



Kempten^{Allgäu}

Regenwasserkonzept für das Baugebiet Halde Nord in Kempten

Erläuterungsbericht

Vorabzug

Verfasser

Prof. Dr. Heiko Sieker

Hoppegarten, den 09.02.2018



Sieker
Die Regenwasserexperten

Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH
Rennbahnallee 109a
15366 Hoppegarten
Tel.: 03342/ 3595-0
Email: info@sieker.de



Inhalt

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Aufgabenstellung | 5 |
| 2 | Verwendete Unterlagen | 6 |
| 2.1 | Datengrundlagen..... | 6 |
| 2.2 | Regelwerke, Leitfäden, Merkblätter | 6 |
| 3 | Lokale Randbedingungen für die Regenwasserbewirtschaftung | 7 |
| 3.1 | Topografie..... | 7 |
| 3.2 | Klima/Niederschlag | 8 |
| 3.3 | Boden und Hydrogeologie | 9 |
| 3.3.1 | Bodenkundliche Situation..... | 9 |
| 3.3.2 | Grundwasser | 9 |
| 3.3.3 | Versickerungsbedingungen..... | 9 |
| 3.4 | Wasserhaushalt | 10 |
| 3.4.1 | Jahreswasserbilanz im derzeitigen, un bebauten Zustand | 10 |
| 3.4.2 | Spitzenabflüsse im derzeitigen, un bebauten Zustand | 11 |
| 3.5 | Gewässer/Vorflut..... | 12 |
| 3.5.1 | Übergeordnete Entwässerungssituation..... | 12 |
| 3.5.2 | Weiher im Plangebiet..... | 13 |
| 3.6 | Städtebauliche Planungen | 15 |
| 3.6.1 | Flächennutzungsplan | 15 |
| 3.6.2 | Städtebauliches Konzept | 15 |
| 3.6.3 | Bebauungsplan (Vorentwurf) | 17 |
| 3.6.4 | Straßennetz und Straßenregelquerschnitte | 18 |
| 3.6.5 | Versiegelung..... | 19 |
| 4 | Grundlagen zum Regenwassermanagement..... | 20 |
| 4.1 | Konventionelle Regenwasserentwässerung | 20 |
| 4.2 | Dezentrale Regenwasserbewirtschaftung | 21 |
| 5 | Anforderungen an die Regenwasserbewirtschaftung | 24 |
| 5.1.1 | Entwässerungssicherheit..... | 24 |
| 5.1.2 | Gewässerschutz | 24 |
| 5.1.3 | Überflutungsschutz und Starkregenisikovorsorge | 25 |
| 5.1.4 | Ausgeglichene Wasserbilanzen als Planungsziel..... | 26 |



| | | |
|-------|--|----|
| 6 | Regenwasserkonzept für das geplante Baugebiet | 29 |
| 6.1 | Regenwasserbewirtschaftungskonzept | 29 |
| 6.1.1 | Grundprinzip..... | 29 |
| 6.1.2 | Regenwasserbewirtschaftung auf den Privatgrundstücken | 29 |
| 6.1.3 | Regenwasserbewirtschaftung für die Verkehrsflächen | 30 |
| 6.1.4 | Sammelleitungssystem | 37 |
| 6.2 | Konventionelle Regenwasserkanalisation als Vergleichslösung..... | 38 |
| 6.3 | Vergleichende Bewertung | 40 |
| 7 | Überflutungsschutz und Starkregenrisikovorsorge..... | 41 |
| 7.1 | Anforderungen an Überflutungsschutz und Starkregenrisikovorsorge | 41 |
| 7.2 | Fließweganalyse..... | 41 |
| 7.3 | Überflutungsmodellierung | 42 |
| 7.4 | Empfehlungen für die Risikominimierung | 42 |
| 8 | Zusammenfassung | 44 |

Abbildungen

| | | |
|---------------|--|----|
| Abbildung 1: | Computersimulation des Neubaugebietes „Halde“ (Quelle: www.kempten.de) | 5 |
| Abbildung 2: | Geländemodell des Planungsgebietes | 7 |
| Abbildung 3: | Starkniederschlagshöhen in Kempten (KOSTRA 2010R)..... | 8 |
| Abbildung 4: | Geologische Situation (Quelle: Geologische Erkundung [1])..... | 10 |
| Abbildung 5: | Jahreswasserbilanz nach HAD (2003) | 11 |
| Abbildung 6: | Spitzenabflüsse in Abhängigkeit von der Jährlichkeit im unbebauten Zustand | 12 |
| Abbildung 7: | Weiher mit zuführendem Wasserlauf..... | 13 |
| Abbildung 8: | Weiher im Plangebiet..... | 14 |
| Abbildung 9: | Ausschnitt aus dem Flächennutzungsplan | 15 |
| Abbildung 10: | Städtebaulicher Rahmenplan Halde Nord (Quelle: f64 Architekten) | 16 |
| Abbildung 11: | Auszug aus dem städtebaulichen Konzept (Quelle: f64 Architekten) | 17 |
| Abbildung 12: | Bebauungsplan (Vorentwurf) [7] | 17 |
| Abbildung 13: | Orientierungsplan mit Straßennetz | 18 |
| Abbildung 14: | Ausschnitt aus der Computersimulation (Quelle: www.kempten.de) | 19 |
| Abbildung 15: | Skizzen zu Straßenregelquerschnitten | 19 |
| Abbildung 16: | Veränderung des Wasserhaushaltes durch Urbanisierung (US-EPA 2005) | 20 |



| | | |
|---------------|---|----|
| Abbildung 17: | Bausteine der Regenwasserbewirtschaftung (Quelle: LfU Bayern 2009)..... | 21 |
| Abbildung 18: | „Rain-Garden“ in Michigan, USA..... | 22 |
| Abbildung 19: | Prinzipskizze Mulden-Rigolen-System | 23 |
| Abbildung 20: | Innodrain®-Element in Hoppegarten bei Berlin..... | 23 |
| Abbildung 21: | Aufgaben zu Überflutungsschutz und Starkregenrisikovorsorge, LUBW (2016) | 25 |
| Abbildung 22: | Anforderung für das Kriterium „Wasserbilanz“ | 27 |
| Abbildung 23: | Auszug aus DIN 1986-100, Abschnitt 5.3.1 Planungsanforderungen..... | 29 |
| Abbildung 24: | Auszug aus einem Hinweisblatt in Berlin ⁵ | 30 |
| Abbildung 25: | Regelprofil für Sammelstraße mit parallel verlaufendem Radweg | 31 |
| Abbildung 26: | Regelprofil für Sammelstraße mit parallel verlaufendem Radweg (Perspektive) | 31 |
| Abbildung 27: | Regelprofil für Sammelstraße ohne parallel verlaufenden Radweg | 32 |
| Abbildung 28: | Regelprofil für Sammelstraße ohne parallel verlaufenden Radweg (Perspektive).... | 32 |
| Abbildung 29: | Regelprofil für Wohnweg (Variante A: Baumrigole) | 33 |
| Abbildung 30: | Regelprofil für Wohnweg (Variante A: Baumrigole, Perspektive) | 33 |
| Abbildung 31: | Wohnweg mit separater Baumpflanzung (Variante B)..... | 34 |
| Abbildung 32: | Wohnweg mit separater Baumpflanzung (Variante B, Perspektive) | 34 |
| Abbildung 33: | Vorschlag für eine Verortung der RWB-Anlage, Lage der Straßenquerschnitte | 35 |
| Abbildung 34: | Beispiele für Tiefbeet-Rigolen-Systeme..... | 36 |
| Abbildung 35: | Konzept Sammelleitungssystems..... | 37 |
| Abbildung 36: | Kanalnetz mit Gefällesituation (Geländegefälle). | 38 |
| Abbildung 37: | Geländeverlauf Neuhauser Weg zwischen Straße 6 und Sammelstraße..... | 39 |
| Abbildung 38: | Fließweganalyse für das Baugebiet | 41 |
| Abbildung 39: | Ergebnis Überflutungsmodellierung, max. Wassertiefe bei T=100 a | 42 |
| Abbildung 40: | Bereiche von besonderer Bedeutung für die Starkregen-Risikominimierung | 43 |

Tabellen

| | | |
|------------|--|----|
| Tabelle 1: | Regenspenden in Kempten (KOSTRA 2010R)..... | 8 |
| Tabelle 2: | Wasserbilanz nach HAD..... | 10 |
| Tabelle 3: | Empfohlene Häufigkeiten für den Entwurf von Kanalnetzen nach DIN EN 752..... | 24 |
| Tabelle 4: | Qualitative Wirkung von Maßnahmen auf die Wasserbilanz | 28 |

1 Aufgabenstellung

Die Stadt Kempten (Allgäu) entwickelt im Norden des Stadtgebietes das Baugebiet Halde Nord. Das Gebiet hat eine Größe von ca. 19 ha. Vorgesehen ist eine Wohnbebauung mit ca. 320 Wohneinheiten, bestehend aus Geschosswohnungsbau, Reihenhäusern und Einfamilienhäusern.



Abbildung 1: Computersimulation des Neubaugebietes „Halde“ (Quelle: www.kempten.de)

Gemäß Aufgabenstellung des städtebaulichen Wettbewerbs 2014 sollen in der Rahmenplanung freiraumplanerische, verkehrliche, energetische und ökologische Aspekte berücksichtigt werden. Bereits im städtebaulichen Konzept finden sich erste Überlegungen zu einem dezentralen Regenwassermanagement. Im Rahmen eines Workshop (26.10.2017) wurden Anforderungen und Ansätze für ein modernes Regenwassermanagement diskutiert.

Die Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH (IPS) wurde von der Stadt Kempten mit der Bearbeitung eines Regenwasserkonzeptes inkl. Überflutungsmodellierung beauftragt.

2 Verwendete Unterlagen

2.1 Datengrundlagen

Folgende Unterlagen wurden für die Bearbeitung verwendet.

- [1] Flächennutzungsplan mit integriertem Landschaftsplan (FNP/LP) inkl. Begrünung (18.6.2009)
- [2] Städtebauliches Konzept, F64 Architekten, Stand 31.7.2017
- [3] Geologische Erkundung, ICP Geologen und Ingenieur für Wasser und Boden, 1.8.2011
- [4] Unterlagen zum Wasserrechtsverfahren Bleicher Bach (Antrag vom 25.11.2003)
- [5] Gesprächsvermerk Ziele der Planung Regenwasser, Wasserwirtschaftsamt Kempten, 15.1.2018
- [6] Anmerkungen des Wasserwirtschaftsamtes Kempten zum OT am 22.01.2018
- [7] Vorentwurf zum Bebauungsplan, Arbeitsstand 20.09.2017
- [8] Digitales Geländemodell nach Profilierung, Arbeitsstand 01.02.2018
- [9] Skizzen zu Straßenregelquerschnitten, bereitgestellt durch Klinger Ingenieur GmbH, 31.1.2018
- [10] Computersimulation des Neubaugebietes „Halde“ (Quelle: www.kempten.de)

2.2 Regelwerke, Leitfäden, Merkblätter

Folgende Regelwerke/Leitfäden fanden bei der Bearbeitung Verwendung.

- DIN 1986-100 (2008):** Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke, Teil 100: Bestimmungen in Verbindung mit DIN EN 752 und DIN EN 12056
- DIN EN 752 (2008):** Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden, Deutsches Institut für Normung
- DWA-A 100 (2006):** Leitlinien der integralen Siedlungsentwässerung (ISiE), Herausgeber: DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
- DWA-A 102 /BWK-A 3 (2016):** Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer (Entwurf vom Oktober 2016), Herausgeber: DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
- DWA A138 (2005):** DWA-Arbeitsblatt DWA-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser. Hennef, DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
- DWA-A 118 (2006):** DWA-Arbeitsblatt DWA-A 118: Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
- DWA M 119 (2016):** „Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge – Analyse von Überflutungsgefährdungen und Schadenspotenzialen zur Bewertung von Überflutungsrisiken“, Hennef, Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e.V. (Hrsg., 2016).
- DWA Merkblatt M153 (2007):** Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
- HAD (2003):** Hydrologischer Atlas von Deutschland, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.
- LUBW (2016):** Leitfaden Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg

3 Lokale Randbedingungen für die Regenwasserbewirtschaftung

3.1 Topografie

Das geplante Baugebiet liegt auf einem Höhenrücken. Das Gelände fällt zum überwiegenden Teil nach Osten hin Richtung Iller ab. Abbildung 2 zeigt ein Geländemodell des Planungsgebietes.

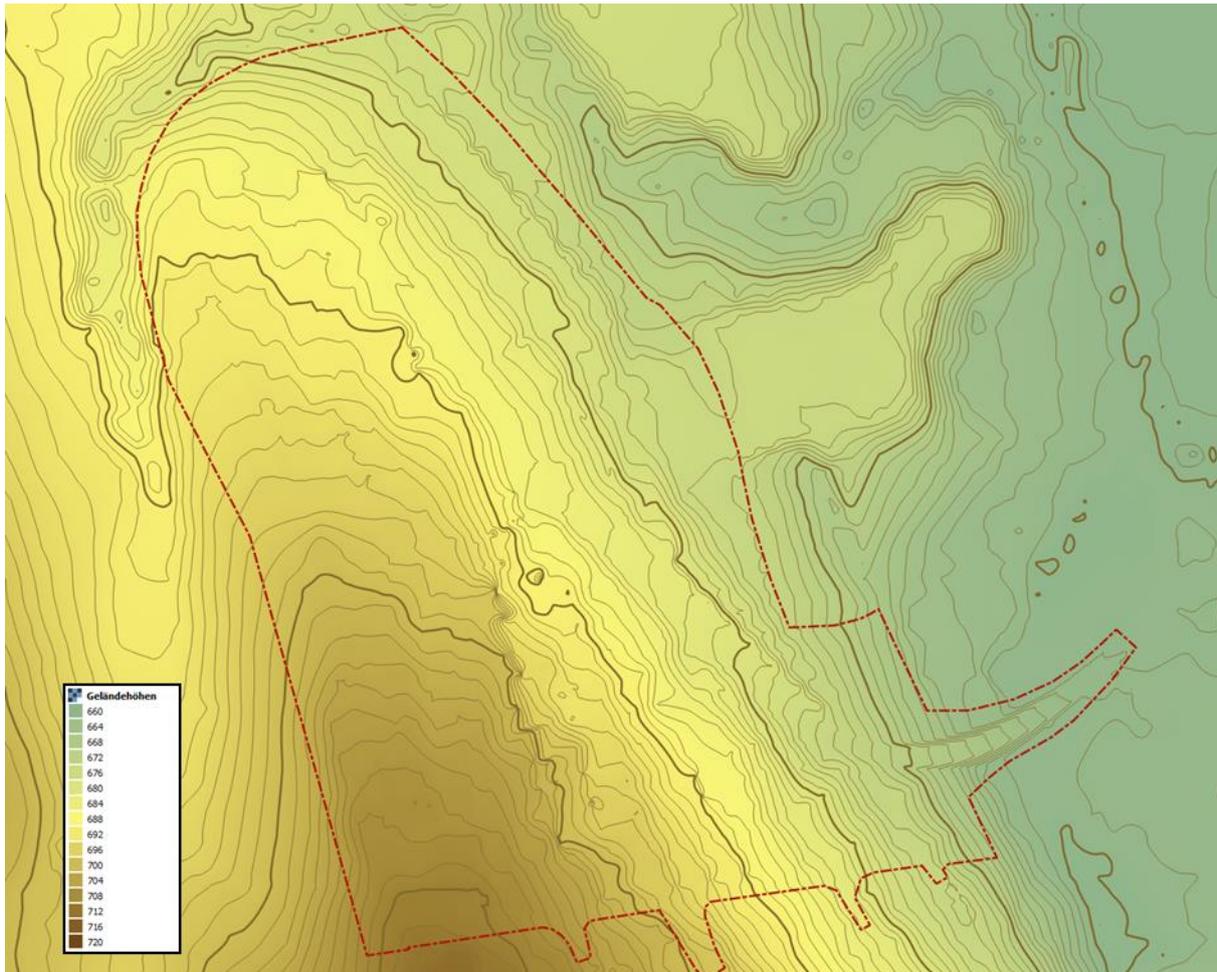


Abbildung 2: Geländemodell des Planungsgebietes

Bei der Beurteilung der Topografie ist zu beachten, dass das Gelände in erheblichem Maße profiliert werden soll. Für die weitere Bearbeitung (insbesondere die Überflutungsberechnung) wurde vom Auftraggeber ein Geländemodell nach Profilierung zur Verfügung gestellt.

3.2 Klima/Niederschlag

Bedingt durch die Lage im Voralpenraum und die Höhenlage von ca. 675 m ü. NHN sind die mittleren Temperaturen (6.9 °C) im bundesdeutschen Vergleich relativ niedrig, die Jahresniederschlagshöhen mit ca. 1.275 mm dagegen relativ hoch.

Auch die Starkniederschläge sind in Kempten recht intensiv. Abbildung 3 zeigt die KOSTRA-Daten (Starkniederschlagshöhen) für Kempten in Abhängigkeit von Dauerstufe und Jährlichkeit.

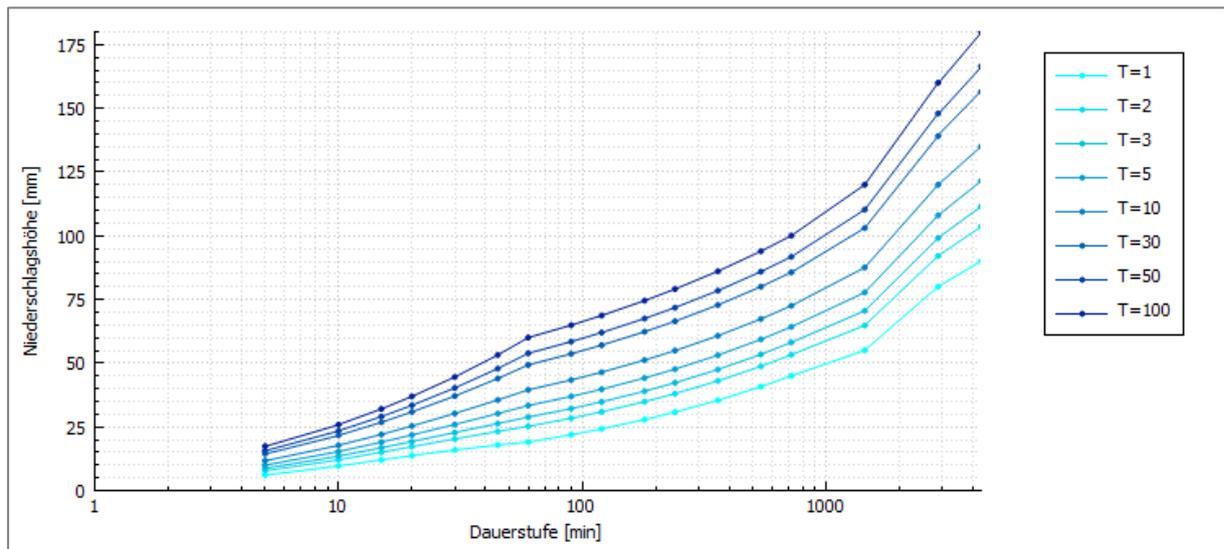


Abbildung 3: Starkniederschlagshöhen in Kempten (KOSTRA 2010R)

Tabelle 1: Regenspenden in Kempten (KOSTRA 2010R)

| Regenspende [l/(s ha)] | Wiederkehrzeit [a] | | | | | | | |
|------------------------|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Dauerstufe [min] | 1 | 2 | 3 | 5 | 10 | 30 | 50 | 100 |
| 5 | 202 | 259 | 292 | 334 | 390 | 481 | 522 | 579 |
| 10 | 161 | 201 | 225 | 255 | 296 | 360 | 390 | 431 |
| 15 | 133 | 167 | 186 | 211 | 244 | 297 | 322 | 356 |
| 20 | 114 | 143 | 160 | 182 | 211 | 257 | 278 | 307 |
| 30 | 88 | 112 | 126 | 144 | 168 | 206 | 224 | 247 |
| 45 | 66 | 86 | 97 | 112 | 132 | 163 | 177 | 197 |
| 60 | 53 | 70 | 80 | 93 | 110 | 137 | 150 | 167 |
| 90 | 41 | 52 | 60 | 68 | 80 | 99 | 108 | 120 |
| 120 | 34 | 43 | 48 | 55 | 64 | 79 | 86 | 95 |
| 180 | 26 | 32 | 36 | 41 | 47 | 58 | 62 | 69 |
| 240 | 21 | 26 | 29 | 33 | 38 | 46 | 50 | 55 |
| 360 | 16 | 20 | 22 | 25 | 28 | 34 | 36 | 40 |
| 540 | 13 | 15 | 16 | 18 | 21 | 25 | 27 | 29 |
| 720 | 10 | 12 | 13 | 15 | 17 | 20 | 21 | 23 |
| 1440 | 6,4 | 7,5 | 8,2 | 9,0 | 10 | 12 | 13 | 14 |

Für die Bearbeitung stand außerdem eine Langzeitregenreihe zur Verfügung. Diese Regenreihe wurde vom Bayerischen Landesamt für Umwelt mit der Software NiedSimBy erstellt. Diese synthetische Niederschlagsreihe hat eine Dauer von 52 Jahre bei einer zeitlichen Auflösung von 5 min.



3.3 Boden und Hydrogeologie

3.3.1 Bodenkundliche Situation

Eine detaillierte Darstellung der geologischen und bodenkundlichen Verhältnisse findet sich in der Geologischen Erkundung der IPC Ingenieure [1]. Über den Festgesteinen des Tertiär steht großflächig Geschiebemergel an, in Mächtigkeiten bis zu deutlich mehr als 5 m (Abbildung 4). Der Geschiebemergel besteht aus einem kiesig-sandig-tonigen Schluff.

Im mittleren Teil des Plangebietes verläuft ein Bachlauf, in dessen Verlauf Moorböden anzutreffen sind. Der Bereich am östlichen Hangfuß ist einer Hochterrassenfläche der im Osten verlaufenden Iller zuzurechnen. Hier wurden quartäre Hochterrassenschotter aufgeschlossen, sandige, schwach schluffige Kiese (Flusskies) in dichter Lagerung.

3.3.2 Grundwasser

Ein freier Grundwasserspiegel wurde nur in den Moorbodenbereichen sowie im Bereich der Hochterrassenfläche angetroffen. Hier wurden Grundwasserstände zwischen 1,30-1,60 m unter GOK (Moorboden im Bereich des Bachlaufes) und 2,20-3,50 m (Hochterrassenschotter) gemessen.

In den übrigen Bohrungen wurden entweder keine Grundwasservorkommen oder nur gering ergiebige Schichtwasserhorizonte festgestellt [1].

3.3.3 Versickerungsbedingungen

Zur Bestimmung der Versickerungsfähigkeit wurden Infiltrationsversuchen mittels Open-End-Test sowie Berechnungen aus Korngrößenanalysen durchgeführt [1]. Der ermittelten Bemessungs-kf-Werte liegen für alle Messungen unterhalb von 10^{-7} m/s. Gemäß Geologischem Gutachten ist die Untergrund-Durchlässigkeit damit im weit überwiegenden Teil des Untersuchungsgebietes für Versickerungszwecke deutlich zu gering.

Eine Ausnahme bildet lediglich der Hochterrassenschotter, der eine höhere Durchlässigkeit von ca. 10^{-4} m/s aufweist. Dabei sind allerdings die geringe Mächtigkeit und der relativ hohe Grundwasserstand zu berücksichtigen. Von einer großflächigen Versickerung in diesem Bereich wird im Geologischem Gutachten abgeraten.

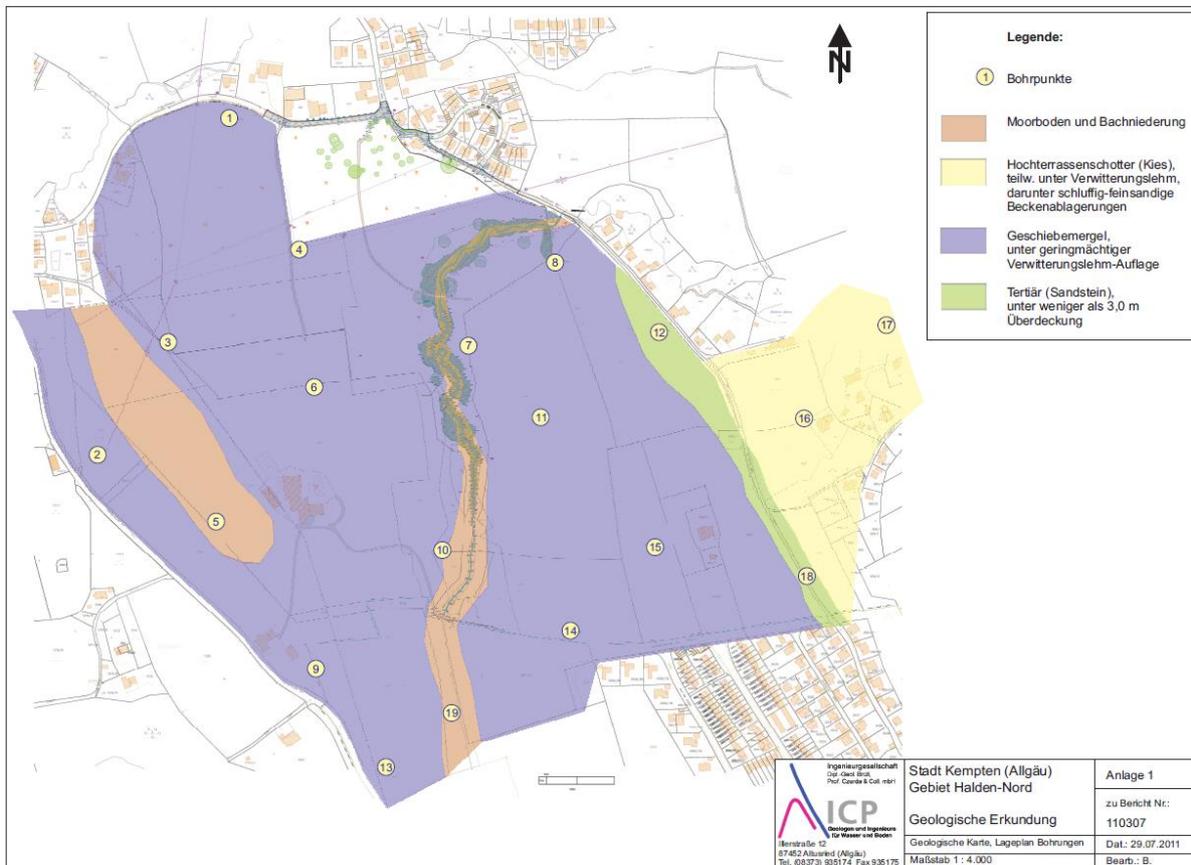


Abbildung 4: Geologische Situation (Quelle: Geologische Erkundung [1]).

3.4 Wasserhaushalt

Der natürliche Wasserhaushalt als Vergleichsgröße ist für die Planung von Systemen zur Regenwasserbewirtschaftung zunehmend von Bedeutung. Gemäß DWA-Regelwerk (DWA-A 100, DWA-A 102) sollen „die Veränderungen des örtlichen Wasserhaushalts in mengenmäßiger und stofflicher Hinsicht so gering wie möglich gehalten werden“.

3.4.1 Jahreswasserbilanz im derzeitigen, unbebauten Zustand

Die langjährige mittlere Wasserbilanz wird nach der Methode des DWA-A 102 auf Grundlage des Hydrologischen Atlas Deutschland (HAD, 2003) ermittelt (Tabelle 2 und **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

Die jährliche Verdunstung beträgt 504 mm, Die Grundwasserneubildung 415 mm/a. Der Direktabfluss (Oberflächenabfluss) errechnet sich damit zu 416 mm/a.

Tabelle 2: Wasserbilanz nach HAD

| Mittlere Jahreswerte | mm/a |
|------------------------------------|----------|
| Verdunstung (E_a): | 504 |
| (Gesamt-)Abflusshöhe (R) | 831 |
| - Grundwasserneubildung (GWN): | 415 |
| Direktabfluss (R_D) | 416 |
| Kontrolle: $R_D + GWN + E_a =$ | 1335 |

Die Summe der drei Komponenten sollte der Jahresniederschlagshöhe entsprechen. Diese liegt in Kempten (Halde) nach HAD bei ca. 1200-1400 mm/a.

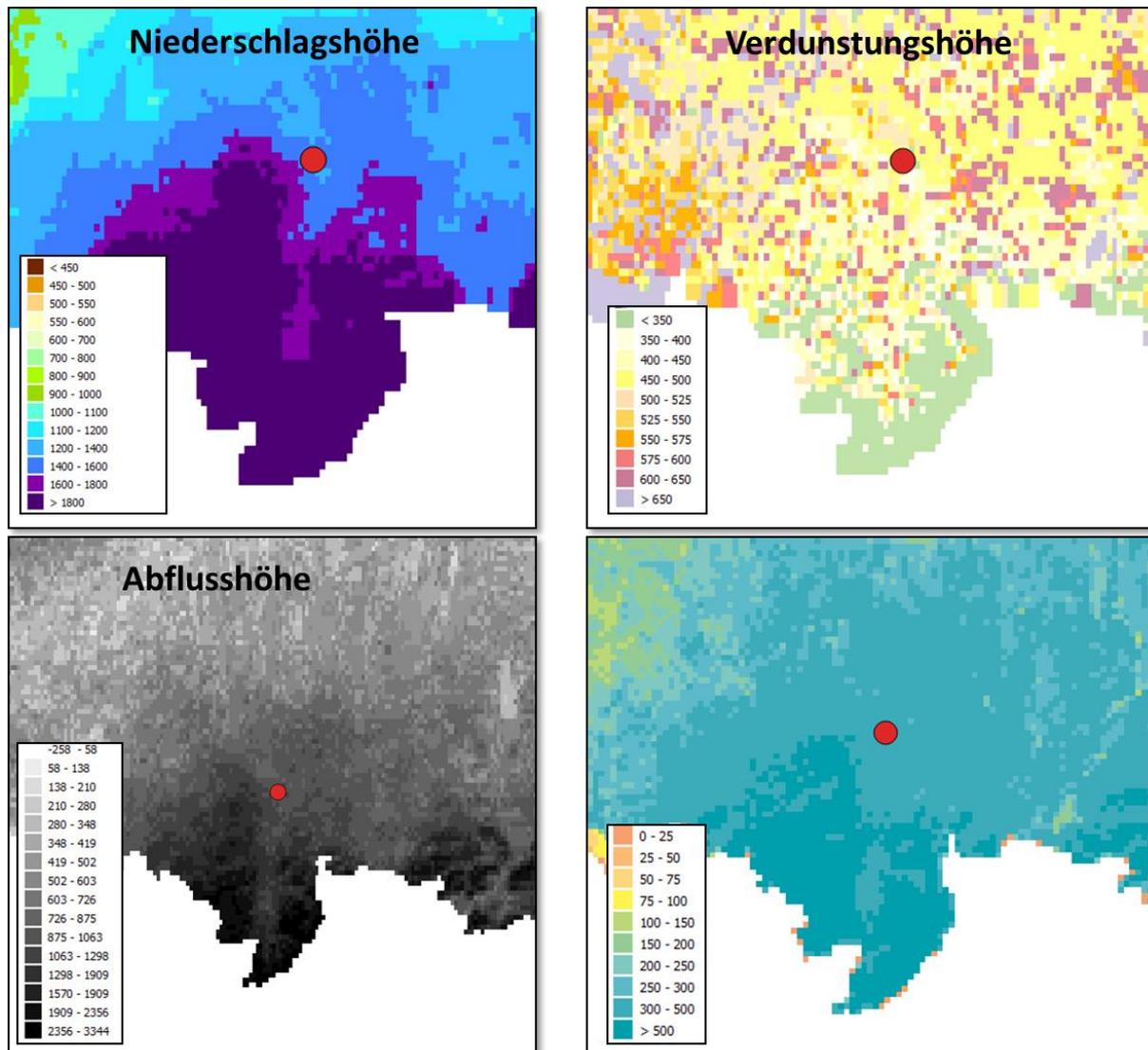


Abbildung 5: Jahreswasserbilanz nach HAD (2003)

3.4.2 Spitzenabflüsse im derzeitigen, un bebauten Zustand

Neben der langjährigen mittleren Wasserbilanz sind auch die Spitzenabflüsse im derzeitigen, un bebauten Zustand für die Planung von Bedeutung.

Der zu erwartenden Spitzenabflüsse in Abhängigkeit von der Jährlichkeit können in Anlehnung an DWA-A 102, Teil B mit Hilfe der Formel von KIRPICH und der SCS-Methode bestimmt werden. Das Ergebnis der Berechnung zeigt Abbildung 6.

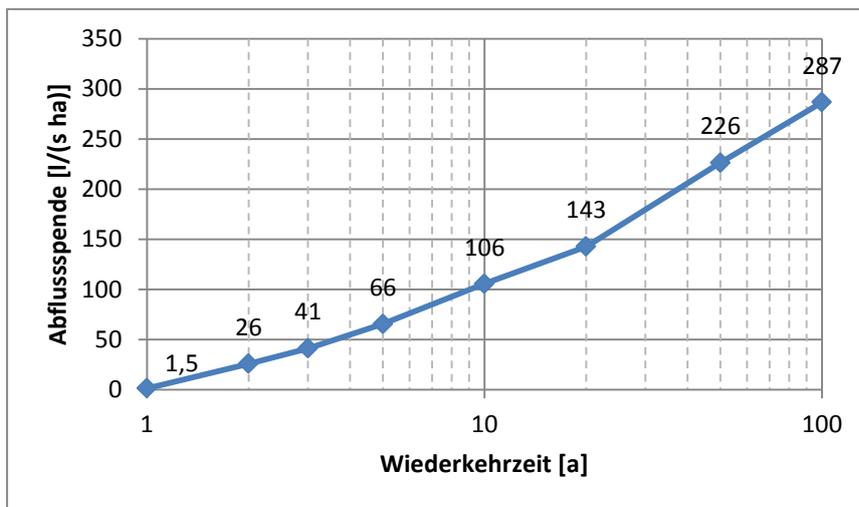


Abbildung 6: Spitzenabflüsse in Abhängigkeit von der Jährlichkeit im unbebauten Zustand

3.5 Gewässer/Vorflut

3.5.1 Übergeordnete Entwässerungssituation

Das Plangebiet liegt im natürlichen Einzugsgebiet des Bleicher Baches. Der Bleicher Bach wird gespeist aus einem südlichen Zulauf, der die Schwabensberger Weiher durchfließt, und einem nördlichen Zulauf, der durch die Orte Heiligkreuz und Neuhausen fließt. Nach dem Zusammenfluss fließt der Bleicher Bach durch den Ort Oberwang und wird über ein Regenrückhaltebecken in die Iller eingeleitet. Das Einzugsgebiet ist insgesamt ca. 4,2 km² groß.

Über den Bleicher Bach werden mehrere Siedlungsgebiete entwässert, darunter das Gewerbegebiet Stiftsbleiche. Im Zuge des Neubaus des Kreisverkehrs Memminger Straße/Thomas Dachser Str. wurde in der Tobias-Dannheimer-Str. ein Regenwasserkanal (DN 1400) verlegt, der für die Aufnahme von Abflüssen aus dem Baugebiet Halde-Nord vorgesehen ist. Die genaue hydraulische Kapazität ist allerdings nicht bekannt.

Für die Einleitung in die Iller liegt eine wasserrechtliche Erlaubnis vor [4]. Über das ca. 2.900 m³ große Rückhaltebecken dürfen max. 1 m³/s eingeleitet werden. Die wasserrechtliche Erlaubnis endet am 31.12.2024.

Bei der Berechnung des Rückhaltebeckens wurde das Baugebiet Halde-Nord mit einer Fläche von 18,8 ha berücksichtigt. Danach könnte das Baugebiet rein aus hydraulischer Sicht ungedrosselt in den Bleicher Bach bzw. den Anschlusskanal entwässert werden. Andererseits ist eine Erweiterung des Gewerbegebietes Stiftsbleiche geplant (s. Abschnitt 3.6.1 Flächennutzungsplan), die bei der Bemessung des Rückhaltebeckens bislang nicht berücksichtigt wurde. Außerdem ist ggf. eine Umverlegung des Baches vorgesehen, die ebenfalls eine Neuberechnung des Gesamtsystems erforderlich machen würde. Welcher Maximalabfluss letztendlich aus dem Baugebiet Halde-Nord in den Kanal in der Tobias-Dannheimer-Str. eingeleitet werden kann bzw. darf, ist derzeit nicht abschließend geklärt. In Abstimmung mit dem Wasserwirtschaftsamt Kempten wurde vereinbart, die Abflüsse aus dem Baugebiet soweit vertretbar auf den natürlichen Gebietsabfluss zu begrenzen [5].

3.5.2 Weiher im Plangebiet

Am Neuhäuser Weg befindet sich im Planungsgebiet ein ca. 100 m² großer Weiher. Der Weiher wird durch einen kleinen Zulaufgraben gespeist (Abbildung 7 und Abbildung 8).

Zu dem Weiher gibt es Hinweise vom Wasserwirtschaftsamt [6]. Der Weiher soll erhalten bleiben und auch nach der Umsetzung des Bauvorhabens ist ein geeigneter Zulauf von Wasser über den Zulaufgraben zu gewährleisten.

Der Zulaufgraben zum Weiher hat nach Einschätzung des Wasserwirtschaftsamtes ein deutlich erkennbares Gewässerbett. Am oberen Beginn speist Wasser „quellenartig“ den Graben [6], wobei das Wasser vermutlich aus dem oberhalb liegenden Entwässerungsgraben mit anschließender Verrohrung stammt (s. auch Ausführungen zur bodenkundlichen Situation, Abschnitt 3.3.1). Der Zulaufgraben inkl. seiner Speisung soll auch nach Umsetzung des Projektes als Gewässer erhalten bleiben.

Der oberhalbliegende Entwässerungsgraben wird vom Wasserwirtschaftsamt als „Gewässer untergeordneter Bedeutung“ eingestuft. Damit sind gemäß Artikel 1 des Bayerischen Wassergesetzes (BayWG) das Wasserhaushaltsgesetz und das BayWG nicht anzuwenden. Anders als beim Weiher und Zulaufgraben bedürfte ein Gewässerausbau¹ dieses Entwässerungsgrabens somit keiner Planfeststellung.



Abbildung 7: Weiher mit zuführendem Wasserlauf

¹ Gewässerausbau ist die Herstellung, die Beseitigung und die wesentliche Umgestaltung eines Gewässers oder seiner Ufer.



Abbildung 8: Weiher im Plangebiet

3.6 Städtebauliche Planungen

3.6.1 Flächennutzungsplan

Der Flächennutzungsplan mit integriertem Landschaftsplan (FNP/LP) sieht für das Plangebiet eine Wohnbebauung vor. Im FNP ist auch die geplante Erweiterung der Gewerbeflächen nördlich der Stiftsbreite zu erkennen (Abbildung 9).

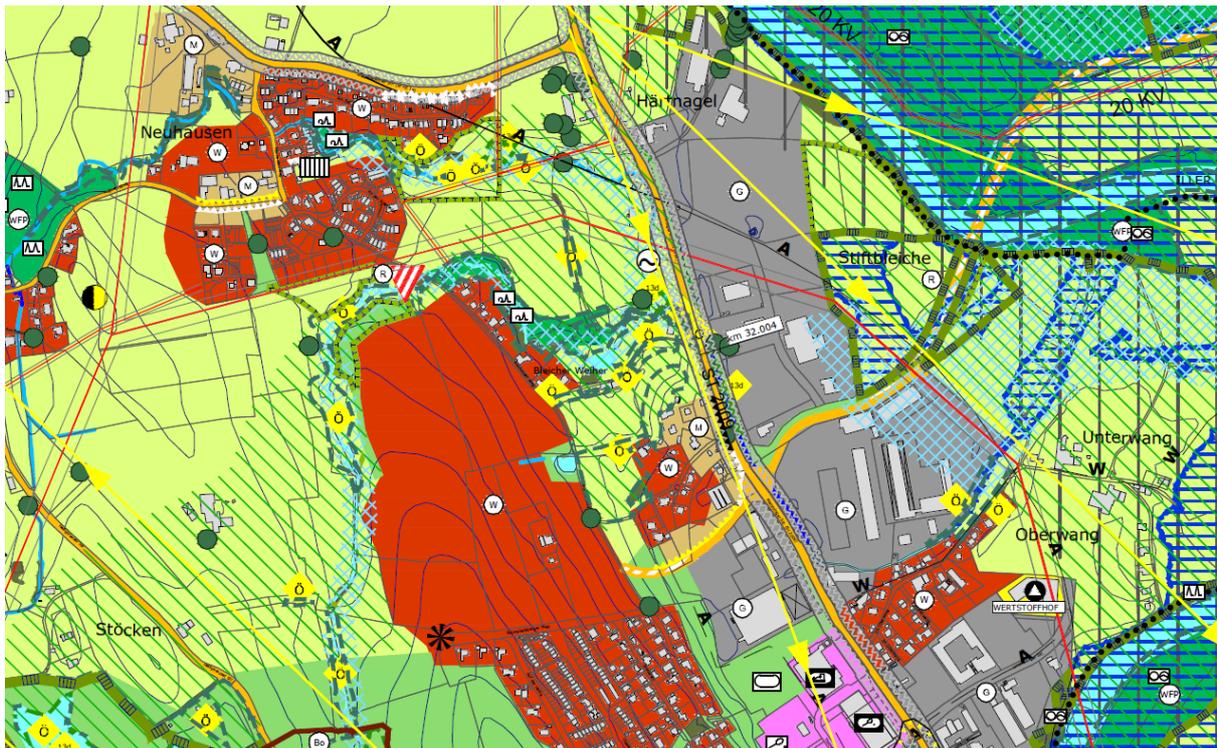


Abbildung 9: Ausschnitt aus dem Flächennutzungsplan

3.6.2 Städtebauliches Konzept

Im Zuge eines Städtebaulichen Realisierungswettbewerbes wurden 2014 Konzepte für die Bebauung des Plangebietes entwickelt. Darauf aufbauend hat das Kemptener Architekturbüro f64 im Auftrag der Stadt Kempten 2017 einen städtebaulichen Rahmenplan für das Neubaugebiet Halde Nord erarbeitet. Der Rahmenplan dient als Grundlage für das Bebauungsplanverfahren.

Gemäß Rahmenplan sollen im Plangebiet ca. 300 Wohneinheiten in Form von Geschosswohnungsbau, Reihenhäusern und Einfamilienhäusern entstehen. Abbildung 10 zeigt das städtebauliche Konzept für das Baugebiet Halde Nord.

Bereits im städtebaulichen Konzept finden sich Überlegungen zum Regenwassermanagement (Abbildung 11).



Abbildung 10: Städtebaulicher Rahmenplan Halde Nord (Quelle: f64 Architekten)

Entwässerungskonzept und Regenwassermanagement

Da eine Niederschlagswasserversickerung im Plangebiet nicht möglich ist, wird ein System mit verzögerter Ableitung, Zwischenspeicherung (Retention) und Einleitung in die Vorflut vorgeschlagen. Überschusswasser wird dem Regenwasserkanal-Anschluss in der Tobias-Dannheimer-Straße zugeführt. Die Regenwasser-hauptsammler im Plangebiet befinden sich im Neuhauser Weg und im neuen Geh- und Radweg auf der Südseite der Gemeindeverbindungsstraße.

Für den 1. und 2. Entwicklungsabschnitt werden entlang der Südseite der Gemeindeverbindungsstraße, parallel zum Geh- und Radweg, naturnah gestaltete Retentionsmulden mit Anschluss an das offene Mulden-Rigolen-System am Fußpunkt des Walls angelegt. Das Mulden-Rigolen-System mündet in das Regenüberlaufbecken unterhalb des Schwablsberger Weges. Der am Neuhauser Weg gelegene Teich wird erweitert und mit der benachbarten Streuobstwiese zum einem gemeinsamen Biotop verbunden. Die Quelle wird gefasst und der Zulauf zum Teich erhält eine neue Führung. Im Norden des Plangebietes unmittelbar vor dem Bleicher Bach liegen weitere Retentionsteiche die das Niederschlagswasser vor Einleitung in den Bach filtern und zurückhalten. Parallel zum Höhenweg wird im öffentlichen Grünstreifen eine Rohr-Rigole für die Ableitung des Niederschlagswassers der am Rande liegenden Einfamilienhäuser mit Anschluss an den Bleicher Bach angelegt.

Das auf öffentlichen Straßenverkehrsflächen anfallende Niederschlagswasser wird unter der Fahrbahn in einem speziellen Tragschichtspeicher-System zwischengespeichert und verzögert an den Regenwasserkanal abgegeben.

Abbildung 11: Auszug aus dem städtebaulichen Konzept (Quelle: f64 Architekten)

3.6.3 Bebauungsplan (Vorentwurf)

Der Bearbeitung des Regenwasserkonzeptes liegt ein Vorentwurf eines Bebauungsplans zugrunde ([7], s. Abbildung 12). Der Vorentwurf sieht eine Wohnbebauung mit einer GRZ von 0,4 vor.



Abbildung 12: Bebauungsplan (Vorentwurf) [7]

3.6.4 Straßennetz und Straßenregelquerschnitte

Das städtebauliche Konzept und der Bebauungsplanvorentwurf sieht das in Abbildung 13 dargestellte Straßennetz vor. Die Bezeichnungen aus diesem Orientierungsplan (Straße 1-11) werden im Folgenden weiter verwendet.

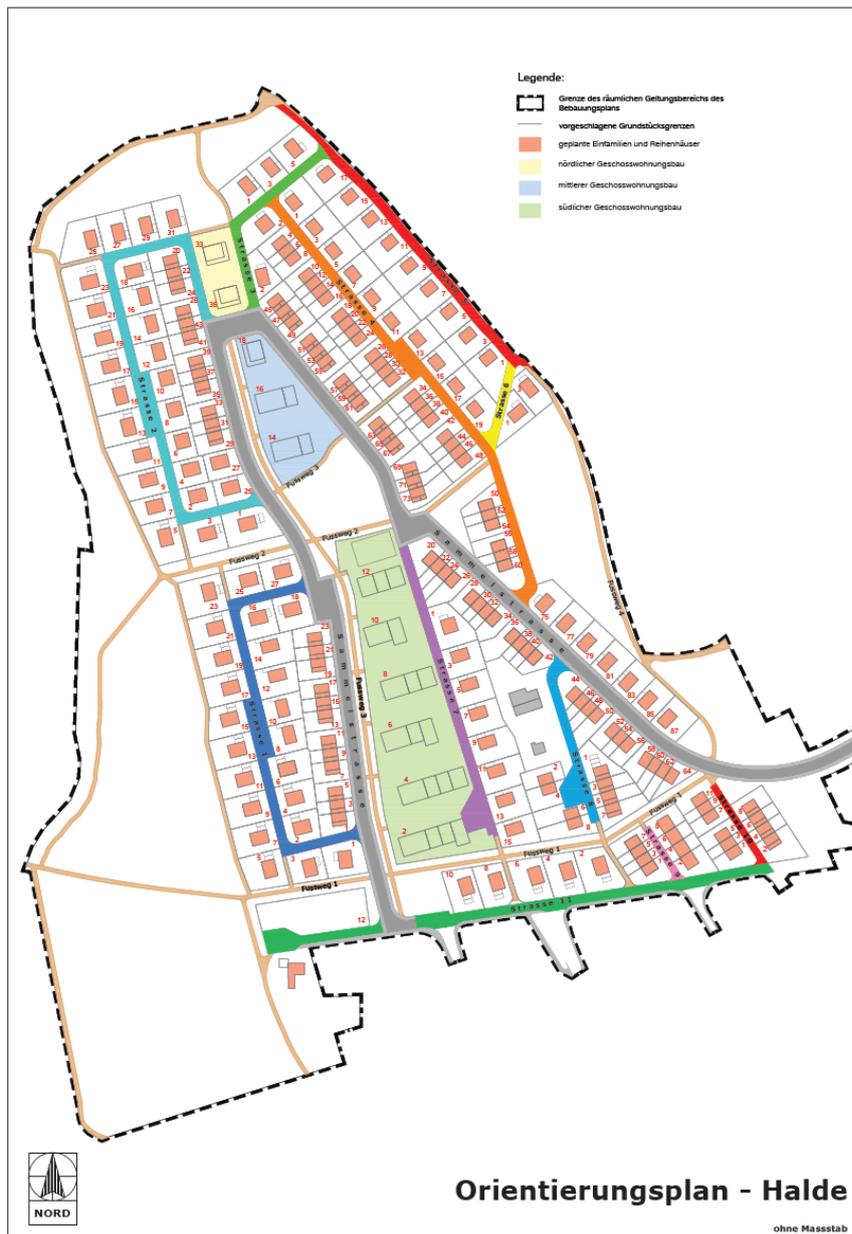


Abbildung 13: Orientierungsplan mit Straßennetz

Detaillierte Planungen zu den Straßenregelquerschnitten liegen bislang nicht vor. Von der Klinger Ingenieur GmbH wurden Skizzen (Abbildung 15) zu möglichen Straßenregelquerschnitten bereitgestellt [9]. Danach ist für die Sammelstraße eine Straßenraumbreite von 11,00 m, für die Wohnwege eine Raumbreite von 6,10 m vorgesehen. Weitere Vorstellungen finden sich in einer Computersimulation des Neubaugebietes „Halde“ [10].



Abbildung 14: Ausschnitt aus der Computersimulation (Quelle: www.kempten.de)

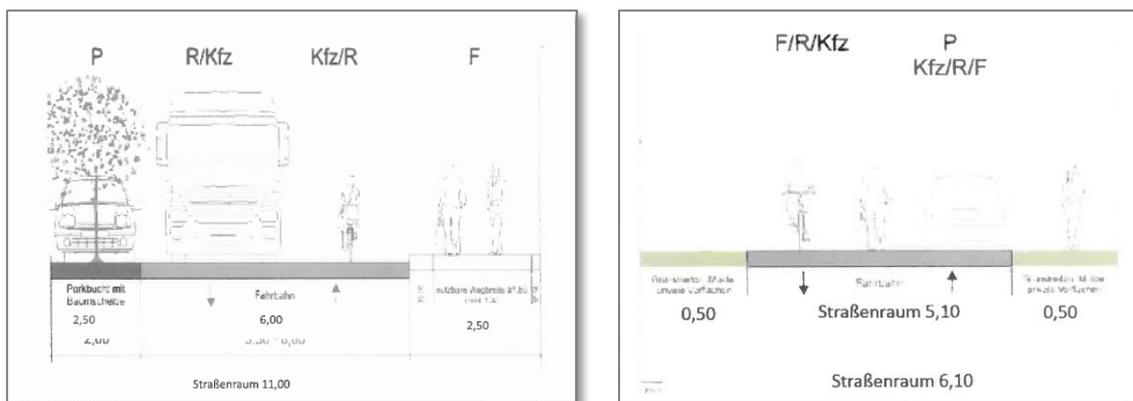


Abbildung 15: Skizzen zu Straßenregelquerschnitten

3.6.5 Versiegelung

Für die Regenwasserkonzeption sind die zukünftige Flächennutzung und insbesondere die Versiegelung von Bedeutung. Die Baufelder weisen gemäß Vorentwurf B-Plan eine Wohnbebauung eine GRZ von 0,4 auf. Nach Baunutzungsverordnung (BauNVO²) darf dieser Wert durch die Bebauung mit Garagen, Stellplätzen inkl. Zufahrten, Nebenanlagen sowie Tiefgaragen um bis zu 50% überschritten werden. Für die Dimensionierung der Regenentwässerungssysteme wird dementsprechend für die Baufelder von einer Versiegelung von 60% ausgegangen. Für die Verkehrsflächen wird unter Berücksichtigung des Straßenbegleitgrüns von einer Versiegelung von 90% ausgegangen.

Bei einer Gesamtfläche der Baufelder von ca. 11,1 ha und einer Verkehrsfläche von insgesamt ca. 3 ha resultiert eine versiegelte Fläche von ca. 9.3 ha. Bezogen auf die Gesamtfläche von 18.6 ha liegt der max. Versiegelungsgrad damit bei ca. 50%.

² Baunutzungsverordnung, Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke, vom 21. November 2017

4 Grundlagen zum Regenwassermanagement

4.1 Konventionelle Regenwasserentwässerung

Bis vor einigen Jahren erfolgte die Entwässerung von versiegelten Flächen fast ausschließlich über Kanalisationen entweder im Misch- oder Trennverfahren. Das Ziel, den Bürgern einen weitreichenden „Entwässerungskomfort“ zu bieten, wird mit diesem System auch zweifelsfrei erfüllt. In den letzten Jahren treten allerdings auch die Nachteile der Ableitungspraxis in den Vordergrund. Dabei werden insbesondere zwei Aspekte diskutiert, die stoffliche und die hydraulische Belastung von Fließgewässern.

Ein weiterer Nachteil der bisherigen Ableitungspraxis wird dagegen in der Fachwelt bislang kaum beachtet: die Auswirkung auf den Wasserhaushalt. Versiegelung und Ableitung bewirken nicht nur höhere Abflussspitzen und größere Abflussvolumen sondern gleichzeitig auch eine Reduzierung von Grundwasserneubildung und Verdunstung (Abbildung 16).

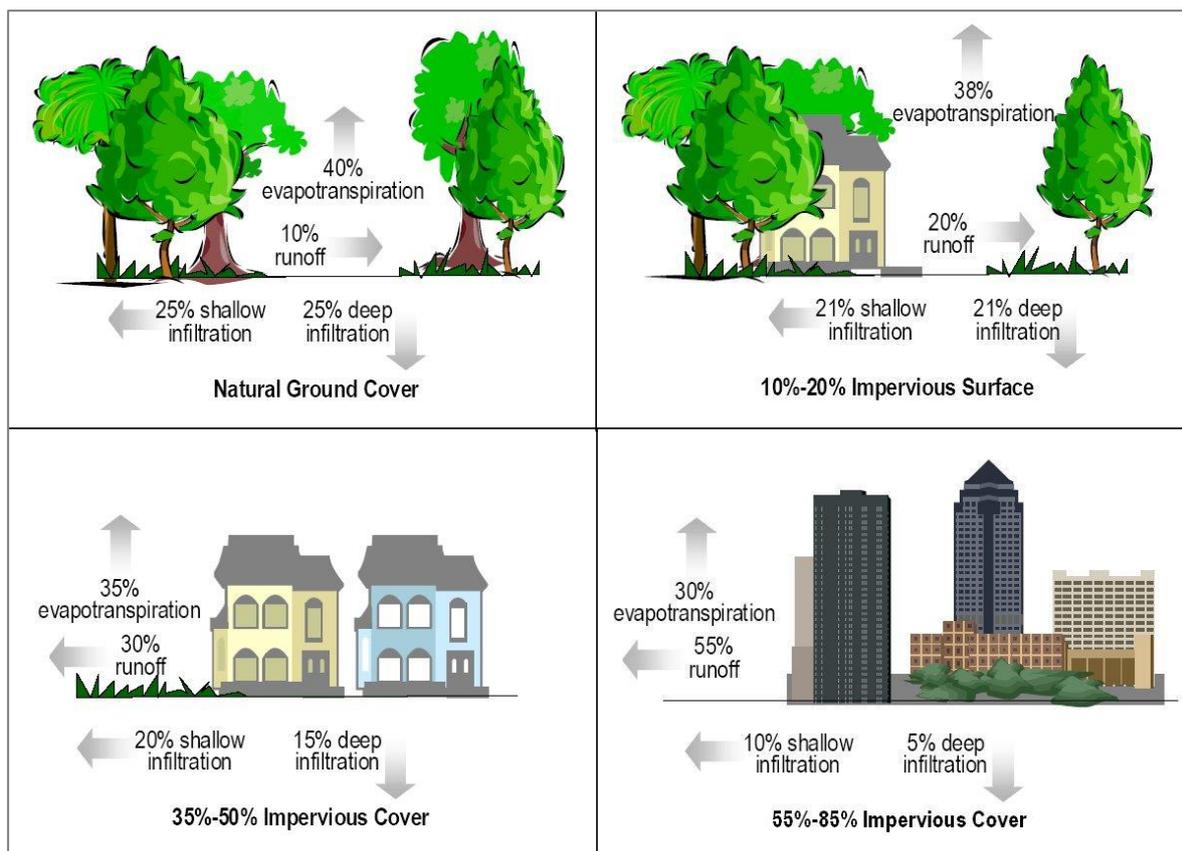


Abbildung 16: Veränderung des Wasserhaushaltes durch Urbanisierung (US-EPA 2005)

Die zunehmende Urbanisierung in Verbindung mit einer konventionellen Regenentwässerung verschärft damit nicht nur die Hochwasserproblematik sondern führt gleichzeitig auch zu einer Absenkung der Grundwasserspiegel und zu Verringerung der Niedrigwasserabflüsse. Hinzu kommt ein negativer Beitrag zur Aufheizung der Innenstädte („Urban Heat Effect“) durch Rückgang der Verdunstung.

Traditionell wird versucht, mit so genannten End-Of-Pipe-Maßnahmen den negativen Auswirkungen von Versiegelung und Ableitung zu begegnen. Durch Rückhaltebecken und zentrale Behandlungsmaßnahmen können niederschlagsbedingte Emissionen und auch die Abflussspitzen reduziert werden, wodurch allerdings erhebliche Kosten entstehen.

Der Eingriff in den Wasserhaushalt kann mit diesen konventionellen Methoden dagegen prinzipiell nicht behoben werden. Sind die Niederschlagsabflüsse erst einmal abgeleitet ist eine nachträgliche Kompensation hinsichtlich Grundwasserneubildung und Verdunstung praktisch nicht möglich.

4.2 Dezentrale Regenwasserbewirtschaftung

Eine grundsätzlich andere Strategie kann unter dem Begriff naturnahe oder **dezentrale Regenwasserbewirtschaftung** zusammengefasst werden. Bei dieser Methode wird zumindest ein Teil der Niederschlagsabflüsse direkt vor Ort dem Wasserkreislauf wieder zugeführt. Damit kann im Gegensatz zu den End-Of-Pipe-Maßnahmen neben Rückhaltung und Behandlung auch eine weitgehende Annäherung an den natürlichen Wasserhaushalt erreicht werden.

Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung (s. Abbildung 17), insbesondere Versickerungsanlagen und Mulden-Rigolen-Systeme, aber auch Regenwassernutzungssysteme und Dachbegrünungen haben sich in den letzten Jahren in der bundesdeutschen Siedlungswasserwirtschaft etabliert.

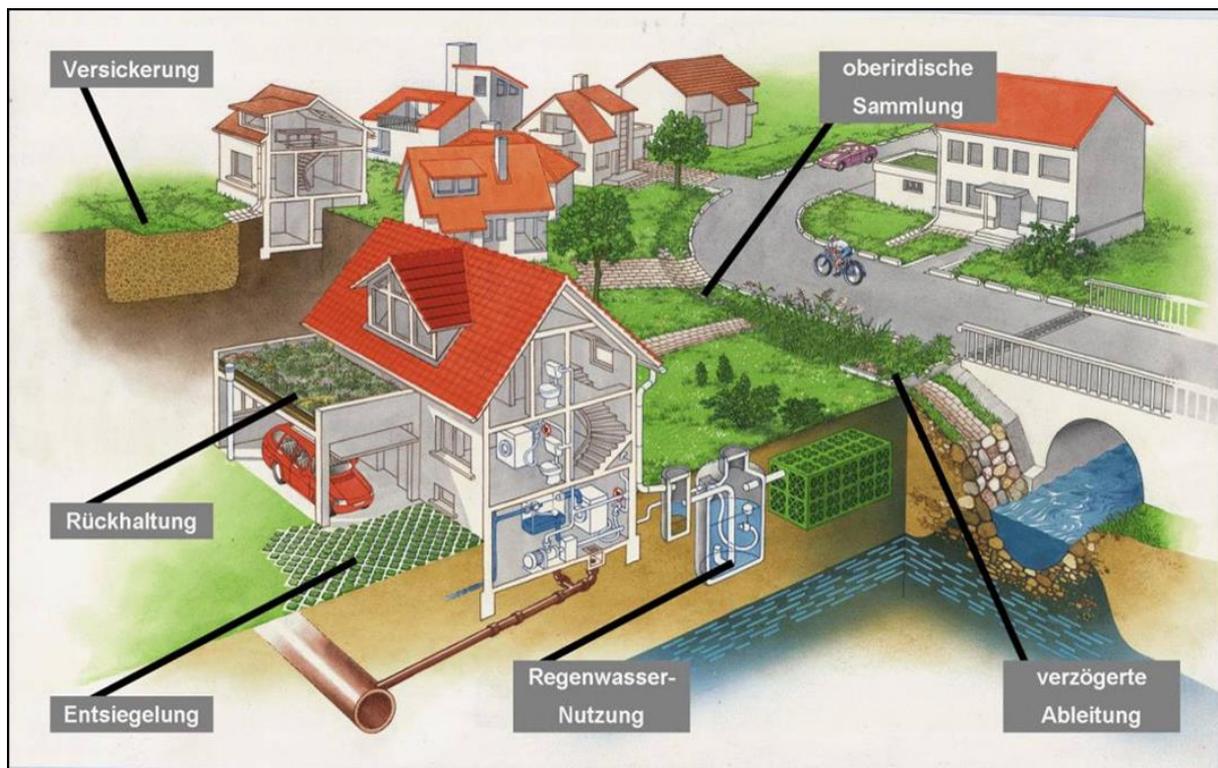


Abbildung 17: Bausteine der Regenwasserbewirtschaftung (Quelle: LfU Bayern 2009)

Die Erfahrungen aus zahlreichen Modellprojekten haben zu einem erheblichen Wissenszuwachs hinsichtlich Bau und Betrieb sowie der wasserwirtschaftlichen Wirkungen geführt (Sieker, Kaiser et al. 2006). Für viele Maßnahmen existieren bereits allgemein anerkannte Regeln der Technik (DWA-A

138 2005). Auch die positive Wirkung dieser Maßnahmen auf Wasserhaushalt und Stoffeinträge in Gewässer ist allgemein akzeptiert; die ökonomischen Vorteile sind vielfach untersucht und belegt.

1996 wurde mit dem Einführung des §51a in das Landeswassergesetz Nordrhein-Westfalen die Regenwasserversickerung für neu versiegelte Flächen auch rechtlich verankert. Andere Bundesländer (z.B. Baden-Württemberg, Bayern, Berlin) haben in den darauf folgenden Jahren nachgezogen. Die Regenwasserversickerung wurde dabei nicht nur für gleichwertig, sondern für Neubaugebiete zur Vorzugslösung erklärt.

Dieser Trend ist im Übrigen nicht auf Deutschland begrenzt. Auch in anderen Ländern (z.B. USA, Niederlande, Großbritannien) werden unter den Stichworten „Stormwater Management“, „BMP³“, „SUD“ , „LID“ oder „WSUD“ zunehmend alternative Strategien im Umgang mit dem Regenwasser verfolgt. Ein internationales Beispiel für ein BMP zeigt Abbildung 18.



Abbildung 18: „Rain-Garden“ in Michigan, USA

Für Neubauplanungen wird die naturnahe Regenwasserbewirtschaftung zukünftig das Standardverfahren sein. Aber auch die Umsetzung im Siedlungsbestand wird zunehmend diskutiert. Dass eine Umsetzung im Siedlungsbestand in gewissem Umfang möglich ist, zeigen zahlreiche Modellprojekte z.B. im Emschereinzugsgebiet (Emschergenossenschaft 2003) oder im Berliner Raum.

³ BMP: Best Management Practices (USA), SUD: Sustainable Urban Drainage (UK), LID: Low Impact Drainage (AUS), WSUD: Water Sensitive Urban Design (AUS)

Neben den klassischen Regenwasserbewirtschaftungsverfahren (Versickerung, Dachbegrünung, Regenwassernutzung) werden ständig neue verfeinerte Verfahren entwickelt. Ein Beispiel dafür ist das System Innodrain® (Abbildung 20), das eine Weiterentwicklung des Mulden-Rigolen-Systems (Abbildung 19) darstellt.

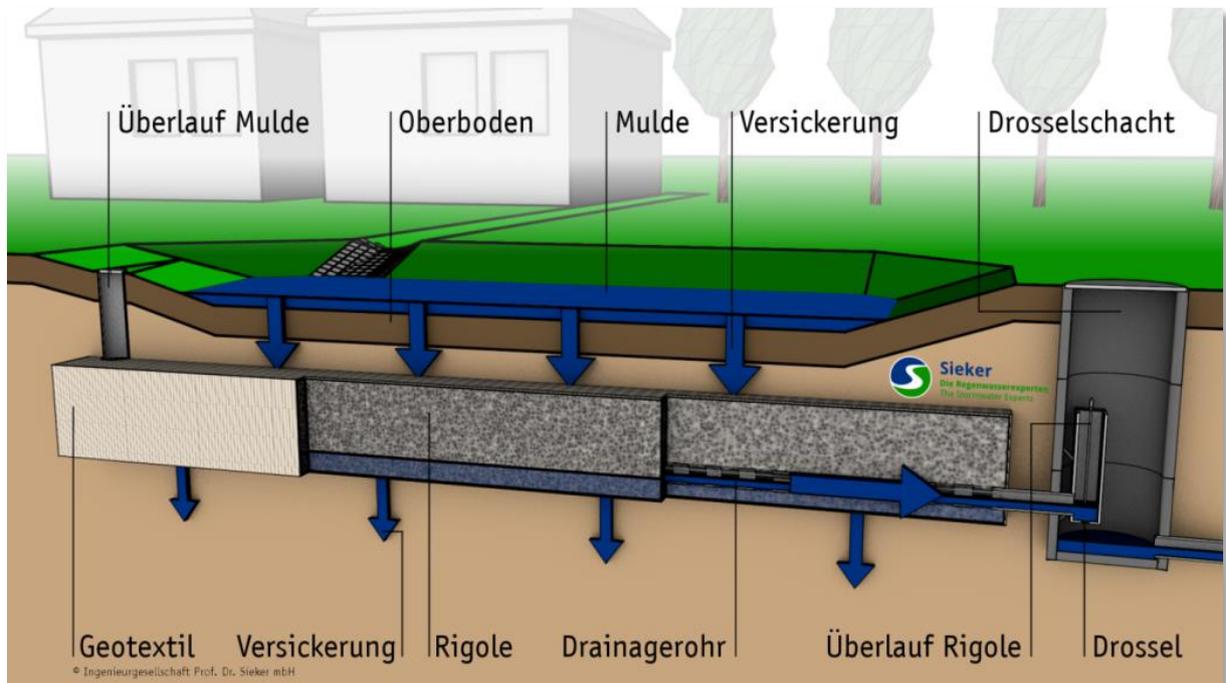


Abbildung 19: Prinzipskizze Mulden-Rigolen-System



Abbildung 20: Innodrain®-Element in Hoppegarten bei Berlin

5 Anforderungen an die Regenwasserbewirtschaftung

Die Anforderungen an den Umgang mit Regenwasserabflüssen aus Siedlungsgebieten sind heute vielfältig. Während früher allein die Entwässerungssicherheit betrachtet werden musste, sind heute zumindest die stofflichen und hydraulischen Belastungen hinsichtlich eventueller Gewässerbelastungen zu berücksichtigen. Hinzu kommen seit einigen Jahren Anforderungen des Überflutungsschutzes bei Starkregen und neuerdings auch die Betrachtung von Auswirkungen auf den Wasserhaushalt.

5.1.1 Entwässerungssicherheit

Die erforderliche Entwässerungssicherheit ist in den Technischen Regeln für die Planung von Entwässerungssystemen geregelt.

Für die Bemessung von Kanalnetzen gibt DIN EN 752-2 Häufigkeiten von Bemessungsregen an (Tabelle 3). Dabei dürfen die ermittelten Maximalabflüsse das jeweilige Abflussvermögen bei Vollfüllung nicht überschreiten. Im Baugebiet Halde-Nord bedeutet dies, dass für die Kanalnetzdimensionierung eine Bemessungshäufigkeit von 1 in 2 Jahren anzusetzen ist.

Tabelle 3: Empfohlene Häufigkeiten für den Entwurf von Kanalnetzen nach DIN EN 752

| Häufigkeit der Bemessungsregen ¹⁾ (1-mal in „n“ Jahren) | Ort | Überflutungshäufigkeit (1-mal in „n“ Jahren) |
|---|--|---|
| 1 in 1 | Ländliche Gebiete | 1 in 10 |
| 1 in 2 | Wohngebiete | 1 in 20 |
| 1 in 2 1 in 5 | Stadtzentren, Industrie- und Gewerbegebiete: – mit Überflutungsprüfung, – ohne Überflutungsprüfung | 1 in 30 – |
| 1 in 10 | Unterirdische Verkehrsanlagen, Unterführungen | 1 in 50 |

¹⁾ Für Bemessungsregen dürfen keine Überlastungen auftreten.

Für dezentrale Versickerungsanlagen und vernetzte Bewirtschaftungsanlagen wie Mulden-Rigolen-Systeme (s. Abbildung 19) empfiehlt DWA-A 138 eine Bemessungshäufigkeit von 1 in 5 Jahren auch für Wohngebiete.

5.1.2 Gewässerschutz

Eine Wasserrechtliche Erlaubnis besteht für die Einleitung in die Iller. Gemäß den Auflagen „darf nur unverschmutztes Niederschlagswasser eingeleitet werden“ [4].

Die Bewertung der Zulässigkeit von Regenwassereinleitung bzw. erforderlicher Behandlungsanlagen erfolgt in Bayern bislang auf Grundlage des DWA Merkblatts M153. Nach M153 sind die Grundstücksflächen mit 8 Punkten („Dachflächen und Terrassenflächen in Wohn- und vergleichbaren Gewerbegebieten“), die Wohnstraßen mit 12 Punkten („wenig befahrene Verkehrsflächen mit bis zu 300 Kfz/24h“) und die Sammelstraßen mit 19 Punkten („Straßen mit 300 bis 5000 Kfz/24h, z. B. Anlieger-, Erschließungs-, Kreisstraßen“) zu bewerten.

Unter Berücksichtigung einer geringen Luftverschmutzung (L1=1 Punkt) resultiert eine Abflussbelastung B=11 Punkten. Die Iller wird nach M153 als „großer Fluss“ mit 27 Gewässerpunkten eingestuft. Eine Behandlung ist somit nach M153 nicht erforderlich.

Nach dem Entwurf der neuen technischen Regel A102 (die das M153 ablösen soll) wären dagegen zumindest die Abflüsse der Sammelstraße („Hof- und Verkehrsflächen außerhalb von Misch-, Gewerbe- und Industriegebieten mit mäßigem Kfz-Verkehr, DTV < 2.000“ => mäßige Belastung) behandlungsbedürftig. Sofern diese nicht separat behandelt werden können (z.B. durch entsprechende Straßenabläufe), wäre nach A102 auch der Gesamtabfluss zu behandeln.

5.1.3 Überflutungsschutz und Starkregenrisikovorsorge

Bis vor wenigen Jahren blieben Starkregen bei der Planung von Entwässerungssystemen weitgehend unberücksichtigt. Die Anlagen wurden auf die durch die Normen vorgegebenen Bemessungsregen ausgelegt. Niederschläge, die in ihrer Intensität über die Bemessungsregen hinausgehen, wurden als „höhere Gewalt“ eingestuft.

Dieser Ansatz wurde in den letzten Jahren – nicht zuletzt vor dem Eindruck der Schadensereignisse z.B. in Simbach (2016) oder Münster (2014) – zunehmend in Frage gestellt. Neue Leitfäden der Fachverbände (DWA-A M119, 2016), LUBW (2016) und andere Veröffentlichungen z.B. in BBSR (2016)⁴ definieren eine Dreiteilung der Aufgabe in 1. Bemessung, 2. Überflutungsschutz und 3. Starkregenrisikomanagement (Abbildung 21).



Abbildung 21: Aufgaben zu Überflutungsschutz und Starkregenrisikovorsorge, LUBW (2016)

⁴ Fallstudiengestützte Expertise "Klimaanpassungsstrategien zur Überflutungsvorsorge verschiedener Siedlungstypen", Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR, 2016)

Nach diesem neuen Verständnis sind Regenwasseranlagen – wie bisher – auf die üblichen Jährlichkeiten (meist 1-5 Jahre) zu bemessen.

Für seltene Starkregen (T=10-30 Jahre) ist nachzuweisen, dass die Abflüsse schadlos auf den Grundstücken zurückgehalten werden können (DIN 1986-100) bzw. schadlos aus den Siedlungsgebieten herausgeführt werden können (DIN EN 752). Diese Aufgabe ist eigentlich schon länger in den Normen definiert, kam aber bislang in der Praxis selten zur Anwendung.

Für außergewöhnliche Starkregenereignisse (T>50-100 a) wird die neue Aufgabe des Starkregen-Risikomanagements definiert. Für diese Ereignisse ist eine Risiko-Betrachtung durchzuführen, d.h. Schäden sollten soweit wie möglich reduziert werden. Besonders „verletzliche“ Einrichtungen wie z.B. Schulen, Kindergärten, Krankenhäuser, Feuerwehr, Versorgungseinrichtungen, etc. sollten besonders ggf. durch Objektschutzmaßnahmen geschützt werden. Es wird jedoch nicht davon ausgegangen, dass derartige Ereignisse technisch beherrschbar sind und Schäden vollständig vermieden werden können. Auch wenn diese Betrachtung durch die Normen noch nicht verbindlich vorgeschrieben ist, so wird sie doch von den allermeisten Experten für sinnvoll erachtet.

Für das Baugebiet Halde-Nord wird auftragsgemäß eine Betrachtung von Überflutungsschutz und Starkregenrisikovorsorge vorgenommen (Kapitel 7).

5.1.4 Ausgeglichene Wasserbilanzen als Planungsziel

Traditionellerweise werden Entwässerungsmaßnahmen in erster Linie auf die Zielgröße Entwässerungssicherheit (Überstauhäufigkeit, Verkraften eines Bemessungsregens) hin bemessen. In den letzten Jahren sind die Zielgrößen „stoffliche Belastung des Gewässers“ und „hydraulischer Stress“ hinzugekommen.

Der Wasserhaushalt eines Gebietes hat dagegen in der Planungspraxis so gut wie keine Bedeutung, obwohl die bisherige Praxis der weitgehenden Ableitung von Niederschlagsabflüssen massive Auswirkungen auf die Wasserbilanz eines Einzugsgebietes hat.

Im Wasserhaushaltsgesetz (WHG 2010) spielt der Wasserhaushalt dagegen eine wichtige Rolle. In §5 „Allgemeine Sorgfaltspflichten“ Abs. 1 wird auf die Bedeutung verwiesen:

„Jede Person ist verpflichtet, bei Maßnahmen, mit denen Einwirkungen auf ein Gewässer verbunden sein können, die nach den Umständen erforderliche Sorgfalt anzuwenden, ..., 3. um die Leistungsfähigkeit des Wasserhaushalts zu erhalten...“.

Auch im Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG 1998) findet sich in §4 die Forderung, dass *„Jeder, der auf den Boden einwirkt, hat sich so zu verhalten, dass schädliche Bodenveränderungen nicht hervorgerufen werden“*. Der Begriff Boden beinhaltet dabei nach §2 BBodSchG auch den Bodenwasserhaushalt.

Eine Aufrechterhaltung des natürlichen Wasserhaushaltes wird also vom Gesetzgeber als erstrebenswert angesehen. Maßgebende Zielgrößen für die Planung von Entwässerungsanlagen in untergesetzlichen Regelungen (Verordnungen, technische Regeln) sollten sich an diesem vorgegebenen Leitbild orientieren. Vor diesem Hintergrund wurde vorgeschlagen, die langjährige,

mittlere Wasserbilanz als Zielgröße für Planungen einzuführen (Sieker et. al., 2004). Eine konkrete Formulierung könnte z.B. wie folgt lauten:

„Der Wasserhaushalt des Einzugsgebietes soll durch die siedlungswasserwirtschaftlichen Maßnahmen, für die eine Erlaubnis beantragt wird, möglichst wenig gegenüber dem natürlichen Wasserhaushalt verändert werden. Eine tolerierbare Veränderung des Wasserhaushaltes ist dann als gegeben anzunehmen, wenn die Einzelkomponenten Abfluss und Versickerung der langjährigen mittleren Wasserbilanz des Einzugsgebietes um nicht mehr als 10 Prozentpunkte vom natürlichen Zustand abweichen. Der Anteil der Verdunstung darf dementsprechend um nicht mehr als 20 Prozentpunkte vom natürlichen Zustand abweichen.“

Abbildung 22 verdeutlicht diesen Vorschlag grafisch.

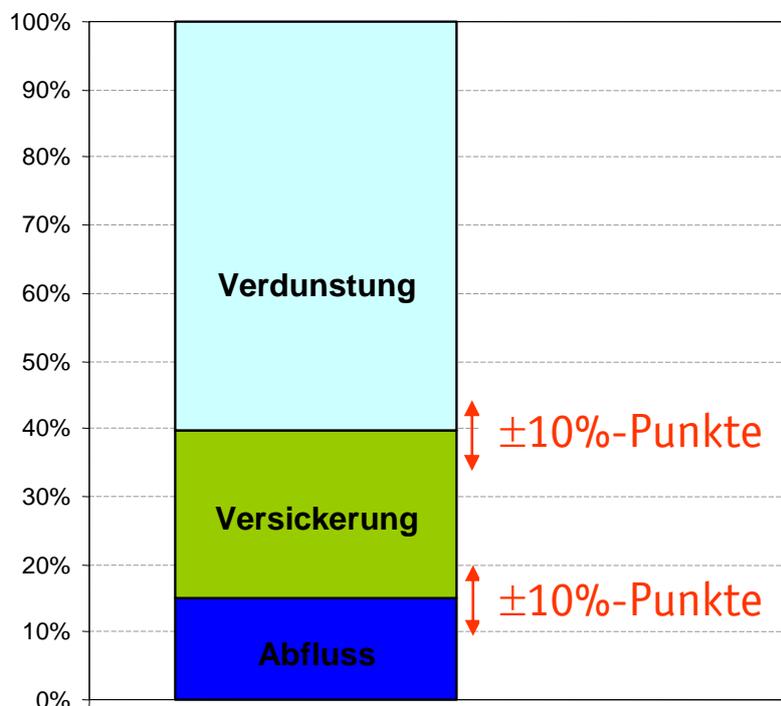
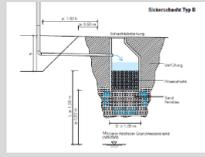
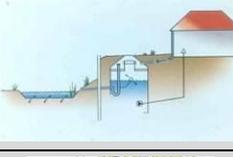
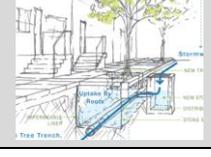


Abbildung 22: Anforderung für das Kriterium „Wasserbilanz“

Die Wasserbilanz als Kriterium einzuführen, hat deutliche Vorteile gegenüber dem Versickerungsgebot, wie es z.B. in Nordrhein-Westfalen oder auch in Baden-Württemberg besteht. Diese Paragraphen schreiben bestimmte Techniken (nämlich Versickerungsanlagen) vor und lassen dabei örtlichen Bedingungen, insbesondere die Bodenverhältnisse, außer Acht. Das Wasserbilanzkriterium entspricht damit auch der generellen Strategie des Deutschen Umweltrechtes, Ziele anstelle von Techniken vorzugeben. Dies lässt flexible Lösungen zu und fördert die Innovation.

Dass ein Planungsziel „Ausgeglichene Wasserbilanz“ sinnvoller ist als die Vorgabe der Versickerung, zeigt sich im Projekt München-Freiham besonders deutlich. Eine konsequente Versickerung würde hier zu einem Anstieg der Grundwasserstände führen, wodurch Schäden an der umliegenden Bebauung nicht auszuschließen wären. Orientiert sich die Planung dagegen an der Wasserbilanz des Zustandes vor der Bebauung, so wird diesem Effekt entgegengewirkt. Welche prinzipielle Wirkung verschiedene Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen auf die Wasserbilanz haben zeigt Tabelle 4.

Tabelle 4: Qualitative Wirkung von Maßnahmen auf die Wasserbilanz

| Maßnahme | Verdunstung | Versickerung | Ableitung | Beispiel |
|-----------------------|-------------|--------------|-----------|---|
| Dachbegrünung | ++ | - | 0 |  |
| Versickerungsmulden | + | ++ | - |  |
| Versickerungsschächte | - | ++ | - |  |
| Sickerpflaster | 0 | 0 | 0 |  |
| Mulden-Rigolen | + | + | 0 |  |
| Teiche | ++ | - | - |  |
| RW-Kanalisation | - | - | ++ |  |
| RW-Nutzung | - | + | 0 |  |
| Baum-Rigolen | ++ | + | - |  |

6 Regenwasserkonzept für das geplante Baugebiet

6.1 Regenwasserbewirtschaftungskonzept

6.1.1 Grundprinzip

Für die Konzeption der Regenwasserbewirtschaftung wurden die in Abschnitt 5 genannten Anforderungen zugrunde gelegt:

- Entwässerungssicherheit
- Gewässerschutz durch Regenwasserbehandlung
- Überflutungsschutz und Starkregenrisikovorsorge
- Ausgeglichener Wasserhaushalt

Grundansatz einer dezentralen Regenwasserbewirtschaftung ist, dass Niederschlagsabflüsse vor Ort, d.h. auch auf den (privaten) Grundstücken bewirtschaftet werden, soweit die örtlichen Verhältnisse dies erlauben.

Aufgrund der Bodenverhältnisse ist eine vollständige Versickerung der Niederschlagsabflüsse technisch nicht möglich (gemäß DWA-A 138). Dennoch kann zumindest eine Teilversickerung erreicht werden, so wie es auch im natürlichen Zustand der Fall ist.

Um dennoch eine sichere Entwässerung zu gewährleisten, wird eine gedrosselte Ableitung sowohl für die Grundstücke als auch die Verkehrsflächen berücksichtigt. Das Konzept folgt damit dem Prinzip des Mulden-Rigolen-Systems (s. Abbildung 19 auf Seite 23).

Die Drosselung setzt entsprechende Maßnahmen zur Rückhaltung auf den Grundstücken und für die Verkehrsflächen voraus. Die Drosselspanne wird so gewählt, dass die Spitzenabflüsse des derzeitigen, unbebauten Zustands nicht wesentlich erhöht werden. Als Wert wird für die Konzeption eine Drosselspanne von $q_{dr}=10 \text{ l/(s ha)}$ gewählt.

6.1.2 Regenwasserbewirtschaftung auf den Privatgrundstücken

Für die Grundstücke werden keine technischen Vorgaben zur Regenwasserbewirtschaftung gemacht, sondern Beschränkungen der zulässigen maximalen Einleitung festgelegt. Wie diese Beschränkungen eingehalten werden, ist Aufgabe des Grundstückseigentümers bzw. seines Architekten/Planers.

Dieses Vorgehen ist ausdrücklich konform mit den Technischen Regeln. Die DIN 1986-100 sieht vor, dass der Kanalnetzbetreiber Einleitungsbeschränkungen für Grundstücke ausspricht (Abbildung 23).

Als weitere Grundlage für die Planung muss festgestellt werden, welcher Abfluss in die Kanalisation eingeleitet werden darf. Die Einleitungsbeschränkungen (Rückhaltung/gedrosselte Ableitung) des Kanalnetzbetreibers sind zu berücksichtigen.

Wenn eine Beschränkung des Volumenstroms für die Einleitung in ein Gewässer oder die Kanalisation festgelegt ist, muss eine Regenwasserrückhaltung auf dem Grundstück geplant werden.

Das Regenwasservolumen, welches sich aus der Differenz zwischen dem Abfluss aus der maßgebenden Berechnungsregenspende und dem zulässigen Abfluss in die Kanalisation oder in das Gewässer ergibt, muss auf dem Grundstück vorübergehend kontrolliert zurückgehalten werden.

Abbildung 23: Auszug aus DIN 1986-100, Abschnitt 5.3.1 Planungsanforderungen

Viele Städte in Deutschland praktizieren inzwischen, nur noch eine gedrosselte Zuleitung in die öffentliche Kanalisation zuzulassen. In Berlin ist beispielsweise seit Anfang 2018 in Gebieten der Trennkanalisation grundsätzlich nur eine Einleitung von $q_{dr}=2$ l/(s ha) erlaubt⁵.

Bei laufenden städtebaulichen Planungsverfahren, Anträgen auf Erlaubnis (direkte Einleitung ins Oberflächengewässer) und Genehmigungen (mittelbare Einleitung in die Kanalisation) werden folgende Einleitbegrenzungen vorgegeben:

Bei Bauvorhaben im Einzugsgebiet eines Gewässers 2. Ordnung gilt eine maximale Abflussspende von 2 l/(s*ha), im Einzugsgebiet eines Gewässers 1. Ordnung oder im Einzugsgebiet der Mischwasserkanalisation von 10 l/(s*ha) für die Fläche des kanalisiert bzw. durch das Entwässerungssystem erfassten Einzugsgebietes ($A_{E,K}$). Ergibt sich hieraus eine Einleitmenge von weniger als 1 l/s, wird aufgrund der technischen Machbarkeit die Drosselvorgabe auf 1 l/s begrenzt.

Abbildung 24: Auszug aus einem Hinweisblatt in Berlin⁵

Ob die Entwässerungssatzung der Stadt Kempten die Durchsetzung einer Einleitungsbeschränkung ermöglicht, sollte geprüft werden.

Für die Einhaltung der Einleitbeschränkungen haben die Grundstückseigentümer verschiedene Möglichkeiten, wie z.B. Dachbegrünungen, Rigolen, Stauraumkanäle, Regenwassernutzungsanlagen, wasserdurchlässige Pflasterbeläge, etc. (siehe auch Abbildung 17 auf Seite 21). Die Begrenzung erfolgt durch handelsübliche Drossleinrichtungen. Ggf. sollten den Grundstückseigentümern entsprechende Informationen bereitgestellt werden („Regenwasser-Broschüre“).

6.1.3 Regenwasserbewirtschaftung für die Verkehrsflächen

Die Anlage werden ebenfalls - wie die Grundstücksanlagen - auf eine Drosselspende von $q_{dr}=10$ l/(s ha) ausgelegt. Aufgrund der Gefälleverhältnisse und relativ engen Straßenräume wird von üblichen Mulden abgesehen. Stattdessen wird vorgeschlagen, sogenannte Tiefbeete als oberirdischen Retentionsraum zu verwenden.

Die Tiefbeete verfügen über einen oberirdischen Retentionsraum mit darunterliegender Rigole. Über einen Überlauf kann bei stärkeren Niederschlägen Wasser direkt in die Rigole eingeleitet werden.

Die einzelnen Tiefbeete werden jeweils an eine in der Straße verlegte Sammelleitung angeschlossen. In diese Sammelleitung können auch die Drosselabflüsse der Grundstücke eingeleitet werden.

Die nachfolgenden Skizzen zeigen eine mögliche Einordnung der Tiefbeete in den Straßenraum, differenziert nach Wohnweg und Sammelstraße mit/ohne parallel verlaufenden Radweg.

Die Anlagen wurden grob dimensioniert. Eine flächentreue Darstellung der notwendigen Flächen/Standorte zeigt Abbildung 33.

⁵Hinweisblatt zur Begrenzung von Regenwassereinleitungen bei Bauvorhaben in Berlin (BReWa-BE, 2017) <https://www.berlin.de/senuvk/umwelt/wasser/regenwasser/de/Hinweisblatt-BReWa-BE.pdf>

a) *Sammelstraße im Bereich mit parallel verlaufendem Radweg*

Im westlichen Bereich der Sammelstraße, die über einen parallel verlaufenden Radweg verfügt (Straßenquerschnitt C in Abbildung 33), wird vorgeschlagen, die Tiefbeete in den Parkstreifen zu integrieren (Abbildung 25 & Abbildung 26). Der Radweg kann in den Grünstreifen entwässert werden.

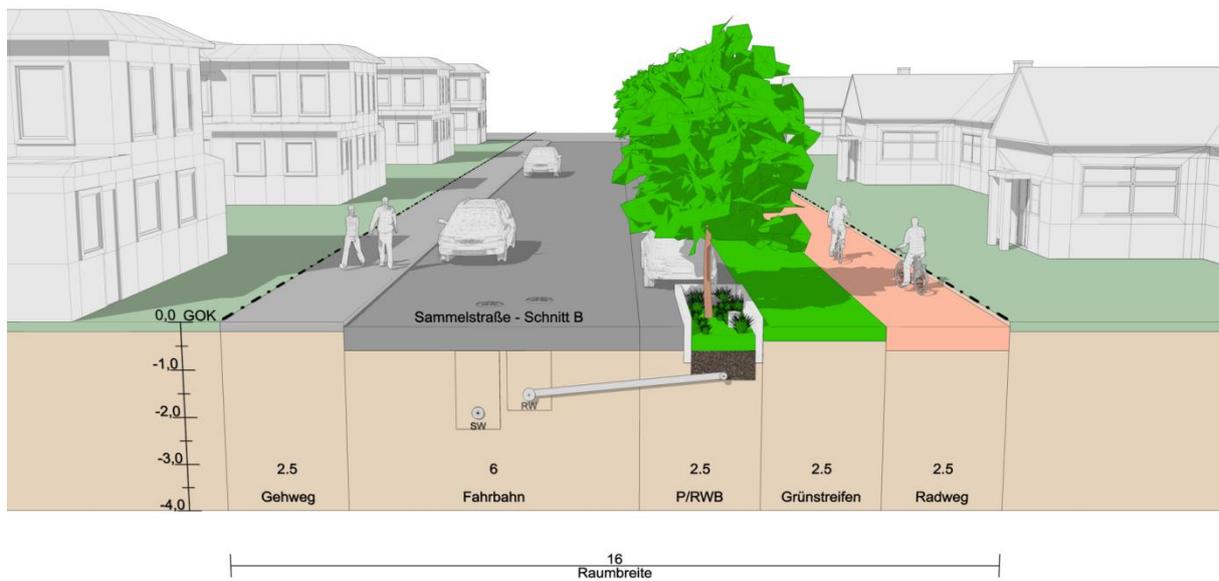


Abbildung 25: Regelprofil für Sammelstraße mit parallel verlaufendem Radweg



Abbildung 26: Regelprofil für Sammelstraße mit parallel verlaufendem Radweg (Perspektive)

b) *Sammelstraße im Bereich ohne parallel verlaufendem Radweg*

Im östlichen Bereich der Sammelstraße ohne parallel verlaufenden Radweg (Straßenquerschnitt B in Abbildung 33), werden die Tiefbeete ebenfalls in den Parkstreifen integriert (Abbildung 27 & Abbildung 28).

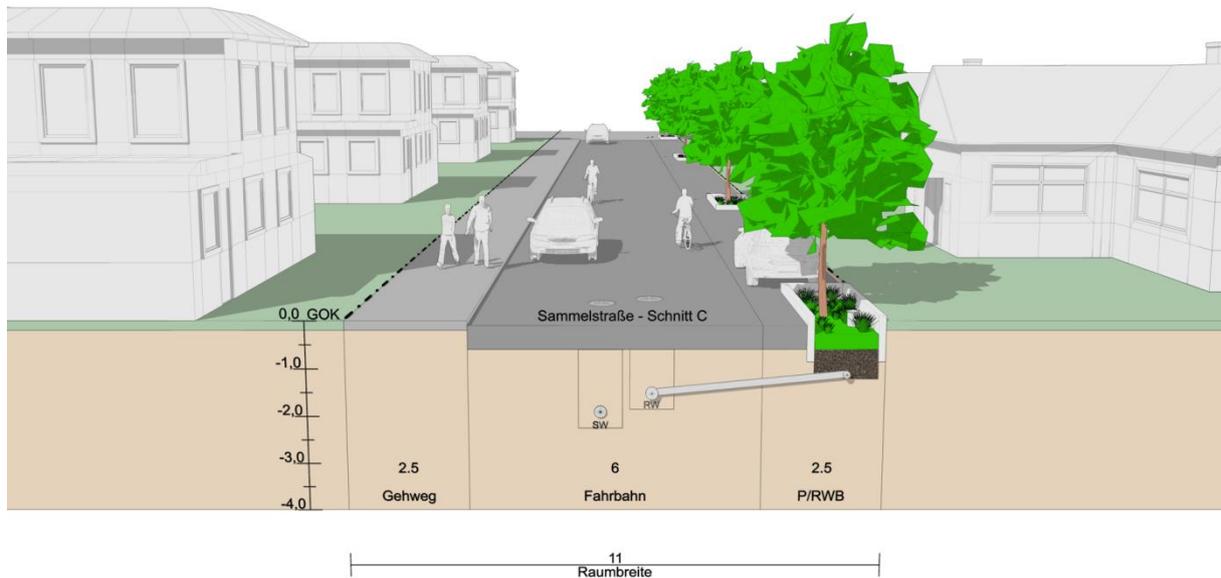


Abbildung 27: Regelprofil für Sammelstraße ohne parallel verlaufenden Radweg



Abbildung 28: Regelprofil für Sammelstraße ohne parallel verlaufenden Radweg (Perspektive)

c) Wohnwege: Variante A mit Baumrigolen

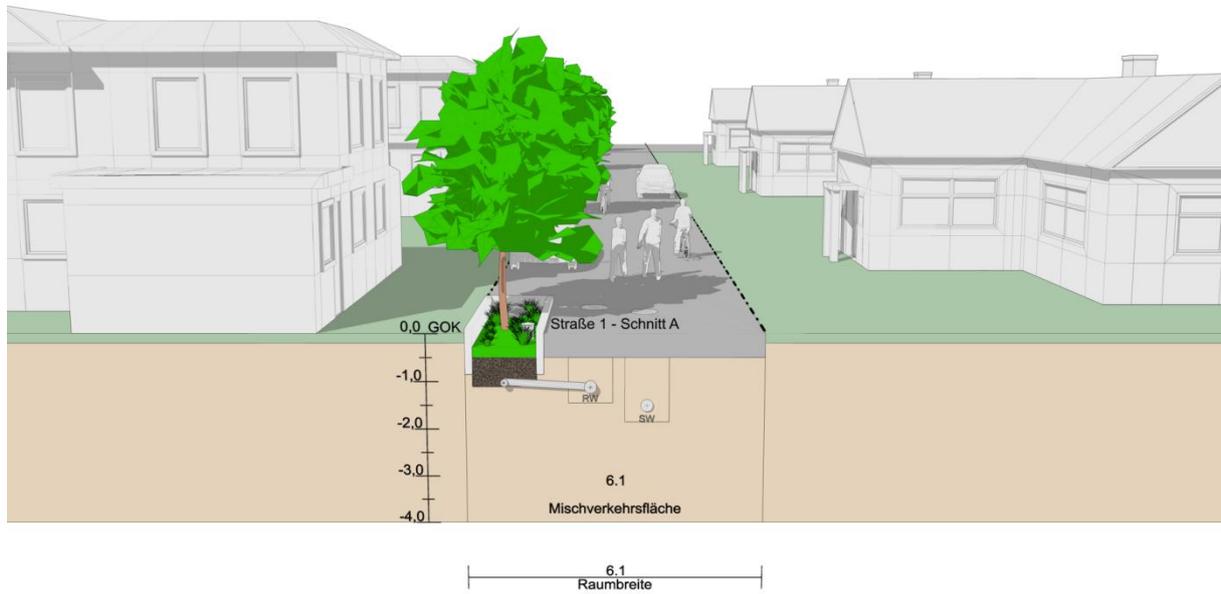


Abbildung 29: Regelprofil für Wohnweg (Variante A: Baumrigole)



Abbildung 30: Regelprofil für Wohnweg (Variante A: Baumrigole, Perspektive)

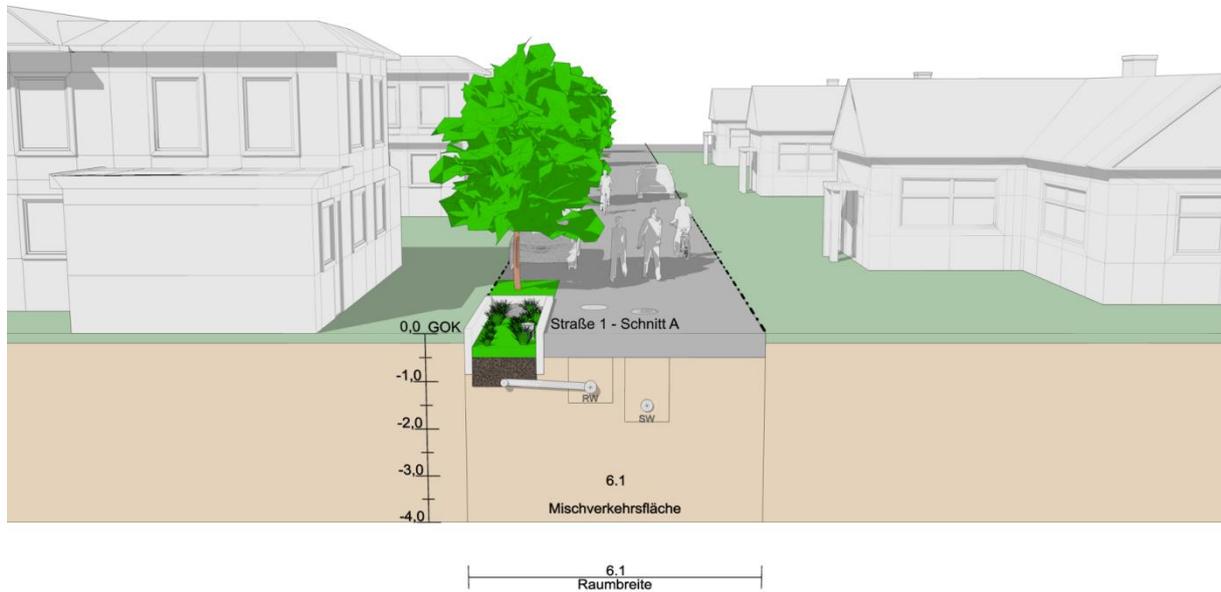
d) *Wohnwege: Variante A mit separater Baumpflanzung*

Abbildung 31: Wohnweg mit separater Baumpflanzung (Variante B)



Abbildung 32: Wohnweg mit separater Baumpflanzung (Variante B, Perspektive)



Abbildung 33: Vorschlag für eine Verortung der RWB-Anlage, Lage der Straßenquerschnitte

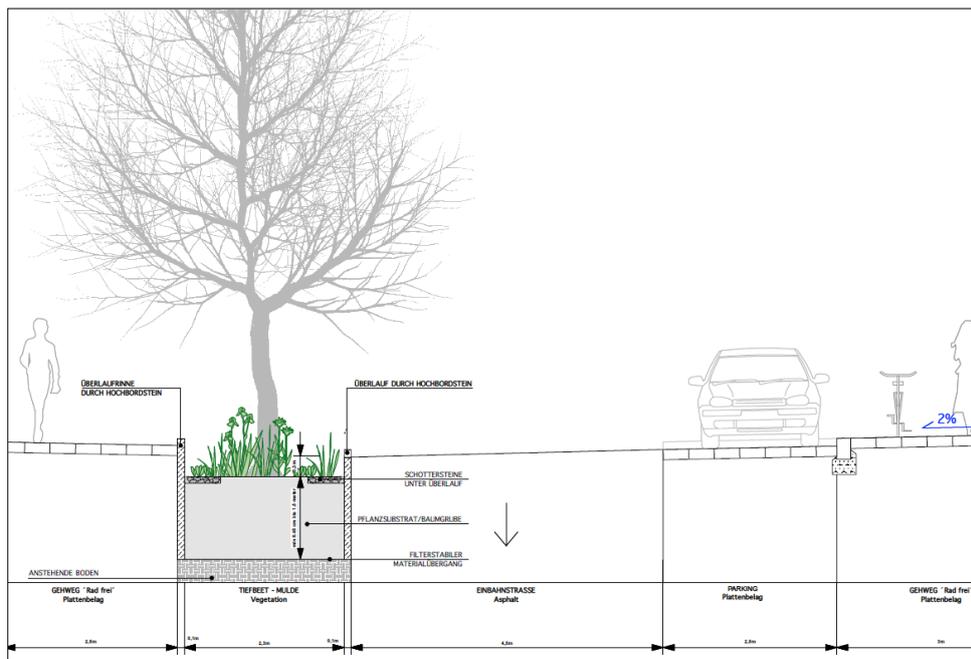


Abbildung 34: Beispiele für Tiefbeet-Rigolen-Systeme

6.1.4 Sammelleitungssystem

Wie eingangs dargelegt ist aufgrund der Bodenverhältnisse keine vollständige Versickerung der Niederschlagsabflüsse möglich und insofern eine gedrosselte Ableitung sowohl für die Grundstücke als auch die Verkehrsflächen erforderlich.

Dazu wurde ein Sammelleitungssystem konzipiert, welches auf die Drosselspende von $q_{dr}=10 \text{ l/(s ha)}$ ausgelegt wurde. Das System ermöglicht, einen Teil des abgeleiteten Wassers über den vorhandenen und nach Vorgabe der Wasserbehörde zu erhaltenden Zulaufgraben in den Weiher einzuleiten (farbig schattierter Bereich in Abbildung 35). Der Gesamtabfluss aus dem System beträgt 93 l/s .



Abbildung 35: Konzept Sammelleitungssystems

Weiterhin besteht die Möglichkeit, Dränagen entlang der Stützmauern zu verlegen und diese an die Sammelleitung anzuschließen.

Das Sammelleitungssystem kann aufgrund der Retention auf den Grundstücken bzw. in den Tiefbeeten im Straßenbereich mit Mindestdurchmesser (DN 250) ausgeführt werden.

6.2 Konventionelle Regenwasserkanalisation als Vergleichslösung

Als Basis für einen Alternativenvergleich wurde eine konventionelle Kanalisation für die Regenentwässerung im Trennverfahren konzipiert. Die Niederschlagsabflüsse von den Grundstücken und Verkehrsflächen werden gesammelt und in einen Sammelkanal bis zum Anschlusspunkt in der Tobias-Dannheimer-Str. geführt. Die Tiefenlage der Kanalisation wird so gewählt, dass alle Grundstücke im Freigefälle entwässert werden können. Rückstauenebene ist die Straßenoberkante.

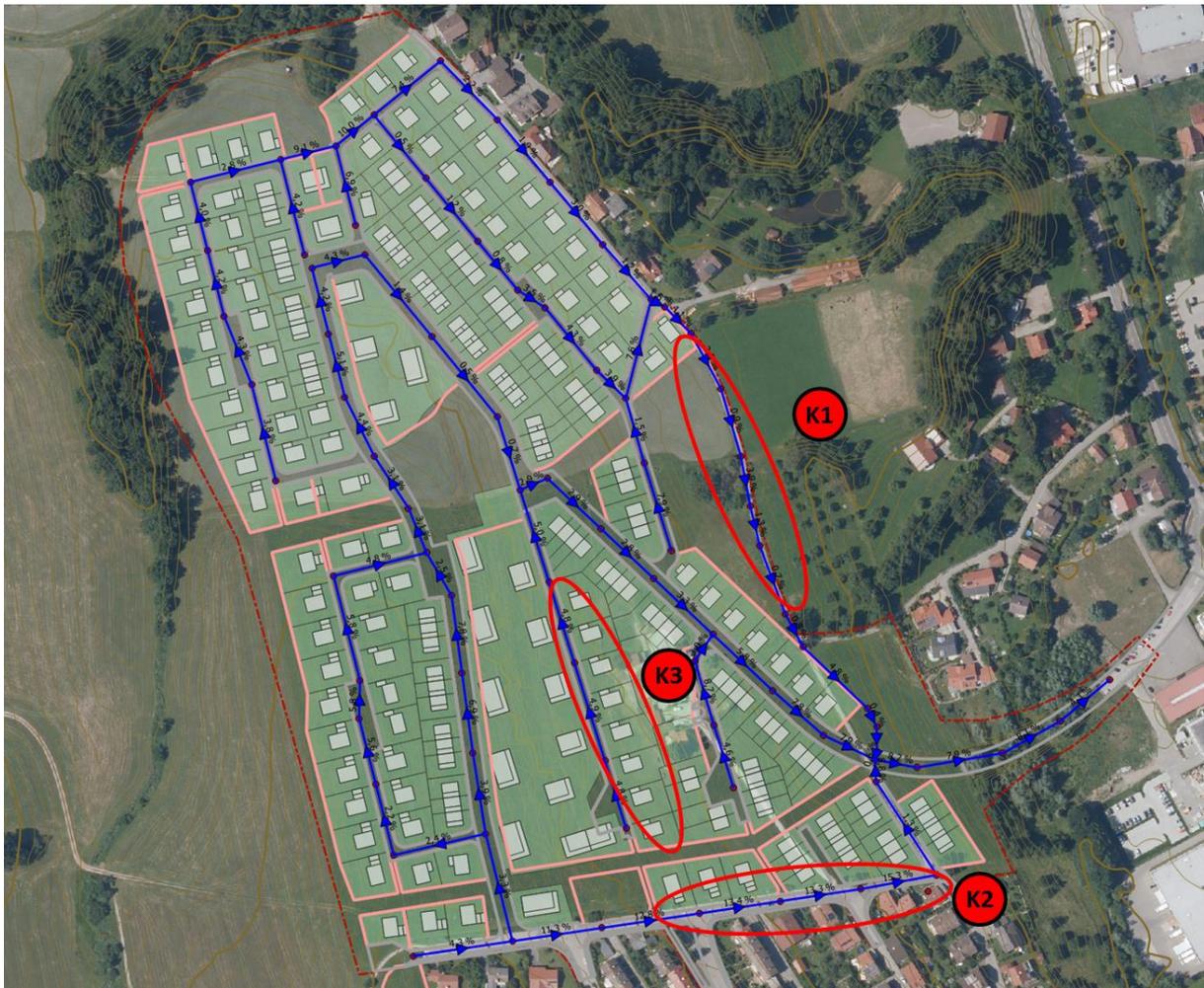


Abbildung 36: Kanalnetz mit Gefällesituation (Geländegefälle).

Grundlage für die Dimensionierung sind die DIN EN 752 und das DWA-A 118. Als Mindestdurchmesser für Regenwasserkanäle wird DN 300 gewählt. Der Grenzwert für die maximale Fließgeschwindigkeit wird mit 8 m/s angesetzt. Als Mindestüberdeckung wurde $h_{ü} > 1,5 \text{ DN}$ bzw. min. 1,0 m.

Maßgeblich für die Bemessung eines Regenwasserkanalnetzes ist ein Bemessungsregen der Häufigkeit $T=2 \text{ a}$. Da die Fließzeit im Gebiet kleiner als 15 min ist, wird die minimale Dauer des Bemessungsregens gemäß DWA-A 118 auf 15 min festgelegt. Die maßgebliche Regenspene gemäß Kostra (s. Tabelle 1 auf Seite 8) liegt damit bei 167 l/(s ha).

Bei einer versiegelten Fläche von insgesamt 9,3 ha (s. Abschnitt 3.6.5) resultiert ein Spitzenabfluss von ca. 1.560 l/s. In der Endhaltung ist damit bei einem Sohlgefälle (=Geländegefälle) von 4,25% ein Leitungsdurchmesser von DN 800 erforderlich.

Bei der Planung des Kanalnetzes sind die drei in Abbildung 36 dargestellten Bereiche (K1-K3) von besonderer Bedeutung.

Im Bereich des Neuhauser Wegs (K1) muss ein Sattel überwunden werden um an die Hauptleitung in der Sammelstraße anbinden zu können. Dadurch entstehen relative große Tiefenlagen von ca. 5,50 m (s. Abbildung 37).

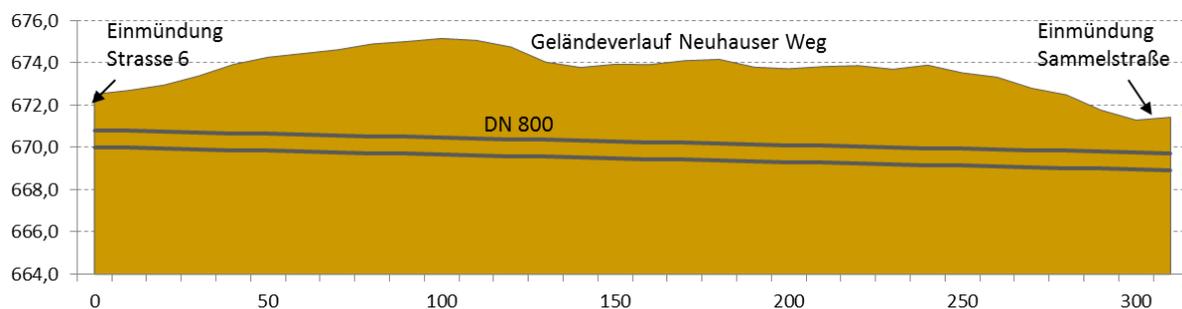


Abbildung 37: Geländeverlauf Neuhauser Weg zwischen Straße 6 und Sammelstraße

Die Straße 11 weist ein sehr großes Gefälle von bis zu 20% (im Mittel 11,4%) auf. Dadurch entstehen hohe Sohlgefälle der Kanäle mit sehr hohen Fließgeschwindigkeiten, die ggf. über Sonderschächte abgebaut werden müssen.

Im Bereich K3 wird beispielhaft deutlich, dass die Erschließung der talseitig liegenden Grundstücke zur Straße hin zu relativ tiefen Sohlagen der Kanäle führt.

6.3 Vergleichende Bewertung

Das vorgelegte Regenwasserkonzept mit einem Tiefbeet-Rigolen-System weist gegenüber einer konventionellen Entwässerung im Trennverfahren (Regenwasserkanalisation) einige Vorteile auf:

- Die Spitzenabflüsse aus dem Rigolensystem liegen mit 93 l/s deutlich unter den 1.560 l/s bei einer ungedrosselten Ableitung.
- Die Abflüsse insbesondere von den Verkehrsflächen werden über die belebte Bodenzone in den Tiefbeeten gereinigt. Bei der konventionellen Entwässerung werden die Abflüsse unbehandelt in das weiterführende Kanalnetz und schließlich in die Iller eingeleitet.
- Der natürliche Wasserhaushalt bleibt weitgehend erhalten. Durch die dezentralen Anlagen wird die Verdunstung gefördert und eine Teilversickerung erzielt.
- Durch die Reinigung und Drosselung wird die Einleitung in den Weiher erst möglich. Damit kann der Forderung der Wasserbehörde nach einer Aufrechterhaltung der Wasserzuführung entsprochen werden. Eine ungedrosselte Einleitung unbehandelter Abflüsse von Verkehrsflächen wäre dagegen gewässerökologisch kritisch zu sehen und kaum genehmigungsfähig.
- Durch die Einbindung von Dränagen wird eine Vorflut für Gebäudedränagen und Dränagen von Stützmauern geschaffen. Dies fördert auch die Hangstabilität.
- Eine dezentrale Lösung ist tendenziell günstiger im Hinblick auf Überflutungsschutz und Starkregenisiko zu bewerten, da hier bereits in der Fläche Rückhaltevolumina geschaffen werden.

Die entwickelte Lösung weist aber auch Nachteile gegenüber einer konventionellen Lösung auf:

- Der Betrieb eines Kanalnetzes ist eingespielt. Die Unterhaltung eines Tiefbeet-Rigolen-Systems muss dagegen ggf. erst organisiert werden.
- Die Durchsetzung von Einleitbeschränkungen gegenüber Grundstückseigentümern erfordert ggf. eine Anpassung der Satzung, obgleich die Normen dies ausdrücklich vorsehen und andere Kommunen dies bereits praktizieren.
- Einleitbeschränkungen als Auflage für Grundstückseigentümer sind ggf. nachteilig bei der Vermarktung.

Schließlich bestehen noch Unwägbarkeiten in Bezug auf einen Alternativenvergleich.

- Sollte doch eine konventionelle Entwässerung in Erwägung gezogen werden, so sollte die hydraulische Leistungsfähigkeit des weiterführenden Kanalnetzes unter Einbeziehung geplanter Maßnahmen wie der Umverlegung des Bachlaufs und der Erweiterung des Gewerbegebietes Stiftsbleiche geprüft werden.
- Mit der Wasserbehörde sollte abgestimmt werden, inwieweit perspektivisch eine Behandlung von Straßenabflüssen zumindest für die Sammelstraße gefordert wird (s. Entwurf des DWA-A 102).

7 Überflutungsschutz und Starkregenisikovorsorge

7.1 Anforderungen an Überflutungsschutz und Starkregenisikovorsorge

Die allgemeinen Anforderungen an Überflutungsschutz und Starkregenisikovorsorge sind in Abschnitt 5.1.3 dargestellt. Für das Baugebiet Halde-Nord ist zu berücksichtigen, dass Starkregenabflüsse aufgrund des großen Geländegefälles zwar relativ schnell abfließen ohne größere Wassertiefen entstehen zu lassen und um das Baugebiet herum ausreichend große Freiflächen für die Aufnahme der Abflüsse bestehen. Andererseits darf dieser Wasserabfluss nicht durch Bebauung oder Straßen behindert werden und bestehende Bebauung darf nicht gefährdet werden.

7.2 Fließweganalyse

In einem ersten Schritt wurde eine Fließweganalyse auf Basis des Digitalen Geländemodells (unter Berücksichtigung der geplanten Gelände-Profilierung) durchgeführt. Eine Fließweganalyse stellt eine Verfolgung der Fließwege in Richtung des stärksten Geländegefälles dar. Eine hydraulische Berechnung erfolgt hier nicht. Abbildung 1 zeigt das Ergebnis der Fließweganalyse.

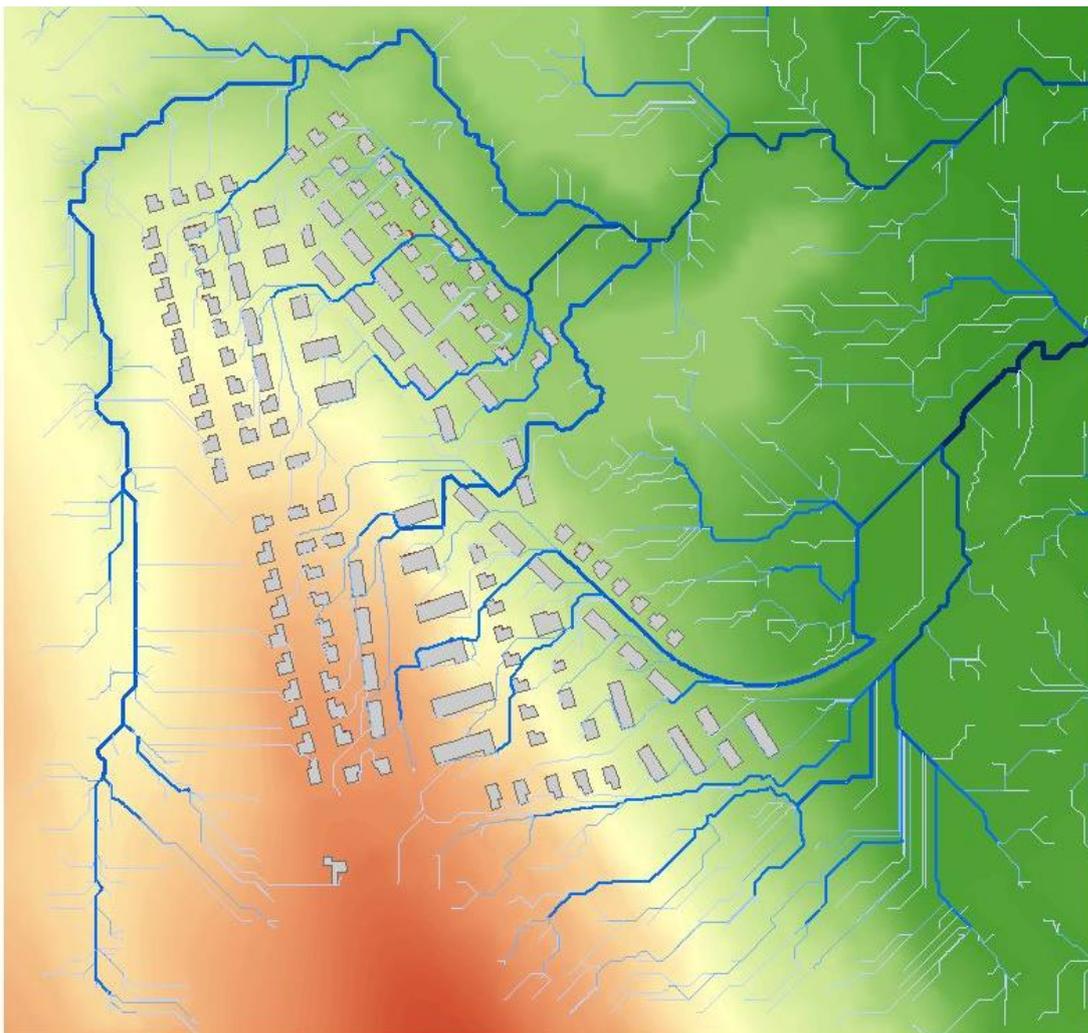


Abbildung 38: Fließweganalyse für das Baugebiet

7.3 Überflutungsmodellierung

Aufbauend auf der Fließweganalyse wurde eine Überflutungsmodellierung für einen Modellregen der Wiederkehrzeit $T=100$ a durchgeführt. Die Berechnung erfolgte mit der Software InfoWorks ICM. Die errechneten max. Wassertiefen zeigt Abbildung 39. Eine Animation der Fließvorgänge wird in digitaler Form bereitgestellt.



Abbildung 39: Ergebnis Überflutungsmodellierung, max. Wassertiefe bei $T=100$ a

Die Modellierung zeigt, dass bei Starkregen für einige Bereiche im Baugebiet aber auch in der Bestandsbebauung nicht unerhebliche Überflutungsrisiken bestehen. Für diese Bereiche werden nachfolgend Empfehlungen zur Risikominimierung gegeben.

7.4 Empfehlungen für die Risikominimierung

Neben den allgemeinen Anforderungen an den Überflutungsschutz gibt es vier Bereiche (Abbildung 40), die von besonderer Bedeutung für die Starkregen-Risikominimierung sind.

Bereich 1: Am nördlichen Rand sollte durch eine Geländeprofilierung im Bereich der Grünfläche (Kinderspielplatz) die Möglichkeit geschaffen werden, dass bei Starkregen die Abflüsse in den Bereich der Wiese und schließlich in den Bleicher Bach fließen können.

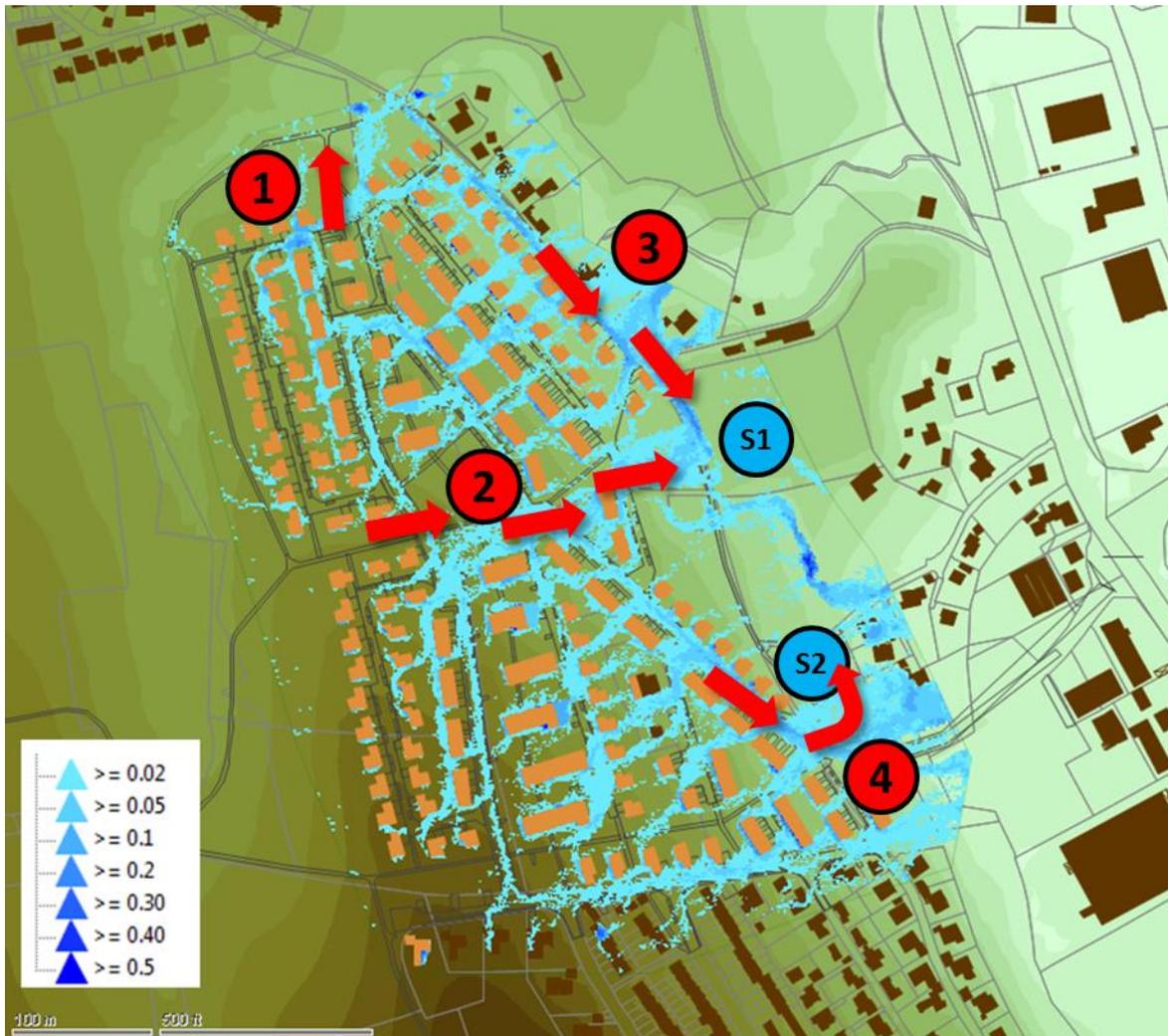


Abbildung 40: Bereiche von besonderer Bedeutung für die Starkregen-Risikominimierung

Bereich 2: Der Bereich des zentralen in West-Ost-Richtung verlaufenden Grünzuges sollte so profiliert werden, dass Wasser in die Senke „S1“ östlich des Baugebietes abfließen kann. Dabei ist besonderes Augenmerk auf die Straßenquerungen zu legen. Die Straßen sollten in diesem Bereich entweder etwas tiefer liegend ohne Hochborde („Furt“) ausgeführt werden. Alternativ kann eine Verrohrung unterhalb der Straße in Erwägung gezogen werden.

Bereich 3: Im heutigen Neuhauser Weg/Straße 5 sollte durch eine entsprechende Ausgestaltung der Straße (Querneigung zum Hang, erhöhte Hochborde) sichergestellt werden, dass Wasser in die Senke „S1“ abfließen kann und dadurch die bestehende Bebauung nicht beeinträchtigt wird.

Bereich 4: Das aus dem Baugebiet über die Sammelstraße abfließende Wasser sollte in die Grünfläche nördlich ggf. auch südlich des geplanten Straßendamms abfließen können. Die Grünfläche ist entsprechend zu profilieren („S2“).



8 Zusammenfassung

Für die Konzeption der Regenwasserbewirtschaftung wurden die in Abschnitt 5 genannten Anforderungen zugrunde gelegt:

- Entwässerungssicherheit
- Gewässerschutz durch Regenwasserbehandlung
- Überflutungsschutz und Starkregenrisikovorsorge
- Ausgeglichener Wasserhaushalt

Die vorgeschlagene Lösung zur dezentralen Bewirtschaftung der Niederschlagsabflüsse basiert auf einem Tiefbeet-Rigolen-System mit einer Sammelleitung im Straßenraum. Grundstücke können gedrosselt an diese Sammelleitung angeschlossen werden.

Das Regenwasserkonzept weist deutliche Vorteile gegenüber einer konventionellen Regenentwässerung auf. Die Retentionswirkung entlastet die nachfolgende Kanalisation und Gewässer, außerdem werden Straßenabflüsse behandelt. Der lokale Wasserhaushalt insbesondere des vorhandenen Weihers wird gestützt. Allerdings müssen Betrieb und die Durchsetzung von Einleitbeschränkungen für die Grundstücke ggf. neu organisiert werden.

Überflutungsschutz und Starkregenrisikovorsorge wurden im Rahmen der Konzeptentwicklung betrachtet. Für vier Bereiche werden Empfehlungen zur Anpassung der städtebaulichen Planung formuliert.

Hoppegarten, 09.02.2018

Prof. Dr.-Ing. Heiko Sieker
Geschäftsführer