

Regenwasserkonzept Südlich Härden

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-Härden: 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.

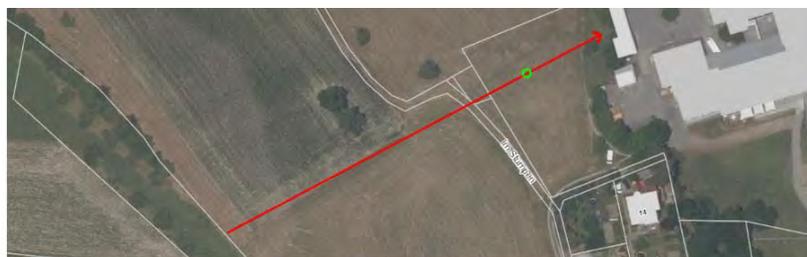
Tabelle 1 Datengrundlagen für die Regenwasserbewirtschaftung

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

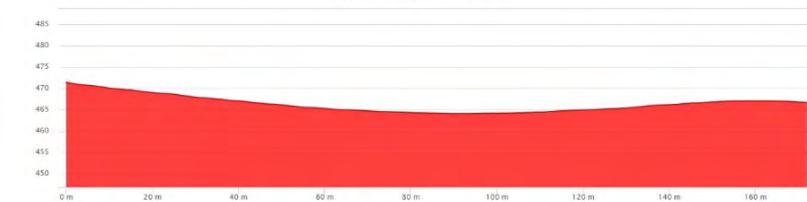
Landschaftliche Bezüge und Topografie

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



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

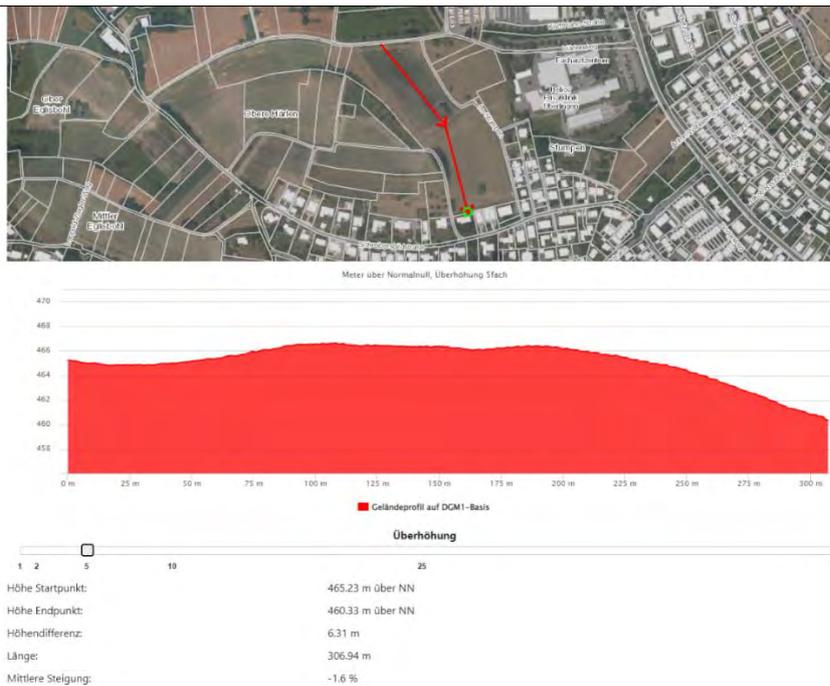


Abbildung 2 Längsschnitt im Projektgebiet (Gefälle: -1,6% in Nord-Süd-Richtung), 5-fache Überhöhung

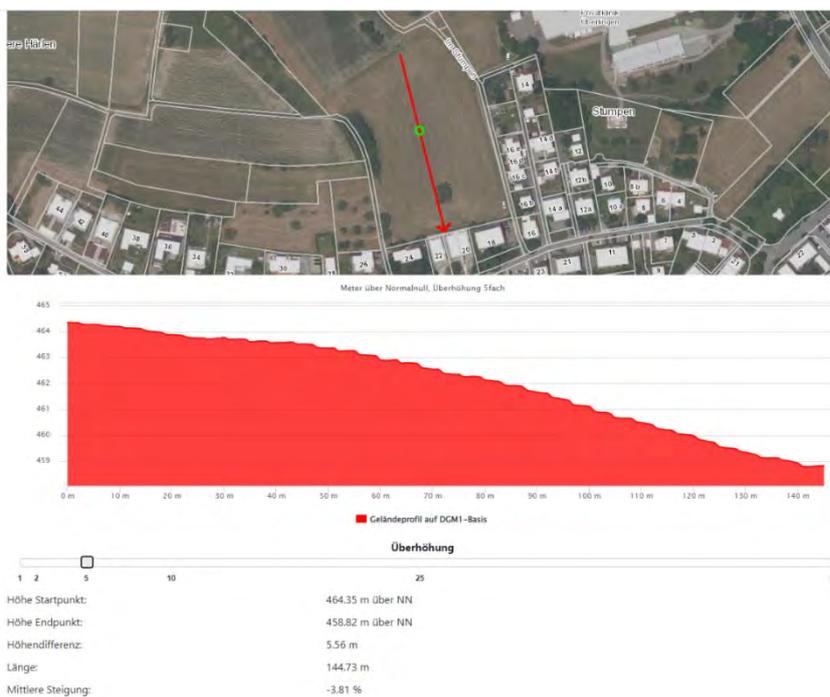


Abbildung 3 Längsschnitt im unteren Teil des Projektgebietes (Gefälle: -3,81% in Nord-Süd-Richtung), 5-fache Überhöhung

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]).

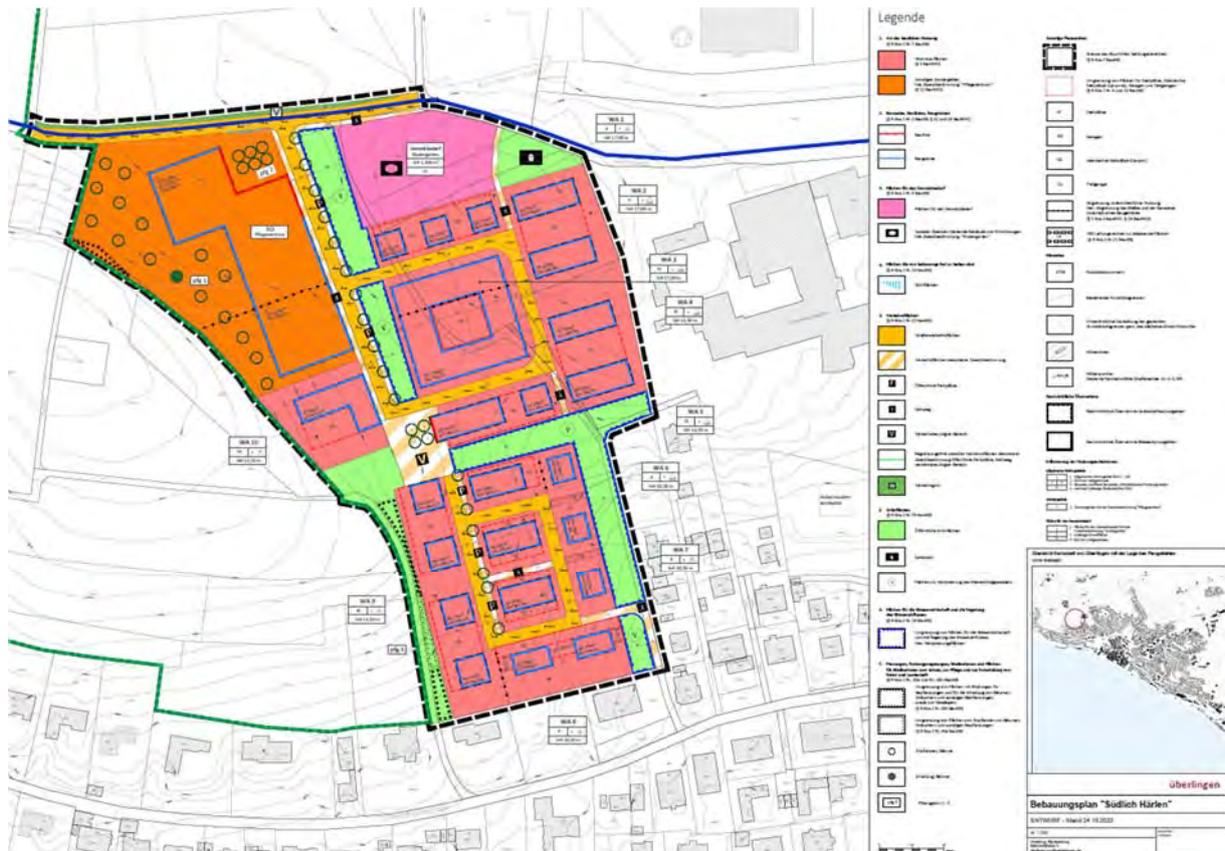


Abbildung 4 Ausschnitt aus dem Bebauungsplan Südlich-Härten: grün (öffentliche Grünflächen), lila (Flächen für den Gemeinbedarf), orange (sonstige Sondergebiete hier: Zweckbestimmung Pflegezentrum), rot (Wohnbauflächen), lila (Flächen für den Gemeinbedarf), Quelle [2]

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 (Teilsickerrohr nach unten geschlitzt) mit Drosseleinrichtung (geringe Abflüsse) das überschüssige Wasser abgeführt werden.

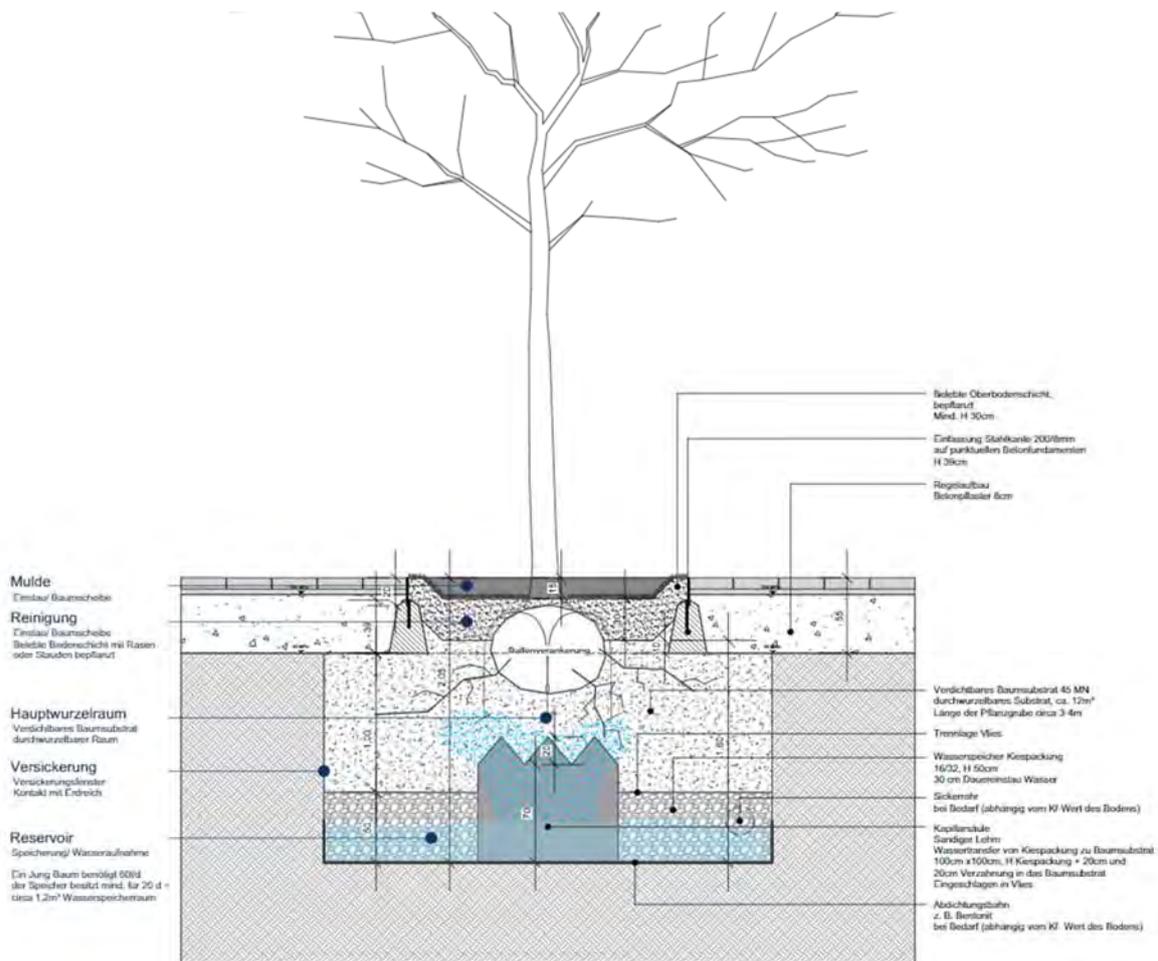


Abbildung 4 B mögliche Konstruktion einer Baumrigole

Es sollten mindestens etwa 1,2 m³ 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 60l/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 Baumszubstrat 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).

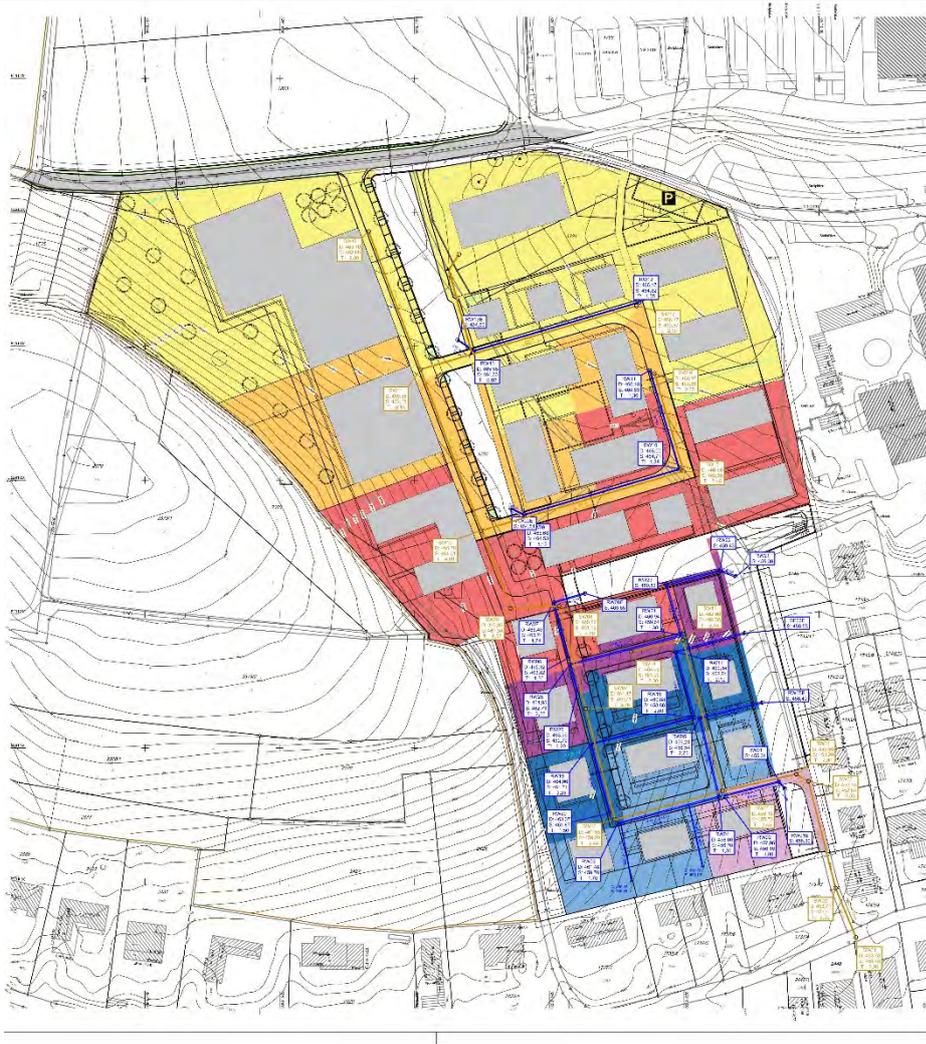


Abbildung 5 Zuordnung der Einzugsgebiete zu den Mulden

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.

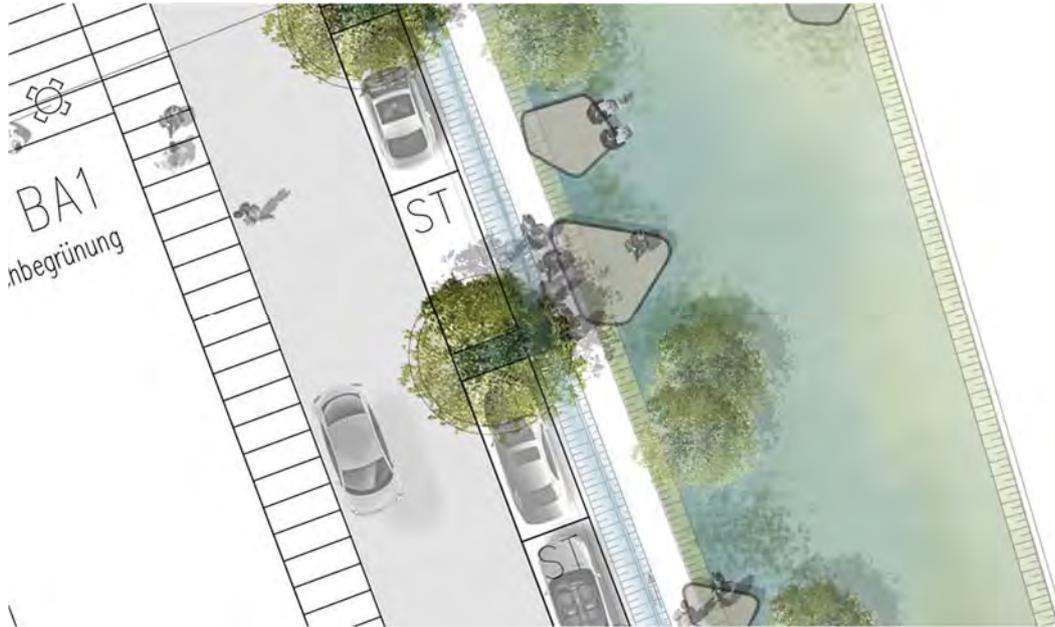


Abbildung 9 Draufsicht auf die Versickerungsmulde 1 bei Vollstau

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.

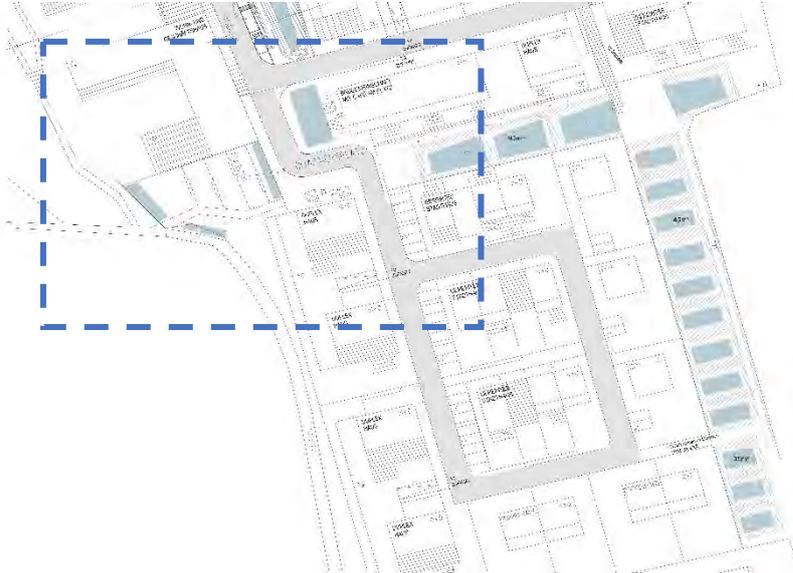


Abbildung 10 Entwässerungssituation am Quartiersplatz – Versickerungsmulde 4

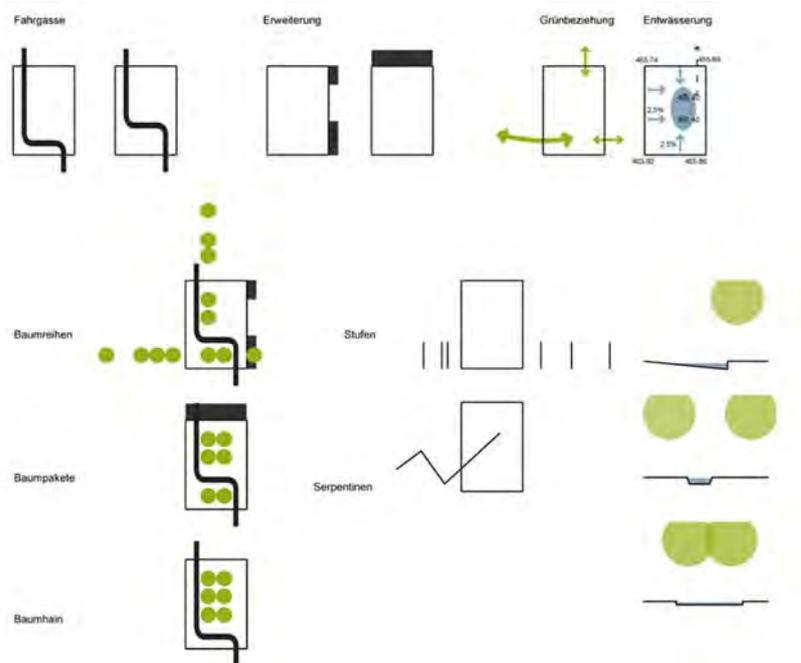


Abbildung 11 Entwässerungskonzept Quartiersplatz

Entwässerung Versickerungsmulde 3

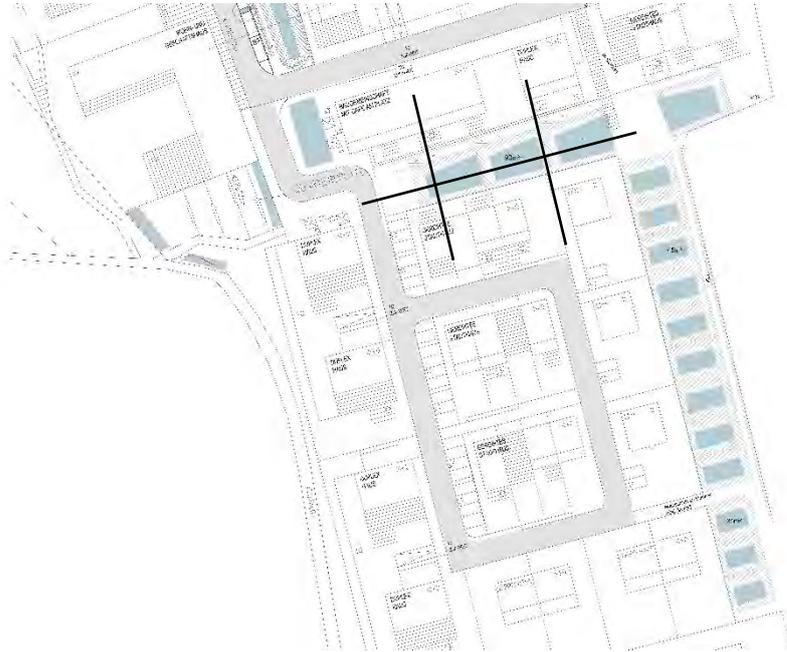


Abbildung 12 Längs- und Querschnitt durch Mulde 3

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.

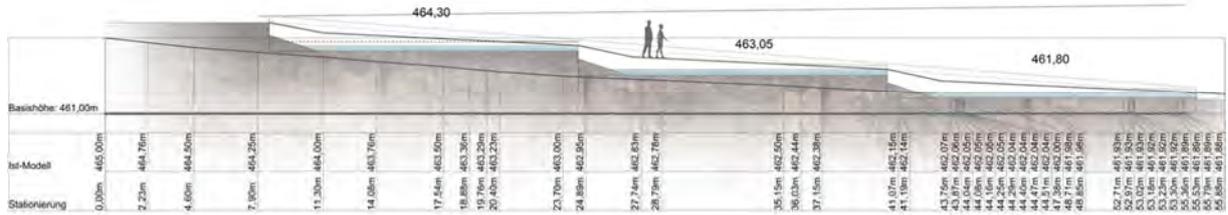


Abbildung 13 Einstauverhältnisse mit überstaufreien Kaskadensystem entlang der Längsrichtung

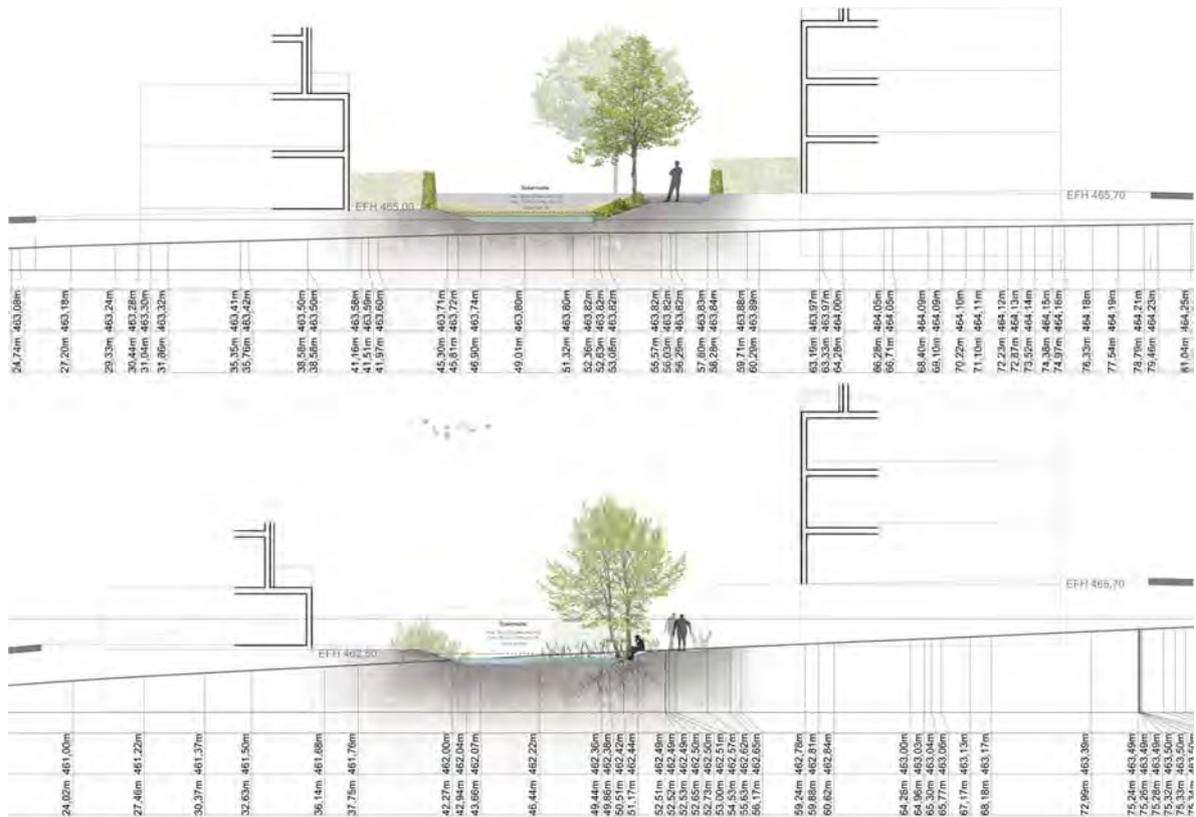


Abbildung 14 Einstauverhältnisse in Versickerungsmulde 3 bei verschiedenen Bemessungsfällen (5-jähriges Regenereignis, 30-jähriges Regenereignis, 100-jähriges Regenereignis)

Versickerungsmulde 4

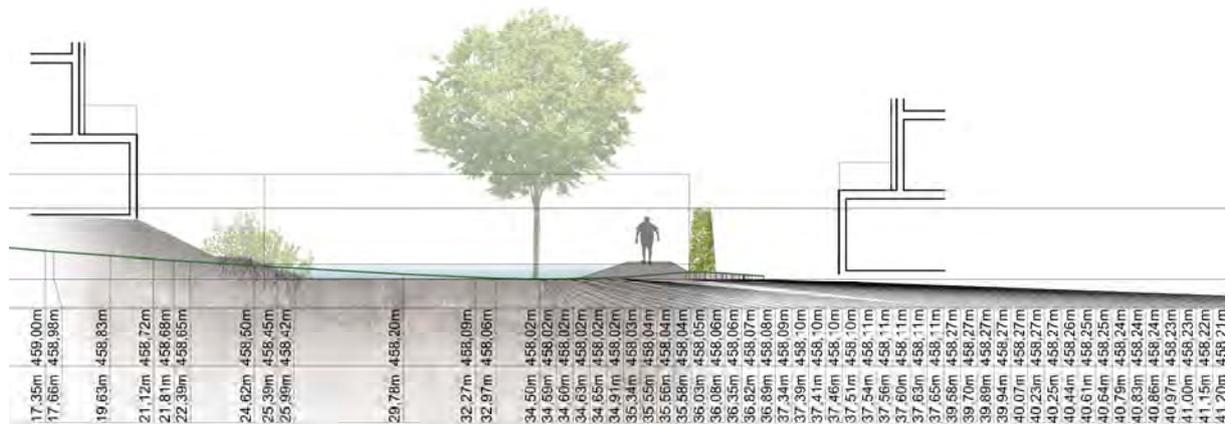


Abbildung 15 Querschnitt durch Versickerungsmulde 4

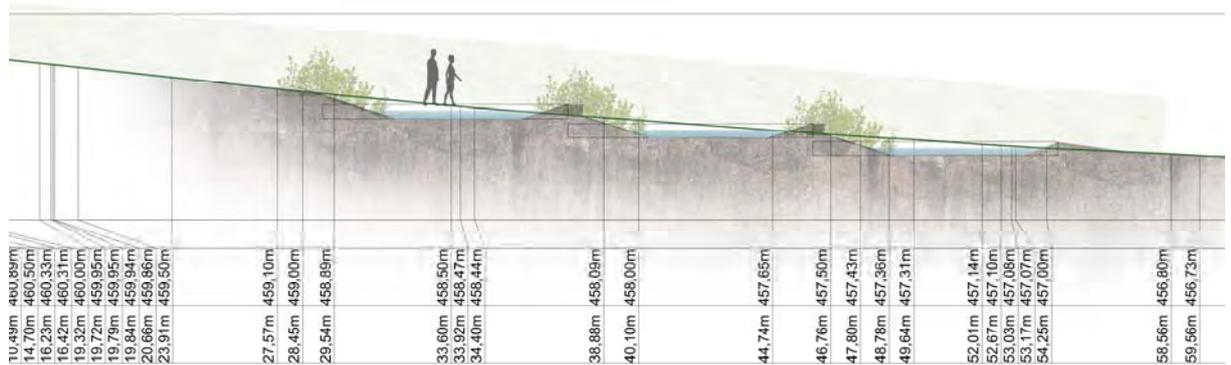


Abbildung 16 Längsschnitt durch Versickerungsmulde 4

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 Härden 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;"> </td> </tr> <tr> <td colspan="3" 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

Flächenbilanz für Entwässerungskonzept, Stadt Überlingen,
Abteilung Stadtplanung, Stand 17.05.2021



LEGENDE

- Flächenabgrenzung
- Flächennummer

Nr.	Art der Änderung	Datum	Name

Lagesystem: GK UTM Stand Kataster:
 Höhensystem: DHN92 DHN2016 Bestandsvermessung:


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

BAUHERR:		ANERKANNT BAUHERR:	
Stadt Überlingen			
MASSNAHME:		bearbeitet	Mär. 2022
Erschließung Baugebiet Südlich Härten Entwässerung Überarbeitung Regenwasserkonzept Vorplanung		gezeichnet	Mär. 2022
		freigegeben	
		Einzugsgebietsplan	
		Maßstab	1:1000
		Unterlage	16
		Plan	2.1

669cm x 421cm = 0.28 m²

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 [m²]	Abflussbeiwert [-]	Abflusswirksame Fläche [m²]	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 m²
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 [m²]	Abflussbeiwert [-]	Abflusswirksame Fläche [m²]	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 m²
	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	$Q = k_f * 0,5 * A_s =$	12,75 l/s
Einstauhöhe (a = 5)	$h = erf. V / A_s =$	0,02 m
Einstauhöhe (a = 30)	$h = erf. V / A_s =$	0,05 m
Einstauhöhe (a = 100)	$h = erf. V / A_s =$	0,25 m
Entleerungszeit (a = 5)	$t = erf. V/Q =$	7 min
Entleerungszeit (a = 30)	$t = erf. V/Q =$	16 min
Entleerungszeit (a = 100)	$t = erf. V/Q =$	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_i : 1,00E-07 m/s

Zuschlagsfaktor nach A117 f_z : 1,2

Sickermenge Mulden	$Q = k_f * 0,5 * A_s =$	22,84 l/s
Sickermenge Baumrigole	$Q = k_i * 0,5 * A_s =$	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	2		5		30		100	
	r	erf. Volumen						
Regendauer min	l/sxha	m3	l/sxha	m3	l/sxha	m3	l/sxha	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						
Regendauer 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
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	Q = k_f * 0,5 * A_s =	0,06 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 =	-11,18 h
Speicherkoeffizient sRR:	0,3	Entleerungszeit (a = 100)	t = erf. V/Q =	41,67 h
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

