

Machbarkeitsstudie Stadtbahndamm Scheffzental U 13

Auftraggeber:
Stuttgarter Straßenbahnen AG

Projektbearbeitung:
Dipl.-Ing. Michael Haug
Dipl.-Ing. Veronika Knöller

Wörth, 21.12.2022


i.A. Dipl.-Ing. V. Knöller


i.V. Dipl.-Ing. M. Haug

INHALTSVERZEICHNIS

1.	VERANLASSUNG	3
2.	GRUNDLAGEN	4
2.1	Unterlagen	4
2.2	Hydrologische Grundlagen	5
3.	HYDRAULISCHE BERECHNUNG	8
3.1	Allgemein	8
3.2	Wasserspiegelberechnungsmodelle.....	9
3.3	Ausgangssituation Hochwasserschutz.....	10
3.4	Untersuchung Beutenbach	13
3.5	Untersuchungen Trassen-Varianten in der Talaue	13
3.6	Ausführungsvariante Trasse 3b	15
	Durchlassvarianten	16
	Auswirkung auf Dritte.....	18
	Auswirkung auf das Hochwasserrückhaltebecken „Oberes Scheffzental“	19
	Zusammenfassung Trasse 3b	24
4.	FAZIT	25

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Abflüsse im Untersuchungsabschnitt.....	5
Tabelle 2:	Charakteristische Höhen des Dammbauwerkes „Oberes Scheffzental“	5
Tabelle 3:	Abflussspitzen $HQ_{100; \text{Klima}}$ – Oberes Scheffzental.....	7
Tabelle 4:	Übersicht über die untersuchten Trassenvarianten	14
Tabelle 5:	Ergebnisse bei Trasse 3b Durchlass 1-3 für verschiedene HQ.....	17
Tabelle 6:	Differenz Speicherinhalt Referenzzustand und Planung für die Durchlass 1-3.....	19
Tabelle 7:	Differenz Speicherinhalt Referenzzustand und Planung für die Durchlass 1-4.....	20
Tabelle 8:	Abflussspitzen $HQ_{100, \text{Klima}}$ – Oberes Scheffzental	21
Tabelle 9:	Übersicht über die untersuchten Trassenvarianten	25

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Übersichtslageplan..... 3

Abbildung 2: Speicherkennlinien Oberes Scheffzental 6

Abbildung 3: Retentionsraum „Oberes Scheffzental“ – Wasserstandsganglinien HQ_{100, Klima}..... 6

Abbildung 4: Ausdehnung Berechnungsmodelle (Kartengrundlage openstreetmap.org) 9

Abbildung 5: Lageplan wasserbauliche Maßnahmen oberes Scheffzental, Vorabzug Entwurfsplanung
(Herzog+Partner, 2021) 11

Abbildung 6: Lageplan mit Stauflächen oberes Scheffzental, Vorabzug Entwurfsplanung
(Herzog+Partner, 2021) 12

Abbildung 7: Varianten Trassenführung 14

Abbildung 8: Lage des geplanten Straßenbahndammes Trasse 3 (SSB, Stand 29.01.2021) 15

Abbildung 9: Untersuchte Durchlässe zur Trasse 3b (BNP Ingenieure GmbH, 2021) 16

Abbildung 10: Überflutungsflächen HQ_{100, Klima}, Trasse 3b Durchlassvariante 1-3 18

Abbildung 11: Vergleich Speicherinhaltslinie Referenzzustand und Planung 20

Abbildung 12: Retentionsraum „Oberes Scheffzental“ mit Trasse 3b – Wasserstandsganglinien
HQ_{100, Klima} 22

1. VERANLASSUNG

Die von der Stuttgarter Straßenbahn AG geplante Stadtbahnlinie U13 quert das obere Scheffzenttal auf Höhe der Gemarkungsgrenze zwischen Stuttgart und Ditzingen. Damit verläuft die Stadtbahntrasse durch das Überschwemmungsgebiet im Scheffzenttal.

Zur Vermeidung des Konfliktes wurde die Querung des oberen Scheffzentals zunächst als Brücke projektiert. Aus wirtschaftlichen Gründen wurde in einem ersten Schritt überprüft, inwieweit die Kreuzung ohne Beeinträchtigung des Hochwasserabflussverhaltens auch durch einen Bahndamm erfolgen kann. In einem weiteren Schritt wurde der Verlauf und der Durchlass des Bahndammes optimiert.

Es wurden insgesamt 3 Trassen-Varianten untersucht, die in verschiedenen Winkeln das Tal queren. Für die Trassen wurden jeweils verschiedene Durchlässe modelliert, um die aus hydraulischer Sicht geeignetste Öffnungsweite und -höhe zu ermitteln.

Der vorliegende Schlussbericht fasst nun die Ergebnisse aller Teiluntersuchungen zusammen.



Abbildung 1: Übersichtslageplan

2. GRUNDLAGEN

2.1 Unterlagen

Herzog+Partner, 2020-1: Machbarkeitsstudie Stadtbahnbrücke Scheffzental U13. Im Auftrag der Stuttgarter Straßenbahn AG.

Herzog+Partner, 2020-2: Machbarkeitsstudie Stadtbahnbrücke Scheffzental U13 - nördliche Trasse. Im Auftrag der Stuttgarter Straßenbahn AG.

Herzog+Partner, 2021-1: Hochwasserschutz Scheffzental, Genehmigungsplanung, Erläuterungsbericht im Auftrag des Zweckverbands Hochwasserschutz Scheffzental.

Herzog+Partner, 2021-2: Machbarkeitsstudie Stadtbahnbrücke Scheffzental U13 - Talnahe Trasse3. Im Auftrag der Stuttgarter Straßenbahn AG.

Intermetric, 2016: Aufnahme Scheffzental, Vermessung von Gewässerprofilen und Geländepunkten im Auftrag des Zweckverbands Hochwasserschutz Scheffzental.

Landesvermessungsamt Baden-Württemberg, 2007: Digitales Geländemodell aus bereinigten Laserscann-Punkten (last pulse).

Regierungspräsidium Stuttgart, 2005: Vermessung von Gewässerprofilen und Bauwerken des Beutenbachs im Rahmen der Erstellung von Hochwassergefahrenkarten im TBG 450-2.

Stuttgarter Straßenbahn AG (SSB), 2018: U13 Ditzingen Schuckertstraße und Stadtbahnbetriebsbahnhof. Verschiedene Lagepläne sowie ein Längsschnitt des Straßenbahndamms.

Stuttgarter Straßenbahn AG (SSB), 2020: Lageplan sowie Gradienten Alternativtrasse U 13 nördlich RKB Hausen 2 (Stand 29.04.2020).

Stuttgarter Straßenbahn AG (SSB), 2021: Verlauf im Lageplan sowie Gradienten Variante 1 (Trasse 3) U 13 nördlich RKB Hausen 2 (Stand 29.01.2021).

Wald + Corbe, 2011: Hochwassergefahrenkarten für das Glemstal, ergänzende hydrologische Berechnungen im Auftrag des Regierungspräsidiums Stuttgart.

Wald + Corbe, Herzog+Partner, 2011: Vergleich der neuen Berechnungsergebnisse (FGM-Glems) mit den Ergebnissen früherer Untersuchungen (FGM-Scheffzental), Bericht im Auftrag der Stadt Stuttgart.

Winkler+Partner, 2011: Maßgebende Abflüsse am Lachengraben für HQ₂ bis HQ_{extrem}, HWGK Glems/Strudelbach (TBG 450-2), Bericht im Auftrag des Regierungspräsidiums Stuttgart.

BNP Ingenieure GmbH, 2021: Prinzipskizze Durchlässe

2.2 Hydrologische Grundlagen

Im Rahmen des Hochwasserschutzes Scheffzental ist eine Reaktivierung des Scheffzengrabens im Taltiefpunkt geplant (Herzog+Partner, 2021). Dabei wird der am Herdweg verlaufende Beutenbach als Hauptgewässer beibehalten. Die minimale Leistungsfähigkeit des Beutenbachs im Bereich des nördlichen Ortsrandes Hausen beträgt ca. 6 m³/s. Bei höheren Abflüssen wird eine Teilwassermenge in den neu zu gestaltenden Scheffzengraben im Taltiefpunkt abgegeben. Der neue Scheffzengraben wird in einer Breite von 2 m und einer Tiefe von 60 cm variierend hergestellt.

Aus der Hochwasserschutzplanung können folgende Abflüsse im Untersuchungsabschnitt entnommen werden. Die Berechnungen wurden mit HQ_{100, Klima} und HQ₁₀₀₀ geführt.

Standort	HQ _{100, Klima} [m ³ /s]	HQ ₁₀₀₀ [m ³ /s]
Beutenbach	6,00	6,00
Talaue	15,39	19,37
Gesamtabfluss	21,39	25,37

Tabelle 1: Abflüsse im Untersuchungsabschnitt

Das Hochwasserrückhaltebecken „Oberes Scheffzental“ wird ungesteuert betrieben. Der bestehende Feldwegdamm wird um 20 cm auf 305,75 m+NN erhöht. Das Dammbauwerk wird demnach durch die folgenden Höhen charakterisiert (Herzog+Partner, 2020):

	Höhe [m+NN]	Höhe über Flusssohle [m]	Höhe über Gelände [m]
Flusssohle	303,80	-----	-----
Dammfuß (tiefster Punkt Gelände)	304,10	0,30	-----
Staulinie HQ _{100, Klima}	305,72	1,92	1,62
Kronenhöhe / HWEA	305,75	1,95	1,65

Tabelle 2: Charakteristische Höhen des Dammbauwerkes „Oberes Scheffzental“

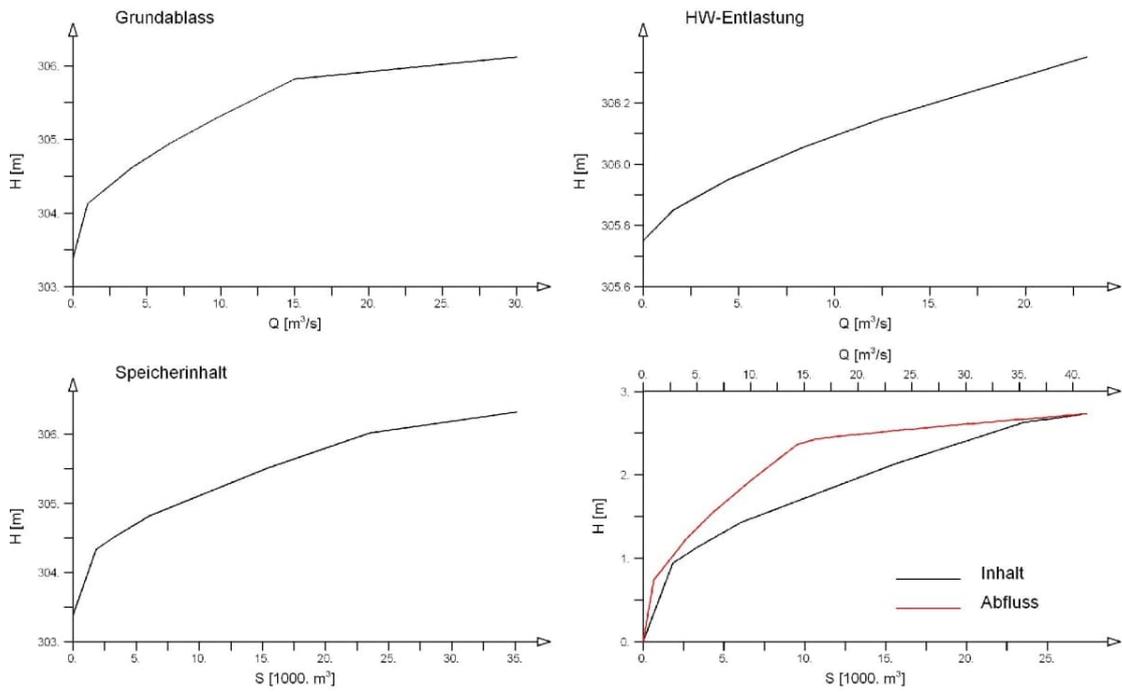


Abbildung 2: Speicherkennlinien Oberes Scheffzentral

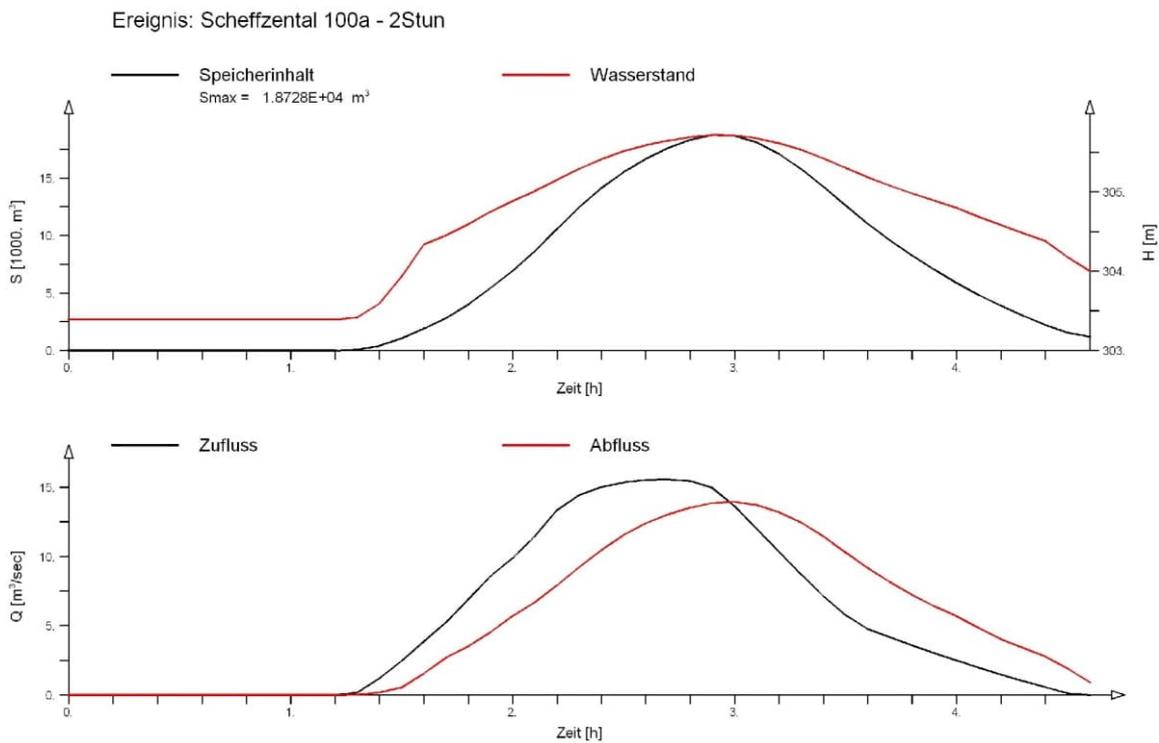


Abbildung 3: Retentionsraum „Oberes Scheffzentral“ – Wasserstandsganglinien HQ₁₀₀, Klima

Der maximale Wasserstand bei $HQ_{100, \text{Klima}}$ wird im Hochwasserrückhaltebecken „Oberes Scheffzental“ beim Bemessungshochwasserzufluss mit 305,72 m+NN erreicht. Das gespeicherte Volumen beträgt dabei ca. 18.700 m³. Die Einstaudauer beträgt ca. 3 Stunden.

In Tabelle 3 sind die Abflussspitzen bzw. die Abflussganglinien für ausgewählte Gewässerknoten dargestellt.

	Knoten	$HQ_{100, \text{Klima}}$
Zulauf zum oberen Scheffzental	2	21,39 m ³ /s
Zulauf zum HRB „Oberes Scheffzental“ nach Abschlag in den Beutenbach	3	15,39 m ³ /s
Abfluss HRB „Oberes Scheffzental“	4	13,76 m ³ /s

Tabelle 3: Abflussspitzen $HQ_{100; \text{Klima}}$ – Oberes Scheffzental

3. Hydraulische Berechnung

Für die Berechnung der Trassen 1 und 2 wurde ein vorhandenes 1D-Wasserspiegelberechnungsmodell zurückgegriffen.

Bei der Überprüfung der sehr schräg durch das Tal verlaufende Trasse 3 kann aufgrund der zu erwartenden Querströmungen, die die Leistungsfähigkeit des Durchlassbauwerkes maßgeblich beeinflussen, nicht das bisher verwendete 1D-Wasserspiegelberechnungsmodell verwendet werden. Diese Fragestellung wird deshalb mittels einer 2D-Wasserspiegellagenberechnung geklärt.

3.1 Allgemein

1D-Wasserspiegelberechnungsmodell Hec Ras

Die hydraulische Simulation des Abflussverhaltens erfolgt mit Hilfe des Programms HEC-RAS Version 5.0.1. Das Programm wurde vom Hydrologic Engineering Center des USACE entwickelt und dient zur Wasserspiegellagenberechnung von stationärem und instationärem Abfluss in Gerinnen mit beliebigen Querschnitten, wobei sowohl strömende als auch schießende Fließzustände behandelt werden können. Hydraulisch wird dem Programm ein eindimensionaler Berechnungsansatz zu Grunde gelegt und ein numerisches Verfahren, das auf der Sekantenmethode basiert, zur numerischen Lösung verwendet. Das Programm ist ein allgemein anerkanntes Simulationsprogramm.

2D-Wasserspiegelberechnungsmodell HydroAS

Die stationäre hydraulische Berechnung wurde mit Hilfe von einem zweidimensionalen numerischen Berechnungsmodell durchgeführt. Das Modell basiert auf der vorliegenden terrestrischen Vermessung und dem digitalen Geländemodell aus Laserscanner-Befliegung. Die Modellerstellung und die Berechnung erfolgten mit Programmen, die auch in der bayerischen Wasserwirtschaft zur Anwendung kommen. Es handelt sich dabei um die Programme

- Surface Modelling System (SMS) von Aquaveo
- HYDRO_AS-2D von Hydotec

Die Erstellung eines Berechnungsnetzes und die Definition von Randbedingungen, Kontrollstrukturen und der Berechnungssteuerung erfolgen mit dem Programm SMS. Mit diesem Programm wird ein lineares, unstrukturiertes Berechnungsnetz aus Dreieck- und Viereck-Elementen erstellt. Dies bedeutet, dass das Netz den Konturen des Geländes wie z.B. dem Ufer eines Flusses korrekt angepasst werden kann. Den Knotenpunkten des Berechnungsnetzes ist die Geländehöhe zugeordnet, den Elementen die Rauheit. Das Programm SMS erstellt außerdem Dateien mit den Randbedingungen, Kontrollquerschnitten und der Berechnungssteuerung und Brückenunterkanten. Bauwerke wie Wehre, Durchlässe etc. werden gegebenenfalls berücksichtigt. Mit SMS erfolgt auch die Visualisierung und Weiterverarbeitung der Berechnungsergebnisse und der Export von Daten zur Darstellung in ArcView und SMS.

Die hydraulische Berechnung erfolgt mit dem Programm HYDRO_AS-2D von der Firma Hydotec. Dieses Programm basiert auf der Lösung von tiefengemittelten Strömungsgleichungen (Flachwassergleichungen). HYDRO_AS-2D liefert mehrere Ergebnisdateien, die die Wassertiefe, die Ge-

schwindigkeiten in Vektorform, die Überschwemmungsdauer und die Schubspannungsgeschwindigkeit für jeden Knoten des Berechnungsnetzes enthalten. Außerdem werden Dateien mit Durchflüssen und Wasserspiegellagen an vom Anwender definierten Kontrollstrukturen und Bauwerken erstellt.

Bei der Erstellung der 2D-Modelle wird wie folgt vorgegangen:

- Erstellung eines Flussschlauchnetzes auf Basis der Vermessungsdaten
- Erstellung des Vorlandnetzes
- Zusammenfügen der Netze und Belegung mit Landnutzungstypen
- Modellierung der Bauwerke
- Definition der Randbedingungen und Rauheiten

3.2 Wasserspiegelberechnungsmodelle

Beide Modelle erstrecken sich vom Zufluss des Aischbachs in das Scheffzentel bis zur Querung des Hausener Wegs.

Die Ausdehnung der Modelle kann der Abbildung 4 entnommen werden.

Randbedingungen

Als untere Randbedingung werden die Stauziele am Becken „Oberes Scheffzentel“ angesetzt (Herzog+Partner, 2021).

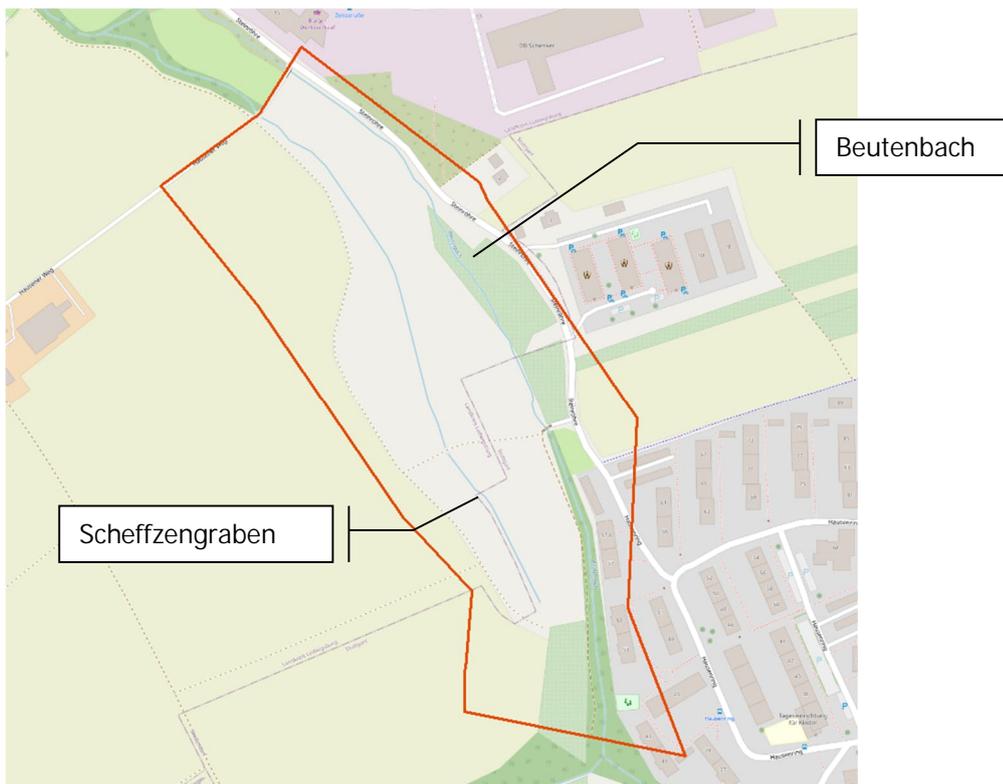


Abbildung 4: Ausdehnung Berechnungsmodelle (Kartengrundlage openstreetmap.org)

3.3 Ausgangssituation Hochwasserschutz

Der Referenzzustand für die Berechnungen zu den Auswirkungen des Bahndammes ist die Planung der Maßnahme „Hochwasserschutz Scheffzental“, die derzeit die Vollständigkeitsprüfung beim Landratsamt Ludwigsburg durchläuft.

Der Retentionsraum „Oberes Scheffzental“ entsteht durch einen Rückhalt an dem bestehenden Feldweg Flurstück 2356 (Hausener Weg).

Hierzu wird der bestehende Durchlass im Scheffzengraben vergrößert. Der Feldwegdamm wird erhöht und als überströmbarer Damm ausgebildet.

Außerdem wird der Scheffzengraben im Taltiefpunkt reaktiviert. Der Beutenbach wird als Hauptgewässer beibehalten. Es ist vorgesehen, bis zu einer Abflussmenge von 100 l/s im Aischbach (Gemarkung Gerlingen) den Abfluss wie bisher in den Beutenbach weiterzuleiten. Bei höheren Abflüssen wird eine Teilwassermenge in den neu zu gestaltenden Scheffzengraben im Taltiefpunkt abgegeben.

Zur Hochwasserüberleitung wird nach dem Zusammenschluss von Schnatzgraben und Aischbach ein Streichwehr zur Überleitung des Hochwasserabflusses in den Taltiefpunkt vorgesehen. Im Verlauf des Beutenbachs sind noch weitere Streichwehre vorgesehen.

Die Maßnahmen sind in Abbildung 5, die Stauflächen im Plan in Abbildung 6 dargestellt.

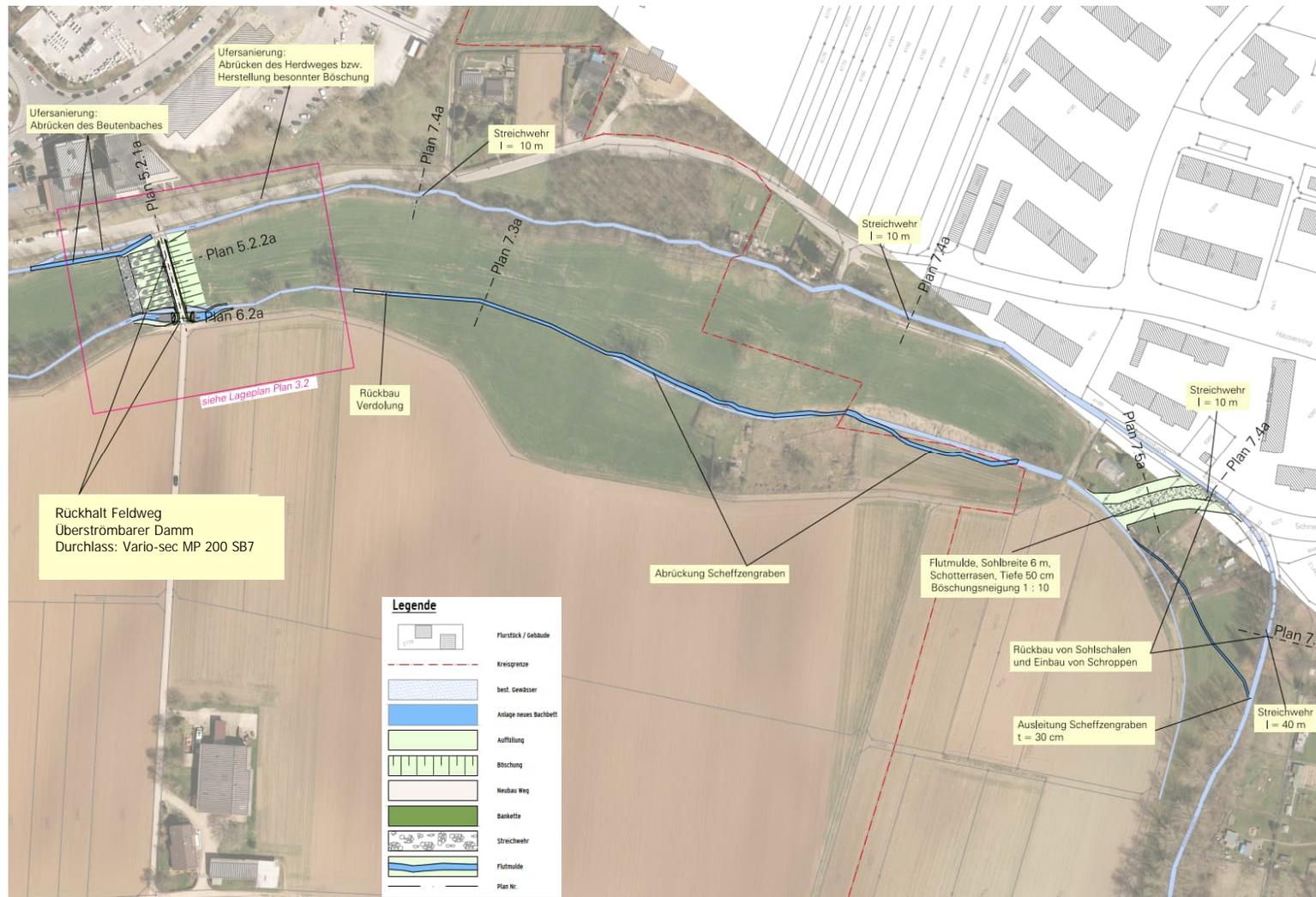


Abbildung 5: Lageplan wasserbauliche Maßnahmen oberes Scheffzentral, Vorabzug Entwurfsplanung (Herzog+Partner, 2021)

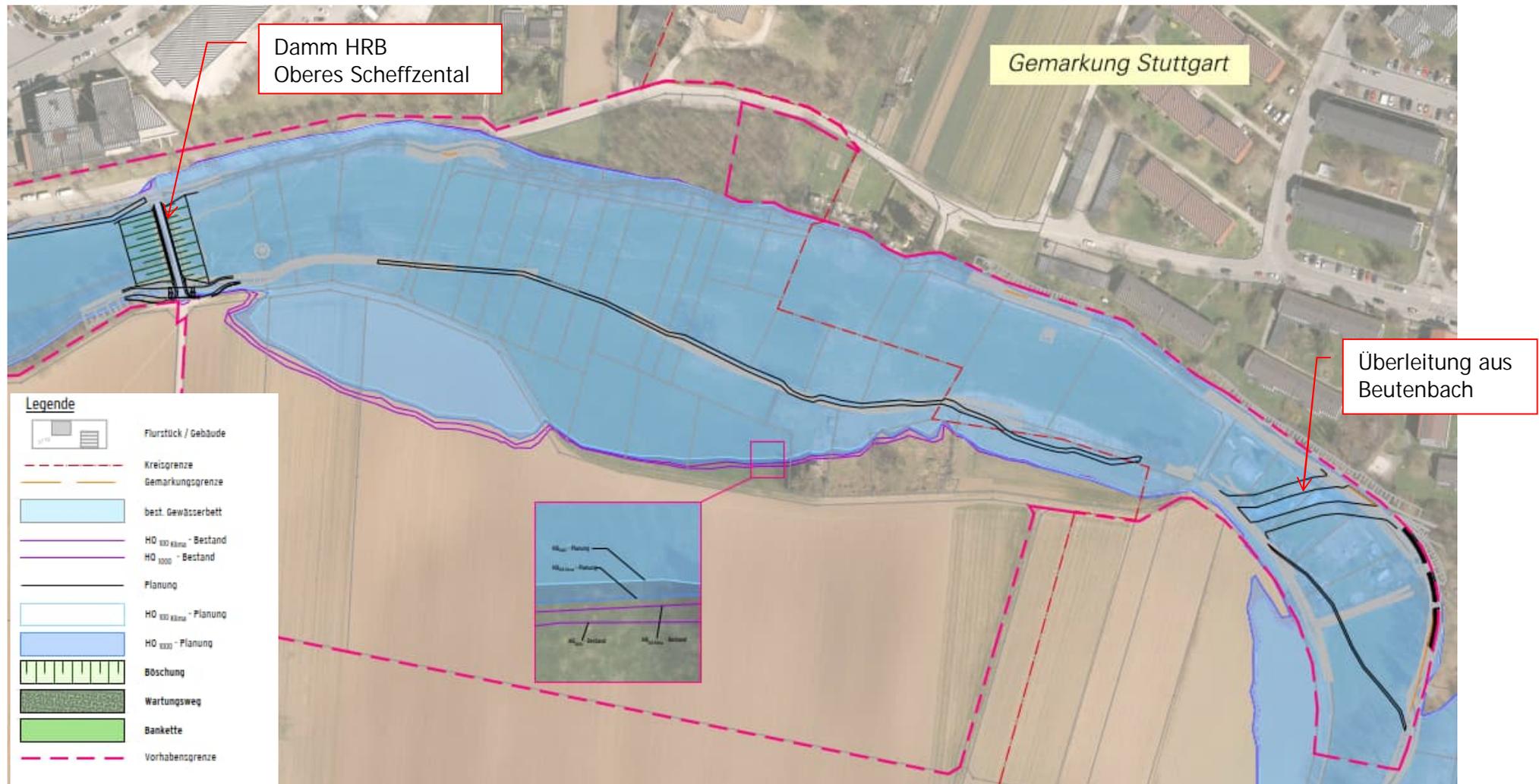


Abbildung 6: Lageplan mit Stauflächen oberes Scheffzental, Vorabzug Entwurfsplanung (Herzog+Partner, 2021)

3.4 Untersuchung Beutenbach

Die Randbedingungen für die Überbrückung des Beutenbachs sind gleichbleibend unabhängig vom Verlauf der Straßenbahntrasse. Bei allen untersuchten Varianten ist daher im Beutenbach der Durchlass so zu gestalten, dass der Gewässerquerschnitt nicht eingeengt wird. Es muss mindestens ein Freibord von 0,5 m vom Wasserspiegel zur Brückenunterkante beim Bemessungsabfluss $Q = 6,0 \text{ m}^3/\text{s}$ eingehalten werden.

Im Bereich des geplanten Straßenbahndamms beträgt die Breite des Beutenbaches ca. 4,0 m. Der Wasserspiegel ist bordvoll und entspricht der Böschungsoberkante. Im Bereich des Damms liegt kein vermessenes Querprofil des Beutenbachs vor. Die Maße müssen daher den tatsächlichen Verhältnissen vor Ort angepasst werden.

Da der Abflussquerschnitt nicht beeinträchtigt wird, hat die Dammlösung keinen negativen Einfluss auf die Wasserspiegellagen im Beutenbach.

3.5 Untersuchungen Trassen-Varianten in der Talaue

Durch die Querung des geplanten Straßenbahndamms über das ganze Tal ist eine Auswirkung auf die Wasserspiegellagen unvermeidlich.

Damit die Funktionalität des HRB nicht beeinträchtigt wird, werden folgende Kriterien festgesetzt:

- der Abfluss in der Talaue sollte nicht in den Beutenbach überstauen (WSP < Böschungsoberkante Beutenbach)
- die Ausleitung des Beutenbachs in den Scheffzengraben darf nicht eingestaut sein
- die Fläche des Durchlasses sollte mindestens der durchströmten Fläche am Damm des Hochwasserrückhaltebeckens entsprechen (Durchlass in der Talaue (Var-sec MP200 SB7 $A=4,5 \text{ m}^2$) plus durchströmte Fläche über den Damm bei HQ_{1000} ($A=8,8 \text{ m}^2$, $A_{\text{ges}}=13,3 \text{ m}^2$))
- der Wasserspiegel bei $HQ_{100, \text{Klima}}$ hat einen Freibord zur Bauwerksunterkante von mindestens 0,5 m

Insgesamt wurden 3 verschiedene Trassenführungen untersucht. Sie sind in der folgenden Abbildung 7 als Trasse 1 bis Trasse 3 eingezeichnet.

Für die Trassen wurden mehrere Durchlassöffnungen geprüft. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse ist in Tabelle 4 zu finden.

Aus hydraulischer Sicht ist die Umsetzung aller geprüften Trassenverläufe als Damm denkbar. Eine Ausführung der Talkreuzung als Brückenbauwerk ist also nicht zwingen notwendig.

Die Trassenvarianten 1-3 wurden nicht weiterverfolgt. Aus konstruktiven Gründen wurde die Trasse 3b vom SSB als Ausführungsvariante gewählt, die im Folgenden beschrieben wird.



Abbildung 7: Varianten Trassenführung

	Trasse 1	Trasse 2	Trasse 3	Trasse 3b
Mind. Öffnungsweite HQ _{100, Klima}	9mx1,75m	9mx1,75m	9mx2m	13,4mx2,3m
Mind. Öffnungsweite HQ ₁₀₀₀	9mx2m	9mx2m	9mx2,3m	13,4mx2,3m
Wasserspiegeldifferenz zu Bestand HQ _{100, Klima}	0,35m	0,29m	0,36m	0,17m
Überleitung Beutenbach	Nicht eingestaut	Nicht eingestaut	Nicht eingestaut	Nicht eingestaut
Gefährdung Dritter	Nein	Nein	Nein	Nein
Auswirkung auf HRB Scheffzentel	Nein	Verlust Speicherinhalt durch Dammkörper	Verlust an Speicherinhalt kann im unteren Becken ausgeglichen werden	Verlust an Speicherinhalt kann im unteren Becken ausgeglichen werden

Tabelle 4: Übersicht über die untersuchten Trassenvarianten

3.6 Ausführungsvariante Trasse 3b

Bei der Trasse 3b handelt es sich um eine Optimierung Trasse 3. Der Verlauf der beiden Trassen identisch. Aus den Plänen der SSB wurde eine Höhe des Straßenbahndammes von ca. 3,75 m über der Talsohle entnommen, er hat eine Böschungsneigung 1: 2.

Der Trassenverlaufes 3b (Abbildung 7, pink) verläuft im Bereich des Hausener Weges sehr nah am Scheffzental und quert dieses in einem sehr flachen Winkel. Aufgrund der zu erwartenden Querströmungen, die die Leistungsfähigkeit des Durchlassbauwerkes maßgeblich beeinflussen, kann zur Überprüfung der Varianten nicht auf das bisher verwendete 1D-Wasserspiegelberechnungsmodell zurückgegriffen werden. Diese Fragestellung wird daher mittels einer 2D-Wasserspiegellagenberechnung geklärt.

Der Referenzzustand für die Berechnungen zu den Auswirkungen des Bahndammes ist die Planung der Maßnahme „Hochwasserschutz Scheffzental“.

Die untersuchte Trassenführung quert das Scheffzental nördlich der Ortslage Hausen und läuft schräg durch das Tal.

Als Durchlassquerschnitt wurden verschiedene Varianten berechnet. Diese im Folgenden beschrieben.

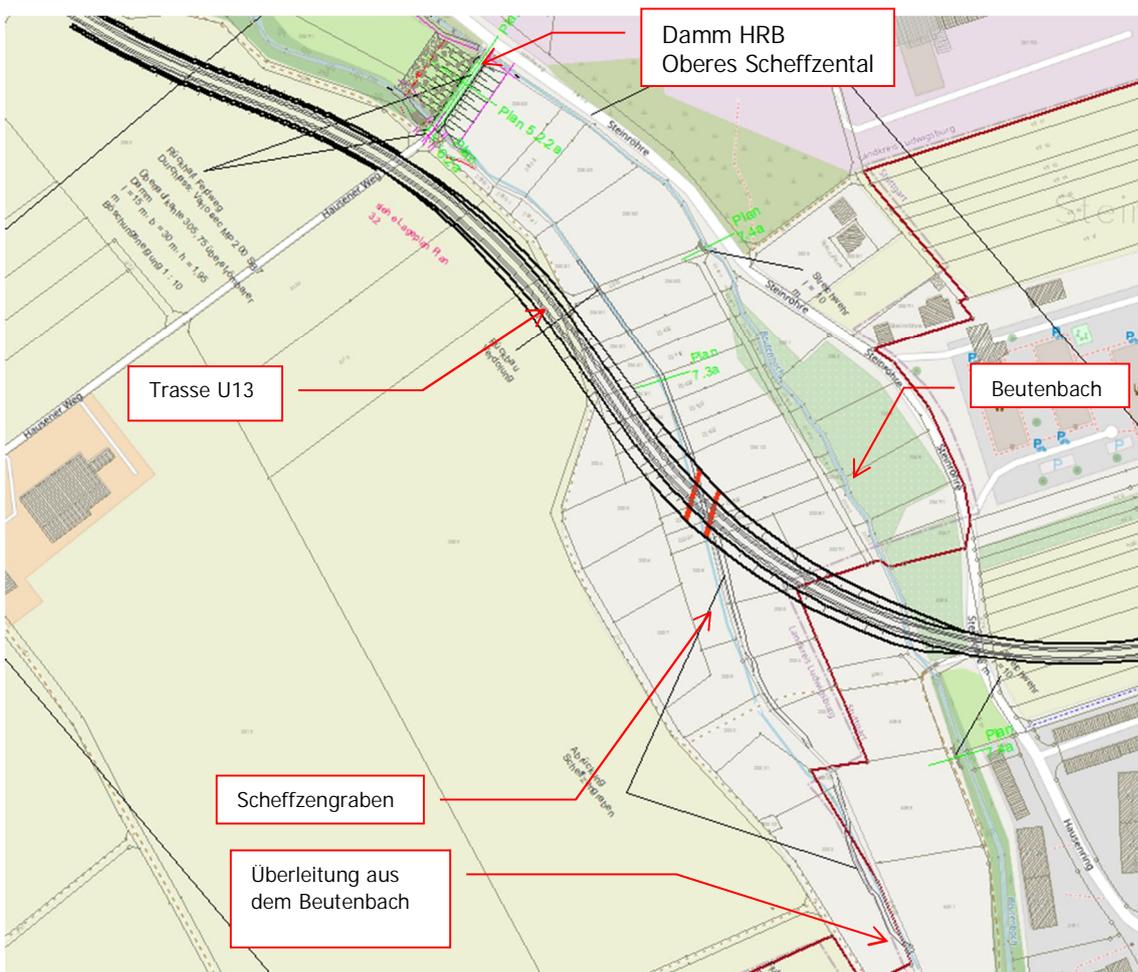


Abbildung 8: Lage des geplanten Straßenbahndammes Trasse 3 (SSB, Stand 29.01.2021)

Durchlassvarianten

In der folgenden Abbildung 9 sind die untersuchten Durchlässe dargestellt. Sie unterscheiden sich im Wesentlichen durch die unterschiedliche Öffnungsweite von 13,4 m bzw. 20 m.

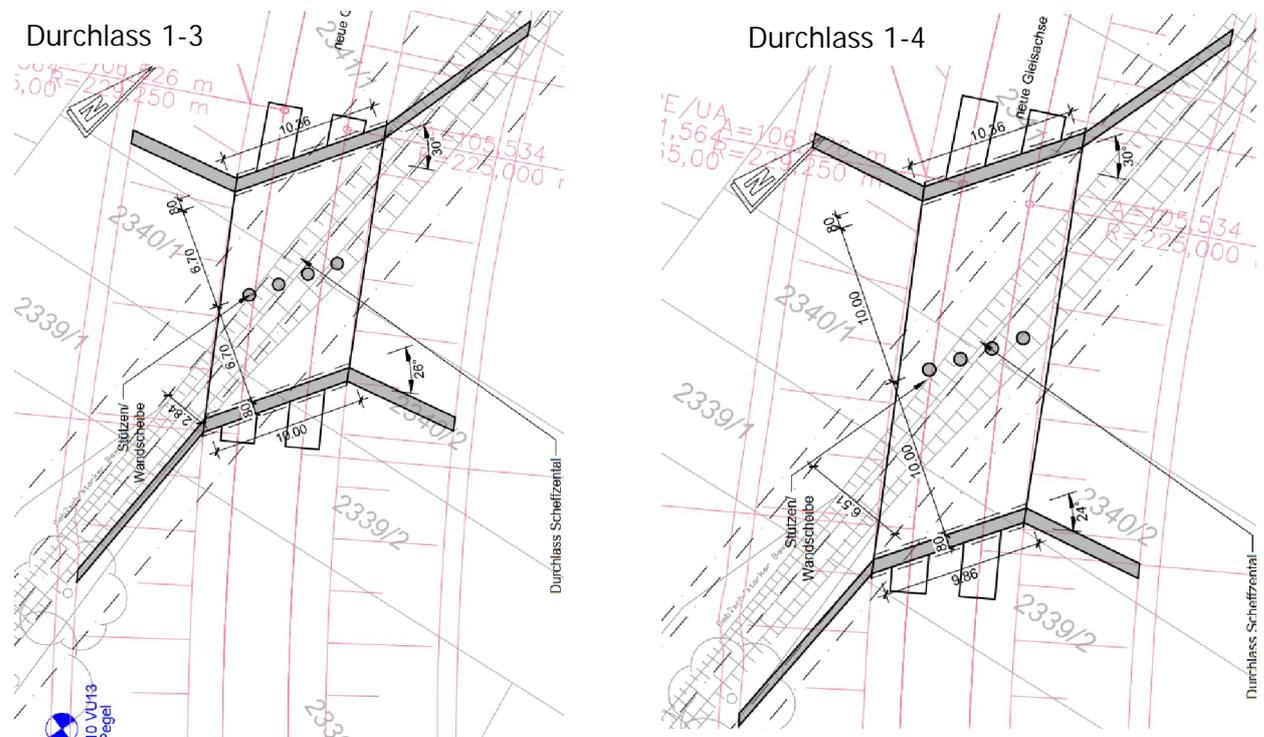


Abbildung 9: Untersuchte Durchlässe zur Trasse 3b (BNP Ingenieure GmbH, 2021)

Die Auswertung der Berechnung sind in der Tabelle 5 dargestellt.

Der Wasserspiegel liegt bei dieser Variante bis zu 17 cm höher als bei der Referenzberechnung. Ab dem Profil 1+957 ist der Wasserspiegel wieder ungefähr auf der gleichen Höhe wie im Referenzzustand, so dass die Überleitung aus dem Beutenbach nicht beeinträchtigt wird.

HQ	HQ _{100, kl}	HQ ₁₀₀₀
Durchlasshöhe	2,3	2,3
Höhe Damm	308,64	308,64
Höhe BUK	307,00	307,00
Wasserspiegel am Damm oberstrom des Durchlasses	306,13	306,23
Rückstau bis Überleitung	nein	nein
WSP-Erhöhung gegenüber Referenzzustand	0,17	0,15
Freibord zur Oberkante Bahndamm	2,51	2,42
Freibord zur Durchlassunterkante	0,87	0,78
Beeinträchtigung Dritter (UF)	nein	nein

Tabelle 5: Ergebnisse bei Trasse 3b Durchlass 1-3 für verschiedene HQ

Auswirkung auf Dritte

Bei keiner der geprüften Durchlassvarianten ergibt sich eine Beeinträchtigung Dritter.

Bei der hydraulisch ungünstigsten Durchlassvariante 1-3 ist der Wasserspiegel gegenüber dem Referenzzustand um bis zu 0,17 m höher. Die Überflutungsfläche verbreitert sich dadurch im Westen um bis zu 4 m (s. Abbildung 10). Hier liegt keine Beeinträchtigung Dritter vor.

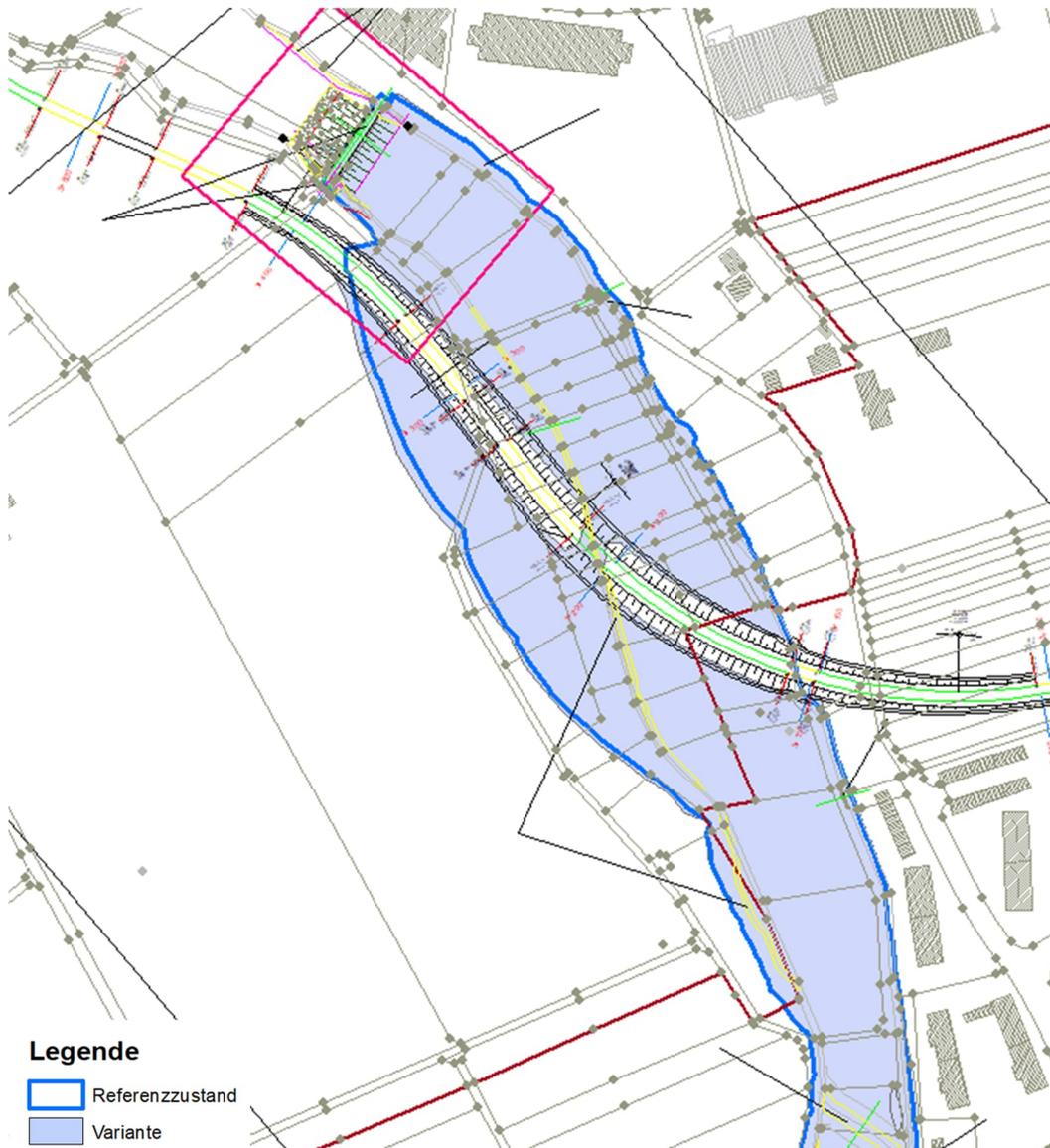


Abbildung 10: Überflutungsflächen $HQ_{100, \text{Klima}}$, Trasse 3b Durchlassvariante 1-3

Auswirkung auf das Hochwasserrückhaltebecken „Oberes Scheffzental“

Durch den querenden Verlauf der Stadtbahntrasse durch das Tal wird der Stauraum des Rückhaltebeckens durchschnitten.

Es war zunächst erwägt worden, das verlorene Beckenvolumen durch eine Abgrabung im Bereich des Beckens zu erreichen.

Dies wäre im Bereich des Hausener Weges durch eine Abgrabung möglich. Allerdings ist durch die sehr talnahe Trassenführung nur wenig Fläche für eine Abgrabung vorhanden. Die Größe der möglichen Erweiterungsfläche beträgt ca. 900 m². Bei einer Abgrabung bis zum Talgrund beträgt das mögliche Retentionsvolumen ca. 1.130 m³.

Damit kann der Verlust an Speicherinhaltsvolumen von 1.400 m³ beim HQ_{100, Klima} nicht vollständig ausgeglichen werden. Außerdem ist aus Sicht des Umweltschutzes der Eingriff in das Schutzgut Boden zu groß. Der Ausgleich des Retentionsverlustes durch eine Abgrabung wurde daher verworfen.

Es wurde daher geprüft, wie die Auswirkung des geringfügige Retentionsverlust auf das Gesamtsystem ist. Es hat sich gezeigt, dass der Verlust an Beckenvolumen im unteren Becken ohne negative Auswirkung auf die Hochwassersituation ausgeglichen werden kann. Dadurch wird der Eingriff auf das Schutzgut Boden minimiert. Die Ergebnisdaten der Berechnung finden sich in den folgenden Abbildungen.

Der Vergleich der beiden Speicherinhaltslinien ist in der nachfolgenden Tabelle 6 und Tabelle 7 sowie in Abbildung 11 dargestellt.

Höhe	Speicherinhalt Referenzzustand	Speicherinhalt mit Damm (1-3)	Differenz
[m+NN]	[m ³]	[m ³]	[m ³]
303,19	0	0	0
304,13	1830	1830	0
304,32	3330	3330	0
304,62	6060	6060	0
305,32	15570	14656	-914
305,72	21986	19665	-2331
305,82	23590	20905	-2685
306,12	35110	31160	-3950

Tabelle 6: Differenz Speicherinhalt Referenzzustand und Planung für die Durchlass 1-3

Höhe	Speicherinhalt Referenzzustand	Speicherinhalt mit Damm (1-4)	Differenz
[m+NN]	[m ³]	[m ³]	[m ³]
303,19	0	0	0
304,13	1830	1830	0
304,32	3330	3330	0
304,62	6060	6060	0
305,32	15570	14732	-838
305,72	21986	19793	-2193
305,82	23590	21058	-2532
306,12	35110	31355	-3755

Tabelle 7: Differenz Speicherinhalt Referenzzustand und Planung für die Durchlass 1-4

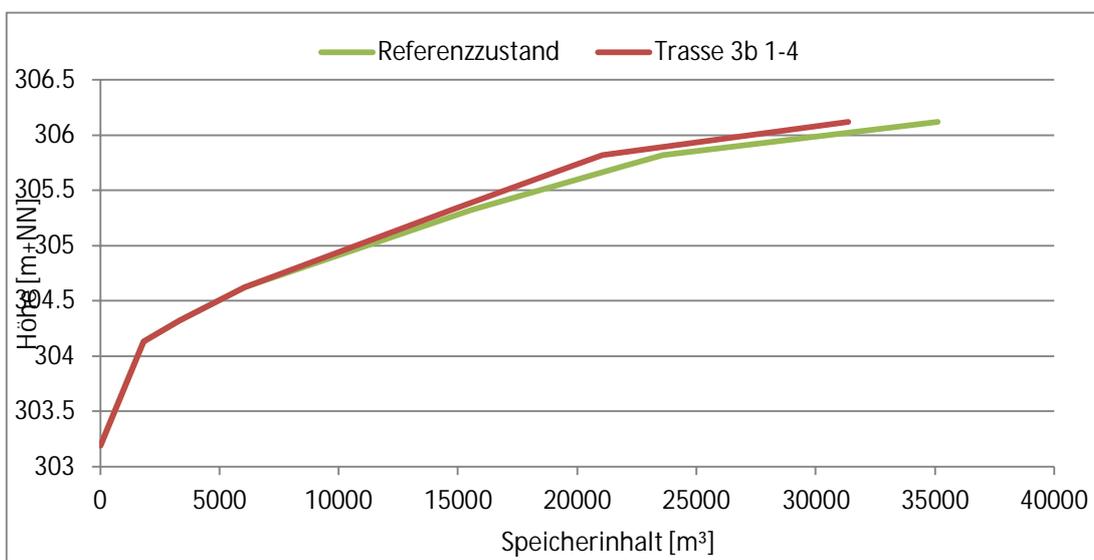
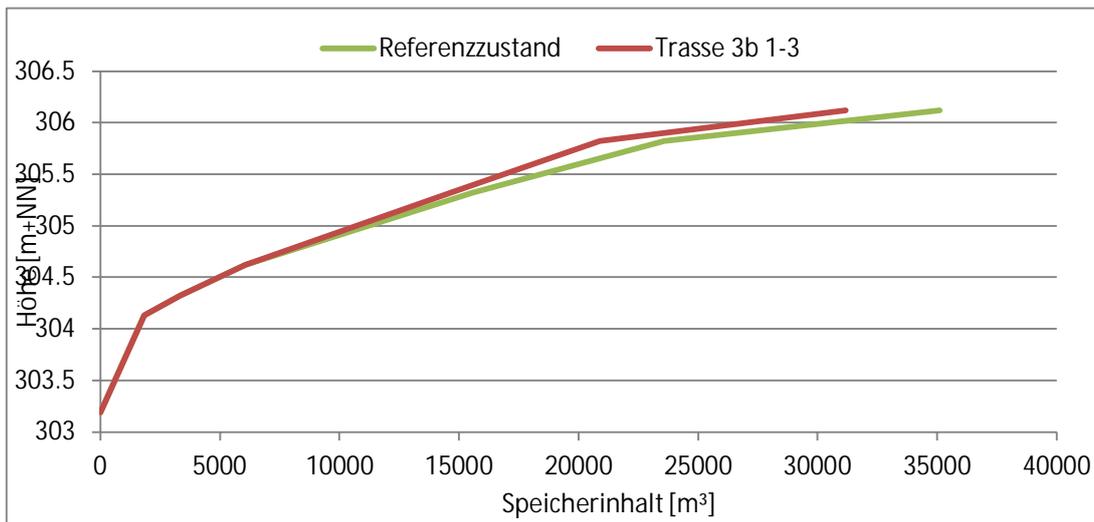


Abbildung 11: Vergleich Speicherinhaltslinie Referenzzustand und Planung

	Knoten	HQ _{100, Klima}		
		Referenzzustand	Trasse3b, Durchlass 1-3	Trasse3b, Durchlass 1-4
Zulauf zum oberen Scheffzental	2	21,39 m ³ /s	21,39 m ³ /s	21,39 m ³ /s
Zulauf zum HRB „Oberes Scheffzental“ nach Abschlag in den Beutenbach	3	15,39 m ³ /s	15,35 m ³ /s	15,35 m ³ /s
Abfluss HRB „Oberes Scheffzental“	4	13,76 m ³ /s	14,14 m ³ /s	14,12 m ³ /s

Tabelle 8: Abflussspitzen HQ_{100, Klima} – Oberes Scheffzental

Durch den Anstau oberstrom des Bahndamms ergibt sich ein Zugewinn an Retentionsvolumen. Direkt im Hochwasserrückhaltebecken reduziert sich der vorhandene Speicherinhalt auf 17.331 m³ beim Durchlass 1-3 bzw. 17.418 m³ beim Durchlass 1-4. Dies führt bei HQ_{100, Klima} zu einem um ca. 380 l/s bzw. 360 l/s erhöhten Abfluss aus dem Becken.

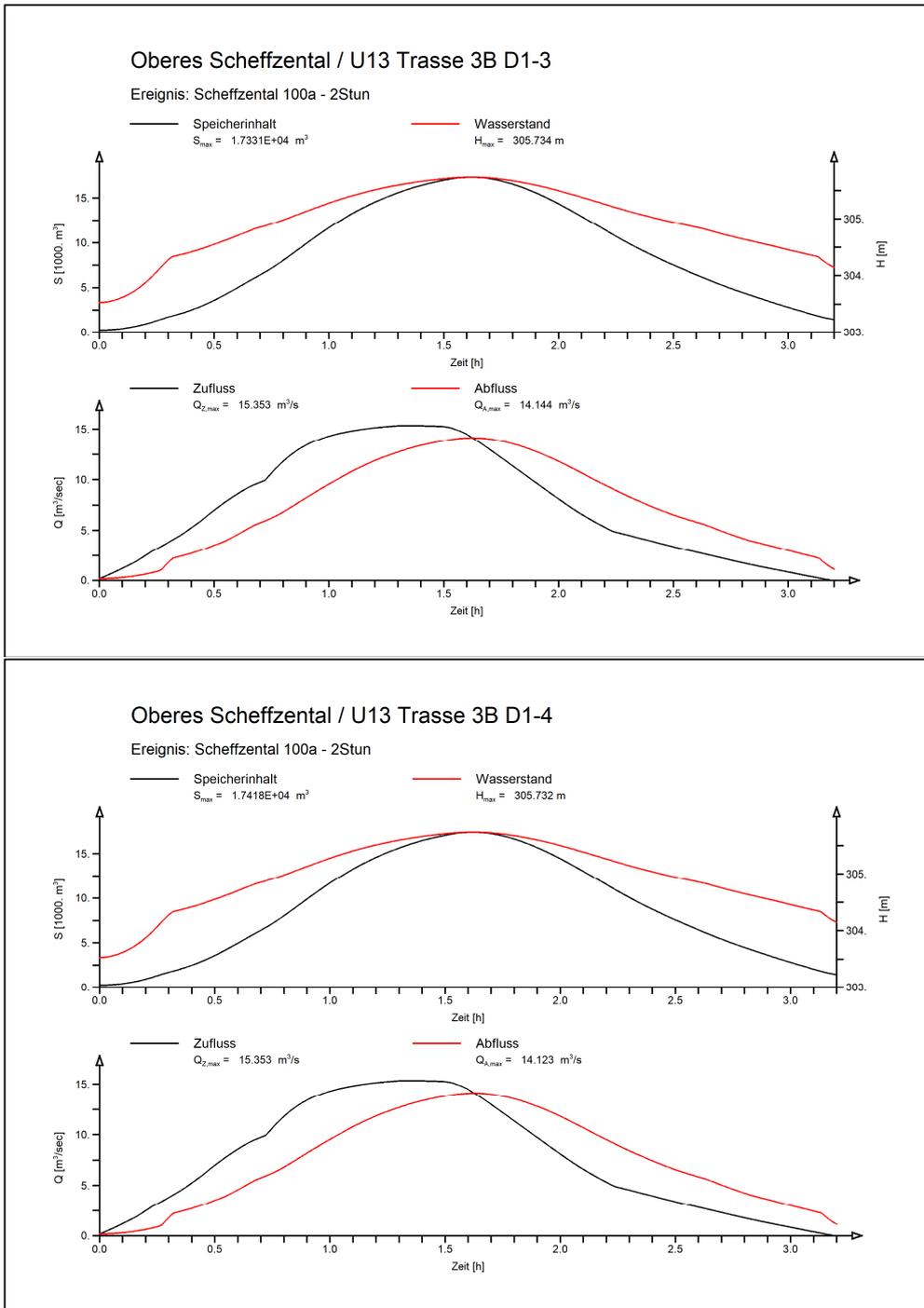


Abbildung 12: Retentionsraum „Oberes Scheffzental“ mit Trasse 3b – Wasserstandsganglinien HQ₁₀₀, Klima

Das Programm "FGM" wurde mit folgenden Datenfiles gestartet:

Variante	1	2	3	4
Daten fuer Gewaessernetz	: schll.gew	schll.gew	schll.gew	schll.gew
Niederschlagsdaten	: scl100_30.reg	scl100_60.reg	scl100_2.reg	scl100_4.reg
Daten fuer Landabfluss	: schll_30.lnd	schll_60.lnd	schll_2h.lnd	schll_4h.lnd
Daten fuer Stadtabfluss	:			
Daten fuer Flood-Routing	: SCH11 U13 trasse3b 1	SCH11 U13 trasse3b 1	SCH11 U13 trasse3b 1	SCH11 U13 trasse3b 1

* Flussgebietsmodell - Programm: F G M V E R Version: 7.0 IWG - Hydrologie am KIT *
 * Scheffzentel Trasse 3 B Durchlass 1-2 Berechnet am: 7. Jul 2021 um: 15:33:57 *
 * \$\$ *

Scheitelwerte [cbm/sec]: Gewaesserknoten

I Knoten- I Nr. Name	I Berechnungsvariante				I Maximal- I werte
	I 1	I 2	I 3	I 4	
I 1 Knoten 711	I 17.44	I 21.39	I 21.35	I 19.09	I 21.39
I 2 O.ScheffzTal K714	I 17.44	I 21.39	I 21.35	I 19.09	I 21.39
I 3 HK3 K715	I 11.44	I 15.39	I 15.35	I 13.09	I 15.39
I 4 HK4 K716	I 9.14	I 14.00	I 14.13	I 11.84	I 14.13
I 5 U.ScheffzTal K722	I 15.15	I 20.01	I 20.13	I 17.84	I 20.13
I 6 HK6 K723	I 14.05	I 15.00	I 15.00	I 15.00	I 15.00
I 7 HK7 K726/RÜ144	I 14.05	I 15.00	I 15.00	I 15.00	I 15.00
I 8 HK8 K731/RÜ80	I 14.06	I 15.02	I 15.03	I 15.05	I 15.05

* Flussgebietsmodell - Programm: F G M R E S Version: 7.0 IWG - Hydrologie am KIT *
 * Scheffzentel Scheffzentel 100a - 2Stunden Berechnet am: 7. Jul 2021 um: 15:33:56 *
 * \$\$ *

Ergebnisse : Gewaesserknoten

I Knotennummer	I 1	I 2	I 3	I 4	I 5	I 6	I 7	I
I Knotenbezeichnung	I Knoten 711	I O.ScheffzT I al K714	I HK3 K715	I HK4 K716	I U.ScheffzT I al K722	I HK6 K723	I HK7 K726/R I Ü144	I
I Land: Scheitelwert [cbm/s]	I	I 0.730	I	I	I 0.313	I	I	I
I Abflussbeiwerte [-]	I	I 0.130	I	I	I 0.130	I	I	I
I Volumen [mio.cbm]	I	I 0.0036	I	I	I 0.0014	I	I	I
I Knoten: Scheitelwert [cbm/s]	I 21.350	I 21.353	I 15.353	I 14.128	I 20.130	I 15.000	I 15.001	I
I Volumen [mio. cbm]	I -16.6550	I -17.0622	I -5.2579	I -5.2578	I -17.3311	I -17.3311	I -18.6887	I
I Gewaesser: Scheitelw. [cbm/s]	I 21.350	I 15.353	I 14.128	I 14.128	I 15.000	I 15.000	I 15.001	I
I Schwellenwert [cbm/s]	I 0.000	I 0.000	I 0.000	I 0.000	I 0.000	I 0.000	I 0.000	I
I Volumen [mio. cbm]	I 0.2776	I 0.0876	I 0.0876	I 0.0876	I 0.2889	I 0.2889	I 0.3115	I
I Rueckhaltebecken: Typ	I 0	I 3	I 2	I 0	I 2	I 0	I 0	I
I Regelabfluss [cbm/sec]:	I	I	I	I	I	I	I	I
I Beckenfuellung QR-1	I	I 6.000	I 14.300	I	I 15.000	I	I	I
I Beckenentleerung QR-2	I	I -1.000	I -1.000	I	I -1.000	I	I	I
I Volumen: maximal	I	I 0.0000	I 0.0176	I	I 0.0525	I	I	I
I [mio. cbm] erforderlich	I	I 0.1967	I 0.0173	I	I 0.0191	I	I	I
I max. Abfluss in [cbm/sec]	I	I 15.353	I 14.128	I	I 15.000	I	I	I
I Einstaudauer in [h]	I	I 0.00	I 1.65	I	I 3.69	I	I	I
I Entleerungsdauer in [h]	I	I 0.00	I 4.24	I	I 4.26	I	I	I

Ergebnisse : Gewaesserknoten

Das Programm "FGM" wurde mit folgenden Datenfiles gestartet:

```

Variante           : 1           2           3           4
Daten fuer Gewaessernetz : schll.gew      schll.gew      schll.gew      schll.gew
Niederschlagsdaten   : scl100_30.reg  scl100_60.reg  scl100_2.reg   scl100_4.reg
Daten fuer Landabfluss : schll_30.lnd  schll_60.lnd  schll_2h.lnd   schll_4h.lnd
Daten fuer Stadtabfluss :
Daten fuer Flood-Routing : SCH11 U13 trasse3b 1 SCH11 U13 trasse3b 1 SCH11 U13 trasse3b 1 SCH11 U13 trasse3b 1

```

* Flussgebietsmodell - Programm: F G M V E R Version: 7.0 IWG - Hydrologie am KIT *

* Scheffzental Trasse 3B Durchlass 1- 4 Berechnet am: 7. Jul 2021 um: 15:41:32 *

* \$\$

Scheitelwerte [cbm/sec]: Gewaesserknoten

I Knoten- I Nr. Name	I Berechnungsvariante				I Maximal- I werte
	I 1	I 2	I 3	I 4	
I 1 Knoten 711	I 17.44	I 21.39	I 21.35	I 19.09	I 21.39
I 2 O.ScheffzTal K714	I 17.44	I 21.39	I 21.35	I 19.09	I 21.39
I 3 HK3 K715	I 11.44	I 15.39	I 15.35	I 13.09	I 15.39
I 4 HK4 K716	I 9.12	I 14.00	I 14.12	I 11.82	I 14.12
I 5 U.ScheffzTal K722	I 15.12	I 20.00	I 20.12	I 17.82	I 20.12
I 6 HK6 K723	I 14.05	I 15.00	I 15.00	I 15.00	I 15.00
I 7 HK7 K726/RÜ144	I 14.05	I 15.00	I 15.00	I 15.00	I 15.00
I 8 HK8 K731/RÜ80	I 14.06	I 15.02	I 15.03	I 15.05	I 15.05

```

* Flussgebietsmodell - Programm: F G M R E S Version: 7.0 IWG - Hydrologie am KIT *
* Scheffzental Scheffzental 100a - 2Stunden Berechnet am: 7. Jul 2021 um: 15:41:32 *
* $$

```

Ergebnisse : Gewaesserknoten

I Knotennummer	I						
	I 1	I 2	I 3	I 4	I 5	I 6	I 7
I Knotenbezeichnung	I Knoten 711	I O.ScheffzT	I HK3 K715	I HK4 K716	I U.ScheffzT	I HK6 K723	I HK7 K726/R
	I	I al K714	I	I	I al K722	I	I Ü144
I Land: Scheitelwert [cbm/s]	I	I 0.730	I	I	I 0.313	I	I
I Abflussbeiwerte [-]	I	I 0.130	I	I	I 0.130	I	I
I Volumen [mio. cbm]	I	I 0.0036	I	I	I 0.0014	I	I
I Knoten: Scheitelwert [cbm/s]	I 21.350	I 21.353	I 15.353	I 14.121	I 20.123	I 15.000	I 15.001
I Volumen [mio. cbm]	I -16.6550	I -17.0622	I -5.2579	I -5.2578	I -17.3311	I -17.3311	I -18.6887
I Gewaesser: Scheitelw. [cbm/s]	I 21.350	I 15.353	I 14.121	I 14.121	I 15.000	I 15.000	I 15.001
I Schwellenwert [cbm/s]	I 0.000	I 0.000	I 0.000	I 0.000	I 0.000	I 0.000	I 0.000
I Volumen [mio. cbm]	I 0.2776	I 0.0876	I 0.0876	I 0.0876	I 0.2889	I 0.2889	I 0.3115
I Rueckhaltebecken: Typ	I 0	I 3	I 2	I 0	I 2	I 0	I 0
I Regelabfluss [cbm/sec]:	I	I	I	I	I	I	I
I Beckenfüllung QR-1	I	I 6.000	I 14.300	I	I 15.000	I	I
I Beckenentleerung QR-2	I	I -1.000	I -1.000	I	I -1.000	I	I
I Volumen: maximal	I	I 0.0000	I 0.0176	I	I 0.0525	I	I
I [mio. cbm] erforderlich	I	I 0.1967	I 0.0174	I	I 0.0190	I	I
I max. Abfluss in [cbm/sec]	I	I 15.353	I 14.121	I	I 15.000	I	I
I Einstaudauer in [h]	I	I 0.00	I 1.65	I	I 3.69	I	I
I Entleerungsdauer in [h]	I	I 0.00	I 4.24	I	I 4.26	I	I

Zusammenfassung Trasse 3b

- Um bei HQ₁₀₀₀ einen Freibord von 50 cm sicherzustellen, muss bei einer Öffnungsweite von HQ₁₀₀₀ 13,4 m die Durchlasshöhe 2,3 m betragen
- Wasserspiegel bei HQ_{100,Klima} 0,17 m höher als im Bestand
- Die Überleitung des Beutenbachs wird nicht eingestaut
- Es liegt keine Gefährdung Dritter vor
- Durch den Dammkörper ist der Speicherinhalt des HRB Oberes Scheffzental reduziert. Dieser Verlust kann ohne Auswirkungen auf die Hochwassersituation im unteren Becken ausgeglichen werden

4. FAZIT

Die von der Stuttgarter Straßenbahn AG geplante Stadtbahnlinie U 13 quert das obere Scheffzentel auf Höhe der Gemarkungsgrenze zwischen Stuttgart und Ditzingen. Damit verläuft die Stadtbahntrasse durch das Überschwemmungsgebiet im Scheffzentel. Außerdem entsteht ein Konflikt mit der Planung des Zweckverbandes Hochwasserschutz Scheffzentel. Der Rückhalteraum „Oberes Scheffzentel“ ist Bestandteil des Hochwasserschutzkonzeptes für die Stadt Ditzingen. Es war nun zu überprüfen, inwieweit die Kreuzung auch durch einen Bahndamm erfolgen kann.

Damit die Funktionalität des HRB nicht beeinträchtigt wird, werden folgende Kriterien vorgeschlagen:

- der Abfluss in der Talaue sollte nicht in den Beutenbach überstauen
- die Ausleitung des Beutenbachs in den Scheffzengraben darf nicht eingestaut sein
- die Fläche des Durchlasses sollte mindestens der durchströmten Fläche am Damm entsprechen
- der Wasserspiegel hat bei $HQ_{100, Klima}$ einen Freibord zur Bauwerksunterkante von mindestens 0,5 m

Es wurden insgesamt 3 Trassen-Varianten untersucht, die in verschiedenen Winkeln das Tal queren. Für die Trassen wurden jeweils verschiedene Durchlässe modelliert, um die aus hydraulischer Sicht geeignetste Öffnungsweite und -höhe zu ermitteln.

Im Beutenbach ist der Durchlass so zu gestalten, dass der Gewässerquerschnitt nicht eingeeengt wird. Außerdem muss bei dem Bemessungsabfluss von $Q=6,0 \text{ m}^3/\text{mindestens}$ ein Freibord von 0,5 m vom Wasserspiegel zur Brückenunterkante eingehalten werden. Die genauen Maße sind entsprechend den Verhältnissen vor Ort festzulegen.

	Trasse 1	Trasse 2	Trasse 3	Trasse 3b
Mind. Öffnungsweite $HQ_{100, Klima}$	9mx1,75m	9mx1,75m	9mx2m	13,4mx2,3m
Mind. Öffnungsweite HQ_{1000}	9mx2m	9mx2m	9mx2,3m	13,4mx2,3m
Wasserspiegeldifferenz zu Bestand $HQ_{100, Klima}$	0,35m	0,29m	0,36m	0,17m
Überleitung Beutenbach	Nicht eingestaut	Nicht eingestaut	Nicht eingestaut	Nicht eingestaut
Gefährdung Dritter	Nein	Nein	Nein	Nein
Auswirkung auf HRB Scheffzentel	Nein	Verlust Speicherinhalt durch Dammkörper	Verlust an Speicherinhalt kann im unteren Becken ausgeglichen werden	Verlust an Speicherinhalt kann im unteren Becken ausgeglichen werden

Tabelle 9: Übersicht über die untersuchten Trassenvarianten

Die Untersuchungen haben ergeben, dass alle untersuchten Trassenverläufe aus hydraulischer Sicht umsetzbar sind.

Ausführungsvorschlag

Aus konstruktiven Gründen wurde die Trasse 3b vom SSB als Vorzugsvariante gewählt. Die Öffnungsweite muss 13,4m Breite und 2,3m Höhe betragen. Damit kann auch bei HQ₁₀₀₀ ein Freibord von 50cm eingehalten werden.

Der Wasserspiegel liegt bei HQ_{100,Klima} 0,17 m höher als im Bestand, die Überleitung des Beutenbaches wird aber nicht eingestaut.

Es konnte gezeigt werden, dass im unteren Becken der Verlust an Retentionsraum durch den Dammkörper ohne Auswirkungen auf die Hochwassersituation ausgeglichen werden kann.

Die Untersuchung hat ergeben, dass eine Gefährdung Dritter nicht gegeben ist.

Dieser Ausführungsvorschlag hat somit keine negativen Auswirkungen auf die Hochwasserschutzmaßnahme des Zweckverbands Hochwasserschutz Scheffzental und kann umgesetzt werden.