



Stadt Überlingen
Bodenseekreis

Bebauungsplan

"Südlich Härten"



Offenlage-Exemplar

Erneute

Öffentliche Auslegung nach
§ 3 Abs. 2 Baugesetzbuch

Inhalte in der Fassung vom 15.11.2022

Teil 1

01. Planteil
02. Textteil
 - Planungsrechtliche Festsetzungen
 - Örtliche Bauvorschriften
03. Begründung
04. Umweltbericht (*Stand November 2021, Ergänzt Oktober 2022*)
05. Abwägungsergebnis aus §§ 3 & 4 (2) BauGB

Teil 2

06. Hydrogeologisches Gutachten (*Stand 21.08.2020*)
07. Luftbildauswertung auf Kampfmittelbelastung (*Stand 17.06.2020*)
08. Klimaexpertise (*Stand 31.07.2021*)
09. Starkregenrisikomanagement (*Stand 26.10.2021*)
10. Prüfung der Wohnbauentwicklung „Südlich Härten“
in Verbindung mit der P.I.S. Landestelle (*Stand Dezember 2020*)
11. Regenwasserkonzept (*Stand 14.11.2022, Überarbeitet 20.12.2022*)

TÖB-Beteiligung (§ 4 Abs. 2 BauGB i.V.m. § 4a Abs. 3 Satz 2-4 BauGB)	bis 06.02.2023
Erneute Öffentliche Auslegung (§ 3 Abs. 2 BauGB i.V.m. § 4a Abs. 3 Satz 2-4 BauGB)	23.01.2023 bis 06.02.2023

Hydrogeologisches Gutachten
zur
Regenwasserversickerung im Erschließungsgebiet
„Südlich Härten“
in 88662 Überlingen

Bauherr:

Stadt Überlingen
Abteilung Stadtplanung
Bahnhofstr. 4
88662 Überlingen

Planung:

Planstatt Senner
Breitlestr. 21
88662 Überlingen

Gutachter:

Prof. Dipl.-Geol. Matthias Hiller
Von der IHK Stuttgart ö.b.u.v. Sachverständiger für
Baugrundgeologie, Hydrogeologie und Altlasten

Erstattungsdatum:

21. August 2020

Aktenzeichen:

HAERLEN G01

Geschäftsführer:

PROF. DIPL.-GEOL. MATTHIAS HILLER
DIPL.-ING.(FH) MARKUS KATZ
DIPL.-ING.(FH) THOMAS BENZ
DIPL.-ING. CHRISTIAN RAUSER-HARLE
DIPL.-GEOL. FALK WINTEROLL

Vertretung Oberschwaben

PROF. DIPL.-ING. ROLF SCHRODI
DIPL.-ING. CHRISTIAN RAUSER-HARLE
Waldseer Str. 51 88400 Biberach
Tel.: 07351.47 400-30
Fax: 07351.47 400-29
E-Mail: bc@henkegeo.de

Vertretung Kirchheim/Teck

DIPL.-ING. (FH) THOMAS BENZ
Blumenstr. 19
73271 Holzmaden
Tel.: 0177.71 61 678
Fax: 0711.73 56 298
E-Mail: tb@henkegeo.de

Vertretung Nagold

DIPL.-ING. (FH) MARKUS KATZ
Haydnweg 10/1
72202 Nagold
Tel.: 0177.71 61 682
Fax: 0711.73 56 298
E-Mail: mik@henkegeo.de

Vertretung Schwarzwald-Baar

DIPL.-ING. (FH) ACHIM FÖRSTER
Vor dem Hummelsholz 4
78056 VS-Schwenningen
Tel.: 07720.95 86-92
Fax: 07720.95 86-87
E-Mail: vs@henkegeo.de

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Auftrag	2
2. Unterlagen	2
3. Projektbeschreibung	3
4. Geologische Verhältnisse	4
5. Aufschlussarbeiten	4
5.1 Schichtfolge	4
5.2 Grundwasserstände	5
6. Korngrößenbestimmungen	6
7. Versickerungsversuche	6
7.1 Versickerungsversuche in Schürfgruben	7
7.2 Versickerungsversuche in Bohrungen	7
8. Ansatz der Durchlässigkeitsbeiwerte	8
9. Bewertung	9

Verzeichnis der Anlagen:

Anlage	1	Lagepläne	
		1.1	Übersichtslageplan
		1.2	Lageplan der Untersuchungspunkte
Anlage	2	Schürfgrubenprofile	
		2.1	SG 1
		2.2	SG 2
Anlage	3	Profile Kernbohrungen	
		3.1.1 – 3.2.1	Bohrprofile
		3.1.2 – 3.2.2	Fotodokumentation der Bohrkerne
Anlage	4	Geologischer Profilschnitt	
Anlage	5	Versickerungsversuch in KB 1	
Anlage	6	Versickerungsversuche in Schürfgruben	
		6.1	Versickerung in SG 1
		6.2	Versickerung in SG 2
Anlage	7	Kornverteilungskurven	

1. Auftrag

Die Stadt Überlingen plant die Erschließung des Gebietes „Südlich Härten“. Dabei soll auch geprüft werden, ob eine Versickerung von überschüssigem Niederschlagswasser möglich ist.

In diesem Zusammenhang wurde das Ingenieurbüro für Geotechnik Henke und Partner GmbH (**HUP**) auf der Basis des Angebotes vom 03.07.20 (Az.: HÄRLEN K01a) mit Vertrag vom 09.07.20 beauftragt, ein hydrogeologisches Gutachten zur Machbarkeit einer Regenwasserversickerung auszuarbeiten. Der Auftrag beinhaltet auch die Anlage von 2 Schürfgruben und 3 Kernbohrungen nebst der Durchführung von jeweils 2 Versickerungsversuchen in den Schürfgruben und in den Kernbohrungen.

2. Unterlagen

Zur Beurteilung standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

[1] Stadt Überlingen

[1.1] Südlich Härten, Lageplan, Grundlage für Planungskonkurrenz, M 1:1000

[2] Planstatt Senner

[2.1] Stadt Überlingen, Wohnbaugebiet Südlich Härten, Präsentation Freiraumgestaltung vom 06.11.19

[3] Ingenieurbüro Langenbach GmbH

- [3.1] Regenwasserableitung Südlich Härten, Neuberechnung Retentionsbecken vom 14.08.18
- [3.2] Erschließung Baugebiet Südlich Härten, Vorplanung M1:500 vom 10.06.20
- [3.3] Erschließung Baugebiet Südlich Härten, Regenwasserableitung, Bemessung der Retentionsmulden vom 18.08.20

[4] GBB Grundbau Bodensee GmbH

- [4.1] Areal Südlich Härten in 88662 Überlingen, Baugrunderkundung vom 30.06.11
- [4.2] Areal Südlich Härten in 88662 Überlingen am Bodensee, Orientierende Baugrunderkundung vom 13.03.09
- [4.3] Stellungnahme zur Versickerung im Baugebiet Südlich Härten
- [4.4] Lageplan zur Stellungnahme vom 10.03.20

[5] Henke und Partner GmbH

- [5.1] Erschließungsgebiet Südlich Härten in Überlingen, Stellungnahme zur Versickerung von Niederschlagswasser vom 31.05.20
- [5.2] Zwischenbericht zur Schürfgrubenversickerung

3. Projektbeschreibung

Am nördlichen Ortsrand von Überlingen soll das Erschließungsgebiet „Südlich Härten“ entstehen. Das Gelände liegt zwischen dem Härtenweg im Norden, der Schreibersbildstraße im Süden und westlich des Kreiskrankenhauses. Nach Osten schließen sich Wiesen und landwirtschaftliche Flächen an.

Die Erstreckung des Gebietes in Nord-Süd-Richtung beträgt etwa 285 m bei einer maximalen Breite von ca. 240 m. Die Gesamtfläche der Maßnahme ist mit 4,6 ha angegeben. Als Anlage 1.1 liegt ein Übersichtslageplan, als Anlage 1.2 ein Lageplan der Untersuchungspunkte bei.

Topographisch ist das Gelände durch eine Sattelstruktur geprägt. Der nördliche Teil des Areal weist dabei ein leichtes, generelles Hanggefälle in nördliche Richtung bis zum nördlich begrenzten Härtenweg auf. Im Anschluß verläuft das Gelände weitgehend eben über das Salem-College bis zum Goldbach. Nach Süden fällt der Hang in südöstliche Richtung auf den Stadtrand von Überlingen hin ab.

Für eine klassische Entwässerung des Erschließungsgebietes für Niederschlagswässer wäre der Bau eines Regenwasserkanals zum Bodensee erforderlich. Aus ökologischen Gründen sowie zur Vermeidung der Baukosten eines Kanals wurde daher die Versickerung von Niederschlagswasser angedacht. Die anfallende Wassermenge soll dabei bereits durch Dachbegrünungen und wasserdurchlässige Oberflächenbefestigungen sowie die Verwertung von Niederschlagswasser in Zisternen minimiert werden, sodass nur ein relativ kleiner Teil von überschüssigem Niederschlagswasser versickert werden müsste.

Seitens des Ingenieurbüros GBB Grundbau Bodensee GmbH, welches bereits die Baugrunderkundung für das Erschließungsgebiet durchgeführt hat, wurden Bedenken gegen eine Versickerung geäußert [4.3]. Eine Versickerung wurde zwar potenziell für möglich gehalten, allerdings wurden Gefahren durch oberflächlich ablaufendes Niederschlagswasser gesehen sowie durch oberflächennah hangparallel abströmendes Sickerwasser. Dieses könnte zum Einen zu Hanginstabilitäten führen, zum Anderen könnte das Sickerwasser auch zu Durchfeuchtungsschäden an der Nachbarbebauung führen.

Die Bedenken waren zunächst grundsätzlich ernst zu nehmen. Um trotzdem zumindest die Möglichkeit von partiellen Niederschlagswasserversickerungen zu prüfen, waren gezielte Untersuchungen erforderlich, um das Versickerungsverhalten der Niederschläge im Untergrund besser einschätzen zu können. Zu diesem Zweck wurden Versickerungsversuche jeweils am Nordrand sowie an der Südostecke des Grundstücks im oberflächennäheren Bereich in Schürfgruben und im tieferen Bereich in Bohrungen durchgeführt.

4. Geologische Verhältnisse

Der präquartäre Untergrund wird von den Schichten der Oberen Meeresmolasse (Miozän) gebildet. Diese gliedert sich in die Heidenlöcherschichten im Liegenden, die auch die Felswände am Bodensee-ufer bilden, sowie die überlagernden Sandschiefer.

Durch die pleistozäne Vergletscherung wurde das Oberflächenrelief des Molassensandsteins moduliert. Über dem Molassesandstein folgen Ablagerungen der Grundmoräne (Geschiebemergel, bzw. Geschiebelehme) sowie fluvioglaziale Bildungen aus umgelagerten Grundmoränenmaterial und verwittertem Sandsteinmaterial (Tettngang Subformation).

Der westliche Teil der topographischen Sattelstruktur wird von einem Drumlin (ein gestauchter Grundmoränenhügel) gebildet.

Im obersten Bereich können lokal geringmächtige Auffüllungen anstehen.

5. Aufschlussarbeiten

Zur Erkundung der hydraulischen Eigenschaften des Untergrundes wurde am Nordrand, sowie in der Südostecke des Geländes jeweils eine Schürfgrube angelegt, sowie benachbart jeweils eine Kernbohrung. Sowohl in den Schürfgruben, als auch in den Kernbohrungen wurden Versickerungsversuche zur Bestimmung des Schluckvermögens und des Durchlässigkeitsbeiwertes der Bodenschichten durchgeführt. Eine weitere Kernbohrung wurde im Bereich des Sattels abgeteuft, um den Verlauf der Oberkante des Molassesandsteins genauer erfassen zu können. In dieser Bohrung fanden keine Versuche statt.

Die Aufschlüsse wurden von einem Geologen von **HuP** nach geologischen und bodenmechanischen Kriterien aufgenommen. Eine zeichnerische Darstellung der Profilaufnahmen liegt als Anlage 2 und 3 bei. Des Weiteren wurden repräsentative Bodenproben aus den Aufschlüssen entnommen.

Die Untersuchungspunkte wurden nach Lage und Höhe mittels GPS eingemessen. Die Lage kann dem beiliegenden Lageplan 1.2 entnommen werden.

5.1 Schichtfolge

Im Bereich SG 1/KB 1 stehen unter einer geringmächtigen Auffüllung aus sandig - schluffigem Material überwiegend feinkörnige Sande mit schluffigen Beimengungen an. In einen Tiefenbereich zwischen

2 m und 3 m ist eine Kiesführung mit gut gerundeten, gekritzten Geschieben zu verzeichnen, welche wieder in die schluffigen Feinsande übergehen.

Die schluffigen Feinsande, die in KB 1 bis in 3,3 m Tiefe reichen, werden als pleistozäne, glaziofluviale Schwemmsande aus umgelagerten Molassesandsteinmaterial interpretiert, wofür auch die glimmrigen Bestandteile sprechen.

Bis 8 m Tiefe folgt eine Verwitterungsschicht aus einem aufgewitterten, sehr mürben, feinkörnigen Sandstein, der in den grauen Sandschiefer der Oberen Meeressmolasse übergeht.

Die Oberkante des Molassesandsteins liegt bei 447,3 m NHN.

In KB 3 wurden die Pleistozänen Sande bis in 8,4 m Tiefe erbohrt. Bis 9,6 m folgt eine Verwitterungsschicht mit stark mürben, zum Teil vollständig zersetzten Sandstein, der in 10 m Tiefe in den Sandschiefer übergeht.

Die Oberkante des Molassesandsteins liegt bei 455,4 m NHN, erwartungsgemäß also deutlich über dem Niveau in KB 1.

In SG 2/KB 2 wurde unter geringmächtigen, feinsandigen Auffüllungen wiederum die Pleistozänen Sande bis in 8 m Tiefe erbohrt. Darunter folgen bis 9,3 m Geschiebelehme, die dem Molassesandstein aufliegen.

Oberkante Molassesandstein liegt bei 454,2 m NHN, so dass ein Einfallen der Sandsteinoberkante von KB 3 in Richtung KB 2 erkennbar ist.

In Anlage 4 ist ein geologischer Profilschnitt entlang der Bohrungen zur Verdeutlichung der Schichtlagerung dargestellt.

5.2 Grundwasserstände

Die Bohrungen KB 1 und KB 2 wurden insbesondere zur Durchführung der Versickerungsversuche als Grundwassermessstellen ausgebaut.

In KB 2 wurden Grundwasserzutritte in 5 m Tiefe und 9 m Tiefe festgestellt. Der Ruhewasserspiegel wurde in **5,07 m u. GOK = 459,16 m NHN** gemessen. In 8,0 m u.G. wurden Reste der Grundmoräne angetroffen, die als Grundwasserstauer fungieren dürften.

In KB 3 wurden ab 8,4 m Tiefe stark durchfeuchtete pleistozäne Sande angetroffen, für die eine schwache Grundwasserführung anzunehmen ist.

Die Bohrung KB 1 war trocken.

6. Korngrößenbestimmungen

An einer repräsentativen Auswahl von Bodenproben wurde die Kornverteilung bestimmt. Die Kornverteilungskurven liegen als Anlage 7 bei.

Abweichend von der Geländeansprache, die hinsichtlich der Differenzierungen zwischen eher schwach schluffigen Feinsanden und schluffigen Feinsanden vorgenommen wurden, zeigen die Kornverteilungskurven eine relativ einheitliche Korngrößenverteilung mit Feinkorngehalten $< 0,063$ mm von 25 % bis 32 %. In der Korngröße des Tons $< 0,002$ mm ergibt sich sogar ein mittlerer Gehalt von 10 % (das heißt nicht, dass es sich hierbei tatsächlich um einen Tonmineralanteil handelt, dafür scheint die Plastizität zu gering ausgeprägt). Das Material ist also im Wesentlichen als mittelsandiger, schluffiger, schwach toniger Feinsand anzusprechen.

Im Bereich des Grobkorn weicht hiervon nur die Probe SG1/3,0 m aus der kiesführenden Schicht in SG 1 ab, die einen Kiesanteil von immerhin 35 % aufweist.

Der Feinkorngehalt der Proben ist zu hoch, um mit den üblichen Abschätzformeln aus der Kornverteilung einen k_f Wert herleiten zu können.

7. Versickerungsversuche

In den beiden Schürfgruben sowie in den Bohrungen KB1 und KB2 wurden Versickerungsversuche zur Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes k_f der Böden zu gewinnen. Der k_f Wert ist der wesentliche Parameter zur Bemessung von Versickerungsanlagen.

7.1 Versickerungsversuche in Schürfgruben

Die Schürfgruben wurden jeweils mit 2 m³ Wasser (Trinkwasser) befüllt. Nach der Befüllung wurde der zeitliche Verlauf der Abnahme des Wasserspiegels gemessen. Als Anlage 6 liegen die Messprotokolle nebst der Auswertung der Schürfgruben - Versickerungsversuche bei.

In den pleistozänen Sanden in SG1 war eine eher schleppende Versickerung zu beobachten. Nach 80 Minuten begannen zudem Schollen aus den Seitenwänden nachzubrechen, was auch zu einer Verschlammung der Schürfgrube führte. Die letzte brauchbar auswertbare Wasserstandsmessung erfolgte daher nach 75 Minuten.

In SG2 konnte in den pleistozänen Sanden eine langsame, aber kontinuierliche Absenkung beobachtet werden. Die Schürfgrube erwies sich zudem über die Messzeit von 2 Stunden als standfest.

Die Entwicklung der Durchlässigkeitsbeiwerte k_f im Verlauf der Versuche ergibt im Allgemeinen zunächst einen stark abfallenden Ast im Anfangsstadium des Versuchs, geprägt durch saugende Matrixpotenziale und Sättigungseffekte. Im Regelfall nähern sich die Messwerte dann asymptotisch der tatsächlichen Durchlässigkeit an. Im weiteren Verlauf ist dann gegebenenfalls eine Abnahme der Durchlässigkeit durch Kolmationseffekte u.a. zu beobachten.

Für SG 2 kann eine Durchlässigkeit von $k_f = 1 \times 10^{-5}$ m/s abgeleitet werden. Für die pleistozänen Sande in SG 1 liegt die Durchlässigkeit zwischen 1×10^{-5} m/s abfallend auf unter 5×10^{-6} m/s. Als charakteristischer Wert wird hier eine Durchlässigkeit von $k_f = 5 \times 10^{-6}$ m/s gewählt.

7.2 Versickerungsversuche in Bohrungen

Die Versickerungsversuche in den Bohrungen sollten Aufschluss über die Durchlässigkeit der tieferen Bodenschichten geben. Dies ist insofern von Bedeutung, da gering durchlässige Schichten zwischen der Versickerungsebene und dem Grundwasserkörper zur Bildung von Stauwasserhorizonten führen können, was zu oberflächennah vagabundierenden Sickerwasserströmungen führen kann. Diese könnten wiederum zu Schäden an benachbarter Bebauung führen.

Für die Durchführung der Versickerungsversuche wurden die Bohrungen als 2- Zoll - Messstellen ausgebaut. Die Ausbaupläne können Anlage 3 entnommen werden.

Für KB1 ergab sich nur eine geringe Versickerungsleistung. In einer Tiefe von 6,2 m u.G. kam diese dann auch praktisch zum Erliegen, so dass bereits im unteren Bereich der Verwitterungsschicht des Molassesandsteins sowie im Molassesandstein selber keine nennenswerte Durchlässigkeit besteht.

Versuchsprotokoll und Auswertung der Versickerung in KB 1 nach einem Berechnungsalgorithmus von HEITFELD liegt als Anlage 5 bei. Der Bereich unterhalb 6,2 m Tiefe wurde dabei als wasserstauend angesetzt und nicht in die Berechnung einbezogen. Die Durchlässigkeit im oberen Teil der Verwitterungsschicht liegt als charakteristischer Wert nur bei $k_f = 1 \times 10^{-7} \text{ m/s}$ und damit deutlich unter den bestimmten Durchlässigkeiten der pleistozänen Sande.

In KB2 wurde der Grundwasserspiegel mit 5,07 m u.G. überraschend hoch angetroffen. Die Versickerungsstrecke in der Bohrung liegt daher innerhalb des Grundwasserspiegels, was natürlich von der Realität der Versickerung abweicht. Aufgrund dieser ungünstigen Randbedingungen war es auch nicht möglich, die Absenkkurve mit den üblichen Ansätzen sinnvoll auszuwerten.

Allerdings hat sich bei der Versuchsdurchführung gezeigt, dass das Messstellenrohr bei einem Wasserzufluss von 0,3 l/s nicht vollständig gefüllt werden konnte. Tatsächlich konnte die Spiegelhöhe im Rohr nur auf einen quasi stationären Zustand von 0,33 m unter ROK aufgefüllt werden. Der Versuch wurde daher stationär nach einer Gleichung aus dem Earth Manual berechnet:

$$k_f = 1/(2\pi L) * \ln[L/r_0] + Q/H_0$$

mit

L = wirksame Filterlänge (2,9 m)

r₀ = Bohrlochdurchmesser (0,09 m)

Q = Infiltrationsrate (3 x 10⁻⁴ m³/s)

H₀ = Druckhöhe (5,7 m)

Hieraus ergibt sich eine Durchlässigkeit von $k_f = 9 \times 10^{-5} \text{ m/s}$. Dieser Wert erscheint aus Erfahrung etwas überhöht zu sein. Daher wird von einem charakteristischen k_f -Wert von **5 x 10⁻⁵ m/s** ausgegangen. Auch der reduzierte Wert liegt allerdings noch deutlich über dem der oberflächennahen Sande, die im Versickerungsversuch der Schürfgrube erfasst wurden.

8. Ansatz der Durchlässigkeitsbeiwerte

Für die Bemessung der Versickerungsanlage können nach DWA-A 138 die gemessenen charakteristischen k_f -Werte mit dem Faktor 2 multipliziert werden. Berechnungsrelevant anzusetzen ist jedoch der

$k_{f,u}$ -Wert für einen ungesättigten Zustand des Bodens, der 50 % des ansetzbaren k_f - Wertes entspricht. Netto gleichen sich die Korrekturfaktoren damit aus.

9. Bewertung

Für eine zentrale Versickerung von Niederschlagswasser auf dem Erschließungsgebiet Südlich Härten könnte ungefähr ein Drittel bis zur Hälfte der Fläche nach Norden zum Härtenweg entwässert werden. dort könnten Versickerungseinrichtungen angelegt werden.

Bei einer ausreichenden Durchlässigkeit des Untergrundes von $k_f = 1 \times 10^{-5}$ m/s sind die Randbedingungen für eine Versickerung als günstig einzuschätzen. Der Grundwasserkörper liegt in ausreichender Tiefe unter der Versickerungsebene, ohne dass mit zwischenliegenden, stauenden Horizonten zu rechnen ist. Oberflächennahe, vagabundierenden Sickerwasserströme spielen daher keine Rolle. Zudem ist davon auszugehen, dass die Grundwasserströmung auf den Goldbach als Vorfluter gerichtet ist.

Spezifische Risiken im Zuge einer Versickerung am Nordrand des Geländes sind nicht erkennbar.

Am Südrand des Geländes liegt die Versickerungsfähigkeit mit $k_f = 5 \times 10^{-6}$ m/s im Bereich der pleistozänen Sande in einem noch ausreichenden Bereich. Die ab 3,3 m Tiefe folgende Verwitterungsschicht weist mit 1×10^{-7} m/s jedoch eine deutlich geringere Durchlässigkeit auf. Da sich das versickernde Wasser zur Tiefe hin jedoch auf eine größere Fläche verteilt, wird dies zum Teil kompensiert. Eine wirklich stauende Schicht wurde jedoch erst in 7 m Tiefe erfasst. Aufgrund dessen kann davon ausgegangen werden, dass das zu versickernde Wasser in eine Tiefe absickern kann, das der hangabwärtigen Bebauung nicht gefährlich wird.

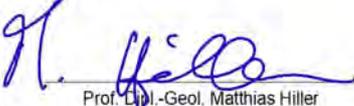
Um das Versickern des Wassers in größere Tiefen zu forcieren, wird empfohlen, die Versickerungsmulden mit Versickerungsschächten zu kombinieren, die bis 6 m unter Gelände zu führen sind. Nach einer zu fordernden Oberbodenpassage in der Versickerungsmulde würde das Sickerwasser von vorneherein möglichst tief in den Untergrund eingebracht.

Die Versickerungsschächte oder Bohrungen könnten mit verhältnismäßig überschaubarem Aufwand mittels Bagger mit Greiferverlängerung hergestellt werden. Die Greiferbohrung könnte dann verkiest werden, wobei der Kiesfilter zur Oberfläche hin mit einem Vlies abzudecken ist, um einen Feinkorneintrag zu verhindern.

Unter den genannten Prämissen wird keine Gefährdung der talwärtigen Nachbarbebauung gesehen (gefährdet wären sowieso nur Gebäude, die nicht über eine funktionsfähige Drainage verfügen).

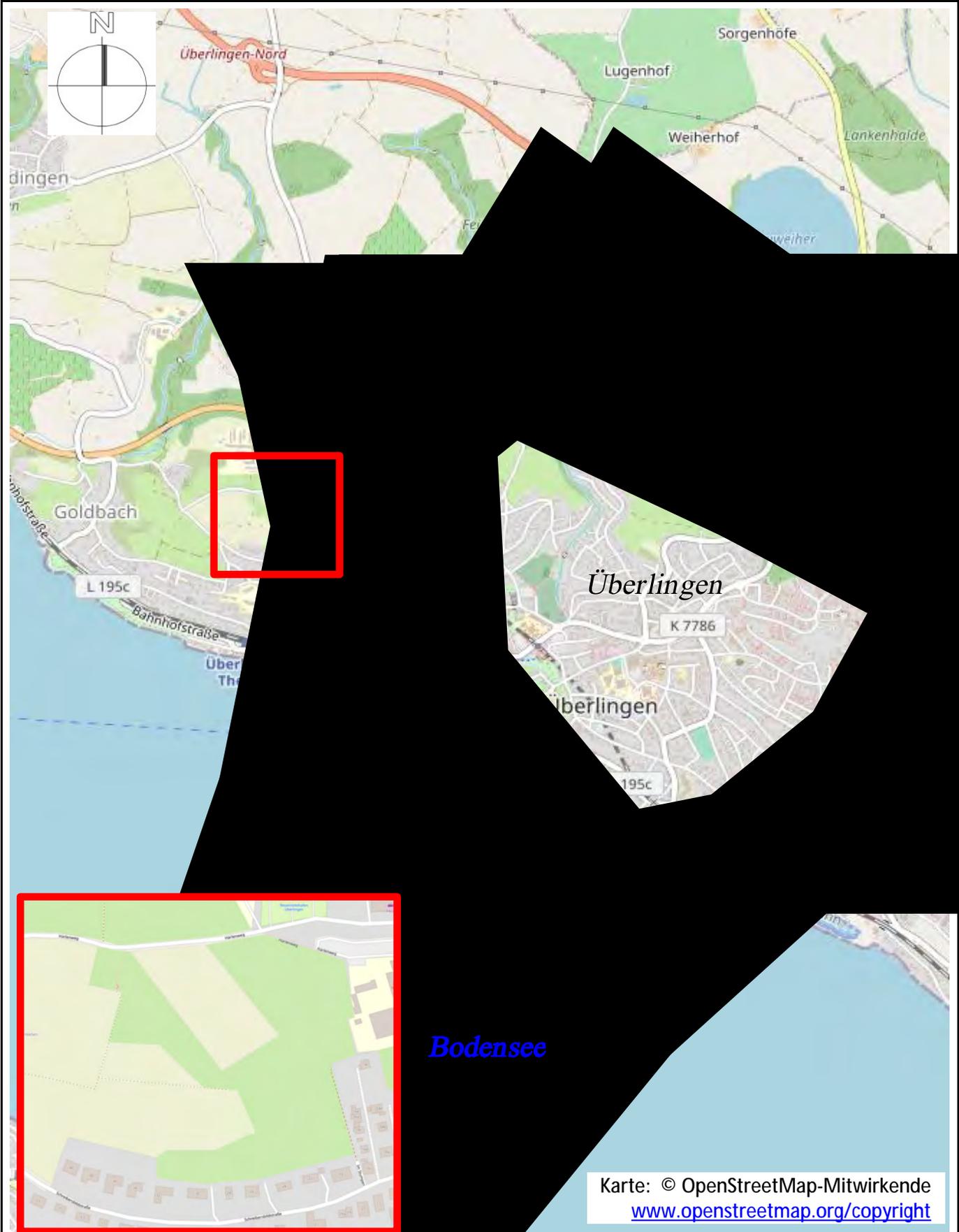
Die Gefahr einer Destabilisierung des Hanges wird nicht gesehen. Auf den nächsten 150 m talwärts ist der Hang relativ flach ausgebildet, so dass kein grundsätzliches Risiko besteht. Bei der dann folgenden Hangversteilung hat sich das zugeführte Sickerwasser bereits großflächig verbreitet, so dass auch hier keine Standsicherheitsprobleme erkennbar sind. Dies gilt nicht zuletzt, da durch Bebauung und Versiegelung zwischen Hangkante und Erschließungsgebiet die natürliche Grundwasserneubildungsrate sowieso reduziert ist, was vermutlich noch nicht einmal durch die Versickerung auf dem südlichen Teil Erschließungsgebietes kompensiert wird.

Generell ist natürlich festzuhalten, dass das eingesickerte Niederschlagswasser dem Bodensee als natürliche Vorflut zuströmt und irgendwo dispers an der Hangflanke austreten wird, ohne dass dies genauer zu prognostizieren ist. Eine wesentliche Veränderung der bestehenden bzw. natürlichen Verhältnisse wird darin jedoch nicht gesehen.

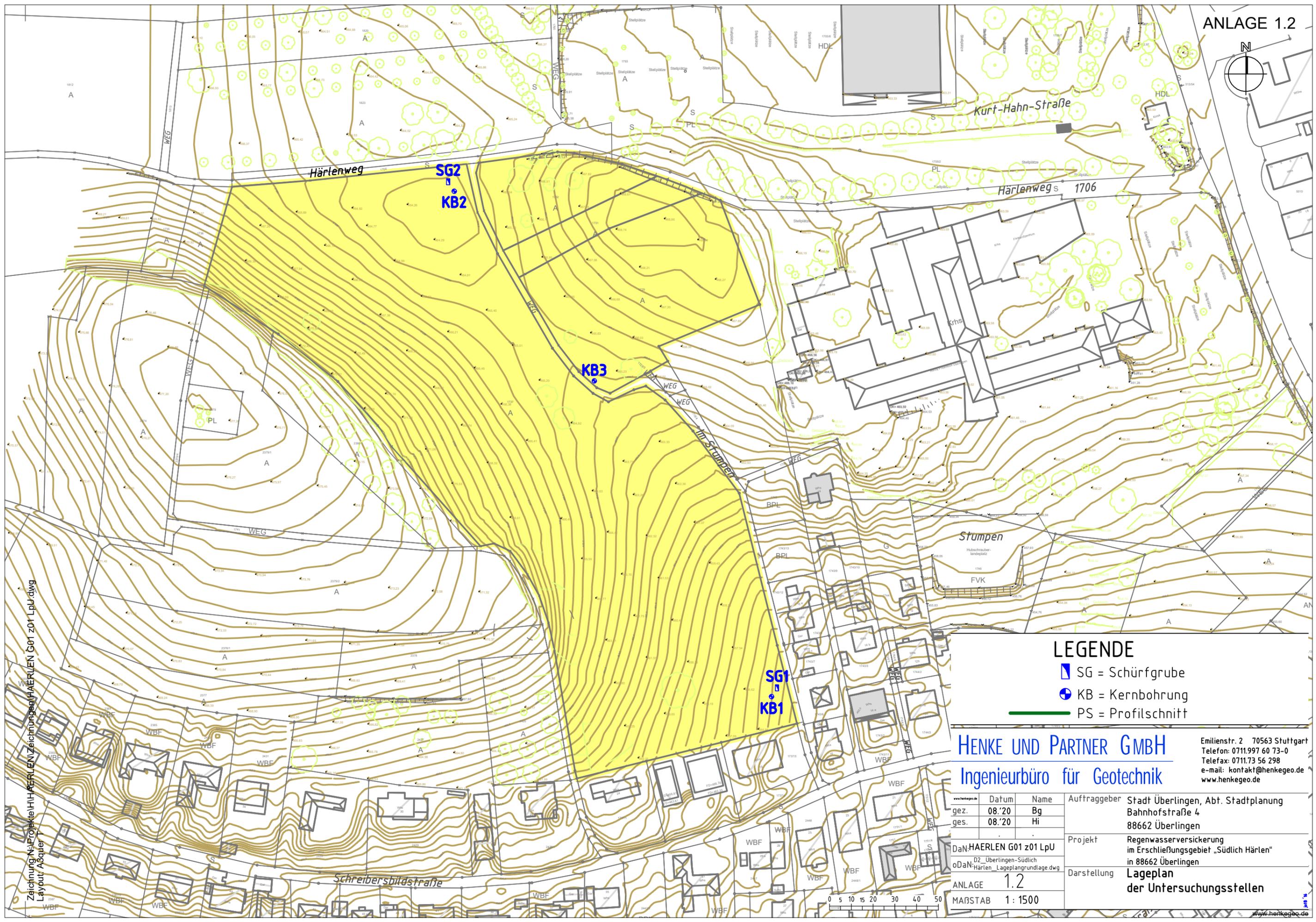
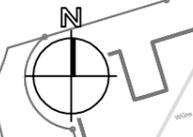

Prof. Dipl.-Geol. Matthias Hiller

Von der Industrie- und Handelskammer
Stuttgart öffentlich bestellter und vereidigter
Sachverständiger für Baugrundgeologie,
Hydrogeologie und Altlasten

Projekt: Regenwasserversickerung
im Erschließungsgebiet „Südlich Härten“ in 88662 Überlingen



Karte: © OpenStreetMap-Mitwirkende
www.openstreetmap.org/copyright



LEGENDE

- SG = Schürfgrube
- KB = Kernbohrung
- PS = Profilschnitt

HENKE UND PARTNER GMBH
 Ingenieurbüro für Geotechnik

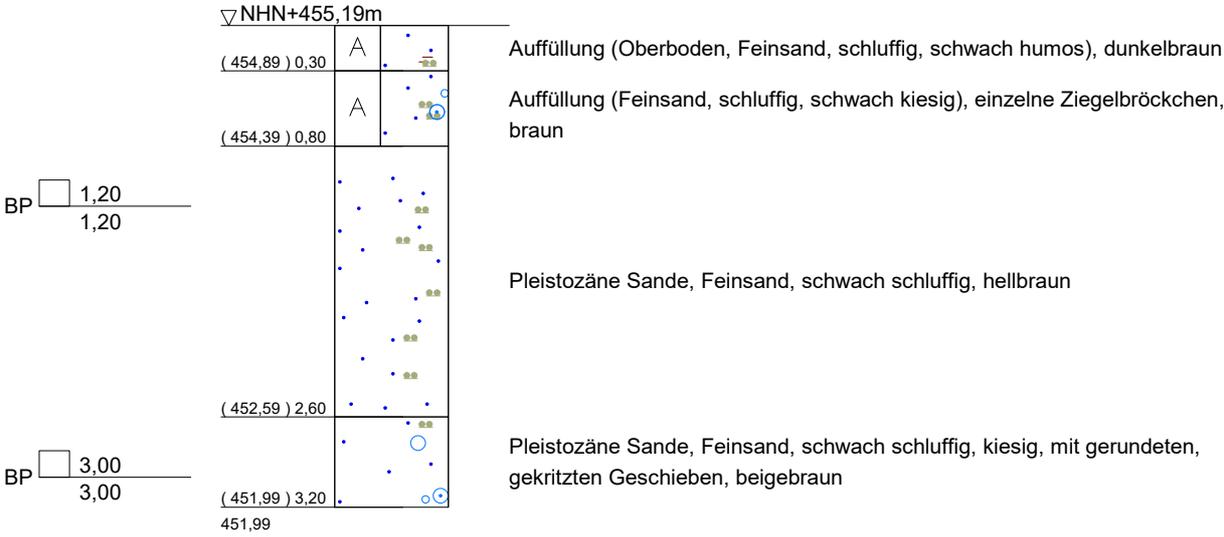
Emilienstr. 2 70563 Stuttgart
 Telefon: 0711.997 60 73-0
 Telefax: 0711.73 56 298
 e-mail: kontakt@henkegeo.de
 www.henkegeo.de

www.henkegeo.de	Datum	Name	Auftraggeber
gez.	08.'20	Bg	Stadt Überlingen, Abt. Stadtplanung
ges.	08.'20	Hi	Bahnhofstraße 4
DaN:HAERLEN G01 z01 LpU			88662 Überlingen
oDaN: D2_Überlingen-Südlich			Projekt
Härten Lageplangrundlage.dwg			Regenwasserversickerung
ANLAGE 1.2			im Erschließungsgebiet „Südlich Härten“
MAßSTAB 1:1500			in 88662 Überlingen
			Darstellung
			Lageplan
			der Untersuchungsstellen

Zeichnung: N:\Projekte\HAERLEN\Zeichnungen\HAERLEN G01 z01 LpU.dwg
 Layout: Abquer

ANLAGE 2.1

SG 1

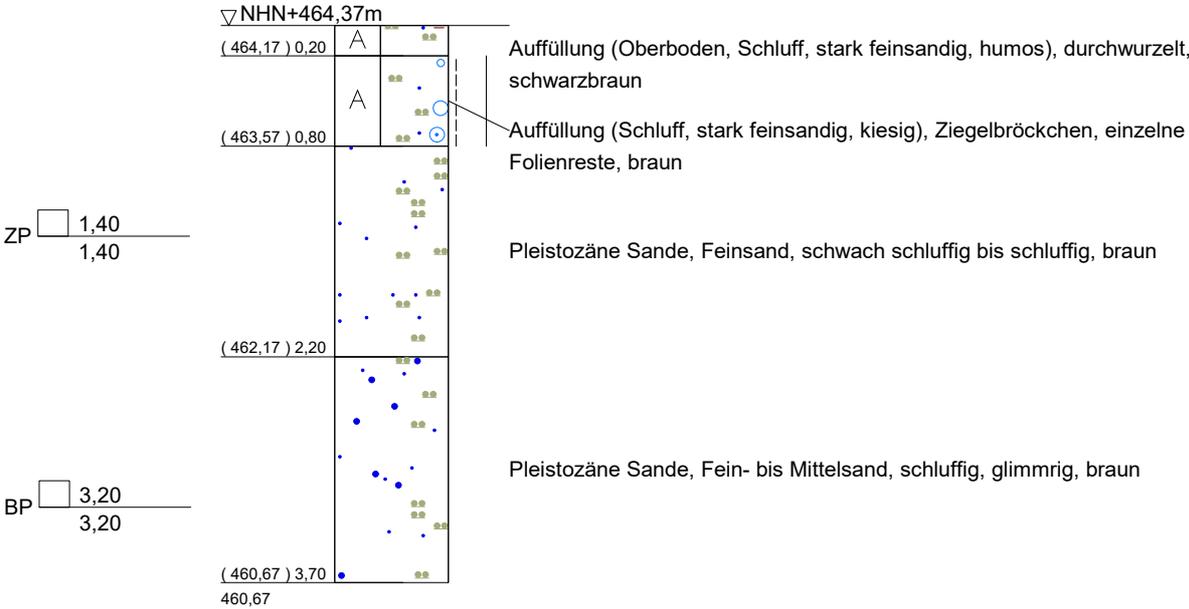


Bauvorhaben:
 Regenwasserversickerung Erschließungsgebiet
 "Südlich Härten" in Überlingen

Planbezeichnung:
 Schürfgrube (SG) 1

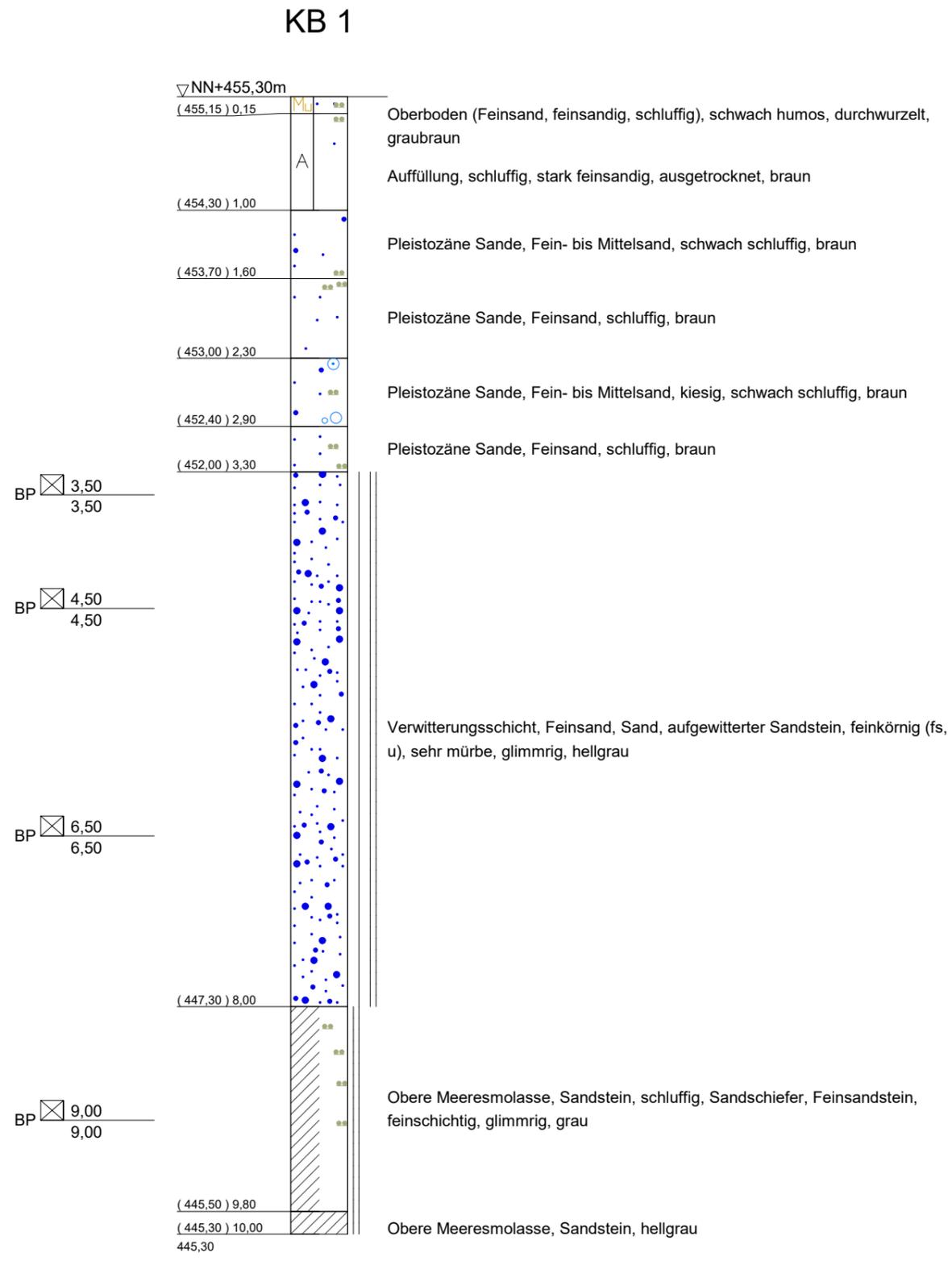
Plan-Nr: HAERLEN SG1	Maßstab: 1:50	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 997 60 73 - 0 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl.-Geol. M. Hiller	Datum: 23.06.20
	Gezeichnet: Wi	
	Geändert: _____	
	Gesehen: _____	
Projekt-Nr: HAERLEN		

SG 2

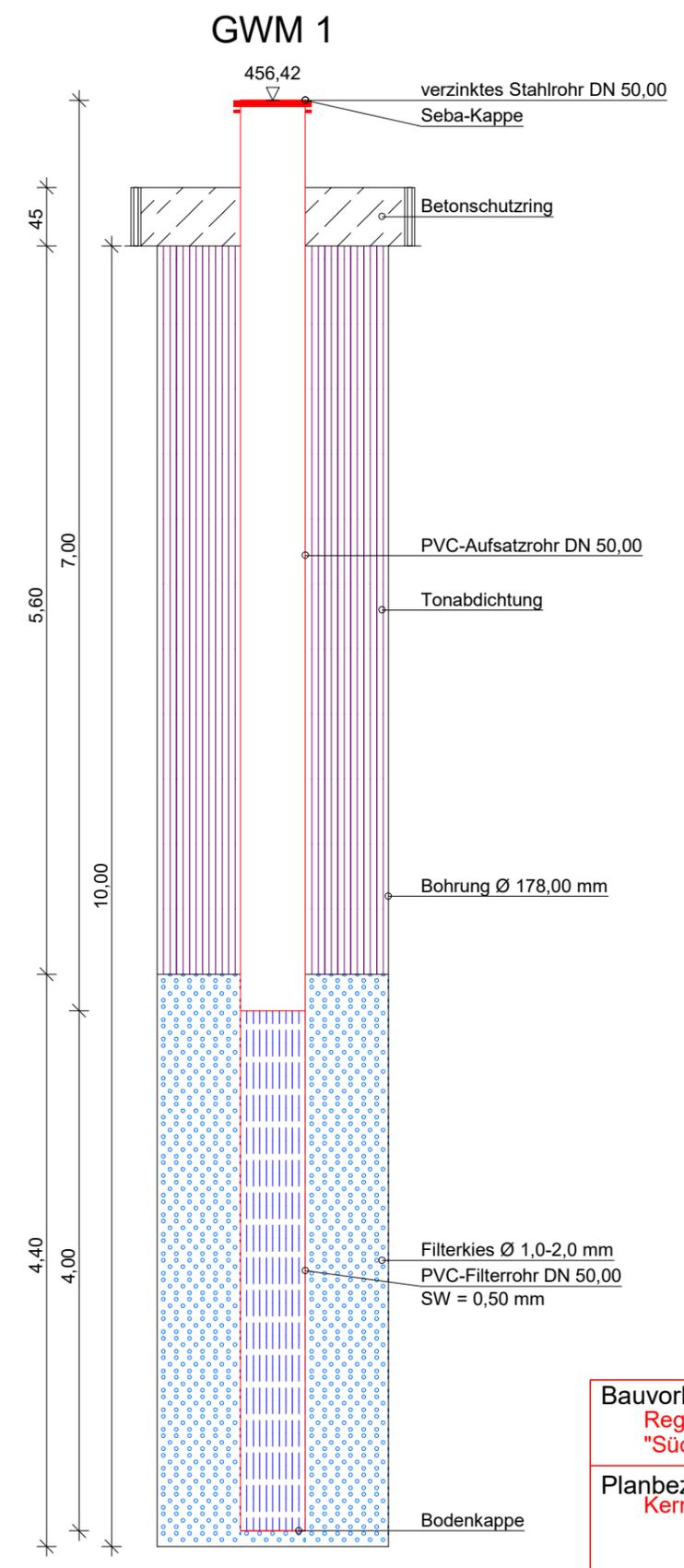


fließende Schichtübergänge

Bauvorhaben: Regenwasserversickerung Erschließungsgebiet "Südlich Härten" in Überlingen		
Planbezeichnung: Schürfgrube (SG) 2		
Plan-Nr: HAERLEN SG2	Maßstab: 1:50	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 997 60 73 - 0 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl.-Geol. M. Hiller	Datum: 23.06.20
	Gezeichnet: Wi	
	Geändert: _____	
	Gesehen: _____	
	Projekt-Nr: HAERLEN	



Bohrloch trocken



Bauvorhaben: Regenwasserversickerung Erschließungsgebiet "Südlich Härten" in Überlingen		
Planbezeichnung: Kernbohrung (KB) 1 /GWM 1		
Plan-Nr:	HAERLEN KB1 /GWM 1	Maßstab: 1:50
Bearbeiter:	Dipl.-Geol. M. Hiller	Datum: 29.07.20
Gezeichnet:	Mo	
Geändert:		
Gesehen:		
Projekt-Nr:	HAERLEN	

Projekt: Regenwasserversickerung Erschließungsgebiet "Südlich Härten" in Überlingen

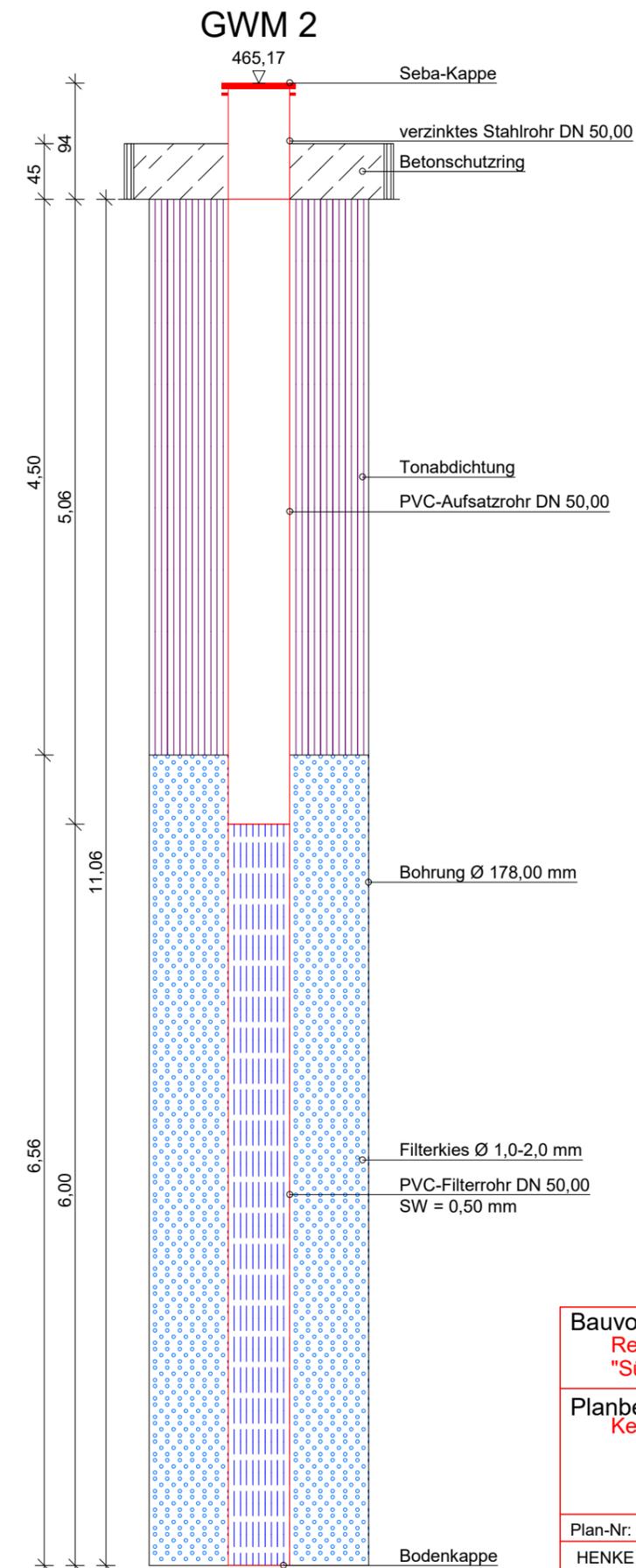
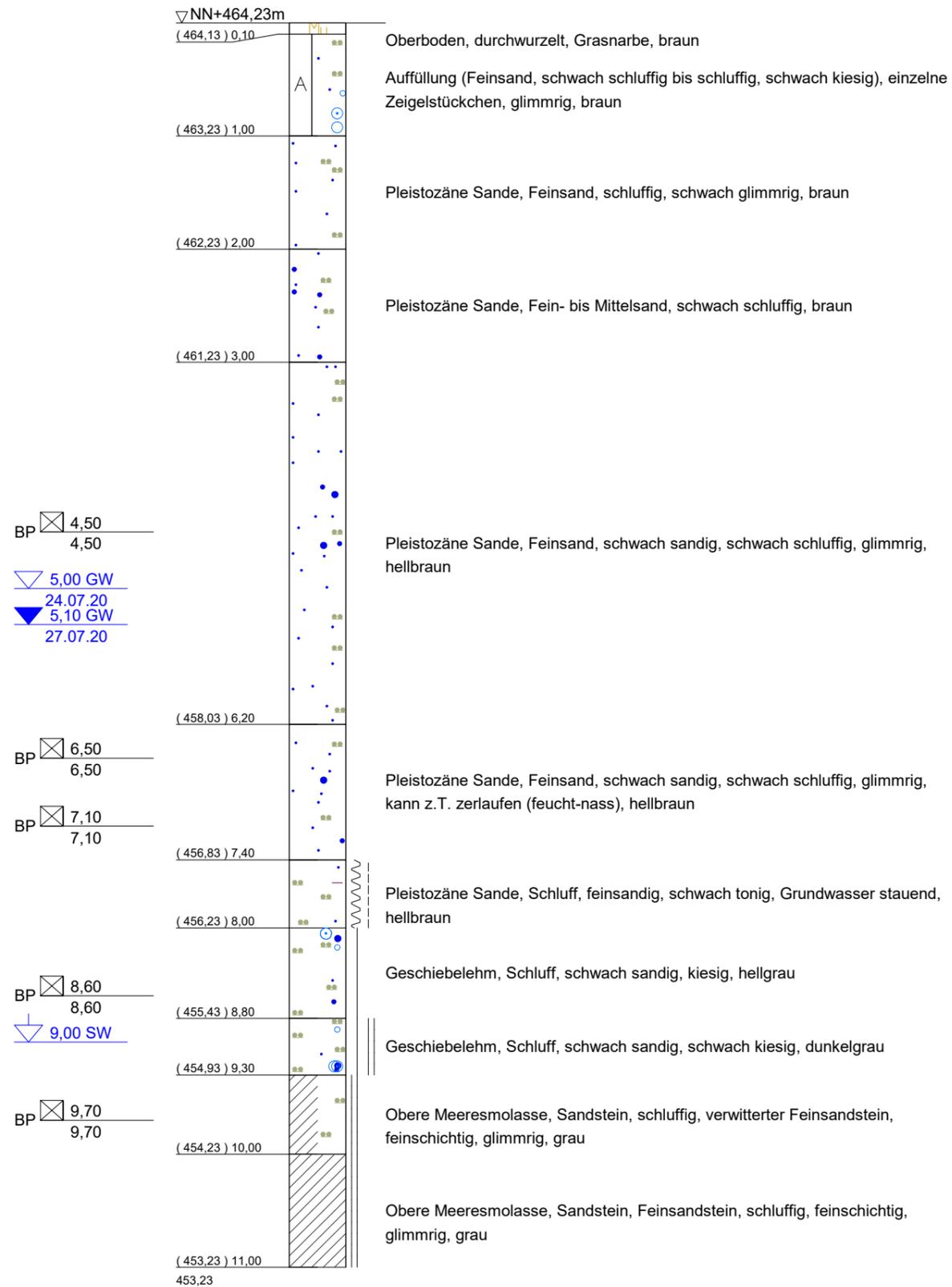
0m



|10m

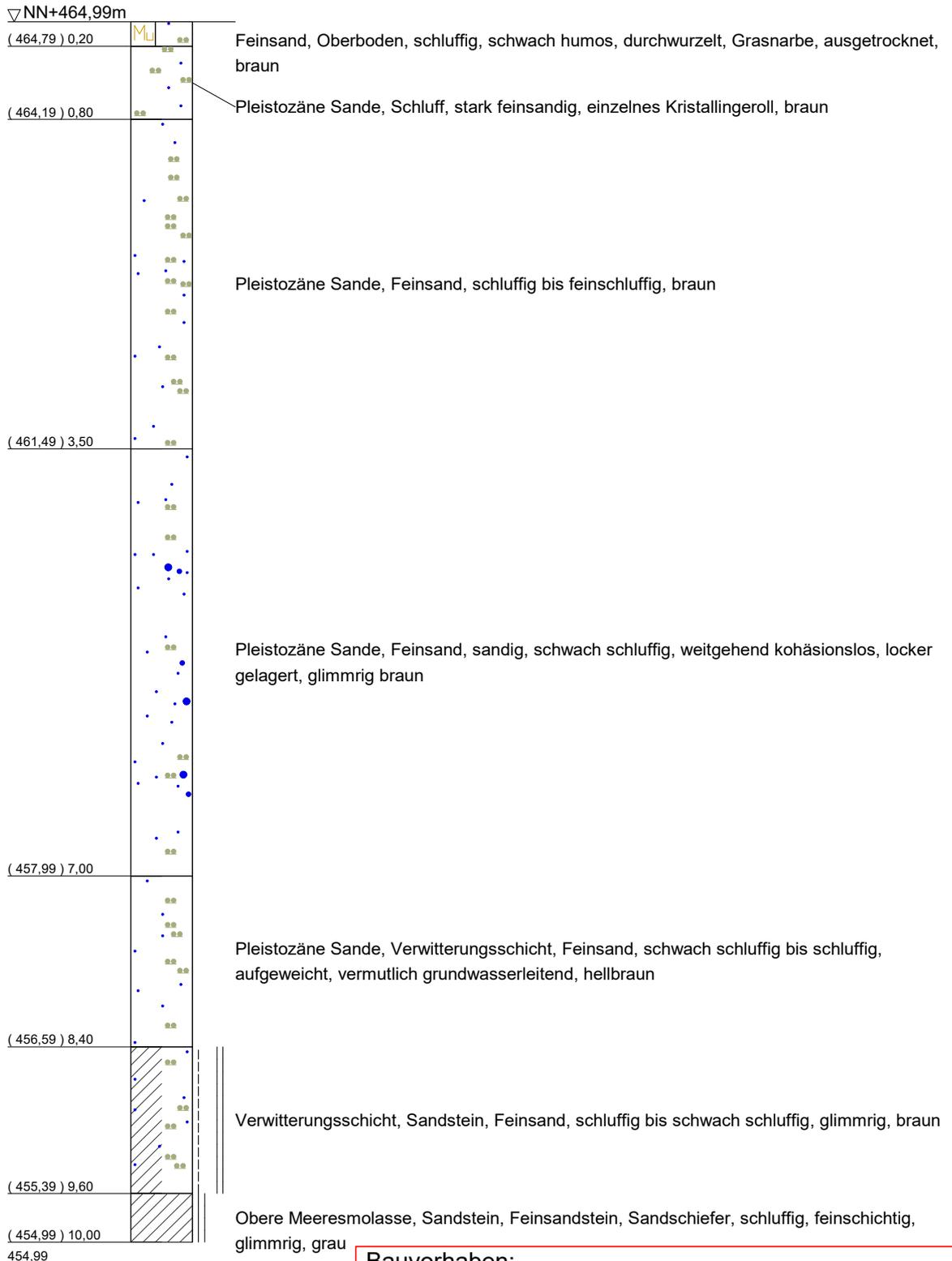
bearb.	Mo	gepr.	Hi	geseh.	Hi
--------	----	-------	----	--------	----

KB 2



Bauvorhaben: Regenwasserversickerung Erschließungsgebiet "Südlich Härten" in Überlingen		
Planbezeichnung: Kernbohrung (KB) 2 /GWM 2		
Plan-Nr: HAERLEN KB2 /GWM 2	Maßstab: 1:50	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 997 60 73 - 0 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl.-Geol. M. Hiller	Datum: 29.07.20
	Gezeichnet: Mo	
	Geändert:	
	Gesehen:	
	Projekt-Nr: HAERLEN	

KB 3



GW Stand nach Bohrende nicht messbar.
Bohrloch bei 7 m u. GOK zugefallen (Lichtlotspitze nass)

Bauvorhaben:
Regenwasserversickerung Erschließungsgebiet "Südlich Härten" in Überlingen

Planbezeichnung:
Kernbohrung (KB) 3

Plan-Nr: HAERLEN KB3	Maßstab: 1:50	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 997 60 73 - 0 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl.-Geol. M. Hiller	Datum: 29.07.20
	Gezeichnet: Mo	
	Geändert: _____	
	Gesehen: _____	
Projekt-Nr: HAERLEN		

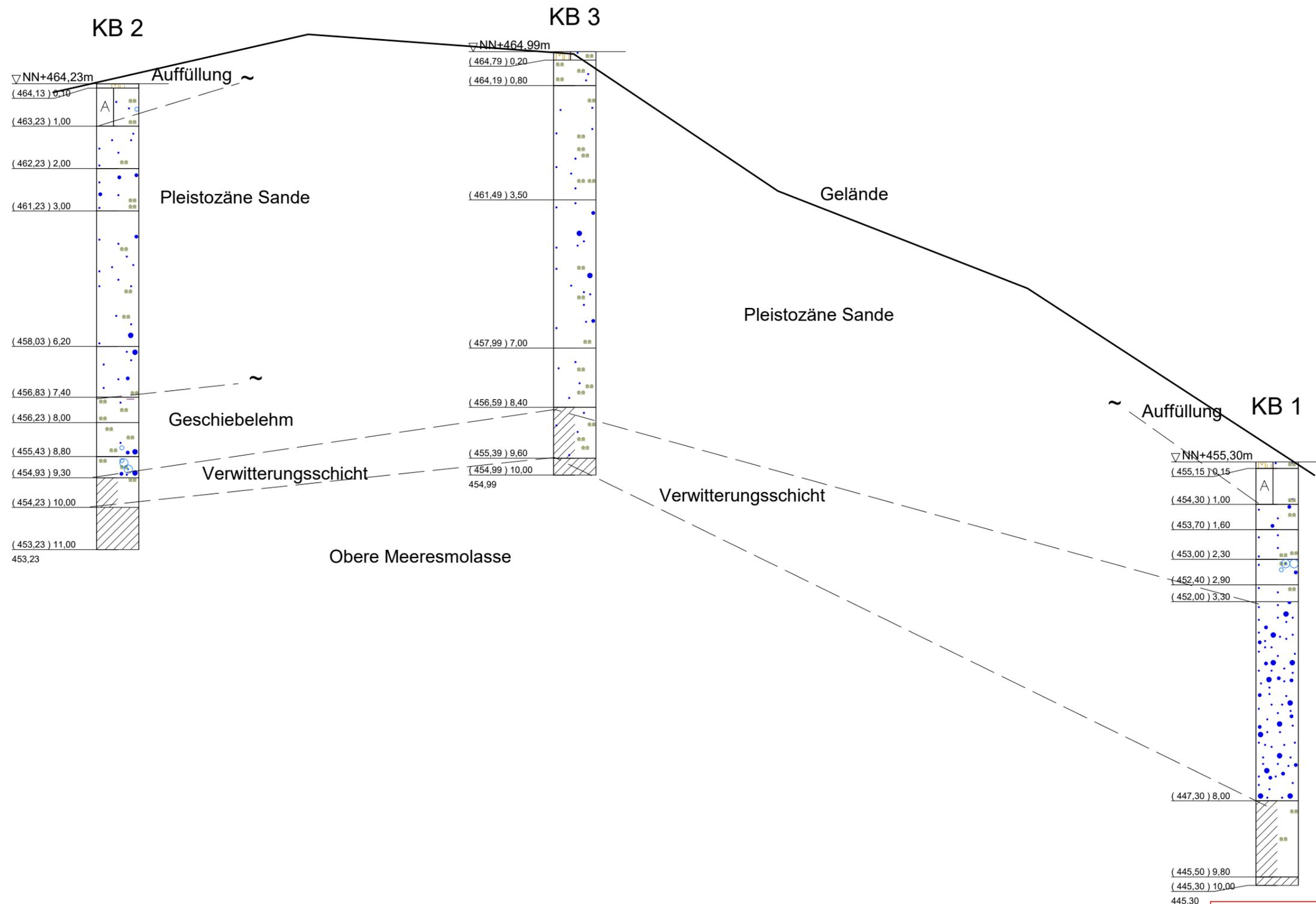
Projekt: Regenwasserversickerung Erschließungsgebiet "Südlich Härten" in Überlingen

0m



|10m

bearb.	Mo	gepr.	Hi	geseh.	Hi
--------	----	-------	----	--------	----



Bauvorhaben: Regenwasserversickerung Erschließungsgebiet "Südlich Härten" in Überlingen		
Planbezeichnung: Profilschnitt PS1		
Plan-Nr: HAERLEN PS1	Maßstab: 1:1000/ 1:100	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 997 60 73 - 0 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl.-Geol. M. Hiller	Datum: 29.07.20
	Gezeichnet: Mo	
	Geändert: _____	
	Gesehen: _____	
	Projekt-Nr: HAERLEN	

ANLAGE 5

Projekt: Regenwasserversickerung Erschließungsgebiet Südlich Härten in 88662 Überlingen					
Bezeichnung Bohrung:		KB 1		Versuchsdatum: 29.07.20	
Bodenart Bohrungssohle:		Sst, verwittert			
Grundwasserabstand H_s (m):		$k_f = \pi \times dh \times Ct / (Cu \times h \times dt')$			
Bohrlochradius (m):		0,09		Pegelradius (m): 0,03	
Bohrlochtiefe (m):		7,2		Länge Sickerstrecke (m) 0,5	
Korrekturfaktoren		Cu 60,00		Ct 1,00	
Zeit [h]	Intervalldauer [sec]	Absenkung dz [m]	Pegelhöhe h [m]	Qn [m³/s]	k_f (20°C) [m/s]
0:00:00		2,54			
0:01:00	60	2,64	4,56	3,27E-06	1,31457E-07
0:02:00	60	2,70	4,50	1,96E-06	8,02672E-08
0:04:00	120	2,84	4,36	2,29E-06	9,57589E-08
0:09:00	300	3,15	4,05	2,03E-06	8,93533E-08
0:14:00	300	3,46	3,74	2,03E-06	9,64649E-08
0:19:00	300	3,78	3,42	2,09E-06	1,08338E-07
0:30:00	660	4,38	2,82	1,78E-06	1,05947E-07
1:00:00	1800	5,93	1,27	1,69E-06	1,53109E-07
1:45:00	2700	7,13	0,07	8,73E-07	
2:30:00	2700	7,15	0,05	1,45E-08	

Zeit [h]

Bemerkung: Höhenbezug auf ROK
charakteristischer k_f -Wert = **1 E-7 m/s**

Versickerungsversuch in Schürfgrube

Projekt: Erschließung Südlich Härten in 88662 Überlingen								ANLAGE 6.2	
Schürfgrubenbezeichnung: SG 2				Versuchsdatum: 23.06.20					
Bodenart Schürfgrubensohle: fS,u`									
Grundwasserabstand l_s [m]: 1									
Schürfgrubenabmessungen:									
Länge [m]: 1,7			Breite [m]: 1,1			Tiefe [m]: 3,7			
flächengleicher Kreis R_f [m]: 0,760					umfanggleicher Kreis R_u [m]: 0,875				
Zeit [hh:mm:ss]	Intervalldauer [s]	Pegelhöhe z [m]	dh dz [m]	Qs [m³/s]	i_a $(l_s+z)/(l_s+z/2)$	A_a [m²] $(R_u^2+z+(z^2/4))*\pi$	i_i $(l_s+z)/l_s$	A_i [m²] $R_f^2 * \pi$	k_f $Qs/(i_a * A_a + i_i * A_i)$
0:00:00		1,160							
0:02:00	120	1,130	0,030	4,5E-04	1,5305	4,1104	3,260	1,82	3,717E-05
0:05:00	180	1,110	0,020	2,0E-04	1,5261	4,0202	3,220	1,82	1,683E-05
0:10:00	300	1,090	0,020	1,2E-04	1,5215	3,9306	3,180	1,82	1,030E-05
0:20:00	600	1,050	0,040	1,2E-04	1,5122	3,7534	3,100	1,82	1,071E-05
0:30:00	600	1,010	0,040	1,2E-04	1,5025	3,5787	3,020	1,82	1,114E-05
1:00:00	1800	0,930	0,080	8,1E-05	1,4819	3,2368	2,860	1,82	8,077E-06
1:30:00	1800	0,850	0,080	8,1E-05	1,4595	2,9050	2,700	1,82	8,826E-06
2:05:00	2100	0,800	0,050	4,3E-05	1,4444	2,7027	2,600	1,82	5,012E-06

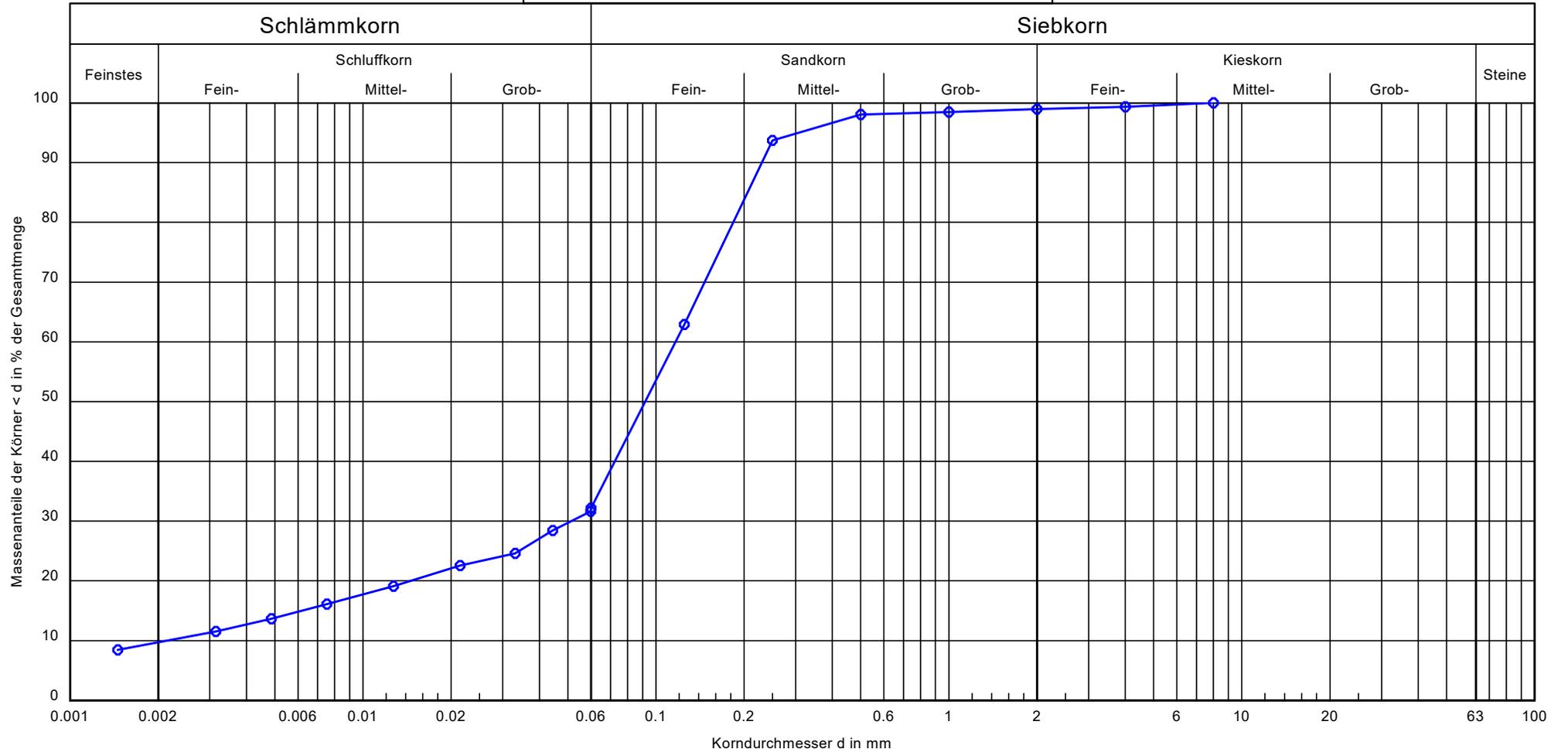
bearb. Hi gepr. geseh.

Projekt: BV Erschließungsgebiet
 "Südlich Härten"
 in 88662 Überlingen

Körnungslinie

nach DIN EN ISO 17892-4

HENKE UND PARTNER GMBH
 Ingenieurbüro für Geotechnik
www.henkegeo.de



geol. Bezeichnung:	Feinsand	Bemerkungen: Feinanteil: 32,19 %	Bericht: HAERLEN G01 Anlage: 7.2
Entnahmestelle/Tiefe:	KB 2 / 6.5 m		
Entnommen am:	29.07.2020		
Laborbearb./Bearb.-datum:	Me/ 19.08.2020		
Abgeschlämmt?:	ja		
d10	0.0021		
d30	0.0513		
d60	0.1166		
Cu/Cc	54.3/10.5		
T/U/S/G [%]:	1270		
Bodengruppe:	SU*		



Luftbildauswertung auf Kampfmittelbelastung Härtenweg, Erschließung Baugebiet Südlich Härten Überlingen

Datum: 17.06.2020

Projekt-Nr.: 20.06.19-01

Bearbeiter: Ruprecht Zwießler, M. Sc.

Auftraggeber: Stadt Überlingen
Stadtplanung
Bahnhofstraße 4
88662 Überlingen

Ansprechpartner: Herr Dipl.-Ing. (FH) Thomas Kölschbach
Tel.: 0 75 51/99-1323
Fax: 0 75 51/99-41323
Mail: t.koelschbach@ueberlingen.de

Planungsbüro: Planstatt Senner
JOHANN SENNER
Freier Landschaftsarchitekt BDLA • SRL • DGNB
Herr Dipl.-Ing. Philipp Padur
Breitlestraße 21
88662 Überlingen
Tel.: 0 75 51/91 99-20
Fax: 0 75 51/91 99-29
Mail: padur@planstatt-senner.de

Auftragserteilung: 08.06.2020

1. Zusammenfassung

Die vorliegende Luftbildauswertung für das Projekt Erschließung des Baugebiets Südlich Härten im Härtenweg in Überlingen wurde zur Vorerkundung einer potenziellen Belastung durch Kampfmittel aus dem Zweiten Weltkrieg, vorrangig Sprengbomben-Blindgänger, erstellt. Sie basiert auf der Auswertung historischer Luftbilder aus dem Zeitraum vom 24.02.1944 bis 29.05.1945 und liefert folgendes Ergebnis:

Die untersuchten Luftbilder liefern keine Hinweise auf eine erhöhte potenzielle Belastung des Untersuchungsgebiets durch Kampfmittel aus dem Zweiten Weltkrieg.

Nach unserem jetzigen Kenntnisstand können die geplanten Erkundungs- und Bauarbeiten für das geplante Bauvorhaben ohne weitere Auflagen durchgeführt werden.

Diese Aussagen können nicht als Garantie für die absolute Kampfmittelfreiheit des Untersuchungsgebiets gewertet werden. Sie beziehen sich ausschließlich auf das dargestellte Untersuchungsgebiet und gelten für den Zeitraum des beschriebenen Bauvorhabens.

2. Aufgabenstellung

In Überlingen ist im Härleweg die Erschließung des Baugebiets Südlich Härle geplant. Zur Absicherung der Erkundungs- und Bauarbeiten soll das Untersuchungsgebiet mit Hilfe einer Luftbildauswertung auf das mögliche Vorhandensein von Sprengbomben-Blindgängern aus dem Zweiten Weltkrieg untersucht werden.

Dazu werden die von den alliierten Streitkräften zwischen 1940 und 1945 aufgenommenen derzeit verfügbaren Luftbilder auf vorhandene Sprengbombenrichter, schwere Gebäudeschäden und militärische Strukturen hin untersucht. Sprengbombenrichter sind in unbebauten und vegetationsarmen Gebieten anhand ihres runden Kraterbilds und des sternförmigen Auswurfsaums, abhängig von ihrem Alter, der Bildqualität und der Beschaffung des Untergrunds, in der Regel gut zu erkennen. War ein Trichter der Witterung und anderen Umwelteinflüssen ausgesetzt, hat sich seine optische Erscheinung möglicherweise verändert, z. B., in dem er abflachte oder wieder verfüllt wurde. In bebauten und vegetationsreichen Gebieten, wie Städten und Wäldern, ist das Erkennen von Trichtern deutlich schwieriger, da sie durch Schlagschatten und/oder Verkippung (Radialversatz) von hohen Strukturen verdeckt werden können.

Sprengbomben-Blindgänger sind weder von einem runden Krater noch von einem sternförmigen Auswurf umgeben. Die Größe ihres Einschlagspunkts entspricht dem Durchmesser der Sprengbombe, welcher in der Regel bei ca. 50 Zentimetern liegt. Sprengbomben-Blindgänger sind daher nur auf Luftbildern von besonders guter Qualität und unter besten räumlichen Bedingungen als kleine, dunkle Punkte zu erkennen.

Artilleriebeschuss ist in Abhängigkeit von der Qualität der verfügbaren historischen Luftbilder in der Regel ebenfalls äußerst schwierig zu erkennen, da die Explosionstrichter von Artilleriegranaten ungleich kleiner und flacher sind als die der Sprengbombenrichter. Die Einschlagspunkte nicht explodierter Artilleriegranaten sind dabei noch mal um ein Vielfaches kleiner. Neben Luftbildern bester Qualität liefern häufig Archivrecherchen Hinweise für einen Artilleriebeschuss und dadurch entstandene Schäden.

Aufgrund der dargelegten Widrigkeiten und um ein möglichst vollständiges Bild der potenziellen Kampfmittelbelastung zu erhalten, gilt es, Luftbilder möglichst vieler verschiedener Zeitschnitte auszuwerten. Wir führen zu diesem Zweck regelmäßig neue Recherchen zur Luftbildabdeckung durch und erweitern ständig unsere Bestände.

Auf Basis der aus den Luftbildern gewonnenen Informationen können Aussagen in Bezug auf die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Sprengbomben-Blindgängern getroffen werden.

3. Untersuchungsgebiet

3.1. Angaben zum Untersuchungsgebiet

Projekt: Härtenweg, Erschließung Baugebiet Südlich Härten
Bundesland: Baden-Württemberg
Stadt: Überlingen
Straßen: Härtenweg, Im Stumpen
Gemarkung: Überlingen
UTM 32N-Koordinaten ca.: R: 511 089, H: 5 291 257

Übersichtsdarstellung mit Lage des Untersuchungsgebiets (schwarz markiert).



3.2. Einordnung in den historischen Kontext

Überlingen, am Ufer des Bodensees gelegen, wurde erstmals 770 urkundlich erwähnt. 1180 erhielt der Ort das Marktrecht und gewann dadurch schnell an Bedeutung. Im Laufe des 13. Jahrhunderts wurde Überlingen zur Stadt und kurze Zeit später zur Reichsstadt erhoben. Die Industrialisierung und die damit einsetzende Dampfschiffahrt begünstigte im 19. Jahrhundert den Fremdenverkehr in Überlingen. Der Landkreis Überlingen ging 1973 in den Bodenseekreis über. Heute leben ca. 21.900 Menschen in der Stadt.

Im Zweiten Weltkrieg war am 22. und 23. Februar 1945 der Bahnhof in Überlingen Ziel alliierter Luftangriffe. Dabei wurden auch sechs Gebäude zerstört und zahlreiche weitere beschädigt. Bei der Besetzung der Stadt am 25. April 1945 kam es zu Panzerbeschuss durch französische Truppen und zu kleineren Angriffen durch Jagdbomber. Am 25. April 1945 nahmen die französische Truppen Überlingen ein.

4. Auswertungsgrundlagen

Eine Luftbildrecherche ergab, dass das Untersuchungsgebiet und seine nähere Umgebung von 26 Luftbildern aus dem Befliegungszeitraum vom 24.02.1944 bis zum 29.05.1945 erfasst werden. Eine repräsentative Auswahl dieser Luftbilder wurde beschafft.

Die Qualität der Luftbilder hinsichtlich Schärfe, Auflösung, Bildmaßstab sowie Einflüssen des Aufnahmezeitpunkts (z. B. Sonnenstand, Verschattung, Vegetationsphase, Rauch) und der Witterungsverhältnisse (Wolken, Dunst, Regen, Schnee) ist als gut zu bewerten.

Das eigentliche engere Untersuchungsgebiet ist in Bezug auf Sprengbombenrichter gut und in Bezug auf Blindgänger-Einschläge sehr schlecht einzusehen.

5. Luftbildauswertung

5.1. Methodik der Luftbildauswertung

Die repräsentative Auswahl der Luftbilder wird mit Hilfe verschiedener bildgebender Verfahren analoger und digitaler Art, soweit möglich stereoskopisch, durchmustert und in Bezug auf mögliche Sprengbombenrichter, Blindgänger-Einschläge, Artilleriebeschuss, militärische Nutzungen, Verteidigungsanlagen und zerstörte bzw. schwer beschädigte Gebäude untersucht und ausgewertet.

Zur Analyse der Gesamtsituation werden gegebenenfalls die Art und Weise der Bombardierungen, außerdem die Häufigkeit der in der Umgebung des Untersuchungsgebiets auftretenden

Sprengbombenrichter sowie im Speziellen Flakstellungen, Grabensysteme oder weitere militärisch angelegte und genutzte Strukturen sowie die zivile Infrastruktur miteinbezogen.

5.2. Ergebnisse der Luftbildauswertung

Auf keinem der untersuchten Luftbilder finden sich im Untersuchungsgebiet und seiner unmittelbaren Umgebung Hinweise, die auf einen Beschuss mit Artillerie oder eine Bombardierung mit Sprengbomben rückschließen lassen. Ebenso sind keine Hinweise auf zerstörte Gebäude, Flakstellungen, Grabensysteme und weitere militärisch genutzte Strukturen auszumachen.

6. Fazit

Die Luftbildauswertung hat keine Anhaltspunkte für das mögliche Vorhandensein von Sprengbomben-Blindgängern innerhalb des Untersuchungsgebiets ergeben. Es besteht keine Notwendigkeit, den Kampfmittelbeseitigungsdienst Baden-Württemberg oder ein anderes autorisiertes Unternehmen zu weiteren Erkundungen einzuschalten.

Nach unserem jetzigen Kenntnisstand sind in Bezug auf Sprengbomben-Blindgänger keine weiteren Maßnahmen erforderlich. Die Erkundungs- und Bauarbeiten können diesbezüglich ohne weitere Auflagen durchgeführt werden.

Dieser Bericht hat nur für das oben und auf der Anlage 1 beschriebene Untersuchungsgebiet und für den Zeitraum des beschriebenen Bauvorhabens Gültigkeit. Es können daraus keine Aussagen für eventuelle Eingriffe in den Untergrund außerhalb des Untersuchungsgebiets abgeleitet werden.

Die vorliegende Luftbildauswertung basiert auf der Interpretation einer repräsentativen Auswahl der im Kapitel 4 „Auswertungsgrundlagen“ genannten Bilder. Daher beziehen sich die gemachten Aussagen nur auf die Befliegungsdaten der ausgewerteten Luftbilder und können nicht darüber hinausgehen. In der Vergangenheit bereits durchgeführte Räumungen oder Veränderungen der untersuchten Fläche, wie beispielsweise Baumaßnahmen, Geländeabtragungen oder Aufschüttungen in der Nachkriegszeit, die zu einer Veränderung der Belastungssituation geführt haben können, sind in dieser Auswertung nicht berücksichtigt.

Diese Mitteilung kann nicht als Garantie für die absolute Kampfmittelfreiheit des Untersuchungsgebiets gewertet werden.



Für Rückfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

Benedikt Herré
- Geschäftsführer -

Ruprecht Zwießler, M. Sc.
- Bearbeiter -

Anlage 1: Untersuchungsgebiet und Ausschnittvergrößerung eines Luftbilds vom 17.04.1945.



Untersuchungsgebiet (fett umgrenzt), neueres Luftbild.

Legende



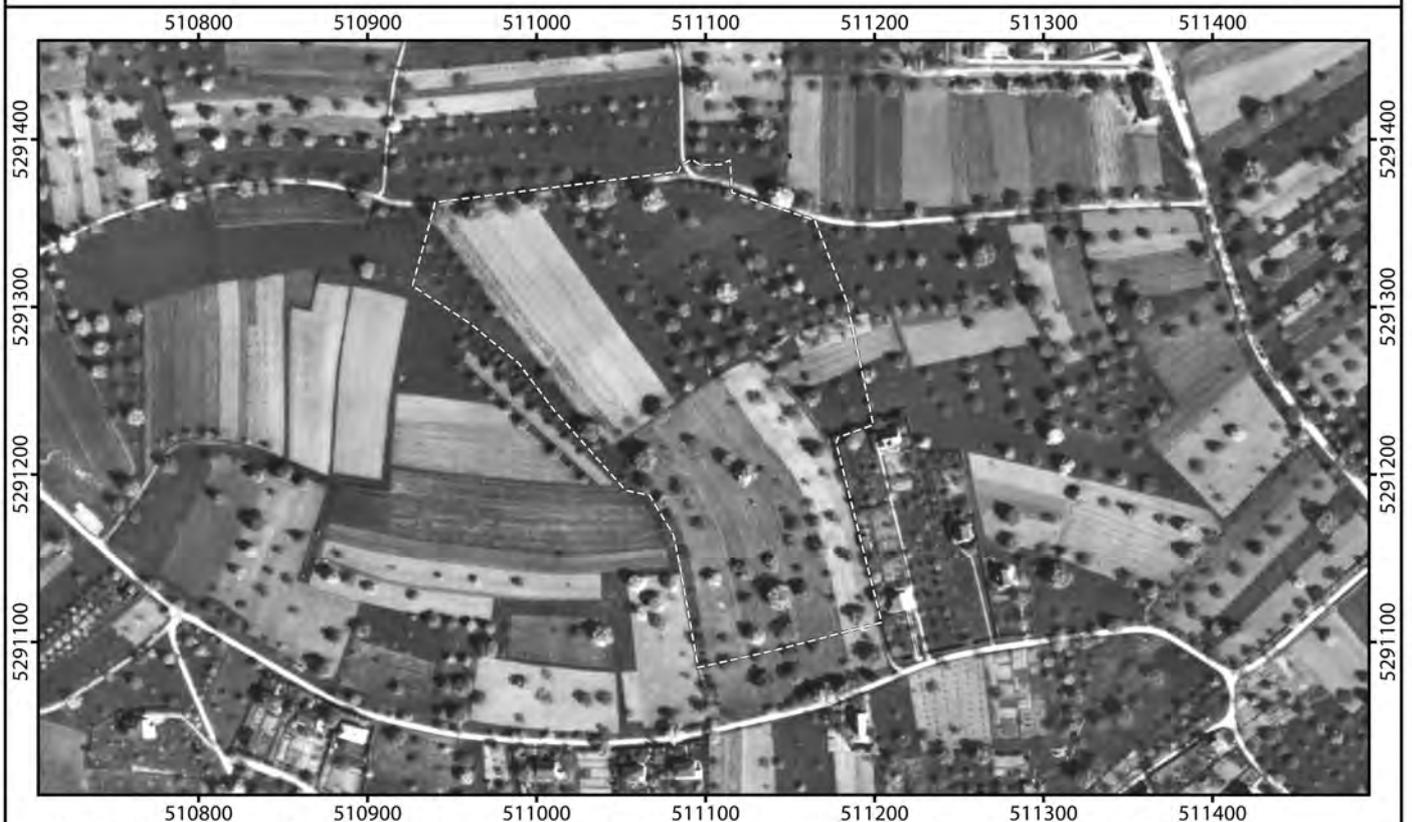
Untersuchungsgebiet



0 45 90 135 180 m



ca.-Maßstab 1 : 4 500
Koordinatenreferenzsystem: ETRS89 UTM32N



Untersuchungsgebiet (gestrichelt umgrenzt) auf einer Ausschnittvergrößerung eines entsprechenden Luftbilds vom 17.04.1945. Die Reproduktion des Luftbilds ist aus urheberrechtlichen Gründen nicht gestattet.

Projekt-Nr.: 20.06.19-01

Bearbeiter: Zwießler

17.06.2020

Anlage 1

Luftbildauswertung auf Kampfmittelbelastung

Überlingen
Härlenweg, Erschließung Baugebiet Südlich Härlen

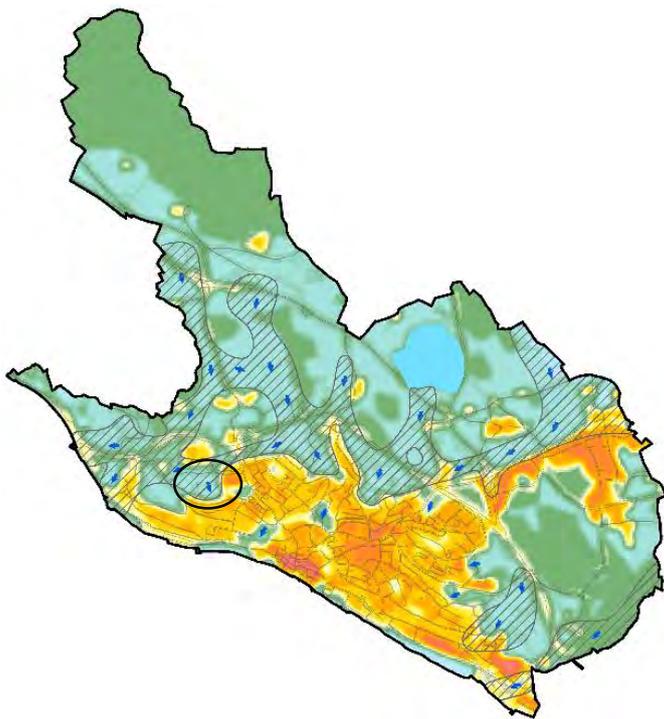


Luftbildauswertung GmbH

Ludwigstraße 17 B
D - 70176 Stuttgart

Tel.: +49 (711) 77 99 222
Fax: +49 (711) 77 99 249

Mail: info@lba-luftbildauswertung.de



KLIMAEXPERTISE
ÜBERLINGEN – „SÜDLICH HÄRLEN“

Qualitative Darstellung der klimatischen Veränderungen, hervorgerufen durch die geplanten Entwicklungen im Bereich des städtebaulichen Wettbewerbs.

KLIMAEXPERTISE ÜBERLINGEN - „SÜDLICH HÄRLEN“

Auftraggeber: Stadt Überlingen
Abteilung Stadtplanung
Bahnhofstraße 4 in 88662 Überlingen

Auftragnehmer: INKEK GmbH
Institut für Klima- und Energiekonzepte
Schillerstraße 50 in 34253 Lohfelden

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Sebastian Kupski, MSc(Eng) Janalisa Hahne
Qualitätssicherung: Prof. Dr. Lutz Katzschner

Lohfelden, 31.07.2021


Sebastian Kupski, Dipl.-Ing./ Stadtplaner-IngKH
(Geschäftsführer)

Bei allen Bezeichnungen, die auf Personen bezogen sind, meint die gewählte Formulierung alle Geschlechter, auch wenn aus Gründen der leichteren Lesbarkeit und Verständlichkeit die männliche Form gewählt wurde.

Die Erstellung des Gutachtens erfolgte nach Stand der Technik sowie nach bestem Wissen und Gewissen. Klimatische Analysen und Wetterbedingungen unterliegen einer entsprechenden Variabilität, das tatsächliche Eintreten kann naturgemäß nicht sicher prognostiziert werden. Der Auftragnehmer übernimmt keinerlei Haftung bei Nichteintritt der dargestellten Ergebnisse.

Inhalt

1. HINTERGRUND	3
2. UNTERSUCHUNGSGEBIET	4
2.1 RÄUMLICHE LAGE	4
2.2 STADTKLIMATISCHE LAGE	4
3. ENTWICKLUNGSGEBIET „SÜDLICH HÄRLEN“	7
3.1 BESCHREIBUNG DER KLIMAÖKOLOGISCHEN WIRKUNG (BESTAND)	9
3.2 BESCHREIBUNG DER KLIMAÖKOLOGISCHEN WIRKUNG (PLANFALL).....	10
4. FAZIT	12

1. Hintergrund

Die rechtliche Grundlage der Notwendigkeit stadtklimatischer Erhebungen im Planungsprozess, auch vor dem Hintergrund des projizierten globalen Klimawandels, stellt neben dem Raumordnungsrecht insbesondere das Baugesetzbuch (BauGB) dar. Gemäß BauGB § 1 Absatz 5 Satz 2 sollen Bauleitpläne u. a. dazu beitragen, eine menschenwürdige Umwelt zu sichern, sowie den Klimaschutz und die Klimaanpassung, speziell auch in der Stadtentwicklung, zu fördern. Gemäß BauGB § 1 Absatz 6 Ziffer 7 sind bei der Aufstellung von Bauleitplänen u. a. die Schutzgüter „Luft“ und „Klima“ zu berücksichtigen, entsprechend sollen Fachinformationen in Stadtklimakarten umgesetzt werden und durch daraus abgeleitete Planungshinweiskarten ergänzt werden.

Laut der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS, Fortschrittsbericht 2020) nimmt die Stadt- und Raumplanung eine „Schlüsselrolle im Bereich der Klimaanpassung“ ein. Da sich die steigende Hitzebelastung negativ auf die menschliche Gesundheit auswirkt, ist im Themenbereich „Stadtklima und Luftqualität“ ein großer Handlungsbedarf gegeben.

Die Stadt Überlingen plant im Bereich „Südlich Härden“ eine Siedlungserweiterung (siehe Abbildung 1). Im Rahmen eines städtebaulichen Wettbewerbs wurde ein Entwurf entwickelt, der in seiner Überarbeitung (Stand 05.03.2021, siehe Abbildung 4) stadtklimatisch untersucht werden soll.

Für diese Aufgabenstellung ist es nicht zwingend notwendig, computergestützte Modellierungsverfahren durchzuführen, sondern qualitative Einschätzungen vorzunehmen, die auf den Arbeiten zur gesamtstädtischen Klimaanalyse aus dem Jahr 2019 aufbauen und den langjährigen Erfahrungen der Bearbeiter beruhen.

2. Untersuchungsgebiet

2.1 Räumliche Lage

Das Plangebiet „Südlich Härlen“ liegt im Westen der Stadt Überlingen (Baden-Württemberg) und damit nördlich des Bodensees, siehe Abbildung 1. Es befindet sich in Hanglage mit einem Gefälle Richtung Bodensee. Das untersuchte Gebiet liegt zwischen dem Härlenweg im Norden und der Schreibersbildstraße im Süden, angrenzend an die östliche Bebauung „Im Stumpen“. Es wird derzeit als landwirtschaftliche Fläche genutzt. Im Norden und Westen des Gebietes befinden sich weitere landwirtschaftliche Flächen, östlich und südlich finden sich Wohnbebauung und Versorgungseinrichtungen vor.

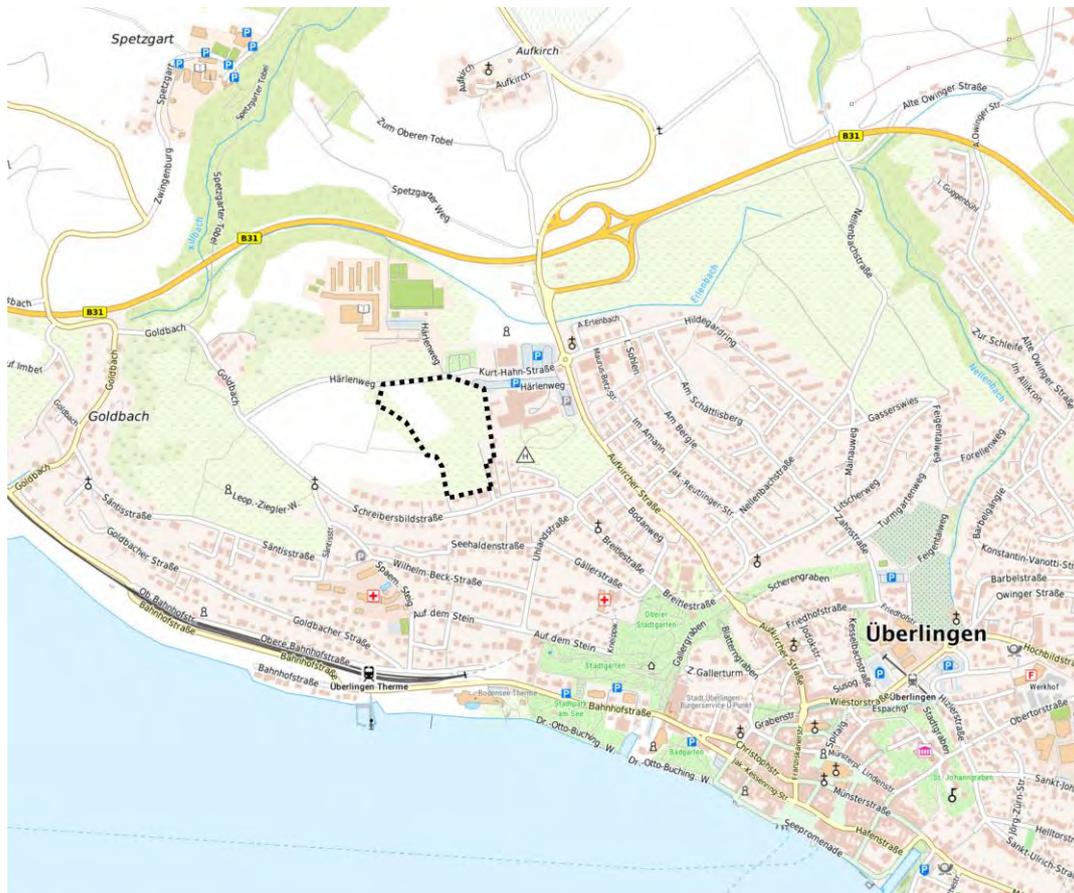


Abbildung 1: Übersichtskarte mit gepunktetem Plangebiet (TopPlusOpen).

2.2 Stadtklimatische Lage

Die erste Einschätzung der wichtigsten stadtklimatischen Faktoren erfolgt über die Planungshinweiskarte der Stadt Überlingen (2019). In Abbildung 2 wird die Fläche der Kategorie „Ausgleichsraum“ (hellgrün) und „Ausgleichsraum mit hoher Bedeutung“ (dunkelgrün) eingeordnet. Zudem ist sie als Luftleit- bzw. Kaltluftabflussbahn (Schraffur) charakterisiert. Dies stellt die Funktion der Fläche als Kaltluftproduzent und -lieferant in den Vordergrund.

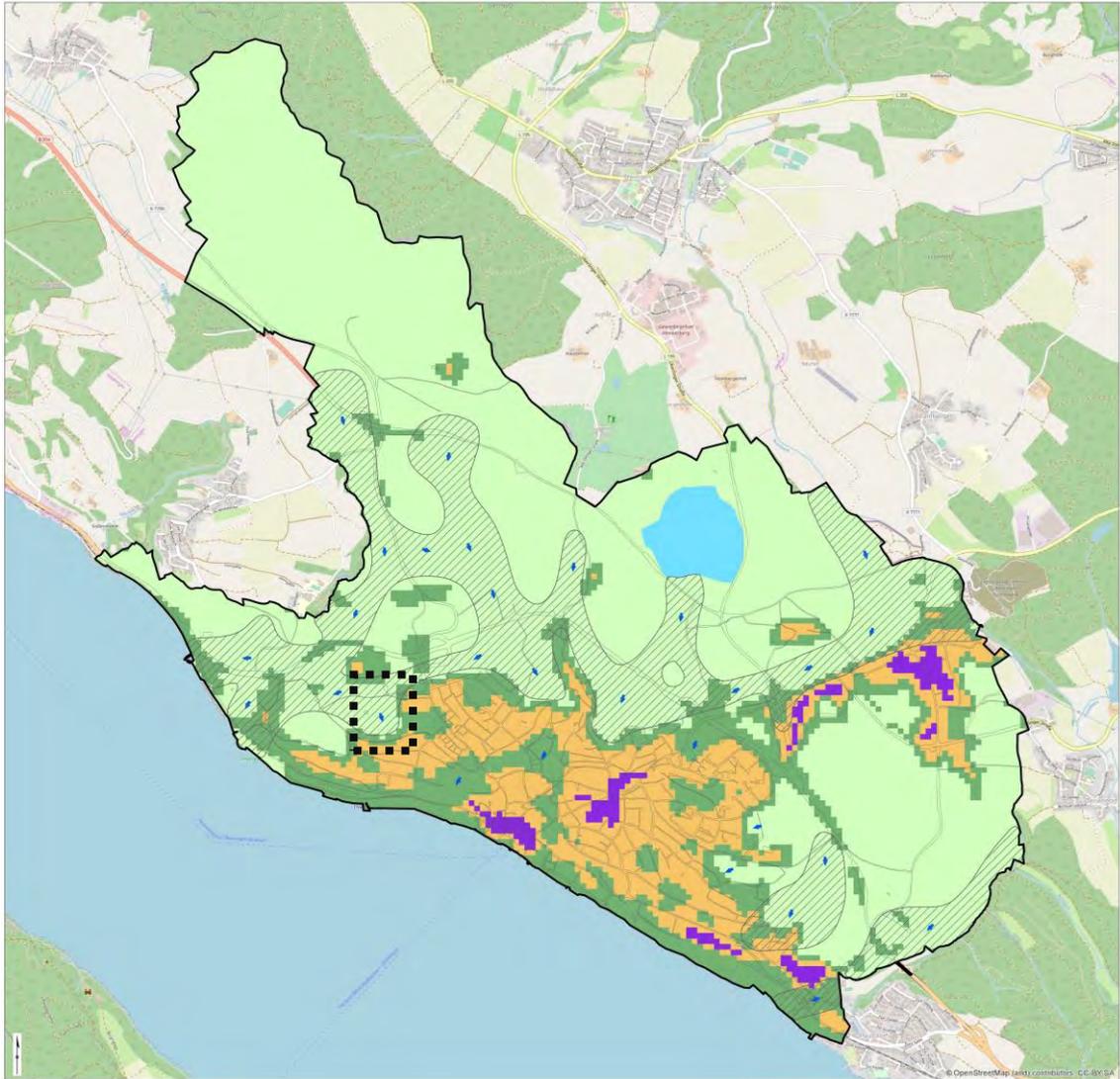


Abbildung 2: Planungshinweiskarte der Klimaanalyse Überlingen 2019 mit markiertem Betrachtungsraum, ohne Maßstab.

Im Detail kann die klimaökologische Lage aus der Klimafunktionskarte Stadt Überlingen (2019) abgelesen werden (siehe Abbildung 3). Hier werden die Rahmenbedingungen und Wechselwirkungen, die die klimaökologischen Bedingungen darstellen, verortet.

Wichtig für den Betrachtungsraum „Südlich Härten“ ist das Kaltluftgeschehen, in Form von Kaltluftentstehung sowie geringer Bodenrauigkeit und damit verbundener Belüftungsfläche (Farbbereiche blau bis grün). Das angrenzende Siedlungsgebiet ist dagegen den Klimatopen Überwärmungspotenzial / moderate Überwärmung (orangene Bereiche) zugeordnet.

Bei Siedlungsentwicklungen in diesem Bereich ist demnach eine Detailbetrachtung im größeren Maßstab durchzuführen, um die Aussagen der gesamtstädtischen Analyse auf das konkrete Plangebiet in Bezug zu setzen.

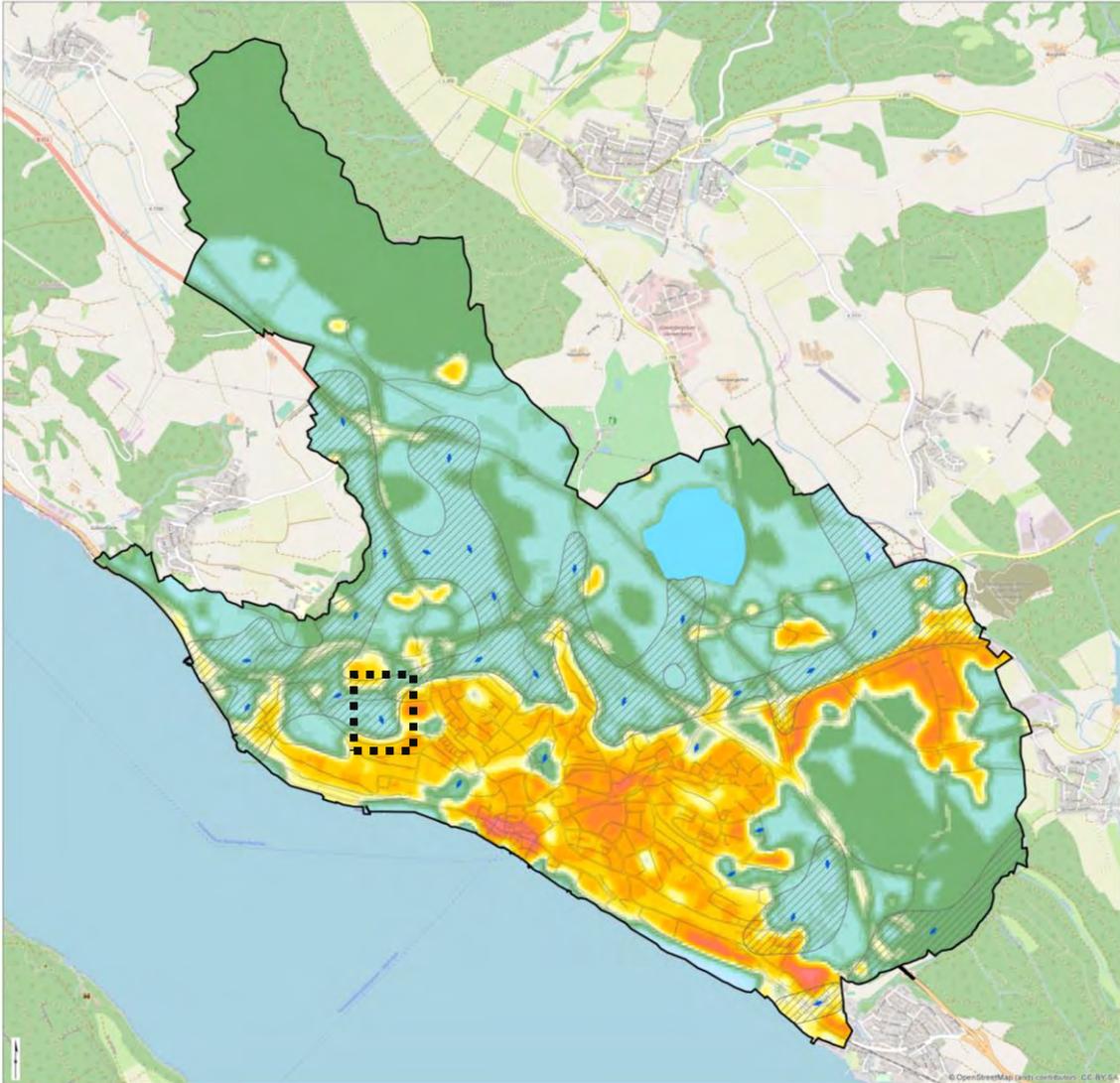


Abbildung 3: Klimafunktionskarte der Klimaanalyse Überlingen 2019 mit markierten Betrachtungsraum, ohne Maßstab.

3. Entwicklungsgebiet „Südlich Härden“

Laut städtebaulichem Konzept „Südlich Härden“ (Stand 05.03.2021), siehe Abbildung 4, ist eine Entwicklung des Wohnbaugebiets mit Mehrfamilien-, Einzel- und Doppelhäuser vorgesehen. Das Maß der baulichen Nutzung erstreckt sich von zwei- bis fünfgeschossigen Bauten. Es sind neben Wohnhäusern, Gemeinschaftshäusern und Gärten auch ein Pflegeheim mit Gemeinschaftsgarten, ein Kindergarten sowie ein Quartiersplatz und eine sogenannte Bienenwiese vorgesehen.

Die Erschließung, bzw. die Straßenführung ist ungefähr längs dem Geländegefälle orientiert.

Somit ergeben sich die siedlungsklimatologischen Fragestellungen:

- Reduziert die zukünftige Bebauung den Kaltluftabfluss signifikant, sodass das Lokalklima der angrenzenden Nachbarschaft negativ beeinflusst wird?
- Kommt es durch die Siedlungserweiterung vor Ort zu mikroklimatischen Defizitbereichen, die planerisch kompensiert werden müssen?



Abbildung 4: Ausschnitt Städtebauliches Konzept „Südlich Härten“ (05.03.2021), ohne Maßstab.

3.1 Beschreibung der klimaökologischen Wirkung (Bestand)

Durch die aktuelle Nutzungsart (landwirtschaftliche Fläche/Wiese/Acker) bildet sich auf dem Areal lokale Kaltluft. Dieses Phänomen findet vor allem während autochtoner Wetterlagen statt (sommerliche Wetterlage mit Hochdruckeinfluss und geringen Windgeschwindigkeiten). Die auf diesem Gebiet produzierte Kaltluft besitzt eine hohe klimaökologische Wertigkeit, da sie in der Lage ist, potenzielle Überwärmungsgebiete mit kühlerer Luft zu versorgen. Die produzierte Kaltluft fließt nach dem Sonnenuntergang langsam der Topografie folgend hangabwärts. Im Bereich des Plangebietes ist die potenzielle Abflussrichtung Süden (siehe Abbildung 5).

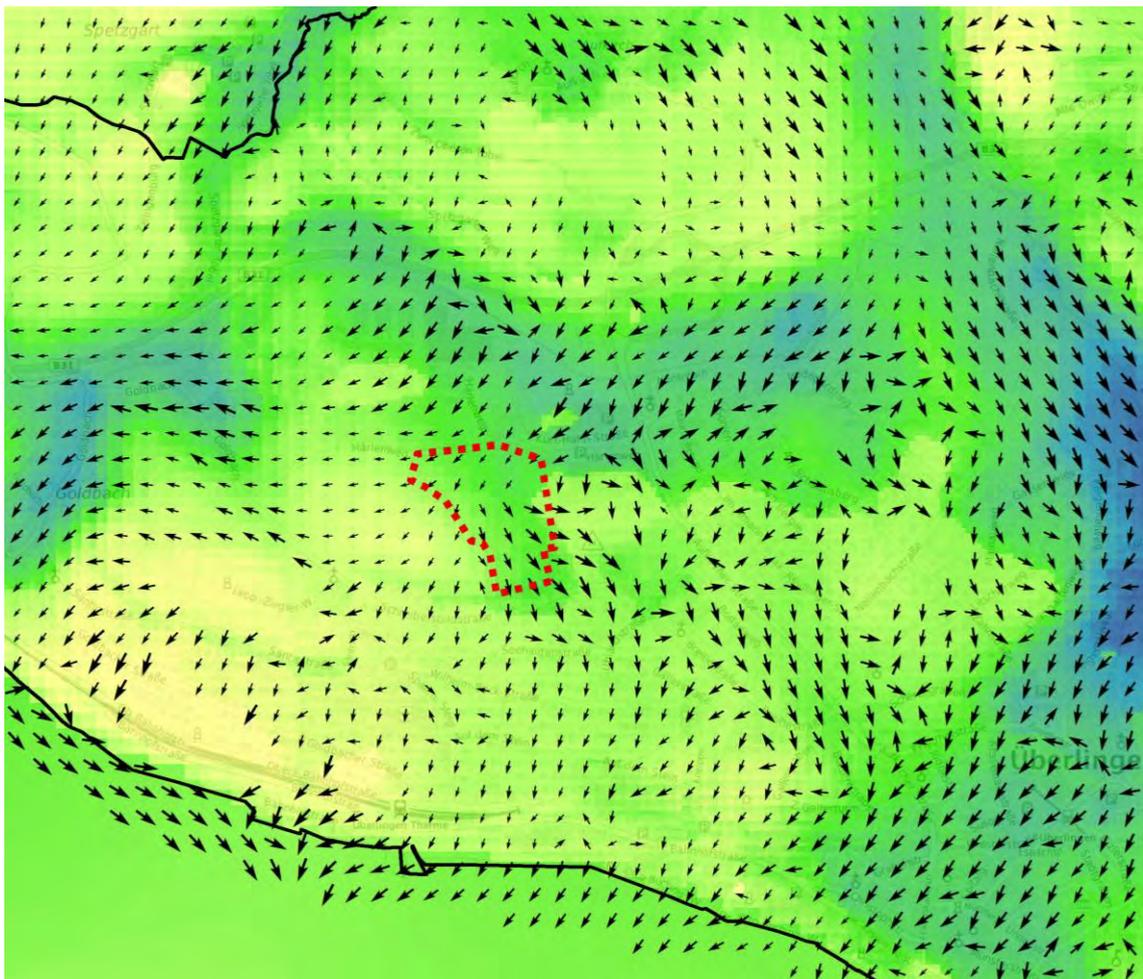


Abbildung 5: Dargestellt ist das nächtliche Kaltluftgeschehen im derzeitigen Bestand. Grün-blau deutet auf eine hohe Kaltluftschicht und einen guten Kaltlufttransport hin. Die Pfeilsymbole signalisieren die Abflussrichtung. Rohdatenauswertung aus der Klimaanalyse Überlingen 2019.

Die großräumige Lage, in der das Plangebiet „Südlich Härten“ eingebettet ist, ist im Norden geprägt von einem äußerst großen natürlichen Grünvolumen mit einem hochaktiven Kaltluftgeschehen und einer entsprechenden Topografie/Gefälle. Durch die weiträumigen landwirtschaftlichen Flächen nördlich des Siedlungsraums ist das vorhandene Kaltluftvolumen hoch. Das Zusammenspiel mit dem Land-Seewind-System unterstützt dies zusätzlich. Es ist davon auszugehen, dass die gesamten Siedlungsbereiche schon kurz nach dem Einsetzen der Kaltluftproduktion und dem Beginn des Kaltluftabflusses ausreichend um- und durchströmt werden.

3.2 Beschreibung der klimaökologischen Wirkung (Planfall)

Durch die geplante Bebauung im Plangebiet kann die bisherige Kaltluftproduktionsrate nicht mehr im selben Umfang geleistet werden. Dies liegt an den versiegelten Flächen (Straßen, Gehwege, sonstige Verkehrsflächen, Einfahrten und Terrassen), die zur Wärmespeicherung beitragen. Die fehlende Verdunstung und reduzierte Abkühlung verhindern somit die Produktion kühlerer Luftmassen. Gebäude, Garagen und Nebenanlagen heizen sich ebenfalls auf und geben die Wärme in der Nacht an den Außenraum ab. Zudem behindern sie den Kaltluftabfluss aus anderen Gebieten über die Grundstücke.

Die Überlagerung der aktuellen Kaltluftabflussrichtung (Abbildung 6) lässt allerdings darauf schließen, dass das Plangebiet aufgrund der Struktur und Porosität die abfließende Kaltluft nur wenig aufhält. Es ist zu erwarten, dass es geringe Einbußen in der Abflussgeschwindigkeit gibt, diese werden vom umgebenden Volumen allerdings sehr schnell kompensiert/ausgeglichen, so dass die Auswirkungen im Bestand als gering einzuschätzen sind. Auch vulnerable Bevölkerungsgruppen oder Einrichtungen werden keine signifikanten Veränderungen erfahren.



Abbildung 6: Überlagerung des Kaltluftabflusses im Bestand (Vektoren) und der Neuplanung (Städtebaulicher Entwurf), ohne Maßstab.

4. Fazit

Die derzeitige Funktion des Plangebietes (Kaltluftproduzent und Kaltluftabflussbahn) wird in der Qualität herabgesetzt. Kaltluft wird nicht mehr im gleichen Maß wie im derzeitigen Bestand produziert und der kleinräumige Abfluss wird behindert. Allerdings steht diesem Verlust ein großes Kaltluftvolumen gegenüber. Dieses ist in der Lage, sowohl das Gebiet „Südlich Härten“ als auch die Nachbarschaften weiterhin schon in den frühen Abendstunden mit kühlerer Luft zu versorgen. Eine Verschlechterung der human-biometeorologischen Bedingungen bei sommerlichen Wetterlagen ist nicht zu erwarten, da gerade bei diesen Wetterlagen genügend Kaltluft aus der Umgebung zugeführt wird. Durch die Anströmungsrichtung und den Frischluftgebieten (Waldflächen) ist auch eine Verschlechterung der Luftqualität unwahrscheinlich.

Aus stadt- und siedlungsklimatischer Sicht bestehen keine Einwände das städtebauliche Konzept umzusetzen. Negative Auswirkungen auf Grundlage der aktuellen Planungen werden nicht erwartet, bzw. werden durch die Kaltluftversorgung aus der Umgebung ausgeglichen.

Durch die Entwicklung der Fläche wird die klimatische Situation nur unwesentlich beeinträchtigt. Dies gilt sowohl für das Plangebiet selbst als auch für die angrenzende Nachbarschaft. Diese Einschätzung hat auch unter den projizierten Klimaveränderungen in der Zukunft Bestand, die durch den globalen Klimawandel hervorgerufen werden. Um diesen nicht zusätzlich zu beschleunigen, wird eine energieeffiziente Bauweise der gesamten Siedlung dringend empfohlen.

Ebenso wird empfohlen, die im Konzept (Abb. 4) dargestellte Begrünung der Dächer umzusetzen. Weitere Maßnahmen wie das Pflanzen von großkronigen und damit schattenspendenden Bäumen und begrenzte Versiegelung von Flächen sind sehr zu raten.

Grundsätzlich wird empfohlen den Flächenverbrauch, auch im Hinblick auf zukünftige weitere Planungen so gering wie möglich zu halten, um eine Überwärmung solcher Gebiete zu unterbinden und die Möglichkeit der Versickerung von Niederschlag zu erhalten. Stattdessen wird die Anpflanzung von Bienenwiesen begrüßt, was sowohl positive Auswirkungen auf die Biodiversität sowie die Lebensqualität der Bewohner hat.

Die Ergebnisse beruhen auf einer qualitativen Einschätzung und Ableitung aus der bestehenden Klimaanalysen der Stadt Überlingen aus dem Jahr 2019 sowie den Erfahrungen der Bearbeiter. Im Rahmen des Umfangs und der Aufgabenstellung ist diese Vorgehensweise vertretbar, sie sollte jedoch bei der Interpretation dieses Gutachtens bewusst sein.

Erläuterungsbericht



Kommunales Starkregenrisikomanagement Überlingen
Phase 1: Gefährdungsanalyse
Überflutungsnachweis Neubaugebiet "Südlich Härten"

INHALTSVERZEICHNIS

1. Veranlassung	1
2. Richtlinien, Arbeitshilfen, Leitfaden.....	1
3. Beschreibung des Gebietes	2
4. Hydraulische Überflutungsanalyse.....	2
4.1 Grundlagen	2
4.2 Bestand.....	3
4.3 Überbautes Gelände.....	5
5. Zusammenfassung.....	5



Kommunales Starkregenrisikomanagement Überlingen

Phase 1: Gefährdungsanalyse

Überflutungsnachweis Neubaugebiet "Südlich Härten"

ERLÄUTERUNGSBERICHT

1. Veranlassung

Die Stadt Überlingen plant im Nordwesten der Stadt das Baugebiet "Südlich Härten" zu erschließen. Das Gelände liegt zwischen dem Härtenweg im Norden und der Schreibersbildstraße im Süden. Es grenzt östlich an das Gelände des Krankenhauses an, im Westen befinden sich Wiesen und landwirtschaftlich genutzte Flächen.

Im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens soll für das Gebiet das Abflussgeschehen bei Starkniederschlägen analysiert werden. Im Rahmen einer hydraulischen Überflutungsanalyse werden die Auswirkungen der zukünftigen Bebauung auf das Abflussgeschehen betrachtet. Es werden daher Berechnungen für das bestehende Gelände, wie auch das zukünftige Gelände, durchgeführt. Im Rahmen des kommunalen Starkregenrisikomanagements der Stadt Überlingen umfassen die vorliegenden Unterlagen einen Teilbereich der Gesamtbetrachtung. Diese wird in den kommenden Monaten durchgeführt.

2. Richtlinien, Arbeitshilfen, Leitfaden

- [1] Leitfaden Kommunales Starkregenrisikomanagement, Stand Dezember 2016, Landesanstalt für Umwelt, Messung und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe.
- [2] Leitfaden Kommunales Starkregenrisikomanagement – Anhang 1c – Definition der Datenformate, Stand 27.03.2017 (2. Fassung), Landesanstalt für Umwelt, Messung und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe.
- [3] Hinweis 1/2019 – Umsetzung der Vereinbarung aus dem Erfahrungsaustausch zum Thema "Modellierung von Starkregengefahrenkarten", Stand Februar 2019, Geschäftsstelle der fachlichen Projektleitung Starkregenrisikomanagement Baden-Württemberg.
- [4] Hinweis 2/2019 – Einführung der "Hinweise zur Plausibilisierung von Starkregengefahrenkarten durch die Untere Wasserbehörde (UWB)", Stand Juli 2019, Geschäftsstelle der fachlichen Projektleitung Starkregenrisikomanagement Baden-Württemberg.
- [5] Hinweis 3/2019 – Einführung der „Empfehlungen für die Übertragung von OAK-Werten" sowie der "Checkliste Abstimmungsgespräch / Startgespräch", Stand Dezember 2019, Geschäftsstelle der fachlichen Projektleitung Starkregenrisikomanagement Baden-Württemberg.

- [6] Entwurf "Empfehlung für die Übertragung von OAK-Werten", Stand Juli 2019, Landesanstalt für Umwelt, Messung und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe.
- [7] DWA-Merkblatt A 119 "Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge für Entwässerungssysteme bei Starkregen", Stand November 2016, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef.
- [8] Modellbeschreibung HYSTEM-EXTRAN, Stand Juni 2019, Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH, Hannover.

3. Beschreibung des Gebietes

Das Gebiet erstreckt sich über einen Geländesattel zwischen dem Härtenweg und der Schreibersbildstraße. Der Hochpunkt des Sattels liegt in etwa im nördlichen Drittel des Gebietes. Im Norden steigt das Gelände nach Osten und Westen vom Sattel ausgehend an. Südlich des Sattels fällt das Gelände nach Südosten ab. Die überplante Fläche beträgt ca. 4,7 ha.

Gewässer sind im Umfeld des Gebietes nicht vorhanden. Der nächste Bachlauf befindet sich ca. 300 m nördlich an der B 31 alt.

4. Hydraulische Überflutungsanalyse

4.1 Grundlagen

Grundlage der Berechnungen ist das digitale Geländemodell (DGM) mit einer Auflösung von mindestens 4 Punkten/Quadratmeter, das von der LUBW zur Verfügung gestellt wurde. Die Daten stammen von der Laserscanbefliegung des Landesamtes für Geoinformation und Landentwicklung. Die Daten bilden die Topographie des Geländes ab.

Nach den ersten Berechnungen wurden vor Ort die ermittelten Abflussrichtungen überprüft und bei Bedarf das Geländemodell ergänzt.

Für die Überrechnung des Planungszustandes wurden die Gebäude entsprechend des städtebaulichen Entwurfs ergänzt und das Gelände unter Zugrundelegung der Straßenplanung und der zu erwartenden Gestaltung der Oberfläche angepasst. Da eine Planung der Oberflächen noch nicht vorliegt, mussten plausible Annahmen getroffen werden. Im Rahmen der weiteren Planung ist zu prüfen, ob diese Annahmen zutreffen.

Die geplanten Mulden zur Speicherung und Versickerung des Regenwassers wurden im Modell an den vorgesehenen Stellen eingearbeitet. Diesen Mulden wurde das Volumen der geplanten öffentlichen Mulden einschl. der zugehörigen Rigolen zugeordnet. Da für die privaten Mulden und Rigolen noch keine Planung vorliegt, wurde das erforderliche Volumen der privaten Mulden und Rigolen anhand von Beispielflächen abgeschätzt und zum Volumen der öffentlichen Mulden hinzuaddiert.

Folgende Volumina wurden berücksichtigt:

	Mulde 1	Mulde 2	Mulde 3	Mulde 4	Mulde 5	Mulde 6	Mulde 7
Muldenvolumen	132	57	47	18	14	20	21
Rigolenvolumen	82	57	40	24	20	31	26
Baummulden	3,6	3					
Baumrigolen	18	15					
Private Mulden und Rigolen, geschätzt	570	560	170	60	160	0	70
Gesamt [m³]	805,6	692	257	102	194	51	117

Kanäle wurden im Modell nicht berücksichtigt. Durch das i. d. R. große Sohlgefälle steht in den Kanälen kein wesentliches Stauvolumen zur Verfügung. Der Zufluss zu den Mulden kann durch den Abfluss über das Gelände simuliert werden.

Da der Mulde 3 das Wasser vom Quartiersplatz und vom an diesen angrenzenden Spielplatz über Kanäle zugeführt wird, der Abfluss von diesen Flächen über das Gelände aber den Mulden 4 bis 6 zufließt, wird das Volumen der Mulde 3 den Mulden 4 bis 6 zugeordnet. Eine ähnliche Situation besteht bei den Mulden 6 und 7. Der Mulde 6 wird Wasser über Kanäle zugeführt, das bei Abfluss über das Gelände der Mulde 7 zufließt. Das Volumen der Mulde 7 wird daher entsprechend der im Modell zugeordneten Fläche vergrößert.

Die Berechnungen wurden im Bestand und im überbauten Gelände für ein seltenes, ein außergewöhnliches und ein extremes Regenereignis durchgeführt. Dabei geht man bei einem seltenen Ereignis von einer unverschlammten Oberfläche aus. Beim außergewöhnlichen und beim extremen Ereignis von einer verschlammten Oberfläche.

4.2 Bestand

Vom Sattel ausgehend fließt im nördlichen Teil des Gebietes das Wasser Richtung Härleweg ab. Dort sammelt es sich in einer natürlichen Geländemulde südlich des Weges. Beim seltenen Ereignis ergeben sich hier Einstautiefen im Wertebereich von 0,3 bis 0,6 m. Beim extremen Ereignis werden auch Einstautiefen größer 0,6 m erreicht.

Beim außergewöhnlichen und extremen Ereignis wird auch der Härleweg überstaut. Es fließt Wasser in die Mulde auf der nördlich gelegenen Streuobstwiese. Auch hier befindet sich eine natürliche Geländemulde, in der das Wasser angestaut wird. Beim extremen Ereignis liegt die Einstautiefe hier bei über 1,00 m.

Im Geländeabschnitt südlich des Sattels fließt das Wasser nach Südosten zum bestehenden Kiesweg am südöstlichen Rand der Fläche ab. Das Wasser fließt größtenteils auf dem Kiesweg zur Schreibersbildstraße ab. Trotz vorhandener Geländeschwelle und der Heckenbepflanzung an der Grundstücksgrenze ist ein Abfluss auf die angrenzenden Privatgrundstücke sichtbar, da sich Fließtiefen bis 0,3 m ergeben.

Beim außergewöhnlichen und extremen Ereignis ergeben sich Zuflüsse aus dem westlich gelegenen Außenbereich. Bei der Planung der Entwässerung des Baugebietes sind diese Zuflüsse zu berücksichtigen.

Die sich in den an das Baugebiet angrenzenden Flächen einstellenden Wasserstände werden im Rahmen der Gesamtbetrachtung des Einzugsgebietes analysiert und bewertet.

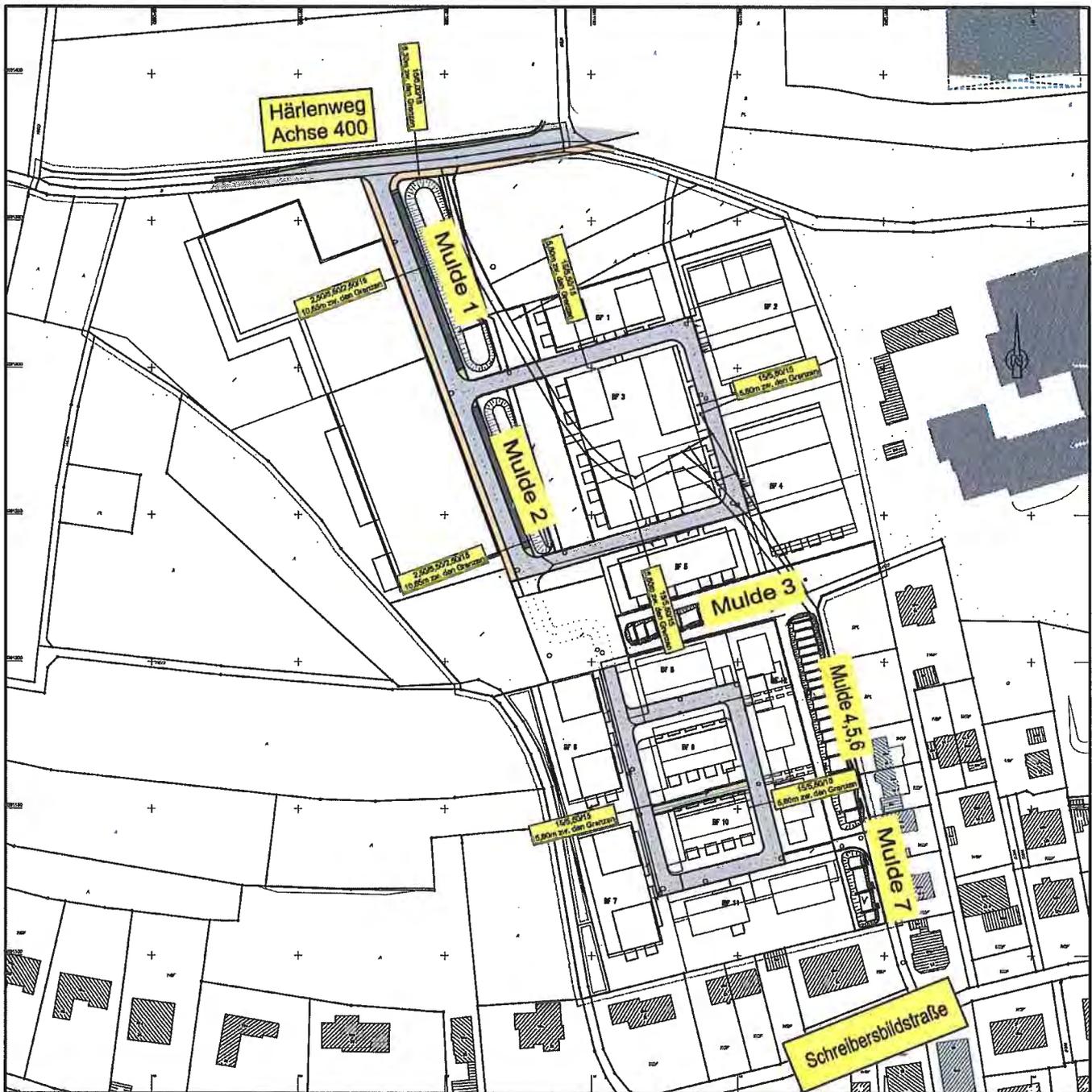


Bild 1: Planungsübersicht Neubaubereich „Südlich Härten“

4.3 **Überbautes Gelände**

Durch die Geländegestaltung im Baugebiet entwässert eine größere Fläche nach Norden. Das anfallende Wasser wird über die Mulden 1 und 2 bzw. über die Sickeranlagen auf den Privatgrundstücken in den Untergrund abgeleitet. Die südlichen Flächen entwässern über die Mulden 3 bis 7 und die Anlagen auf den Privatgrundstücken. Auch hier erfolgt eine Versickerung in den Untergrund.

Bei einigen Gebäuden zeigen sich kritische Stellen, an denen sich das Wasser staut. Bei der Planung der Außenanlagen ist dies zu beachten. Sie sind so zu gestalten, dass sich dort kein Wasser sammelt. Es ist den privaten Sickeranlagen zuzuführen.

Das Ergebnis der Überflutungssimulation zeigt, dass erst beim extremen Ereignis die Mulde 1 im Norden überläuft und Wasser Richtung Salem-College abfließt. Obwohl bei der Simulation des Istzustandes gleichermaßen abfließendes Wasser Richtung Salem-College erkannt wird, ist hier eine Verschlechterung der Situation zu bemerken, welche durch eine ergänzende Maßnahme, z. B. Vergrößerung der vorhandenen Geländemulde, vermieden werden soll.

In den Szenarien außergewöhnlichen und extremen Regenereignissen läuft die Mulde 7 im südöstlichen Bereich über. Trotzdem ergibt sich in diesem Bereich eine deutliche Verbesserung im Vergleich mit der Bestandssituation. Fließtiefe und -geschwindigkeit haben sich auf den Nachbargrundstücken in den östlichen und südöstlichen Bereichen verbessert.

5. **Zusammenfassung**

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurde ein Teilbereich aus der Gefährdungsanalyse des kommunalen Starkregenrisikomanagements der Stadt Überlingen betrachtet. Der Teilbereich umfasst das zukünftige Baugebiet "Südlich Härten" westlich des Überlinger Krankenhauses zwischen Härtenweg und Schreibersbildstraße. Es wurden sowohl für das bestehende Gelände, wie auch das Gelände nach der Bebauung Berechnungen durchgeführt.

Das Niederschlagswasser fließt in diesem Teilbereich entsprechend dem Geländegefälle nach Norden bzw. nach Südosten ab. Nach der Durchführung der Erschließungsmaßnahme wird das Regenwasser über Mulden und Rigolen in den Untergrund versickert.

Die Mulde 1 im Norden fließt beim extremen Ereignis über und Wasser fließt Richtung Salem-College ab. Hier soll die Verschlechterung der Situation durch eine ergänzende Maßnahme, z. B. Vergrößerung der vorhandenen Geländemulde, vermieden werden.

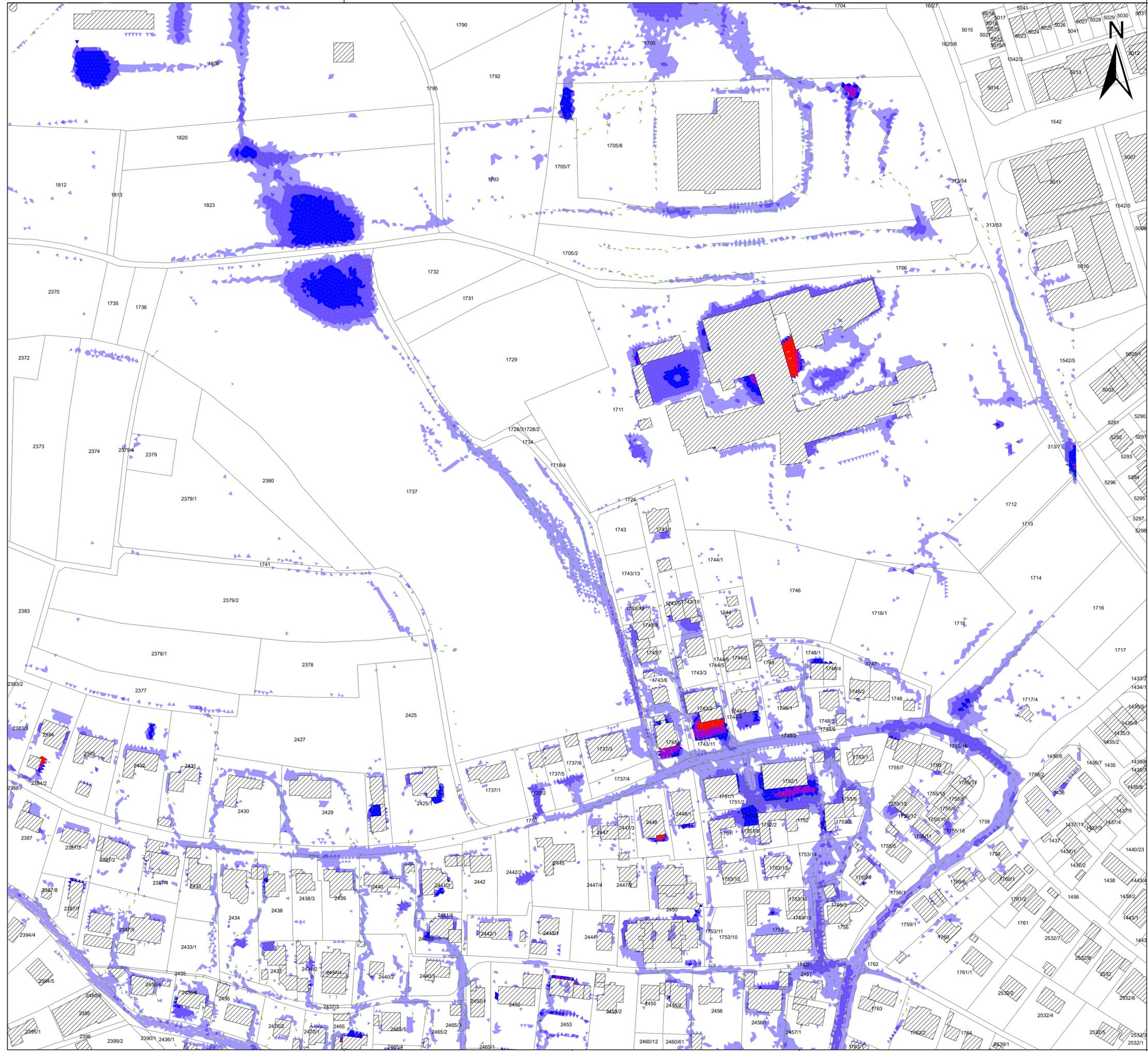
Es findet im Süden ein Überlauf der Mulde 7 über die Zuwegung zur Schreibersbildstraße statt. In den Vergleichen mit der Berechnung für den Bestand ergibt sich eine Verbesserung der Situation.

Bei der Geländemodellierung auf den Privatgrundstücken sind die bei der Überrechnung festgestellten kritischen Bereiche zu beachten. Sie sind so zu gestalten, dass sich dort kein Wasser ansammeln kann.

Die Bereiche außerhalb des Baugebietes werden hier nicht weiter betrachtet. Dies erfolgt in der Gefährdungsanalyse des Gesamtgebietes.

Aufgestellt:
Sigmaringen, 26.10.2021
Ingenieurbüro
Dipl.-Ing. K. Langenbach GmbH





Legende:

-  ALKIS FLURSTÜCK
-  ALKIS GEBÄUDE

Maximaler Wasserstand [m]

WLevelMax

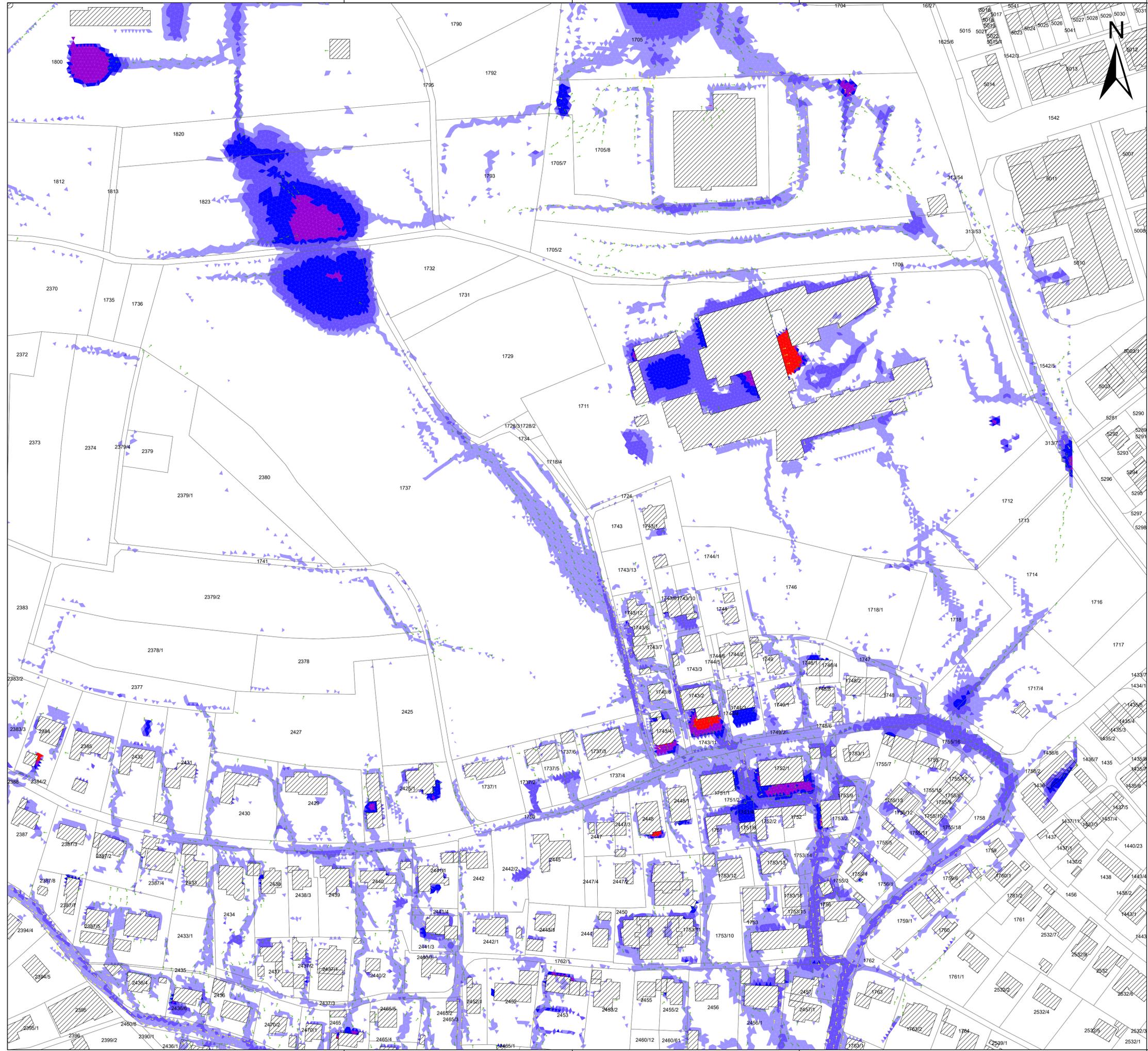
-  0,02 - 0,1
-  0,1 - 0,3
-  0,3 - 0,6
-  0,6 - 1
-  > 1

Max. Fließgeschwindigkeit [m/s]

V_MAX

-  0,2 - 0,5
-  0,5 - 2
-  > 2

Nr.	Art der Änderung	Datum	Name
Lagesystem: <input checked="" type="checkbox"/> GK <input type="checkbox"/> UTM <input type="checkbox"/> Stand Kataster:			
Höhensystem: <input checked="" type="checkbox"/> NN <input type="checkbox"/> NHN <input type="checkbox"/> Bestandsvermessung:			
 INGENIEURBÜRO DIPL.-ING. K.LANGENBACH GmbH BERATENDE INGENIEURE VBI	bearbeitet	Okt. 21	SaA
	gezeichnet	Okt. 21	SaA
72488 SIGMARINGEN, In der Au 11 TEL 07571/7445-0 FAX 07571/7445-66 E-Mail: info@langenbach.de			geprüft: 01.10.2021
in Kooperation mit: K. Langenbach Dresden GmbH Altenannenstraße 15A, 01309 Dresden, Tel.: 0351/31541-0			
BAUHERR:		ANERKANNT BAUHERR:	
 Kommunales Starkregenrisikomanagement Überlingen Phase 1: Gefährdungsanalyse		bearb.:	
		gez.:	
Überflutungsnachweis Neubaugebiet Südlich Härten Ist-Zustand seltenes unverschlammtes Ereignis		gepr.:	
		Detailkarte	
		Maßstab M 1:1000	
UNTERLAGE 2		PLAN 1	



Legende:

- ALKIS FLURSTÜCK
- ALKIS GEBÄUDE

Maximaler Wasserstand [m]

WLevelMax

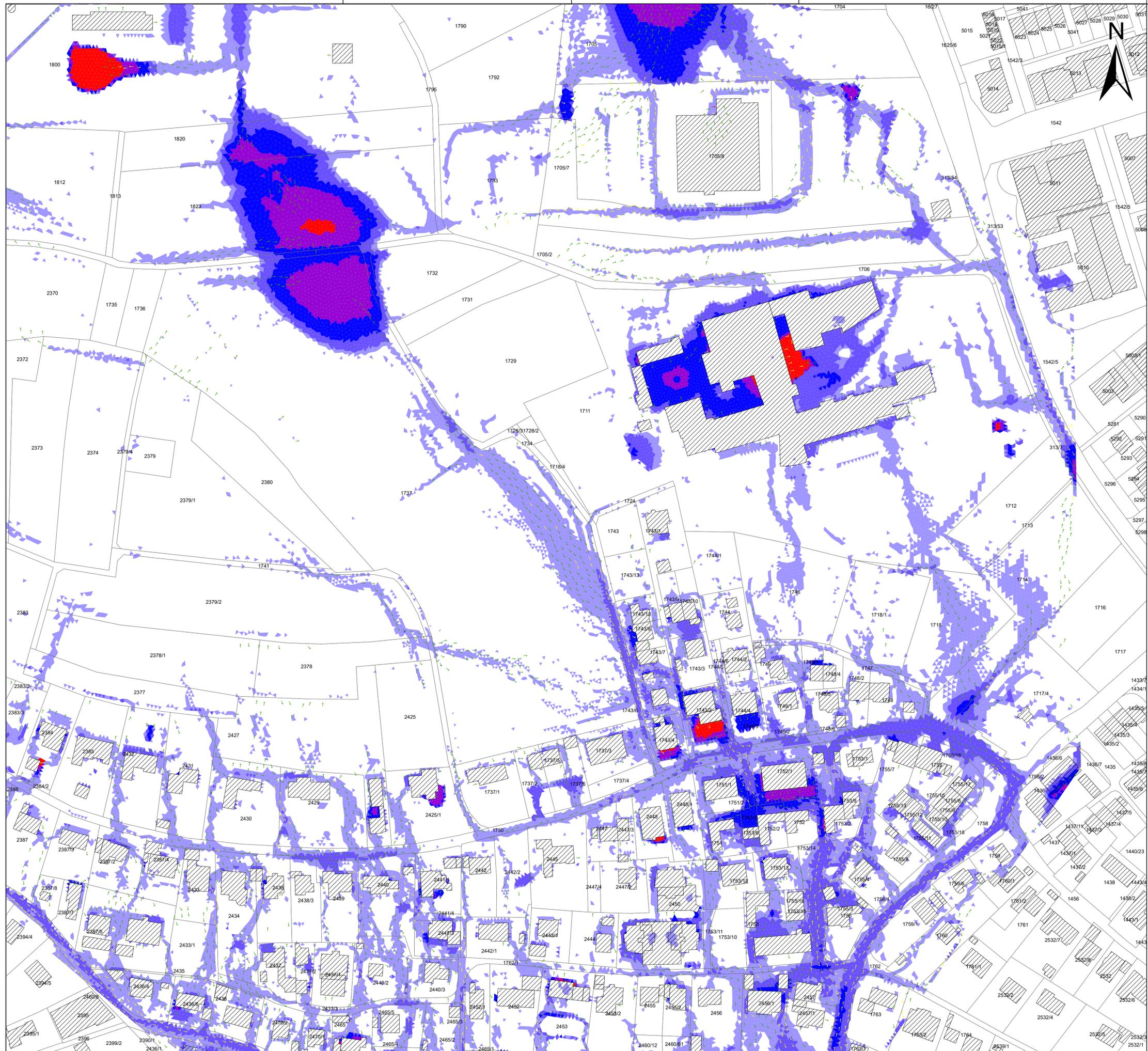
- 0,02 - 0,1
- 0,1 - 0,3
- 0,3 - 0,6
- 0,6 - 1
- > 1

Max. Fließgeschwindigkeit [m/s]

V_MAX

- ↑ 0,2 - 0,5
- ↑ 0,5 - 2
- ↑ > 2

Nr.	Art der Änderung	Datum	Name
Lagesystem: <input checked="" type="checkbox"/> GK <input type="checkbox"/> UTM		Stand Kataster:	
Höhensystem: <input checked="" type="checkbox"/> NN <input type="checkbox"/> NHN		Bestandsvermessung:	
INGENIEURBÜRO DIPL.-ING. K.LANGENBACH GmbH BERATENDE INGENIEURE VBI	bearbeitet	Datum	Zeichen
	gezeichnet	Okt. 21 SaA	
72488 SIGMARINGEN, In der Au 11 TEL: 07571/7445-0 FAX: 07571/7445-66 E-Mail: info@langenbach.de		geprüft: 01.10.2021	
in Kooperation mit: K. Langenbach Dresden GmbH Altenannenstraße 15A, 01309 Dresden, Tel.: 0351/31541-0			
BAUHERR:		ANERKANNT BAUHERR:	
MASSNAHME:		bearb.:	
Kommunales Starkregenrisikomanagement Überlingen		gez.:	
Phase 1: Gefährdungsanalyse		gepr.:	
Überflutungsnachweis Neubaugebiet Südlich Härten		Detailkarte	
Ist-Zustand		Maßstab M	1:1000
außergewöhnliches verschlammtes Ereignis		UNTERLAGE	2
		PLAN	2



Legende:

- ALKIS FLURSTÜCK
- ALKIS GEBÄUDE

Maximaler Wasserstand [m]

WLevelMax

- 0,02 - 0,1
- 0,1 - 0,3
- 0,3 - 0,6
- 0,6 - 1
- > 1

Max. Fließgeschwindigkeit [m/s]

- V_MAX**
- 0,2 - 0,5
 - 0,5 - 2
 - > 2

Nr.	Art der Änderung	Datum	Name		
Lagesystem: <input checked="" type="checkbox"/> GK <input type="checkbox"/> UTM		Stand Kataster:			
Höhensystem: <input checked="" type="checkbox"/> NN <input type="checkbox"/> NHN		Bestandsvermessung:			
 INGENIEURBÜRO DIPL.-ING. K.LANGENBACH GmbH BERATENDE INGENIEURE VBI	bearbeitet	Oct. 21	SaA	Datum	Zeichen
	gezeichnet	Oct. 21	SaA		
72488 SIGMARINGEN, In der Au 11 TEL: 07571/7445-0 FAX: 07571/7445-66 E-Mail: info@langenbach.de		geprüft:		01.10.2021	
in Kooperation mit: K. Langenbach Dresden GmbH Altenannenstraße 15A, 01309 Dresden, Tel.: 0351/31541-0					
BAUHERR:				ANERKANNT BAUHERR:	
MASSNAHME: Kommunales Starkregenrisikomanagement Überlingen Phase 1: Gefährdungsanalyse		bearb.:			
		gez.:			
		gepr.:			
		Detailkarte			
		Maßstab M		1:1000	
		UNTERLAGE		2	
		PLAN		3	



Legende:

- MULDEN
- ALKIS FLURSTÜCK
- ALKIS GEBÄUDE
- Max. Fließgeschwindigkeit [m/s] (Label)
- Maximaler Wasserstand [m]**
- WLevelMax**
- 0,02 - 0,1
- 0,1 - 0,3
- 0,3 - 0,6
- 0,6 - 1
- > 1
- Max. Fließgeschwindigkeit [m/s]**
- V_MAX**
- 0,2 - 0,5
- 0,5 - 2
- > 2

a	Flächenzuordnung zu den Mulden 3 bis 7	25.10.2021	SaA
Nr.	Art der Änderung	Datum	Name
Lagesystem:	<input checked="" type="checkbox"/> GK <input type="checkbox"/> UTM	Stand Kataster:	
Höhensystem:	<input checked="" type="checkbox"/> NN <input type="checkbox"/> NHN	Bestandsvermessung:	
	INGENIEURBÜRO DIP.-ING. K.LANGENBACH GmbH BERATENDE INGENIEURE VBI	Datum	Zeichen
		bearbeitet	Okt. 21 SaA
		gezeichnet	Okt. 21 SaA
72488 SIGMARINGEN, In der Au 11 TEL 07571/7445-0 FAX 07571/7445-66 E-Mail: info@langenbach.de		geprüft:	25.10.2021
in Kooperation mit: K. Langenbach Dresden GmbH Altenannenstraße 15A, 01309 Dresden, Tel.: 0351/31541-0			
BAUHERR: 		ANERKANNT BAUHERR:	
MASSNAHME: Kommunales Starkregenrisikomanagement Überlingen Phase 1: Gefährdungsanalyse		bearb.:	
Überflutungsnachweis Neubaugebiet Südlich Härten Planung seltenes unverschlammtes Ereignis		gez.:	
		gepr.:	
		Detailkarte	
		Maßstab M	1:1000
		UNTERLAGE	2
		PLAN	4a



Legende:

-  MULDEN
-  ALKIS FLURSTÜCK
-  ALKIS GEBÄUDE
- Max. Fließgeschwindigkeit [m/s] (Label)

Maximaler Wasserstand [m]

WLevelMax

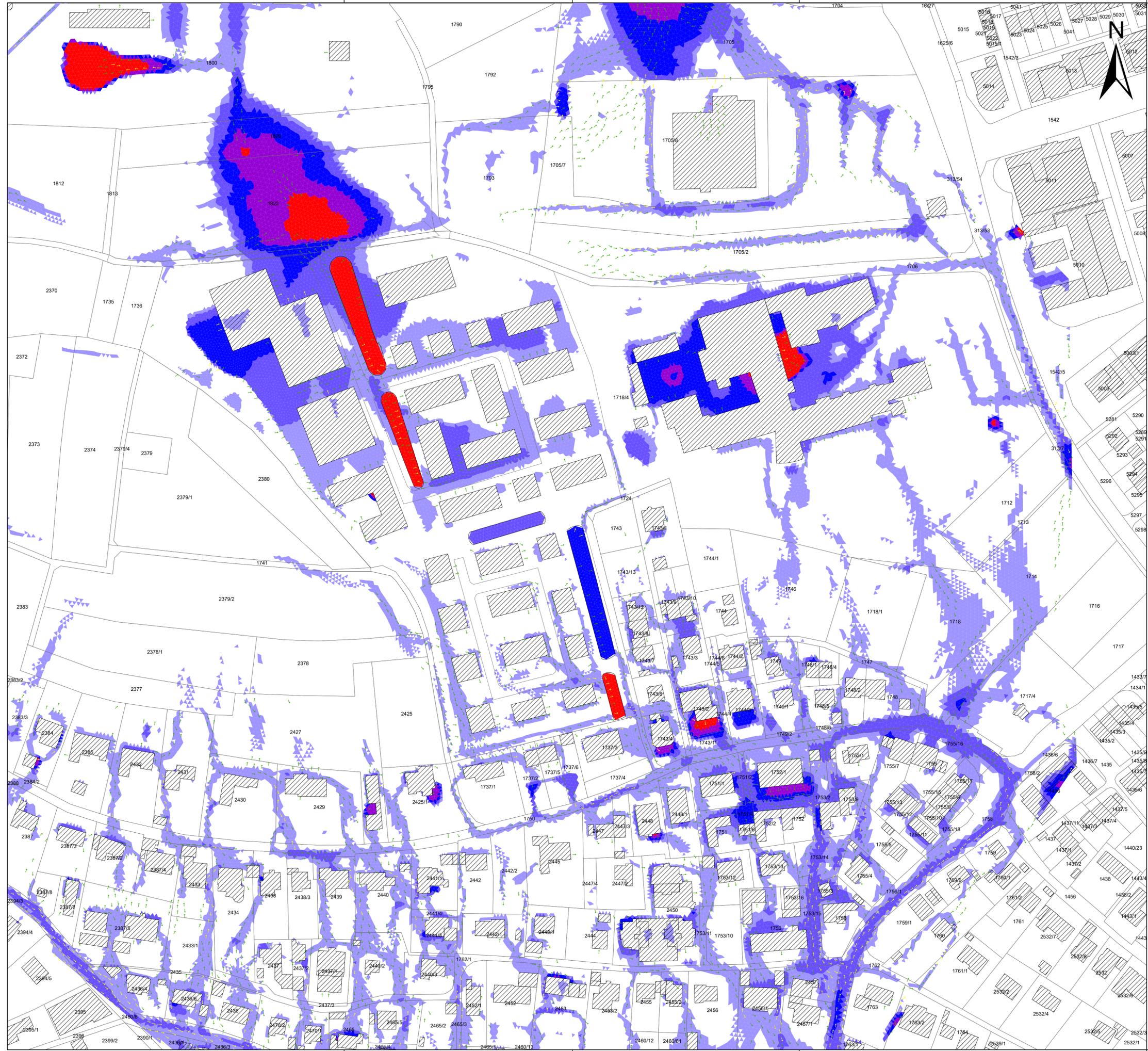
-  0,02 - 0,1
-  0,1 - 0,3
-  0,3 - 0,6
-  0,6 - 1
-  > 1

Max. Fließgeschwindigkeit [m/s]

V_MAX

-  0,2 - 0,5
-  0,5 - 2
-  > 2

a	Flächenzuordnung zu den Mulden 3 bis 7	25.10.2021	SaA
Nr.	Art der Änderung	Datum	Name
Lagesystem:	<input checked="" type="checkbox"/> GK <input type="checkbox"/> UTM	Stand Kataster:	
Höhensystem:	<input checked="" type="checkbox"/> NN <input type="checkbox"/> NHN	Bestandsvermessung:	
	INGENIEURBÜRO DIPL.-ING. K.LANGENBACH GmbH BERATENDE INGENIEURE VBI	Datum	Zeichen
		bearbeitet	Okt. 21 SaA
		gezeichnet	Okt. 21 SaA
72488 SIGMARINGEN, In der Au 11 TEL: 07571/7445-0 FAX: 07571/7445-66 E-Mail: info@langenbach.de		geprüft:	25.10.2021
in Kooperation mit: K. Langenbach Dresden GmbH Altenannenstraße 15A, 01309 Dresden, Tel.: 0351/31541-0			
BAUHERR:		ANERKANNT BAUHERR:	
			
MASSNAHME:		bearb.:	
Kommunales Starkregenrisikomanagement Überlingen		gez.:	
Phase 1: Gefährdungsanalyse		gepr.:	
Überflutungsnachweis Neubaugebiet Südlich Härten		Detailkarte	
Planung		Maßstab M	1:1000
außergewöhnliches verschlammtes Ereignis		UNTERLAGE	2
		PLAN	5a



Legende:

- Mulden
- ALKIS_FLURSTUCK
- ALKIS_GEBAUDE

Max. Fließgeschwindigkeit [m/s] (Label)

Maximaler Wasserstand [m]

WLevelMax

- 0,02 - 0,1
- 0,1 - 0,3
- 0,3 - 0,6
- 0,6 - 1
- > 1

Max. Fließgeschwindigkeit [m/s]

V_MAX

- 0,2 - 0,5
- 0,5 - 2
- > 2

a	Flächenzuordnung zu den Mulden 3 bis 7	25.10.2021	SaA
Nr.	Art der Änderung	Datum	Name
Lagesystem:	<input checked="" type="checkbox"/> GK <input type="checkbox"/> UTM	Stand Kataster:	
Höhensystem:	<input checked="" type="checkbox"/> NN <input type="checkbox"/> NHN	Bestandsvermessung:	
INGENIEURBÜRO DIPL.-ING. K.LANGENBACH GmbH BERATENDE INGENIEURE VBI	<input type="checkbox"/> Weiterarbeiten <input type="checkbox"/> Abgeschlossen <input type="checkbox"/> Bauab/Umgebungsbau <input type="checkbox"/> Vermessung	Datum	Zeichen
	bearbeitet	Okt. 21	SaA
	gezeichnet	Okt. 21	SaA
72488 SIGMARINGEN, In der Au 11 TEL: 07571/7445-0 FAX: 07571/7445-66 E-Mail: info@langenbach.de in Kooperation mit: K. Langenbach Dresden GmbH Altemannstraße 15A, 01309 Dresden, Tel.: 0351/31541-0		geprüft:	25.10.2021
BAUHERR: 		ANERKANNT BAUHERR:	
MASSNAHME: Kommunales Starkregenrisikomanagement Überlingen Phase 1: Gefährdungsanalyse		bearb.:	
		gez.:	
		gepr.:	
		Detailkarte	
		Maßstab M	1:1000
		UNTERLAGE	2
		PLAN	6a

Stadt Überlingen

hier:

Prüfung der Wohnbauentwicklung

„Südlich Härten“

in Verbindung mit der

P.I.S. Landestelle

am

Helios Spital Überlingen

Auftraggeber:



Spital- und Spendfonds
Stiftung des Öffentlichen Rechts
Münsterstraße 15-17
88662 Überlingen

Aufgestellt durch:



AOM GmbH
Jenaer Str. 23
73479 Ellwangen (Jagst)

Dezember 2020

Inhaltsverzeichnis

1. Veranlassung / Aufgabenstellung	3
2. Allgemeine Grundlagen	3
3. Beschreibung der P.I.S.-Landestelle	3
3.1 Hindernissituation an der bestehenden Landestelle	4
3.2 Umgang mit der bestehenden Hindernissituation in Bezug auf die Landestelle	5
4. Vorhaben Wohnbebauung „Südlich Härten“	6
6. Ergebnis/Fazit	8

1. Veranlassung / Aufgabenstellung

Das Helios Spital Überlingen betreibt eine Landestelle von öffentlichem Interesse (Public Interest Sites (P.I.S.)), die in der P.I.S._Masterliste des Luftfahrtbundesamtes (LBA) unter der Nummer BW385 gelistet ist.

Eine P.I.S.-Landestelle hat grundsätzlich keine Rechtsgrundlage, erfüllt dennoch wichtige, lebenserhaltende Funktionen. Am Standort des Helios Spitals Überlingen insofern wichtig, Stichwort verunfallter Taucher – Überlinger Druckkammer und der Zertifizierung als regionales Traumazentrum. Dies wird durch die relativ hohe Frequenz der saisonal bedingten, von bis 100 Bewegungen pro Jahr, belegt.

Westlich und nördlich der P.I.S.-Landestelle soll nun ein Baugebiet „Südlich Härten“ erschlossen werden. Die Gutachterliche Stellungnahme soll darstellen, ob das geplante Neubaugebiet in Bezug auf die PIS-Landestelle vereinbar ist.

2. Allgemeine Grundlagen

Als Grundlagen stehen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Städtebaulicher Entwurf, 1. Preisträger vom 27.09.2019
- Konformitätsnachweis P.I.S. der ICL vom 21.10.2017
- Protokoll zum Konformitätsnachweis der ICL vom 21.10.2017
- Zeichnung Einflugschneise – Baumbilanz der RRP Architekten + Ingenieure vom 25.10.2016
- Lageplan der Stadt Überlingen vom 10.10.2020

3. Beschreibung der P.I.S.-Landestelle

Die P.I.S-Landestelle liegt ca. 70 m südlich des Helios Spitals Überlingen.

Die Geländehöhe beträgt:

1503 ft, also ca. 458,2 m NN.

Die Koordinaten der Landestelle sind wie folgt definiert:

47° 46' 26" N

9° 09' 02" O

Die An-/Abflugrichtungen sind Ost-West, also 090° / 270°, ausgerichtet.

3.1 Hindernissituation an der bestehenden Landestelle

Gemäß dem Protokoll ICL ist die Start-/Landefläche und Sicherheitsfläche hindernisfrei. Am Ende des Protokolls ist jedoch ein Bild eingefügt, welches die westlichen An-/Abflugstrecke dokumentiert:

Fotodokumentation:

Stand 05.09.2017 / 20.10.2017

Foto 1: Landestelle



Über die östliche An-/Abflugstrecke ist leider kein Bild dokumentiert. Daher wurde ein „Bild“ über die „Quelle: Google-Earth“ generiert:



In dem nachfolgenden Bild ist die östliche und westliche Hindernissituation perspektivisch dargestellt, Quelle: Google-Earth:



3.2 Umgang mit der bestehenden Hindernissituation in Bezug auf die Landestelle

Aus gutachterlicher Sicht wird **dringend empfohlen**, die Hindernissituation hinsichtlich der Flugsicherheit, deutlich zu verbessern.

Im östlichen Bereich sind, laut Google-Earth, die Bäume um bis zu 21 m höher, als die Landestelle. Entweder die Bäume werden entsprechend eingekürzt, oder es wird versucht, die An-/Abflugrichtung zu verlegen. Die Bäume/Büsche südöstlich sind deutlich niedriger, wodurch eine erhöhte Sicherheit für die im Rettungseinsatz befindlichen Hubschrauber besteht. Eine Verschwenkung einer der beiden An-/Abflugrichtungen ist bis zu 30 ° zulässig. Eine Aussage über den genauen Winkel kann an dieser Stelle nicht getroffen werden, hierzu liegen zu wenig Informationen, auch über entsprechende Höhenangaben im Nah- und Fernbereich vor. Ist im Prinzip auch nicht Grundlage dieser gutachterlichen Stellungnahme.

Im westlichen Bereich sind die Bäume nur unwesentlich niedriger, befinden sich jedoch auch

deutlich näher an der Landestelle. Insofern auch hier, die **dringende Empfehlung** die Bäume entsprechend einzukürzen.

Grundsätzlich wäre eine Hindernisfreiheit mit einer Neigung der An-/Abflugfläche von 8 % sehr empfehlenswert.

4. Vorhaben Wohnbebauung „Südlich Härten“

Westlich und nördlich der P.I.S.-Landestelle soll ein Baugebiet „Südlich Härten“ erschlossen werden, siehe Skizze:





Sollten diese Bäume nicht eingekürzt werden können, würde die geplante Wohnbebauung „Südlich Härten“ quasi im Schatten der vorhandenen Bäume stehen.

Dies wiederum würde eine deutlich höhere Gebäudehöhe ermöglichen. Aufgrund der Skizze mit der Darstellung der Hindernisbegrenzungsflächen ist festzustellen, dass nur ein geringer Bereich der geplanten Wohnbebauung betroffen sein wird.

6. Ergebnis/Fazit

Die P.I.S.-Landestelle am Standort des Helios Spitals Überlingen hat grundsätzlich keine Rechtsgrundlage, aber dennoch eine wichtige Bedeutung für Versorgung von Patienten (Druckluftkammer) am Standort des Helios Spital in Überlingen.

Das geplante Baugebiet „Südlich Härten“ kann aus Sicht der gutachterlichen Betrachtung umgesetzt werden, da insgesamt nur ein geringer Teil durch die An-/Abflugflächen der Landestelle betroffen ist.

Die Höhenentwicklung, der in diesem Bereich betroffenen Gebäude, ist abhängig davon, ob die Bäume auf dem Grundstück 1744/1, eingekürzt werden können. Sollte dies nicht möglich sein, wäre eine höhere Gebäudehöhe möglich, was für die Zukunft **nicht empfehlenswert** ist.

An dieser Stelle möchte ich auch darauf hinweisen, dass die östliche An-/Abflugrichtung, hinsichtlich der Hindernisse, überprüft werden sollte. Eine Verschwenkung nach Südosten erscheint mir hilfreich, auch wenn die Windrichtung möglicherweise entgegenwirkt. Somit wäre zumindest

eine der beiden An-/Abflugrichtung, im Sinne der Hindernisfreiheit, optimiert.

Zusätzlich sollte in den B-Plan ein Hinweis auf Hubschrauberflugverkehr aufgenommen werden, damit die neuen Eigentümer später keine Möglichkeit der Beschwerde, oder gar gerichtliche Verfahren wegen Fluglärms haben. Hinweise können in der Landeplatz-Fluglärmleitlinie herangezogen werden. Aber nochmals der Hinweis, eine P.I.S.-Landestelle hat keine rechtliche Grundlage, sondern stellt nur eine Landemöglichkeit zur Verfügung.

Erstellt:

Ellwangen, 08.12.2020

A O M GmbH

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Jan Castendyck'. The signature is written in a cursive, flowing style.

Jan Castendyck

Regenwasserkonzept Südlich Härten

Erläuterungsbericht



Mulden Retention- /
Einstauflächen



Versickerung



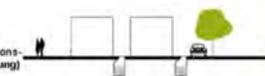
Kaskaden
Verdunstung



Einstau/Rückhaltung
Dachbegrünung



Zisternen mit Retentions-
volumen (Zwangsentleerung)



Auftraggeber: Abteilung Stadtplanung

Stadt Überlingen
Bahnhofstraße 4
88662 Überlingen

Projektbearbeitung: Ingenieurbüro Langenbach GmbH
Amin Sadat, M. Sc.

Planstatt Senner GmbH
Landschaftsarchitektur Stadtentwicklung Umweltplanung
Maik Solbrig Umweltingenieur B. Sc.
Philipp Padur Dipl. Ing. der Landschaftsarchitektur
Johann Senner, Freier Landschaftsarchitekt BDLA, SRL

Breitlestraße 21
88662 Überlingen, Deutschland
Tel.: 07551 / 9199-0
Fax: 07551 / 9199-29
info@planstatt-senner.de
www.planstatt-senner.de

Stand: 14.11.2022
Überarbeitet: 20.12.2022

INHALTSVERZEICHNIS

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	4
TABELLENVERZEICHNIS	4
DATENGRUNDLAGEN UND QUELLEN	5
LANDSCHAFTLICHE BEZÜGE UND TOPOGRAFIE	5
HYDROGEOLOGIE IM PROJEKTGEBIET	7
Einschätzung der Versickerungsfähigkeit	8
BEBAUUNGSPLAN SÜDLICH-HÄRLEN	8
REGENWASSERMANAGEMENT	10
Intensive Dachbegrünung	10
Flächenversickerung	11
Retentionsmulden	11
Baumrigole	11
Zusammenfassung	13
AUFTEILUNG DES PROJEKTGEBIETES IN TEILEINZUGSGEBIETE	13
DIMENSIONIERUNG DER VERSICKERUNGSMULDEN	15
Entwässerungskonzept Versickerungsmulde 1	20
Entwässerung Quartiersplatz	22
Entwässerung Versickerungsmulde 3	23
Versickerungsmulde 4	25

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Seitenquerschnitt im Projektgebiet (Gefälle: -2,75% in West-Ost-Richtung)	5
Abbildung 2 Längsschnitt im Projektgebiet (Gefälle: -1,6% in Nord-Süd-Richtung), 5-fache Überhöhung	6
Abbildung 3 Längsschnitt im unteren Teil des Projektgebietes (Gefälle: -3,81% in Nord-Süd-Richtung). 5-fache Überhöhung	6
Abbildung 4 Ausschnitt aus dem Bebauungsplan Südlich-Härten: grün (öffentliche Grünflächen), lila (Flächen für den Gemeinbedarf), orange (sonstige Sondergebiete hier: Zweckbestimmung Pflegezentrum), rot (Wohnbauflächen), lila (Flächen für den Gemeinbedarf), Quelle [2]	9
Abbildung 4b mögliche Konstruktion einer Baumrigole	12
Abbildung 5 Zuordnung der Einzugsgebiete zu den Mulden	14
Abbildung 6 Projektgebiet mit Versickerungsmulden (blau), Kaskadenmuldensystem	15
Abbildung 7 Nördlicher Teil des Projektgebietes mit Schnitt durch die Versickerungsmulde (1 und 2).....	20
Abbildung 8 Konstruktive Darstellung und Schnitt der Versickerungsmulde 1 mit verschiedenen Einstauhöhen je nach Bemessungsfall (Dauereinstau, 30-jähriges Regenereignis, 100-jähriges Regenereignis).....	20
Abbildung 9 Draufsicht auf die Versickerungsmulde 1 bei Vollstau	21
Abbildung 10 Entwässerungssituation am Quartiersplatz – Versickerungsmulde 4 .	22
Abbildung 11 Entwässerungskonzept Quartiersplatz	22
Abbildung 12 Längs- und Querschnitt durch Mulde 3	23
Abbildung 13 Einstauverhältnisse mit überstaufreien Kaskadensystem entlang der Längsrichtung	24
Abbildung 14 Einstauverhältnisse in Versickerungsmulde 3 bei verschiedenen Bemessungsfällen (5-jähriges Regenereignis, 30-jähriges Regenereignis, 100-jähriges Regenereignis).....	24
Abbildung 15 Querschnitt durch Versickerungsmulde 4	25
Abbildung 16 Längsschnitt durch Versickerungsmulde 4	25

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Datengrundlagen für die Regenwasserbewirtschaftung	5
Tabelle 2 Parameter der Topografie für das Projektgebiet	5
Tabelle 3 Geologischer Schichtenaufbau und Charakterisierung SG1	7
Tabelle 4 Geologischer Schichtenaufbau und Charakterisierung KB3	7
Tabelle 5 Geologischer Schichtenaufbau und Charakterisierung SG2	8

Datengrundlagen und Quellen

Für die Erstellung des Projektberichtes wurde auf verschiedene Datenquellen zurückgegriffen, die in der Tabelle 1 aufgelistet sind.

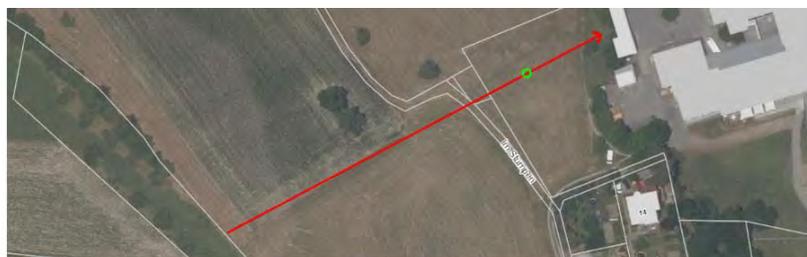
Tabelle 1 Datengrundlagen für die Regenwasserbewirtschaftung

Index	Bezeichnung	Datum
[1]	Hydrogeologisches Gutachten zur Regenwasserversickerung im Erschließungsgebiet „Südlich Härten“, Henke und Partner GmbH Ingenieurbüro für Geotechnik,	08/2020
[2]	Bebauungsplan Südlich Härten, 88662 Überlingen Abteilung Stadtplanung Überlingen, Bahnhofstraße 4,	1/2022
[3]	Bebauungsplan Südlich Härten, Bauamt/	11/2022

Landschaftliche Bezüge und Topografie

Tabelle 2 Parameter der Topografie für das Projektgebiet

Hangausrichtung Projektgebiet	113 ° (Grad)
Mittlere Hangneigung in Grad	5,02 ° (Grad)
Mittlere Hangneigung in %	8,77 %



Meter über Normalnull, Überhöhung 1 fach



■ Geländeprofil auf DGM1-Basis

Überhöhung



Höhe Startpunkt:	471,46 m über NN
Höhe Endpunkt:	466,74 m über NN
Höhendifferenz:	7,34 m
Länge:	171,65 m
Mittlere Steigung:	-2,75 %

Abbildung 1 Seitenquerschnitt im Projektgebiet (Gefälle: -2,75% in West-Ost-Richtung)

Regenwasserkonzept südlich Härden Erläuterungsbericht
Planstatt Senner GmbH

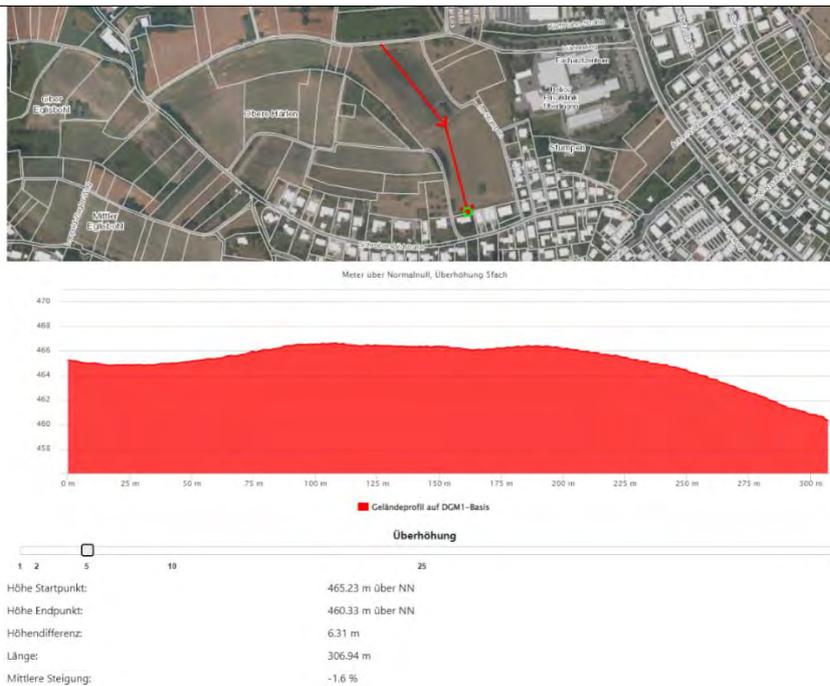


Abbildung 2 Längsschnitt im Projektgebiet (Gefälle: -1,6% in Nord-Süd-Richtung), 5-fache Überhöhung



Abbildung 3 Längsschnitt im unteren Teil des Projektgebietes (Gefälle: -3,81% in Nord-Süd-Richtung). 5-fache Überhöhung

Hydrogeologie im Projektgebiet

Nachfolgende Tabellen (vgl. Tabelle 3, Tabelle 4, Tabelle 5) zeigen die geologische Untergrundsituation im Projektgebiet an. In Bohrung SG1 und SG2 wurden jeweils die k_f -Werte in-situ ermittelt (vgl. Quelle [1]).

Tabelle 3 Geologischer Schichtenaufbau und Charakterisierung SG1

Bohrung: SG 1 / KB 1				
Abfolge	Geologische Schicht	Tiefe [m]	Beschreibung	k_f -Wert [m/s]
(1)	Geringmächtige Auffüllungen	-	Sandig schluffiges Material	KB1 (7,2m Verwitterungsschicht) $k_f = 1 * 10^{-7}$ SG1 (3,2m: Feinkörnige Sande) $k_f = 3,36 * 10^{-6}$
(2)	Feinkörnige Sande	0 - 3,3	Schluffige Beimengungen, Kiesführung in 2 bis 3m mit gut gerundeten, gekritzten Geschieben mit Übergang in die schluffigen Feinsande Schluffige Feinsande: bis 3 m Tiefe, Schwemmsande	
(3)	Verwitterungsschicht	3,3 – 8 m	Feinkörniger Sandstein, aufgewittert und mürbe	
(4)	Molassesandstein	ab 447,3 m NHN		

Tabelle 4 Geologischer Schichtenaufbau und Charakterisierung KB3

Bohrung KB 3				
Index	Geologische Schicht	Tiefe[m]	Beschreibung	k_f -Wert [m/s]
(1)	Pleistozäne Sande	Bis 8,4	-	
(2)	Verwitterungsschicht	8,4 bis 9,6	Sandstein, mürbe teilweise vollständig zersetzt	
(3)	Sandschiefer	10	-	

Tabelle 5 Geologischer Schichtenaufbau und Charakterisierung SG2

Bohrung SG 2 / KB 2				
Index	Geologische Schicht	Tiefe[m]	Beschreibung	Kf-Wert [m/s]
(1)	Auffüllungen	0	-	-
(2)	Pleistozäne Sande	8	-	SG2 (5,2 m: Pleistozäne Sande) $k_f = 5 * 10^{-6}$
(3)	Geschiebelehme	8 bis 9,3	-	-
(4)	Molassesandstein	ab 9,3	-	-

Einschätzung der Versickerungsfähigkeit

Laut dem hydrogeologischen Gutachten ist eine Versickerungsfähigkeit in dem Projektgebiet gegeben. Die Fläche nach Norden zum Härdenweg weist mit einem k_f -Wert von 10^{-5} m/s und einem ausreichenden Abstand zum Grundwasserkörper ohne Stauwasserhorizonte günstige Bedingungen auf. Der Südrand des Gebietes wird im Bereich des pleistozänen Sandes mit einem k_f -Wert von $5 * 10^{-6}$ belegt. Die darunter liegende Verwitterungsschicht weist mit einem k_f -Wert von $1 * 10^{-7}$ eine geringere Versickerungsleistung auf. Werden die zwei Fakten der zu Verfügung stehende Fläche und der erst ab 7m Tiefe u. GOK liegende erste Stauschicht in die Bewertung mit einbezogen, ergibt sich daraus eine Schlussfolgerung bezüglich der Versickerungsfähigkeit. Aufgrund dessen kann davon ausgegangen werden, dass das zu versickernde Wasser in eine Tiefe absickern kann, das der hangabwärtigen Bebauung nicht gefährlich wird. Es wird jedoch empfohlen die Versickerungsmulden mit Versickerungsschächten zu kombinieren, die bis 6 m unter Gelände zu führen sind. (vgl. Quelle [1]).

Bebauungsplan Südlich-Härden

Das Projektgebiet umfasst einen räumlichen Geltungsbereich von 4,7 ha. Die Grünflächen sind im Rahmen des Bebauungsplans als Flächen für die Wasserwirtschaft und die Regelung des Wasserabflusses ausgeschrieben. Auf der räumlichen und zeitlichen Skala wird hier eine Bewirtschaftung des anfallenden Regenwassers verortet (vgl. Quelle [2]).

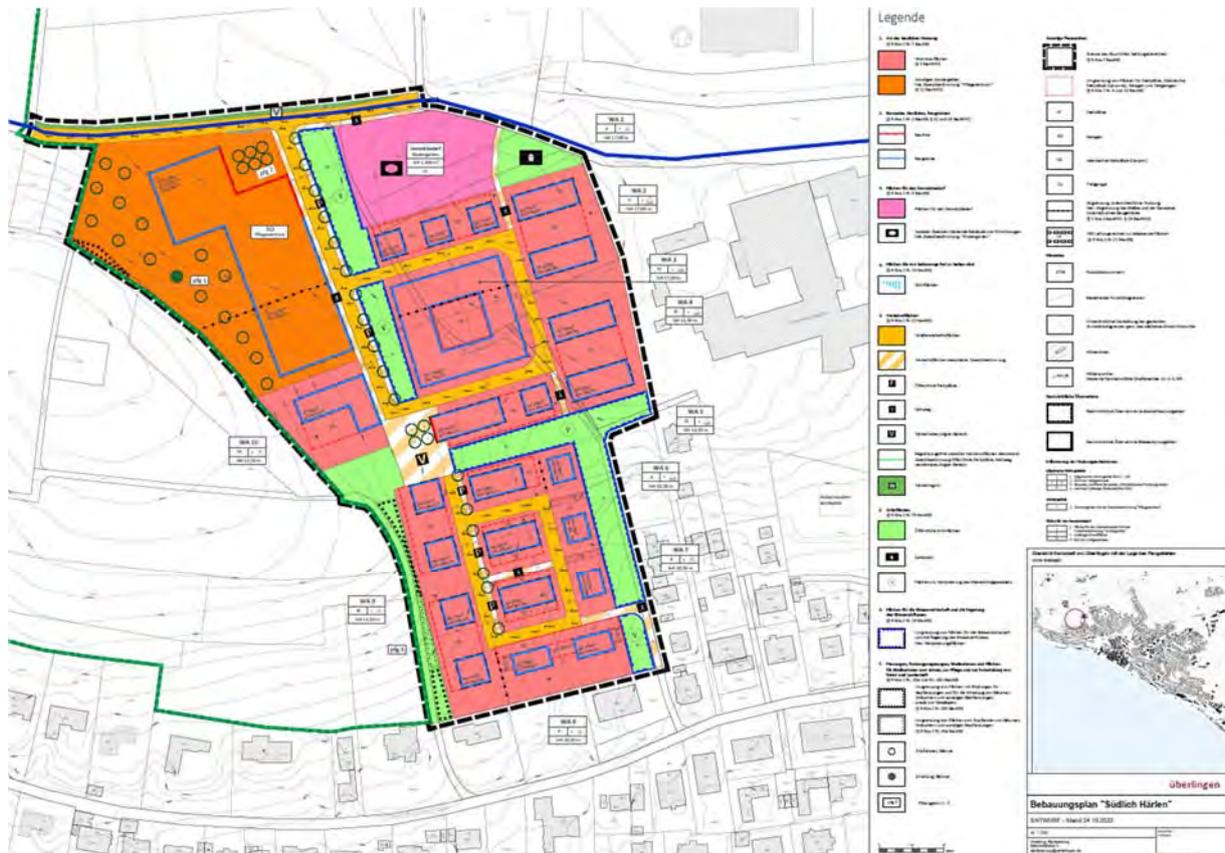


Abbildung 4 Ausschnitt aus dem Bebauungsplan Südlich-Härten: grün (öffentliche Grünflächen), lila (Flächen für den Gemeinbedarf), orange (sonstige Sondergebiete hier: Zweckbestimmung Pflegezentrum), rot (Wohnbauflächen), lila (Flächen für den Gemeinbedarf), Quelle [2]

Regenwassermanagement

Das Regenwasserkonzept im Projektgebiet sieht vor, das anfallende Niederschlagswasser im Gebiet selbst zu bewirtschaften, sodass kein Oberflächenabfluss oder eine Ableitung in das Kanalsystem nötig wird. Dies wird unter anderem dadurch erreicht, indem Pflanzen das Wasser transpirieren oder das Wasser direkt verdunstet. Die Kombination von vernetzten abflussvermeidenden Maßnahmen ermöglicht, dass auf eine Errichtung eines Regenwassersammlers im Projektgebiet mit Anschluss an das Entwässerungssystem der Stadt Überlingen verzichtet werden kann. Durch die geologische Bestandssituation, die topografische Situation eines Südhangs in Richtung des Stadtkörpers und den Verzicht auf Ableitung ist ein besonderes Regenwasserkonzept notwendig. Bei einer Ableitung des Niederschlagswassers in den Bodensee müsste dieses auch zunächst im Projektgebiet über eine Bodenpassage gereinigt und anschließend in einer Regenwasserableitung abgeführt werden. Der Untergrund ist grundsätzlich versickerungsfähig (vgl. Quelle [1]) jedoch stellen sich bei diesem Szenario einige Randbedingungen ein, die berücksichtigt werden sollten. So ist eine Versickerung im Bestand möglich und es sollte möglichst langsam versickert werden, um Gefahren der Mobilisierung von Feinmaterial zu vermeiden, was zu Hangrutschungen und Wasseraustritten im südlichen Bereich führen könnte. Im Vergleich zum südlichen Bereich im Projektgebiet herrschen im nördlichen Bereich bessere Versickerungsbedingungen, bedingt durch einen höheren k_f -Wert und keine zum Stadtkörper exponierte Hanglage. Die topografischen Gegebenheiten (erhöhte Ost- und Westbereich im Projektgebiet) können dafür genutzt werden, möglichst viel anfallendes Niederschlagswasser im nördlichen Bereich zu versickern. Auch im südlichen Bereich kann eine Versickerung umgesetzt werden. In diesem Bereich werden jedoch unterstützende technische Lösungen in Form von Kaskaden und unterstützende Sickerschächte notwendig. Zur Realisierung des abflusslosen Baugebiets wird eine dezentrale Lösung entwickelt, die zum einen Speicherkapazitäten (Retention) bei Starkniederschlägen bereitstellt und gleichzeitig Kühlungseffekte durch die Verdunstung von Pflanzen (Evapotranspiration) bei Hitzeperioden erzielt. Im Normalfall nimmt die Grundwasserneubildungsrate bei klassischen Baugebieten bei Versiegelung ab. In diesem Projektgebiet soll die Grundwasserneubildungsrate nicht essenziell zunehmen. Bezüglich der Komponenten der Wasserhaushaltsbilanz soll ein Fokus auf die Stärkung der Verdunstungskomponente gelegt werden. Da es im Umfeld des Baugebietes keinen Vorfluter gibt, der bei Versagen der Anlagen das überlaufende Wasser aufnehmen könnte, werden die Anlagen für die Aufnahme eines 100-jährigen Regenereignisses konzipiert. So ist sichergestellt, dass die Unterlieger durch das Neubaugebiet im Hinblick auf die Regenwasserableitung keine Nachteile erleiden (vgl. Quelle [3]).

Intensive Dachbegrünung

Ein wichtiger Punkt ist die Schaffung von Retentionsraum für Regenwasser auf intensivbegrüntem Dächern mit Abflussbeiwerten kleiner 0,3 (Abflussbeiwert $\Psi \leq 0,3$). Das restliche abfließende bereits vorgereinigte Wasser der Gründächer könnte anschließend in Kombinationszisternen eingeleitet werden. Diese dienen zur Hälfte als Brauchwasserspeicher und zur anderen Hälfte als Retentionsraum. Hierbei dient der obere Teil als Rückhalteraum, bei dem das Niederschlagswasser gedrosselt zum Beispiel an die direkte Zisternenumgebung (Arbeitsraum) über perforierte Schachtwände versickert. Alternativ ist die Versickerung des Regenwassers über Rigolen denkbar. Dabei sollte jedoch beachtet werden dies nicht zu punktuell zu forcieren, sondern eher flächiger. (vgl. Quelle [3]).

Flächenversickerung

Unbelastete Verkehrsflächen, Zuwegungen und Terrassen sollen über Flächenversickerung mit offenporigen Belägen (Abflussbeiwert $\leq 0,5$) zur Abflussvermeidung beitragen. Durch die Dachbegrünung und die durchlässigen Beläge kann der Abflussbeiwert für den Planungszustand für das Quartier deutlich verringert werden von 0,6 auf etwa 0,35 reduziert werden.

Retentionsmulden

Ein weiterer wichtiger Baustein des Entwässerungskonzepts sind Retentionsmulden in den natürlichen Muldenlagen des Baugebiets. Aus verkehrsrechtlicher Sicht sollen diese Mulden nicht höher als 30 cm eingestaut werden, um auf eine Einzäunung verzichten zu können. Im nördlichen Bereich soll das Wasser über möglichst großflächig Mulden zurückgehalten und versickert werden. Dabei sind die Flächen unterschiedlich ausgebildet, teils mit Hochstaudenflur bepflanzt, um die Verdunstungsrate gegenüber einer ausgemähten Mulde zu erhöhen. Stellenweise können hier auch feuchtigkeitsverträgliche Baumarten stehen. Diese Hochstaudenflur dient zusätzlich als Abstandsgrün der öffentlichen Grünfläche zur Straße und zu privaten Grünflächen und zusätzlich als Schutz vor Betretung der Kernversickerungszone.

Um eine Verschlemmung zu verhindern, müssen die Mulden von Anfang an dicht bepflanzt und vor Erosion geschützt werden. Zusätzlich sollten stabile immer- oder wintergrüne Teilbereiche geschaffen werden. Hinzu kommt eine Zonierung der Versickerungsanlagen von intensiv genutzten bis zu geschützten Bereichen.

Die anderen Bereiche können als öffentlicher Grünraum genutzt und bespielt werden. Im südlichen Bereich mit mittlerem Gefälle werden einzelne bepflanzte Mulden angelegt. Fehlendes Stauvolumen wird in Rigolen unter den Mulden bereitgestellt.

Baumrigole

Die Baumrigole soll bei den geplanten Straßenbäumen sowie Baumstandorten in versiegelten Flächen/Plätzen eingesetzt werden, um die Standortbedingungen und das Wasserangebot zu verbessern und zu optimieren. Baumrigolen benötigen an der Oberfläche einen gewissen Einstaubereich damit Regenwasser in die Rigole absickern kann. Die Baumrigole besteht wie das Mulden-Rigolen-Element (MRE) aus einer Versickerungsfläche, die temporär eingestaut werden kann, und einer unterirdisch angelegten Rigole. Das Wasser, welches nicht vom Baum aufgenommen wird, sickert durch das Baumsubstrat in den darunterliegenden gedichteten Speicher in die Kiesrigole. Unterhalb des Wurzelraums befindet sich im Optimalfall eine zum anstehenden Boden hin abgedichtete Kiesrigole, welche sich mit Sickerwasser füllt und bei einem gewissen Wasserstand überläuft und in der Umgebung versickert. Sollte der Untergrund nicht ausreichend versickerungsfähig sein kann über ein Drainagerohr (Teilsickerroh nach unten geschlitzt) mit Drosseleinrichtung (geringe Abflüsse) das überschüssige Wasser abgeführt werden.

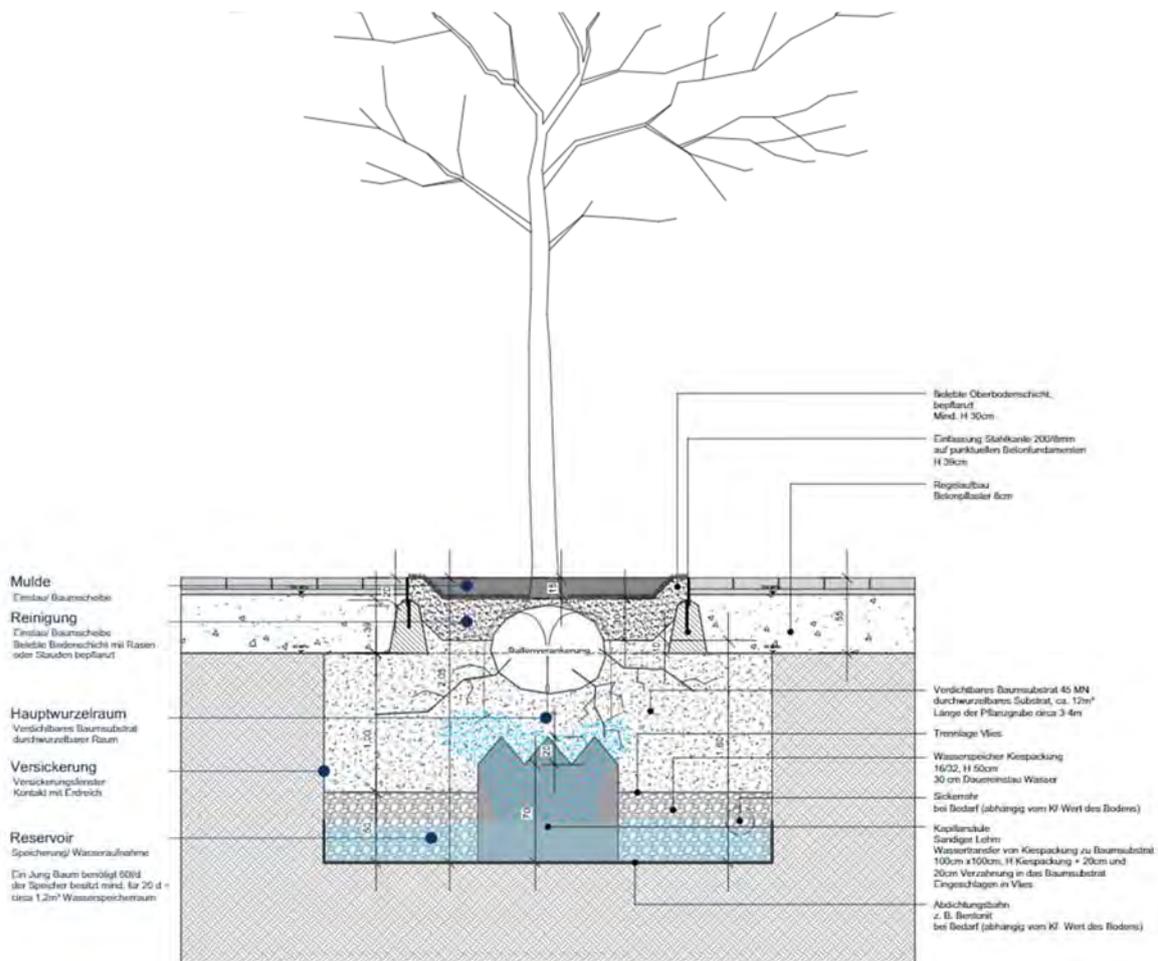


Abbildung 4 B mögliche Konstruktion einer Baumrigole

Es sollten mindestens etwa $1,2 \text{ m}^3$ Wasser zurückgehalten werden, um den Baum insbesondere in der jungen Phase zu unterstützen. Der Baum hat je nach Art und Pflanzqualität ein Wasserbedarf von etwa 60 l/d . Durch diesen zusätzlichen Speicher könnte so der Baum in einer Trockenphase 20 Tage zusätzlich mit Wasser versorgt werden. Um dieses Wasser wieder Pflanzen verfügbar zu machen, wird eine Kapillarsäule in Form von lehmigem Sand eingebracht, diese ist mit dem Baumsustrat verzahnt und versorgt somit den Baum. Diese Kombination ermöglicht es, die Verdunstungskomponente gegenüber des normalen MRE's zu erhöhen. Diese ergibt sich aus der Transpiration und der Evaporation der Blattflächen. Die Verdunstung unterliegt einem Jahresgang, der in den Sommermonaten bei einem Großbaum zu Spitzenwerten von 670 l/d (Embrem et al. 2009) führen kann.

Die oftmals geringe Größe der offenen Baumscheibe, durch beispielsweise geringen Platzbedarf bei Längsparkern, führt zu einem ungünstigen Verhältnis von Muldenfläche zur Rigolenfläche und des Rigolenvolumens.

Um das Wasserdargebot des Baumes dennoch zu verbessern und das Volumen der Rigole besser auszulasten, sollen zusätzliche, temporäre Einstauräume der kleinen Baumscheiben angeknüpft werden. Die Bäume bei den Längsparkern werden hierbei über eine Mulde oder Rinne zusätzlich mit Einstauflächen versorgt und gleichzeitig oberflächennah vernetzt.

Zusammenfassung

Die Kombination von Stauden/Bäumen mit Versickerungsanlagen kann in Abhängigkeit vom Anwendungsbereich in unterschiedlichen Technisierungsgraden erfolgen. Die Bandbreite reicht von mit Stauden oder Bäumen bepflanzten Mulden bis hin zur Baumrigole als konstruktive Anlage. Diese Leitidee geht über die, seit langem praktizierte, Technik der reinen Ableitung oder Versickerung hinaus. Das anfallende Niederschlagswasser der Quartierstraßen (nach DWA-M153 Typ F3) wird gesammelt und in die Retentionsmulden oder Baumscheiben der Baum-Rigolen-Systeme geführt. Dort wird das Wasser zum Teil von den Pflanzen direkt aufgenommen oder durch die belebte Bodenzone (30cm) versickert. Bei gewünschtem starkem Einsatz von Taumitteln sollte ein Absorber (Schacht oder Rinne) vorgeschaltet werden (vgl. Quelle [3]).

Aufteilung des Projektgebietes in Teileinzugsgebiete

Für die Aufstellung des Regenwasserkonzeptes wird das Projektgebiet in Anlehnung aus dem Auszug des Bebauungsplan Südlich-Härten (vgl. Abbildung 4) in insgesamt sieben Einzugsgebiete unterteilt (vgl. Abbildung 5).

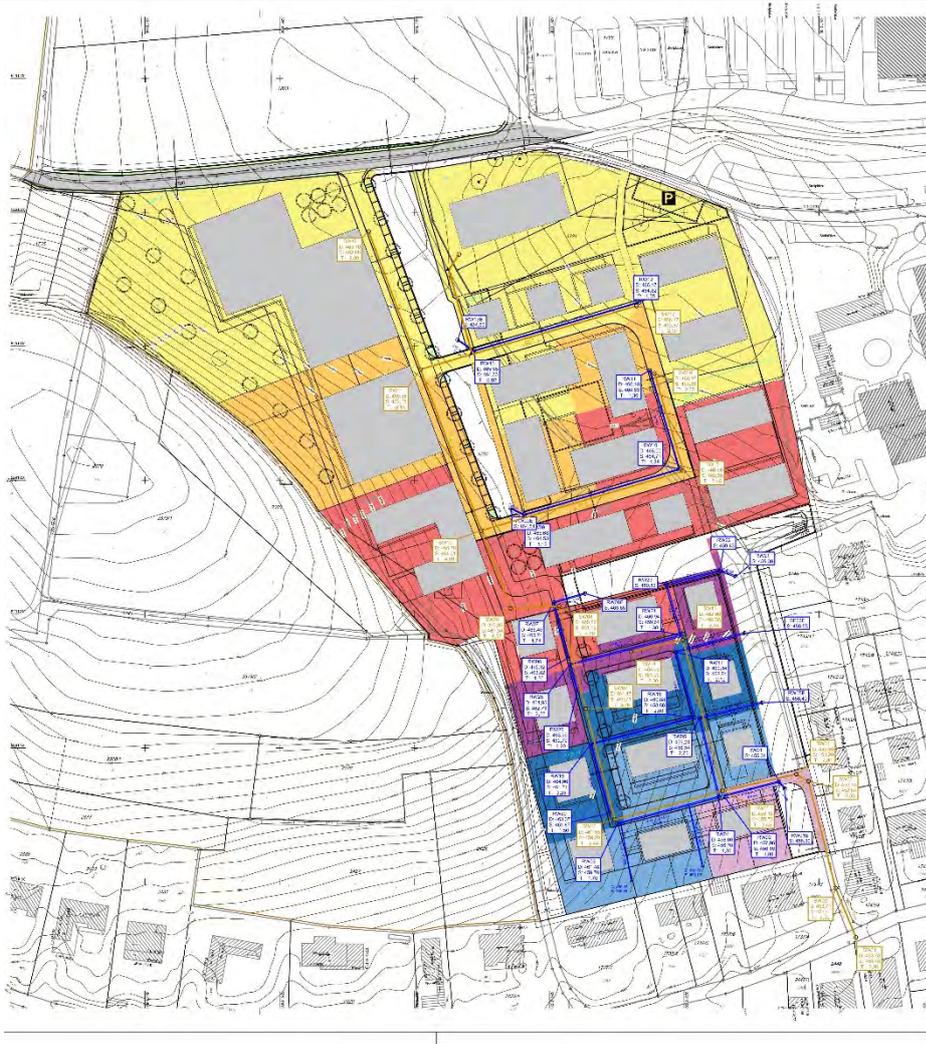


Abbildung 5 Zuordnung der Einzugsgebiete zu den Mulden

Die Entwässerung der Teileinzugsgebiete in die Versickerungsflächen ist eine Synthese aus der topografischen Lage und der Einteilung der Baufelder samt berechneten Abflussbeiwert

Dimensionierung der Versickerungsmulden



Abbildung 6 Projektgebiet mit Versickerungsmulden (blau), Kaskaden-Mulden-System

Um das Rückhaltevolumen eines hundertjährigen Regenereignisses gewährleisten zu können müssen alle Bausteine der Abflussvermeidung verantwortungsvoll angewandt werden, sowie gewisse Aufgaben der einzelnen Beteiligten (privat und öffentlich) übernommen werden. Um die Last der Privaten nicht übermäßig zu gestalten, wurde mit dem Versicherer vereinbart ab einem 30-jährigen Regenereignis ein höheres, kurzzeitiges Einstauziel als 30 cm zu ermöglichen, ohne dies einzäunen zu müssen.

Dadurch konnte verhindert werden, dass die Privatgrundstücke ein 100-jähriges Ereignis selbst verwirtschaften müssen, ohne den Bau zusätzlicher teurer, unterirdischer Retentionsräume. Es wird nun gefordert, dass auf den privaten Grundstücken die Regenmenge eines 30-jährigen Ereignis (statistische Wiederkehrzeit = T) mit geeigneten Maßnahmen zurückgehalten werden muss. Alles darüber hinaus darf in die öffentlichen Retentionsflächen abgeleitet werden.

Begründung Einstauziel

Baurechtlich gibt es keine Vorgabe bis zu welcher statistischen Wiederkehrzeit das Einstauziel von 30 cm gilt, hier wird oft auf die allgemeine Verkehrssicherungspflicht hingewiesen. Der Versicherer teilt die Meinung, dass dies bis zu einem 30-jährigen Ereignis eingehalten werden soll, für welches auch der einfache Überflutungsnachweis geführt werden muss. Der erhöhte Einstau, kann teure Rigolen/ Retentionsräume unter der Erde vermeiden. Daraus ergibt sich die Aufgabe bestehende Grünräume maximal auszunutzen, um das errechnete Volumen so dezentral wie möglich herzustellen.

Im Umfeld des Baugebietes ist keine Vorflut (Bachlauf o.ä.) vorhanden, welche im Versagensfall die überlaufenden Regenwassermengen aufnehmen und ableiten kann. Aus diesem Grund werden die Anlagen auf den Bemessungsfall des 100-jährigen Regenereignisses ausgelegt. Dies hat zur Folge, dass das Einstauziel in den Mulden von 30 cm auf 50 cm angehoben wird. Würde die Einstauhöhe von nur 30 cm beibehalten werden, könnte dies eine ökologisch-ökonomisch nicht vertretbare Rigolen Bemessung (Volumen der Rigolen Körper) nach sich ziehen.

Eine konventionelle Muldendimensionierung wird mit Jährlichkeiten von 2 bis 5 Jahren angesetzt und klassische Überflutungsnachweise mit einem 30-jährigen Regenereignis gerechnet. Gleichzeitig sollte auch hier erwähnt werden, dass die Kanalnetze meistens nur für 5-jährige Regenereignisse ausgelegt sind. Herkömmlich sind Mulden mit einem Notüberlauf an die nächste Vorflut oder das Kanalnetz angeschlossen. Dadurch könnte jedoch auch ein Rückstau in die Mulden und somit ein deutlich höherer Einstau in den Mulden erfolgen. Regenereignisse mit einem Wiederkehrintervall $T > 30a$ können daher bei einer klassischen Muldenbemessung zu unkontrollierten Abflüssen aus dem Projektgebiet führen.

Gemäß dem aktuellen Regenwasserkonzept soll vollständig auf einen Abfluss in den Kanal oder auf einen Oberflächenabfluss aus dem Projektgebiet verzichtet werden und das gesamte anfallende Regenwasser im Planungsgebiet zurückgehalten werden. Es soll daher nachgewiesen werden, dass das Regenwasserkonzept bei einem statistischen Wiederkehrintervall von 100 Jahren die Einstauhöhe der Mulden bis maximal 50 cm nicht überschreitet.

Berechnungsansatz

Mulden-Rigolen-System

Das im Baugebiet anfallende Regenwasser soll vollständig im Baugebiet versickert werden. Die Bemessung der Versickerung erfolgt für ein 100-jähriges Regenereignis, da es im Umfeld des Baugebietes keine Vorflut für die Ableitung eines Notüberlaufes gibt. Die Versickerung erfolgt über Mulden-Rigolen-Systeme in den öffentlichen Grünflächen und über Versickerungsanlagen auf den Privatgrundstücken.

Es ist gefordert, dass auf dem privaten Grundstück die Regenmenge eines 30-Jährigen Ereignis (statistische Wiederkehrzeit) mit geeigneten Maßnahmen zurückgehalten und über Versickerungsanlagen in den Untergrund versickert werden muss. Die darüberhinausgehende Regenmenge darf in die öffentlichen Retentionsflächen abgeleitet werden.

Das auf den öffentlichen Verkehrsflächen, den privaten Stellplätzen der Reihenhäuser im Süden und deren Hauszugängen anfallende Niederschlagswasser wird über Kanäle oder das Gelände den Sickermulden zugeleitet. Im nördlichen Teil des Baugebietes (Mulden 1 und 2) wird das Regenwasser von der Haupterschließungsstraße über das Straßenbankett direkt den Mulden zugeführt.

Die geplante Sickerfläche reicht für die Versickerung des Straßenwassers aus, wenn der Oberboden im Bereich der belebten Bodenzone durch Beimischung von Sand aufbereitet wird. Auf diese Weise wird die Durchlässigkeit dieser Schicht auf einen Durchlässigkeitsbeiwert von 10^{-4} m/s eingestellt. Da der anstehende Boden geringere Durchlässigkeiten aufweist, werden als Puffer unter der Muldensohle Rigolen zur Zwischenspeicherung des Wassers angeordnet.

Da die Durchlässigkeit des Untergrundes zwischen 4×10^{-5} und 2×10^{-6} m/s und je nach Standort auch die Tiefenlage der durchlässigeren Schichten (Tiefen von 0,70 bis 2,60 m unter der bestehenden Geländeoberfläche) schwankt, besteht der Bedarf an Rigolenvolumen. Die Rigolen sind auch notwendig, um die Schichten mit den günstigen Durchlässigkeitsbeiwerten in den zuvor genannten Tiefen mit der Rigolensohle zu erreichen.

Die Rigolen werden als Kiesrigole mit einer Füllung aus Sickerkies ausgeführt. Mit Rigolen aus Kunststoffelementen könnte das erforderliche Retentionsvolumen zwar mit geringeren Außenabmessungen hergestellt werden, jedoch muss zum Erreichen der o. g. Tiefenlagen eine größere Höhe der Rigole ausgeführt werden.

Zur Verbesserung der Versickerung in größere Tiefen werden, wie vom Bodengutachter vorgeschlagen, unter den Rigolen Sickergruben mit einem Durchmesser von ca. 2 m und einer Tiefe von 6 m unter Gelände angeordnet. Mit diesen Sickergruben soll erreicht werden, dass mehr Wasser sofort in tiefere Schichten gelangt und sich daher weniger Wasser in den oberen Schichten zur Seite hin ausbreitet.

Berechnung der erforderlichen Retentionsvolumen

Die Ermittlung des erforderlichen Retentionsvolumens wurde nach den DWA-Arbeitsblättern A 117 und A 138 durchgeführt.

Für die Aufstellung des Regenwasserkonzeptes wird das Projektgebiet in insgesamt sieben Teileinzugsgebiete unterteilt, wobei ein Teileinzugsgebiet einem Mulden-Rigolen-System zugeordnet ist.

Zur Zwischenspeicherung des Niederschlagswassers sind sieben Mulden-Rigolen-Systeme erforderlich. Die erforderlichen Speichervolumina der Mulden 1 bis 7 wurden durch Iteration in Tabellenform ermittelt und die sich daraus ergebenden Sickerflächen wurden festgelegt. Diese festgelegten Sickerflächen werden in der gestalterischen Planung der Mulden berücksichtigt und realisiert.

Für die Bemessung von nicht vernetzten Mulden-Rigolen-Elementen sind folgende Schritte erforderlich. Zuerst wird für die Bemessung der Mulde das erforderliche Muldenvolumen auf Basis einer angenommenen Sickerfläche ermittelt. Zur Ermittlung des erforderlichen Speichervolumens sind die Zufluss- und Versickerungsvolumina über eine Kontinuitätsbedingung miteinander zu verknüpfen:

$$V_m = (Q_{zu} - Q_s) \cdot D \cdot 60 \cdot f_z \cdot f_A$$

- Q_{zu} (konstanter) Zufluss während der Regendauer D in m³/s
- Q_s (konstante) Versickerungsrate während der Regendauer D in m³/s
- V_m (erforderliches) Speichervolumen in m³
- D Regendauer in min
- f_z Zuschlagsfaktor nach DWA-A 117
- f_A Abminderungsfaktor nach DWA-A 117

Die Sickerfläche wird variiert, bis die gewünschte Einstauhöhe eingehalten wird. Für Ereignisse mit einer Wiederkehrzeit größer 30 Jahre werden Einstauhöhen von über 30 cm zugelassen.

Das erforderliche Volumen der Rigole ergibt sich aus einer einfachen Volumenbilanz:

$$V_R = V_{MRE} - V_M$$

- V_R Speichervolumen der Rigole in m³
- V_{MRE} Speichervolumen des Mulden-Rigolen-Elements in m³
- V_M Speichervolumen der Mulde in m³

Die Berechnung erfolgt in Tabellenform, siehe Anhang.

Die Bemessung der öffentlichen Versickerungsmulden erfolgt für ein 100-jähriges Regenereignis. Wie allerdings unter Pkt. 1 bereits beschrieben, ist es gefordert, dass auf den privaten Grundstücken die Regenmenge eines 30-jährigen Ereignisses mit geeigneten Maßnahmen zurückgehalten und versickert werden muss. Die darüberhinausgehende Regenmenge darf in die öffentlichen Versickerungsmulden abgeleitet werden.

Demzufolge muss zuerst das erforderliche Retentionsvolumen VRP auf den privaten Grundstücksflächen für ein 30-jähriges Ereignis für die Teileinzugsgebiete 1 bis 7 ermittelt werden. Im nächsten Schritt wird das erforderliche Gesamretentionsvolumen für die Versickerungsmulden (Gesamtfläche privat und öffentlich) für ein 100-jährigen Ereignis VRG für die Mulden 1 bis 7 ermittelt. Das erforderlichen Retentionsvolumen für die öffentlichen Versickerungsmulden VRO ergibt sich aus der Differenz aus Gesamtvolumen abzüglich des Volumens der privaten Mulden:

$$VRO = VRG - VRP$$

Grundsätzlich ist das erforderliche Retentionsvolumen abhängig davon, welche Sickerfläche für die Mulden berücksichtigt wurde. Das heißt, dass für die Berechnung der erforderlichen Retentionsvolumen VRP die Sickerfläche auf den privaten Grundstücksflächen bekannt sein muss. Da eine Festlegung der Sickerfläche auf den privaten Grundstücksflächen vorab nicht möglich ist, muss ein kleinstmögliches Retentionsvolumen VRP für die privaten Grundstücksflächen ermittelt werden.

Rein rechnerisch gesehen, ergibt sich mit der Annahme der größtmögliche Versickerungsfläche ein kleinstmögliches Retentionsvolumen VRP. Das bedeutet, je größer die Sickerfläche, desto größer die Infiltrationsrate und desto kleiner das erforderliche Retentionsvolumen.

In der vorliegenden Berechnung geht man davon aus, dass 40 % der privaten Gesamtgrünfläche mit einem zugeordneten kf-Wert von 10-4 m/s (Durchlässigkeitsbeiwert) als Sickerfläche geplant werden (Maximum Sickerfläche). Dies ist Grundlage für die Berechnung des Minimums des Retentionsvolumens für die Privatmulden. Dies führt zu einem sehr geringen Muldenvolumen, dass in der folgenden Weiterberechnung bei den öffentlichen Mulden in der Volumenbilanz zum Abzug gebracht werden kann.

Wie bereits erwähnt, entlasten die Privatmulden bei stärkeren Regenereignissen als dem 30-jährigen Ereignis in die öffentlichen Versickerungsmulden. Mit der Annahme, dass das berechnete, erforderliche Retentionsvolumen VRP auf den privaten Grundstücksflächen realisiert wird, werden die Privatmulden bei einem 100-jährigen Ereignis nur bei kurzen Regendauern überlaufen. Das Regenvolumen von länger dauernden Regen dieser Wiederkehrzeit kann in den Mulden aufgenommen werden.

Bei der Berechnung des Retentionsvolumens der öffentlichen Rigolen sind Regenereignisse mit längerer Regendauer das maßgebliche Ereignis. Das bedeutet, dass bei kürzeren Regendauern die Rigolen genügend Reserven haben, um das überlaufende Regenwasser von den Privatgrundstücken aufzunehmen.

Bei der Ermittlung des erforderlichen Retentionsvolumens wurden die Baumrigolen berücksichtigt.

Entwässerungskonzept Versickerungsmulde 1

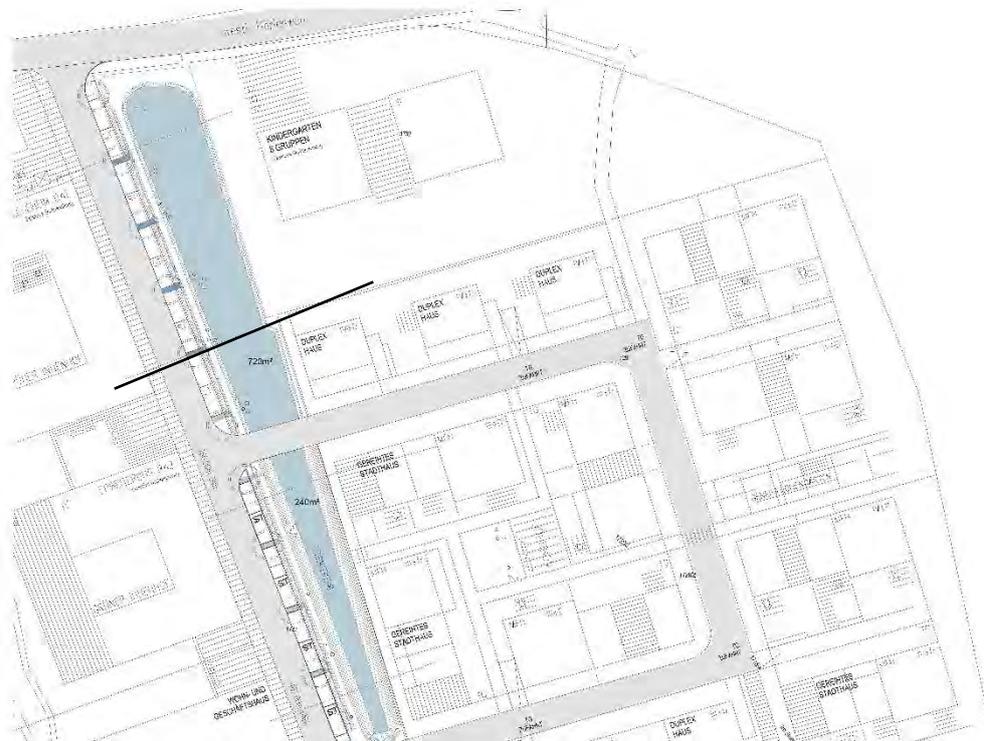


Abbildung 7 Nördlicher Teil des Projektgebietes mit Schnitt durch die Versickerungsmulde (1 und 2)

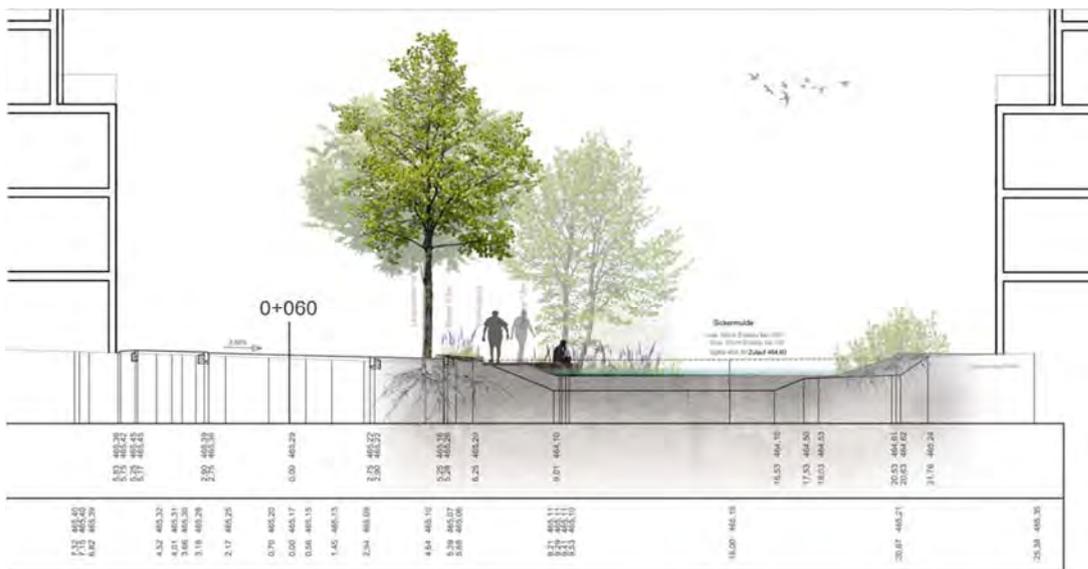


Abbildung 8 Konstruktive Darstellung und Schnitt der Versickerungsmulde 1 mit verschiedenen Einstauhöhen je nach Bemessungsfall (Dauereinstau, 30-jähriges Regenereignis, 100-jähriges Regenereignis)

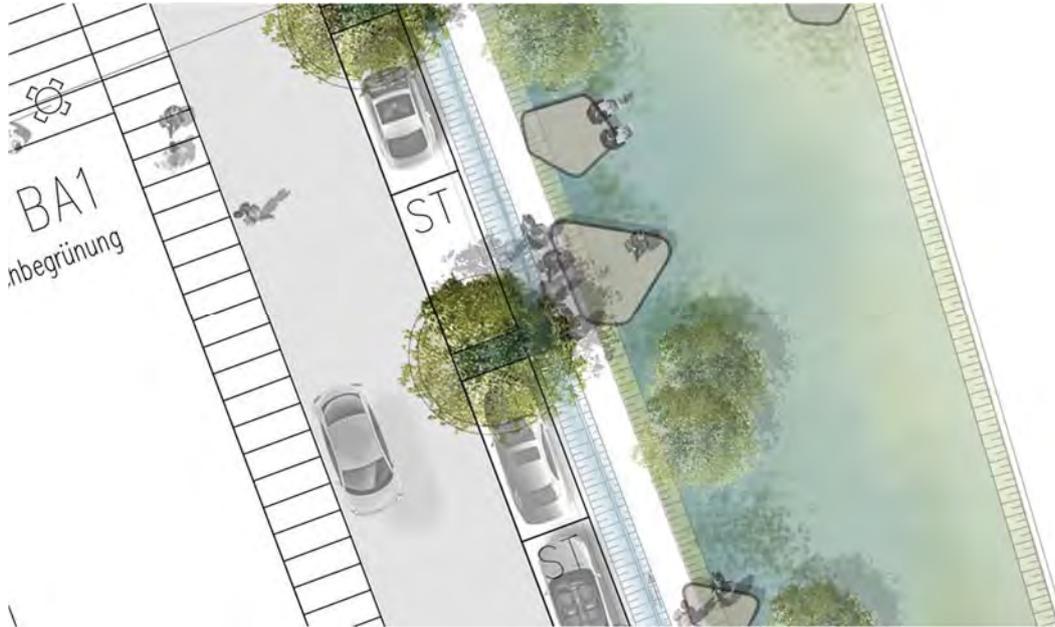


Abbildung 9 Draufsicht auf die Versickerungsmulde 1 bei Vollstau

Die Versickerungsmulde 1 und 2 wurde zusammengefügt, um das Einzugsgebiet optimieren zu können. Dies bedeutet Sie haben die gleichen Sohlhöhen und sind hydraulisch offen miteinander verbunden.

Die Muldenfläche wird in drei Kernzonen aufgeteilt (A, B und C). Bei der tiefst liegenden Kernzone A, kommt es bei kleineren Regenereignissen zu leichtem Einstau. Die Kernzone A ist mit wechselfeuchten Stauden bepflanzt und schützt die Kernzone vor intensiver Nutzung. Die Kernzone B schließt sich an Kernzone A an und weist einen Wiesencharakter auf. Hier kommt es nur zum Einstau bei größeren Regenereignissen. Kernzone C geht von einer Wiesennutzung in eine Rasennutzung über.

Dabei ist Kernzone A häufiger eine feuchte Zone als beispielweise Kernzone C. In Kernzone B wird die Ableitung/Entwässerung über Drainagen und Rigolen unterstützt. So ist für die Mulde gewährleistet, dass bei kleineren Ereignissen das Wasser der wechselfeuchten Vegetation zur Verfügung steht und es nicht schnell zur Infiltration kommt. Bei Größeren Ereignissen ($>r2$) wird die Ableitung etwas beschleunigt in dem das Wasser sich bis in Zone b zurückstaut und über die Drainagen und Rigolen Regenwasser in die tieferen Bodenschichten versickert wird.

In der Mulde 1 und 2 wird eine 2m breite und 1,7m tiefe und 36m Lange Kiesrigole benötigt. Dabei handelt es sich um die Mindestgröße. Die Planung sieht vor in Mulde 1 eine 25m langen Rigolenstrang in Längsrichtung mittig in die Kernzone B anzuordnen und diesen durch einen Drainagegraben im Norden und im Süden zu ergänzen.

Dieselbe Methode wird auch in Mulde 2 bei mit einem 20m langen Rigolenstrang angewendet.

Entwässerung Quartiersplatz

Der Quartiersplatz entwässert sich selbst über großzügige Versickerungsflächen kombiniert mit Baumrigolen. Der westliche angrenzende Grünraum hält Retentionsraum für einen möglichen Abfluss des Außengebiet bereit.

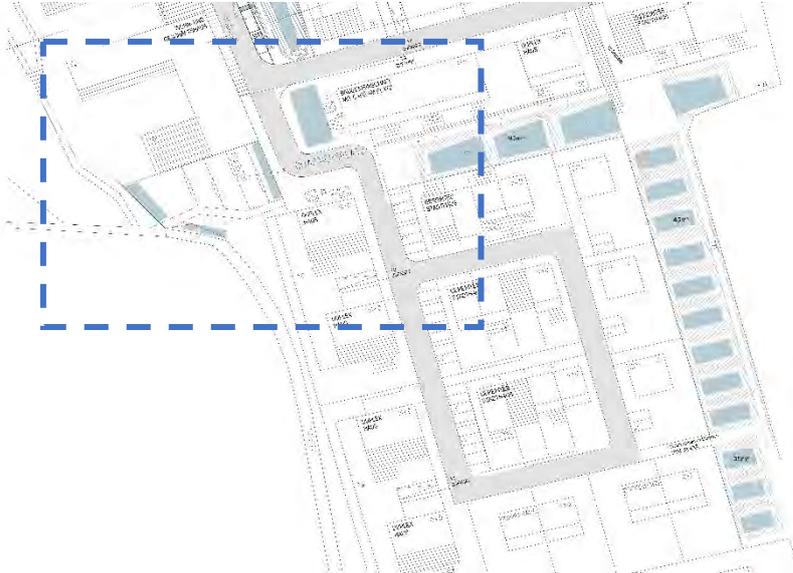


Abbildung 10 Entwässerungssituation am Quartiersplatz – Versickerungsmulde 4

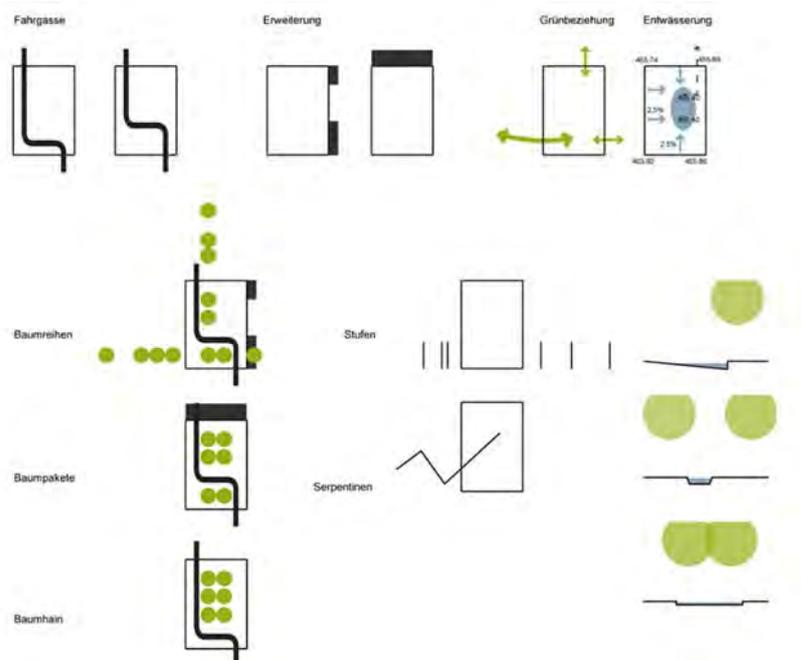


Abbildung 11 Entwässerungskonzept Quartiersplatz

Entwässerung Versickerungsmulde 3

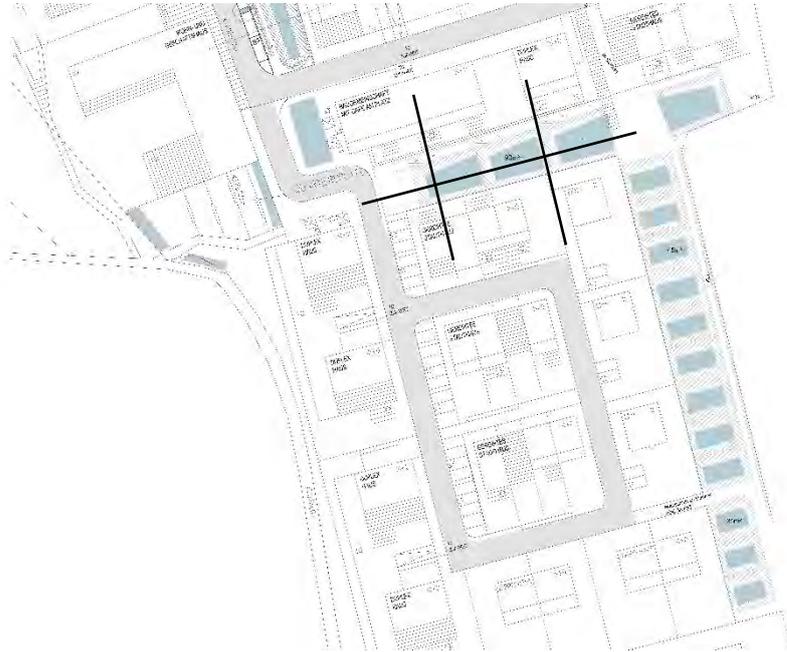


Abbildung 12 Längs- und Querschnitt durch Mulde 3

Durch die Kaskaden und die benötigten zwei Einstauziele gibt es in Mulde 3 einen zentralen Verteilerschacht für die drei Mulden Flächen. Dabei handelt es sich um einen Schacht, der über drei Abläufe verfügt, die gleichmäßig und zeitig das Regenwasser an alle drei Mulden abgibt. Dies wird erreicht, indem es zu einem Anstau im Schacht kommt und durch drei gleich hohe Abläufe das Wasser abgeführt wird.

Rechnerisch sind hier keine Rigolenvolumen notwendig. Jedoch soll auch hier über einzelne Sickerschächte der jeweiligen Mulden die Versickerung verbessert werden. Diese befinden sich wie in Mulde 1 im etwas höher (5 cm) liegenden Kernbereich B damit dies nur bei größeren Ereignissen der Fall ist.

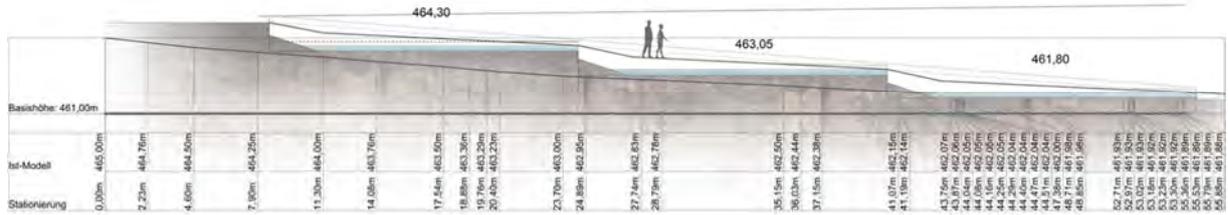


Abbildung 13 Einstauverhältnisse mit überstaufreien Kaskadensystem entlang der Längsrichtung

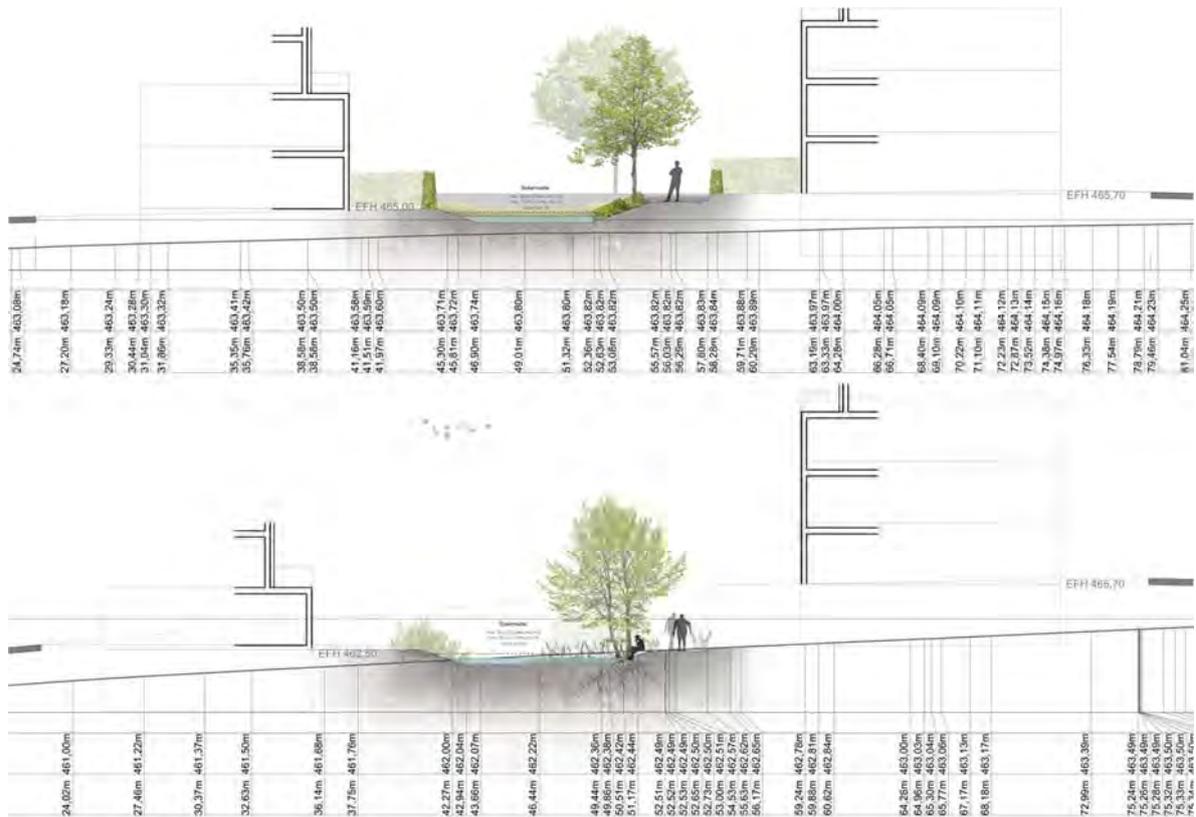


Abbildung 14 Einstauverhältnisse in Versickerungsmulde 3 bei verschiedenen Bemessungsfällen (5-jähriges Regenereignis, 30-jähriges Regenereignis, 100-jähriges Regenereignis)

Versickerungsmulde 4

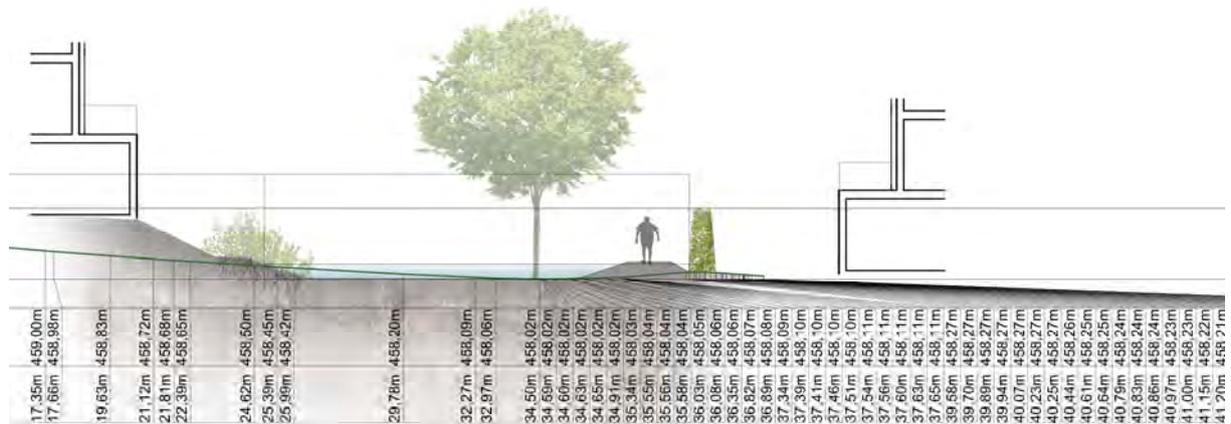


Abbildung 15 Querschnitt durch Versickerungsmulde 4

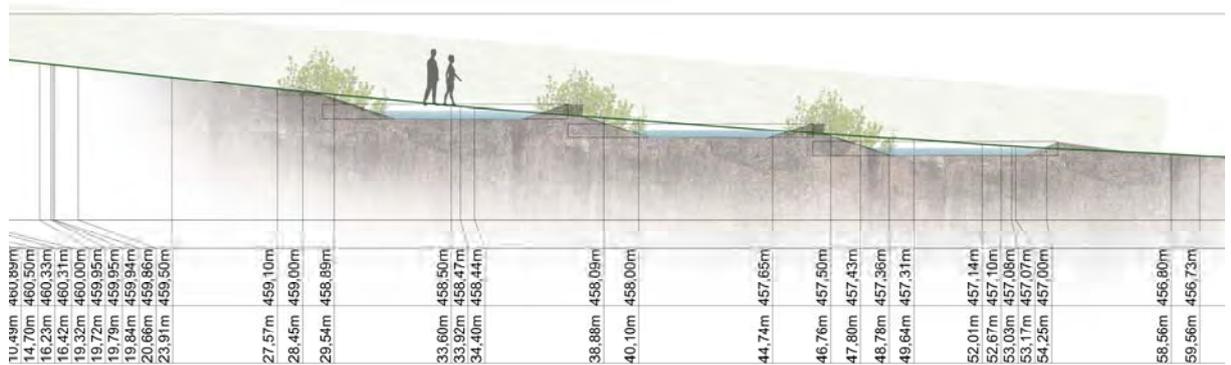


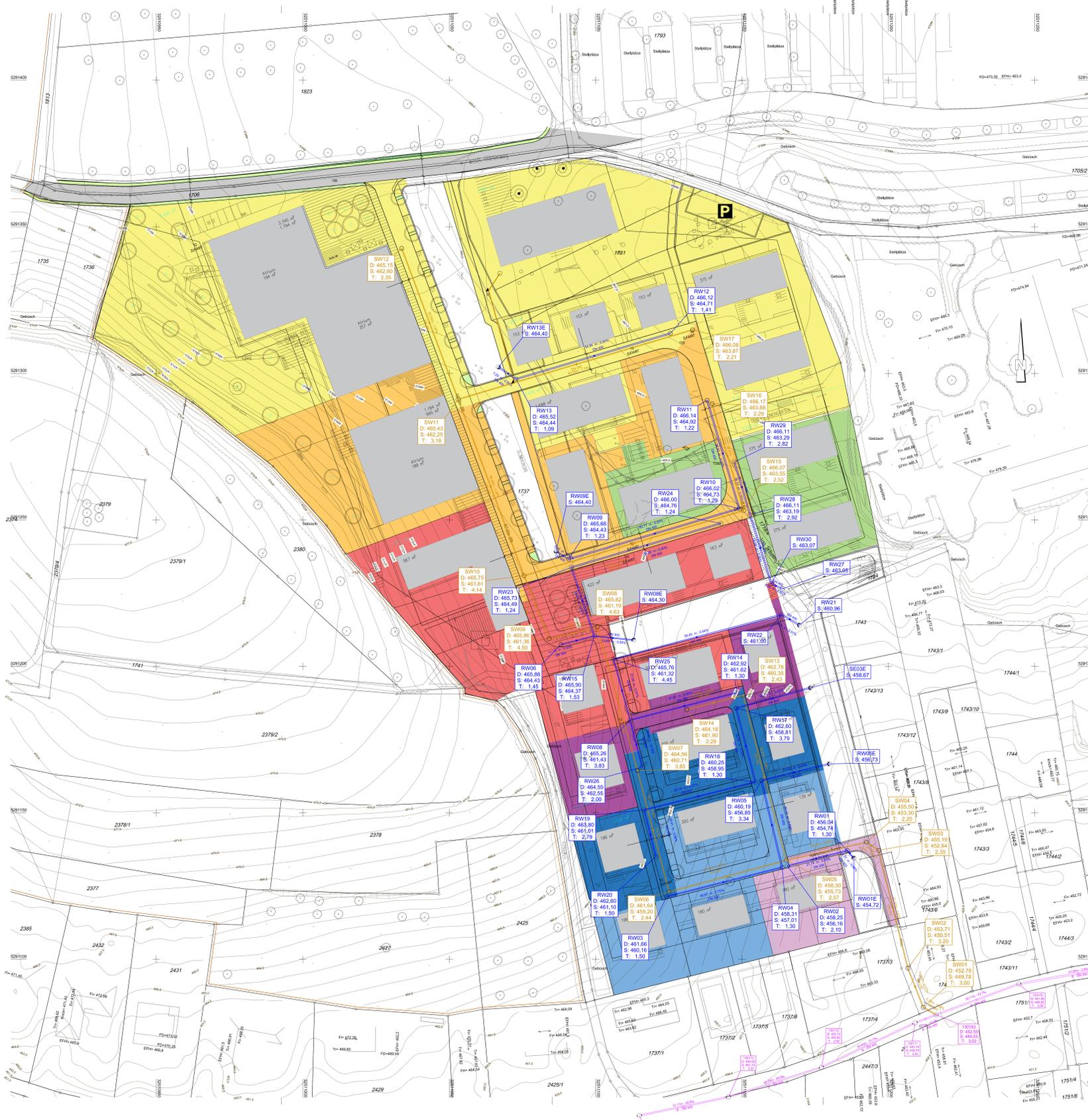
Abbildung 16 Längsschnitt durch Versickerungsmulde 4

Ähnlich wie bei Mulde 3 verhält sich das Prinzip bei den folgenden Mulden 4 bis 7.

Zusammenfassung

Zusammengenommen ist es durch die beschriebenen Maßnahmen möglich, das anfallende Niederschlagswasser im Projektgebiet Südlich Härten zurückzuhalten, zu verdunsten und zu versickern, ohne einen Abfluss durch Kanäle notwendig zu machen. Auch mit Blick auf die immer häufiger und stärker werdenden Starkregenereignisse ist das vorliegende Entwässerungskonzept geeignet.

Einzugsgebiet für Entwässerungskonzept



LEGENDE

- Mulde 1: $A_{EK}=16.970 \text{ m}^2$ $A_U=9.235 \text{ m}^2$
- Mulde 2: $A_{EK}=6.683 \text{ m}^2$ $A_U=3.758 \text{ m}^2$
- Mulde 3: $A_{EK}=5.464 \text{ m}^2$ $A_U=3.058 \text{ m}^2$
- Mulde 3A: $A_{EK}=2.828 \text{ m}^2$ $A_U=1.827 \text{ m}^2$
- Mulde 4: $A_{EK}=1.762 \text{ m}^2$ $A_U=1.138 \text{ m}^2$
- Mulde 5: $A_{EK}=2.841 \text{ m}^2$ $A_U=1.719 \text{ m}^2$
- Mulde 6: $A_{EK}=3.418 \text{ m}^2$ $A_U=1.903 \text{ m}^2$
- Mulde 7: $A_{EK}=1.235 \text{ m}^2$ $A_U=667 \text{ m}^2$

Nr.	Art der Änderung	Datum	Name

Lagesystem:	GK <input checked="" type="checkbox"/> UTM <input type="checkbox"/>	Stand Kataster:
Höhensystem:	DHHN92 <input checked="" type="checkbox"/> DHHN2016 <input type="checkbox"/>	Bestandsvermessung:

**Ingenieurbüro
Langenbach**
Sigmaringen • Überlingen • Stuttgart • Dresden www.langenbach.de

<p>BAUHERR:</p> <p style="text-align: center; font-weight: bold;">Stadt Überlingen</p> <p>MASSNAHME:</p> <p style="text-align: center; font-weight: bold;">Erschließung Baugebiet Südlich Härten Entwässerung Überarbeitung Regenwasserkonzept Vorplanung</p>	<p>ANERKANT BAUHERR:</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">bearbeitet</td> <td style="width: 33%;">Mär. 2022</td> <td style="width: 33%;">SaA</td> </tr> <tr> <td>gezeichnet</td> <td>Mär. 2022</td> <td>RuS</td> </tr> <tr> <td>freigegeben</td> <td colspan="2" style="text-align: center;"> Einzugsgebietsplan </td> </tr> <tr> <td>Maßstab</td> <td colspan="2">1:1000</td> </tr> <tr> <td>Unterlage</td> <td colspan="2">16</td> </tr> <tr> <td>Plan</td> <td colspan="2">2.2</td> </tr> </table>	bearbeitet	Mär. 2022	SaA	gezeichnet	Mär. 2022	RuS	freigegeben	 Einzugsgebietsplan		Maßstab	1:1000		Unterlage	16		Plan	2.2	
bearbeitet	Mär. 2022	SaA																	
gezeichnet	Mär. 2022	RuS																	
freigegeben	 Einzugsgebietsplan																		
Maßstab	1:1000																		
Unterlage	16																		
Plan	2.2																		

672cm x 421cm = 0.28m²

Stadt Überlingen Erschließung Baugebiet Südlich Härten Überarbeitung Regenwasserkonzept

Einzelflächen

Angaben: Flächenberechnung 17.05.2021, Spitzenabflussbeiwert nach DWA-A 138-1 Gelbdruck

Fläche Nr.	Art der Fläche	Fläche [m ²]	Abflussbeiwert [-]	Abflusswirksame Fläche [m ²]	Bemerkung
1	Pflegeheim	9.940,0			
	Dachfläche	4.135,0			
	Nebenanlagen	1.814,0			
	Grünfläche	3.991,0			
1.1	Dachfläche	2.833,0			Geb. 1
1.1	Nebenanlagen	1.270,0			70% der Summe
1.1	Grünfläche	2.794,0			70% der Summe
1.2	Dachfläche	1.302,0			Geb. 2
1.2	Nebenanlagen	544,0			30% der Summe
1.2	Grünfläche	1.197,0			30% der Summe
1.3	Wohnbebauung	1.810,0			
	Dachfläche	928,0			
	Nebenanlagen	362,0			
	Grünfläche	520,0			
2	Kindergarten	2.850,0			
	Dachfläche	1.800,0			
	Nebenanlagen	368,0			
	Grünfläche	682,0			
3	Wohnbebauung	1.250,0			
	Dachfläche	504,0			
	Nebenanlagen	598,0			
	Grünfläche	148,0			
4	Wohnbebauung	1.020,0			
	Dachfläche	412,0			
	Nebenanlagen	252,5			
	Grünfläche	355,5			
5	Wohnbebauung	1.610,0			
	Dachfläche	412,0			
	Nebenanlagen	372,5			
	Grünfläche	825,5			
6	Wohnbebauung	3.430,0			
	Dachfläche	1.858,0			
	Nebenanlagen	1.282,0			
	Grünfläche	290,0			
7	Wohnbebauung	1.890,0			
	Dachfläche	824,0			
	Nebenanlagen	657,0			
	Grünfläche	409,0			
8	Wohnbebauung	1.330,0			
	Dachfläche	641,0			
	Nebenanlagen	395,0			
	Grünfläche	294,0			
9	Wohnbebauung	1.220,0			
	Dachfläche	430,0			
	Nebenanlagen	484,0			
	Grünfläche	306,0			
10	Wohnbebauung	780,0			
	Dachfläche	344,0			
	Nebenanlagen	261,0			
	Grünfläche	175,0			
11	Wohnbebauung	1.390,0			
	Dachfläche	414,0			
	Nebenanlagen	370,0			
	Grünfläche	606,0			
12	Wohnbebauung	1.530,0			
	Dachfläche	430,0			
	Nebenanlagen	573,0			
	Grünfläche	527,0			
13	Wohnbebauung	1.700,0			
	Dachfläche	653,0			
	Nebenanlagen	557,0			
	Grünfläche	490,0			
13.1	Gehweg	80,0			
14	Wohnbebauung	1.650,0			
	Dachfläche	396,0			
	Nebenanlagen	432,0			
	Grünfläche	822,0			
15	Straße	0,0	1,00	0	100% der Fläche Härtenweg entwässert sich in Wiese
16.1	Straße	840,0	1,00	840	
16.2	Gehweg	380,0	0,70	266	
16.3	Stellplatz	350,0	0,40	140	
17	Straße	500,0	1,00	500	
18	Straße	130,0	1,00	130	
19	Straße	310,0	1,00	310	

20 Straße	460,0	1,00	460
21 Platz	660,0	1,00	660
22 Treppe	80,0	1,00	80
23 Straße	490,0	1,00	490
24 Straße	230,0	1,00	230
25 Straße	310,0	1,00	310
26 Straße	280,0	1,00	280
27 Weg	180,0	0,70	126
27 Grünfläche	880,0		
28 Spielplatz	610,0	0,70	427
29 Weg	150,0	0,70	105
29 Grünfläche	520,0		
30 Weg	50,0	0,70	35
30 Grünfläche	520,0		
31 Weg	240,0	0,70	168
31 Grünfläche	950,0		
32 Weg	250,0	0,70	175
32 Grünfläche	870,0		
33 Straße	160,0		
33 Grünfläche	285,0		

Summen

Pflegeheim	9.940,0		0,0
Kindergarten	2.850,0		0,0
Wohnbebauung	18.800,0		0,0
Straße	3.550,0		3.550,0
Platz	1.010,0		800,0
Treppe	80,0		80,0
Weg	4.730,0		1.302,0
Gesamt	40.960,0		5.732,0

Stadt Überlingen

Erschließung Baugebiet Südlich Härten

Einzugsgebiete der Sickermulden

Sickermulde 1

Fläche Nr.	Art der Fläche	Fläche [m ²]	Abflussbeiwert [-]	Abflusswirksame Fläche [m ²]	Bemerkung
1.1	Pflegeheim	6.897,0			Geb.1
	Dachfläche begrünt	2.125,0	0,4	850	
	Dachfläche nicht begrünt	708,0	1	708	
	Nebenanlagen	635,0	0,7	445	
	TG	635,0	1	635	
	Grünfläche	2.794,0	0,25	699	
2	Kindergarten	2.850,0			
	Dachfläche begrünt	1.350,0	0,4	540	
	Dachfläche nicht begrünt	450,0	1	450	
	Nebenanlagen	368,0	0,7	258	
	Grünfläche	682,0	0,25	171	
3	Wohnbebauung	1.250,0			
	Dachfläche begrünt	378,0	0,4	151	
	Dachfläche nicht begrünt	126,0	1	126	
	Nebenanlagen	119,6	0,7	84	
	TG	478,4	1	478	
	Grünfläche	148,0	0,25	37	
4	Wohnbebauung	1.020,0			
	Dachfläche begrünt	309,0	0,4	124	
	Dachfläche nicht begrünt	103,0	1	103	
	Nebenanlagen	50,5	0,7	35	
	TG	202,0	1	202	
	Grünfläche	355,5	0,25	89	
5	Wohnbebauung	1.610,0			
	Dachfläche begrünt	309,0	0,4	124	
	Dachfläche nicht begrünt	103,0	1	103	
	Nebenanlagen	74,5	0,7	52	
	TG	298,0	1	298	
	Grünfläche	825,5	0,25	206	
6	Wohnbebauung	857,5			25% der Fläche
	Dachfläche begrünt	348,4	0,4	139	
	Dachfläche nicht begrünt	116,1	1	116	
	Nebenanlagen	64,1	0,7	45	
	TG	256,4	1	256	
	Grünfläche	72,5	0,25	18	
16.1	Straße	420,0	1,0	420	50% der Fläche
16.2	Gehweg	190,0	0,7	133	50% der Fläche
16.3	Stellplatz	175,0	0,4	70	50% der Fläche
17	Straße	500,0	1,0	500	
18	Straße	130,0	1,0	130	
27	Weg	180,0	0,7	126	
27	Grünfläche	280,0	0,25	70	abgezogen von Muldefläche 1 =600 m ²
28	Spielplatz	610,0	0,4	244	
	Summe	16.969,5		9.235,0	
	Summe Straßenfläche			1.693	
	Summe Privatfläche			7.542,0	
	Summe Grünfläche x 0,4			1.951	

Sickermulde 2

Fläche Nr.	Art der Fläche	Fläche [m ²]	Abflussbeiwert [-]	Abflusswirksame Fläche [m ²]	Bemerkung
1.2	Pflegeheim	3.043,0			Geb. 2
	Dachfläche begrünt	976,5	0,4	391	
	Dachfläche nicht begrünt	325,5	1	326	
	Nebenanlagen	272,0	0,7	190	
	TG	272,0	1	272	
	Grünfläche	1.197,0	0,25	299	
6	Wohnbebauung	1.715,0			50% der Fläche
	Dachfläche begrünt	696,8	0,4	279	
	Dachfläche nicht begrünt	232,3	1	232	
	Nebenanlagen	128,2	0,7	90	
	TG	512,8	1	512	
	Grünfläche	145,0	0,25	36	
16.1	Straße	420,0	1,00	420	50% der Fläche
16.2	Gehweg	190,0	0,70	133	50% der Fläche
16.3	Stellplatz	175,0	0,40	70	50% der Fläche
19	Straße	310,0	1,00	310	
20	Straße	460,0	1,00	460	
29	Weg	150,0	0,70	105	
29	Grünfläche	220,0	0,25	55	abgezogen von Muldefläche 2 =300 m ²
	Summe	6.683,0		3.758,0	
	Summe Straßenfläche			1.553	
	Summe Privatfläche			2.205	

Summe Grünfläche x 0,4

536,8

Sickermulde 3

Fläche Nr.	Art der Fläche	Fläche [m²]	Abflussbeiwert [-]	Abflusswirksame Fläche [m²]
1.3	Wohnbebauung	1.810,0		
	Dachfläche begrünt	696,0	0,4	278
	Dachfläche nicht begrünt	232,0	1	232
	Nebenanlagen	72,4	0,7	51
	TG	289,6	1	290
	Grünfläche	520,0	0,25	130
8	Wohnbebauung	1.330,0		
	Dachfläche begrünt	480,8	0,4	192
	Dachfläche nicht begrünt	160,3	1	160
	Nebenanlagen	79,0	0,7	55
	TG	316,0	1	316
	Grünfläche	294,0	0,25	74
9	Wohnbebauung	610,0		
	Dachfläche begrünt	161,3	0,4	65 50% der Fläche
	Dachfläche nicht begrünt	53,8	1	54
	Nebenanlagen	48,4	0,7	34
	TG	193,6	1	194
	Grünfläche	153,0	0,3	46
10	Wohnbebauung	780,0		
	Dachfläche begrünt	258,0	0,4	103
	Dachfläche nicht begrünt	86,0	1	86
	Nebenanlagen	173,0	0,7	121
	Grünfläche	175,0	0,3	53 abgezogen vom Zugang 88 m²
23	Straße	122,5	1,00	123
30	Weg	50,0	1,00	50 ca. 25% der Fläche
31	Weg	240,0	0,70	168
31	Grünfläche	610,0	0,30	183
	Summe	5.464,5		3.058,0
	Summe Straßenfläche			524
	Summe Privatfläche			2.534
	Summe Grünfläche x 0,4			456,8

Sickermulde 3A

Fläche Nr.	Art der Fläche	Fläche [m²]	Abflussbeiwert [-]	Abflusswirksame Fläche [m²]
6	Wohnbebauung	857,5		
	Dachfläche begrünt	348,4	0,4	139 25% der Fläche
	Dachfläche nicht begrünt	116,1	1	116
	Nebenanlagen	64,1	0,7	45
	TG	256,4	1	256
	Grünfläche	72,5	0,25	18
7	Wohnbebauung	1.890,0		
	Dachfläche begrünt	618,0	0,4	247
	Dachfläche nicht begrünt	206,0	1	206
	Nebenanlagen	131,4	0,7	92
	TG	525,6	1	526
	Grünfläche	409,0	0,25	102
22	Treppe	80,0	1,00	80
	Summe	2.827,5		1.827,0
	Summe Straßenfläche			80
	Summe Privatfläche			1.747
	Summe Grünfläche x 0,4			192,6
30	Grünfläche	520,0	0,25	130 Planung Senner
40	Außengebiet	2.991,0	0,25	748 Planung Senner
21	Quartierplatz	660,0	0,70	462 Planung Senner

Sickermulde 4

Fläche Nr.	Art der Fläche	Fläche [m²]	Abflussbeiwert [-]	Abflusswirksame Fläche [m²]
9	Wohnbebauung	610,0		
	Dachfläche begrünt	161,3	0,4	65 50% der Fläche
	Dachfläche nicht begrünt	53,8	1	54
	Nebenanlagen	48,4	0,7	34
	TG	193,6	1	194
	Grünfläche	153,0	0,30	46
10	Wohnbebauung	88,0	0,7	62
11	Wohnbebauung	463,3		
	Dachfläche begrünt	103,5	0,4	41 1/3 der Fläche
	Dachfläche nicht begrünt	34,5	1	35
	Nebenanlagen	123,3	0,7	86
	Grünfläche	202,0	0,3	61
13	Wohnbebauung	84,0	0,7	59

23 Straße	73,5	1,00	74
24 Straße	230,0	1,00	230 ca. 15% der Fläche
32 Weg	83,3	0,70	58
32 Grünfläche	130,0	0,30	39 1/3 der Fläche
			1/3 der Fläche, abgezogen von der Muldefläche 4 = 160 m²
Summe	1.762,2		1.138,0
Summe Straßenfläche			737
Summe Privatfläche			401
Summe Grünfläche x 0,4			142,0

Sickermulde 5

11 Wohnbebauung	463,3		
Dachfläche begrünt	103,5	0,4	41 1/3 der Fläche
Dachfläche nicht begrünt	34,5	1	35
Nebenanlagen	123,3	0,7	86
Grünfläche	202,0	0,3	61
12 Wohnbebauung	765,0		
Dachfläche begrünt	161,3	0,3	48 50% der Fläche
Dachfläche nicht begrünt	53,8	1	54
Nebenanlagen	57,3	0,5	29
TG	229,2	1	229
Grünfläche	263,5	0,3	79
13 Wohnbebauung	850,0		
Dachfläche begrünt	244,9	0,4	98 50% der Fläche
Dachfläche nicht begrünt	81,6	1	82
Nebenanlagen	278,5	0,7	195
Grünfläche	245,0	0,3	74
13.1 Gehweg	80,0	0,70	56
23 Straße	294,0	1,00	294
25 Straße	155,0	1,00	155 ca. 60% der Fläche
32 Weg	83,3	0,70	58 50 % der Fläche
32 Grünfläche	150,0	0,30	45 1/3 der Fläche
			1/3 der Fläche, abgezogen von der Muldefläche 5 = 140 m²
Summe	2.840,7		1.719,0
Summe Straßenfläche			804
Summe Privatfläche			552
Summe Grünfläche x 0,4			284,2

Sickermulde 6

11 Wohnbebauung	463,3		
Dachfläche begrünt	103,5	0,4	41 1/3 der Fläche
Dachfläche nicht begrünt	34,5	1	35
Nebenanlagen	123,3	0,7	86
Grünfläche	202,0	0,3	61
12 Wohnbebauung	765,0		
Dachfläche begrünt	161,3	0,3	48 50% der Fläche
Dachfläche nicht begrünt	53,8	1	54
Nebenanlagen	57,3	0,5	29
TG	229,2	1	229
Grünfläche	263,5	0,3	79
13 Wohnbebauung	850,0		
Dachfläche begrünt	244,9	0,4	98 50% der Fläche
Dachfläche nicht begrünt	81,6	1	82
Nebenanlagen	194,5	0,7	136
Grünfläche	245,0	0,3	74 abgezogen vom Zugang 84 m²
14 Wohnbebauung	825,0		
Dachfläche begrünt	148,5	0,4	59 50% der Fläche
Dachfläche nicht begrünt	49,5	1	50
Nebenanlagen	216,0	0,7	151
Grünfläche	411,0	0,3	123
25 Straße	155,0	1,00	155
26 Straße	210,0	1,00	210 50 % der Fläche
32 Weg	83,3	0,70	58 75% der Fläche
32 Grünfläche	150,0	0,30	45 1/3 der Fläche
			1/3 der Fläche, abgezogen von der Muldefläche 6 = 140 m²
Summe	3.417,7		1.903
Summe Straßenfläche			1.435
Summe Privatfläche			468
Summe Grünfläche x 0,4			350,6

Sickermulde 7

Fläche Nr.	Art der Fläche	Fläche [m²]	Abflussbeiwert [-]	Abflusswirksame Fläche [m²]
14 Wohnbebauung		825,0		
Dachfläche begrünt		148,5	0,4	59
Dachfläche nicht begrünt		49,5	1	50 50% der Fläche
Nebenanlagen		216,0	0,7	151
Grünfläche		411,0	0,3	123
26 Straße		70,0	1,00	70
33 Straße		160,0	1,00	160
33 Grünfläche		180,0	0,30	54 25% der Fläche
Summe		1.235,0		667,0
Summe Straßenfläche				383 abgezogen von der Muldefläche 7 = 105 m²
Summe Privatfläche				284
Summe Grünfläche x 0,4				164

Stadt Überlingen Erschließung Baugebiet Südlich Härten

Muldenversickerung (DWA Arbeitsblatt A 138)

Sickermulde 1 und 2

Ermittlung des erforderlichen Speichervolumens durch Iteration
Gleichung A.4

Befestigte Fläche - Straßen $A_{u,SA}$:	3.246 m ²							
Befestigte Fläche - Privatfläche $A_{u,SA}$:	9.747 m ²							
Anzahl Baumrigole	10 St.			Sickermenge Mulden	$Q = k_f * 0,5 * A_s =$		45,00 l/s	
Gewählte Grösse der Sickerfläche Baumrigole A_s :	4,5 m ²			Sickermenge Baumrigole	$Q = k_f * 0,5 * A_s =$		0,23 l/s	
Gewählte Grösse der Sickerfläche große Mulde A_s :	900 m ²			Einstauhöhe (a = 5)	$h = erf. V / A_s =$		0,05 m	
Gewählte Grösse der Sickerfläche kleine Mulde A_s :	48 m ²			Einstauhöhe (a = 30)	$h = erf. V / A_s =$		0,10 m	
Durchlässigkeitsbeiwert große Mulde, Baumrigole k_1	1,00E-04 m/s			Einstauhöhe (a = 100)	$h = erf. V / A_s =$		0,50 m	
Durchlässigkeitsbeiwert kleine Mulde k_2 :	1,00E-07 m/s			Entleerungszeit (a = 5)	$t = erf. V/Q =$		17 min	
Zuschlagsfaktor nach A117 f_z :	1,2			Entleerungszeit (a = 30)	$t = erf. V/Q =$		33 min	
Böschungsneigung	33 %			Entleerungszeit (a = 100)	$t = erf. V/Q =$		202 min	
Länge der Mulde	121			Entleerungszeit Baumrig	$t = erf. V/Q =$		67 min	

erforderliches Speichervolumen:

Wiederkehrzeit a	2		5		30		100	
	r	erf. Volumen						
Regendauer	l/sxha	m3	l/sxha	m3	l/sxha	m3	l/sxha	m3
min								
5	260,0	23	350,0	36	526,7	63	643,3	91
10	200,0	27	260,0	44	378,3	80	458,3	211
15	164,4	25	212,2	45	305,6	87	368,9	289
20	140,0	18	180,8	41	260,0	89	314,2	348
30	108,9	-1	141,7	26	204,4	83	247,2	427
45	82,6	-37	108,5	-6	158,5	62	192,2	500
60	66,9	-78	88,9	-43	131,4	34	160,0	545
90	48,9	-166	64,1	-132	93,7	-52	113,7	506
120	39,0	-257	50,8	-224	73,9	-140	89,3	452
180	28,5	-443	36,8	-412	52,8	-325	63,5	320
240	22,8	-632	29,2	-605	41,6	-515	49,9	171
360	16,7	-1014	21,1	-995	29,8	-901	35,6	-153
540	12,2	-1594	15,3	-1588	21,3	-1490	25,4	-675
720	9,8	-2178	12,2	-2184	16,9	-2082	20,0	-1219
1080	7,2	-3352	8,8	-3387	12,1	-3280	14,3	-2339
1440	5,7	-4535	7,0	-4595	9,5	-4486	11,3	-3481
2880	3,4	-9269	4,0	-9450	5,3	-9337	6,1	-8250
4320	2,5	-14021	2,9	-14319	3,8	-14202	4,3	-13048

Starkniederschlagshöhen von Deutschland (KOSTRA), DWD 2010 R, Spalte 27, Zeile 97

Stadt Überlingen

Erschließung Baugebiet Südlich Härten

Muldenversickerung (DWA Arbeitsblatt A 138)

Sickermulde 1 und 2 Privatflächen

Ermittlung des erforderlichen Speichervolumens durch Iteration
Gleichung A.4

Befestigte Fläche - Privatfläche $A_{u,SA}$: 7.542 m²

Sickermenge Mulden $Q = k_f * 0,5 * A_s =$ 97,55 l/s

Gewählte Grösse der Sickerfläche große Mulde A_s : 1.951 m²

Einstauhöhe (a = 5) $h = \text{erf. } V / A_s =$ 0,06 m

Einstauhöhe (a = 30) $h = \text{erf. } V / A_s =$ 0,11 m

Durchlässigkeitsbeiwert große Mulde, Baumrigole k 1,00E-04 m/s

Einstauhöhe (a = 100) $h = \text{erf. } V / A_s =$ 0,15 m

Entleerungszeit (a = 5) $t = \text{erf. } V/Q =$ 19 min

Zuschlagsfaktor nach A117 f_z : 1,2

Entleerungszeit (a = 30) $t = \text{erf. } V/Q =$ 37 min

Entleerungszeit (a = 100) $t = \text{erf. } V/Q =$ 51 min

erforderliches Speichervolumen:

Wiederkehrzeit a Regendauer min	2		5		30		100	
	r l/sxha	erf. Volumen m3						
5	260,0	54	350,0	84	526,7	145	643,3	185
10	200,0	66	260,0	107	378,3	188	458,3	243
15	164,4	63	212,2	112	305,6	208	368,9	273
20	140,0	51	180,8	107	260,0	215	314,2	289
30	108,9	13	141,7	80	204,4	208	247,2	296
45	82,6	-62	108,5	18	158,5	171	192,2	275
60	66,9	-147	88,9	-57	131,4	117	160,0	235
90	48,9	-331	64,1	-238	93,7	-56	113,7	67
120	39,0	-523	50,8	-426	73,9	-237	89,3	-110
180	28,5	-914	36,8	-812	52,8	-615	63,5	-483
240	22,8	-1312	29,2	-1207	41,6	-1003	49,9	-867
360	16,7	-2118	21,1	-2009	29,8	-1795	35,6	-1653
540	12,2	-3342	15,3	-3228	21,3	-3007	25,4	-2855
720	9,8	-4575	12,2	-4457	16,9	-4225	20,0	-4073
1080	7,2	-7054	8,8	-6936	12,1	-6692	14,3	-6530
1440	5,7	-9553	7,0	-9425	9,5	-9179	11,3	-9002
2880	3,4	-19559	4,0	-19441	5,3	-19185	6,1	-19027
4320	2,5	-29604	2,9	-29486	3,8	-29220	4,3	-29072

Stadt Überlingen Erschließung Baugebiet Südlich Härten

Muldenversickerung (DWA Arbeitsblatt A 138)

Sickermulde 3

Ermittlung des erforderlichen Speichervolumens durch Iteration
Gleichung A.4

Befestigte Fläche - Straßen $A_{u,SA}$:	524 m ²
Befestigte Fläche - Privatfläche $A_{u,SA}$:	2.534 m ²
Gewählte Größe der Sickerfläche große Mulde A_s :	255 m ²
Durchlässigkeitsbeiwert große Mulde, Baumrigole k_f :	1,00E-04 m/s
Zuschlagsfaktor nach A117 f_2 :	1,2
Böschungsneigung	35 %
Länge der Mulde	54

Sickermenge Mulden	$Q = k_f \cdot 0,5 \cdot A_s =$	12,75 l/s
Einstauhöhe (a = 5)	$h = \text{erf. } V / A_s =$	0,02 m
Einstauhöhe (a = 30)	$h = \text{erf. } V / A_s =$	0,05 m
Einstauhöhe (a = 100)	$h = \text{erf. } V / A_s =$	0,25 m
Entleerungszeit (a = 5)	$t = \text{erf. } V/Q =$	7 min
Entleerungszeit (a = 30)	$t = \text{erf. } V/Q =$	16 min
Entleerungszeit (a = 100)	$t = \text{erf. } V/Q =$	94 min

erforderliches Speichervolumen:

Wiederkehrzeit a	2		5		30		100	
	r	erf. Volumen						
Regendauer	l/sxha	m3	l/sxha	m3	l/sxha	m3	l/sxha	m3
5	260,0	3	350,0	5	526,7	10	643,3	-30
10	200,0	2	260,0	5	378,3	12	458,3	-2
15	164,4	0	212,2	4	305,6	12	368,9	16
20	140,0	-3	180,8	2	260,0	11	314,2	30
30	108,9	-9	141,7	-4	204,4	7	247,2	47
45	82,6	-20	108,5	-14	158,5	-1	192,2	63
60	66,9	-33	88,9	-25	131,4	-11	160,0	72
90	48,9	-58	64,1	-50	93,7	-35	113,7	59
120	39,0	-84	50,8	-76	73,9	-60	89,3	43
180	28,5	-136	36,8	-128	52,8	-112	63,5	5
240	22,8	-190	29,2	-181	41,6	-164	49,9	-37
360	16,7	-297	21,1	-288	29,8	-270	35,6	-127
540	12,2	-459	15,3	-449	21,3	-431	25,4	-271
720	9,8	-621	12,2	-612	16,9	-593	20,0	-419
1080	7,2	-948	8,8	-938	12,1	-918	14,3	-725
1440	5,7	-1276	7,0	-1265	9,5	-1245	11,3	-1036
2880	3,4	-2589	4,0	-2579	5,3	-2558	6,1	-2327
4320	2,5	-3905	2,9	-3895	3,8	-3874	4,3	-3625

Starkniederschlagshöhen von Deutschland (KOSTRA), DWD 2010 R, Spalte 27, Zeile 97

Stadt Überlingen

Erschließung Baugebiet Südlich Härten

Muldenversickerung (DWA Arbeitsblatt A 138)

Sickermulde 3

Privatflächen

Ermittlung des erforderlichen Speichervolumens durch Iteration
Gleichung A.4

Befestigte Fläche - Privatfläche $A_{u,SA}$: 2.534 m²

Gewählte Grösse der Sickerfläche große Mulde A_s : 457 m²

Durchlässigkeitsbeiwert große Mulde, Baumrigole k_f : 1,00E-04 m/s

Durchlässigkeitsbeiwert kleine Mulde k_f : 1,00E-07 m/s

Zuschlagsfaktor nach A117 f_z : 1,2

Sickermenge Mulden	$Q = k_f \cdot 0,5 \cdot A_s =$	22,84 l/s
Sickermenge Baumrigole	$Q = k_f \cdot 0,5 \cdot A_s =$	0,00 l/s
Einstauhöhe (a = 5)	$h = \text{erf. V} / A_s =$	0,10 m
Einstauhöhe (a = 30)	$h = \text{erf. V} / A_s =$	0,18 m
Einstauhöhe (a = 100)	$h = \text{erf. V} / A_s =$	0,25 m
Entleerungszeit (a = 5)	$t = \text{erf. V} / Q =$	33 min
Entleerungszeit (a = 30)	$t = \text{erf. V} / Q =$	60 min
Entleerungszeit (a = 100)	$t = \text{erf. V} / Q =$	82 min

erforderliches Speichervolumen:

Wiederkehrzeit a	2		5		30		100	
	r	erf. Volumen						
Regendauer	l/sxha	m3	l/sxha	m3	l/sxha	m3	l/sxha	m3
min								
5	260,0	20	350,0	29	526,7	48	643,3	61
10	200,0	27	260,0	40	378,3	65	458,3	82
15	164,4	28	212,2	44	305,6	74	368,9	94
20	140,0	27	180,8	45	260,0	79	314,2	102
30	108,9	21	141,7	42	204,4	83	247,2	110
45	82,6	6	108,5	31	158,5	80	192,2	112
60	66,9	-12	88,9	16	131,4	71	160,0	108
90	48,9	-53	64,1	-24	93,7	34	113,7	72
120	39,0	-97	50,8	-66	73,9	-6	89,3	33
180	28,5	-186	36,8	-153	52,8	-91	63,5	-50
240	22,8	-277	29,2	-244	41,6	-180	49,9	-137
360	16,7	-463	21,1	-428	29,8	-361	35,6	-316
540	12,2	-746	15,3	-710	21,3	-640	25,4	-593
720	9,8	-1032	12,2	-995	16,9	-922	20,0	-874
1080	7,2	-1609	8,8	-1571	12,1	-1495	14,3	-1443
1440	5,7	-2191	7,0	-2151	9,5	-2073	11,3	-2018
2880	3,4	-4525	4,0	-4488	5,3	-4407	6,1	-4358
4320	2,5	-6872	2,9	-6834	3,8	-6751	4,3	-6704

Stadt Überlingen

Erschließung Baugebiet Südlich Härten

Muldenversickerung (DWA Arbeitsblatt A 138)

Sickermulde 3A

Ermittlung des erforderlichen Speichervolumens durch Iteration
Gleichung A.4

Befestigte Fläche - Straßen $A_{u,SA}$: 80 m²
 Befestigte Fläche - Privatfläche $A_{u,SA}$: 1.747 m²
 Gewählte Grösse der Sickerfläche große Mulde A_s : 85 m²
 Durchlässigkeitsbeiwert große Mulde, Baumrigole k 1,00E-04 m/s
 Zuschlagsfaktor nach A117 f_z : 1,2
 Böschungsneigung 35 %
 Länge der Mulde 14

Sickermenge Mulden $Q = k_f \cdot 0,5 \cdot A_s =$ 4,25 l/s
Einstauhöhe (a = 5) $h = \text{erf. } V / A_s =$ 0,01 m
Einstauhöhe (a = 30) $h = \text{erf. } V / A_s =$ 0,02 m
Einstauhöhe (a = 100) $h = \text{erf. } V / A_s =$ 0,44 m
Entleerungszeit (a = 5) $t = \text{erf. } V/Q =$ 2 min
Entleerungszeit (a = 30) $t = \text{erf. } V/Q =$ 6 min
Entleerungszeit (a = 100) $t = \text{erf. } V/Q =$ 178 min

erforderliches Speichervolumen:

Wiederkehrzeit a	2		5		30		100	
	r	erf. Volumen						
Regendauer	l/sxha	m3	l/sxha	m3	l/sxha	m3	l/sxha	m3
min								
5	260,0	0	350,0	1	526,7	2	643,3	-26
10	200,0	-1	260,0	0	378,3	1	458,3	-8
15	164,4	-2	212,2	-1	305,6	1	368,9	3
20	140,0	-3	180,8	-2	260,0	0	314,2	12
30	108,9	-5	141,7	-4	204,4	-2	247,2	24
45	82,6	-9	108,5	-8	158,5	-5	192,2	37
60	66,9	-14	88,9	-12	131,4	-9	160,0	45
90	48,9	-22	64,1	-21	93,7	-18	113,7	45
120	39,0	-31	50,8	-29	73,9	-26	89,3	42
180	28,5	-49	36,8	-47	52,8	-44	63,5	34
240	22,8	-67	29,2	-65	41,6	-62	49,9	23
360	16,7	-103	21,1	-101	29,8	-97	35,6	-2
540	12,2	-157	15,3	-155	21,3	-152	25,4	-45
720	9,8	-212	12,2	-210	16,9	-206	20,0	-91
1080	7,2	-321	8,8	-319	12,1	-315	14,3	-186
1440	5,7	-431	7,0	-429	9,5	-424	11,3	-285
2880	3,4	-870	4,0	-868	5,3	-863	6,1	-708
4320	2,5	-1309	2,9	-1307	3,8	-1302	4,3	-1135

Starkniederschlagshöhen von Deutschland (KOSTRA), DWD 2010 R, Spalte 27, Zeile 97

Stadt Überlingen

Erschließung Baugebiet Südlich Härten

Muldenversickerung (DWA Arbeitsblatt A 138)

Sickermulde 3A

Privatflächen

Ermittlung des erforderlichen Speichervolumens durch Iteration
Gleichung A.4

Befestigte Fläche - Privatfläche $A_{u,SA}$: 1.747 m²

Sickermenge Mulden $Q = k_f \cdot 0,5 \cdot A_s =$ 9,63 l/s

Gewählte Grösse der Sickerfläche große Mulde A_s : 193 m²

Einstauhöhe (a = 5) $h = \text{erf. } V / A_s =$ 0,20 m

Einstauhöhe (a = 30) $h = \text{erf. } V / A_s =$ 0,36 m

Durchlässigkeitsbeiwert große Mulde, Baumrigole k_f : 1,00E-04 m/s

Einstauhöhe (a = 100) $h = \text{erf. } V / A_s =$ 0,48 m

Zuschlagsfaktor nach A117 f_z : 1,2

Entleerungszeit (a = 5) $t = \text{erf. } V/Q =$ 67 min

Entleerungszeit (a = 30) $t = \text{erf. } V/Q =$ 119 min

Entleerungszeit (a = 100) $t = \text{erf. } V/Q =$ 160 min

erforderliches Speichervolumen:

Wiederkehrzeit a Regendauer min	2		5		30		100	
	r l/sxha	erf. Volumen m3						
5	260,0	15	350,0	21	526,7	33	643,3	41
10	200,0	21	260,0	29	378,3	46	458,3	57
15	164,4	24	212,2	34	305,6	54	368,9	67
20	140,0	25	180,8	37	260,0	59	314,2	74
30	108,9	25	141,7	39	204,4	65	247,2	83
45	82,6	21	108,5	37	158,5	68	192,2	90
60	66,9	14	88,9	33	131,4	68	160,0	92
90	48,9	-1	64,1	18	93,7	55	113,7	81
120	39,0	-18	50,8	2	73,9	41	89,3	66
180	28,5	-53	36,8	-32	52,8	8	63,5	35
240	22,8	-90	29,2	-69	41,6	-27	49,9	1
360	16,7	-166	21,1	-144	29,8	-100	35,6	-71
540	12,2	-282	15,3	-259	21,3	-214	25,4	-183
720	9,8	-401	12,2	-377	16,9	-329	20,0	-298
1080	7,2	-640	8,8	-616	12,1	-566	14,3	-533
1440	5,7	-884	7,0	-858	9,5	-807	11,3	-771
2880	3,4	-1860	4,0	-1836	5,3	-1784	6,1	-1752
4320	2,5	-2844	2,9	-2820	3,8	-2766	4,3	-2736

Stadt Überlingen Erschließung Baugebiet Südlich Härten

Muldenversickerung (DWA Arbeitsblatt A 138)

Sickermulde 4

Ermittlung des erforderlichen Speichervolumens durch Iteration
Gleichung A.4

Befestigte Fläche - Straßen $A_{u,SA}$:	401 m ²				
Befestigte Fläche - Privatfläche $A_{u,SA}$:	737 m ²				
Gewählte Größe der Sickerfläche Mulde A_s :	160 m ²	Sickermenge Mulden	$Q = k_f \cdot 0,5 \cdot A_s =$	8,00 l/s	
Durchlässigkeitsbeiwert Mulde k_f :	1,00E-04 m/s	Einstauhöhe (a = 5)	$h = \text{erf. } V / A_s =$	0,03 m	
Zuschlagsfaktor nach A117 f_z :	1,2	Einstauhöhe (a = 30)	$h = \text{erf. } V / A_s =$	0,06 m	
Böschungsneigung	50 %	Einstauhöhe (a = 100)	$h = \text{erf. } V / A_s =$	0,22 m	
Länge der Mulde	22	Entleerungszeit (a = 5)	$t = \text{erf. } V/Q =$	10 min	
		Entleerungszeit (a = 30)	$t = \text{erf. } V/Q =$	21 min	
		Entleerungszeit (a = 100)	$t = \text{erf. } V/Q =$	79 min	

erforderliches Speichervolumen:

Wiederkehrzeit a	2		5		30		100		
	Regendauer min	r l/sxha	erf. Volumen m3						
5	260,0	2	350,0	4	526,7	8	643,3	10	20
10	200,0	2	260,0	5	378,3	10	458,3	20	26
15	164,4	1	212,2	4	305,6	10	368,9	26	30
20	140,0	0	180,8	3	260,0	9	314,2	30	35
30	108,9	-4	141,7	0	204,4	7	247,2	35	38
45	82,6	-11	108,5	-6	158,5	3	192,2	38	14
60	66,9	-18	88,9	-13	131,4	-3	160,0	38	14
90	48,9	-34	64,1	-29	93,7	-18	113,7	27	14
120	39,0	-50	50,8	-44	73,9	-33	89,3	14	-14
180	28,5	-83	36,8	-77	52,8	-65	63,5	-14	-43
240	22,8	-116	29,2	-110	41,6	-98	49,9	-43	-105
360	16,7	-183	21,1	-177	29,8	-164	35,6	-105	-200
540	12,2	-284	15,3	-278	21,3	-265	25,4	-200	-297
720	9,8	-386	12,2	-379	16,9	-366	20,0	-297	-495
1080	7,2	-591	8,8	-584	12,1	-569	14,3	-495	-694
1440	5,7	-796	7,0	-789	9,5	-774	11,3	-694	-1512
2880	3,4	-1619	4,0	-1612	5,3	-1597	6,1	-1512	-2332
4320	2,5	-2445	2,9	-2438	3,8	-2422	4,3	-2332	

Starkniederschlagshöhen von Deutschland (KOSTRA), DWD 2010 R, Spalte 27, Zeile 97

Stadt Überlingen

Erschließung Baugebiet Südlich Härten

Muldenversickerung (DWA Arbeitsblatt A 138)

Sickermulde 4

Privatflächen

Ermittlung des erforderlichen Speichervolumens durch Iteration
Gleichung A.4

Befestigte Fläche - Privatfläche $A_{u,SA}$: 737 m²

Sickermenge Mulden $Q = k_f \cdot 0,5 \cdot A_s =$ 17,53 l/s

Gewählte Grösse der Sickerfläche große Mulde A_s : 351 m²

Einstauhöhe (a = 5) $h = \text{erf. } V / A_s =$ 0,02 m

Einstauhöhe (a = 30) $h = \text{erf. } V / A_s =$ 0,05 m

Durchlässigkeitsbeiwert große Mulde, Baumrigole k_f : 1,00E-04 m/s

Einstauhöhe (a = 100) $h = \text{erf. } V / A_s =$ 0,07 m

Entleerungszeit (a = 5) $t = \text{erf. } V/Q =$ 7 min

Zuschlagsfaktor nach A117 f_z : 1,2

Entleerungszeit (a = 30) $t = \text{erf. } V/Q =$ 16 min

Entleerungszeit (a = 100) $t = \text{erf. } V/Q =$ 23 min

erforderliches Speichervolumen:

Wiederkehrzeit a Regendauer min	2		5		30		100	
	r l/sxha	erf. Volumen m3						
5	260,0	4	350,0	7	526,7	14	643,3	19
10	200,0	3	260,0	8	378,3	17	458,3	23
15	164,4	0	212,2	6	305,6	17	368,9	24
20	140,0	-3	180,8	3	260,0	15	314,2	24
30	108,9	-12	141,7	-5	204,4	10	247,2	20
45	82,6	-28	108,5	-19	158,5	-1	192,2	11
60	66,9	-44	88,9	-34	131,4	-14	160,0	-1
90	48,9	-79	64,1	-68	93,7	-48	113,7	-33
120	39,0	-115	50,8	-104	73,9	-82	89,3	-68
180	28,5	-187	36,8	-175	52,8	-153	63,5	-138
240	22,8	-260	29,2	-248	41,6	-225	49,9	-209
360	16,7	-407	21,1	-395	29,8	-370	35,6	-354
540	12,2	-630	15,3	-617	21,3	-591	25,4	-574
720	9,8	-854	12,2	-840	16,9	-813	20,0	-796
1080	7,2	-1302	8,8	-1289	12,1	-1261	14,3	-1242
1440	5,7	-1753	7,0	-1739	9,5	-1710	11,3	-1690
2880	3,4	-3558	4,0	-3545	5,3	-3515	6,1	-3497
4320	2,5	-5368	2,9	-5354	3,8	-5324	4,3	-5307

Stadt Überlingen Erschließung Baugebiet Südlich Härten

Muldenversickerung (DWA Arbeitsblatt A 138)

Sickermulde 5

Ermittlung des erforderlichen Speichervolumens durch Iteration
Gleichung A.4

Befestigte Fläche - Straßen $A_{u,SA}$:	552 m ²	Sickermenge Mulden	$Q = k_f * 0,5 * A_s =$	7,00 l/s
Befestigte Fläche - Privatfläche $A_{u,SA}$:	804 m ²	Einstauhöhe (a = 5)	$h = erf. V / A_s =$	0,06 m
Gewählte Grösse der Sickerfläche Mulde A_s :	140 m ²	Einstauhöhe (a = 30)	$h = erf. V / A_s =$	0,11 m
Durchlässigkeitsbeiwert Mulde k_f :	1,00E-04 m/s	Einstauhöhe (a = 100)	$h = erf. V / A_s =$	0,34 m
Zuschlagsfaktor nach A117 f_z :	1,2	Entleerungszeit (a = 5)	$t = erf. V/Q =$	20 min
Böschungseigung	50 %	Entleerungszeit (a = 30)	$t = erf. V/Q =$	38 min
Länge der Mulde	22	Entleerungszeit (a = 100)	$t = erf. V/Q =$	125 min

erforderliches Speichervolumen:

Wiederkehrzeit a	2		5		30		100	
	Regendauer min	r l/sxha	erf. Volumen m3	r l/sxha	erf. Volumen m3	r l/sxha	erf. Volumen m3	r l/sxha
5	260,0	4	350,0	6	526,7	11	643,3	12
10	200,0	5	260,0	8	378,3	14	458,3	24
15	164,4	5	212,2	8	305,6	15	368,9	31
20	140,0	4	180,8	8	260	16	314,2	37
30	108,9	1	141,7	6	204,4	15	247,2	44
45	82,6	-4	108,5	2	158,5	13	192,2	50
60	66,9	-10	88,9	-4	131,4	9	160,0	53
90	48,9	-23	64,1	-17	93,7	-3	113,7	44
120	39,0	-37	50,8	-30	73,9	-16	89,3	34
180	28,5	-65	36,8	-58	52,8	-43	63,5	12
240	22,8	-94	29,2	-86	41,6	-71	49,9	-13
360	16,7	-151	21,1	-144	29,8	-128	35,6	-64
540	12,2	-239	15,3	-231	21,3	-215	25,4	-145
720	9,8	-328	12,2	-319	16,9	-302	20,0	-228
1080	7,2	-506	8,8	-497	12,1	-479	14,3	-399
1440	5,7	-685	7,0	-676	9,5	-658	11,3	-571
2880	3,4	-1403	4,0	-1394	5,3	-1375	6,1	-1283
4320	2,5	-2123	2,9	-2115	3,8	-2095	4,3	-1998

Starkniederschlagshöhen von Deutschland (KOSTRA), DWD 2010 R, Spalte 27, Zeile 97

Stadt Überlingen

Erschließung Baugebiet Südlich Härten

Muldenversickerung (DWA Arbeitsblatt A 138)

Sickermulde 5

Privatflächen

Ermittlung des erforderlichen Speichervolumens durch Iteration
Gleichung A.4

Befestigte Fläche - Privatfläche $A_{i,SA}$: 804 m²

Sickermenge Mulden $Q = k_f \cdot 0,5 \cdot A_s =$ 14,21 l/s

Gewählte Grösse der Sickerfläche große Mulde A_s : 284 m²

Einstauhöhe (a = 5) $h = \text{erf. } V / A_s =$ 0,04 m

Einstauhöhe (a = 30) $h = \text{erf. } V / A_s =$ 0,07 m

Durchlässigkeitsbeiwert große Mulde, Baumrigole k_f : 1,00E-04 m/s

Einstauhöhe (a = 100) $h = \text{erf. } V / A_s =$ 0,10 m

Entleerungszeit (a = 5) $t = \text{erf. } V/Q =$ 12 min

Zuschlagsfaktor nach A117 f_z : 1,2

Entleerungszeit (a = 30) $t = \text{erf. } V/Q =$ 24 min

Entleerungszeit (a = 100) $t = \text{erf. } V/Q =$ 34 min

erforderliches Speichervolumen:

Wiederkehrzeit a	2		5		30		100	
	r	erf. Volumen						
min	l/sxha	m3	l/sxha	m3	l/sxha	m3	l/sxha	m3
5	260,0	5	350,0	9	526,7	16	643,3	20
10	200,0	5	260,0	10	378,3	19	458,3	26
15	164,4	4	212,2	10	305,6	21	368,9	28
20	140,0	1	180,8	8	260,0	20	314,2	29
30	108,9	-5	141,7	3	204,4	17	247,2	27
45	82,6	-17	108,5	-8	158,5	10	192,2	22
60	66,9	-30	88,9	-20	131,4	0	160,0	14
90	48,9	-58	64,1	-47	93,7	-26	113,7	-12
120	39,0	-86	50,8	-75	73,9	-53	89,3	-39
180	28,5	-144	36,8	-132	52,8	-110	63,5	-95
240	22,8	-203	29,2	-191	41,6	-167	49,9	-152
360	16,7	-321	21,1	-309	29,8	-284	35,6	-268
540	12,2	-501	15,3	-488	21,3	-462	25,4	-445
720	9,8	-681	12,2	-668	16,9	-641	20,0	-624
1080	7,2	-1044	8,8	-1031	12,1	-1003	14,3	-984
1440	5,7	-1409	7,0	-1394	9,5	-1366	11,3	-1346
2880	3,4	-2870	4,0	-2856	5,3	-2827	6,1	-2809
4320	2,5	-4335	2,9	-4322	3,8	-4291	4,3	-4274

Stadt Überlingen Erschließung Baugebiet Südlich Härten

Muldenversickerung (DWA Arbeitsblatt A 138)

Sickermulde 6

Ermittlung des erforderlichen Speichervolumens durch Iteration
Gleichung A.4

Befestigte Fläche - Straßen $A_{u,SA}$:	468 m ²							
Befestigte Fläche - Privatfläche $A_{u,SA}$:	1.435 m ²							
Gewählte Größe der Sickerfläche Mulde A_s :	140 m ²			Sickermenge Mulden	$Q = k_f \cdot 0,5 \cdot A_s =$		7,00 l/s	
Durchlässigkeitsbeiwert Mulde k_f :	1,00E-04 m/s			Einstauhöhe (a = 5)	$h = \text{erf. } V / A_s =$		0,04 m	
Zuschlagsfaktor nach A117 f_z :	1,2			Einstauhöhe (a = 30)	$h = \text{erf. } V / A_s =$		0,09 m	
Böschungsneigung	50 %			Einstauhöhe (a = 100)	$h = \text{erf. } V / A_s =$		0,44 m	
Länge der Mulde	22			Entleerungszeit (a = 5)	$t = \text{erf. } V/Q =$		15 min	
				Entleerungszeit (a = 30)	$t = \text{erf. } V/Q =$		30 min	
				Entleerungszeit (a = 100)	$t = \text{erf. } V/Q =$		165 min	

erforderliches Speichervolumen:

Wiederkehrzeit a	2		5		30		100	
	Regendauer min	r l/sxha	erf. Volumen m3	r l/sxha	erf. Volumen m3	r l/sxha	erf. Volumen m3	r l/sxha
5	260,0	3	350,0	5	526,7	9	643,3	3
10	200,0	4	260,0	6	378,3	12	458,3	21
15	164,4	3	212,2	6	305,6	13	368,9	32
20	140,0	2	180,8	6	260,0	13	314,2	41
30	108,9	-1	141,7	3	204,4	12	247,2	52
45	82,6	-6	108,5	-1	158,5	9	192,2	63
60	66,9	-13	88,9	-7	131,4	4	160,0	69
90	48,9	-26	64,1	-20	93,7	-8	113,7	64
120	39,0	-40	50,8	-34	73,9	-22	89,3	56
180	28,5	-68	36,8	-62	52,8	-49	63,5	36
240	22,8	-97	29,2	-90	41,6	-77	49,9	14
360	16,7	-155	21,1	-148	29,8	-134	35,6	-35
540	12,2	-243	15,3	-236	21,3	-222	25,4	-112
720	9,8	-332	12,2	-324	16,9	-310	20,0	-193
1080	7,2	-510	8,8	-503	12,1	-487	14,3	-359
1440	5,7	-690	7,0	-682	9,5	-666	11,3	-528
2880	3,4	-1409	4,0	-1401	5,3	-1385	6,1	-1235
4320	2,5	-2130	2,9	-2122	3,8	-2105	4,3	-1946

Starkniederschlagshöhen von Deutschland (KOSTRA), DWD 2010 R, Spalte 27, Zeile 97

Stadt Überlingen

Erschließung Baugebiet Südlich Härten

Muldenversickerung (DWA Arbeitsblatt A 138)

Sickermulde 6

Privatflächen

Ermittlung des erforderlichen Speichervolumens durch Iteration
Gleichung A.4

Befestigte Fläche - Privatfläche $A_{u,SA}$: 1.435 m²

Sickermenge Mulden $Q = k_f \cdot 0,5 \cdot A_s =$ 17,53 l/s

Gewählte Grösse der Sickerfläche große Mulde A_s : 351 m²

Einstauhöhe (a = 5) $h = \text{erf. } V / A_s =$ 0,06 m

Einstauhöhe (a = 30) $h = \text{erf. } V / A_s =$ 0,12 m

Durchlässigkeitsbeiwert große Mulde, Baumrigole k_f : 1,00E-04 m/s

Einstauhöhe (a = 100) $h = \text{erf. } V / A_s =$ 0,16 m

Entleerungszeit (a = 5) $t = \text{erf. } V/Q =$ 21 min

Zuschlagsfaktor nach A117 f_z : 1,2

Entleerungszeit (a = 30) $t = \text{erf. } V/Q =$ 40 min

Entleerungszeit (a = 100) $t = \text{erf. } V/Q =$ 55 min

erforderliches Speichervolumen:

Wiederkehrzeit a	2		5		30		100	
	r	erf. Volumen						
Regendauer	l/sxha	m3	l/sxha	m3	l/sxha	m3	l/sxha	m3
min								
5	260,0	10	350,0	16	526,7	28	643,3	35
10	200,0	13	260,0	21	378,3	36	458,3	46
15	164,4	13	212,2	22	305,6	40	368,9	52
20	140,0	11	180,8	21	260,0	42	314,2	56
30	108,9	4	141,7	17	204,4	41	247,2	57
45	82,6	-9	108,5	6	158,5	35	192,2	54
60	66,9	-24	88,9	-7	131,4	26	160,0	48
90	48,9	-57	64,1	-39	93,7	-5	113,7	18
120	39,0	-91	50,8	-73	73,9	-37	89,3	-14
180	28,5	-161	36,8	-142	52,8	-105	63,5	-80
240	22,8	-233	29,2	-213	41,6	-175	49,9	-149
360	16,7	-377	21,1	-357	29,8	-316	35,6	-290
540	12,2	-597	15,3	-575	21,3	-534	25,4	-505
720	9,8	-818	12,2	-796	16,9	-752	20,0	-724
1080	7,2	-1263	8,8	-1241	12,1	-1195	14,3	-1165
1440	5,7	-1712	7,0	-1688	9,5	-1642	11,3	-1608
2880	3,4	-3509	4,0	-3487	5,3	-3439	6,1	-3409
4320	2,5	-5314	2,9	-5291	3,8	-5241	4,3	-5214

Stadt Überlingen Erschließung Baugebiet Südlich Härten

Muldenversickerung (DWA Arbeitsblatt A 138)

Sickermulde 7

Ermittlung des erforderlichen Speichervolumens durch Iteration
Gleichung A.4

Straßenfläche

Befestigte Fläche - Straßen $A_{u,SA}$:	284 m ²
Befestigte Fläche - Privatfläche $A_{u,SA}$:	383 m ²
Gewählte Grösse der Sickerfläche Mulde A_s :	105 m ²
Durchlässigkeitsbeiwert Mulde k_f :	1,00E-04 m/s
Zuschlagsfaktor nach A117 f_z :	1,2
Böschungsneigung	50 %
Länge der Mulde	22

Sickermenge Mulden	$Q = k_f * 0,5 * A_s =$	5,25 l/s
Einstauhöhe (a = 5)	$h = erf. V / A_s =$	0,03 m
Einstauhöhe (a = 30)	$h = erf. V / A_s =$	0,07 m
Einstauhöhe (a = 100)	$h = erf. V / A_s =$	0,19 m
Entleerungszeit (a = 5)	$t = erf. V/Q =$	11 min
Entleerungszeit (a = 30)	$t = erf. V/Q =$	23 min
Entleerungszeit (a = 100)	$t = erf. V/Q =$	69 min

erforderliches Speichervolumen:

Wiederkehrzeit a	2		5		30		100	
	Regendauer min	erf. Volumen m3						
5	260,0	2	350,0	3	526,7	5	643,3	7
10	200,0	2	260,0	4	378,3	7	458,3	13
15	164,4	1	212,2	3	305,6	7	368,9	16
20	140,0	0	180,8	3	260,0	7	314,2	18
30	108,9	-2	141,7	1	204,4	6	247,2	21
45	82,6	-7	108,5	-3	158,5	3	192,2	22
60	66,9	-11	88,9	-8	131,4	-1	160,0	21
90	48,9	-22	64,1	-18	93,7	-10	113,7	14
120	39,0	-32	50,8	-28	73,9	-21	89,3	5
180	28,5	-54	36,8	-49	52,8	-41	63,5	-14
240	22,8	-75	29,2	-71	41,6	-63	49,9	-33
360	16,7	-119	21,1	-115	29,8	-106	35,6	-74
540	12,2	-186	15,3	-181	21,3	-172	25,4	-137
720	9,8	-252	12,2	-248	16,9	-238	20,0	-201
1080	7,2	-386	8,8	-382	12,1	-372	14,3	-332
1440	5,7	-521	7,0	-516	9,5	-506	11,3	-463
2880	3,4	-1061	4,0	-1056	5,3	-1046	6,1	-1000
4320	2,5	-1603	2,9	-1598	3,8	-1587	4,3	-1539

Starkniederschlagshöhen von Deutschland (KOSTRA), DWD 2010 R, Spalte 27, Zeile 97

Stadt Überlingen

Erschließung Baugebiet Südlich Härten

Muldenversickerung (DWA Arbeitsblatt A 138)

Sickermulde 7

Privatflächen

Ermittlung des erforderlichen Speichervolumens durch Iteration
Gleichung A.4

Befestigte Fläche - Privatfläche $A_{u,SA}$: 383 m²

Sickermenge Mulden $Q = k_f \cdot 0,5 \cdot A_s =$ 8,22 l/s

Gewählte Grösse der Sickerfläche große Mulde A_s : 164 m²

Einstauhöhe (a = 5) $h = \text{erf. } V / A_s =$ 0,03 m

Einstauhöhe (a = 30) $h = \text{erf. } V / A_s =$ 0,06 m

Durchlässigkeitsbeiwert große Mulde, Baumrigole k_f : 1,00E-04 m/s

Einstauhöhe (a = 100) $h = \text{erf. } V / A_s =$ 0,08 m

Entleerungszeit (a = 5) $t = \text{erf. } V/Q =$ 9 min

Zuschlagsfaktor nach A117 f_z : 1,2

Entleerungszeit (a = 30) $t = \text{erf. } V/Q =$ 19 min

Entleerungszeit (a = 100) $t = \text{erf. } V/Q =$ 26 min

erforderliches Speichervolumen:

Wiederkehrzeit a	2		5		30		100		
	Regendauer min	r l/sxha	erf. Volumen m3						
5	260,0	2	350,0	4	526,7	7	643,3	10	
10	200,0	2	260,0	4	378,3	9	458,3	12	
15	164,4	1	212,2	4	305,6	9	368,9	13	
20	140,0	-1	180,8	2	260,0	9	314,2	13	
30	108,9	-5	141,7	-1	204,4	6	247,2	11	
45	82,6	-12	108,5	-7	158,5	1	192,2	7	
60	66,9	-20	88,9	-14	131,4	-4	160,0	2	
90	48,9	-36	64,1	-31	93,7	-20	113,7	-13	
120	39,0	-53	50,8	-47	73,9	-36	89,3	-29	
180	28,5	-86	36,8	-80	52,8	-69	63,5	-61	
240	22,8	-120	29,2	-114	41,6	-103	49,9	-95	
360	16,7	-189	21,1	-183	29,8	-171	35,6	-163	
540	12,2	-294	15,3	-287	21,3	-274	25,4	-266	
720	9,8	-398	12,2	-392	16,9	-378	20,0	-369	
1080	7,2	-609	8,8	-602	12,1	-588	14,3	-578	
1440	5,7	-820	7,0	-813	9,5	-798	11,3	-788	
2880	3,4	-1666	4,0	-1659	5,3	-1644	6,1	-1635	
4320	2,5	-2514	2,9	-2507	3,8	-2492	4,3	-2484	

Sickermulde 1 und 2

Mulden-Rigolenversickerung (ATV Arbeitsblatt A138)

Ermittlung der erforderlichen Rigolenlänge durch Iteration
Gleichung A.10

Befestigte, angeschlossene Fläche Ared:	4.146 m ²			
Gewählte Grösse der Sickerfläche (Mulde) As:	900 m ²			
Gewähltes Volumen der Mulde	450 m ³			
Durchlässigkeitsbeiwert Rigole kf:	2,00E-05 m/s	Sickermenge	Q = k_f * 0,5 * A_s =	0,71 l/s
Breite der Rigole b:	2,00 m	über die Sohlfläche		
Höhe der Rigole h:	1,70 m	Entleerungszeit (a = 5)	t = erf. V/Q =	0,69 h
Speicherkoeffizient sRR:	0,3	Entleerungszeit (a = 100)	t = erf. V/Q =	47,22 h
Zuschlagsfaktor nach A117 fz:	1,2			
Drosselabfluss	0 m ³ /s			

Wiederkehrzeit a	2		5		30		100	
	r	erf. Länge						
Regendauer	l/sxha	m	l/sxha	m	l/sxha	m	l/sxha	m
min								
30	108,9	-306	141,7	-273	204,4	-210	247,2	-77
45	82,6	-283	108,5	-245	158,5	-172	192,2	-57
60	66,9	-266	88,9	-224	131,4	-143	160,0	-68
90	48,9	-241	64,1	-200	93,7	-119	113,7	-65
120	39,0	-221	50,8	-180	73,9	-101	89,3	-48
180	28,5	-190	36,8	-151	52,8	-75	63,5	-25
240	22,8	-166	29,2	-129	41,6	-58	49,9	-10
360	16,7	-132	21,1	-99	29,8	-34	35,6	9
540	12,2	-99	15,3	-70	21,3	-15	25,4	23
720	9,8	-78	12,2	-52	16,9	-3	20,0	29
1080	7,2	-52	8,8	-32	12,1	8	14,3	34
1440	5,7	-38	7,0	-21	9,5	12	11,3	36
2880	3,4	-14	4,0	-5	5,3	15	6,1	27
4320	2,5	-6	2,9	1	3,8	15	4,3	23

Sickermulde 3

Mulden-Rigolenversickerung (ATV Arbeitsblatt A138)

Ermittlung der erforderlichen Rigolenlänge durch Iteration
Gleichung A.10

Befestigte, angeschlossene Fläche Ared:	524 m2			
Gewählte Grösse der Sickerfläche (Mulde) As:	255 m2			
Gewähltes Volumen der Mulde	128 m3			
Durchlässigkeitsbeiwert Rigole kf:	2,00E-05 m/s	Sickermenge über die Sohlfläche	Q = kf * 0,5 * As =	-0,05 l/s
Breite der Rigole b:	1,50 m	Entleerungszeit (a = 5)	t = erf. V/Q =	102,3 h
Höhe der Rigole h:	1,50 m	Entleerungszeit (a = 100)	t = erf. V/Q =	41,67 h
Speicherkoeffizient sRR:	0,3			
Zuschlagsfaktor nach A117 fz:	1,2			
Drosselabfluss	0 m3/s			

Wiederkehrzeit a	2		5		20		100	
	r	erf. Länge						
	l/sxha	m	l/sxha	m	l/sxha	m	l/sxha	m
30	108,9	-151	141,7	-143	190,6	-132	247,2	-73
45	82,6	-143	108,5	-134	147,0	-121	192,2	-58
60	66,9	-136	88,9	-126	121,7	-112	160,0	-56
90	48,9	-125	64,1	-116	87,0	-102	113,7	-85
120	39,0	-116	50,8	-107	68,6	-94	89,3	-78
180	28,5	-102	36,8	-93	49,2	-81	63,5	-66
240	22,8	-91	29,2	-83	38,8	-71	49,9	-57
360	16,7	-75	21,1	-67	27,8	-57	35,6	-44
540	12,2	-58	15,3	-52	20,0	-43	25,4	-33
720	9,8	-48	12,2	-42	15,8	-35	20,0	-25
1080	7,2	-35	8,8	-31	11,3	-24	14,3	-17
1440	5,7	-27	7,0	-24	9,0	-18	11,3	-12
2880	3,4	-14	4,0	-12	5,0	-9	6,1	-5
4320	2,5	-9	2,9	-7	3,6	-5	4,3	-3

Sickermulde 3A

Mulden-Rigolenversickerung (ATV Arbeitsblatt A138)

Ermittlung der erforderlichen Rigolenlänge durch Iteration
Gleichung A.10

Befestigte, angeschlossene Fläche A _{red} :	80 m ²
Gewählte Grösse der Sickerfläche (Mulde) A _s :	85 m ²
Gewähltes Volumen der Mulde	43 m ³
Durchlässigkeitsbeiwert Rigole k _f :	2,00E-05 m/s
Breite der Rigole b:	1,50 m
Höhe der Rigole h:	1,50 m
Speicherkoeffizient sRR:	0,3
Zuschlagsfaktor nach A117 fz:	1,2
Drosselabfluss	0 m ³ /s

Sickermenge über die Sohlfläche	Q = k_f * 0,5 * A_s =	-0,04 l/s
Entleerungszeit (a = 5)	t = erf. V/Q =	56,32 h
Entleerungszeit (a = 100)	t = erf. V/Q =	41,67 h

Wiederkehrzeit a Regendauer min	2		5		20		100	
	r l/sxha	erf. Länge m						
30	108,9	-53	141,7	-52	190,6	-49	247,2	-23
45	82,6	-51	108,5	-49	147,0	-46	192,2	-9
60	66,9	-49	88,9	-47	121,7	-44	160,0	-3
90	48,9	-45	64,1	-43	87,0	-40	113,7	-19
120	39,0	-42	50,8	-41	68,6	-38	89,3	-34
180	28,5	-38	36,8	-36	49,2	-33	63,5	-30
240	22,8	-34	29,2	-32	38,8	-30	49,9	-27
360	16,7	-28	21,1	-27	27,8	-24	35,6	-22
540	12,2	-22	15,3	-21	20,0	-19	25,4	-17
720	9,8	-19	12,2	-17	15,8	-16	20,0	-14
1080	7,2	-14	8,8	-13	11,3	-12	14,3	-10
1440	5,7	-11	7,0	-10	9,0	-9	11,3	-8
2880	3,4	-6	4,0	-5	5,0	-5	6,1	-4
4320	2,5	-4	2,9	-4	3,6	-3	4,3	-3

Sickermulde 4

Mulden-Rigolenversickerung (ATV Arbeitsblatt A138)

Ermittlung der erforderlichen Rigolenlänge durch Iteration
Gleichung A.10

Befestigte, angeschlossene Fläche Ared:	401 m ²			
Gewählte Grösse der Sickerfläche (Mulde) As:	160 m ²			
Gewähltes Volumen der Mulde	80 m ³			
Durchlässigkeitsbeiwert Rigole kf:	2,00E-05 m/s	Sickermenge	Q = k_f * 0,5 * A_s =	-0,01 l/s
Breite der Rigole b:	1,50 m	über die Sohlfläche		
Höhe der Rigole h:	1,50 m	Entleerungszeit (a = 5)	t = erf. V/Q =	246,56 h
Speicherkoeffizient sRR:	0,3	Entleerungszeit (a = 100)	t = erf. V/Q =	41,67 h
Zuschlagsfaktor nach A117 fz:	1,2			
Drosselabfluss	0 m ³ /s			

Wiederkehrzeit a	2		5		20		100	
	r	erf. Länge						
Regendauer	l/sxha	m	l/sxha	m	l/sxha	m	l/sxha	m
min								
30	108,9	-92	141,7	-87	190,6	-79	247,2	-64
45	82,6	-87	108,5	-81	147,0	-71	192,2	-60
60	66,9	-83	88,9	-76	121,7	-65	160,0	-53
90	48,9	-76	64,1	-69	87,0	-59	113,7	-47
120	39,0	-70	50,8	-64	68,6	-54	89,3	-42
180	28,5	-61	36,8	-55	49,2	-46	63,5	-35
240	22,8	-54	29,2	-49	38,8	-40	49,9	-30
360	16,7	-44	21,1	-39	27,8	-31	35,6	-22
540	12,2	-34	15,3	-30	20,0	-23	25,4	-16
720	9,8	-28	12,2	-24	15,8	-18	20,0	-12
1080	7,2	-20	8,8	-17	11,3	-13	14,3	-7
1440	5,7	-16	7,0	-13	9,0	-9	11,3	-5
2880	3,4	-8	4,0	-6	5,0	-4	6,1	-2
4320	2,5	-5	2,9	-4	3,6	-2	4,3	-1

Sickermulde 5

Mulden-Rigolenversickerung (ATV Arbeitsblatt A138)

Ermittlung der erforderlichen Rigolenlänge durch Iteration
Gleichung A.10

Befestigte, angeschlossene Fläche Ared:	552 m2			
Gewählte Grösse der Sickerfläche (Mulde) As:	140 m2			
Gewähltes Volumen der Mulde	70 m3			
Durchlässigkeitsbeiwert Rigole kf:	2,00E-05 m/s	Sickermenge über die Sohlfläche	Q = k_f * 0,5 * A_s =	0,06 l/s
Breite der Rigole b:	1,50 m	Entleerungszeit (a = 5)	t = erf. V/Q =	-11,18 h
Höhe der Rigole h:	1,50 m	Entleerungszeit (a = 100)	t = erf. V/Q =	41,67 h
Speicherkoeffizient sRR:	0,3			
Zuschlagsfaktor nach A117 fz:	1,2			
Drosselabfluss	0 m3/s			

Wiederkehrzeit a	2		5		20		100	
	r	erf. Länge						
Regendauer	l/sxha	m	l/sxha	m	l/sxha	m	l/sxha	m
min								
30	108,9	-74	141,7	-67	190,6	-57	247,2	-34
45	82,6	-69	108,5	-61	147,0	-50	192,2	-34
60	66,9	-65	88,9	-56	121,7	-44	160,0	-29
90	48,9	-59	64,1	-50	87,0	-38	113,7	-23
120	39,0	-54	50,8	-46	68,6	-33	89,3	-19
180	28,5	-46	36,8	-38	49,2	-27	63,5	-14
240	22,8	-40	29,2	-33	38,8	-22	49,9	-10
360	16,7	-32	21,1	-26	27,8	-16	35,6	-5
540	12,2	-24	15,3	-19	20,0	-10	25,4	-1
720	9,8	-19	12,2	-14	15,8	-7	20,0	1
1080	7,2	-13	8,8	-9	11,3	-4	14,3	3
1440	5,7	-10	7,0	-7	9,0	-2	11,3	4
2880	3,4	-4	4,0	-2	5,0	0	6,1	3
4320	2,5	-2	2,9	-1	3,6	1	4,3	3

Sickermulde 6

Mulden-Rigolenversickerung (ATV Arbeitsblatt A138)

Ermittlung der erforderlichen Rigolenlänge durch Iteration
Gleichung A.10

Befestigte, angeschlossene Fläche Ared:	468 m2			
Gewählte Grösse der Sickerfläche (Mulde) As:	140 m2			
Gewähltes Volumen der Mulde	70 m3			
Durchlässigkeitsbeiwert Rigole kf:	2,00E-05 m/s	Sickermenge über die Sohlfläche	Q = k_f * 0,5 * A_s =	0,02 l/s
Breite der Rigole b:	1,50 m	Entleerungszeit (a = 5)	t = erf. V/Q =	-55,8 h
Höhe der Rigole h:	1,50 m	Entleerungszeit (a = 100)	t = erf. V/Q =	41,67 h
Speicherkoeffizient sRR:	0,3			
Zuschlagsfaktor nach A117 fz:	1,2			
Drosselabfluss	0 m3/s			

Wiederkehrzeit a	2		5		20		100	
	r	erf. Länge						
Regendauer	l/sxha	m	l/sxha	m	l/sxha	m	l/sxha	m
min								
30	108,9	-77	141,7	-71	190,6	-62	247,2	-26
45	82,6	-72	108,5	-65	147,0	-55	192,2	-22
60	66,9	-68	88,9	-60	121,7	-49	160,0	-27
90	48,9	-62	64,1	-55	87,0	-44	113,7	-31
120	39,0	-57	50,8	-50	68,6	-39	89,3	-27
180	28,5	-49	36,8	-42	49,2	-32	63,5	-21
240	22,8	-43	29,2	-37	38,8	-27	49,9	-17
360	16,7	-35	21,1	-29	27,8	-21	35,6	-11
540	12,2	-27	15,3	-22	20,0	-15	25,4	-6
720	9,8	-21	12,2	-17	15,8	-11	20,0	-4
1080	7,2	-15	8,8	-12	11,3	-7	14,3	-1
1440	5,7	-11	7,0	-9	9,0	-4	11,3	0
2880	3,4	-5	4,0	-4	5,0	-1	6,1	1
4320	2,5	-3	2,9	-2	3,6	0	4,3	1

Sickermulde 7

Mulden-Rigolenversickerung (ATV Arbeitsblatt A138)

Ermittlung der erforderlichen Rigolenlänge durch Iteration
Gleichung A.10

Befestigte, angeschlossene Fläche Ared:	284 m2			
Gewählte Grösse der Sickerfläche (Mulde) As:	105 m2			
Gewähltes Volumen der Mulde	53 m3			
Durchlässigkeitsbeiwert Rigole kf:	2,00E-05 m/s	Sickermenge über die Sohlfläche	$Q = k_f * 0,5 * A_s =$	0,00 l/s
Breite der Rigole b:	1,50 m	Entleerungszeit (a = 5)	$t = \text{erf. } V/Q =$	2047,9 h
Höhe der Rigole h:	2,00 m	Entleerungszeit (a = 100)	$t = \text{erf. } V/Q =$	55,56 h
Speicherkoeffizient sRR:	0,3			
Zuschlagsfaktor nach A117 fz:	1,2			
Drosselabfluss	0 m3/s			

Wiederkehrzeit a	2		5		20		100	
	r	erf. Länge						
Regendauer	l/sxha	m	l/sxha	m	l/sxha	m	l/sxha	m
min								
30	108,9	-45	141,7	-43	190,6	-38	247,2	-30
45	82,6	-43	108,5	-40	147,0	-35	192,2	-29
60	66,9	-41	88,9	-37	121,7	-32	160,0	-25
90	48,9	-38	64,1	-34	87,0	-29	113,7	-22
120	39,0	-35	50,8	-32	68,6	-26	89,3	-20
180	28,5	-31	36,8	-28	49,2	-23	63,5	-17
240	22,8	-28	29,2	-25	38,8	-20	49,9	-14
360	16,7	-23	21,1	-20	27,8	-16	35,6	-11
540	12,2	-18	15,3	-16	20,0	-12	25,4	-8
720	9,8	-15	12,2	-13	15,8	-9	20,0	-6
1080	7,2	-11	8,8	-9	11,3	-6	14,3	-3
1440	5,7	-8	7,0	-7	9,0	-5	11,3	-2
2880	3,4	-4	4,0	-3	5,0	-2	6,1	-1
4320	2,5	-3	2,9	-2	3,6	-1	4,3	0

