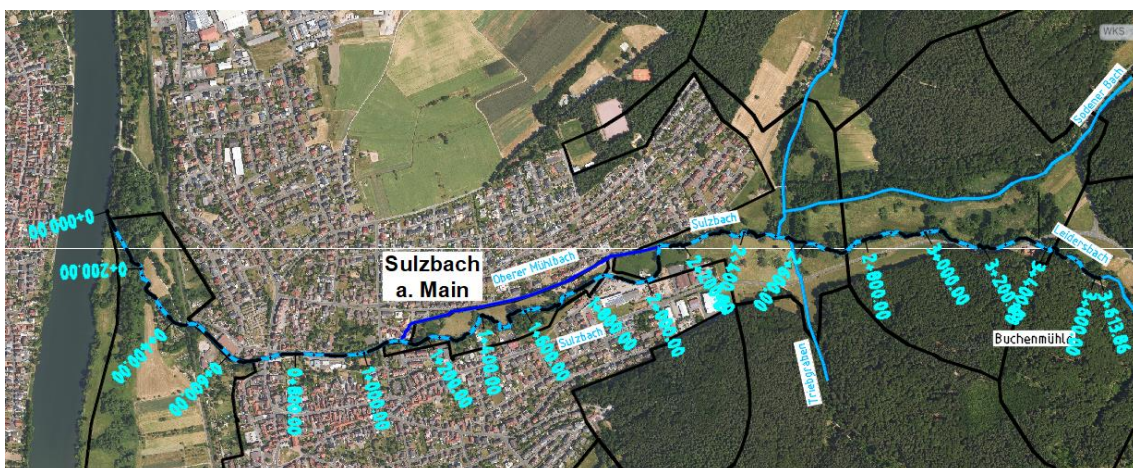


Abbildung 23: Stationierung Sulzbach

8.3.2 Variante 1: Schwerpunkt maximaler Rückhalt

In Variante 1 wird der Hochwasserschutz durch eine Kombination aus technischen Maßnahmen zum Gewässerausbau im Bereich der Ortslage Sulzbach sowie Rückhaltemaßnahmen gewährleistet. Der Schwerpunkt dieser Variante liegt auf der Optimierung bzw. Maximierung des Rückhalts innerhalb des Einzugsgebiets mit dem Ziel, den Abfluss maximal zu drosseln. Bei der Dimensionierung der Rückhaltemaßnahmen wurde darauf geachtet, die verfügbaren Speicherkapazitäten bestmöglich auszunutzen.

Durch die vorgesehenen Hochwasserrückhaltebecken wird der Scheitelabfluss, der innerorts in Sulzbach bei einem 100-jährlichen Hochwasser abzuführen ist, von etwa

39,4 m³/s auf 20,4 m³/s reduziert. Trotz dieser gewaltigen Abflussreduktion durch Hochwasserrückhalt sind zusätzliche technische Hochwasserschutzmaßnahmen erforderlich, um den verbleibenden Abfluss in Sulzbach schadlos abführen zu können. In Bereichen mit begrenztem Platzangebot sind Hochwasserschutzwände vorgesehen, während auf Freiflächen eine Geländemodellierung zur Sicherstellung des erforderlichen Freibords sinnvoll erscheint. Darüber hinaus wird eine Eintiefung und/oder Aufweitung des Abflussquerschnitts erforderlich.

In Tabelle 16 sind die vorgesehenen Maßnahme der Variante 1 in Sulzbach aufgeführt.

Tabelle 16: Maßnahmen Ortslage Sulzbach

Station Sulzbach [km+m]	Maßnahme	Variante
0+420	<i>Nr. 9</i>	Neubau Brücke Kleewiesenweg
0+400 – 0+540	<i>Nr. 10</i>	Gewässer aufweiten (linkes Ufer)
0+450	<i>Nr. 11</i>	Bypass bei Bahnunterführung herstellen
0+420 – 0+502	<i>Nr. 6</i>	HWS-Wand Bahnunterführung mit Binnenentwässerung und Pumpwerk (ohne HWS-Wand würde der Sulzbach im Bereich der Unterführung rechtseitig ausufern und einen Rückstau bis zur angrenzenden Bebauung zur Folge haben.)
0+500	<i>Nr. 6</i>	Hochwasserschutzdeich Kläranlage Sulzbach (nach Auskunft des WWA Aschaffenburg befindet sich die KA derzeit nicht im Betrieb. Sollte eine Wiederinbetriebnahme nicht vorgesehen sein, kann auf die Umsetzung der Maßnahme verzichtet werden.)
0+541	<i>Nr. 7</i>	Brücke Kläranlage Sulzbach Sohle eintiefen und Sohlpflasterung
0+540 - 0+650	<i>Nr. 10</i>	Gewässer aufweiten und eintiefen. Freibordsicherung linkes Ufer
0+650 - 0+725	<i>Nr. 7</i>	Überdeckung Hauptstraße Sohle eintiefen und Sohlpflasterung
0+725 - 0+830	<i>Nr. 10</i>	Gewässer eintiefen
0+727	<i>Nr. 7</i>	Brücke Höfchenstraße Sohle eintiefen und Sohlpflasterung
0+947	<i>Nr. 9</i>	Neubau Steg Kindergarten

Station Sulzbach [km+m]	Maßnahme	Variante
0+830 - 0+1060	Nr. 10	Gewässer eintiefen.
0+900 - 0+925	Nr. 6	Freibordsicherung rechtes Ufer
1+085 - 0+1190	Nr. 9	HWS-Wand Heinmühle
2+300 -	Nr. 6	Wachenbachweg Geländeanhebung

- 12.1 Maßnahme – Hochwasserrückhaltebecken Sulzbach
- 12.3 Maßnahme – Hochwasserrückhaltebecken Wachenbach
- 18.1 Maßnahme – Hochwasserrückhaltebecken Naturfreunde ¹
- 18.4 Maßnahme – Hochwasserrückhaltebecken Sodener Bach
- 19 Maßnahme – Hochwasserrückhaltebecken Buchenmühle

In Variante 1 sind fünf Hochwasserrückhaltebecken östlich der Ortslage Sulzbach vorgesehen, durch die eine Drosselung des Hochwasserabflusses in Sulzbach erzielt werden kann. In Tabelle 17 sind die wesentlichen Kenndaten der Becken unter Berücksichtigung der maßgebend werdenden Dauerstufen aufgeführt. Die Kenndaten des Beckens „Naturfreundehaus“ in Soden sind in Tabelle 12 aufgeführt.

Tabelle 17: Kennwerte HRB`s Variante 1

	Sulzbach	Wachen- bach	Buchen- mühle	Soden
Speichervolumen [m³]	281.000 *	27.250 *	70.000	73.350 *
Einstauhöhe [müNN]	136,40 *	137,80 *	143,36 *	147,54 *
max. Einlaufspitze [m³/s]	23,01 *	3,06 *	27,07 *	6,55 *
Drosselabfluss [m³/s]	14,0 **	1,20 **	20,0 **	2,40 **

* = D6h

** = D12h

Die Abflussdämpfung bei der Dauerstufe von D = 6h, die durch die fünf Hochwasserrückhaltebecken am westlichen Ortsende von Sulzbach erzielt wird, kann Abbildung 24 entnommen werden.

¹ HWRB Naturfreunde ist im Kapitel Allgemeines bereits aufgeführt

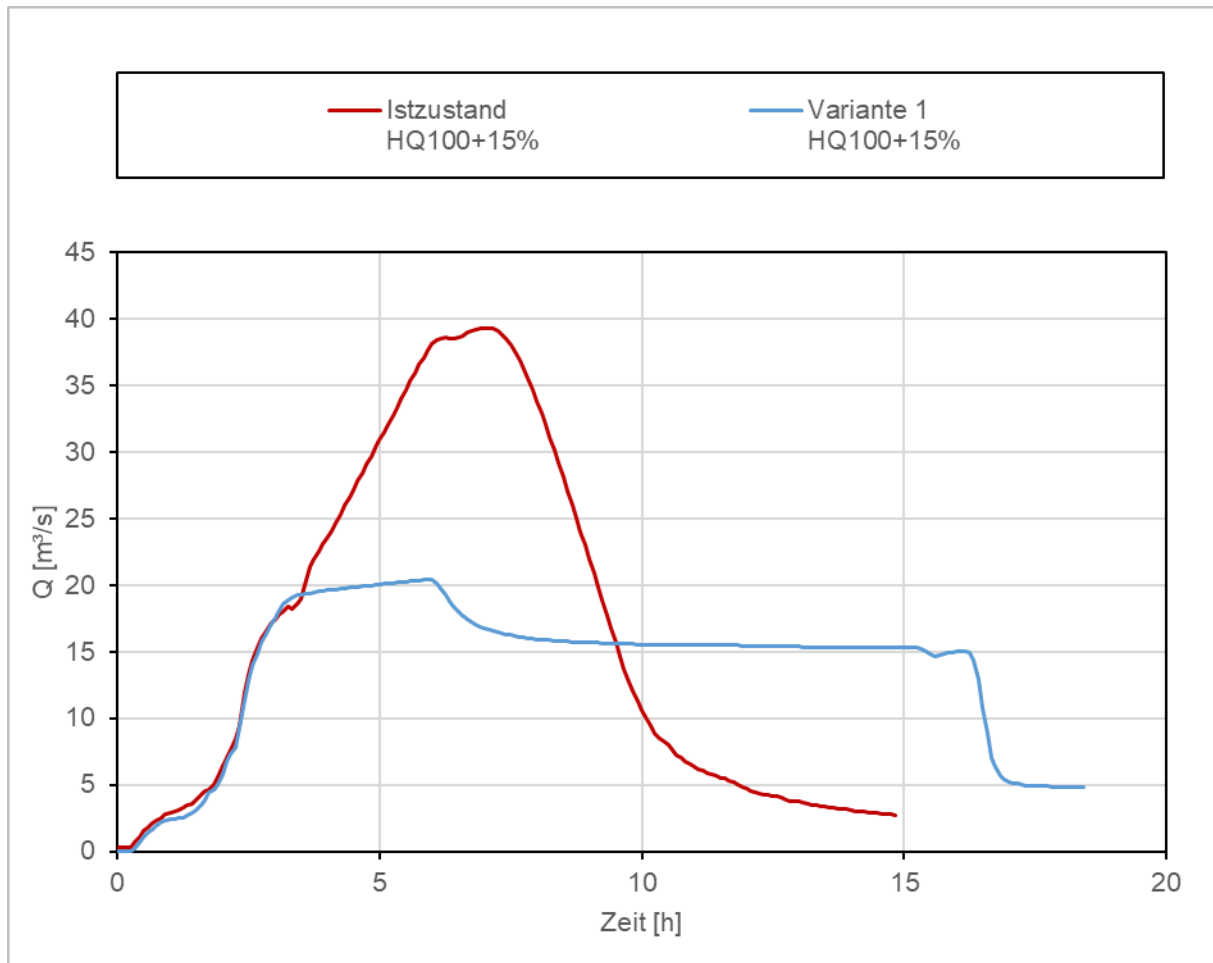


Abbildung 24: Abflussganglinie V1 am Ortsende von Sulzbach (HQ₁₀₀+15%, D=6h)

8.3.3 Variante 2: Schwerpunkt hoher technischen Ausbau mit Rückhaltemaßnahme

In Variante 2 wird der Hochwasserschutz ebenso durch eine Kombination aus technischem Gewässerausbau in der Ortslage von Sulzbach und Rückhaltemaßnahmen sichergestellt. Der Schwerpunkt dieser Variante liegt auf einem höheren technischen Ausbau innerhalb von Sulzbach und bei gleichzeitig geringerer Anzahl an Hochwasserrückhaltebecken im Einzugsgebiet. Bei der Dimensionierung der Rückhaltemaßnahmen wurde darauf geachtet, die verfügbaren Speicherkapazitäten optimal auszunutzen.

Durch die vorgesehenen Hochwasserrückhaltebecken wird der innerorts von Sulzbach abzuführende Scheitelabfluss bei einem 100-jährlichen Hochwasser von ca. 39,4 m³/s auf 24,4 m³/s gedrosselt. Um diesen Abfluss schadlos abführen zu können, sind im Vergleich zu Variante 1 umfangreichere technische Hochwasserschutzmaßnahmen

erforderlich. Dazu zählt unter anderem eine stärkere Eintiefung und/oder Aufweitung der Abflussquerschnitte. In diesem Zusammenhang ist auch die Erneuerung mehrerer Brückenbauwerke notwendig.

In Tabelle 18 sind die vorgesehenen Maßnahmen der Variante 2 in Sulzbach aufgeführt.

Tabelle 18: Maßnahmen V2 Ortslage Sulzbach

Station Sulzbach [km+m]	Maßnahme	Variante
0+420	<i>Nr. 9</i>	Brücke Kleewiesenweg anheben und aufweiten
0+400 – 0+540	<i>Nr. 10</i>	Gewässer aufweiten (linkes Ufer)
0+450	<i>Nr. 11</i>	Bypass bei Bahnunterführung herstellen
0+420 – 0+502	<i>Nr. 6</i>	Hochwasserschutzwand bei Bahnunterführung inkl. Binnenentwässerung herstellen (ohne HWS-Wand würde der Sulzbach im Bereich der Unterführung rechtseitig ausufern und einen Rückstau bis zur angrenzenden Bebauung zur Folge haben.)
0+500	<i>Nr. 6</i>	Hochwasserschutzdeich Kläranlage Sulzbach (nach Auskunft des WWA Aschaffenburg befindet sich die KA derzeit nicht im Betrieb. Sollte eine Wiederinbetriebnahme nicht vorgesehen sein, kann auf die Umsetzung der Maßnahme verzichtet werden.)
0+541	<i>Nr. 7</i>	Brücke Kläranlage Sulzbach Sohle eintiefen und Sohlpflasterung
0+540 - 0+650	<i>Nr. 10</i>	Gewässer aufweiten und eintiefen. Freibordsicherung linkes Ufer
0+650 - 0+725	<i>Nr. 7</i>	Überdeckelung Hauptstraße rückbauen und Gewässer offenlegen
0+725	<i>Nr. 9</i>	Brücke Bahnhofstraße anheben und aufweiten
0+725 - 0+830	<i>Nr. 10</i>	Gewässer eintiefen
0+727	<i>Nr. 9</i>	Brücke Höfchenstraße anheben und aufweiten
0+947	<i>Nr. 9</i>	Anheben Steg Kindergarten
0+830 - 0+1060	<i>Nr. 10</i>	Gewässer eintiefen.
0+900 - 0+925	<i>Nr. 6</i>	Freibordsicherung linkes Ufer
0+900 - 0+925	<i>Nr. 6</i>	Freibordsicherung rechtes Ufer

Station Sulzbach [km+m]	Maßnahme	Variante
1+085	Nr. 9	Brücke Franz-Schüßler-Straße anheben und aufweiten
1+085 - 0+1190	Nr. 9	Hochwasserschutz Heinmühle HWS-Wand und Binnenentwässerung mit Pumpwerk)
2+300 -	Nr. 6	Wachenbachweg Geländeanhebung

- 12.1 Maßnahme – Hochwasserrückhaltebecken Sulzbach
- 18.1 Maßnahme – Hochwasserrückhaltebecken Naturfreunde²

In Variante 2 sind zwei Hochwasserrückhaltebecken östlich der Ortslage Sulzbach vorgesehen, durch die eine Drosselung des Hochwasserabflusses erzielt werden kann. In Tabelle 19 sind die wesentlichen Kenndaten der Becken unter Berücksichtigung der maßgebend werdenden Dauerstufen aufgeführt.

Tabelle 19: Kennwerte der Hochwasserrückhaltebecken in Variante 2

	Sulzbach	Naturfreundehaus
Speichervolumen [m³]	281.000 *	14.251 *
Einstauhöhe [müNN]	136,34 *	232,14 *
max. Einlaufspitze [m³/s]	35,07 *	1,735 *
Drosselabfluss [m³/s]	16,5 *	0,72 *

* = D6h

* = D12h

Die Abflussdämpfung bei der Dauerstufe von D = 6h, die durch die Hochwasserrückhaltebecken Sulzbach und Naturfreundehaus am westlichen Ortsende von Sulzbach erzielt wird, kann Abbildung 25 entnommen werden.

² HWRB Naturfreunde ist im Kapitel Allgemeines bereits aufgeführt

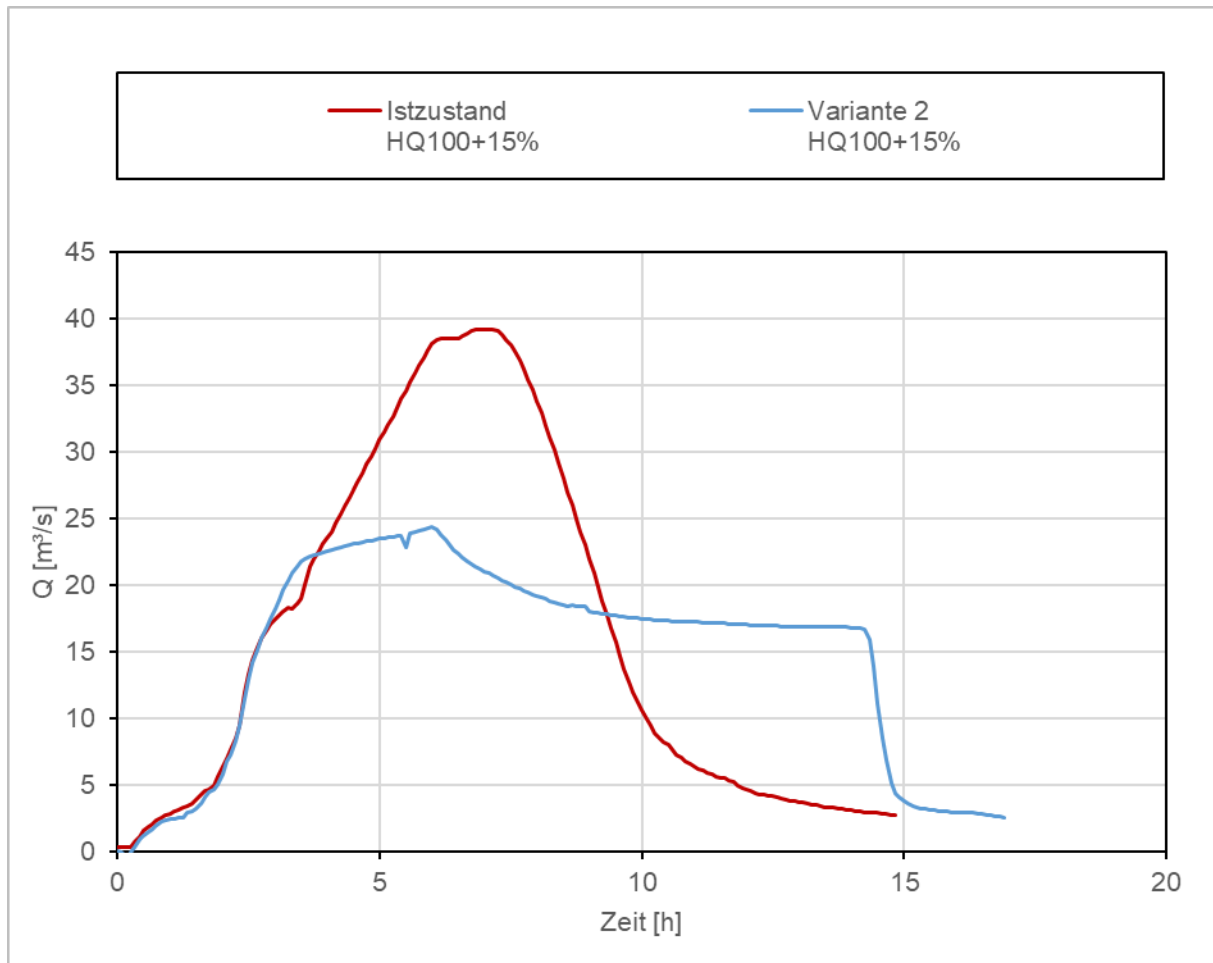


Abbildung 25: Abflussganglinie V2 am Ortsende von Sulzbach (HQ₁₀₀+15%, D=6h)

8.3.4 Wirkung der Varianten

8.3.4.1 Hochwasserschutz

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass mit beiden Varianten ein Schutz vor einem 100-jährlichen Hochwasser erzielt werden kann.

Durch die vorgesehenen Maßnahmen kann der Hochwasserabfluss in jeder Variante schadlos durch die Ortslage von Sulzbach und Soden abgeführt werden.

Im Ortsbereich von Sulzbach wird der Abfluss bei einem 100-jährlichen Hochwasser von $Q = 39,3 \text{ m}^3/\text{s}$ im Istzustand je nach Variante auf die in folgender Tabelle 20 genannten Werte reduziert.

Tabelle 20: Wirkung der Varianten in Sulzbach

Variante	Abfluss Ist-Zustand [m³/s]	Abfluss Plan-Zustand [m³/s]	Reduktion [m³/s]
Variante 1 Maximaler Rückhalt	39,3	20,4	18,9
Variante 2 Schwerpunkt techn. Ausbau	39,3	24,4	14,9

Im Ortsbereich von Soden wird der Abfluss bei einem 100-jährlichen Hochwasser von $Q = 5,4 \text{ m}^3/\text{s}$ im Istzustand in beiden Varianten auf $4,3 \text{ m}^3/\text{s}$ reduziert.

Der Freibord von 0,5 m unter den Brücken in Soden ist nicht durchgehend gegeben. Ein Freispiegelabfluss ist jedoch gewährleistet. Die Gefahr von Verklausungen an den Brücken kann durch eine strömungsgünstige Gerinneanpassung mit glatter Pflasterung im Brückenbereich minimiert werden. Zudem wird verhindert, dass Treibgut und Treibholz aus dem Einzugsgebiet in die bebauten Bereiche und damit zu den Brücken oder Verrohrungen gelangen, durch unmittelbar oberstrom liegende Hochwasserrückhaltebecken, Treibholzfänge sowie räumliche Rechen vor den Verrohrungen. Die genannte Unterschreitung des Freibords unter den Brücken stellt eine gewisse Einschränkung der „Qualität“ des Hochwasserschutzes dar, die jedoch in den Varianten für den identisch ist.

8.3.4.2 Ökologie

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

Variante 1 sieht die Errichtung von 5 HRB vor (HRB „Naturfreundehaus“, HRB „Sodener Bach“, HRB „Sulzbach“, HRB „Buchenmühle“, HRB „Wachenbach“). Dadurch ist innerhalb von Sulzbach ein reduzierter technischer Ausbau erforderlich, der jedoch immer noch auf einer großen Strecke umgesetzt werden muss.

Variante 2 sieht die Errichtung von 2 HRB vor (HRB „Naturfreundehaus“, HRB „Sulzbach“). Dadurch vergrößert sich der innerhalb von Sulzbach vorgesehene technische Ausbau.

Alle Hochwasserrückhaltebecken (HWRB) werden als offene Durchlassbauwerke konzipiert, um sowohl die hydraulische als auch die ökologische Durchgängigkeit

dauerhaft sicherzustellen. Die hierfür vorgesehenen Verschlussvorrichtungen gewährleisten die Durchwanderbarkeit aquatischer und terrestrischer Organismen und tragen somit maßgeblich zur ökologischen Funktionsfähigkeit der Bauwerke bei. Die im Bereich der Hochwasserrückhaltebecken häufig überstauten Flächen werden in der Regel aus der landwirtschaftlichen Nutzung genommen. Dadurch wird der Nährstoffeintrag in das Gewässer reduziert, was zu einer Verbesserung der Wasserqualität beiträgt. Gleichzeitig eröffnet sich im Beckenbereich die Möglichkeit einer ökologischen Aufwertung durch die Schaffung einer abwechslungsreichen Gewässerstruktur. Störsteine oder Wurzelstöcke tragen dazu bei und erzeugen Strömungsvariationen im Gewässerverlauf. Die Grundflächen der Hochwasserrückhaltedämme beanspruchen teilweise ökologisch wertvolle Gebiete. Die ökologischen Auswirkungen der Dammbauwerke können insbesondere in diesen Bereichen nur durch eine eigenständige FFH-Verträglichkeitsprüfung präzise eingeschätzt werden. Durch den Rückhalt bei Hochwasser wird in das natürliche Abflussgeschehen eingegriffen. Im vorliegenden Konzept sind die Drosselabflüsse, die die Rückhaltebecken ungehindert passieren, sehr hoch, so dass weiterhin eine ausreichende Variabilität der Abflüsse gewährleistet ist.

Potenziale für eine ökologische Aufwertung der Gewässer bestehen insbesondere in den zahlreichen geplanten Aufweitungsbereichen. Durch die geplanten Gewässeraufweitungen können flach ausgebildete Uferzonen angelegt werden. In Kombination mit naturnahen Ufersicherungen, der Beibehaltung oder Wiederherstellung einer naturnahen Gewässersohle sowie der gezielten Strukturanreicherung durch Störsteine und Totholz entstehen strukturreiche Übergangsbereiche zwischen Wasser und Land. Diese Maßnahmen fördern die Habitatvielfalt, verbessern die ökologische Durchgängigkeit und leisten einen wesentlichen Beitrag zur ökologischen Funktionsfähigkeit des Gewässerraums. Besonders geeignet sind hierfür die Gewässerabschnitte im Bereich des HWRB Sulzbach sowie im Umfeld des ‚Naturfreundehauses‘. Darüber hinaus bieten auch die geplanten Gewässeraufweitungen im Ortsbereich von Soden (s. Tabelle 14) ein hohes Potenzial für eine ökologische Aufwertung.

Die ökologische Verträglichkeit der technischen Hochwasserschutzmaßnahmen hängt maßgeblich von einer sorgfältigen Materialwahl, der Gestaltung der Gewässer sowie deren Integration in die Umgebung ab. Eine naturnahe, ingenieurbologische Gestaltung sollte bevorzugt werden, während ein rein technischer Verbau der Bäche möglichst vermieden werden sollte.

Durch die Anlage der Flutmulde Dornau in beiden Varianten ist keine negative Auswirkung auf den Naturhaushalt zu erwarten.

8.3.4.3 Integrale Wirkung von Rückhaltemaßnahmen

Rückhaltemaßnahmen, sowohl in Form des natürlichen Rückhalts als auch durch technische Einrichtungen wie der HWRB „Sulzbach“ und „Naturfreundehaus“, entfalten eine integrale Wirkung auf unterschiedliche hydrologische, ökologische und geomorphologische Prozesse innerhalb des Einzugsgebietes. Sie tragen wesentlich zur Stabilisierung der Abflusssdynamik bei, indem sie insbesondere bei Starkregenereignissen die Abflussspitzen dämpfen und somit das Hochwasserrisiko in unterliegenden Siedlungsbereichen signifikant reduzieren. Darüber hinaus fördern sie durch die Verlängerung der Wasserverweilzeit und die Ermöglichung von Infiltrationsprozessen die Grundwasserneubildung und wirken stabilisierend auf das Niedrigwasserregime. In der Summe führen diese Funktionen zu einer erhöhten Resilienz des hydrologischen Systems gegenüber den Auswirkungen klimabedingter Extremereignisse wie Hochwasser und Dürre.

Auch hinsichtlich der Gewässerqualität sind positive Effekte zu verzeichnen. In natürlichen Rückhalteräumen wie Auen oder Feuchtgebieten können Nährstoffe, Sedimente und Schadstoffe durch physikalische, chemische und biologische Prozesse effektiv zurückgehalten bzw. abgebaut werden. Dies trägt zur Reduzierung diffusionsbasierter Einträge in Fließgewässer bei und verbessert die Selbstreinigungskraft sowie die ökologische Funktionsfähigkeit der Gewässer. Rückhaltebecken unterstützen diese Wirkung ergänzend, indem sie Sedimente und Schwebstoffe zurückhalten und so einer Eutrophierung und Trübung des Wassers entgegenwirken.

Ökologisch leisten Rückhaltemaßnahmen einen bedeutenden Beitrag zur Förderung der Biodiversität. Insbesondere durch die Reaktivierung naturnaher Rückhalteräume entstehen vielfältige aquatische und semiaquatische Lebensräume, die für zahlreiche Tier- und Pflanzenarten von Bedeutung sind. Die Strukturvielfalt innerhalb dieser Rückhalteräume wirkt sich positiv auf die Habitatqualität und die ökologische Konnektivität aus. Gleichzeitig werden durch die Reduktion hydrologischer Belastungen, wie Sohlauskolkung oder Ufererosion, natürliche Gewässerstrukturen geschützt und gegebenenfalls wiederhergestellt.

Im Bereich der Bodenerosion zeigen Rückhaltemaßnahmen ebenfalls deutliche Wirkungen. Vegetationsbedeckte Rückhalteräume reduzieren den Oberflächenabfluss, verlangsamen die Fließgeschwindigkeit und tragen somit dazu bei, Erosionsprozesse in der Fläche zu minimieren. Darüber hinaus wird der Transport von Sedimenten in die Gewässer vermindert, was sich positiv auf die Morphodynamik und die Wasserqualität auswirkt.

Insgesamt tragen Rückhaltemaßnahmen wesentlich zur Verbesserung des Wasserhaushalts bei, indem sie Wasserspeicherkapazitäten in der Landschaft erhöhen und natürliche Wasserkreisläufe stabilisieren. Vor dem Hintergrund zunehmender klimatischer Extremereignisse und der steigenden Nutzungsansprüche an Wasserressourcen kommt diesen Maßnahmen eine strategisch wichtige Rolle zu.

8.3.4.4 Landschaftsbild

Die ästhetischen Auswirkungen auf das Landschaftsbild, vor allem der Hochwasserrückhaltebecken, sind zum einen bedingt durch die Veränderung der Landschaft in ihren Strukturen und Objekten und zum anderen durch das veränderte Erscheinungsbild selbst. Die Dämme der Hochwasserrückhaltebecken durchqueren die Talräume, was zu einer nachhaltigen Veränderung des Landschaftsbildes sowie der Erholungsfunktion der Landschaft führt. Die Blickbeziehungen entlang der Bachtäler werden durch die Dammhöhen von 4 bis 7 Metern unterbrochen. Bestehende Wegeverbindungen, wie Rad- und Wanderwege sowie Wirtschaftswege, müssen angepasst und teilweise über die Dammkronen geführt werden. Variante 2, mit der geringeren Anzahl an Hochwasserrückhaltebecken, wäre in Bezug auf die Auswirkungen auf das Landschaftsbild vorzuziehen.

Beim technischen Ausbau der Gewässer, insbesondere im Rahmen des innerörtlichen Hochwasserschutzes, beeinflussen Materialwahl, Gewässergestaltung und die Integration in die Umgebung das Ortsbild. Ein naturnaher Ausbau unter Verwendung ingenieurbioologischer Maßnahmen sollte einem rein technischen Ausbau bevorzugt werden.

8.3.4.5 Ortsbild

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

8.3.4.6 Wirtschaftlichkeit

Die Bewertung der Wirtschaftlichkeit ergibt sich unmittelbar aus der Nutzwertanalyse in Kapitel 8.3.6. Die Bewertung der Varianten erfolgt entsprechend den in Tabelle 26

dargestellten Kosten-Nutzen-Faktoren, wobei eine höhere Kennzahl des Kosten-Nutzen-Faktors (NKF) auf eine wirtschaftlichere Variante hinweist.

8.3.4.7 Bauliche Komplexität

Die in den Varianten enthaltenen Hochwasserrückhaltebecken werden hinsichtlich der verschiedenen Randbedingungen und der baulichen Umsetzung her als eher einfach bis mittel schwierig eingeschätzt.

Die Komplexität des innerörtlichen technischen Gewässerausbaus steigt mit dem Umfang der Maßnahmen und wird von schwierig bis sehr schwierig eingestuft. Insbesondere die wenigen Andienungsmöglichkeiten und die sehr engen Platzverhältnisse tragen zu dieser Einschätzung bei.

8.3.5 Kostenschätzung

Die Kostenschätzungen der betrachteten Varianten liegen in Anlage 8 bei. In Tabelle 21 sind die geschätzten Gesamtkosten der einzelnen Ausbauvarianten nach Kostengruppen aufgeführt.

Tabelle 21: Kostenschätzung

Kostengruppen	Variante 1	Variante 2
KG 1 Grunderwerb	749.439,60 €	532.770,85 €
KG 2 Vorbereitende Maßnahmen	133.500,00 €	133.500,00 €
KG 3 Bauwerke - Baukonstruktion	22.509.424,00 €	20.943.210,00 €
KG 4 Technische Anlagen	1.841.800,00 €	1.041.100,00 €
KG 5 Landschaftspflegerische Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen (1,5 % der KG3)	338.000,00 €	314.000,00 €
KG 6 Ausstattung und Kunstwerke	-	-
KG 7 Baunebenkosten (7% der KG2-KG6)	1.738.000,00 €	1.570.000,00 €
19% MwSt (ohne KG1)	5.046.537,56 €	4.560.343,90 €
Summe (brutto)	32.356.701,16 €	29.094.924,75 €

Es zeigt sich, dass Variante 2 kostengünstiger ist. Die Kostendifferenz ergibt sich hauptsächlich aus der geringeren Anzahl an Hochwasserrückhaltebecken. Die Mehrkosten in Variante 1 resultieren aus dem baulichen Aufwand für die Errichtung der Damm- und Durchlassbauwerke sowie deren technischer Ausrüstung. Die Kosten für den größeren technischen Hochwasserschutz in Sulzbach in Variante 2 fallen dahingehend geringer aus und führen zu einem Kostenvorteil von etwa 10%.

In Tabelle 22 sind nochmals die Kosten ohne Berücksichtigung Maßnahme am überbauten Gewässerabschnitt in der Bahnhofstraße in Sulzbach aufgeführt. Die Freilegung des Gewässers soll im Zuge der geplanten Maßnahme am „Schohe Haus“ [9] unabhängig vom Hochwasserschutz zeitnah umgesetzt werden Sie wird voraussichtlich bei Umsetzung des Konzeptes bereits realisiert sein und ist daher in den Kosten nicht enthalten.

Tabelle 22: Kostenschätzung ohne Freilegung des Gewässer Bahnhofstraße

Kostengruppen	Variante 1.2	Variante 2.2
KG 1 Grunderwerb	749.439,60 €	532.770,85 €
KG 2 Vorbereitende Maßnahmen	133.500,00 €	133.500,00 €
KG 3 Bauwerke - Baukonstruktion	22.325.674,00 €	20.674.764,70 €
KG 4 Technische Anlagen	1.841.800,00 €	1.041.100,00 €
KG 5 Landschaftspflegerische Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen (1,5 % der KG3)	334.900,00 €	310.400,00 €
KG 6 Ausstattung und Kunstwerke	-	-
KG 7 Baunebenkosten (7% der KG2-KG6)	1.725.000,00 €	1.552.000,00 €
19% MwSt (ohne KG1)	5.008.566,06 €	4.508.549,90 €
Summe (brutto)	32.118.879,66 €	28.770.530,75 €

8.3.6 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Für die Förderung eines Hochwasserschutzprojektes durch den Freistaat Bayern ist eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung eine grundlegende Voraussetzung. Diese Wirtschaftlichkeitsanalyse wurde gemäß der „Handlungsanleitung zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung bei Hochwasserschutzmaßnahmen“ des Bayerischen Landesamts für Umwelt (LfU) [4] durchgeführt und wird nachfolgend erläutert.

Die Handlungsanleitung des LfU legt fest, dass der Nutzen einer Hochwasserschutzmaßnahme den zu erwartenden Kosten gegenübergestellt wird. Der Nutzen wird dabei als vermiedener Schaden definiert, der sich aus der Differenz zwischen dem zu erwartenden Schaden im Istzustand ohne Schutzmaßnahmen und dem zu erwartenden Schaden nach der Herstellung der Schutzmaßnahmen ergibt. Zur Ermittlung des mittleren jährlichen Schadens wird eine Schadensfunktion verwendet, für deren Berechnung mehrere Stützstellen erforderlich sind. Im Rahmen der betrachteten Hochwasserschutzmaßnahme wurden das 10-jährliche und das 20-jährliche Hochwasserereignis als maßgebliche Stützstellen herangezogen.

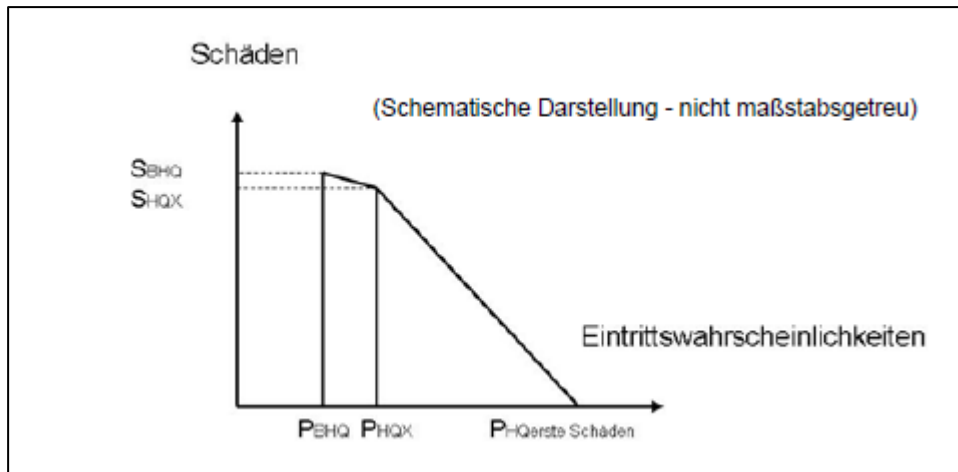


Abbildung 26: Schadensfunktion mit Stützstellen (aus [4])

Der Bemessungsabfluss für den geplanten Hochwasserschutz ist ein Hochwasser mit der Jährlichkeit HQ_{100} zzgl. 15% Klimazuschlag. Das Ereignis, bei dem erste Schäden auftreten, ist ein etwa 3-jährliches Hochwasser.

Zur Ermittlung der ersten Betroffenenheiten wurde eine hydraulische Berechnung im Istzustand unter Verwendung verschiedener Abflüsse durchgeführt. Im Wachenbachweg in Sulzbach sind bei einem Abfluss von $Q = 8,0 \text{ m}^3/\text{s}$ erste Betroffenenheiten zu erkennen. Die Jährlichkeit des ermittelten Abflusses wurde unter Verwendung des in Abbildung 27 dargestellten Diagramms bestimmt. In diesem Diagramm sind die bekannten Abflüsse bei verschiedenen Jährlichkeiten logarithmisch aufgetragen, wodurch die Jährlichkeit des spezifischen Abflusses, bei dem erste Schäden auftreten, abgelesen werden kann.

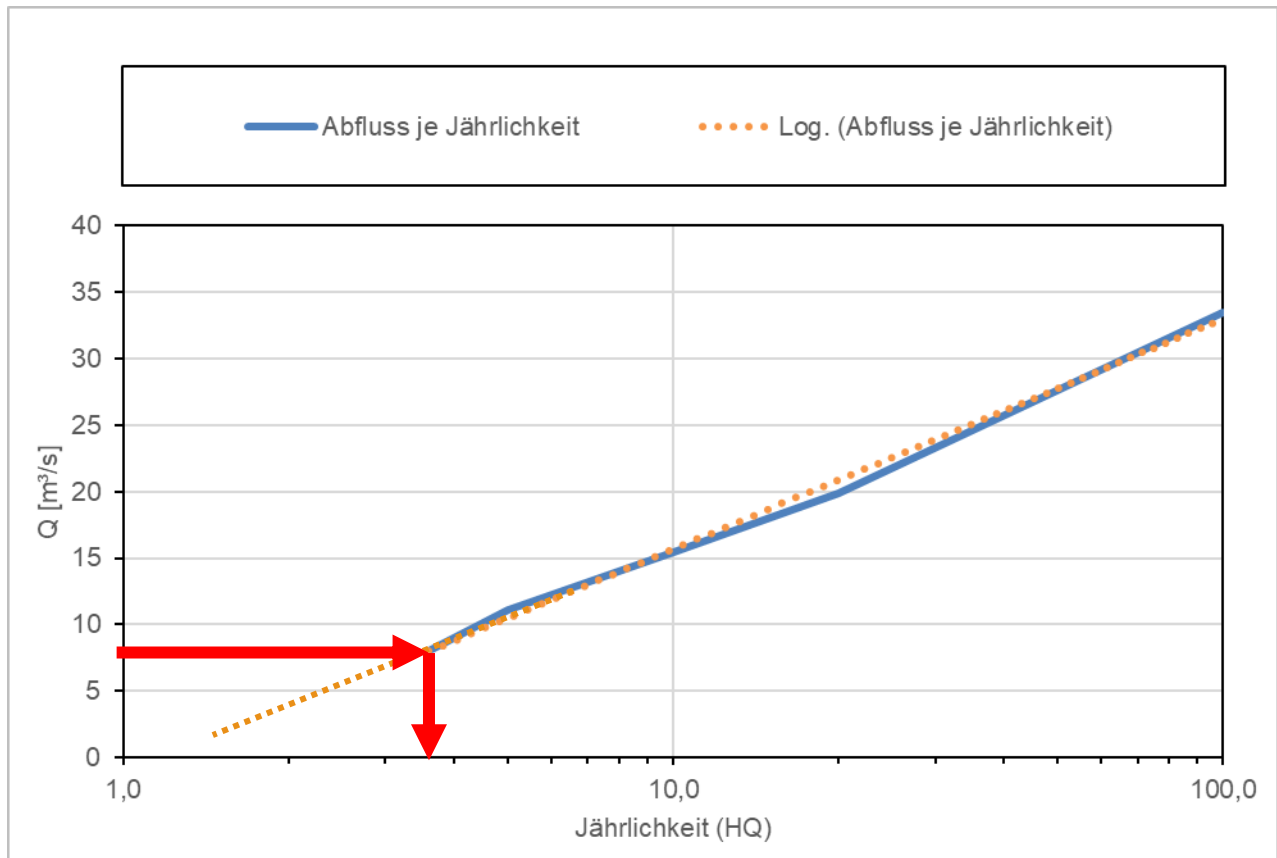


Abbildung 27: Jährlichkeit erste Betroffenen

8.3.6.1 Ermittlung Nutzen bzw. vermiedener Schaden

Zur Ermittlung des Schadens im Hochwasserfall mussten zunächst die Betroffenen festgestellt werden. Hierfür wurden die Überschwemmungsgebiete für verschiedene Jährlichkeiten (HQ_5 , HQ_{10} , HQ_{20} , HQ_{100} + 15% Klimazuschlag) im Istzustand hydraulisch berechnet. Die benötigten Abflusswerte für diese Berechnungen sind in Kapitel 3 aufgeführt.

Der entstehende Schaden wurde für die unterschiedlichen Jährlichkeiten ermittelt, indem gemäß der Methodik in [4] die betroffenen Gebäude innerhalb der jeweiligen Überschwemmungsgrenze identifiziert wurden. Um die Größe des Schadens abzuschätzen, werden Punkte je Betroffenheit vergeben. Die zu vergebenden Punkte richten sich maßgeblich nach der Nutzung der betroffenen Gebäude. Ein Wohnhaus mit maximal zwei Wohnungen wird dabei weniger stark gewichtet als ein Wohnhaus mit mehr als zwei Wohnungen. Betriebe werden mit einem höheren Faktor berücksichtigt, wobei dieser Faktor zusätzlich von der Anzahl der Mitarbeiter des jeweiligen Betriebs abhängt. Ebenso werden öffentliche Einrichtungen und wichtige

Infrastruktureinrichtungen höher gewichtet. Die Faktoren für die verschiedenen Nutzungen sind in Tabelle 23 aufgeführt.

Tabelle 23: Faktor f_n in Abhängigkeit von der Gebäudenutzung (aus [4])

Nutzung	Faktor f_n
Normales Haus ≤ 2 Wohnungen	1
Mehrfamilienhaus > 2 Wohnungen	3
Kleine Betriebe bis 3 Arbeitsplätze	2
Mittlere Betriebe 4 bis 49 Arbeitsplätze	2-10 (linear interpoliert)
Große Betriebe ab 50 Arbeitsplätzen	10
Öffentliche Einrichtungen	10
Wichtige Infrastruktur	10

Für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wurde vom Markt Sulzbach eine Liste der im Gemeindegebiet eingetragenen Gewerbebetriebe zur Verfügung gestellt. Auf Basis dieser Liste konnten die betroffenen Betriebe ermittelt werden. Die Abschätzung der Mitarbeiterzahlen erfolgte durch die Auswertung der Onlineauftritte der jeweiligen Unternehmen oder, in Fällen ohne verfügbare Informationen, durch fundierte Annahmen. Darüber hinaus wurden in Abstimmung mit dem Wasserwirtschaftsamt (WWA) Aschaffenburg wichtige Infrastrukturpunkte wie die Hauptverkehrsstraßen identifiziert und entsprechende Schadenspunkte vergeben. Die Zusammenstellung der Betroffenheiten bei den betrachteten Jährlichkeiten und die daraus resultierenden Schadenspunkte sind in Anlage 9 enthalten.

8.3.6.2 Ermittlung Kosten

Für die Kostenermittlung wurde die in Kapitel 8.3.5 beschriebene Kostenschätzung (s. Anlage 8) zugrunde gelegt. Die Kostengruppen aus dieser Schätzung wurden den einzelnen Kostenpunkten der Handlungsanleitung entsprechend zugeordnet, wie in Tabelle 24 aufgeführt. Kosten, die einmalig anfallen und keine Reinvestitionskosten verursachen, wurden unter dem Punkt „Planung“ berücksichtigt. In Abstimmung mit dem Wasserwirtschaftsamt (WWA) Aschaffenburg wurde für direkte Schäden ein Schadenswert von 90.000 € pro Punkt angesetzt.

Tabelle 24: Zuordnung Kostengruppen Kostenschätzung zu Kostenpunkten der Tabelle zur Handlungsanleitung

Kostenpunkt Tabelle Handlungsanleitung	Kostengruppe Kostenschätzung
Planung	2, 7, 3.4, 3.3.1, 5
Grunderwerb	1
Betonbauwerke	3.1
Erdbauwerke	3.2, 3.3,
Stahlwasserbau	4.1
Maschinen- und Elektrotechnik	4.2
Mobile Elemente	entfällt

Aus den ermittelten Kosten ergeben sich zusätzliche jährliche Unterhalts- sowie Reinvestitionskosten. Die Gesamtkosten, die unter Berücksichtigung dieser Unterhalts- und Reinvestitionskosten im zugrunde gelegten Betrachtungszeitraum von 100 Jahren anfallen, sind in Tabelle 25 aufgeführt. Die Kosten beiden Varianten werden differenziert, je nachdem, ob die Freilegung des Gewässers in der Bahnhofstraße berücksichtigt wird oder nicht.

Tabelle 25: Kosten über den Betrachtungszeitraum

Variante	Kostenermittlung (Betrachtungszeitraum 100 Jahre) [brutto]
Variante 1.1	37,8 Mio. €
Variante 1.2 ³	37,5 Mio. €
Variante 2.1	33,3 Mio. €
Variante 2.2 ³	32,9 Mio. €

8.3.6.3 Ergebnis

Gemäß der Handlungsanleitung zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung bei Hochwasserschutzmaßnahmen [4] erfolgt die Ermittlung des Kostenbarwertes sowie der Nutzenbarwerte für die verschiedenen Stützstellen. Die in Tabelle 26 aufgeführten Nutzenkostenfaktoren der betrachteten Varianten sind größer als 1, somit kann von einer Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen ausgegangen werden.

³ Freilegung des Gewässers in der Bahnhofstraße ist nicht berücksichtigt

Tabelle 26: Nutzenkostenfaktoren

Variante	Nutzenkostenfaktor (NKF)
Variante 1.1	1,86
Variante 1.2 ³	1,88
Variante 2.1	2,11
Variante 2.2 ³	2,14

9 Geplantes Vorhaben – Ableitung der Vorzugsvariante

9.1 Ableitung der Vorzugsvariante

Als Vorzugsvariante wird Variante 2 empfohlen.

Die Varianten 1 und 2 unterscheiden sich insbesondere in der Anzahl der Rückhaltemaßnahmen im Einzugsgebiet sowie im Umfang des technischen Gewässerausbaus in Sulzbach. Der Maßnahmenumfang in Soden und Dornau ist in beiden Varianten im gleichen Umfang enthalten. In beiden Varianten wird die von der Bayerischen Wasserwirtschaftsverwaltung verfolgte 3-Säulenstrategie für den Hochwasserschutz berücksichtigt, bei der der natürliche Hochwasserrückhalt in Kombination mit technischem Hochwasserschutz zum Einsatz kommt.

Hinsichtlich der Kosten ist Variante 2 überlegen, da die Ausgaben für die Errichtung und den höheren Unterhalt der Hochwasserrückhaltebecken in Variante 1 höher ausfallen. Allerdings ist zu beachten, dass für Hochwasserrückhaltemaßnahmen höhere Zuschüsse vom Freistaat Bayern zu erwarten sind, als für technische Hochwasserschutzmaßnahmen, was zugunsten von Variante 1 spricht.

Variante 2 zeichnet sich durch einen geringeren Eingriff in das Landschaftsbild aus, da sie eine geringere Anzahl an Hochwasserrückhaltebecken umfasst. In diesem Punkt ist sie der Variante 1 überlegen. Darüber hinaus führt der reduzierte Eingriff zu einem geringeren Bedarf an Ausgleichsflächen und -maßnahmen in Variante 2. Zudem gestaltet sich die Umsetzbarkeit als vorteilhafter, da weniger Grundstückseigentümer betroffen sind von denen insbesondere für die Dammaufstandsflächen Grundstücksflächen erworben werden müssen.

9.2 Technische Gestaltung – Darstellung der Vorzugsvariante

Die Bestandteile und Maßnahmen der Vorzugsvariante sind in den Lageplänen der Anlagen 7 dargestellt. Zusätzlich sind in den Lageplänen zu den Maßnahmen Details und Querschnitte enthalten. Ausgewählte Maßnahmen zur ökologischen Gewässerentwicklung, wie sie im Gewässerentwicklungskonzept (vgl. Anlage 12) enthalten sind, wurden ebenfalls in den zugehörigen Lageplänen aufgenommen und dargestellt

In Tabelle 27 sind die wichtigsten Kenndaten der Hochwasserrückhaltebecken der Vorzugsvariante enthalten.

Tabelle 27: Kenndaten der Hochwasserrückhaltebecken (Vorzugsvariante)

HWRB	Damm- höhe [m]	Abfluss- reduktion (HQ_{100+15%}) [m³/s]	Becken- volumen (HQ_{100+15%}) [m³]	Einstau- fläche (HQ_{100+15%}) [m²]	Damm- aufstands- fläche [m²]	Damm- schütt- volume n [m³]
Sulzbach	7,0	18,60	281.000	116.000	22.600	52.000
Naturfreund e	7,5	1,02	14.000	8.600	2.800	7.500

10 Vorschlag Hochwasservorsorgemaßnahmen

10.1 Flächenvorsorge

Im Rahmen der Flächenvorsorge ist sicherzustellen, dass Retentionsräume sowie versickerungsfähige Flächen erhalten bleiben. Wo möglich, sollten bereits versiegelte Flächen entsiegelt werden. Bei unvermeidbaren Flächenbefestigungen ist die Verwendung durchlässiger Baumaterialien, wie beispielsweise Rasengittersteine, anzustreben. Besonders schutzbedürftige Infrastruktur sollte, sofern praktikabel, in hochwasserfreie Gebiete verlagert werden.

10.2 Bauvorsorge

Zur Minimierung des Schadenspotenzials im Hochwasserfall sollte eine Bebauung in hochwassergefährdeten Gebieten grundsätzlich ausgeschlossen werden. Ist eine Bebauung dennoch vorhanden oder geplant, sind hochwasserangepasste Maßnahmen umzusetzen. Dazu zählt insbesondere die wasserdichte Abdichtung von Kellern einschließlich der Ausstattung mit geeigneten Verschlussvorrichtungen für tieferliegende Gebäudeöffnungen (z. B. Rückstauklappen am Kanalnetz). Zudem sollte das Erdgeschoss über dem erwarteten Hochwasserniveau liegen. Bei bereits bestehender Bebauung sollten nachträgliche Abdichtungsmaßnahmen sowie Auftriebssicherungen durchgeführt werden.

10.3 Informations- und Verhaltensvorsorge

Die Sensibilisierung der Bevölkerung für die Gefahren von Hochwasserereignissen stellt einen wichtigen wie zentralen Bestandteil der Hochwasservorsorge dar. Einen wichtigen Beitrag leisten hierbei öffentlich zugängliche Hochwassergefahren- und Risikokarten, die das Bewusstsein für potenziell betroffene Gebiete schärfen.

Mittels Alarm- und Einsatzplänen wird festgelegt mit welcher Vorwarnzeit die Bevölkerung auf ein eintretendes Hochwasserereignis aufmerksam gemacht wird, sodass zusätzliche Schutzmaßnahmen (z.B. das Einsetzen von Dammbalken) ergriffen werden können. Die kontinuierlich fortgeschriebenen Einsatzpläne gewährleisten zudem ein koordiniertes und effektives Vorgehen der Einsatzkräfte. Diese sollten regelmäßig Probeeinsätze durchführen, um für den Ernstfall vorbereitet zu sein.

10.4 Eigenvorsorge

Im Rahmen der Informations- und Verhaltensvorsorge stellt die Aufklärung der Bevölkerung über Möglichkeiten der Eigenvorsorge einen wichtigen Bestandteil der

Hochwasservorsorge dar. Da technische Hochwasserschutzmaßnahmen stets nur bis zu einem definierten Schutzgrad wirksam sind, besteht bei extremen, seltenen Hochwasserereignissen mit darüberhinausgehenden Abflüssen ein Restrisiko. Vor diesem Hintergrund ist es für Eigentümer ratsam, eine Elementarschadensversicherung abzuschließen, um sich gegen mögliche finanzielle Schäden abzusichern. Darüber hinaus kann es für Eigentümer sinnvoll sein, individuelle Objektschutzmaßnahmen vorzuhalten, wie beispielsweise mobile Dammbalkensysteme oder Hochwasserschutzttore, um einen zusätzlichen Schutz für Gebäude zu erhalten.

11 Überschwemmungsgebietsermittlung der Vorzugsvariante

Für die Berechnung des Überschwemmungsgebietes im Planzustand der Vorzugsvariante wurden die in Kapitel 8.3.3 beschriebenen Einzelmaßnahmen im 2D-Modell abgebildet. Der erforderliche Umfang der verschiedenen Maßnahmen wurde iterativ ermittelt, wobei das Vorgehen von stromabwärts nach stromaufwärts erfolgte.

Die Modellrandbedingungen (s. Kapitel 5.3) wurden unverändert aus dem Modell des Ist-Zustandes übernommen. Ebenso wurden die Modellparameter, wie die z.B: die Materialbelegung, beibehalten. Anpassungen wurden ausschließlich in den Bereichen vorgenommen, in denen durch die geplanten Maßnahmen Eingriffe erforderlich waren.

11.1 Ergebnisdarstellung

Für folgende Abflussjährlichkeiten wurden Rechenläufe durchgeführt und ausgewertet:

- HQ₁₀
- HQ_{100+15%}
- HQ_{extrem}

Für jede Abflussjährlichkeit werden folgende Ergebnisdateien zur Auswertung verwendet:

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

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

11.2 Ergebnis der Berechnung

Das Überschwemmungsgebiet (Hochwassergefahrenfläche) und die maximalen Wassertiefen wurden für jede berechnete Abflussjährlichkeit ausgewertet und in einem Lageplan dargestellt.

Ü-Gebiet und Wassertiefen bei HQ₁₀ → Anlage 10.1

Ü-Gebiet und Wassertiefen bei HQ_{100 +15%} → Anlage 10.2

Ü-Gebiet und Wassertiefen bei HQ_{extrem} → Anlage 10.3

Aus den zuvor genannten Anlagen geht hervor, dass bei der zu betrachtenden Abflussjährlichkeit $HQ_{100+15\%}$ keine Überschwemmungen mit Ausuferungen im Projektgebiet auftreten.

12 Sonstige Erläuterungen

12.1 Regelung für Bedienung, Überwachung und Unterhalt

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

12.2 Vorstellungen über die Finanzierung

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

Aufgrund des vorhandenen Schadenspotentials, des positiven Nutzen-Kostenverhältnisses sowie der Verwirklichung einer erheblichen Rückhaltewirkung wird eine verhältnismäßig hohe Förderung durch den Freistaat Bayern erwartet, die durch die Gemeinde vorab mit dem Wasserwirtschaftsamt Aschaffenburg abgestimmt werden sollte.

12.3 Voraussetzungen für den Erfolg des Hochwasserschutzkonzepts

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

Anlagen:

Anlage 1 Übersichtslageplan

Anlage 1.1 Übersichtslageplan

Anlage 2 Ergebnisse NA-Modell

Anlage 2.1 Ergebnisse NA-Modell

Anlage 3 2D-Modell

Anlage 4 Überschwemmungsgebiet Ist-Zustand

Anlage 4.1 Ü-Gebiet und Wassertiefen bei HQ_5

Anlage 4.2 Ü-Gebiet und Wassertiefen bei HQ_{10}

Anlage 4.3 Ü-Gebiet und Wassertiefen bei HQ_{20}

Anlage 4.4 Ü-Gebiet und Wassertiefen bei HQ_{100}

Anlage 4.5 Ü-Gebiet und Wassertiefen bei $HQ_{100 +15\%}$

Anlage 4.6 Ü-Gebiet und Wassertiefen bei HQ_{extrem}

Anlage 5 Maßnahmen

Anlage 5.1 Maßnahmen Sulzbach

Anlage 5.2 Maßnahmen Soden

Anlage 5.3 Maßnahmen Dornau

Anlage 6 Systempläne Varianten

Anlage 6.1 Systemplan Variante 1

Anlage 6.2 Systemplan Variante 2

Anlage 7 Vorzugsvariante mit Details

Anlage 7.1 Vorzugsvariante Sulzbach

Anlage 7.2 Vorzugsvariante Soden

Anlage 7.3 Vorzugsvariante Dornau

Anlage 8 Kostenschätzung

Anlage 8.1 Kostenschätzung Variante 1

Anlage 8.2 Kostenschätzung Variante 2

Anlage 9 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Anlage 9.1 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Variante 1.1

Anlage 9.2 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Variante 1.2

Anlage 9.3 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Variante 2.1

Anlage 9.4 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Variante 2.2

Anlage 10 Überschwemmungsgebiet Planzustand

Anlage 10.1 Ü-Gebiet und Wassertiefen bei HQ_{10}

Anlage 10.2 Ü-Gebiet und Wassertiefen bei $HQ_{100} +15\%$

Anlage 10.3 Ü-Gebiet und Wassertiefen bei HQ_{extrem}

Anlage 11 Vermessungsergebnisse Sodener Bach

Anlage 12 Gewässerentwicklungskonzept

Anlage 13 Hochwasservorsorge