

Adressat
DB-PSU GmbH
Einkauf -S21NBS
Räpplenstrasse 17

70191 Stuttgart

Dokumententyp
Abschlussbericht

Überlingen,
16. August, 2016

ÜBERFLUTUNGS- ABSCHÄTZUNG ERMITTLUNG STARKREGENABFLUSS WOLFRAMSTRASSE S21, PFA 1.5, LOS 4 SÜD

ÜBERFLUTUNGS-ABSCHÄTZUNG
ERMITTLUNG STARKREGENABFLUSS
WOLFRAMSTRAÙE
S21, PFA 1.5, LOS 4 SÜD

Überlingen, 16.08.2016
Durchgeführt Ing. (M.Sc) Daniel Schumann-Hindenberg
von
Überprüft von Dipl. Bauing. (FH) Stefan Brückmann
Genehmigt von
Beschreibung

Ref 304000087Bericht_Überflutungsprüfung_S21_Wolframstr._1
60216.doc

Überlingen, 16.08.2016



Dipl. Bauing. (FH) Stefan Brückmann

Inhalt

1.	AUFGABE	1
1.1	Veranlassung	1
1.2	Planungsschritte	1
2.	GRUNDLAGEN	1
2.1	Eingabedaten	1
2.2	Modelle	2
3.	ANALYSE	3
3.1	Topografie	3
3.2	Einzugsgebiete	3
3.3	Modellierung	4
4.	AUSWERTUNG	6
4.1	Ermittlung der Abflussspitzen	6
4.2	Volumenermittlung	7
5.	ZUSAMMENFASSUNG	8

ANLAGEN

Anlage A Lagepläne

Anlage B Eingabedaten

Anlage C Ergebnisse Gebietsanalytik

Anlage D Systembericht

1. AUFGABE

1.1 Veranlassung

Aus der bestehenden Topografie lässt sich ablesen, dass die Bogenbrücken in der Wolframstraße bei einem Überflutungsereignis die einzige Abflussmöglichkeit für ein sehr großes Einzugsgebiet (>200ha) darstellt. Durch den geplanten Bau des S-Bahn Tunnels wird das Gelände um 2,60m angehoben. Um einen Rückstau in der Senke zu vermeiden, plant die LHS im Endausbau die Anhebung der gesamten Kreuzung, so dass ein freier Abfluss über die Kreuzung (wie heute) gegeben ist, gemäß dem Bebauungsplan der LHS. Im Rahmen dieser hydraulischen Untersuchung soll abgeschätzt werden, wie groß die zu erwartenden Abflussmengen während der Bauzeit (ca. 8 Monate) und für den Interimszustand nach Herstellung des Tunnels und bis zum Abbruch der Bogenbrücken (in ca. 4 Jahren) sind. Überschlägig sind die anzusetzenden Flächen, der Bemessungsfall, die Abflussbeiwerte und der Versiegelungsgrad zu ermitteln. Für die überschlägige Berechnung ist die Leistungsfähigkeit des Kanalnetzes eindimensional zu berücksichtigen.

1.2 Planungsschritte

Die Herausforderung bestand darin, das Einzugsgebiet und die Abflussbeiwerte für den Bemessungsfall zu bestimmen. Die von der Stadt bereitgestellten Bestandsdaten (Höhen, Kanal, Flächennutzung) wurden aufbereitet, in das Berechnungsmodell eingepflegt und kalibriert. Folgende Planungsschritte waren notwendig:

1. Ermittlung und Aufbereitung der Grundlagen (Flächennutzung, Höhendaten, Kanaldaten)
2. Erstellen des digitalen Geländemodells DGM
3. Ermittlung des Einzugsgebietes aus dem DGM
4. Vereinfachtes hydrologisches Modell SCS-Verfahren (Curve-Number Verfahren) Abflusskonzentration über definierte Punkte mit Berücksichtigung des Kanalnetzes.
5. Langzeitsimulation mit Langzeitregen (synthetische Regenreihe Stuttgart, 30 Jahre), Einzeleignissimulation mit Modellregen (KOSTRA Atlas 2002) und Auswertung der Ergebnisse: Gesamtabflussbeiwert, Spitzenabflüsse für verschiedene Wiederkehrintervalle
6. Berücksichtigung der Notentwässerung mit Rückstau und Entlastung während der Bauzeit in einem hydrodynamischen Modell
7. Abstimmung mit der Stadtentwässerung Stuttgart (SES)
8. Hydraulische Prüfung und Berücksichtigung des Dükerbauwerks

2. GRUNDLAGEN

2.1 Eingabedaten

Zur Modellierung des Gebietes im existierenden beziehungsweise prognostizierten Zustand sind Flächendaten, das Entwässerungsnetzwerk, Drossel- bzw. Durchlassbauwerke sowie die erforderlichen hydrologischen Kenngrößen, wie Bodenparameter und Niederschlagsdaten, ausschlaggebend. Die Verlässlichkeit der Ergebnisse ist maßgeblich von den Eingangswerten abhängig. Für die Festlegung der Flächendaten sind Planungsunterlagen (Bestandspläne, topographische Pläne) und

Luftbilder verwendet worden. Wichtige Eigenschaften für die betrachteten Gebiete sind die Flächennutzung und Geländeneigung. Zur Ermittlung des Abflusses von durchlässigen beziehungsweise unbefestigten Flächen sind zudem Daten über die Bodenart und die Bodennutzung relevant. Das Entwässerungsnetzwerk wurde aus den digitalen Kanal-Bestandsdaten erfasst. Eine Übersicht der verwendeten Daten ist in Tabelle 2.1 aufgeführt.

Beschreibung	Stand	Quelle
Modellregen Typ EULER II n 0,02	2003	KOSTRA DWD 2000
Langzeitniederschlagsdaten Synthetische Reihen MD; dt 5 min; 30a	Nov. 2013	LUBW
Kanalnetz und Liegenschaften	Dez 2015	SSE
Digitales Geländemodell DGM5 Ist-Zustand	Dez 2015	LHS Stadtmessungsamt
Satellitenbilder	2015	LHS Stadtmessungsamt

Tabelle 2.1 Übersicht der verwendeten Eingabeinformationen

Ferner sind folgende Gutachten und Planungsunterlagen verwendet worden:

- ATV-DVWK M 165. *Anforderung an Niederschlags-Abfluss-Berechnungen in der Siedlungsentwässerung*. Hennef: ATV-DVWK , 2004.
- DIN EN 752. *Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden; Deutsche Fassung EN 752:2008*. DIN, DIN Deutsches Institut für Normen e.V., Berlin: Beuth Verlag, 2008, 120.
- DWA A 110. *Hydraulische Dimensionierung und Leistungsnachweis von Abwasserleitungen und -kanälen*. Hennef: DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft , Abwasser und Abfall e.V., 2006.
- DWA A 118. *Hydraulische Bemessung und Nachweise von Entwässerungssystemen*. Hennef: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Wasser und Abfall e.V, 2006.
- Freimann. „Anmerkung zur Abschätzung von Überflutung und Düker im Bereich Wolframstr in Stuttgart (S21).“ Mühldorf a. Inn: im Auftrag der DB Projekt Stuttgart-Ulm GmbH, 20. 4 2016.
- LANUV. *KLIMAWANDEL IN STADTENTWÄSSERUNG UND STADTENTWICKLUNG METHODEN UND KONZEPTE*. Recklinghausen: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, 2013a.
- Stadtentwässerung Stuttgart (SES) . „Informationsgespräch zum aktuellen Planungstand und Leistungsfähigkeit des Kanalnetzes.“ Tiefbauamt / Eigenbetrieb Stadtentwässerung (SES) Abteilung Entwässerung, Dienststelle Planung; , 25. 01 2016.
- SWECO GmbH. *Planungsunterlagen zur Bauphase 3 im Bereich Wolframstraße*. Frankfurt, 2. 8 2016.

2.2 Modelle

Der Niederschlags- und Abflussprozess kann deterministisch, stochastisch oder in Kombination aus beiden modelliert werden. Als Modelle werden in diesem Zusammenhang sowohl die in einem Programm bereitgestellte Modellstruktur als auch die nachgebildete Struktur eines Einzugsgebietes bezeichnet.

Die in diesem Projekt angewandte *Deterministische Modellgruppe* kann in konzentrierte (engl.: lumped) und verteilte (engl.: distributed) Modelle eingeteilt werden, je nachdem ob Einzugsgebietsinformationen als gemittelter und repräsentativer Wert für das ganze Gebiet (lumped) oder verteilt (distributed) vorliegen. Weiterhin wird in diesem Modellansatz unterschieden, ob die Beschreibung der ablaufenden Prozesse auf Basis von empirischen, konzeptionellen oder physikalischen Ansätzen erfolgt.

Konkrete Anwendung findet in diesem Zusammenhang die konzeptionellen Modelle, *Lumped Models* (Grey-box). Diese Modellgruppe belegt eine Position zwischen den physikalisch-deterministischen Ansätzen und den *Black-box* Modellen (beispielsweise Fließzeitverfahren). Dabei handelt es sich konkret um konzeptionelle Modelle, die sich auf physikalische Gesetze in vereinfachter Näherung stützen und ein gewisses Maß an Empirie enthalten. Sie setzen sich aus mehreren gekoppelten Speichern (Speicher-kaskade) mit unterschiedlichen Eigenschaften zusammen. Diese Speicher repräsentieren die physikalischen Elemente (Flächennutzung, Bodenverhältnisse etc.) im Einzugsgebiet. Variablen und Parameter stellen in diesen Modellen Mittelwerte dar, die stellvertretend für das gesamte Gebiet stehen (lumped).

3. ANALYSE

3.1 Topografie

Die Betrachtung des Digitalen Geländemodells zeigt, dass der gewählte Tiefpunkt an der Wolframstraße einem nach Norden hin orientiertem Einzugsgebiet zuzuordnen ist, nordöstlich begrenzt durch den erhöht gelegenen Friedhof und nach Nordwesten begrenzt durch einen Höhenzug mit wesentlicher Nutzung in Form von Wohngebieten, nach Westen durch den Hauptbahnhof mit Europaviertel.

Aus dem Digitalen Geländemodell (DGM5) wurde zunächst das Einzugsgebiet mit Hilfe von Autodesk AutoCAD in Bezug zum betrachteten Tiefpunkt an der Wolframstraße bestimmt. In der ersten Analyse wurde hierbei nur das festzusetzende Einzugsgebiet (EZG) aufgrund der Höhenverhältnisse bestimmt.

3.2 Einzugsgebiete

Bei einer Unterteilung des EZG in kleinere Betrachtungseinheiten wird eine nutzungsabhängige Flächenbewertung durchgeführt, um den Anteil befestigter bzw. unbefestigter Flächen und somit den Versiegelungsgrad zu bestimmen. Hierbei werden die Nutzungsvarianten Industrie und Wohngebiet, Grünflächen sowie Verkehrsflächen unterschieden. Je nach Nutzungseinheit sind Annahmen über den Versiegelungsgrad der Nutzungskategorie vorgenommen worden.

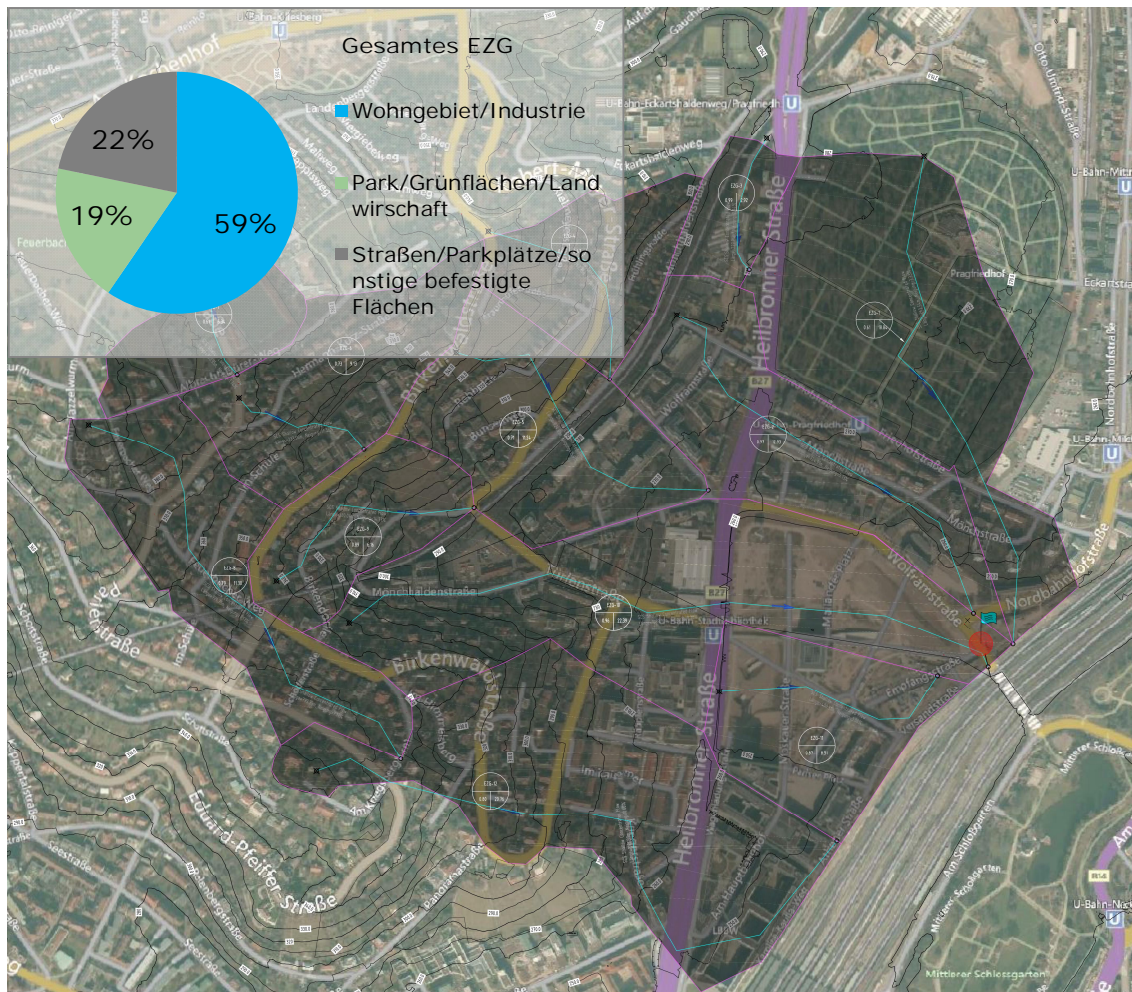


Abbildung 3.1 Lageplan Analysegebiet, Flächennutzung

3.3 Modellierung

Die Darstellung der Abflussgeneration sowie -konzentration erfolgt in einem deterministischen Modellansatz (grey box model vgl. Kapitel 2.2). Die Abflussgeneration ergibt sich hierbei aus den zugeteilten CN-Werten, die einen definierten Anteil in Abhängigkeit des Eingangsimpulses des effektiven Gebietsniederschlags weiterleiten. Die Abflusskonzentration eines Gebietes wird im vorgestellten Modell mit Hilfe der kinematischen Welle bestimmt. Diese beruht auf den Gesetzmäßigkeiten des Erhalts von Masse und Impuls. Die Translation wird in diesem Zusammenhang durch das Gefälle und die Oberflächenbeschaffenheit des Gebietes bestimmt (DWA A 110 2006).

Abfluss – Transport Modell

Das eigentliche Transportmodell setzt sich aus den Transportelementen (Düker, Mulden, Rohre) zusammen. Zusätzlich werden Sonderbauwerke wie die Regenrückhalteräume (RRR) und Entlastungsbauwerke integriert. Das Transportmodell wird mittels eines hydrodynamischen Ansatzes (1D) dargestellt. Grundlage hierfür sind die Saint-Venant'sche Differentialgleichungen (DIN EN 752 2008)

Anwendungsbereich	Verfahren		
	Einfache empirische Verfahren	Hydrologische Verfahren	Hydrodynamische Verfahren
Auslegung von kleinen Entwässerungssystemen	E	E	^b
Auslegung von großen Entwässerungssystemen	^a	E	E oder D
Hydraulisch einfache Straßenentwässerungssysteme	E	—	—
Überprüfung der Überflutungshäufigkeit	^a	^a	E oder D
Nachrechnung bestehender Systeme	^a	E oder D	E oder D
Planung von Ausläufen/Entlastungen	^a	E oder D	E oder D
Qualitative Auswirkungen auf Vorfluter	^a	E	E oder D
Quantitative Auswirkungen auf Vorfluter	^a	E	E oder D
Echtzeit-Kontrolle eines Systems	^a	E oder D	E oder D
ANMERKUNG	E	Oberflächenabfluss auf einfache Weise berücksichtigt	
	D	Oberflächenabfluss auf detaillierte Weise berücksichtigt	
^a Nicht anwendbar.			
^b Im Allgemeinen nicht empfohlen.			

Abbildung 3.2 Darstellung zur passenden Modellwahl in Abhängigkeit der Fragestellung (DIN EN 752 2008)

Zur ausreichenden Berücksichtigung der Zusammenhänge des Gebietes wird für das vorliegende Projektgebiet ein kontinuierliches hydrodynamisches Simulationsmodell angewandt (Kanalnetzmodell 1D siehe Abbildung 2.3).

Die Wahl eines solchen Ansatzes lässt sich im Vorfeld durch verschiedene Faktoren bestimmen. Nach Definition der DIN EN 752 werden die Ansätze je nach Anforderung in einfache empirische Verfahren, hydrologische und hydrodynamische Modelle eingeteilt (siehe Abbildung 2.3).

Zur Durchführung der Analyse wird das Programm *EPA SWMM 5.1* genutzt.

Entlastungsbauwerk Düker Wolframstraße

Die Abflussleistung des geplanten Dükers (Notentwässerung) im Bereich Wolframstraße wurde in der vorangegangenen Betrachtung auf Grundlage der minimalen Einstauhöhe berechnet. Die daraus ermittelten Kennwerte des Dükers stellen hinsichtlich der Analyse der Wasserspiegellage und Rückhaltevolumen die maßgebenden Rahmenbedingungen dar.

Im Falle eines Kanalversagens und wild abfließenden Oberflächenwassers wird sich die Senke vor der Unterführung in der Wolframstraße allerdings entsprechend füllen. Die dadurch zunehmende Einstauhöhe sorgt für eine entsprechend Druckhöhe über dem Dükereinlauf. Durch den aufgebauten hydrostatischen Druck nimmt die Leistung des Dükers zu.

Zur Annahme der Leistungsfähigkeit des Dükers wird die ermittelte Kennlinie aus dem Gutachten - *Anmerkungen zur Abschätzung von Überflutung und Düker im Bereich Wolframstraße in Stuttgart* zurückgegriffen (Freimann 2016). Die ermittelte Kennlinie und angesetzte maximale Leistungsfähigkeit der Düker mit $Q_{\max} = 4,70 \text{ [m}^3/\text{s]}$ pro Düker wird als Rahmenbedingung zur Ermittlung der Überstauvolumens - angesetzt.

4. AUSWERTUNG

Das ermittelte topographische Einzugsgebiet zum Tiefpunkt Budapesterplatz hat eine Größe von 136 ha. Der Versiegelungsgrad beträgt 66%. Das durchschnittliche Gefälle bis zum Tiefpunkt beträgt ca. 8,5%. Nach Auswertung der Simulationsergebnisse ergibt sich der Abflussbeiwert über das gesamte EZG gemittelt zu $\psi_{\text{ges}} 0,827$.

Die für das Gebiet aus KOSTRA-DWD2000 ermittelte Niederschlagsspende beträgt für einen 30 Minuten-Regen und 30 Jahre Wiederkehrzeit 223 [l/(s*ha)]. Die Bemessungsabflussspende für die Dauerstufe von 31 Minuten ergibt sich aus der Fließzeitberechnung gemäß DWA A118 und basiert auf dem Ergebnis einer überschlägigen Fließweganalyse des Einzugsgebietes. Allerdings ist an dieser Stelle auf die Einschränkung der Anwendung des Fließzeitverfahrens auf ein Gebiet ≤ 200 ha oder einer Fließzeit ≤ 15 min hinzuweisen (DWA A 110 2006). Da das vorliegende Gebiet deutlich längere Fließwege aufweist, ist die Anwendung des Fließzeitverfahrens für das vorliegende Gebiet nicht zu empfehlen (vgl. (DWA A 118 2006).

Für die Simulation mit Hilfe der Software EPA SWMM 5.1 wird eine für das Projektgebiet erstellte 30-jährige synthetische Regenreihe verwendet. Aus dieser Regenreihe kann ebenfalls auf die entsprechende Niederschlagsspende zurückgerechnet werden. In der Simulation wurde aufgrund der genaueren Auflösung in 5-Minuten Zeitintervallen gerechnet.

4.1 Ermittlung der Abflussspitzen

Die Berechnung des Spitzenabflusses erfolgte ebenfalls mit der Software EPA SWMM 5.1. Der ermittelte Spitzenabfluss ist einem 30-jährlichen Niederschlagsereignis zuzuordnen ($n0.033$). Aus der Datenreihe kann weiter auch der Spitzenabfluss eines 100-jährlichen Ereignisses ($n0.01$) interpoliert werden. Die Spitzenabflüsse nach SWMM betragen:

$$Q_{Tn\ 30} = 36 \text{ [m}^3\text{/s]}$$

$$Q_{Tn\ 100} = 43 \text{ [m}^3\text{/s]}$$

Tn [a]	Q max [m ³ /s]
1	16
2	20
10	29
30	36
100	43

Tabelle 4.1 Maßgebenden Spitzenabflüsse in Abhängigkeit der Wiederkehrhäufigkeiten

Abzüglich der potentiellen Kanalkapazität ergibt sich ein Oberflächenabfluss von $Q_{Tn\ 30} = 14$ [m³/s]

Die Bestimmung des 100-jährlichen Spitzenabfluss erfolgte mittels Regressionskurve:

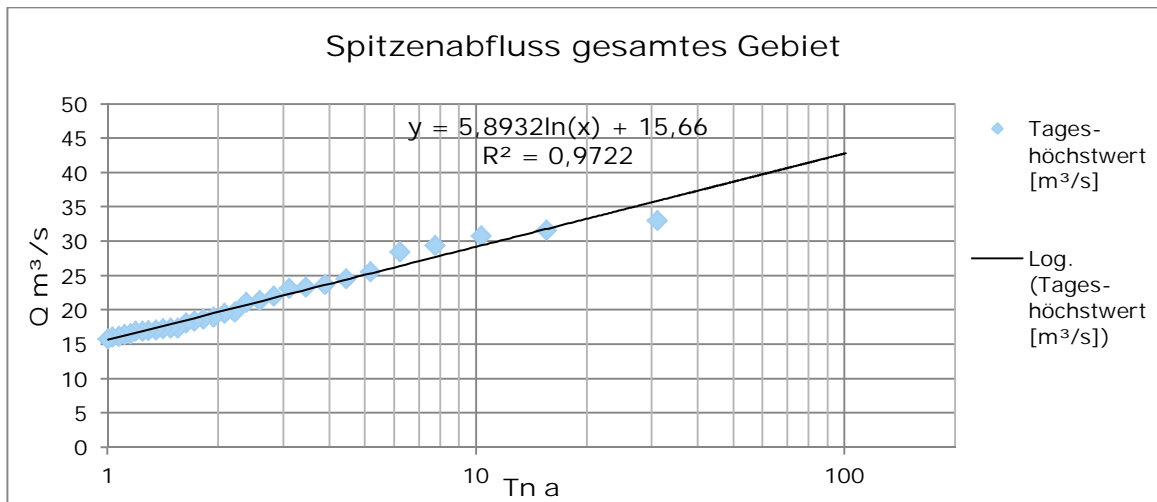


Abbildung 4.1 Auswertung der NA Modellierung; Regressionskurve der Spitzenabflüsse

4.2 Volumenermittlung

Zur Bestimmung des maximal nötigen Speichervolumens an der Kreuzung Budapester Platz (unter Berücksichtigung des Dükers mit 2 Rechteckkanälen mit je 2m² Querschnittsfläche) wird die oben dargestellte Simulation erweitert. Der rechnerische Nachweis erfolgte wie zuvor mit Hilfe der Software EPA SWMM 5.1 und der entsprechenden Regenreihe eines 30-jährlichen Niederschlagsereignisses.

Das berechnete maximale Einstauvolumen beträgt 20974 m³. Wird die potentielle Kanalkapazität herausgerechnet ergeben sich $V_{n0,03}$ 2766 m³.

Tn [a]	Volumen [m ³]
1	6801
2	9689
10	16396
30	20974
100	25991

Tabelle 4.2 Erforderliches Rückhaltevolumen in Abhängigkeit der Wiederkehrhäufigkeit

Die Bestimmung des 100-jährlichen Rückhaltevolumens erfolgte mittels Regressionskurve:

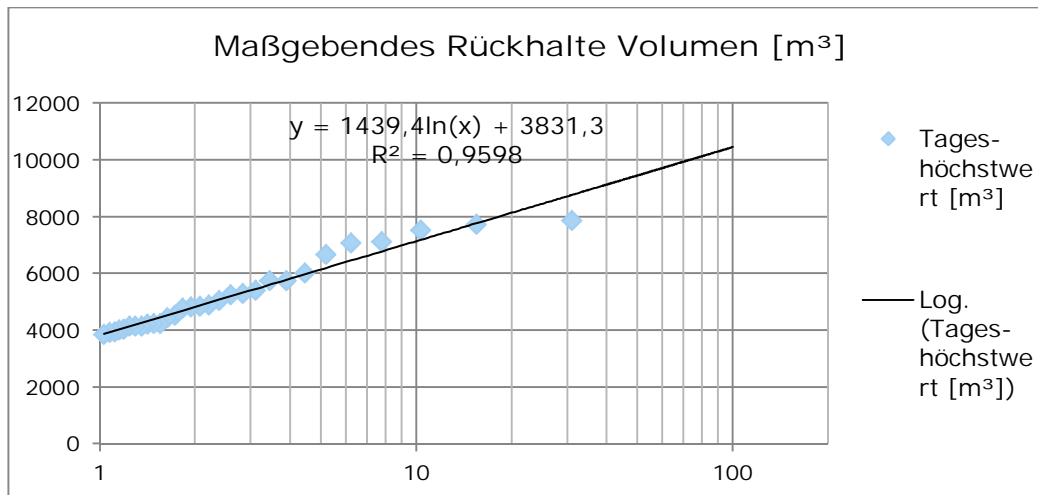


Abbildung 4.2 Auswertung der NA-Modellierung, Regressionskurve des benötigten Rückhaltevolumens am Budapester Platz unter Berücksichtigung von 3 Entlastungskanälen DN1200 als Düker

5. ZUSAMMENFASSUNG

Das Einzugsgebiet mit freiem Oberflächenabfluss wurde auf Grundlage des DGM Stuttgart mit einer Größe von 136 [ha] ermittelt. Um den Anteil befestigter bzw. unbefestigter Flächen und somit den Versiegelungsgrad zu bestimmen, wurden die Flächennutzungen nach Industrie, Wohngebiet, Grünflächen sowie Verkehrsflächen unterschieden. Nach Auswertung der Simulationsergebnisse ergibt sich der Abflussbeiwert über das gesamte EZG gemittelt zu ψ 0,827.

Die für das Gebiet aus KOSTRA-DWD2000 ermittelte Niederschlagsspende beträgt für einen 30 Minuten-Regen und 30 Jahre Wiederkehrzeit 223 [l/(s*ha)].

Das kanalisierte Einzugsgebiet, dass an dem Hauptsammler in der Unterführung Wolframstr. angeschlossen war, beträgt ca. 250 [ha]. Nach den aktuellen Aussagen der SES wurde die Kanalisation bereits neu geordnet. Der unterirdische Abflussanteil fließt schon heute nicht mehr in Richtung der Unterführung. Der vorh. Hauptsammler in der Unterführung wird momentan lediglich von dem Sammler aus der Nordbahnhof Str. genutzt. Man kann davon ausgehen, dass im Überflutungsfall nur das oberirdische Einzugsgebiet in Richtung Unterführung entwässert. Das Nachweisverfahren für die hydraulische Kapazität des neu strukturierten Kanalsystems läuft zurzeit noch. Nach Aussagen von SES wird für die Kanalnetzberechnung der Lastfall Tn 2a mit der Dauerstufe 10 min $r_{0,5,10} = 235$ [l/(s*ha)] angenommen (Stadtentwässerung Stuttgart (SES) 2016). Ausgehend von den Vorgaben für die Kanalbemessung mit Tn 2a müssten theoretisch bei einem Einzugsgebiet von 136 ha und dem berechneten Abflussbeiwert von 0,82 (vgl. Kapitel 4.1) 26 [m³/s] durch das Kanalsystem abfließen (vgl. Tab. 2.1). Im vorliegenden Modell wurde die potentielle Leistungsfähigkeit des Kanalnetzes auf Grundlage des Bestandskanalnetzes mit den vorhandenen Querschnitten modelliert. Aufgrund der Unsicherheiten in Bezug auf den Belastungszustand des Kanalnetzes im Starkregenfall wird mit einem Puffer von 20% gerechnet. Dadurch ergeben sich Varianzen gegenüber der statischen Betrachtung.

In der Berechnung mit einem 1D hydrodynamischen Simulationsmodell (EPA SWMM 5.1) stellt sich der Spitzenabfluss wie folgt dar (siehe Tabelle 5.1).

Wiederkehrhäufigkeit	Ges. Gebietsabfluss	Potentieller Oberflächenabfluss
Tn [a]	Q max [m ³ /s]	Q max [m ³ /s]
1	16	4 (Ableitung im Kanal)
2	20	6 (Ableitung im Kanal)
10	29	10
30	35	14
50	38	15
100	43	17

Tabelle 5.1 Übersicht der ermittelten Spitzenabflüsse in Abhängigkeit der Wiederkehrhäufigkeiten

Überstauvolumen

Zur Bestimmung des maximalen Rückhaltevolumens an der Kreuzung Budapester Platz unter Berücksichtigung des Dükers mit 2 Entlastungskanälen (2x2m²) wird die in Abbildung (1) dargestellte Simulation erweitert. Der rechnerische Nachweis erfolgt wie zuvor mit Hilfe der Software EPA SWMM 5.1 und der entsprechenden kontinuierlichen Regenreihe mit einem Umfang von 30 Jahren. Das rechnerische maximale Einstauvolumen beträgt $V_{n0.033} = 2766 \text{ m}^3$.

In Tabelle 5.2 ist das maximal benötigte Rückhaltevolumen an der Kreuzung Budapester Platz unter Berücksichtigung des Dükers (siehe Kapitel 3.3) für verschiedene Wiederkehrhäufigkeiten zusammengefasst.

Wiederkehrhäufigkeit	Gesamtes Gebiet	Volumen Oberflächenabfluss
Tn [a]	V max [m ³]	V max [m ³]
1	6801	296 (Ableitung im Kanal)
2	9689	799 (Ableitung im Kanal)
10	16396	1968
30	20974	2766
50	23103	3137
100	25991	3641

Tabelle 5.2 Übersicht der maßgebenden Rückhaltevolumen in Abhängigkeit der Wiederkehrhäufigkeiten

Die daraus resultierende Einstauhöhe beträgt ca. 2,70 [m] an der tiefsten Stelle (außerhalb des Straßenraums zwischen den Umfahrungsschleifen). Nach derzeitiger Datengrundlage (DGM LHS Stadtmessungsamt und Planung zur Bauphase3 (SWECO GmbH 2016)) entspricht dies einer Wasserspiegellage von ca. 242,00 [mNN]. In Abbildung 5.1 wird der zeitabhängige Verlauf der Einstauhöhe dargestellt.

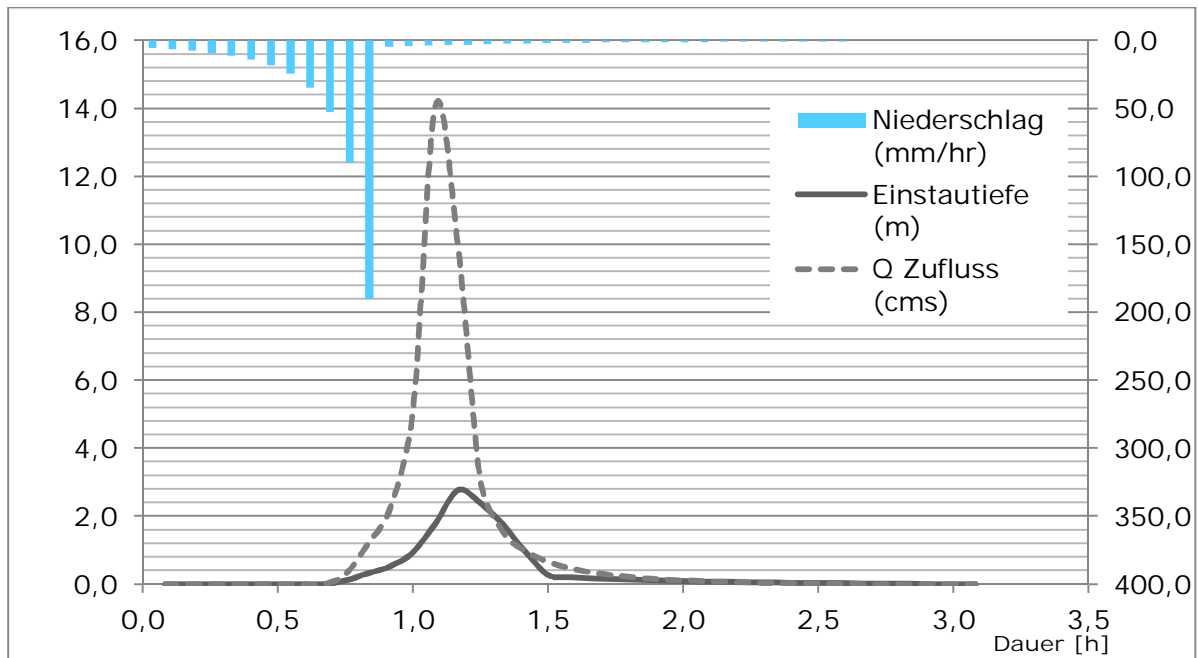


Abbildung 5.1 Wasserstandsganglinie am Tiefpunkt

Die weitere Betrachtung der Volumenentwicklung wird auf Grundlage der neu mitgeteilten GOK-Höhe des S-Bahntunnels getroffen. Diese liegt bei 242,17 [mNN] an der tiefsten Stelle bei Block 38. Dadurch ergibt sich ein maximales Einstauvolumen bis zum Überlauf über den S-Bahntunnel von 4590 [m³]. Kommt es im Falle einer geringeren Leistung des Dükers also zu einem Überstau von >242,17 [mNN], so wird eine zusätzliche Notentlastung über den Scheitel des S-Bahntunnels vorgesehen.

Durch die Notentlastung über den geplanten S-Bahntunnel hinweg in Richtung Schlossgarten wird der Wasserstand die Höhenlinie von ca. 242,30 maximal 242,50 [mNN] allerdings mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht überschreiten (Überstauhöhe von ca. 30 [cm] bei einer Überfallkante von mindestens 40 [m] Länge). Dieser Fall konnte in der Langzeitsimulation nicht nachgewiesen werden. Somit kann davon ausgegangen werden, dass dieser Fall nur bei einem kompletten Versagen der beiden Düker eintritt. Dieses Versagen beziehungsweise Verstopfen ist allerdings sehr unwahrscheinlich (vgl. hierzu Freimann 2016)

Wasserspiegellagen

Ausgehend von der Höhenkote 240,80 [mNN], am Fußpunkt der Umfahrungsschleifen Nord und Süd, wird für die Zeitspanne von ca. 30 [min] Wasser auf dem Budapester Platz stehen. In diesem Zeitraum wird die maximale Einstauhöhe von 1,2 [m] (bezogen auf die Höhenkote 240,80 [mNN]) abgebaut. Danach zieht sich die das Volumen Richtung Geländetiefpunkt Wolframstraße und Dükeranlage zurück. An der Höhenkote 241,60 [mNN] (Kreuzung) wird nach derzeitigem Stand im Zeitraum von 10 [min] Wasser stehen. In diesem Zeitraum können leichte Beeinträchtigungen des Verkehrs für Linksabbieger in Richtung Nordbahnhofstraße nicht ausgeschlossen werden, jedoch bleibt das befahren gewährleistet.

Bis zur Höhenkote 240,90 [mNN] (Wassertiefe 10 cm für PKW's) dauert es ca. 20 [min]. Ab diesem Zeitpunkt sind die Umfahrungsschleifen prinzipiell wieder passierbar.

Somit bleibt der Großteil des Kreuzungsbereichs stets ohne Aufstau und ist durchgehend befahrbar (Abbildung 5.2). Lediglich im extrem unwahrscheinlichen Versagensfall der Überflutungsdüker ergäbe sich ein theoretisch geringer Aufstau der Kreuzung (siehe Abbildung 5.3)

Für Fahrzeuge sind Schäden laut Untersuchungen der Emschergenossenschaft und Hydrotec (2004) auf Grundlage empirischer Erhebungen der Rhein-Studie (MURL, 2000) und der HOWAS-Daten (LfW Bayern) ab 30 cm Durchflusstiefe zu erwarten. Allgemein stellen Wassertiefen bis 10cm für PKW keine Gefahr dar.

Dies gilt für stehendes oder Wasserabfluss mit geringen Fließgeschwindigkeiten. Sollte es im Falle der Überflutung zu höheren Fließgeschwindigkeiten kommen, so ist die Situation entsprechend zu bewerten. Da dieser Fall unabhängig von der vorgestellten Maßnahme auftritt wird an dieser Stelle auf die allgemeinen Verfahren zur stadtgebietsweiten Überflutungsvorsorge verwiesen (vgl. (DWA 2013)

An dem tiefsten Punkt des Untersuchungsgebietes, zwischen den Umfahrungsschleifen Nord und Süd, wird innerhalb von ca. einer Stunde die maximale Einstauhöhe (242,00 mNN) erreicht und wieder auf eine Einstauhöhe von 239,80 [mNN] abgesenkt (siehe Abbildung 5.1). Die Gesamtentleerungszeit des gesamten Rückstauvolumens beträgt ca. 160 [min].

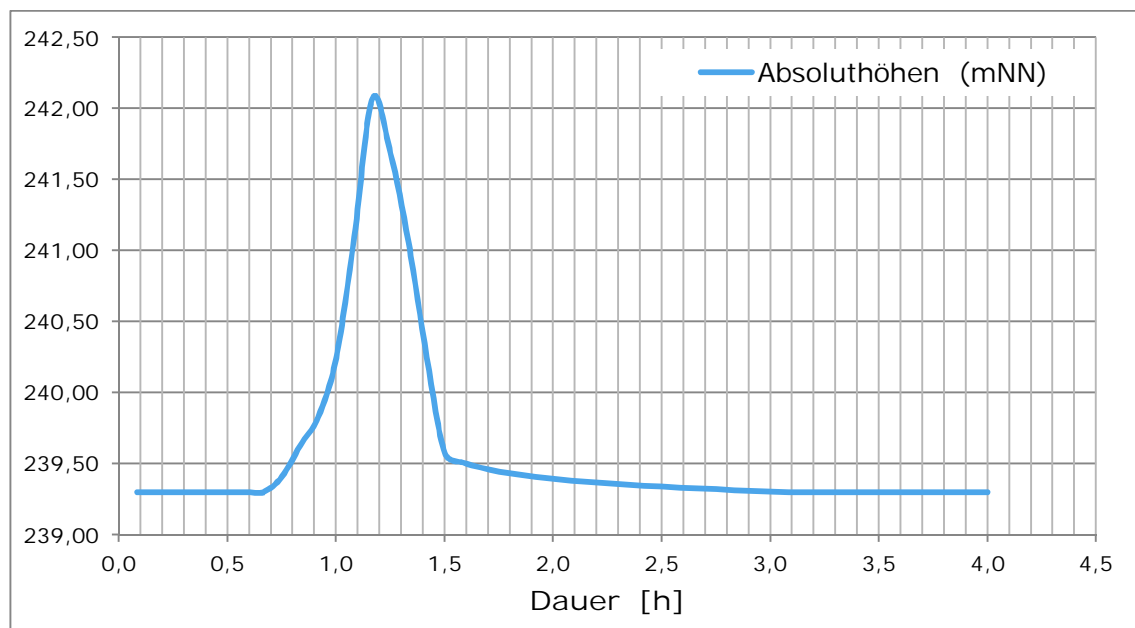


Abbildung 5.1 Wasserstandsganglinie in Absoluthöhen mNN

Nachfolgende Abbildung 5.2 zeigt das maximal ermittelte Rückstauvolumen für Tn 30a in 3D Überlagerung mit dem erweiterten Planungsmodell (SWECO GmbH 2016) beträgt dabei ca. 3000 [m³], bei einem Volumen von ca. 2735 [m³].

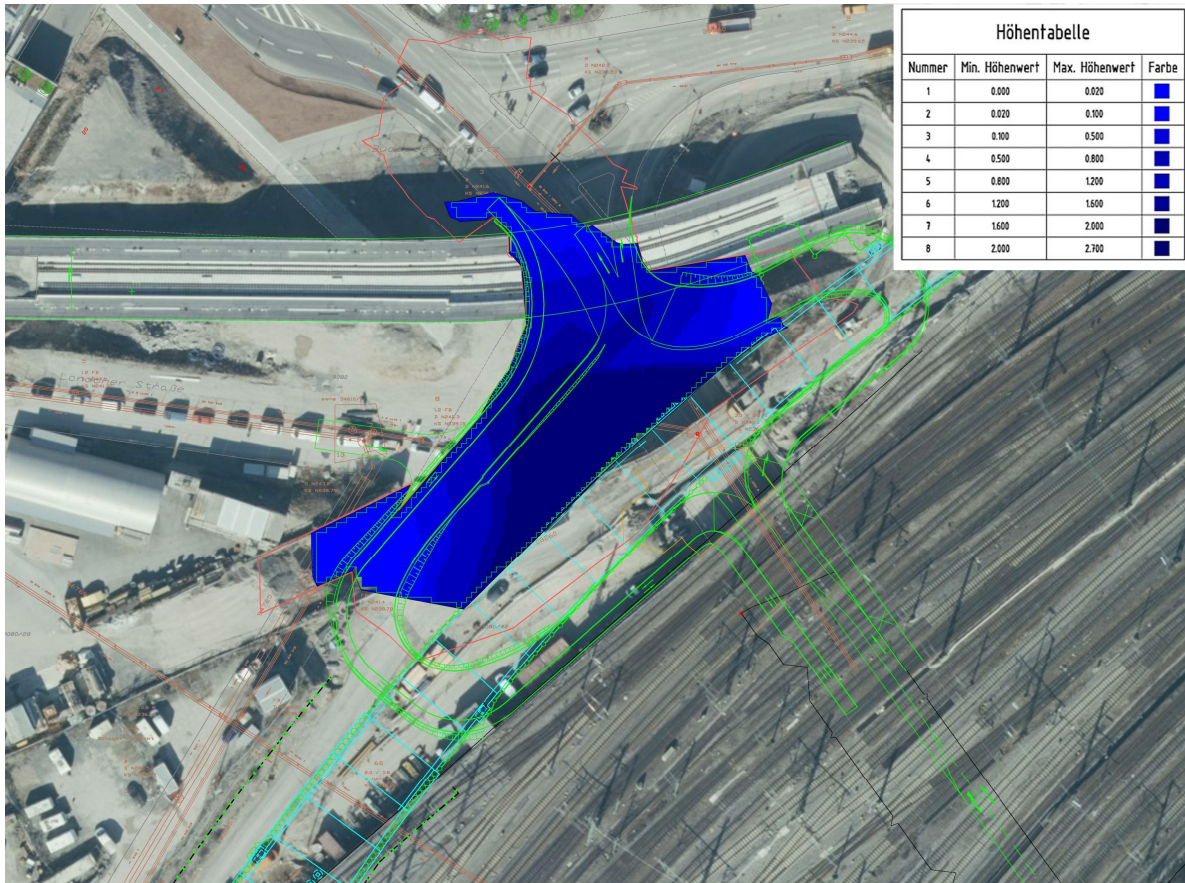


Abbildung 5.2 Darstellung des berechneten Überflutungsraster für ein Extremereignis Tn 30a mit ca. 2635m³; Einstauhöhe 242,00 mNN

Die ermittelten Ergebnisse stellen eine konzeptionelle Einschätzung des hydrologischen Verhaltens des Gebietes dar. Die Kanalnetzkapazität kann auch in Teilen höher liegen als die Bemessungsvorgabe Tn 2 a¹.

In einigen Fällen können auch extreme Ereignisse durch entsprechende hohe Niederschlagsintensitäten zu einem verminderten Eintrittsvermögen in das Kanalnetz führen. Dadurch erhöht sich der Anteil an oberflächlich frei abfließendem Wasser. Insofern sind die dargestellten Werte als Rahmenbedingung im Bereich von–bis zu interpretieren.

Zur detaillierte Betrachtung des möglichen Kanalnetzüberstaus sowie Translation an der Oberflächen wird empfohlen entsprechende 2D kanalnetzgekoppelte Oberflächenabflussmodelle anzuwenden (LANUV 2013a).

Ziel dieser Ausarbeitung ist es nicht eine umfassende Gefährdungsanalyse darzustellen. Die ermittelten Ergebnisse geben Hinweise zu der Möglichen Auswirkung der dargestellten Maßnahmen.

Zusammenfassend wird durch die Notentwässerung der Düker einen wesentlichen Teil zur Verhinderung beziehungsweise Minderung potentieller Schäden in dem Bereich Budapesterplatz beigetragen.

¹ Die Überstauhäufigkeiten einzelner Schächte wird im Zuge der GEP überprüft. Für den Gegenwärtigen Zustand des Kanalnetzes laufen die Untersuchungen noch (Stadtentwässerung Stuttgart (SES) 2016)

Das Maß des Überflutungsschutzes geht an dieser Stelle schon weit über die üblichen Vorkehrungen hinaus. In vielen deutschen Städten wird für vergleichbaren Situation (Unterführungen etc.), die Straße entsprechend für viele Stunden nicht befahrbar sein.

Die für die Bewertung der Rückstauenebene verwendete Datenlage basiert auf dem Bestands DGM (siehe Kapitel 2.1) sowie der des derzeitigen Planungsstand (SWECO GmbH 2016). Sollten in Folge von Baumaßnahmen Änderungen in diesem Bereich vorgenommen werden, so ist die Situation entsprechend neu zu bewerten.

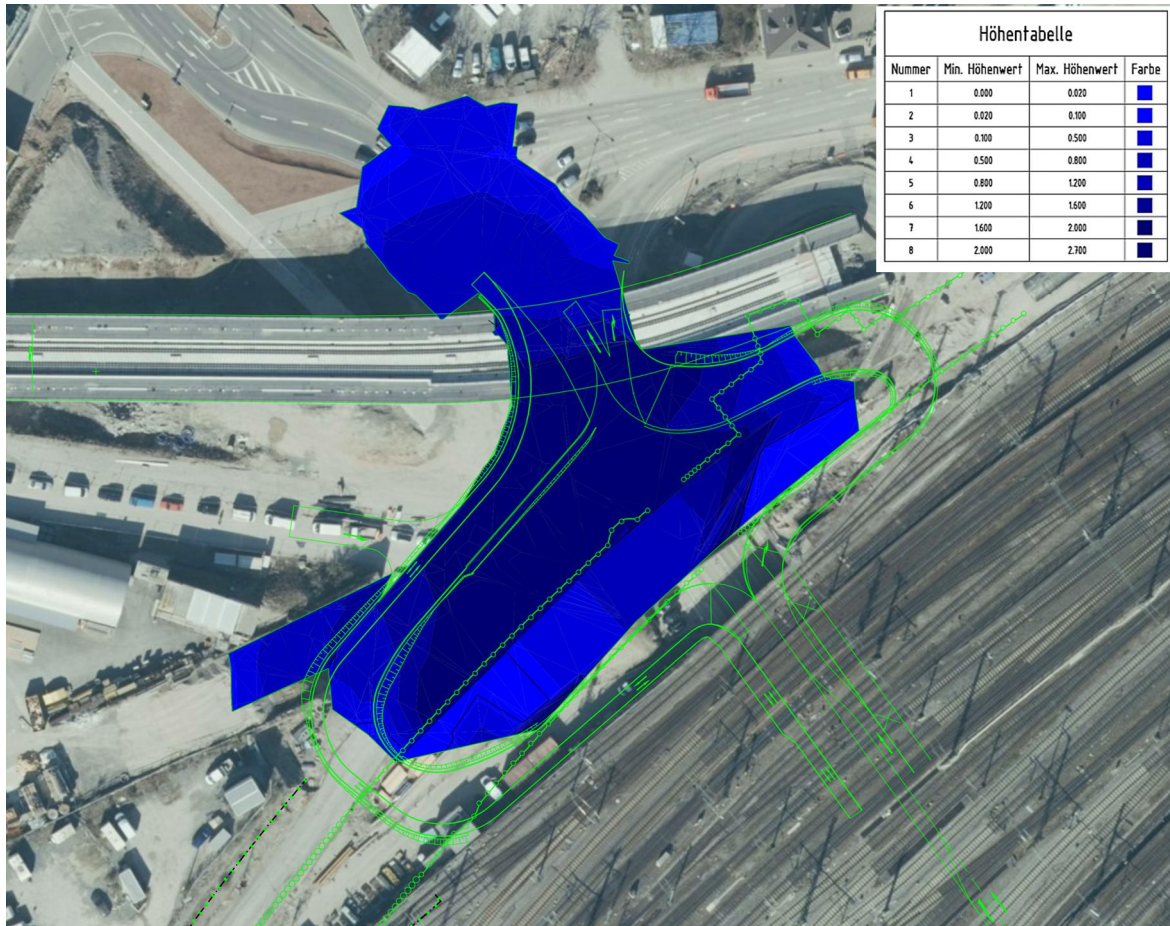


Abbildung 5.3 Darstellung des berechneten Überflutungsrastrers für ein Extremereignis für den Fall eines kompletten Dükerversagens (sehr unwahrscheinlich) mit ca. 5000m³; Einstauhöhe 242,50 mNN

Überlingen, 16.08.2016

Stefan Brückmann

Dipl. Bauing. (FH) Stefan Brückmann

ANLAGE A LAGEPLÄNE

ANLAGE B EINGABEDATEN

ANLAGE C ERGEBNISSE GEBIETSANALYTIK

ANLAGE D SYSTEMBERICHT