

Dokumententyp

Konzeptbericht

Datum

Juni 2021

# QUECK-AREAL TÜBINGEN ENTWÄSSERUNGSKONZEPT



# QUECK-AREAL TÜBINGEN

## ENTWÄSSERUNGSKONZEPT

Projektname Queck Area, Tübingen  
Projekt Nr. 304000320  
Dokumententyp Konzeptbericht  
Datum 21.06.2021  
Durchgeführt von Henriette Hartkopp, Stefan Brückmann

Ramboll  
Nußdorfer Straße 9  
88662 Überlingen

T +49 7551 9288-0  
F +49 7551 9288-88  
[www.dreiseitl.com](http://www.dreiseitl.com)

Ramboll Deutschland GmbH

Werinherstraße 79  
81541 München

Amtsgericht München, HRB 126430  
Geschäftsführer:  
Jens-Peter Saul,  
Stefan Wallmann

BNP Paribas S.A. Niederlassung  
Deutschland  
IBAN: DE40512106004223034010  
BIC: BNPADEFFXXX

## INHALT

1.	Veranlassung	3
2.	Aufgabenstellung	3
3.	Allg. Projektbeschreibung	4
4.	Grundlagenermittlung	4
4.1	Allg. rechtliche Vorgaben	4
4.2	Rechtliche Vorgaben des Entwässerungsamts Tübingen	5
4.3	Reinigung von Niederschlagswasser	5
4.4	Konzept zum Altlastenmanagement	5
4.5	Geologische Gutachten	6
4.6	Hochwassersituation	7
5.	Regenwasserkonzept	8
5.1	Entwässerungsbausteine im privaten Bereich	9
5.1.1	Gründächer mit Retentionsfunktion	9
5.1.2	Versickerungs- und Filtermulden	10
5.1.3	Kiesrigolen	11
5.1.4	Quartiersplatz mit Dränage auf der Tiefgarage	12
5.1.5	Reinigung Regenwasser	12
5.2	Entwässerungsbausteine im öffentlichen Bereich	14
5.2.1	Flächenversickerung in zentraler Grünfuge	14
5.2.2	Dränageleitung zur Entwässerung des nördlichen Fußwegs	14
5.3	Hydraulische Bemessung	14
5.3.1	Bemessungsgrundlage	14
5.3.2	Niederschlags-Abfluss-Modellierung	14
5.3.3	Bemessung nach DWA-A 117	15
5.3.4	Bemessungsergebnisse	15
6.	Starkregenvorsorge und Hochwasserschutz	17
7.	Pflege und Unterhalt des oberirdischen Entwässerungssystems	18
7.1	Allgemeinen Wartungsarbeiten	18
7.2	Außerplanmäßige Überprüfungen und Wartungsmaßnahmen	19
8.	Vorgaben für die Bauleitplanung	20
8.1	Wichtige Vorgaben für die Erschließungsplanung	21
8.2	Abwasserrechtliche Festsetzungsmöglichkeiten	22

8.3	Festsetzungsmöglichkeiten nach dem Baugesetzbuch (BauGB) In Bezug auf Klimaschutz und -anpassung:	23
8.4	Klimaschutzgesetz	24

## 1. VERANLASSUNG

Die Volksbau Tübingen GmbH & Co. KG sowie Eigentümergemeinschaft Queck entwickelt auf der unter „Queck-Areal“ genannten Industriebrache in Tübingen Lustnau an der Ammermündung in den Neckar ein gemischt genutztes Quartier mit einem ganzheitlichen, nachhaltigen und landschaftsintegrierten Entwicklungsansatz.

Im Unterauftrag der pro.b Planungsgesellschaft GmbH & Co. KG Tübingen wurde das Ramboll Studio Dreiseitl aus Überlingen mit der Planung eines integrierten, naturnahen Regenwasserkonzepts mit der Freiraumgestaltung der zentralen, öffentlichen Grünzone auf dem Neckar-Altarm und der privaten Grundstücke im nördlichen und südlichen Bereich inkl. Bauwerksbegrünung beauftragt. Die besondere Herausforderung für ein ökologisches Regenwasserbewirtschaftungskonzept besteht darin, die Hydro-Geologie der bestehenden Altlast unter der geplanten, zentralen Parkfläche nicht zu verändern und das Regenwasser dennoch dezentral in dem z.T. vollständig mit Gebäuden und Tiefgaragen überbauten Grundstücken abzuwirtschaften. Die oberen Bodenschichten eignen sich nicht für die Versickerung des Regenwassers. Außerdem müssen die Anforderungen hinsichtlich des Hochwasserschutzes (HQextrem) der unmittelbar angrenzenden Ammermündung in den Neckar beachtet werden. Zudem besteht der Anspruch, ein Entwässerungssystem zu konzipieren, dass dem neusten Stand der Technik und den Anforderungen des Klimawandels gerecht wird und ebenso auf eine nachhaltige und wirtschaftliche Erschließung abzielt.

Die Planung erfolgt deshalb in enger Abstimmung mit dem Auftraggeber, der Umweltbehörde, den Stadtplanern und Architekten der Büros pro.b und Eble Messerschmid aus Tübingen, sowie den Geologen der HPC AG.

## 2. AUFGABENSTELLUNG

Für das Siedlungsprojekt auf dem Queck-Areal soll ein naturnahes Entwässerungskonzept unter Maßgabe folgender Rahmenbedingungen entwickelt werden:

- Die Grün- und Freiräume, sowohl privat als auch öffentlich, sollen zur Bewirtschaftung des Regenwassers genutzt werden, deshalb ist neben einer wirtschaftlichen und technisch stabilen Planung, ein integriertes und durchgängiges gestalterisches Konzept notwendig.
- Die Verkehrsflächen sind teilweise in das oberflächige Konzept einzubeziehen.
- Die umweltrechtlichen Vorgaben zur Einleitmenge und -qualität müssen sowohl bei der Planung der Versickerungsanlagen sowie vor Einleitung in die Vorflut (Ammer, Neckar) beachtet und mit den Fachbehörden abgestimmt werden.
- Die Hydro-Geologie der bestehenden Altlast unter der geplanten, zentralen Parkfläche darf sich durch das zukünftige dezentrale Regenwassermanagement nicht nachteilig verändern.
- Die Anforderungen hinsichtlich des Hochwasserschutzes (HQextrem) der unmittelbar angrenzenden Vorfluter (Ammer und Neckar) müssen beachtet werden.

Die Entwässerungsstrategie des Gesamtgebietes beruht auf der Zielsetzung, einen Großteil des Regenwassers dezentral und im Gebiet zu bewirtschaften. Abflüsse, Versickerungs- und Verdunstungsmengen sind soweit sinnvoll und möglich an die natürliche Wasserbilanz anzugleichen. Dazu werden Haltungen definiert und zugehörige

Ableitungs- bzw. Bewirtschaftungsflächen und Bausteine festgelegt. In einem Systemplan werden wesentliche Entwässerungsrichtungen und Bewirtschaftungsflächen dargestellt. Ein Höhenkonzept ist in Abstimmung mit der geplanten Bebauung und den Zwangspunkten des Bestandes zu entwickeln und daraus eine überflutungssichere Entwässerungstopografie zu definieren.

### 3. ALLG. PROJEKTBE SCHREIBUNG

Das Gesamtgebiet umfasst ca. 2,2 ha, wovon ca. 6.600 m<sup>2</sup> öffentliche Fläche sind. Das bestehende Gelände fällt leicht von Südwest nach Nordost, entlang der Gartenstraße von 317,63 mNN nach 317,13 mNN, entlang des Wohngebiets Aeule von 317,30 mNN nach 316,60 mNN. Im Nordosten verläuft der Fluss Ammer, der als Vorfluter genutzt werden kann und weiter östlich in den Neckar mündet. Aufgrund seiner Hochwasserstände ist die Ammer von Relevanz für eine hochwasserangepasste Planung im Gebiet.

Die Besonderheit des Gebiets Queck-Areal kommt mit seiner Geschichte: Bis in die 30er Jahre des 20. Jahrhunderts verlief hier noch ein Altarm des Neckars. Nachdem dieser vom Hauptstrom abgetrennt wurde, ist der Altarm als Deponie für Siedlungs- und Industrieabfälle genutzt und später mit einer Betondecke verschlossen worden. Anschließend haben sich die Betonwerke Queck auf dem Gelände niedergelassen. Seit 1993 liegt das Gelände brach.

Das auf dem ehemaligen Queck-Areal entstehende nachhaltige Stadtquartier wird zu ca. 90% aus Wohnraum und ca. 10% aus nicht störendem Gewerbe und einer Kindertagesstätte geplant. Es wird großen Wert auf seine soziale Durchmischung durch Kombination aus Mietwohnungsbau und Eigentumswohnungen sowie Baugemeinschaften oder Genossenschaften gelegt. Zentral liegt die öffentliche Grünzone auf dem Neckar-Altarm, nördlich schließen fünf Gebäude zum bestehenden Wohngebiet Aeule an und im südlichen Bereich entstehen drei Wohnhöfe, die von drei L-Gebäuden und drei Punkthäusern umrandet werden. Südwestlich der Höfe fungiert ein markanter Baukörper als Abschluss, in dem die Kita Platz findet. Nach Nordosten soll ein Quartiersplatz entstehen mit einem Hohen-Holz-Haus gemischter Nutzung.

### 4. GRUNDLAGENERMITTLUNG

#### 4.1 Allg. rechtliche Vorgaben

Für Neubaumaßnahmen besteht gemäß des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) §55 der Grundsatz zur dezentralen, schadlosen Beseitigung von Niederschlagswasser durch Versickerung oder ortsnahe Einleitung in ein oberirdisches Gewässer, unmittelbar auf der Grundstücksfläche oder in dafür vorgesehene Flächen. In Baden-Württemberg ist mit dem Wassergesetz (WG, Fassung vom 01.01.1999 §45b – Absatz (3)) die dezentrale Beseitigung von Niederschlagswasser für Neubauten verpflichtend:

„Niederschlagswasser von Grundstücken, die nach dem 1. Januar 1999 bebaut, befestigt oder an die öffentliche Kanalisation angeschlossen werden, soll durch Versickerung oder ortsnahe Einleitung in ein oberirdisches Gewässer beseitigt werden, sofern dies mit vertretbarem Aufwand und schadlos möglich ist.“

Gemäß der Verordnung des Umweltministeriums Baden-Württemberg über die dezentrale Beseitigung von Niederschlagswasser vom 22. März 1999 §1 ist die dezentrale Beseitigung von Niederschlagswasser erlaubnisfrei: „Für das dezentrale Einleiten von

Niederschlagswasser in ein Gewässer zum Zwecke seiner schadlosen Beseitigung ist eine Erlaubnis nicht erforderlich, soweit die Bestimmungen der §§2 und 3 eingehalten werden. Eine Erlaubnis ist weiter nicht erforderlich, wenn die dezentrale Beseitigung des Niederschlagswassers in bauplanungsrechtlichen oder bauordnungsrechtlichen Vorschriften vorgesehen ist.“

#### 4.2 Rechtliche Vorgaben des Entwässerungsamts Tübingen

In Abstimmung mit dem Entwässerungsamt und dem Umweltamt Tübingen gibt es folgende Vorgaben für die Erschließung und Oberflächenentwässerung:

- Regenwasser darf nicht in den bestehenden, öffentlichen Regenwasserkanal eingeleitet werden, sondern sollte nach Möglichkeit dezentral auf den Grundstücken bewirtschaftet und versickert oder gedrosselt in die Ammer oder Neckar eingeleitet werden (Bemessung der Rückhaltevolumen für das 5-jährliche Ereignis ( $T_n5a$ )).
- Für die Einleitung in den Neckar gibt es keine Mengenbeschränkung, die Einleitungsmenge in die Ammer ist individuell zu prüfen.
- Eine Mischung von privatem und öffentlichen Regenwasser sollte nicht stattfinden.
- Ein Überflutungsnachweis gemäß der DIN1986-100 und DIN752 für Grundstücke ( $>800 \text{ m}^2$ ) sowie für öffentliche Flächen wird in Tübingen bisher nicht gefordert und liegt somit in der Verantwortung der Bauherren und Fachplaner (Klimaanpassung, Überflutungsvorsorge).

#### 4.3 Reinigung von Niederschlagswasser

Eine direkte Einleitung in den Untergrund (Versickerung) oder in die Vorflut (Ammer, Neckar) ist nur nach ausreichender Vorreinigung des Regenwassers gemäß Regeln der Technik (DWA-A 138 sowie M153) erlaubnisfähig. Die Behandlung über die belebte Bodenzone ist in Baden-Württemberg verpflichtend. Hierbei wird ein mind. 30 cm mächtiger, versickerungsfähiger, bewachsener Oberboden (Wiesenansaat oder Stauden) in die Sohle und Böschung von oberirdischen Versickerungsanlagen (Mulden, Grachten etc.) eingebaut. Um einerseits eine gute Versickerung, andererseits eine gute Reinigungsleistung zu erzielen, sollte der  $k_f$ -Wert des Oberbodens in der Größenordnung von  $10^{-3} \text{ m/s}$  bis  $10^{-6} \text{ m/s}$  liegen. Als Bemessungs- $k_f$ -Wert werden  $10^{-5} \text{ m/s}$  empfohlen.

Falls die Reinigung des Niederschlagswassers vor der Einleitung in den Untergrund nicht über eine Bodenpassage erfolgen kann, sind gleichwertige Verfahren anzuwenden. Die Gleichwertigkeit der Behandlungsanlage muss durch das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) oder der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) nachgewiesen sein und wird individuell mit dem Umweltamt Tübingen abgestimmt.

#### 4.4 Konzept zum Altlastenmanagement

Ein erstes Konzept zum Umgang mit der Altlast auf dem Queck-Areal wurde von der Ramboll Environment and Health GmbH in Zusammenarbeit mit der Ingenieurgruppe RUK GmbH im Juli 2019 in einem „Maßnahmenkatalog Deponiegas Queck-Areal, Tübingen“ zusammengefasst. Das Konzept sah vor, die Altlast aktiv zu belüften, damit organische Abbauprozesse weiter fortschreiten und letztendlich zum Erliegen kommen. Danach sollte die Altlast abgedichtet werden.

Die HPC AG hat im Jahr 2020 ein alternatives Konzept vorgestellt und wurde daraufhin mit dem Altlastenmanagement auf dem Queck-Areal beauftragt. Die HPC AG hat aus den vorangegangenen Untersuchungen geschlossen, dass die Altlast sich bereits in einer

späten Deponiegas-Phase befindet und eine aktive Belüftung nicht mehr notwendig ist. Anders als die Ramboll Environment and Health GmbH rät sie von einer Abdichtung der Altlast ab, damit das Gas aus der Deponie frei entweichen kann. Außerdem wird eine passive Belüftung parallel zur Deponie vorgeschlagen und durch eine Lehmsabdichtung sollen die Gebäude, die seitlich der Deponie geplant sind, geschützt werden. Dort, wo die Gebäude platziert werden, wird die Altlast entnommen.

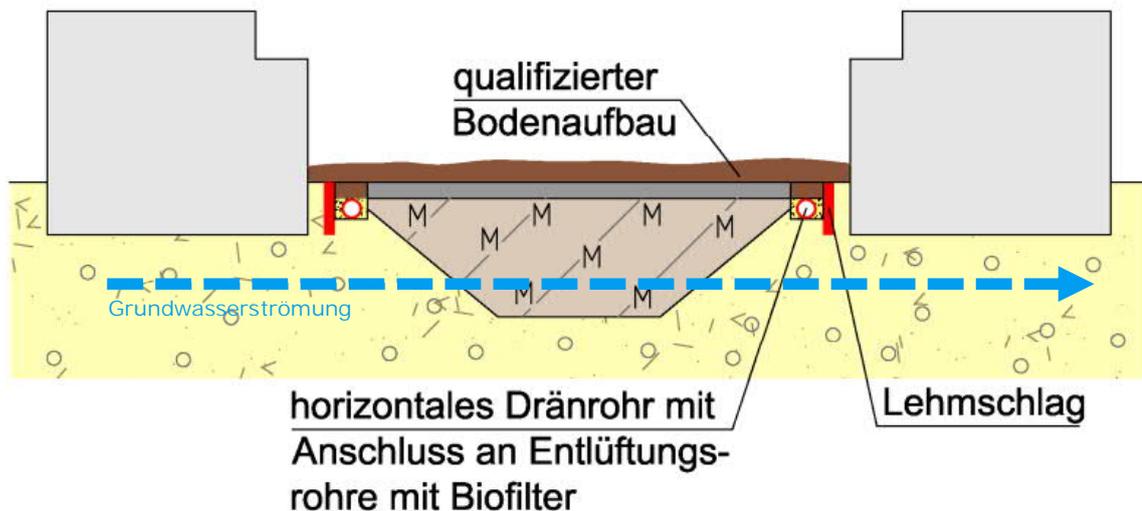


Abbildung 1: Prinzipschnitt des Altlastenmanagementkonzepts der HPC AG (Ergebnisse Abstimmung CDM Smith Consult GmbH & HPC AG, 2020)

Aus dem finalen Altlastenmanagementkonzept der HPC AG ergeben sich für das Regenwasser-Konzept folgende Rahmenbedingungen:

- Auf der Altlast ist keine aktive Versickerung von außerhalb zufließendem Oberflächenwasser zulässig. Wie im Ist-Zustand darf das unmittelbar über der Altlast anfallende Regenwasser weiterhin flächig versickert werden.
- Die Altlast darf nicht großflächig abgedichtet werden. D.h. Belagsflächen und bepflanzte Flächen müssen luftdurchlässig sein. Die geplanten Aufbauten werden im späteren Planungsverlauf mit der HPC AG abgestimmt.
- Im Randbereich außerhalb des Lehmschlags ist die Versickerung von Regenwasser zulässig.

#### 4.5 Geologische Gutachten

Die Gesellschaft für Geotechnik und Geophysik mbH hat im Juni 2017 die Ergebnisse der baugrundgeologischen Untersuchungen der niedergebrachten Bohrungen, der Untersuchungen der Ramboll Environment and Health GmbH, zur „Vorbewertung der Bebaubarkeit Queck-Areal“ zusammengestellt. Diesem Dokument lässt sich entnehmen, dass der Grundwasserspiegel auf ca. 3,3-4 m unter GOK steht (bei 312,83 – 312,03 mNN). Die Messung stammt jedoch aus einer sehr trockenen Zeit. Der langjährige Mittelwasserstand wird etwas höher geschätzt. Im Hochwasserfall wird angenommen, dass der Wasserstand auf 2 m unter GOK ansteigen kann. Die Fließrichtung des Grundwasserkörpers ist von Nordwest nach Südost zum Neckar ausgerichtet.

Das Bodenprofil zeigt unter der 20 cm dicken Betonplatte, die über das gesamte Grundstück verläuft, eine 30-90 cm dicke Schicht aus sandig, schluffigen Mittelkiesen, die auf die Altlast aufgefüllt wurde. Die Tiefe der Altlast beträgt im Randbereich ca. 70 cm und erreicht in den mittleren Bereichen eine Mächtigkeit von bis zu sechs Meter. Seitlich der Altlast wurde ab einer Tiefe von 40-320 cm eine undurchlässige Auenlehmschicht mit einer Stärke von 40-300 cm aufgeschlossen. Unter der Auenlehmschicht und teilweise auch unter der Altlast folgt die wasserführende Schicht – der Neckar-Kies. Hierfür wird eine Durchlässigkeit von  $k_f = 5,2$  bis  $3,4 \cdot 10^{-3}$  m/s angegeben.

Die Bodenuntersuchungen (Bericht steht noch aus) der HPC AG haben weitere Erkenntnisse zur Bodenbeschaffenheit gebracht. Zum einem wurde die Durchlässigkeit des Auenlehms bestimmt. Sie liegt bei  $k_f = 10^{-8}$  bis  $10^{-9}$  m/s und ist somit gemäß DWA-A138 nicht für die entwässerungstechnische Versickerung geeignet. Dennoch wurde die Variante, der Flächenversickerung über der Altlast simuliert, um die Auswirkungen auf den Grundwasserspiegel und letztendlich auf die Altlast abschätzen zu können. Da die Versickerungsraten sehr gering sind, konnte eine negative Auswirkung auf den Grundwasserspiegel und die Auswaschungen von Altlasten ausgeschlossen werden.

#### 4.6 Hochwassersituation

Das Queck-Areal liegt im Überschwemmungsbereich eines Extremhochwassers der Ammer. Baurechtlich ist das HQextrem nicht relevant. Es sollte dennoch für eine hochwasserangepasste Planung innerhalb des Plangebiets beachtet werden. Der Hochwasserstand beim HQextrem liegt bei 318,80 mNHN, das sind 3,7 m über dem Normalwasserstand der Ammer (313,10 mNHN).

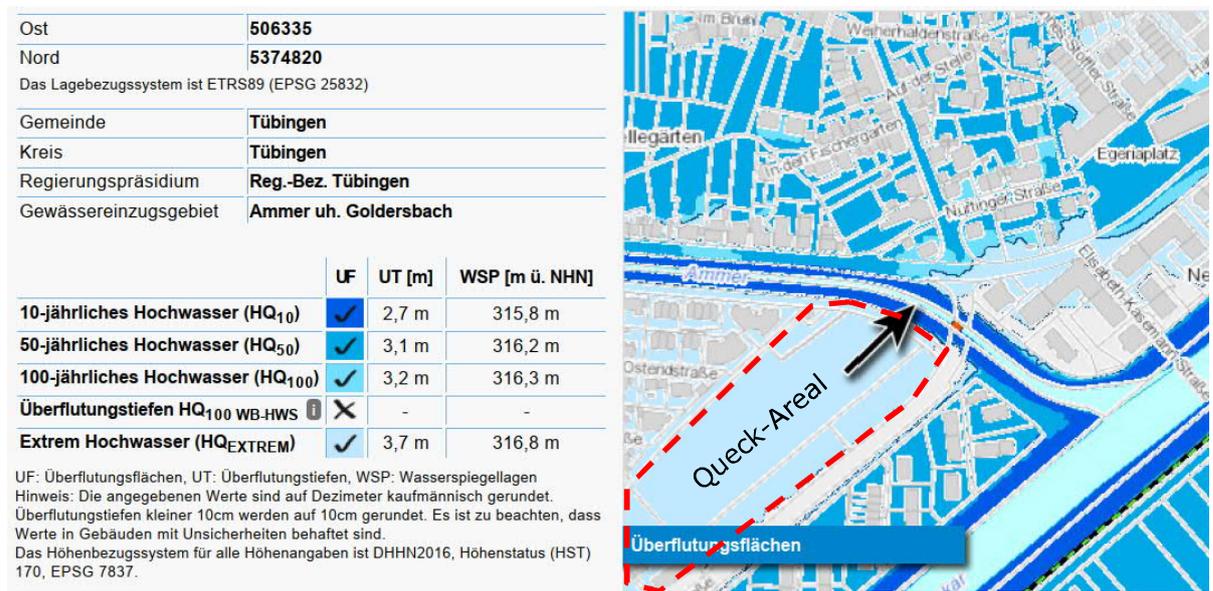


Abbildung 2: Auszug aus Hochwassergefahrenkarten, Hochwasserrisikomanagement Baden-Württemberg

## 5. REGENWASSERKONZEPT

Das Ziel des vorgestellten Regenwasserkonzepts ist es, einen Großteil des Regenwassers dezentral und naturnah im Planungsgebiet zu managen. Zielgröße bzw. Bemessungsziel ist die Annäherung an die natürliche jährliche Wasserbilanz und eine Reduzierung der Abflussspitzen. Die natürliche Jahreswasserbilanz wurde in dem Gebiet mit ca. 55% Verdunstung, 15% Versickerung und 30% Direktabfluss bestimmt.

Insg. werden von der 2,18 ha Gesamtfläche bei dem 5-jährlichen Ereignis ca. 52,4 l/s in die Ammer eingeleitet. Das ergibt eine Drossel-Abflussspende von 24 l/s/ha, was dem natürlichen Spitzenabfluss einer unbebauten Fläche für  $T_{n5a}$  entspricht (s. Anhang – Drossel Ammer). Die Versickerungsleistung der geplanten Mulden und Rigolensysteme wurde mit ca. 23,5 l/s ermittelt ( $k_f$ -Wert  $10^{-5}$  m/s).

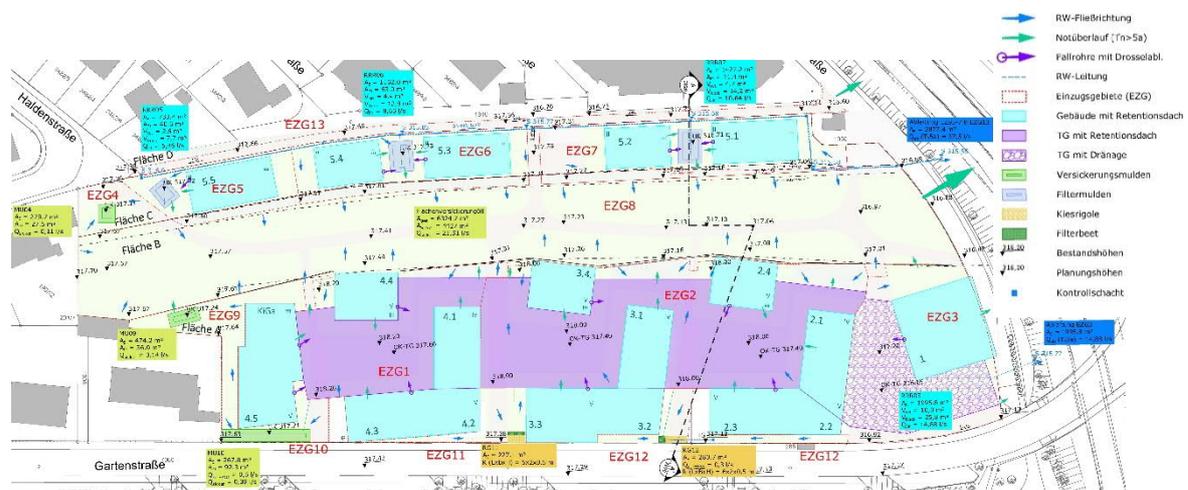


Abbildung 3: Lageplan RW-Konzept Queck-Areal (RSD)

Für den Nachweis der anfallenden Regenwassermengen auf den befestigten sowie abflusswirksamen Flächen und die hydraulische Bemessung der Ableitungs- und Einleitungsmengen und der erforderlichen Versickerungsflächen sowie Rückhaltevolumina wurde das Planungsgebiet in öffentliche und private Einzugsgebiete unterteilt (s. Abbildung 3).

In Abhängigkeit von Grundstücksgrenzen und topografischen Tiefpunkten sind 13 Einzugsgebiete (EZG) entstanden (s. Tabelle 1). Aufgrund der Zwangspunkte zum Bestand kommt es in vereinzelt Fällen dazu, dass kleine Bereiche privater Flächen ins Öffentliche entwässern und umgekehrt. Insbesondere dort, wo Wege queren, wie der Fahrradweg im EZG2. Im Allgemeinen wird aber der Vorgabe des Entwässerungsamts, Tübingen, gefolgt, dass privates und öffentliches Regenwasser getrennt bewirtschaftet wird.

Tabelle 1: Flächenbilanz

EZG	Gesamtfläche	Dachfläche ges.	Tiefgarage ges.	Freifläche
	[m <sup>2</sup> ]			
EZG1	2.960	1.697	1.133	130
EZG2	5.134	2.253	2.478	403
EZG3	1.996	602	977	417
EZG4	280	0		280
EZG5	733	304		429
EZG6	1.162	530		632
EZG7	1.427	529		898
EZG8	6.325			6.325
EZG9	474			474
EZG10	268			268
EZG11	227			227
EZG12	281			281
EZG13	560			560
SUMME	21.827	5.915	4.588	11.324

In den Einzugsgebieten kommen verschiedene Entwässerungsmaßnahmen zum Einsatz, um die o.g. Ziele zu erreichen. Auf Grund der stark eingeschränkten Möglichkeit zur Bewirtschaftung des Oberflächenwassers in der öffentlichen Grünfläche (Altdeponie), muss das Oberflächenwasser von privaten Flächen zu 100% auf privaten Flächen bewirtschaftet bzw. direkt in die Ammer eingeleitet werden. Folgende Entwässerungsbausteine finden im Gebiet Anwendung:

- Extensive und intensive Dachbegrünung mit Retentionsfunktion (Retentionsdach)
- Versickerungs- und Filtermulden
- Unterirdische Sickerpackungen aus Kies (Kiesrigolen)
- Flächenversickerung über durchlässige Beläge oder in Grünflächen
- Flächendrainage und Dränageleitungen bzw. Regenwasserleitungen mit Kontrollschächten
- Ggf. Reinigungsbeete zur Vorbehandlung von Oberflächenwasser vor Einleitung in die Ammer oder in das Grundwasser

## 5.1 Entwässerungsbausteine im privaten Bereich

### 5.1.1 Gründächer mit Retentionsfunktion

Auf allen Gebäudedächern wird eine extensive Dachbegrünung mit 12 cm Substrat eingeplant. 75% der Dachflächen sollen begrünt werden, wobei davon ausgegangen wird, dass auf der gesamten Grünfläche PV-Paneele platziert werden. Die restlichen 25% der Dachflächen werden voraussichtlich befestigt sein, durch Dachfenster, Dachaufbauten, Attika etc. In der Dränebene, unterhalb der Substratschicht wird bis auf 8 cm Regenwasser eingestaut und gedrosselt abgeleitet. Um die Speicherkapazität der Dränebene zu erhöhen und die Statik der Gebäude nicht zu überlasten, werden auf 80% der Fläche Retentionsboxen aus Kunststoff mit einer Speicherkapazität von 90% eingeplant.

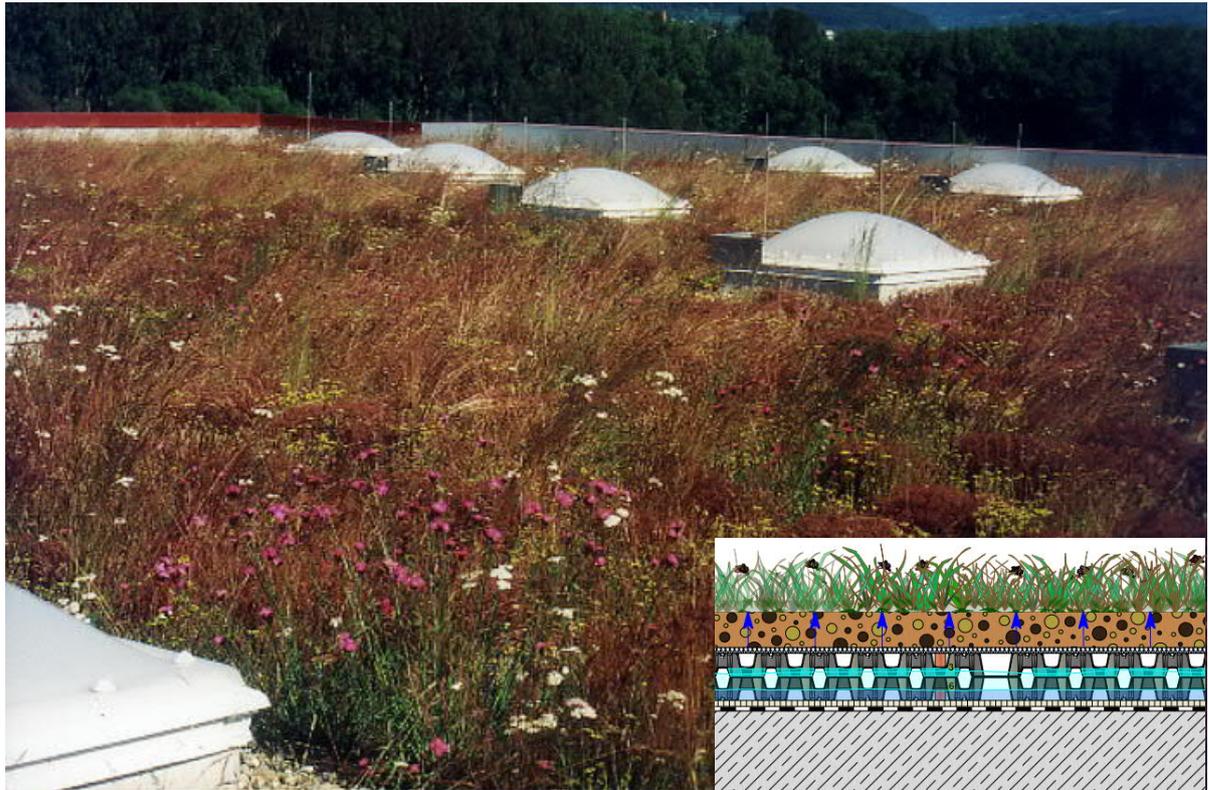


Abbildung 4: Extensives Gründach mit Retentionsfunktion und beispielhaftem Systemaufbau der Optigrün AG

Auf den mit Tiefgaragen unterbauten Innenhöfen wird eine intensive Dachbegrünung mit durchschnittlich 60 cm Substrataufbau geplant. Es wurde angesetzt, dass 55% der Hofflächen begrünt sind und 45% mit teildurchlässigem Belag versiegelt werden. In der Dränebene wird das auf dem Innenhof anfallende Regenwasser und zusätzlich die gedrosselten Abläufe der Gebäudedächer eingestaut und gedrosselt abgeleitet zu den dezentralen Mulden- oder Mulden-Rigolen-Versickerungsanlagen. Die Dränebene ist auf 80% der Fläche mit einer Stärke von 10 cm geplant und hat eine Speicherkapazität von 35%.

#### 5.1.2 Versickerungs- und Filtermulden

In den Versickerungsmulden wird das gedrosselt anfallende Wasser der Retentionsdächer, wie auch das Wasser der umliegenden Grundstücksfläche aufgenommen und versickert. Für die Grundstücksflächen wird ein Grünanteil von 55% angesetzt und 45% mit teildurchlässigen Belägen.

Die Mulden werden für ein 5-jährliches Niederschlagsereignis bemessen, mit max. 30 cm Einstau zuzüglich 10 cm Freibord, die im Starkregenfall als zusätzliches Volumen verfügbar sind, bevor der Notüberlauf anspringt. Für den Flächenbedarf der Mulden wurden Böschungsneigungen mit 1:2,5 angesetzt. Der 30 cm starke, bewachsene Oberboden ( $k_f = 10^{-5} \text{ m/s}$ ) sorgt für die vollständige Vorreinigung des Regenwassers, bevor es ins Grundwasser sickert.

Wenn die Versickerung in die tiefere, durchlässige Schicht des Neckarkieses nicht möglich ist, wird das Sickerwasser in einer Flächendrainage (Kiespackung) mit einem Dränagerohr aufgefangen und durch eine geschlossene Grundleitung in die Ammer abgeleitet. Die

Kombination von Versickerungsmulde mit Drainageleitung wird auch „Filtermulde“ genannt.

Um im Hochwasserfall einen Rückstau aus der Ammer zu verhindern, wird am Auslass der RW-Leitung eine Rückstauklappe eingebaut.

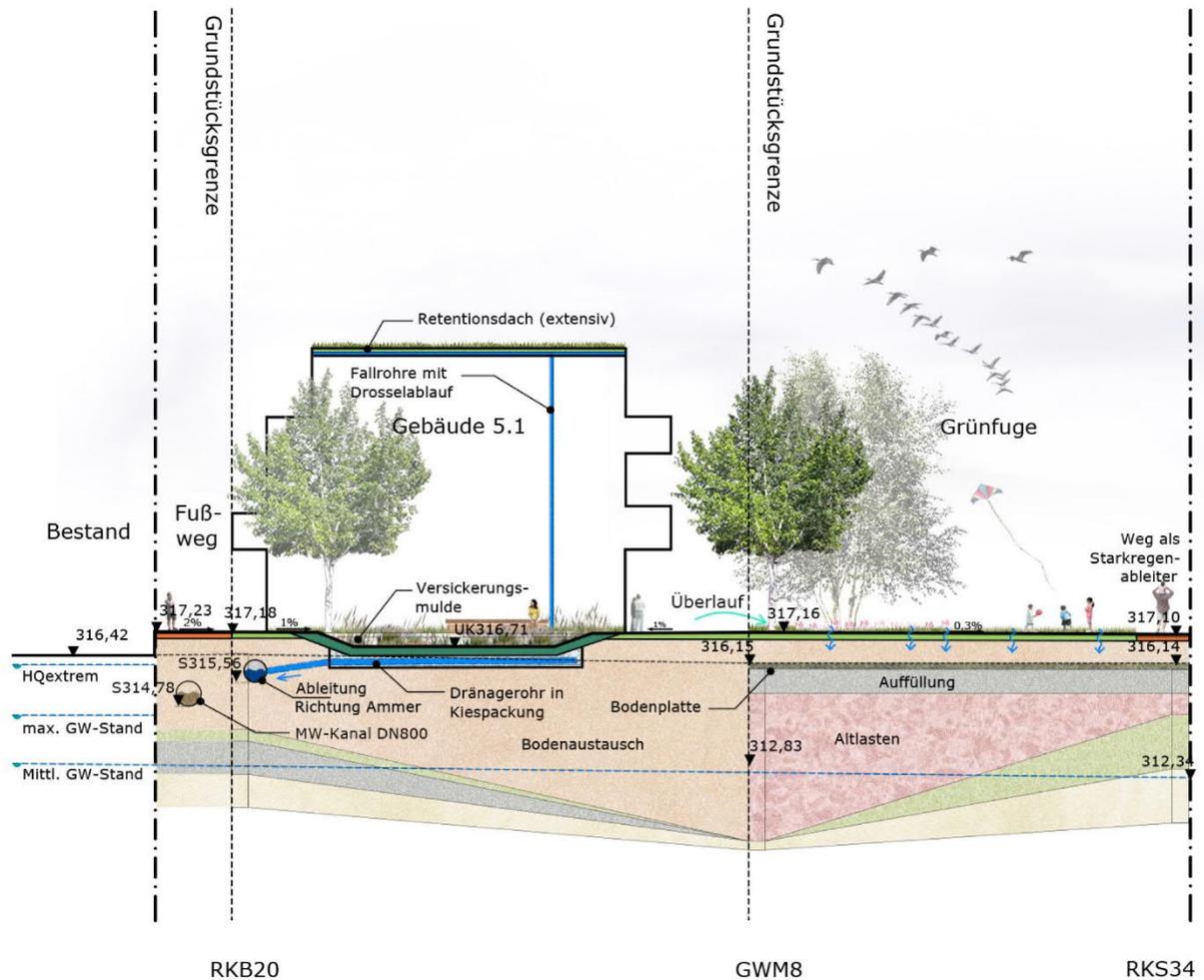


Abbildung 5: Entwässerungsprinzip EZG7 – Retentionsdach, Filtermulde und Ableitung zur Ammer mittels RW-Grundleitung (RSD)

### 5.1.3 Kiesrigolen

Aufgrund von Platzmangel, wird in zwei Einzugsgebieten, EZG11 und EZG12, entlang der Gartenstraße das anfallende Niederschlagswasser über Kiesrigolen (Speicherkapazität ca. 35%) versickert. Im EZG12 wird zusätzlich zu dem anfallenden Niederschlagswasser der Fläche auch noch der gedrosselte Ablauf des EZG2 versickert.

Wenn kein ausreichender Platz für eine Muldenversickerung über den bewachsenen Oberboden zur Verfügung gestellt werden kann, müssen vor der unterirdischen Versickerung in Rigolen technische Filtermaßnahmen vorgeschaltet werden, die im weiteren Planungsverlauf festzulegen und zu bemessen sind.

Aufgrund der sehr undurchlässigen Auenlehmschicht ( $k_f = 10^{-8}$ - $10^{-9}$  m/s) muss es einen punktuellen Bodenaustausch unterhalb der Kiesrigolen bis auf OK Neckar-Kiesschicht



Nur im EZG11 liegt die Abflussbelastung höher als die Gewässerpunkte und bedarf somit einem weiteren Aufbereitungsschritt vor der Versickerung ins Grundwasser. Mit dem eingeplanten Filterbeet sind die Vorgaben ausreichend eingehalten ( $D < D_{max}$  und  $E < G$ ).

EZG12 benötigt eigentlich auch eine zusätzliche Aufbereitung, aber durch das Zuleiten des gedrosselten Ablaufs von EZG2 verbessert sich die Bilanz, wodurch auf einen zusätzlichen Aufbereitungsschritt verzichtet werden könnte. Dennoch ist im vorliegenden Konzept eine Variante mit Reinigungsbeet geprüft und dargestellt worden.

Die letztendliche Entscheidung, ob ein zusätzlicher Reinigungsschritt vor der Einleitung eingeplant werden muss, übernimmt die örtliche Umweltbehörde.

Tabelle 2: Bestimmung der qualitativen Gewässerbelastung nach Merkblatt DWA-M 153 (RSD)

Gewässer (Tabellen A.1a und A.1b)		Typ	Gewässerpunkte			
Grundwasser		G 12	<b>G = 10</b>			
großer Flachlandfluss (Ammer)		G 5	<b>G = 18</b>			
Flächenanteil $f_i$ (Abschnitt 4)		Luft $L_i$ (Tabelle A.2)		Flächen $F_i$ (Tabelle A.3)		Abflussbelastung $B_i$
Au,i	$f_i$	Typ	Punkte	Typ	Punkte	$B_i = f_i \cdot (L_i + F_i)$
<b>Grundwasser</b>						
<b>EZG11</b>						
12	0.17	L 1	1	F1	5	1.02
0	0.00	L 1	1	F2	8	0.00
61	0.83	L 1	1	F3	12	10.80
74	1.00	Abflussbelastung $B = \sum B_i$				<b>B = 11.82</b>
<b>keine Regenwasserbehandlung erforderlich, wenn <math>B &lt; G</math>:</b>						11.82 > 10
<b>maximal zulässiger Durchgangswert <math>D_{max} = G / B</math>:</b>						<b><math>D_{max} = 0.85</math></b>
<b>EZG2+12</b>						
637	0.24	L 1	1	F1	5	1.47
1115	0.43	L 1	1	F2	8	3.85
854	0.33	L 1	1	F3	12	4.26
2606	1.00	Abflussbelastung $B = \sum B_i$				<b>B = 9.58</b>
<b>keine Regenwasserbehandlung erforderlich, wenn <math>B &lt; G</math>:</b>						9.58 < 10
<b>großer Flachlandfluss (Ammer)</b>						
<b>EZG3</b>						
111	0.10	L 1	1	F1	5	0.57
298	0.26	L 1	1	F2	8	2.31
753	0.65	L 1	1	F3	12	8.42
1162	1.00	Abflussbelastung $B = \sum B_i$				<b>B = 11.31</b>
<b>keine Regenwasserbehandlung erforderlich, wenn <math>B &lt; G</math>:</b>						11.31 < 18
<b>EZG5</b>						
100	0.09	L 1	1	F1	5	0.52
150	0.13	L 1	1	F2	8	1.17
116	0.10	L 1	1	F3	12	1.30
367	0.32	Abflussbelastung $B = \sum B_i$				<b>B = 2.98</b>
<b>keine Regenwasserbehandlung erforderlich, wenn <math>B &lt; G</math>:</b>						2.98 < 18
<b>EZG6</b>						
162	0.14	L 1	1	F1	5	0.84
262	0.23	L 1	1	F2	8	2.03
171	0.15	L 1	1	F3	12	1.91
595	0.51	Abflussbelastung $B = \sum B_i$				<b>B = 4.78</b>
<b>keine Regenwasserbehandlung erforderlich, wenn <math>B &lt; G</math>:</b>						4.78 < 18
<b>EZG7</b>						
183	0.16	L 1	1	F1	5	0.94
262	0.23	L 1	1	F2	8	2.03
242	0.21	L 1	1	F3	12	2.71
687	0.59	Abflussbelastung $B = \sum B_i$				<b>B = 5.69</b>
<b>keine Regenwasserbehandlung erforderlich, wenn <math>B &lt; G</math>:</b>						5.69 < 18
<b>EZG13</b>						
11	0.03	L 1	1	F1	5	0.18
0	0.00	L 1	1	F2	8	0.00
353	0.97	L 1	1	F3	12	12.60
364	1.00	Abflussbelastung $B = \sum B_i$				<b>B = 12.78</b>
<b>keine Regenwasserbehandlung erforderlich, wenn <math>B &lt; G</math>:</b>						12.78 < 18
vorgesehene Behandlungsmaßnahmen EZG11 (Tabellen A.4a, A.4b und A.4c)		Typ		Durchgangswerte $D_i$		
Filterbeet		D11		0.15		
<b>Durchgangswert <math>D = \text{Produkt aller } D_i \text{ (Abschnitt 6.2.2):}</math></b>						<b>D = 0.15</b>
<b>Emissionswert <math>E = B \cdot D</math>:</b>						<b>E = 1.77</b>
<b>Anzustreben <math>E \leq G</math> (Behandlungsbedürftigkeit genauer prüfen, wenn <math>E &gt; G</math>):</b>						1.77 ≤ 10

## 5.2 Entwässerungsbausteine im öffentlichen Bereich

### 5.2.1 Flächenversickerung in zentraler Grünfuge

In der zentralen Grünfuge darf nur das oberhalb der Altlast anfallende Regenwasser flächig versickern, so wie von der HPC AG gefordert wird. Für den hydraulischen Nachweis wird angesetzt, dass 70% der öffentlichen Parkfläche begrünt sind und 30% mit teildurchlässigen Belägen befestigt werden. Der Bodenaufbau auf der Bodenplatte liegt im Durchschnitt bei 80 cm und weist eine Versickerungsrate von  $k_f = 10^{-4}$ - $10^{-7}$  m/s vor.

### 5.2.2 Dränageleitung zur Entwässerung des nördlichen Fußwegs

Der nördliche Fußweg wird mit einem vollständig durchlässigem Pflasterbelag geplant, um das auf dieser Fläche anfallende Regenwasser flächig zu versickern. Über die Planumsdränage wird überschüssiges Sickerwasser aufgefangen und in der o.g. RW-Grundleitung, die auch das Sickerwasser von privaten Grundstücken einsammelt, in die Ammer abgeleitet. Um im Starkregenfall einen Rückstau in die Leitung zu verhindern, wird der Auslass der Grundleitung ebenfalls mit einer Rückstauklappe ausgestattet.

## 5.3 Hydraulische Bemessung

### 5.3.1 Bemessungsgrundlage

Die geplanten Maßnahmen und Anlagen zur naturnahen Regenwasserbewirtschaftung werden für das 5-jährliche Niederschlagsereignis bemessen ( $T_n5a$ ). Es wird über alle Dauerstufen das maßgebende, maximale Retentionsvolumen bestimmt, wie in DWA-A 138 und A117 beschrieben. Alle ableitenden Leitungen werden mit der ersten Dauerstufe (5 Minuten) bemessen, wie in der DIN 1986-100 beschrieben. Die hydraulischen Berechnungen basieren auf der aktuellen Niederschlagsstatistik des KOSTRA-Atlas des DWD (Stand 2010R 2.3).

### 5.3.2 Niederschlags-Abfluss-Modellierung

Aufgrund des kaskadenförmigen Ableitungs- und Speichersystems wird, wie in DWA-A118 empfohlen, zur genaueren Abbildung der Translations- und Retentionsprozesse ein hydrologisches Modell angewendet. Im vorliegenden Projekt wurde eine hydrologische Modellierung mit der Software STORM.XXL der Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH durchgeführt. Hierbei handelt es sich um ein hydrologisches Niederschlags-Abfluss Modell. Das Programm ermöglicht die näherungsweise Lösung eines vernetzten Systems, bestehend aus verschiedenen Elementen der zentralen und dezentralen Regenwasserbewirtschaftung. Modelltechnisch wird zwischen der Abflussbildung und der Konzentration unterschieden. Der hieraus entstehende effektive Niederschlag wird unter Berücksichtigung der Translations- sowie Retentionsprozesse in den einzelnen Elementen dargestellt. Die Berechnung der einzelnen Systemzustände erfolgt hierbei für das jeweilige Zustandsintervall, i.d.R. in Zeitschritten von 5 Minuten. Aus den Regendaten des KOSTRA-Atlas wurde ein Modellregen mit einer Verteilungskurve nach Euler Typ II erstellt.

Für die Berechnung des effektiven Niederschlags werden die Flächenangaben der Tabelle 1 in STORM weiter konkretisiert. Es wird angesetzt, dass auf den Gründächern 45% Grünfläche direkt überregnet werden. 55% der Dachflächen sind durch PV-Paneele überdeckt oder durch andere Dachaufbauten versiegelt, wodurch sich ein höherer Abfluss einstellt. Auf der Tiefgarage werden 55% Grünfläche überregnet und 45% generieren einen verzögerten Abfluss über teildurchlässige Beläge. 80% der Dach- und

Tiefgaragenflächen können als Retentionsraum genutzt werden. Im öffentlichen Park, der zentralen Grünfuge, wird davon ausgegangen, dass 70% begrünt werden. Auf dem Quartiersplatz, EZG3, liegt der Grünanteil nur bei 10% bzw. 90% teilversiegelte Fläche. Alle Annahmen zur Flächenverteilung sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst und die sich dadurch ergebene Flächenbilanz für alle Einzugsgebiete ist dem Anhang zu entnehmen.

Tabelle 3: Annahmen zur Flächenverteilung

Annahmen	Anteile
Retentionsfläche	80%
Dach Grün	45%
Dach versiegelt	55%
Privat Grün	55%
Privat Belag	45%
Öffentl. Grün	70%
Öffentl. Belag	30%
Quartiersplatz Grün	10%
Quartiersplatz Belag	90%

### 5.3.3 Bemessung nach DWA-A 117

Zur Festlegung der Retentionsvolumina der Einzugsgebiete, die direkt, ohne Kaskade in die Ammer einleiten, wird eine Bemessung nach dem Arbeitsblatt DWA-A 117 vorgenommen. Dies betrifft EZG3, 5-7 und 13. Grundlage der Bemessung ist die Flächenbilanz (s. Anhang).

### 5.3.4 Bemessungsergebnisse

Die Simulation mit dem STORM-Modell ergaben insg. 503 m<sup>3</sup> Speichervolumen ( $V_{ret}$ ) für den Bemessungsfall ( $T_{n5a}$ ). Dabei wurden 4.430 m<sup>2</sup> in der Grünfuge als Flächenversickerung ( $A_{ret}$  von MU08) mit geringer Einstauhöhe ( $h_{ret}$ ) und 156 m<sup>2</sup> als Muldenversickerung (MU04, 09, 10) mit 30 cm Einstauhöhe geplant. Insg. können in den Versickerungsflächen 148 m<sup>3</sup> eingestaut werden. In den zwei Rigolen (RG11-12) sind 4 m<sup>3</sup> effektives Speichervolumen nutzbar. Auf den 6.050 m<sup>2</sup> Retentionsdächer werden insg. 330 m<sup>3</sup> eingestaut.

Die berechnete Leistung der Muldenversickerung beträgt insg. 22,2 l/s ( $T_{n5a}$ ). Die der Rigolen beträgt 1,4 l/s. Die Retentionsdächer leiten gedrosselt 1,8 l/s in die Mulden- und Rigolensysteme ein.

Für EZG3 und 5-7 errechnen sich nach DWA-A 117 21,7 m<sup>3</sup> Speichervolumen ( $V_{ret}$ ). Zusammen mit dem ungedrosselten Ablauf des Fußwegs (EZG13) leiten diese fünf Einzugsgebiete zusammen die zugelassenen 52,38 l/s in die Ammer ein. Alle Bemessungsergebnisse finden sich in Tabelle 4.

Tabelle 4: Bemessungsergebnisse (T<sub>n</sub>5a) mit STORM für Mulden (MU), Rigolen (RG), Retentionsdächer auf Gebäuden (RD) und Tiefgaragen (TG) und der DWA-A 117 für Regenrückhalteräume (RRR)

Bezeichnung	A <sub>E</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>u</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>ret</sub> [m <sup>2</sup> ]	h <sub>ret</sub> [m]	V <sub>ret</sub> [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>ab</sub> [l/s]	Q <sub>sick</sub> [l/s]
MU04	308	168	28	0,3	7,3	-	0,11
MU08	6.324	5.850	4.427	0,02	105,5	-	21,51
MU09	510	242	36	0,3	9,7	-	0,14
MU10	361	227	93	0,3	25,8	-	0,39
SUMME MU	7.503	6.487	4.583	-	148,3	-	22,15
RG11	281	141	10	0,5	1,8	-	0,75
RG12	227	114	12	0,5	2,2	-	0,63
SUMME RG	508	255	22	-	3,9	-	1,38
RD1	1.697	933	1.358	0,08	97,8	0,60	-
TG1	1.263	1.062	906	0,10	31,7	0,50	-
RD2	2.253	1.239	1.802	0,08	129,7	0,40	-
TG2	2.881	2.375	1.982	0,10	69,4	0,30	-
SUMME RD/TG	8.094	5.609	6.048	-	328,6	1,80	-
RRR03	1.996	1.162	-	-	10,0	14,88	-
RRR05	733	367	-	-	2,6	5,46	-
RRR06	1.162	595	-	-	4,4	8,66	-
RRR07	1.427	687	-	-	4,7	10,64	-
FUßWEG, EZG13	560	364	-	-	-	12,74	-
SUMME RRR	5.878	3.175	-	-	21,7	52,38*	-
SUMME GES.	21.941**	15.526	10.653	-	502,5	54,18	23,53

\* Einleitung in Ammer (insg. 52,38 l/s)

\*\* Die Summe der Gesamtfläche (A<sub>E</sub>) unterscheidet sich von der Summe der Gesamtfläche aus Tabelle 1 durch die 156 m<sup>2</sup> Muldenfläche der EZG4 und 9-10, die in STORM als zusätzliche Flächen abgebildet werden. Dies hat keinen Einfluss auf die Wasserbilanz.

## 6. STARKREGENVORSORGE UND HOCHWASSERSCHUTZ

Überflutungen können einerseits durch Starkregenereignisse und das unmittelbar abfließende Oberflächenwassers auf dem Gelände ausgelöst werden. Andererseits besteht für das Planungsgebiet eine potentielle Überflutungsgefahr durch extreme Hochwasserereignisse (HQextrem >100 Jahre), ausgelöst durch die Ammer und den Neckar.



Abbildung 7: Ableitung eines Starkregenereignis über eine Rinne, Sonnensiedlung Esslingen-Egert (RSD)

Bei beiden Überflutungsvarianten gilt es, Schäden an Gebäuden und lebenswichtigen Infrastruktureinrichtungen zu vermeiden bzw. vorzubeugen. Dafür können verschiedene Maßnahmen Anwendung finden. Das Gelände wird um alle schützenswerten Bauten und Einrichtungen über das Überflutungsniveau angehoben. Im Allgemeinen gilt, das Geländegefälle mit mind. 2% weg von den Gebäuden auszubilden und Tiefgaragen mit einer Schwelle vor der Einfahrt zu schützen. Kellerfenster werden druckwasserdicht ausgebildet. Öltanks müssen gegen Aufschwimmen gesichert werden. Eine Zusammenfassung aller Maßnahmen findet sich in den Maßnahmenkatalogen für Starkregenrisikomanagement und Hochwasserschutz der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg.

Im Plangebiet wurde die neue Topografie so geplant, dass die zentrale, öffentliche Grünfuge (Altarm des Neckars bzw. Altlast) als Notwasserkorridor für die nördliche und südliche Bebauung mit Gefälle in Richtung Ammer fungiert. Im Starkregenfall wird überschüssige Regenwasser aus dem Stadtquartier in Richtung Ammer überlaufen.

Der Großteil der Notüberläufe aus den Grundstücken wird von der Grünfuge, die mit einer Neigung von 0,3% von Südwest nach Nordost geplant ist, über die Dammkrone mit der Welzenwiler Straße in die Ammer überlaufen (s. Anhang „Längsschnitt Grünfuge“ und im Ausschnitt Abbildung 8). Das Quergefälle der Welzenwiler Straße sollte dafür in Richtung Ammer geneigt sein.

Innerhalb der Grünfuge werden vor allem der Fuß- und Radweg die Hauptableitungsfunktion im Starkregenfall übernehmen (s. Abbildung 7). Dafür wird der gesamte Wegequerschnitt eingeplant. Unbefestigter Wegebelag kann in seltenen Fällen durch die Strömungsvorgänge in Bewegung geraten. Aufgrund der Seltenheit eines

Starkregenereignisses ( $T_n > 30a$ ) kann dieser Umstand entweder in Kauf genommen werden oder man wählt einen befestigten Belag.

Um das Längsgefälle von 0,3% in der zentralen Grünfuge zu erreichen, werden im Durchschnitt 80 cm Boden auf die bestehende Betonplatte aufgetragen, wodurch zugleich auch eine Bepflanzung mit Großgehölzen in dieser Fläche möglich wird. Ein weiterer positiver Nebeneffekt ist, dass dadurch das gesamte Queck-Areal aus dem Überschwemmungsbereich eines Extremhochwassers der Ammer (HQextrem) um mind. 8 cm herausgehoben werden kann (s. Abbildung 8).

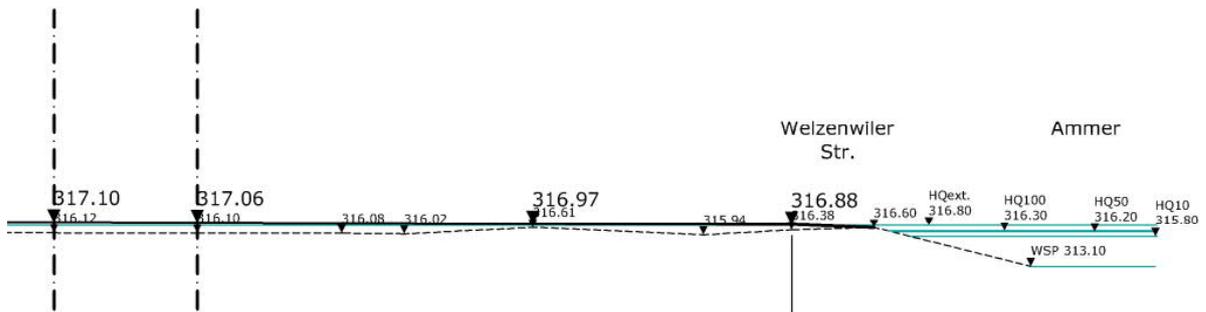


Abbildung 8: Ausschnitt „Längsschnitt Grünfuge“ am Übergang zum Weg Richtung Ammer (RSD)

Es wird darauf hingewiesen, dass durch die vorliegende Planung ein Teil des vorhandenen Retentionsvolumens für das HQextrem verloren geht. Auswirkungen auf das Hochwassergeschehen im umliegenden Bestand, insb. des Aeule-Areals im Westen sollten deshalb im Laufe der folgenden Planungsphasen durch die untere Wasserbehörde untersucht werden.

## 7. PFLEGE UND UNTERHALT DES OBERIRDISCHEN ENTWÄSSERUNGSSYSTEMS

Eine naturnahes, oberirdisches Entwässerungssystem in privaten Flächen bedarf einer angepassten und veränderten Unterhaltung und Pflege. Aus vergleichbaren Projekten ist bekannt, dass der Aufwand für die Unterhaltung der Oberflächen gegenüber unterirdischen Entwässerungsanlagen an die Oberfläche verlagert. Es geht ggf. darum, Personal (Grünpflege) und entsprechende finanzielle Mittel aus der Einsparung der Niederschlagswassergebühr entsprechend des Aufwands für Unterhalt und Pflege zu verteilen.

Die nachfolgend aufgeführten Arbeiten sind im Rahmen der regelmäßigen Wartungsarbeiten je nach Bedarf durchzuführen. Vornehmlich sollen diese Arbeiten im Frühjahr und Herbst erfolgen.

### 7.1 Allgemeinen Wartungsarbeiten

- Freihalten der Zuwege und offener Ableitungsrinnen/ -gräben von behinderndem Bewuchs
- Mähen der Grünflächen in vorgegebenen Zeitabständen, in der Regel zweimal jährlich. Das Mähgut aus den Retentions- und Versickerungsbereichen ist zu entfernen.
- Ausbessern von Vegetationsschäden: eine geschlossene Pflanzendecke ist zu erhalten.

- Veranlassung von Frostschutzmaßnahmen (Fetten von Deckeln und beweglichen Teilen) und Winterdienst (Schneeräumung im Bereich oft zu kontrollierender Anlagenteilen, wie Notüberläufe), soweit erforderlich.
- Kontrolle sämtlicher Rinnenabläufe, Schächte, Rohrleitungen einschl. Schächte und Abdeckungen auf Mängel. Hierzu gehört auch die Überprüfung von Bauwerksfugen sowie des Oberflächenzustandes von Belagsflächen.
- Funktionsprüfung sämtlicher beweglicher Teile (z. B. Rinnen- und Schachtabdeckungen, Verschraubungen) auf Gängigkeit
- Überprüfung der Schutzanstriche auf Schäden
- Überprüfung der Zu- und Abflussleitung auf hydraulische Durchgängigkeit
- Halbjährliche Sichtkontrolle der Absetzschächte und des Inspektionsschachtes
- Sichtprüfung, ggf. Beseitigung grober Schwimmstoffe, Prüfung von Sedimentablagerungen
- Sichtprüfung der Wasserqualität in der Anlage. Bei starker Verschmutzung sind ggf. Analysen zu veranlassen.
- Prüfung des Wasserspiegels in der Retentionsbox, insbesondere nach Starkregeneignissen muss dieser kontinuierlich abnehmen.

Grundsätzlich sind bei der Unterhaltung von Retentions- und Versickerungsanlagen mit Blick auf Grundwasserschutz und Funktionstüchtigkeit der Entwässerungsanlage folgende Punkte zu beachten:

- Der Einsatz von wassergefährdenden Stoffen (wie z.B. Herbizide, Fungizide, Insektizide, Streusalz etc.) sind nicht zulässig.
- Zur Verringerung der Selbstdichtung durch Verschlämmen und Sedimentation der versickerungswirksamen Beläge ist ein flächenhafter Eintrag von Sedimenten auszuschließen. Die Sedimenträumung erfolgt nach Bedarf. Der Sedimentanfall hängt stark von der Charakteristik der Bepflanzung oder Nutzungen ab. Die tatsächlich erforderlichen Räumungsintervalle können aus den Betriebserfahrungen abgeleitet werden.
- Zur Vermeidung der Selbstdichtung und zum Erhalt der Versickerungsleistung (Durchlässigkeit) dürfen versickerungswirksame Flächen nicht mit schwerem Gerät befahren werden.

Festgestellte Mängel, Schäden oder Dichtsetzungen sind nach Möglichkeit und Dringlichkeit sofort zu beseitigen bzw. es ist deren Beseitigung zu veranlassen. Eine erforderliche zwischenzeitliche Sicherung der Schadensstelle ist zu prüfen.

Unverzüglich zu beheben oder ihre Behebung zu veranlassen sind festgestellte Schäden, die zu Havarien führen oder im Extremfall die Schutzwirkung der Anlage aufheben können, z. B. Verstopfungen im Zu- oder Ablaufbereich.

## 7.2 Außerplanmäßige Überprüfungen und Wartungsmaßnahmen

Nach Starkregen, nach längeren Trocken- und Frostperioden, Unfällen, Havarien oder Betriebsstörungen der Anlagen gehören hierzu:

- Sofortige Kontrolle der Anlagen
- Sofortige Beseitigung der Ursache von Betriebsstörungen (z.B. verstopfte Sinkkästen)
- Beseitigung von Rechengut und Durchflusshindernissen
- Nach einer Havarie mit wassergefährdenden Flüssigkeiten: alle Rohrleitungen und Anlagenteile reinigen

## 8. VORGABEN FÜR DIE BAULEITPLANUNG

Nachfolgend ein kurzer Überblick über die Rechtlichen Vorgabemöglichkeiten und notwendigen Voruntersuchungen, die als Anlage für den B-Plan notwendig sind.

Gemäß Nachbarrechtsgesetz §1:

Ist eine dezentrale Versickerung oder der Anschluss eines Grundstückes an eine Leitung bzw. Vorfluter ohne Benutzung eines fremden Grundstückes nicht möglich, so hat der Eigentümer des fremden Grundstückes das zu dulden und entgegenstehende Nutzungen zu unterlassen (privates Leitungsrecht).

Zur Unterstützung von privaten Leitungsrechten kann seitens der Stadt eine Grunddienstbarkeit gemäß (§ 9 Abs. 1 Nr. 21 BauGB) im B-Plan eingetragen werden. (s. Kap.8.4)

Die rechtliche Sicherung des Vollzugs der o.g. Festsetzungen:

Es bedarf keiner besonderen rechtlichen Absicherung, wenn die Versickerung/Retention auf dem privaten Grundstück erfolgt und der Notüberlauf an die öffentliche Fläche anschließt

Es bedarf einer rechtlichen Absicherung, wenn die Versickerung/Retention auf dem privaten Grundstück erfolgt und der Notüberlauf an eine private Fläche anschließt

Die rechtliche Absicherung erfolgt weitestgehend durch:

Eintrag im Grundstückskaufvertrag und im Grundbuch; im städtebaulichen Vertrag (BauGB §11) ; Grunddienstbarkeit (BGB §1018) ; Eintrag als Baulast (LBO §71) ; bei der Genehmigung des Bauantrages mit vollständiger Darstellung der Grundstücksentwässerung (LBOVVO §8) durch den Bauherren ; bei der Bauabnahme (LBO §67) /Bauüberwachung (LBO §66) durch die Baurechtsbehörde, Wasserbehörde oder Gemeinde

Nach Bauplanungsrecht gemäß BauGB §9:

Im Bebauungsplan können aus städtebaulichen Gründen Flächen für die Abwasserbeseitigung einschl. Niederschlagswasser auf öffentlichen und privaten Flächen festgesetzt werden, § 9 Abs. 1 Nr. 14 BauGB (s. Kap.8.4)

Nach Bauordnungsrecht gemäß LBO:

Gemeinden können durch Satzung für das Gemeindegebiet oder genau abgegrenzte Teile des Gemeindegebietes bestimmen, dass Anlagen zum Sammeln, Verwenden oder Versickern von Niederschlagswasser oder Brauchwasser herzustellen sind, um Abwasseranlagen zu entlasten, Überschwemmungsgefahr zu verringern und den Wasserhaushalt zu schonen.

Übernahme von Baulasten

(1) Durch Erklärung gegenüber der Baurechtsbehörde können Grundstückseigentümer öffentlich-rechtliche Verpflichtungen zu einem ihre Grundstücke betreffenden Tun, Dulden oder Unterlassen übernehmen, die sich nicht schon aus öffentlich-rechtlichen Vorschriften ergeben (Baulasten). Sie sind auch gegenüber dem Rechtsnachfolger wirksam.

- (2) Die Erklärung nach Absatz 1 muss vor der Baurechtsbehörde oder vor der Gemeindebehörde abgegeben oder anerkannt werden; sie kann auch in öffentlich beglaubigter Form einer dieser Behörden vorgelegt werden.

## 8.1 Wichtige Vorgaben für die Erschließungsplanung

Im Rahmen der Vorplanung wurden folgende Vorgaben zur Regenwasserbewirtschaftung erarbeitet. I.d.R. dienen:

- Entwässerungskonzept zur naturnahen Niederschlagswasserbewirtschaftung mit Starkregenvorsorge und Überflutungsschutz
- Abflussrichtung der Entwässerungseinrichtungen
- Lage der Entwässerungseinrichtungen
- Straßenprofile, Längs- und Quergefälle
- Rinnenprofile mit zulässigen Einstauhöhen
- Bordsteinhöhen
- Straßenhöhen
- sämtliche Anschlusshöhen (z.B. Tiefgarage, Einfahrten)
- Maßnahmen zur dezentralen Regenwasserbewirtschaftung, wie Flächen zur Behandlung, Rückhaltung, Verdunstung und Versickerung von Niederschlagswasser
- Verkehrs- und Freianlagen mit einer bestimmten Zweckbestimmung, z.B. Notentwässerung versehen, ist eine temporäre Zwischenspeicherung oder Ableitung von Niederschlagswasser auf Freiflächen möglich (Multifunktionale Flächennutzung)
- Wenn sich Fließgewässer in naher Umgebung befinden oder für das B-Plan Gebiet Überschwemmungsgefahr besteht, wird die Höhenlage für Nutzungen festgesetzt, sind Maßnahmen zum Überflutungsschutz, wie Wasserrückhaltebecken, Absperranlagen, Rückstausicherungen und Maßnahmen zum Objektschutz, wie Hochwasserdämme, Verbot Unterkellerung, Keller als weiße Wanne, wasserdichte Fenster o.Ä. geplant
- Ist eine erhöhte Anordnung von baulichen Anlagen, z.B. durch die Festsetzung von Sockeln möglich
- Maßnahmen einer wassersensiblen Stadtentwicklung, die gleichzeitig zur Erholungsfunktion und ökologischen Aufwertung der Stadträume beitragen können
- Gutachten zur Versickerungsfähigkeit der Böden
- das natürliche Wassereinzugsgebiet des B-Plan-Gebiets ermittelt und bei den entsprechenden Betrachtungen berücksichtigt
- Hauptoberflächenabflusswege und Oberflächenabflüsse (für ein Wiederkehrintervall von 100 Jahren) sind bekannt (auch im unterhalb des Plangebiets liegenden Einzugsgebiet)
- topografische Senkungen im Einzugsgebiet sind vorhanden, bekannt und wurden bei der Risikobetrachtungen bezüglich lokalen Auftretens von Hangwasser durchgeführt (Z.B. durch Fließwege-Senken-Analyse)
- Maßnahmen zur gezielten Führung der Oberflächenabflüsse und zur Risikominimierung vorgesehen (auch im unterhalb des Plangebiets liegenden Einzugsgebiet)? Können Geländeneigungen und Abflusswege baulich angepasst werden
- Notwasserwege (z.B. über Geh-, Fahr- und Leitungsrechte) im B-Plangebiet festgesetzt werden, um einen Kanalrückstau zu verhindern

## 8.2 Abwasserrechtliche Festsetzungsmöglichkeiten

„Es gilt die aktuelle Satzung für die öffentliche Entwässerungsanlage der Stadt Tübingen“

### Rückhaltung

„Das auf dem Grundstück anfallende Niederschlagswasser ist zu versickern bzw. durch geeignete Techniken (z.B. Dachbegrünung, Mulden, Zisternen) vollständig abzuwirtschaften. Zielwert hierbei ist, die natürliche Wasserbilanz zu erhalten.“

„Die geplanten Versickerungsanlagen werden nach den Regeln der Technik (a.a.R.d.T.) bemessen und geplant. (Niederschlagswasserverordnung BW, DWA-A138, Arbeitshilfe für den Umgang mit Regenwasser in Siedlungsgebieten der LUBW)“

### Ableitung

„Es ist nachzuweisen, dass eine vollständige Bewirtschaftung des Regenwassers auf dem Grundstück nicht möglich ist“

„Die Stadt kann Ausnahmen zulassen oder bestimmen, wenn die Ableitung von Niederschlagswasser aus betriebstechnischen Gründen erforderlich ist.“

„Es bleibt der Stadt vorbehalten, die ableitbare Wassermenge zu begrenzen, Rückhalteeinrichtungen oder eine andere Art der Ableitung zu verlangen.“

### Reinigung

„Aufgrund der geplanten Nutzungen und verwendeten Fassaden- und Dachmaterialien wird davon ausgegangen, dass das Niederschlagswasser nicht schadhaft verunreinigt ist, weshalb eine schadlose Einleitung bzw. Versickerung ins Grundwasser gewährleistet ist. (keine flächenhafte Dacheindeckungen mit Baustoffen/–teilen aus unbeschichtetem Zink, Blei und Kupfer).“

„Auf den zu entwässernden Flächen ist keine Lagerung von oder ein Umgang mit wassergefährdenden Stoffen geplant. (Dies gilt auch für Kühlaggregate mit Kälteanlagen.)“

„Eine direkte Einleitung in den Untergrund ohne vorherige Reinigung des Regenwassers ist aufgrund des zu beachtenden Grundwasserschutzes nicht erlaubnisfähig, auch nicht die Einleitung der Dachabläufe von Dachbegrünungen. Eine Behandlung muss immer über die belebte Bodenzone erfolgen. Hierbei wird ein mind. 30 cm mächtiger, mit Wiesenansaat oder Stauden bewachsener Oberboden eingeplant.“

„Der mind. 30 cm mächtige, belebte Oberboden der Versickerungsmulden wird fachgerecht unter Berücksichtigung der entsprechenden Humus-, Ton-, und Schluffanteile und zur Erzielung des Bemessungs- $k_f$ -Werts hergestellt, ggf. mit carbonathaltigem Sand oder ein künstlich hergestelltes Muldensubstrat z.B. Gelsenrot, jedoch kein Kies oder Schotter. Um einerseits eine gute Versickerung, andererseits eine gute Reinigungsleistung zu erzielen, sollte der  $k_f$ -Wert des Oberbodens in der Größenordnung von  $10^{-5}$  m/s liegen. Das entspricht dem Bemessungs- $k_f$ -Wert.“

„Falls die Reinigung des Niederschlagswassers vor der Einleitung in den Untergrund nicht über eine Bodenpassage erfolgen kann, sind gleichwertige Verfahren anzuwenden. Die Gleichwertigkeit der Behandlungsanlage muss durch das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) oder vom LUBW, Umweltministerium Baden-Württemberg, oder LfU-Bayern nachgewiesen sein. Wartungsintervalle sowie der fachgerechte Austausch von

Filtersubstratmaterial sind zu beachten. Es ist ein Wartungsvertrag mit einer Fachfirma abzuschließen, der auf Aufforderung dem Umweltschutzamt vorzulegen ist.

(Liste der Behandlungs-Anlagen mit DIBt-Zulassung:

[https://www.dibt.de/de/bauprodukte/informationsportal-bauprodukte-und-bauarten/produktgruppen/bauprodukte-detail/bauprodukt/anlagen-zur-behandlung-mineraloelhaltiger-niederschlagsabfluesse-fuer-die-versickerung\)](https://www.dibt.de/de/bauprodukte/informationsportal-bauprodukte-und-bauarten/produktgruppen/bauprodukte-detail/bauprodukt/anlagen-zur-behandlung-mineraloelhaltiger-niederschlagsabfluesse-fuer-die-versickerung))“

### 8.3 Festsetzungsmöglichkeiten nach dem Baugesetzbuch (BauGB) In Bezug auf Klimaschutz und -anpassung:

§9 Abs. 1 Nr. 1 BauGB sowie § 16 BauNVO Maßnahmen zum Überflutungsschutz Festsetzungen zur Erdgeschossbodenhöhe und der Straßenoberkanten

§ 9 Abs. 1 Nr. 10 BauGB Festsetzen von Flächen, die von der Bebauung freizuhalten sind, Erhalt bzw. Schaffung von Freiflächen; Berücksichtigung von Luftleit- und Abflussbahnen; Versiegelung beschränken (z.B. „Mistwege“ bzw. Gartenwege in Kombination zur oberirdischen Niederschlagswasserableitung)

§ 9 Abs. 1 u. 3 BauGB Festsetzung der Höhenlage für Nutzungen, z.B. wenn für ein Baugebiet oder Teile davon Überschwemmungsgefahr besteht; Schutzgewährung vor Einflüssen durch Starkregenereignisse

§ 9 Abs. 1 Nr. 14 BauGB Festsetzen von Flächen für die Abfall- und Abwasserbeseitigung, einschließlich Rückhaltung und Versickerung von Niederschlagswasser; Schaffung von Niederschlagszwischen Speichern und Notwasserwegen für Starkregenereignisse; Nachweis der Rückhaltung auf Grundstücken mit vollständiger Versickerung oder, falls nicht möglich, mit gedrosselter Ableitung nach den Vorgaben des Entwässerungskonzepts. (Einleitungsbeschränkung in die Kanalisation nach Vorgabe der Stadtentwässerung nur im Ausnahmefall, oberflächige Einleitung in die Vorflut nach Vorgabe des Umweltamtes.)

§ 9 Abs. 1 Nr. 16 BauGB; Festsetzen von Wasserflächen sowie Flächen für die Wasserwirtschaft; Nachrichtliche Übernahme von im Regionalplan dargestellten Vorrang- und Vorbehaltsgebieten für die Trinkwassergewinnung; Regelung des Wasserabflusses; technische Maßnahmen zur Niederschlagsrückhaltung wie bspw. Rückhaltebecken, Deiche und Dämme

§ 9 Abs. 1 Nr. 20 BauGB Festsetzen von Flächen oder Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft; Festsetzen von dezentralen System, z.B. der Mulden- oder Grabenentwässerung (in Kombination mit Festsetzungen nach § 9 Abs. 1 Nr. 14 – 15); textliche Festsetzungen zur wasserdurchlässigen Gestaltung (bspw. zur Mächtigkeit des Bodenmaterials von Gärten bzw. zur Wasserdurchlässigkeit von Zufahrten, Terrassen oder Stellplätzen)

§ 9 Abs. 1 Nr. 21 BauGB Festsetzen von Geh-, Fahr- und Leitungsrechten zugunsten der Allgemeinheit, eines Erschließungsträgers oder eines beschränkten Personenkreises zu belastende Flächen; Schaffung von Notwasserwegen (z.B. Mistwege/ Grundstücksgrenzen kombiniert mit Ableitungsgräben mit oberirdischem Leitungs- und Gehrecht)

§ 9 Abs. 1 Nr. 24 BauGB Festsetzen von Schutzflächen die von Bebauung freizuhalten sind und ihrer Nutzung; Maßnahmen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen wie z.B. Schutzstreifen zum Schutz vor Überflutungen bei Starkregenereignissen

§ 9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB Bindungen für Bepflanzungen und die Erhaltung von Bäumen etc. für einzelne Flächen oder Teile baulicher Anlagen festsetzen; Festsetzen von Dach-

und Fassadenbegrünungen zur Verbesserung des Kleinklimas; Erhalt und Neuanpflanzung von Bäumen zur Verbesserung des Kleinklimas

#### 8.4 Klimaschutzgesetz

Gesetz zur Förderung des Klimaschutzes in Baden-Württemberg (Klimaschutzgesetz)  
Planungsträger müssen die Klimaanpassung, insbesondere die Überflutungsvorsorge, im Rahmen ihrer Bauleitplanungen beachten.

Poröse und durchlässige Dach-, Verkehrs- und Freiflächen verlangsamen Starkregenabflüsse und mindern die Überhitzung im Stadtraum. Ein signifikanter Rückhalt von seltenen bis extremen Regenereignissen kann jedoch hierdurch nicht erwartet werden.

§ 1 Absatz 5: Klimaschutz und die Klimaanpassung ist Aufgabe der Bauleitplanung.

§ 1 Absatz 7: Sowohl Maßnahmen, die dem Klimawandel entgegenwirken, als auch die Klimaanpassung sind abwägungserhebliche Belange.

§ 9 Festsetzungskatalog: Ermöglicht, Klimaanpassungsmaßnahmen in den Bebauungsplänen verbindlich festzusetzen  
Errichtung baulicher Anlagen Maßnahmen zur Schadensminderung Flächen auf Baugrundstück für natürliche Bewirtschaftung von Niederschlägen.

## ANHANG

### Lageplan

304000320-2001 RW-Konzept

### Schnitte

304000320-2020 Schnitt A

304000320-2021 Längsschnitt Grünfuge

### Berechnungen

DWA-M153 Qualitative Bewertung

Flächenanalyse

DWA-A 117

### Drossel Ammer

Erläuterungsbericht: Drosseleinleitung in die Ammer

Karte: Fließwege-Senken Analyse (FSA\_Bestand)

Berechnung: DWA-M153 Quantative Bewertung

### Schmutzwasserkonzept

Erläuterungsbericht

Lageplan

Flächenanalyse

Abflusswirksame Fläche:

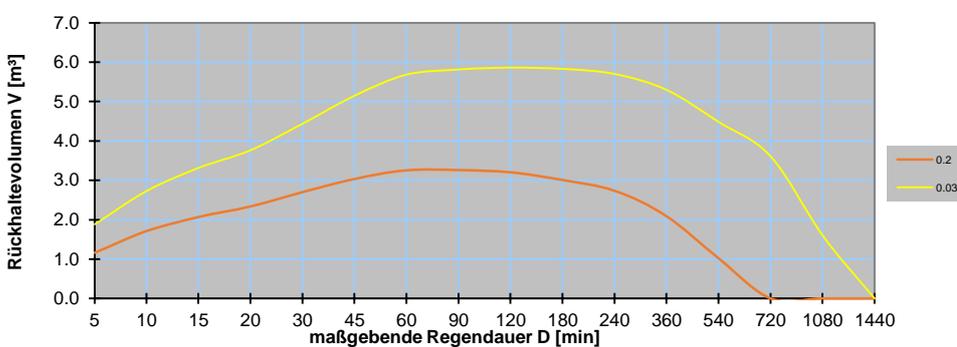
$A_{u, m/s} = \sum A_{E, k, i} \cdot \Psi_{m/s, i}$   
 $A_E$  Fläche Einzugsgebiet (EZG)  
 $A_{E, k, i}$  kanalisierte Teilfläche i des EZGs  
 $A_u$  Rechenwert undurchlässige Fläche  
 $\Psi_m$  mittlerer Abflussbeiwert  
 $\Psi_s$  Spitzenabflussbeiwert

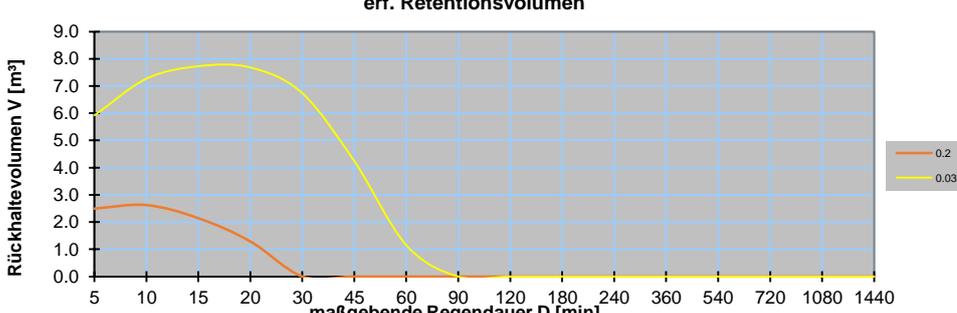
Flächentyp	Art der Befestigung	$\Psi_m$	$\Psi_s$
Straßen, Wege und Plätze (flach)	Asphalt	0,9	1,0
Begrünte Dachflächen	Pflasterfläche	0,6	0,7
	Intensiv, ab 30cm, <5°	0,1	0,2
	Extensiv, ab 10cm, <5°	0,2	0,4
Flachdach	Metall, Glas, Faserzement	0,9	1,0
Gärten, Wiesen etc.	Grünfläche	0,1	0,2
Retentionsfläche	Mulde	1,0	1,0

Flächendaten

Einzugsgebiet	Einzugsgebietsfläche		Grünflächen		Muldenfläche		Versiegelte Dachflächen			Intensive Dachbegrünung		Extensive Dachbegrünung		Asphalt			Pflasterfläche			Undurchlässige Flächen		mittlerer Abflussbeiwert	Spitzenabflussbeiwert	Befestigungsgrad			
	$A_E$ [m <sup>2</sup> ]	$A_E$ [ha]	$A_{E, k, 1}$ [m <sup>2</sup> ]	$A_{u, m, 1}$ [m <sup>2</sup> ]	$A_{u, s, 1}$ [m <sup>2</sup> ]	$A_{E, k, 2}$ [m <sup>2</sup> ]	$A_{u, m/s, 2}$ [m <sup>2</sup> ]	$A_{E, k, 3}$ [m <sup>2</sup> ]	$A_{u, m, 3}$ [m <sup>2</sup> ]	$A_{u, s, 3}$ [m <sup>2</sup> ]	$A_{E, k, 4}$ [m <sup>2</sup> ]	$A_{u, m, 4}$ [m <sup>2</sup> ]	$A_{u, s, 4}$ [m <sup>2</sup> ]	$A_{E, k, 5}$ [m <sup>2</sup> ]	$A_{u, m, 5}$ [m <sup>2</sup> ]	$A_{u, s, 5}$ [m <sup>2</sup> ]	$A_{E, k, 6}$ [m <sup>2</sup> ]	$A_{u, m, 6}$ [m <sup>2</sup> ]	$A_{u, s, 6}$ [m <sup>2</sup> ]	$A_{E, k, 7}$ [m <sup>2</sup> ]	$A_{u, m, 7}$ [m <sup>2</sup> ]				$A_{u, s, 7}$ [m <sup>2</sup> ]	$A_{u, m}$ [ha]	$A_{u, s}$ [ha]
Summe	21.827	2,18	7.377	738	1.475	4.754	4.697	3.253	2.928	3.253	2.084	208	417	2.662	532	1.065	-	-	-	7.091	4.255	4.964	1,34	1,59	0,50	0,61	65%
EZG1	2960	0,30	1628	163	326	0	0	933	840	933	623	62	125	764	153	305	-	0	0	568	341	398	0,16	0,21	0,53	0,71	98%
EZG2	5134	0,51	2824	282	565	0	0	1239	1115	1239	1363	136	273	1014	203	406	0	0	1296	778	908	0,25	0,34	0,49	0,66	96%	
EZG3	1996	0,20	471	47	94	0	0	331	298	331	98	10	20	271	54	108	0	0	1255	753	878	0,12	0,14	0,58	0,72	98%	
EZG4	280	0,03	132	13	26	23	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	126	76	88	0,01	0,01	0,40	0,49	45%	
EZG5	733	0,07	367	37	73	41	36	167	150	167	0	0	0	137	27	55	0	0	193	116	135	0,04	0,05	0,50	0,64	68%	
EZG6	1162	0,12	583	58	117	63	56	292	262	292	0	0	0	239	48	95	0	0	284	171	199	0,06	0,08	0,51	0,65	70%	
EZG7	1427	0,14	722	72	144	71	63	291	262	291	0	0	0	238	48	95	0	0	404	242	283	0,07	0,09	0,48	0,61	65%	
EZG8	6325	0,63	0	0	0	4427	4427	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1897	1138	1328	0,56	0,58	0,88	0,91	30%	
EZG9	474	0,05	225	22	45	36	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	213	128	149	0,02	0,02	0,39	0,49	45%	
EZG10	268	0,03	91	9	18	93	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	121	72	84	0,01	0,02	0,51	0,59	45%	
EZG11	227	0,02	125	12	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	102	61	72	0,01	0,01	0,33	0,43	45%	
EZG12	281	0,03	155	15	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	126	76	89	0,01	0,01	0,33	0,43	45%	
EZG13	560	0,06	56	6	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	504	302	353	0,03	0,04	0,55	0,65	90%	

RAMBOLL STUDIO DREISEITL																																																						
Projekt:	Queckareal																																																					
Projekt Nr.:	304000320																																																					
21/06/2021																																																						
RRR EZG3																																																						
Bemessungsgleichung nach DWA-A 117 (März 2001) und Überflutungsnachweis angelehnt an DIN 1986-100 (2016)																																																						
Bemessungsvolumen [m³]:	$V_{RRR} = (A_u (\psi_m) \cdot r_{(D,n)} - q_{dr} \cdot A_E) \cdot D \cdot f_z \cdot f_A \cdot 0,06$																																																					
Überflutungsvolumen [m³]:	$V_{UFN} = (A_u (\psi_s) \cdot r_{(D,n)} - q_{dr} \cdot A_E) \cdot D \cdot 0,06$																																																					
mit:	<p><math>V_{RRR}</math> = Volumen Regenrückhalteraum [m³]  <math>V_{UFN}</math> = Volumen Überflutungsnachweis [m³]  <math>r_{(D,n)}</math> = Maßgebende Regenspende [l/s/ha]  <math>A_E</math> = Gesamte Fläche [m²]  <math>A_u</math> = Undurchlässige Fläche [m²]  <math>q_{Dr}</math> = Drosselabflußspende [l/s/ha <math>A_E</math>] <span style="float: right;"><math>Q_{Dr}</math> = Drosselabfluß [l/s]</span>  <math>D</math> = Dauer des Bemessungsregens [min]  <math>\psi_m</math> = Mittlerer Abflussbeiwerte (-)  <math>\psi_s</math> = Spitzenabflussbeiwert (-)  <math>f_z</math> = Zuschlagsfaktor für Risiko (DWA-A 117): „hoch“ = 1,1 „mittel“ = 1,15 „gering“ = 1,2  <math>f_A</math> = Abminderungsfaktor</p>																																																					
<b>Eingabedaten</b>																																																						
Flächen:	<table border="1"> <tr> <td>gesamt</td> <td>[ha]</td> <td>j [-]</td> <td>undurchl.</td> <td>[ha]</td> </tr> <tr> <td><math>A_E</math></td> <td>0.1996</td> <td>0.58</td> <td><math>A_u</math> mit <math>\psi_m</math></td> <td>0.1162</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td><math>A_u</math> mit <math>\psi_s</math></td> <td>0.1431</td> </tr> </table>	gesamt	[ha]	j [-]	undurchl.	[ha]	$A_E$	0.1996	0.58	$A_u$ mit $\psi_m$	0.1162				$A_u$ mit $\psi_s$	0.1431																																						
gesamt	[ha]	j [-]	undurchl.	[ha]																																																		
$A_E$	0.1996	0.58	$A_u$ mit $\psi_m$	0.1162																																																		
			$A_u$ mit $\psi_s$	0.1431																																																		
vorh. Retentionsfläche	$A_{RRR} = 800.0 \text{ m}^2$																																																					
Drosselabfluß	$q_{Dr} = 74.5 \text{ l/s/ha } A_E$ <span style="float: right;"><math>Q_{Dr} = 14.88 \text{ l/s}</math></span>																																																					
Zuschlagsfaktor Risiko	$f_z = 1.15$																																																					
Abminderungsfaktor	$f_A = 0.98$																																																					
<b>Bemessung mit örtlicher Regenspendenstatistik:</b>																																																						
Überflutungsnachweis angelehnt an DIN 1986-100																																																						
Spalte: 27, Zeile: 87																																																						
n [1/a]	0.2	0.03																																																				
D [min]	$r_{D,0.2}$	$V_{RRR} \text{ [m}^3\text{]}$	$r_{D,0.03}$	$V_{UFN} \text{ [m}^3\text{]}$																																																		
5	350.0	8.7	540.0	18.7																																																		
10	255.0	10.0	376.7	23.4																																																		
15	206.7	9.3	301.1	25.4																																																		
20	175.0	7.4	254.2	25.8																																																		
30	135.6	1.8	197.2	24.0																																																		
45	103.0	0.0	150.7	18.1																																																		
60	83.9	0.0	123.9	10.3																																																		
90	60.4	0.0	88.3	0.0																																																		
120	47.9	0.0	69.6	0.0																																																		
180	34.5	0.0	49.7	0.0																																																		
240	27.4	0.0	39.2	0.0																																																		
360	19.8	0.0	28.1	0.0																																																		
540	14.3	0.0	20.1	0.0																																																		
720	11.3	0.0	15.8	0.0																																																		
1080	8.2	0.0	11.3	0.0																																																		
1440	6.5	0.0	9.0	0.0																																																		
<b>Ergebnis</b>																																																						
Bemessungsvolumen $V_{RRR}$ [m³] =	10.0	Überflutungsvol. $V_{UFN}$ [m³] =	25.8																																																			
Einstau $z_M$ [m] =	0.01	Einstau $z_M$ [m] =	0.03																																																			
Entleerungszeit $t_E$ [h] =	0.19	Entleerungszeit $t_E$ [h] =	0.48																																																			
<b>erf. Retentionsvolumen</b>																																																						
<table border="1"> <caption>Data for erf. Retentionsvolumen</caption> <thead> <tr> <th>maßgebende Regendauer D [min]</th> <th>Rückhaltevolumen V [m³] (0.2)</th> <th>Rückhaltevolumen V [m³] (0.03)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>5</td><td>10.0</td><td>18.7</td></tr> <tr><td>10</td><td>10.0</td><td>23.4</td></tr> <tr><td>15</td><td>10.0</td><td>25.4</td></tr> <tr><td>20</td><td>8.0</td><td>25.8</td></tr> <tr><td>30</td><td>5.0</td><td>24.0</td></tr> <tr><td>45</td><td>2.0</td><td>18.1</td></tr> <tr><td>60</td><td>1.0</td><td>10.3</td></tr> <tr><td>90</td><td>0.0</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>120</td><td>0.0</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>180</td><td>0.0</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>240</td><td>0.0</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>360</td><td>0.0</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>540</td><td>0.0</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>720</td><td>0.0</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>1080</td><td>0.0</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>1440</td><td>0.0</td><td>0.0</td></tr> </tbody> </table>				maßgebende Regendauer D [min]	Rückhaltevolumen V [m³] (0.2)	Rückhaltevolumen V [m³] (0.03)	5	10.0	18.7	10	10.0	23.4	15	10.0	25.4	20	8.0	25.8	30	5.0	24.0	45	2.0	18.1	60	1.0	10.3	90	0.0	0.0	120	0.0	0.0	180	0.0	0.0	240	0.0	0.0	360	0.0	0.0	540	0.0	0.0	720	0.0	0.0	1080	0.0	0.0	1440	0.0	0.0
maßgebende Regendauer D [min]	Rückhaltevolumen V [m³] (0.2)	Rückhaltevolumen V [m³] (0.03)																																																				
5	10.0	18.7																																																				
10	10.0	23.4																																																				
15	10.0	25.4																																																				
20	8.0	25.8																																																				
30	5.0	24.0																																																				
45	2.0	18.1																																																				
60	1.0	10.3																																																				
90	0.0	0.0																																																				
120	0.0	0.0																																																				
180	0.0	0.0																																																				
240	0.0	0.0																																																				
360	0.0	0.0																																																				
540	0.0	0.0																																																				
720	0.0	0.0																																																				
1080	0.0	0.0																																																				
1440	0.0	0.0																																																				

			
Projekt:	[Name]	21/06/2021	
Projekt Nr.:	[###]	Mulde EZG4	
Bemessungsgleichung nach DWA-A 138 (April 2005) und Überflutungsnachweis angelehnt an DIN 1986-100 (2016)			
Bemessungsvolumen [m³]:	$V_{MU} = [A_u (\psi_m) \cdot r_{(D,n)} - Q_S - Q_{Dr}] \cdot D \cdot f_z \cdot 0,06$		
Überflutungsvolumen [m³]:	$V_{UFN} = [A_u (\psi_s) \cdot r_{(D,n)} - Q_S - Q_{Dr/Rohr}] \cdot D \cdot 0,06$		
mit:	$V_{RRR} =$ $V_{UFN} =$ $r_{(D,n)} =$ $A_E =$ $A_u =$ $A_M =$ $Q_S =$ $q_{Dr} =$ $D =$ $\psi_m =$ $\psi_s =$ $f_z =$	Volumen Regenrückhalteraum (Mulde) [m³] Volumen Überflutungsnachweis [m³] Maßgebende Regenspende [l/s/ha] Gesamte Fläche [m²] Undurchlässige Fläche [m²] Verfügbare Muldenfläche [m²] Versickerungsrate [l/s] Drosselabflußspende [l/s/ha A <sub>E</sub> ] Dauer des Bemessungsregens [min] Mittlerer Abflussbeiwerte (-) Spitzenabflussbeiwert (-) Zuschlagsfaktor für Risiko (DWA-A 117): „hoch“ = 1,1 „mittel“ = 1,15 „gering“ = 1,2	$Q_{Dr} =$ Drosselabfluß [l/s] $Q_{Rohr} =$ max. Rohrablauf [l/s]
<b>Eingabedaten</b>			
Flächen:	gesamt [ha]	j [-]	undurchl. [ha]
	A <sub>E</sub> = 0.0280	0.40	A <sub>u</sub> mit $\psi_m$ = 0.0111
			A <sub>u</sub> mit $\psi_s$ = 0.0137
Durchlässigkeitsbeiw.:	k <sub>f</sub> = 1.00E-05 m/s	0.00500 l/s/m²	
vorh. Versickerungsfläche	A <sub>M</sub> = 23.0 m²		
mittlere Versickerungsfläche	A <sub>s</sub> mittel = 17.3 m²		
Flächenverhältnis	A <sub>M</sub> /A <sub>U</sub> = 1 : 5		
Versickerungsrate	Q <sub>S</sub> = 0.12 l/s		
Drosselabfluß	Q <sub>Dr</sub> = 0.0 l/s	q <sub>Dr</sub> =	0.00 l/s/ha A <sub>E</sub>
Rohrabfluß	Q <sub>Rohr</sub> = 0.0 l/s		
Zuschlagsfaktor Risiko	f <sub>z</sub> = 1.15		
Bemessung mit örtlicher Regenspendenstatistik: Überflutungsnachweis angelehnt an DIN 1986-100			
Spalte: 36, Zeile: 96			
n [1/a]	0.2		0.03
D [min]	r <sub>D-0.2</sub>	V <sub>RRR</sub> [m³]	r <sub>D-0.03</sub> V <sub>UFN</sub> [m³]
5	312.9	1.2	465.8 1.9
10	233.1	1.7	340.1 2.7
15	190.3	2.1	277.2 3.3
20	162.4	2.3	237.3 3.8
30	127.5	2.7	188.3 4.4
45	98.2	3.0	147.6 5.1
60	81	3.3	123.6 5.7
90	57.5	3.3	87 5.8
120	45.1	3.2	67.8 5.9
180	32.1	3.0	47.8 5.8
240	25.2	2.7	37.3 5.7
360	17.9	2.1	26.3 5.3
540	12.8	1.0	18.5 4.5
720	10	0.0	14.5 3.6
1080	7.2	0.0	10.2 1.6
1440	5.6	0.0	8 0.0
<b>Ergebnis</b>			
Bemessungsvolumen V <sub>MU</sub> [m³] =	3.3	Überflutungsvol. V <sub>UFN</sub> [m³] =	5.9
Einstau z <sub>M</sub> [m] =	0.19	Einstau z <sub>M</sub> [m] =	0.34
Entleerungszeit t <sub>E</sub> [h] =	7.87	Entleerungszeit t <sub>E</sub> [h] =	14.15
<b>erf. Muldenvolumen</b>			
			

																
Projekt:	Queckareal															
Projekt Nr.:	304000320															
21/06/2021																
RRR EZG5																
Bemessungsgleichung nach DWA-A 117 (März 2001) und Überflutungsnachweis angelehnt an DIN 1986-100 (2016)																
Bemessungsvolumen [m³]:	$V_{RRR} = (A_u (\psi_m) \cdot r_{(D,n)} - q_{dr} \cdot A_{ges}) \cdot D \cdot f_z \cdot f_A \cdot 0,06$															
Überflutungsvolumen [m³]:	$V_{UFN} = (A_u (\psi_s) \cdot r_{(D,n)} - q_{dr} \cdot A_{ges}) \cdot D \cdot 0,06$															
mit:	<p><math>V_{RRR}</math> = Volumen Regenrückhalteraum [m³]  <math>V_{UFN}</math> = Volumen Überflutungsnachweis [m³]  <math>r_{(D,n)}</math> = Maßgebende Regenspende [l/s/ha]  <math>A_E</math> = Gesamte Fläche [m²]  <math>A_u</math> = Undurchlässige Fläche [m²]  <math>q_{Dr}</math> = Drosselabflußspende [l/s/ha <math>A_{ges}</math>] <span style="float: right;"><math>Q_{Dr}</math> = Drosselabfluß [l/s]</span>  <math>D</math> = Dauer des Bemessungsregens [min]  <math>\psi_m</math> = Mittlerer Abflussbeiwerte (-)  <math>\psi_s</math> = Spitzenabflussbeiwert (-)  <math>f_z</math> = Zuschlagsfaktor für Risiko (DWA-A 117): „hoch“ = 1,1 „mittel“ = 1,15 „gering“ = 1,2  <math>f_A</math> = Abminderungsfaktor</p>															
<b>Eingabedaten</b>																
Flächen:	<table border="1"> <tr> <td>gesamt</td> <td>[ha]</td> <td>j [-]</td> <td>undurchl.</td> <td>[ha]</td> </tr> <tr> <td><math>A_E</math></td> <td>0.0733</td> <td>0.50</td> <td><math>A_u</math> mit <math>\psi_m</math></td> <td>0.0367</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td><math>A_u</math> mit <math>\psi_s</math></td> <td>0.0467</td> </tr> </table>	gesamt	[ha]	j [-]	undurchl.	[ha]	$A_E$	0.0733	0.50	$A_u$ mit $\psi_m$	0.0367				$A_u$ mit $\psi_s$	0.0467
gesamt	[ha]	j [-]	undurchl.	[ha]												
$A_E$	0.0733	0.50	$A_u$ mit $\psi_m$	0.0367												
			$A_u$ mit $\psi_s$	0.0467												
vorh. Retentionsfläche	$A_{RRR} = 100.0 \text{ m}^2$															
Drosselabfluß	$q_{dr} = 74.5 \text{ l/s/ha } A_{ges}$ <span style="float: right;"><math>Q_{Dr} = 5.46 \text{ l/s}</math></span>															
Zuschlagsfaktor Risiko	$f_z = 1.15$															
Abminderungsfaktor	$f_A = 0.98$															
<b>Bemessung mit örtlicher Regenspendenstatistik:</b>																
Überflutungsnachweis angelehnt an DIN 1986-100																
Spalte: 27, Zeile: 87																
n [1/a]	0.2															
n [1/a]	0.03															
D [min]	$r_{D,0.2}$ $V_{RRR}$ [m³]															
D [min]	$r_{D,0.03}$ $V_{UFN}$ [m³]															
5	350.0 2.5															
10	255.0 2.6															
15	206.7 2.1															
20	175.0 1.3															
30	135.6 0.0															
45	103.0 0.0															
60	83.9 0.0															
90	60.4 0.0															
120	47.9 0.0															
180	34.5 0.0															
240	27.4 0.0															
360	19.8 0.0															
540	14.3 0.0															
720	11.3 0.0															
1080	8.2 0.0															
1440	6.5 0.0															
<b>Ergebnis</b>																
Bemessungsvolumen $V_{RRR}$ [m³] =	2.6															
Überflutungsvol. $V_{UFN}$ [m³] =	7.7															
Einstau $z_M$ [m] =	0.03															
Einstau $z_M$ [m] =	0.08															
Entleerungszeit $t_E$ [h] =	0.13															
Entleerungszeit $t_E$ [h] =	0.39															
<b>erf. Retentionsvolumen</b>																
																

RAMBOLL STUDIO DREISEITL				21/06/2021	
Projekt: Queckareal				RRR EZG6	
Projekt Nr.: 304000320					
Bemessungsgleichung nach DWA-A 117 (März 2001) und Überflutungsnachweis angelehnt an DIN 1986-100 (2016)					
Bemessungsvolumen [m³]:		$V_{RRR} = (A_u (\psi_m) \cdot r_{(D,n)} - q_{dr} \cdot A_{ges}) \cdot D \cdot f_z \cdot f_A \cdot 0,06$			
Überflutungsvolumen [m³]:		$V_{UFN} = (A_u (\psi_s) \cdot r_{(D,n)} - q_{dr} \cdot A_{ges}) \cdot D \cdot 0,06$			
mit:		$V_{RRR}$ = Volumen Regenrückhalteraum [m³] $V_{UFN}$ = Volumen Überflutungsnachweis [m³] $r_{(D,n)}$ = Maßgebende Regenspende [l/s/ha] $A_E$ = Gesamte Fläche [m²] $A_u$ = Undurchlässige Fläche [m²] $q_{Dr}$ = Drosselabflußspende [l/s/ha $A_{ges}$ ] <span style="float:right"><math>Q_{Dr}</math> = Drosselabfluß [l/s]</span> $D$ = Dauer des Bemessungsregens [min] $\psi_m$ = Mittlerer Abflussbeiwert (-) $\psi_s$ = Spitzenabflussbeiwert (-) $f_z$ = Zuschlagsfaktor für Risiko (DWA-A 117): „hoch“ = 1,1 „mittel“ = 1,15 „gering“ = 1,2 $f_A$ = Abminderungsfaktor			
<b>Eingabedaten</b>					
Flächen:		gesamt [ha]	j [-]	undurchl. [ha]	
		$A_E$ = 0.1162	0.51	$A_u$ mit $\psi_m$ = 0.0595	$A_u$ mit $\psi_s$ = 0.0759
vorh. Retentionsfläche		$A_{RRR}$ = 100.0 m²			
Drosselabfluß		$q_{dr}$ = 74.5 l/s/ha $A_{ges}$	$Q_{Dr}$ = 8.66 l/s		
Zuschlagsfaktor Risiko		$f_z$ = 1.15			
Abminderungsfaktor		$f_A$ = 0.98			
Bemessung mit örtlicher Regenspendenstatistik:			Überflutungsnachweis angelehnt an DIN 1986-100		
Spalte: 27, Zeile: 87					
n [1/a]		0.2		0.03	
D [min]	$r_{D,0.2}$	$V_{RRR}$ [m³]	$r_{D,0.03}$	$V_{UFN}$ [m³]	
5	350.0	4.1	540.0	9.7	
10	255.0	4.4	376.7	11.9	
15	206.7	3.7	301.1	12.8	
20	175.0	2.4	254.2	12.7	
30	135.6	0.0	197.2	11.3	
45	103.0	0.0	150.7	7.5	
60	83.9	0.0	123.9	2.7	
90	60.4	0.0	88.3	0.0	
120	47.9	0.0	69.6	0.0	
180	34.5	0.0	49.7	0.0	
240	27.4	0.0	39.2	0.0	
360	19.8	0.0	28.1	0.0	
540	14.3	0.0	20.1	0.0	
720	11.3	0.0	15.8	0.0	
1080	8.2	0.0	11.3	0.0	
1440	6.5	0.0	9.0	0.0	
<b>Ergebnis</b>					
Bemessungsvolumen $V_{RRR}$ [m³] =		4.4		Überflutungsvol. $V_{UFN}$ [m³] = 12.8	
Einstau $z_M$ [m] =		0.04		Einstau $z_M$ [m] = 0.13	
Entleerungszeit $t_E$ [h] =		0.14		Entleerungszeit $t_E$ [h] = 0.41	
<b>erf. Retentionsvolumen</b>					

RAMBOLL STUDIO DREISEITL				21/06/2021	
Projekt: Queckareal				RRR EZG7	
Projekt Nr.: 304000320					
Bemessungsgleichung nach DWA-A 117 (März 2001) und Überflutungsnachweis angelehnt an DIN 1986-100 (2016)					
Bemessungsvolumen [m³]:		$V_{RRR} = (A_u (\psi_m) \cdot r_{(D,n)} - q_{dr} \cdot A_{ges}) \cdot D \cdot f_z \cdot f_A \cdot 0,06$			
Überflutungsvolumen [m³]:		$V_{UFN} = (A_u (\psi_s) \cdot r_{(D,n)} - q_{dr} \cdot A_{ges}) \cdot D \cdot 0,06$			
mit:		$V_{RRR}$ = Volumen Regenrückhalteraum [m³] $V_{UFN}$ = Volumen Überflutungsnachweis [m³] $r_{(D,n)}$ = Maßgebende Regenspende [l/s/ha] $A_E$ = Gesamte Fläche [m²] $A_u$ = Undurchlässige Fläche [m²] $q_{Dr}$ = Drosselabflußspende [l/s/ha $A_{ges}$ ] <span style="float:right"><math>Q_{Dr}</math> = Drosselabfluß [l/s]</span> $D$ = Dauer des Bemessungsregens [min] $\psi_m$ = Mittlerer Abflussbeiwert (-) $\psi_s$ = Spitzenabflussbeiwert (-) $f_z$ = Zuschlagsfaktor für Risiko (DWA-A 117): „hoch“ = 1,1 „mittel“ = 1,15 „gering“ = 1,2 $f_A$ = Abminderungsfaktor			
<b>Eingabedaten</b>					
Flächen:		gesamt [ha]	j [-]	undurchl. [ha]	
	$A_E$ =	0.1427	0.48	$A_u$ mit $\psi_m$ =	0.0687
				$A_u$ mit $\psi_s$ =	0.0876
vorh. Retentionsfläche		$A_{RRR}$ =	100.0 m²		
Drosselabfluß		$q_{dr}$ =	74.5 l/s/ha $A_{ges}$	$Q_{Dr}$ =	10.64 l/s
Zuschlagsfaktor Risiko		$f_z$ =	1.15		
Abminderungsfaktor		$f_A$ =	0.98		
Bemessung mit örtlicher Regenspendenstatistik:			Überflutungsnachweis angelehnt an DIN 1986-100		
Spalte: 27, Zeile: 87					
n [1/a]		0.2		0.03	
D [min]	$r_{D,0.2}$	$V_{RRR}$ [m³]	$r_{D,0.03}$	$V_{UFN}$ [m³]	
5	350.0	4.5	540.0	11.0	
10	255.0	4.7	376.7	13.4	
15	206.7	3.6	301.1	14.2	
20	175.0	1.9	254.2	14.0	
30	135.6	0.0	197.2	12.0	
45	103.0	0.0	150.7	6.9	
60	83.9	0.0	123.9	0.8	
90	60.4	0.0	88.3	0.0	
120	47.9	0.0	69.6	0.0	
180	34.5	0.0	49.7	0.0	
240	27.4	0.0	39.2	0.0	
360	19.8	0.0	28.1	0.0	
540	14.3	0.0	20.1	0.0	
720	11.3	0.0	15.8	0.0	
1080	8.2	0.0	11.3	0.0	
1440	6.5	0.0	9.0	0.0	
<b>Ergebnis</b>					
Bemessungsvolumen $V_{RRR}$ [m³] =		4.7		Überflutungsvol. $V_{UFN}$ [m³] =	
Einstau $z_M$ [m] =		0.05		Einstau $z_M$ [m] =	
Entleerungszeit $t_E$ [h] =		0.12		Entleerungszeit $t_E$ [h] =	
<b>erf. Retentionsvolumen</b>					

RAMBOLL STUDIO DREISEITL			
Projekt:	[Name]	21/06/2021	
Projekt Nr.:	[###]	Mulde EZG9	
Bemessungsgleichung nach DWA-A 138 (April 2005) und Überflutungsnachweis angelehnt an DIN 1986-100 (2016)			
Bemessungsvolumen [m³]:	$V_{MU} = [A_u (\psi_m) \cdot r_{(D,n)} - Q_S - Q_{Dr}] \cdot D \cdot f_z \cdot 0,06$		
Überflutungsvolumen [m³]:	$V_{UFN} = [A_u (\psi_s) \cdot r_{(D,n)} - Q_S - Q_{Dr/Rohr}] \cdot D \cdot 0,06$		
mit:	$V_{RRR} =$	Volumen Regenrückhalteraum (Mulde) [m³]	
	$V_{UFN} =$	Volumen Überflutungsnachweis [m³]	
	$r_{(D,n)} =$	Maßgebende Regenspende [l/s/ha]	
	$A_E =$	Gesamte Fläche [m²]	
	$A_u =$	Undurchlässige Fläche [m²]	
	$A_M =$	Verfügbare Muldenfläche [m²]	
	$Q_S =$	$Q_{Dr} =$ Drosselabfluß [l/s]	$Q_{Rohr} =$ max. Rohrablauf [l/s]
	$q_{Dr} =$	Drosselabflußspende [l/s/ha $A_E$ ]	
	$D =$	Dauer des Bemessungsregens [min]	
	$\psi_m =$	Mittlerer Abflussbeiwerte (-)	
	$\psi_s =$	Spitzenabflussbeiwert (-)	
	$f_z =$	Zuschlagsfaktor für Risiko (DWA-A 117): „hoch“ = 1,1 „mittel“ = 1,15 „gering“ = 1,2	
Eingabedaten			
Flächen:	gesamt	[ha]	j [-]
	$A_E =$	0.0474	0.39
	undurchl.	[ha]	
	$A_u$ mit $\psi_m =$	0.0186	
	$A_u$ mit $\psi_s =$	0.0230	
Durchlässigkeitsbeiw.:	$k_f =$	1.00E-05 m/s	0.00500 l/s/m²
vorh. Versickerungsfläche	$A_M =$	36.0 m²	
mittlere Versickerungsfläche	$A_s$ mittel =	27.0 m²	
Flächenverhältnis	$A_M/A_u =$	1 : 5	
Versickerungsrate	$Q_S =$	0.18 l/s	
Drosselabfluß	$Q_{Dr} =$	0.0 l/s	$q_{Dr} =$ 0.00 l/s/ha $A_E$
Rohrabfluss	$Q_{Rohr} =$	0.0 l/s	
Zuschlagsfaktor Risiko	$f_z =$	1.15	
Bemessung mit örtlicher Regenspendenstatistik: Überflutungsnachweis angelehnt an DIN 1986-100			
Spalte: 36, Zeile: 96			
n [1/a]	0.2		0.03
D [min]	$r_{D-0.2}$	$V_{RRR}$ [m³]	$r_{D-0.03}$
			$V_{UFN}$ [m³]
5	312.9	2.0	465.8
10	233.1	2.9	340.1
15	190.3	3.5	277.2
20	162.4	3.9	237.3
30	127.5	4.5	188.3
45	98.2	5.1	147.6
60	81	5.5	123.6
90	57.5	5.5	87
120	45.1	5.5	67.8
180	32.1	5.2	47.8
240	25.2	4.8	37.3
360	17.9	3.8	26.3
540	12.8	2.2	18.5
720	10	0.3	14.5
1080	7.2	0.0	10.2
1440	5.6	0.0	8
Ergebnis			
Bemessungsvolumen $V_{MU}$ [m³] =	5.5	Überflutungsvol. $V_{UFN}$ [m³] =	9.9
Einstau $z_M$ [m] =	0.21	Einstau $z_M$ [m] =	0.37
Entleerungszeit $t_E$ [h] =	8.55	Entleerungszeit $t_E$ [h] =	15.35
<p style="text-align: center;"><b>erf. Muldenvolumen</b></p> <p style="text-align: center;">Rückhaltevolumen <math>V</math> [m³]</p> <p style="text-align: center;">maßgebende Regendauer <math>D</math> [min]</p>			

Projekt: Queckareal 21/06/2021  
 Projekt Nr.: 304000320

Bewertungsverfahren nach DWA M-153  
 Quantitative Gewässerbelastung

Maximalabfluss	$Q_{Dr,max} = e_w \cdot MQ$ [l/s]		
Gewässer	Ammer		
MQ	1,7	m <sup>3</sup> /s	
HQ1	11,5	m <sup>3</sup> /s	
$e_w$	2 überwiegend lehmig-sandig		
$Q_{Dr,max}$	3.450	l/s	<HQ1

Anmerkung zum Maximalabfluss: Einleitungsabflüsse sind auch über dem 7-fachen von MQ zulässig, bei sehr leistungsfähigen Gewässern mit stabiler Sohle, intaktem Interstitial und hohem Wiederbesiedlungspotential. HQ1 sollte in der Regel jedoch nicht überschritten werden.

Haltung	$A_{E,i}$ [m <sup>2</sup> ]	$\psi_{s,i}$	$A_{u,i}$ [m <sup>2</sup> ]
Natürl. Zustand	21.827	0,20	4.365

Gewässer:	großer Flachlandfluss	
$q_R$	120	l/(s·ha)

Drosselabfluss pro Einleitungsstelle	$Q_{Dr} = q_R \cdot A_u$ [l/s]	
$Q_{Dr,nat. Zustand}$	52,4	l/s
$q_{Dr,nat. Zustand, ges.}$	24,0	l/s/ha

Bewertungsverfahren nach DWA M-153  
 Qualitative Gewässerbelastung

Gewässer (Tabellen A.1a und A.1b)						Typ	Gewässerpunkte
Grundwasser						G 12	G = 10
großer Flachlandfluss (Ammer)						G 5	G = 18
Flächenanteil $f_i$ (Abschnitt 4)		Luft $L_i$ (Tabelle A.2)		Flächen $F_i$ (Tabelle A.3)		Abflussbelastung $B_i$	
Au,i	$f_i$	Typ	Punkte	Typ	Punkte	$B_i = f_i \cdot (L_i + F_i)$	
Grundwasser							
EZG11							
12	0.17	L 1	1	F1	5	1.02	
0	0.00	L 1	1	F2	8	0.00	
61	0.83	L 1	1	F3	12	10.80	
74	1.00	Abflussbelastung $B = \sum B_i$				B = 11.82	
keine Regenwasserbehandlung erforderlich, wenn $B < G$ :						11.82	> 10
maximal zulässiger Durchgangswert $D_{\max} = G / B$ :						$D_{\max} = 0.85$	
EZG2+12							
637	0.24	L 1	1	F1	5	1.47	
1115	0.43	L 1	1	F2	8	3.85	
854	0.33	L 1	1	F3	12	4.26	
2606	1.00	Abflussbelastung $B = \sum B_i$				B = 9.58	
keine Regenwasserbehandlung erforderlich, wenn $B < G$ :						9.58	< 10
großer Flachlandfluss (Ammer)							
EZG3							
111	0.10	L 1	1	F1	5	0.57	
298	0.26	L 1	1	F2	8	2.31	
753	0.65	L 1	1	F3	12	8.42	
1162	1.00	Abflussbelastung $B = \sum B_i$				B = 11.31	
keine Regenwasserbehandlung erforderlich, wenn $B < G$ :						11.31	< 18
EZG5							
100	0.09	L 1	1	F1	5	0.52	
150	0.13	L 1	1	F2	8	1.17	
116	0.10	L 1	1	F3	12	1.30	
367	0.32	Abflussbelastung $B = \sum B_i$				B = 2.98	
keine Regenwasserbehandlung erforderlich, wenn $B < G$ :						2.98	< 18
EZG6							
162	0.14	L 1	1	F1	5	0.84	
262	0.23	L 1	1	F2	8	2.03	
171	0.15	L 1	1	F3	12	1.91	
595	0.51	Abflussbelastung $B = \sum B_i$				B = 4.78	
keine Regenwasserbehandlung erforderlich, wenn $B < G$ :						4.78	< 18
EZG7							
183	0.16	L 1	1	F1	5	0.94	
262	0.23	L 1	1	F2	8	2.03	
242	0.21	L 1	1	F3	12	2.71	
687	0.59	Abflussbelastung $B = \sum B_i$				B = 5.69	
keine Regenwasserbehandlung erforderlich, wenn $B < G$ :						5.69	< 18
EZG13							
11	0.03	L 1	1	F1	5	0.18	
0	0.00	L 1	1	F2	8	0.00	
353	0.97	L 1	1	F3	12	12.60	
364	1.00	Abflussbelastung $B = \sum B_i$				B = 12.78	
keine Regenwasserbehandlung erforderlich, wenn $B < G$ :						12.78	< 18
vorgesehene Behandlungsmaßnahmen EZG11 (Tabellen A.4a, A.4b und A.4c)						Typ	Durchgangswerte $D_i$
Filterbeet						D11	0.15
Durchgangswert $D = \text{Produkt aller } D_i \text{ (Abschnitt 6.2.2)}$ :						D = 0.15	
Emissionswert $E = B \cdot D$ :						E = 1.77	
Anzustreben $E \leq G$ (Behandlungsbedürftigkeit genauer prüfen, wenn $E > G$ ):						1.77	$\leq 10$