



Limburg an der Lahn/ Ortsteil Linter

Entwässerungsstudie

Neubaugebiet „Am Kirberger Weg“

31. Januar 2023

Auftraggeber:

Magistrat der Kreisstadt Limburg a. d. Lahn
Tiefbauamt
Herr Uphues
Über der Lahn 1
65549 Limburg a. d. Lahn

Auftragnehmer:

Re2area GmbH
Wieblinger Weg 21
69123 Heidelberg

Tel.: 06221 450-450
Fax: 06221 450-460

www.re2area.com



Bearbeitung:

Re2area GmbH
Büro Esslingen
Fritz-Müller-Straße 143
73730 Esslingen
Tel.: 0711 185677-637

Projektnummer:
4055644

Projektleitung:
Ramona Schindler

r.schindler@re2area.com

weitere Bearbeiter:
Bernd Schulz
Katja Gräber

Aufgestellt:
Esslingen, den 31.01.2022

.....

.....

INHALTSVERZEICHNIS

1	ALLGEMEINES	4
1.1	Situation und Aufgabenstellung	4
1.2	Grundlagen	4
2	BESTAND	5
2.1	Topografie/Vermessung	5
2.2	Altlasten/Geotechnische Gutachten	5
2.3	Verkehrsanlagen/Verkehrliche Erschließung	6
2.4	ÖPNV	6
2.5	Entwässerung	6
2.6	Medienversorgung	7
2.6.1	Wasserversorgung	7
2.6.2	Gasversorgung	8
2.6.3	Stromversorgung	9
2.6.4	Straßenbeleuchtung	9
2.6.5	Telekommunikationsversorgung	9
2.7	Zwangspunkte	9
2.7.1	Mischwasserkanal	9
3	ENTWÄSSERUNGSKONZEPT	10
3.1	Städtebauliches Konzept	10
3.2	Variantenuntersuchung Makro	11
3.2.1	Variante 1: Entwässerung im Mischsystem	11
3.2.2	Variante 2: Entwässerung im Mischsystem, teilw. modifiziert	13
3.2.3	Variante 3: Entwässerung im modifizierten Mischsystem	14
3.3	Variantenuntersuchung Mikro	16
3.3.1	Oberflächenwasser	16
3.3.2	Entwässerung Grundstücke	17
3.3.3	Entwässerung Verkehrsflächen	20
3.3.4	Retention	21
3.4	Vorzugsvariante	23
3.4.1	Hydraulische Berechnung	24
3.4.2	Geländemodellierung	26

1 ALLGEMEINES

1.1 Situation und Aufgabenstellung

Das Projektgebiet „Am Kirberger Weg“ oder auch Erweiterungsgebiet „Süd-Ost“ genannt, befindet sich auf der Gemarkung der Kreisstadt Limburg a.d. Lahn im Ortsteil Linter. Die Fläche wird aktuell landwirtschaftlich genutzt und stellt die südliche Ortserweiterung von Linter dar.

Das Projektgebiet grenzt im Norden und Nord-Westen an ein bestehendes Wohngebiet an. Südwestlich verläuft die B 417. Im Süden und Osten sind landwirtschaftlich genutzte Flächen.

Das Projektgebiet hat eine Gesamtfläche von ca. 8,75 ha, auf dem bis auf einen kleinen Teil entlang der B 417 ein Wohngebiet entsteht. Entlang der B 417 soll ein Mischgebiet entstehen.

Im Rahmen des Bebauungsplanes und der weiteren Projektvorbereitung soll eine Vorstudie zur Entwässerung für die Erschließung erstellt werden.

1.2 Grundlagen

- [1] Bestandsvermessung, Vermessungsbüro Büttner, Stand: 02.03.2021, Eingang 18.01.2021
- [2] Bebauungsplan Vorentwurf Baugebiet „Am Kirberger Weg“, Stand: 18.03.2021, Eingang 07.01.2022
- [3] Entwässerungssatzung der Kreisstadt Limburg a.d. Lahn, Stand: 16.12.2020, Eingang 11.01.2022
- [4] Hydrodynamische Kanalnetzberechnung, Stadt Limburg, Stand: März 2003, Eingang 23.05.2022
- [5] Leitungsbestandsplan Kanalisation, Kreisstadt Limburg a. d. Lahn, Stand: 10.01.2022
- [6] Entwässerungsentwurf Stadtteil Linter, Kreisstadt Limburg a. d. Lahn, Stand: 1989, Eingang 21.01.2022
- [7] Leitungsbestandsplan Wasserversorgung, Energieversorgung Limburg GmbH, Stand: 11.01.2022, Eingang 11.01.2022
- [8] Leitungsbestandsplan Gasversorgung, Energieversorgung Limburg GmbH, Stand: 11.01.2022, Eingang 11.01.2022
- [9] Leitungsbestandsplan Stromversorgung, Energieversorgung Limburg GmbH, Stand: 11.01.2022, Eingang 11.01.2022
- [10] Leitungsbestandsplan Telekommunikation, Telekom, Stand: 11.01.2022, Eingang 11.01.2022
- [11] Geotechnischer Bericht „Töpfer Erde“ Mock & Partner Ingenieurbüro, Stand: 30.03.2016, Eingang 23.05.2022

2 BESTAND

2.1 Topografie/Vermessung



Abbildung 1: Bestandssituation

Das Planungsgebiet ist fast ebenerdig. Grob kann das Gebiet in zwei Bereiche unterteilt werden. Der südliche Bereich hat eine Höhendifferenz von ca. 1 m, mit einem leichten Gefälle von Nordost in Richtung Südwest. Das Gefälle ist jedoch nicht einheitlich in eine Richtung. An manchen Stellen ist ein leichter Neigungswechsel in eine andere Richtung vorhanden. Der Nördliche Bereich hat ebenfalls eine Höhendifferenz von ca. 1 m, mit einem Gefälle von Süd nach Nord.

Die Vermessung für das Plangebiet wurde vom Vermessungsbüro Büttner durchgeführt und liegt dieser Studie zugrunde.

2.2 Altlasten/Geotechnische Gutachten

Zum Thema Altlasten wurden keine Unterlagen erhoben. Es liegt derzeit ein Geotechnischer Bericht aus dem Jahr 2016 für das bereits realisierte Baugebiet „Töpfer Erde“ vor. Aus diesem geht hervor, dass mit Grund- oder Schichtenwasser bis in eine Tiefe von mindestens 1,2 m unter Planum bei entsprechenden Niederschlagsereignissen über die gesamte Baustrecke zu rechnen ist.

Für das Planungsgebiet „Am Kirberger Weg“ liegt weder ein Gutachten noch eine geotechnischer Bericht vor. Daher ist im weiteren Verfahren zu prüfen ob sich diese Aussagen auch auf dieses Gebiet übertragen lassen. Angaben zu dem Durchlässigkeitsbeiwert (Versickerungsfähigkeit von Böden) liegen nicht vor und sind in der weiteren Planung unbedingt zu ermitteln.

2.3 Verkehrsanlagen/Verkehrliche Erschließung

Das Grundstück grenzt im Norden an zwei bestehende Straßen an. Der Ammernweg und der Sperberweg. Der Ammerweg wird gem. Bebauungsplanentwurf nur als Fußwege fortgeführt.

Die Haupteerschließung erfolgt über die Achse Töpfer Erde/Willy-Lehnes-Ring/Sperberweg.

2.4 ÖPNV

Der Ortsteil Linter ist durch die Buslinie LM-33 Limburg – Hünfelden – Kirberg an den ÖPNV angebunden. Die nächstgelegene Haltestelle ist „Linter Mainzer Str./Auf d. Bätz“ diese liegt ca. 800 m vom Kirberger weg entfernt. In Zukunft soll diese Buslinie auch durch das Gebiet selbst geführt werden.

2.5 Entwässerung

Das angrenzenden Gebiet Töpfer Erde wird über ein Mischsystem entwässert. Das Planungsgebiet „Süd-Ost“ selbst besteht aus Landwirtschaftlich genutzten Flächen, daher wird davon ausgegangen, dass der größte Teil des anfallenden Niederschlagswassers versickert. Im Bereich des Planungsgebiets verläuft ein MW-Kanal in Richtung Nordwest (Haltungen Lt82A/Lt82B/Lt82C/Lt82D). Diese sind in die Planung des Erweiterungsgebiets „Kirberger Weg“ einzubinden und ggf. umzulegen.

Die Entwässerung des angrenzenden Gebiets erfolgt im Westen über den bestehenden DN 300 PVC-Kanal im Willy-Lehnes-Ring und den bestehenden DN 800 SB-Kanal in der Töpfer Erde. Beide Haltungen entwässern in Richtung Norden. Das angrenzende Gebiet nördlich des Planungsgebiets entwässert über einen DN 600 SB-Kanal in Richtung Norden.

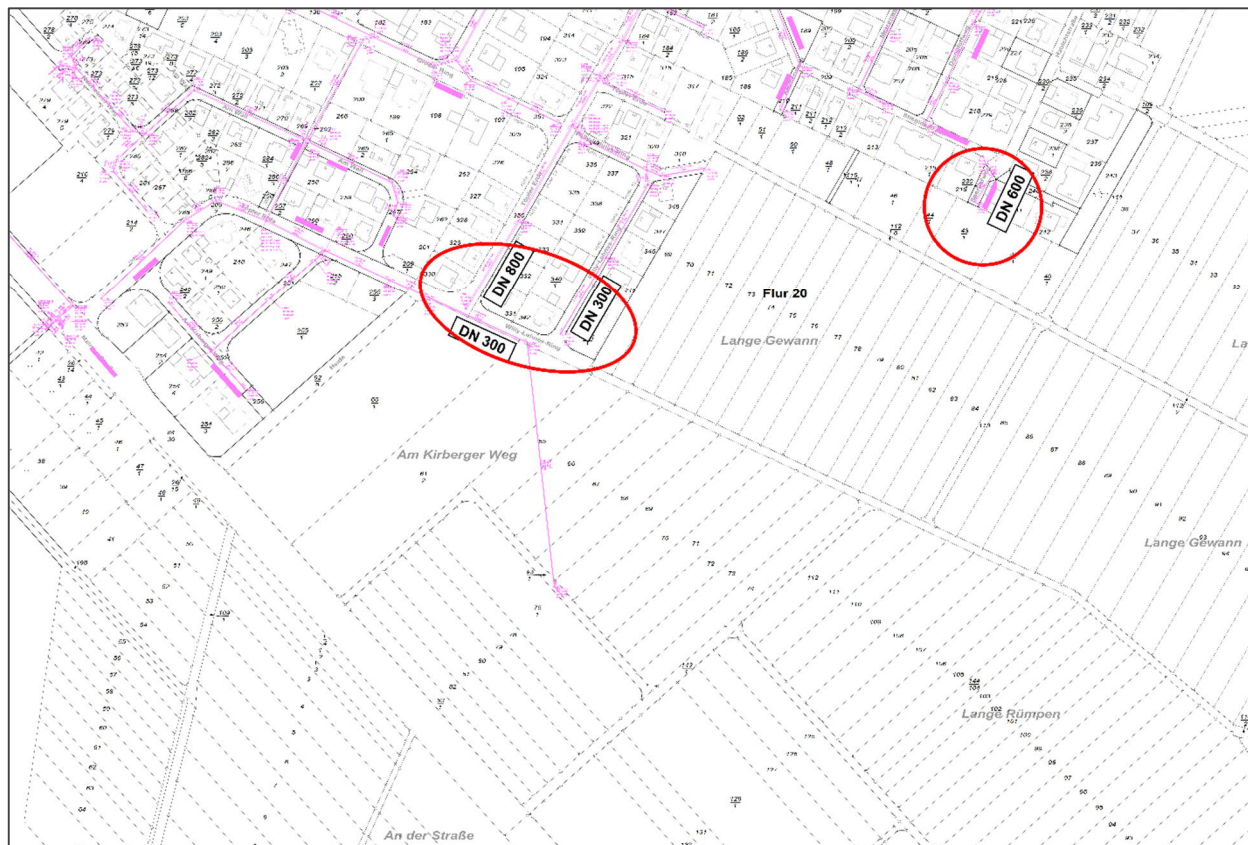


Abbildung 2: Leitungsbestand Entwässerung

2.6 Medienversorgung

2.6.1 Wasserversorgung

Die Wasserversorgung des Planungsgebiets ist durch die im angrenzenden Gebiet „Töpfer Erde“ bestehenden Wasserversorgungsleitungen sichergestellt. Diese reichen von DN 110 bis DN 250.

Im Planungsgebiet selbst verläuft eine Leitung DN 250 PVC von West nach Ost. Am östlichen Rand des nördlichen Teilbereichs verläuft eine Wasserleitung DN 150 PVC.

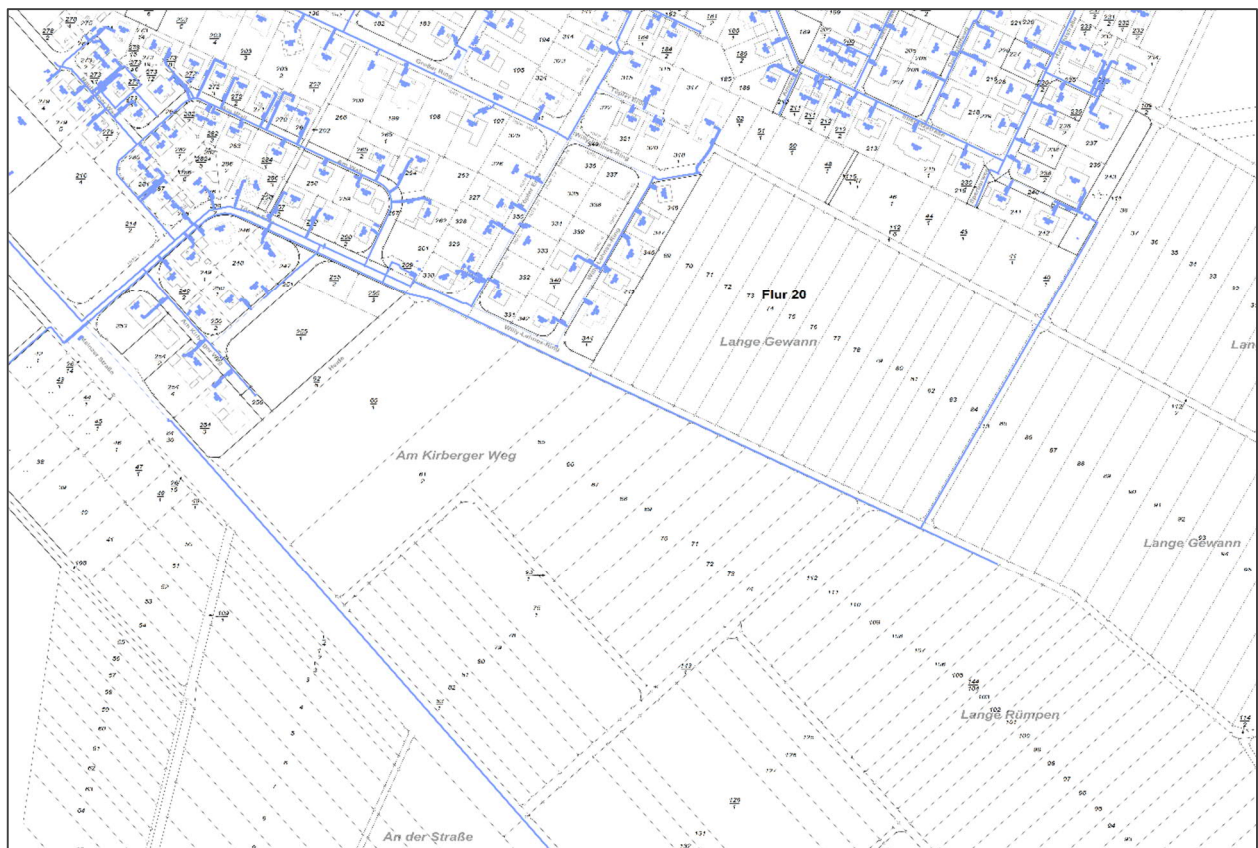


Abbildung 3: Leitungsbestand Wasser

2.6.2 Gasversorgung

Die Gasversorgung des Planungsgebiets ist durch die im angrenzenden Gebiet „Töpfer Erde“ bestehenden Gasversorgungsleitungen DA 110 PE100 Niederdruck und DA 180 PE100 Niederdruck und von Norden durch die Gasversorgungsleitung DN 150 Niederdruck sichergestellt.

Am östlichen Rand des Planungsgebiets verläuft eine Mitteldruckleitung DA 225 PE100.

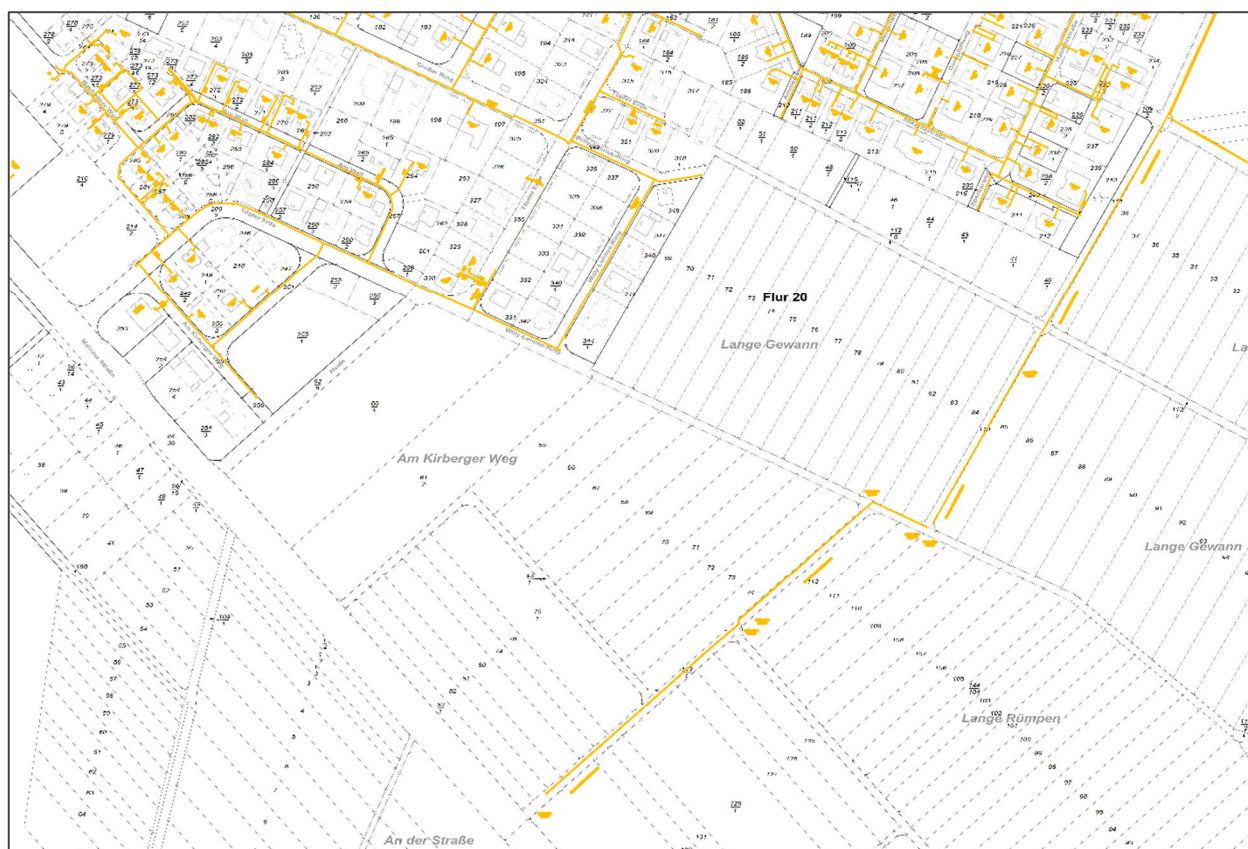


Abbildung 4: Leitungsbestand Gas

2.6.3 Stromversorgung

Die Stromversorgung des Planungsgebiets ist durch die im angrenzenden Gebiet „Töpfer Erde“ bestehenden Stromversorgungsleitungen sichergestellt.



Abbildung 5: Leitungsbestand Strom

2.6.4 Straßenbeleuchtung

Die Kabel für die Straßenbeleuchtung sind im angrenzenden Gebiet „Töpfer Erde“ vorhanden. Der Anschluss ist somit sichergestellt.

2.6.5 Telekommunikationsversorgung

Es wurden keine Telekommunikationsleitungen im Zuge der Entwässerungsstudie abgefragt.

2.7 **Zwangspunkte**

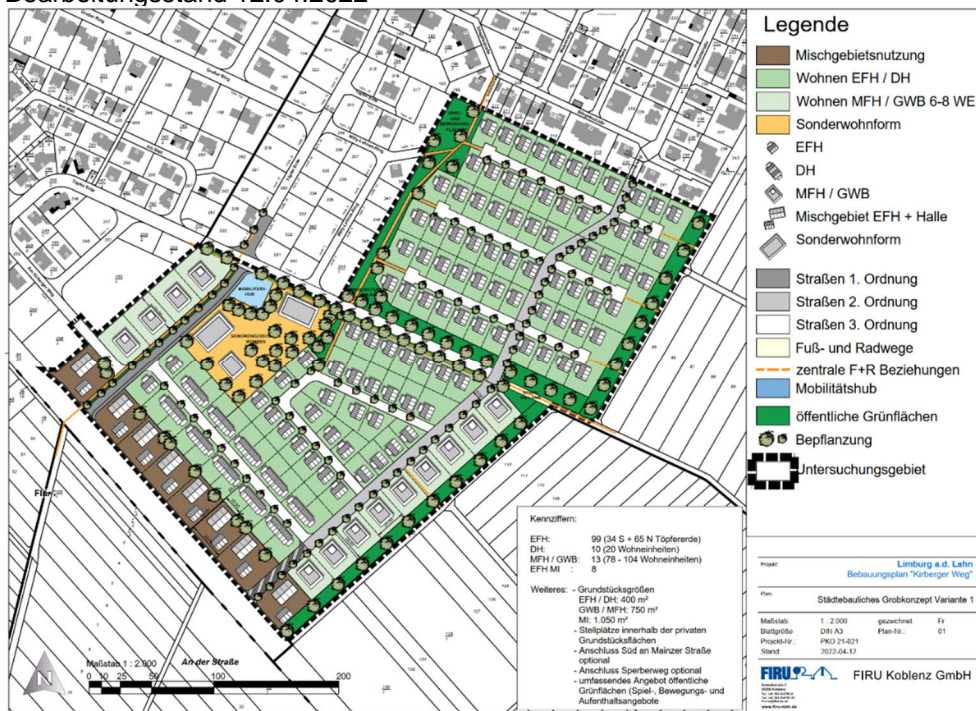
2.7.1 Mischwasserkanal

Die Haltung zwischen Schacht 82A und 82B verläuft quer durch das Planungsgebiet. Diese muss im Zuge der städtebaulichen Entwicklung verlegt werden.

3 ENTWÄSSERUNGSKONZEPT

3.1 Städtebauliches Konzept

Bearbeitungsstand 12.04.2022



Be

Abbildung 6: Städtebauliches Konzept Variante 1

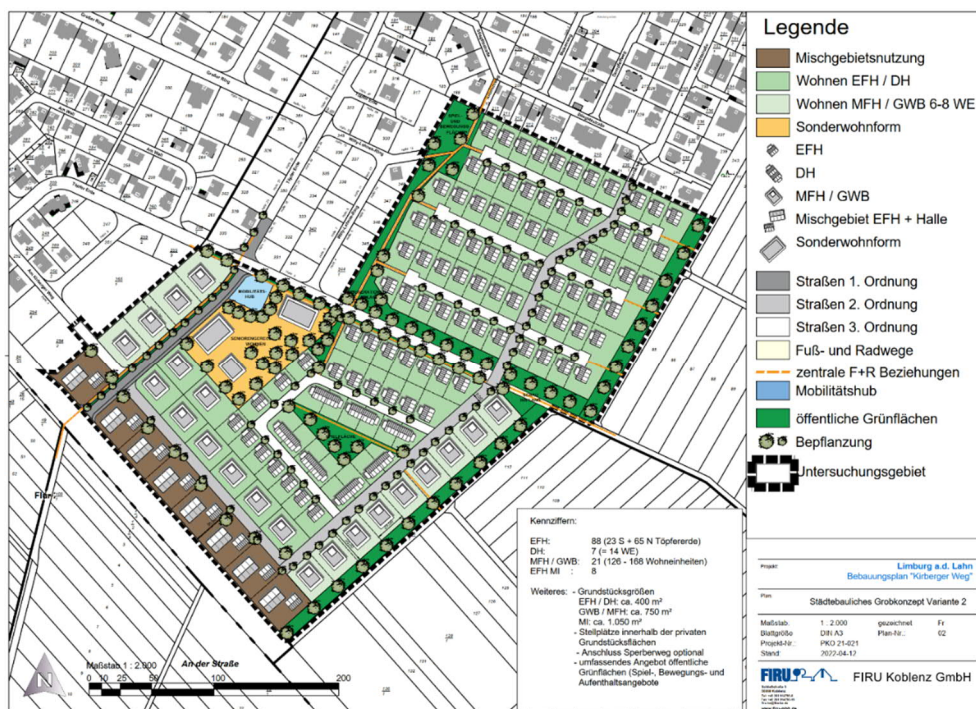


Abbildung 7: Städtebauliches Konzept Variante 2

Es wurden zwei städtebauliche Varianten entwickelt. Die beiden Varianten unterscheiden sich lediglich in der Anordnung der Gebäude und der Aufteilung der Gebäudetypen. Die versiegelte Fläche ist bei beiden Varianten etwa gleich groß. Unter der Annahme, dass Einfamilienhäuser ein Schrägdach mit einem Abflussbeiwert von 1,0 erhalten. Stellt die Variante 1 den entwässerungstechnischen Worst Case dar. Daher wird für die Entwässerungsstudie die Variante 1 herangezogen.

Das Gebiet ist hydraulisch abgekoppelt, vom übrigen Teil Linters. Die Entwässerung erfolgt über den Transportsammler im Norden Linters und damit über den Regenüberlauf vor dem Fangbecken am Ortsausgang Linter.

Das Erschließungsgebiet „Am Kirberger Weg“ ist fast ebenerdig, wodurch keine eindeutige Entwässerungsrichtung durch die Topografie vorgegeben ist. Die Möglichkeit einer Trennentwässerung für Teile des Erweiterungsgebiets ist mit Blick auf den nahen Linterbach (Kasselbach) möglich.

Für die Stadt Limburg wurde im Jahr 2003 eine hydrodynamische Kanalnetzberechnung von SYDRO Consult erstellt. Aus dieser Berechnung geht hervor, dass im Osten von Linter aufgrund der großen Dimensionierung im Hinblick auf zukünftige Erweiterungen, die meisten Sammler im Freispiegelabfluss entwässern. Außerdem geht aus dem Bericht hervor, dass einige Sammler mit Hinblick auf eine Gebietserweiterung bereits dimensioniert wurden.

Für die in 3.4 beschriebene Vorzugsvariante wurde der neuste Bearbeitungsstand vom 18.01.2023 als Plangrundlage verwendet.

3.2 Variantenuntersuchung Makro

Folgende Varianten gibt es für die Entwässerung:

3.2.1 Variante 1: Entwässerung im Mischsystem

Die Entwässerung des Plangebietes erfolgt im Mischsystem. Das Regenwasser und das Schmutzwasser wird zusammen über Mischwasserkanäle in den öffentlichen Straßen zum bestehenden Mischwasserkanal abgeleitet (Anlage 1). Für die Entwässerung ist keine Geländemodellierung notwendig. Nach diesem System erfolgt auch die Entwässerung im bereits bestehenden angrenzenden Gebiet „Töpfer Erde“. Im Hinblick auf zukünftige Starkregenereignisse raten wir von dieser Variante ab.

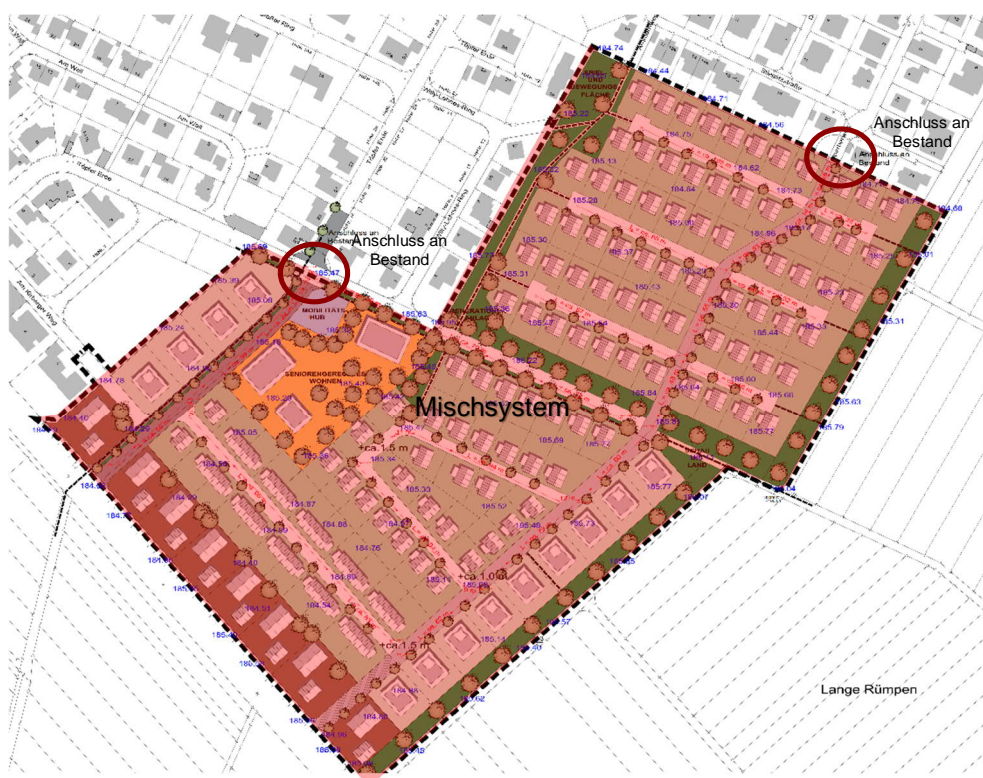


Abbildung 8: Variante 1, Entwässerung im Mischsystem

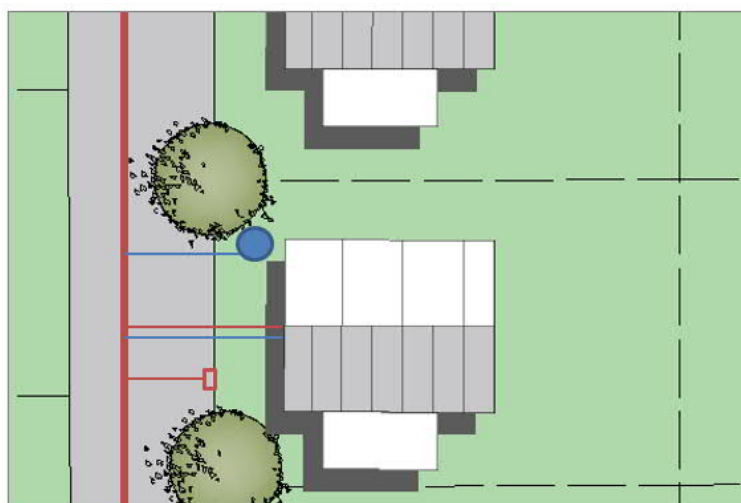


Abbildung 9: Schemaskizze Entwässerung Variante 1

3.2.1.1 Vorteile

Bei dieser Variante ist keine Geländemodellierung notwendig. Außerdem ist nur ein Mischwasserkanal zu bauen. Es handelt sich hier um die wirtschaftlichste Lösung.

3.2.1.2 Nachteile

Es handelt sich hierbei um kein klimagerechtes Regenwassermanagement nach Wasserhaushaltsgesetz §55. Das Regenwasser wird mit dem Schmutzwasser vermischt und belastet die Kläranlage zusätzlich.

3.2.2 Variante 2: Entwässerung im Mischsystem, teilw. modifiziert

Die Entwässerung des Plangebietes erfolgt im nördlichen Teil im modifizierten Mischsystem. Das Schmutzwasser wird zusammen mit (falls vorhanden) behandlungsbedürftigem Niederschlagswasser über einen Schmutzwasserkanal in den öffentlichen Straßen zum bestehenden Mischwasserkanal abgeleitet. Das Regenwasser wird über begrünte Dachflächen gedrosselt und läuft entweder in Retentionszisternen oder wird über ein Mulden-Rigolen-System in den zentralen Vorfluter Linterbach im Norden des Plangebiets geleitet. Das auf den Verkehrsflächen anfallende unbelastete oder schwach belastete Regenwasser wird über ein straßenbegleitendes Mulden-Rigolen-System und dessen belebte Bodenzone versickert bzw. bei Einbau des Systems an den Vorfluter Linterbach abgeleitet. Für die Entwässerung mittels Mulden-Rigolen-System sind vereinzelt Höhenmodellierungen notwendig.

Die Entwässerung des südlichen Teil des Plangebietes erfolgt im Mischsystem. Das Regenwasser und das Schmutzwasser wird zusammen über Mischwasserkanäle in den öffentlichen Straßen zum bestehenden Mischwasserkanal abgeleitet.



Abbildung 10: Variante 2, Entwässerung im Mischsystem, teilweise modifiziert

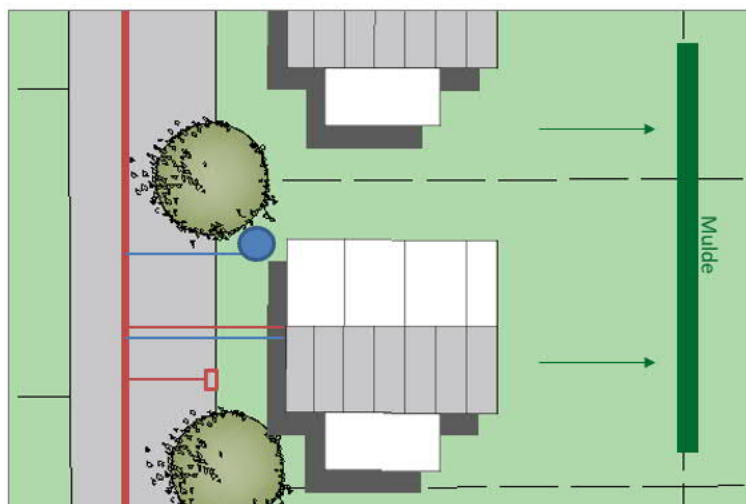


Abbildung 11: Schemaskizze Entwässerung Variante 2

3.2.2.1 Vorteile

Bei dieser Variante sind nur vereinzelte Höhenmodellierungen notwendig. Außerdem ist für den südlichen Teil des Planungsgebiets nur ein Mischwasserkanal zu bauen.

3.2.2.2 Nachteile

Es handelt sich hierbei nur teilweise um ein klimagerechtes Regenwassermanagement nach Wasserhaushaltsgesetz §55. Das Regenwasser wird mit dem Schmutzwasser vermischt und belastet die Kläranlage zusätzlich.

3.2.3 Variante 3: Entwässerung im modifizierten Mischsystem

Die Entwässerung des Plangebietes erfolgt im modifizierten Mischsystem. Das Schmutzwasser wird zusammen mit (falls vorhanden) behandlungsbedürftigem Niederschlagswasser über einen Schmutzwasserkanal in den öffentlichen Straßen zum bestehenden Mischwasserkanal abgeleitet.

Das Regenwasser wird über begrünte Dachflächen gedrosselt und läuft entweder in Retentionszisternen oder wird über ein Mulden-Rigolen-System in den zentralen Vorfluter Linterbach im Norden des Plangebiets geleitet. Das auf den Verkehrsflächen anfallende unbelastete oder schwach belastete Regenwasser wird über ein straßenbegleitendes Mulden-Rigolen-System und dessen belebte Bodenzone versickerts bzw. ebenfalls an den Vorfluter Linterbach abgeleitet.

Höhenmäßig ist bei dieser Variante eine Wasserscheide im Gebiet geplant. Der Notüberlauf des Oberflächenwasser des westlichen Teilgebiets wird an den bestehenden Mischwasserkanal im Willy-Lehnes-Ring geleitet (hier ist auch ein zusätzlicher Rückhalteraum im Bereich des Seniorengerechten Wohnens denkbar).

Für das Entwässerungsmodell mit Mulden und Rigolen ist eine Höhenmodellierung über das gesamte Gebiet notwendig.

Generell muss die Kapazität des Kanalnetz des bestehenden Wohngebiets überprüft werden denn, aufgrund zunehmender Starkregenereignisse und zukünftig mehr versiegelte Fläche könnte eine Neudimensionierung des Kanalnetzes erforderlich werden. Hierfür muss in der weiteren Planung ein Hydraulischer Nachweis geführt werden.



Abbildung 12: Variante 3, Entwässerung im modifizierten Mischsystem

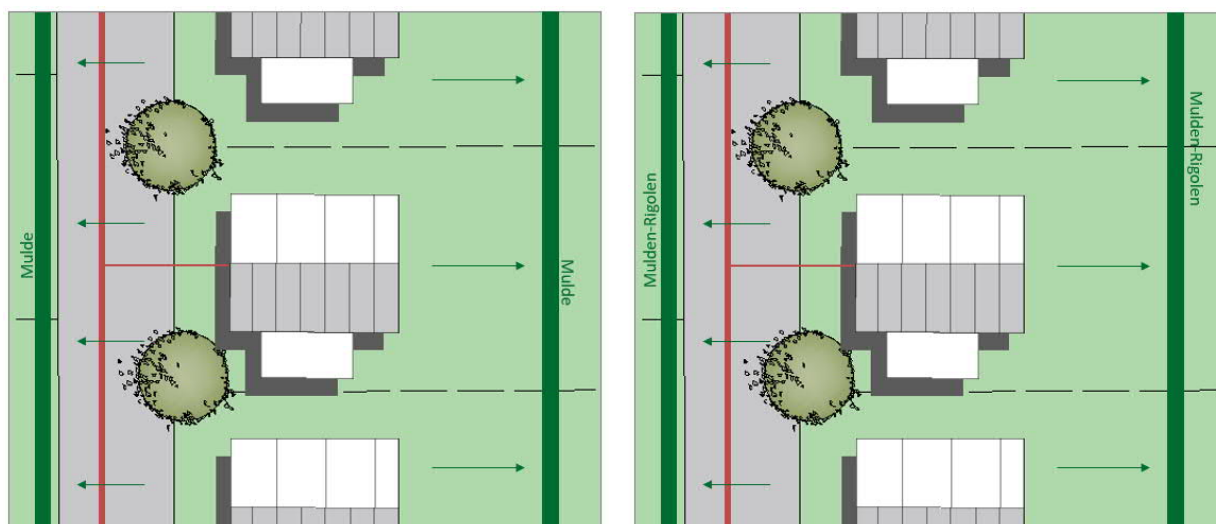


Abbildung 13: Schemaskizze Entwässerung Variante 3 mit Mulden oder Mulden-Rigolen-System

3.2.3.1 Vorteile

Durch ein Mulden-Rigolen-System ist eine zusätzliche Rückhaltung und Versickerung in den Untergrund möglich. Dadurch reduziert sich je nach Rigolengröße der Bedarf an versickerungsfähigen Flächen. Zusätzlich wird die Reinigungsleistung durch die belebte Bodenschicht deutlich verbessert. Eine weitere Reduzierung ist durch Gründächer möglich. Grundsätzlich bietet ein Mulden-Rigolen-System vielfältige Gestaltungsmöglichkeiten.

Durch die Entwässerung in diesem System wird die Kläranlage entlastet, was den Anforderungen aus dem WHG §55 entspricht.

3.2.3.2 Nachteile

Durch die Entwässerung mit Mulden und Rigolen entsteht ein größerer Flächenbedarf. Außerdem ist der Wartungs- und Pflegebedarf höher als bei Kanälen.

3.3 Variantenuntersuchung Mikro

Im Wasserhaushaltsgesetz §55 Grundsätze der Abwasserbeseitigung Absatz 2 heißt es:

„Niederschlagswasser soll ortsnahe versickert, verrieselt oder direkt oder über eine Kanalisation ohne Vermischung mit Schmutzwasser in ein Gewässer eingeleitet werden, soweit dem weder wasser-rechtliche noch sonstige öffentlich-rechtliche Vorschriften noch wasserwirtschaftliche Belange entgegenstehen“.

Aus diesem Grund sollte zumindest ein teilweise modifiziertes Mischsystem mit Maßnahmen zur Rückhaltung oder Versickerung bevorzugt werden.

3.3.1 Oberflächenwasser

Die Entwässerung für das Plangebiet kann so aussehen, dass das Oberflächenwasser der Hof- und Dachflächen sowie der unbelasteten und schwach belasteten Verkehrsflächen des Gesamtgebiets oder für einen Teil des Planungsgebiets über ein Mulden-Rigolen-System entwässert wird.

Die Versickerung über Mulden-Rigolen-Anlagen wird erforderlich, wenn für eine ausschließliche Muldenversickerung nicht genügend Freifläche verfügbar ist, bzw. die Bodenverhältnisse eine ausschließlich natürliche Versickerung nicht zulassen.

Die benötigte Fläche ist abhängig von der gewählten Tiefe und der Böschungsneigung. Zwischen Mulde und Rigole befindet sich eine Mutterbodenschicht, das sog. Muldenbett. Das in der Mulde zwischengespeicherte Wasser versickert relativ schnell durch diese ca. 30 cm mächtige Mutterbodenschicht in den unter der Mulde angeordneten, mit Kies gefüllten Bodenspeicher, die sog. Rigole. Dabei findet eine weitgehende Reinigung des Regenwassers statt.

Mulde und Rigole sind durch einen Überlauf verbunden, der die Aufgabe hat, bei Überlastung der Mulde und noch vorhandener Speicherkapazität der Rigole Wasser aus der Mulde "auf kurzem Wege" direkt in die Rigole zu leiten.

Die Rigole besteht aus einem Kieskörper, der zum Schutz vor Verschlammung mit einem Geotextil bzw. Filtervlies ummantelt wird. Die Bewirtschaftung des Speicherraumes erfolgt über einen Drosselschacht. Im Drosselschacht befindet sich das Anstau- und Drosselorgan. Der Drosselablauf wird an einen öffentlichen Kanal angeschlossen, der das Wasser zum Vorfluter führt.

Die Kapazität des Vorfluters ist im weiteren Verfahren zu prüfen. Ziel ist es die Einleitmengen so gering wie möglich zu halten und möglichst viel Wasser auf den Grundstücken zurückzuhalten. Sollte die Einleitung in den Vorfluter nicht möglich sein, muss der Drosselablauf an den öffentlichen Mischwasserkanal angeschlossen werden.

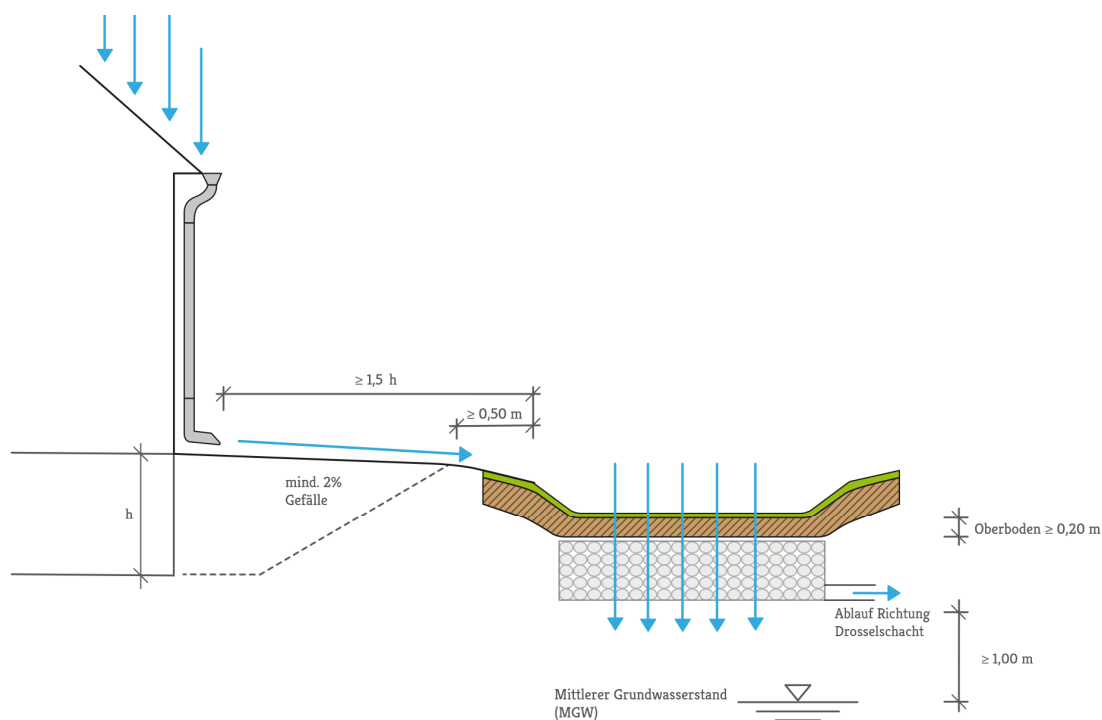


Abbildung 14: Systemskizze Mulden-Rigolen-System (Quelle: info-regenwasser.de)

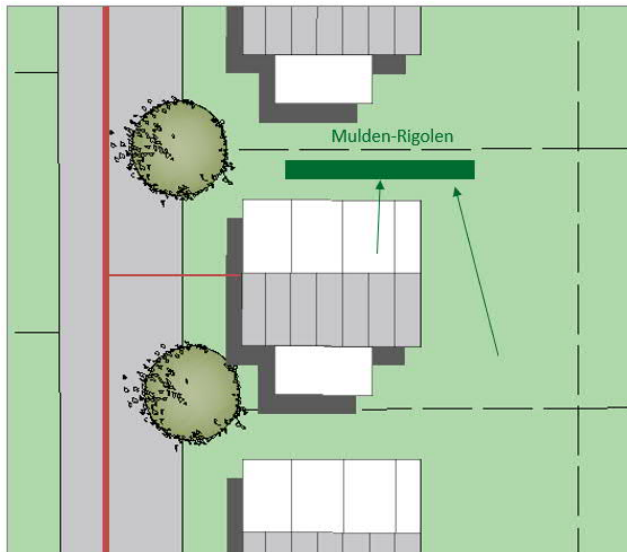
3.3.2 Entwässerung Grundstücke

Für die Entwässerung der Grundstücke gibt es zwei Möglichkeiten:

3.3.2.1 Rückhaltung und Versickerung

Eine Möglichkeit ist die vollständige Versickerung des auf den Grundstücken anfallenden Niederschlagswassers. Das Niederschlagswasser wird in eine Mulde geleitet und gelangt durch die belebte Bodenschicht in eine Rigole. Von dort wird das Wasser in den Untergrund versickert.

Das häusliche Schmutzwasser wird über einen Schmutzwasserkanal abgeleitet. Das auf den Dach- und Grundstücksflächen anfallende Niederschlagswasser wird in ein Mulden-Rigolen-System abgeleitet. Es ist kein Drosselablauf vorgesehen. Das Wasser muss bis zu einem 10-jährlichen Regenereignis komplett auf dem Grundstück zurückgehalten werden. Hierzu bedarf es einer Festsetzung im Bebauungsplan.



Beispielrechnung

Grundstücksfläche: $A_E = 410 \text{ m}^2$

Mulden-Rigolen-System
Reine Rückhaltung und Versickerung

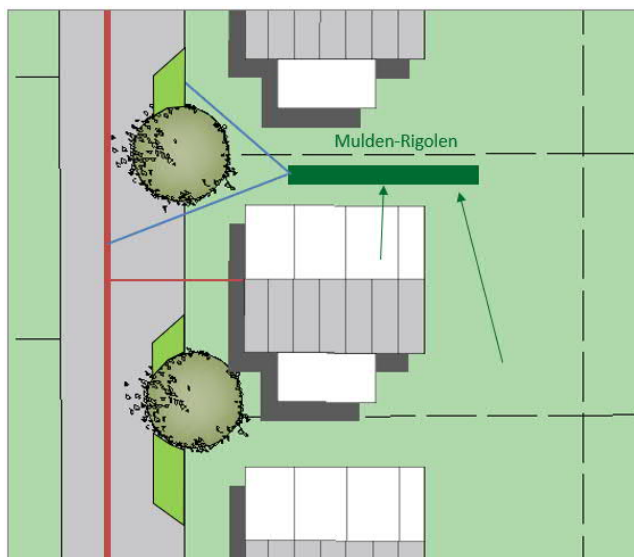
Bemessung Mulden mit Jährlichkeit $n = 1$
Bemessung Rigolen mit Jährlichkeit $n = 10$

	Abflussbeiwert [ψ]	undurchlässige Fläche [A_u]		$V_{\text{erf.}}$ Mulde		Q_{Dr}		$V_{\text{erf.}}$ Rigole		$V_{\text{erf.}}$ Summe		Versickerungs- fläche Mulde [A_s]	
befestigtes Dach	0,4	164	m^2	2,4	m^3	0,0	l/s	5,7	m^3	8,1	m^3	8,0	m^2
Gründach	0,3	123	m^2	1,8	m^3	0,0	l/s	4,3	m^3	6,1	m^3	6,0	m^2
Retentionsdach	0,25	103	m^2	1,5	m^3	0,0	l/s	3,6	m^3	5,1	m^3	5,0	m^2

Die Versickerungsfläche stellt den oberflächlichen versickerungsfähigen Bereich in Form einer Mulde dar. Durch die Wahl des Dachaufbaus kann die Versickerungsfläche sowie das Speichervolumen der Mulde und der Rigole verringert werden.

3.3.2.2 Versickerung mit Drosselabfluss an Kanal/Vorflut

Die zweite Möglichkeit ist die Versickerung des auf den Grundstücken anfallenden Niederschlagswassers mittels Mulden-Rigolen-System mit einem dauerhaften Drosselabfluss an einen Kanal oder Vorfluter. Hier wurde beispielhaft ein Drosselabfluss von $10 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{ha})$, was dem natürlichen Abfluss entspricht angesetzt. Das Niederschlagswasser wird in eine Mulde geleitet und gelangt durch die belebte Bodenschicht in eine Rigole. Von dort wird das Wasser in den Untergrund versickert. Das Wasser muss bis zu einem 10-jährlichen Regenereignis komplett auf dem Grundstück zurückgehalten werden. Hierzu bedarf es einer Festsetzung im Bebauungsplan.



Beispielrechnung

Grundstücksfläche: $A_E = 410 \text{ m}^2$

Mulden-Rigolen-System
Rückhaltung und Versickerung mit
zusätzlichem Drosselabfluss

Drosselabfluss 10 l/(s*ha) natürlicher Abfluss

Bemessung Mulden mit Jährlichkeit $n = 1$
Bemessung Rigolen mit Jährlichkeit $n = 10$

	Abfluss- beiwert [ψ]	undurchlässige Fläche [A_u]		$V_{\text{erf.}}$ Mulde		Q_{Dr}		$V_{\text{erf.}}$ Rigole		$V_{\text{erf.}}$ Summe		Versickerungs- fläche Mulde [A_s]	
befestigtes Dach	0,4	164	m ²	2,4	m ³	0,4	l/s	3,3	m ³	5,7	m ³	8,0	m ²
Gründach	0,3	123	m ²	1,8	m ³	0,4	l/s	2,1	m ³	3,9	m ³	6,0	m ²
Retentionsdach	0,25	103	m ²	1,5	m ³	0,4	l/s	1,5	m ³	3	m ³	5,0	m ²

Die Versickerungsfläche stellt den oberflächlichen versickerungsfähigen Bereich in Form einer Mulde dar. Durch die Wahl des Dachaufbaus kann die Versickerungsfläche sowie das Speichervolumen von Mulde und Rigole verringert werden.

3.3.3 Entwässerung Verkehrsflächen

Für die Entwässerung der Verkehrsflächen gibt es drei Möglichkeiten:

3.3.3.1 Mulden-Rigolen-System

Die Haupteerschließungsstraßen haben eine Breite von ca. 11 Meter und eine Länge von insgesamt ca. 640 Meter. Die Nebenerschließungsstraßen haben eine Breite von ca. 6 Meter und einer Länge von 1.150 Meter. Somit ergibt sich eine Verkehrsfläche A_E von ca. 14.800 m².

Das Niederschlagswasser wird in ein straßenbegleitendes Mulden-Rigolen-System abgeleitet. Durch die belebte Bodenschicht wird das Wasser gefiltert und in den Untergrund versickert. Dieses straßenbegleitende Mulden-Rigolen-System könnte zusätzlich auch als Vorflut für den in 3.3.2.2 beschriebenen Drosselablauf dienen.

Bemessung Mulden mit Jährlichkeit $n = 1$

Bemessung Rigolen mit Jährlichkeit $n = 5$

	Abfluss- beiwert [Ψ]	undurchlässige Fläche [A_u]		$V_{\text{verf.}}$ Mulde		Q_{Dr}		$V_{\text{verf.}}$ Rigole		$V_{\text{verf.}}$ Summe		Versickerungs- fläche Mulde [A_s]	
Haupteerschließung	0,9	10	m ²	0,5	m ³	0,0	l/s	0,3	m ³	0,8	m ³	0,5	m ²
Nebenerschließung Verkehrsflächen	0,9	5	m ²	0,2	m ³	0,0	l/s	0,1	m ³	0,3	m ³	0,5	m ²
Gesamt	0,9	14.800	m ²	168	m ³	0,0	l/s	372	m ³	540	m ³	560	m ²

3.3.3.2 Mulden

Für die Entwässerung der Verkehrsflächen ohne Rigolen und einer maximalen Einstauhöhe von 30 cm in den Mulden ergibt sich eine notwendige Versickerungsfläche von ca. 1.750 m² und ein Muldenvolumen von ca. 525 m³.

	Abfluss- beiwert [Ψ]	undurchlässige Fläche [A_u]		$V_{\text{verf.}}$ Mulde		Q_{Dr}		$V_{\text{verf.}}$ Rigole		$V_{\text{verf.}}$ Summe		Versickerungs- fläche Mulde [A_s]	
Verkehrsflächen	0,9	14800	m ²	525	m ³	0,0	l/s	0	m ³	525	m ³	1750	m ²

3.3.3.3 Entwässerung im Trennsystem mit Anschluss an Bestand

Eine weitere Möglichkeit ist, das gesamte Gebiet im Trennsystem zu entwässern. Hierfür wird ein Schmutzwasser- sowie ein Regenwasserkanal benötigt. Das auf den Grundstücken und auf unbelasteten Verkehrsflächen anfallende Niederschlagswasser wird durch ein Mulden-Rigolen-System oder Zisternen zurückgehalten und versickert. Der Drosselablauf erfolgt an den Regenwasserkanal. Der Vorfluter wird in diesem Fall nicht belastet.

Das häusliche Schmutzwasser und das behandlungsbedürftige Niederschlagswasser von Verkehrsflächen wird über einen Schmutzwasserkanal abgeleitet.

Beide Kanäle werden an den Mischwasserkanal im Bestand angeschlossen.

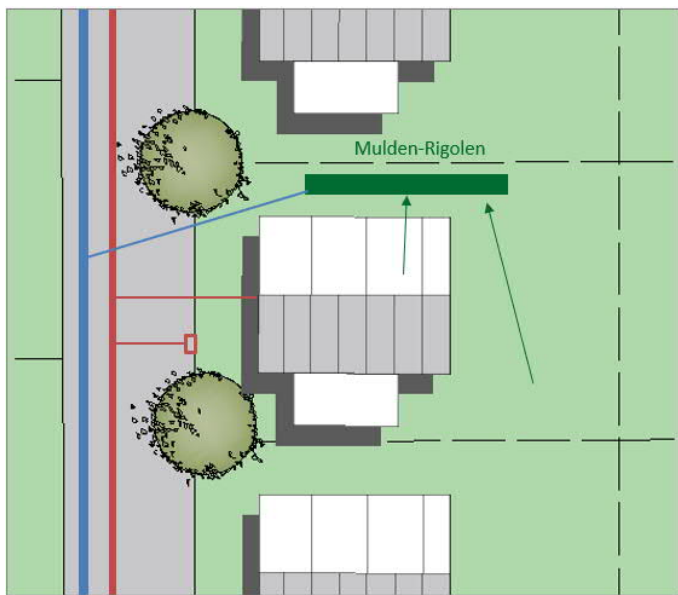


Abbildung 15: Entwässerung im Trennsystem mit Anschluss an Bestand

Ziel sollte ein urbanes Regenwassermanagement, d.h. eine wassersensible und klimagerechte Quartiersentwicklung sein. Das anfallende Niederschlagswasser wird dabei auf dem Plangebiet dem natürlichen Wasserkreislauf so weit wie möglich zurückgeführt anstatt „an einem anderen Ort über Kanäle beseitigt“. Hierfür gibt es aus planerischer Sicht verschiedenste Möglichkeiten die sich untereinander vernetzen oder ergänzen können. Neben begrünten Dachflächen, die das Niederschlagswasser zwischenspeichern, verzögert wieder abgeben aber auch zur Verdunstung beitragen, sind multifunktionale Flächen möglich.

Freiflächen mit eigener Nutzung (Parkplatz, Spielplatz, Grünfläche) werden auch als Überflutungsfläche mit Versickerungs- und Verdunstungsmöglichkeit geplant, so dass im Starkregenfall temporär geflutet werden kann. Dort wird dann das Niederschlagswasser über eine belebte Bodenschicht und Retention in Rigolen in den Untergrund versickert oder an den Vorfluter abgeleitet. Bei der Höhenmodellierung der für die Überflutung / Einstauung gestalteten Bereiche ist eine maximale Mulden-Einstautiefe von 30cm einzuhalten.

Neben der klassischen Versickerung könnte das anfallende Niederschlagswasser auch als Brauchwasser verwendet werden. Hier kommen dezentrale Retentionszisternen zum Einsatz. Sie ermöglichen den Anwohnern die Nutzung des hier zwischengespeicherten Niederschlagswasser zur Bewässerung der Grünanlagen oder aber auch als Brauchwasser für die Toilettenspülung oder zum Wäsche waschen.

Im weiteren Planungsverlauf sind Höhenunterschiede im Gelände zu schaffen. Die Abflusswirksamen Flächen müssen ggf. auf mehrere Mulden-Rigolen-Systeme aufgeteilt werden.

3.3.4 Retention

Neben dem angedachten Mulden-Rigolen-System können zusätzlich weitere Instrumente zur Regenwasserrückhaltung bzw. zur Abflussreduzierung herangezogen werden. Denkbar sind auch Maßnahmen nach dem Schwammstadt-Prinzip.

Schwammstadt

Das Ziel der Schwammstadt ist, das Niederschlagswasser dort zwischenspeichern, wo es fällt. Ein Großteil kann über "grüne Elemente" wie Mulden, Baumrigolen, Pocketparks, Gründächer und -fassaden verdunstet und vor Ort versickert werden, was wiederum den Abfluss stark reduziert.

Mehrfachnutzung von Flächen

Straßen, Plätzen, Parkanlagen, Sportflächen und Stellplatzflächen können als temporärer Regenwasserstauraum gestaltet werden. Außerdem kann die Anlage von Straßen, Grünflächen und Teilen von Baugrundstücken als Notwasserwege zur gezielten Leitung von urbanen Sturzfluten dienen.



Dachbegrünung

Durch die Begrünung von Dachflächen kann der Versiegelungsgrad des Gebiets reduziert werden. Das Niederschlagswasser wird auf den begrünten Dächern gespeichert und verdunstet. Durch die Regenwasserrückhaltung können begrünte Flachdächer zur Drosselung des Abflusses beitragen. Außerdem dienen sie als Zwischenspeicher von Regenwasser (Steigerung der Effektivität z. B. durch optimale Substratauflage).

Durch die aus Gründächern resultierende Abflussverzögerung ist eine kleinere Dimensionierung des Mulden-Rigolen-Systems möglich. Bei einer Dachbegrünung könnte der bestehende Vorfluter ausreichend sein. Hierfür muss nach Rücksprache mit der Wasserrechtsbehörde ein Nachweis geführt werden.

Außerdem bieten begrünte Dachflächen einen Schutz vor Wärmestrahlung und dienen zur Schall- und Wärmedämmung. Ebenso schützen sie die Dachabdichtung des Objektes und verlängern die Lebensdauer. Aus ökologischer Sicht bieten begrünte Dächer einen zusätzlichen Lebensraum für Pflanzen und Tiere.

Fassadenbegrünung

Die Begrünung von Fassaden kann ebenfalls zur Speicherung und Rückhaltung von Niederschlagswasser in Gebieten beitragen. Zur Wasserversorgung der verwendeten Pflanzen in trockenen kann Grauwasser genutzt werden, das vorher über modulartige Paneele aufgenommen und gereinigt wird. Das spart Trinkwasser und mindert die Abwassermenge.

Außerdem entsteht durch die Verdunstung der Fassadenbegrünung ein Kühleffekt in unmittelbarer Umgebung der Fassade. Des Weiteren führt sie zu einer Verminderung der Aufheizung der Oberflächentemperatur, wodurch u.a. auch der thermische Komfort im Gebäudeinneren verbessert wird.

3.4 Vorzugsvariante

In dieser Studie wurden drei mögliche Entwässerungskonzepte (siehe 3.1) untersucht und vorgestellt, die sowohl wasserwirtschaftliche als auch monetäre Aspekte betrachtet. Da es viele Möglichkeiten für die Entwässerung von Verkehrsflächen und Grundstücken gibt wurden diese ebenfalls in 3.3 erläutert.

Bei einem Abstimmungstermin mit der Stadt Limburg am 25.10.22 wurden die drei Varianten vorgestellt. Ergebnis der Besprechung war, dass die Entwässerung im Trennsystem erfolgen soll. Daher kommt nur eine Variante mit Rückhalt, Verdunstung und Versickerung in Frage.

Als Entwässerungssystem wurde die nachfolgende Vorzugsvariante herausgearbeitet. Plangrundlage ist das städtebauliche Grobkonzept Variante 1 vom 18.01.2023. Die Entwässerung erfolgt im Trennsystem. Das häusliche Schmutzwasser wird über einen Schmutzwasserkanal abgeleitet.

Das auf den Grundstücken und auf den Verkehrsflächen anfallende Regenwasser wird über eine Mulden-Rigolen-System entwässert. Das Regenwasser wird in Mulden geleitet und kann dort bereits verdunsten. Durch eine belebte Bodenschicht wird das Wasser in eine unter den Mulden liegende Rigole geleitet. Dort wird es zurückgehalten und versickert langsam.

Durch dieses System wird das Prinzip der Schwammstadt angestrebt. Anfallendes Regenwasser soll lokal aufgenommen, gespeichert, verdunstet und versickert werden, anstatt es direkt der Kanalisation zuzuführen.



Abbildung 16: Entwässerung Vorzugsvariante

Ziel ist es, das innerhalb der allgemeinen Wohngebiete sowie im Mischgebiet auf den privaten Grundstücksflächen anfallende, nicht schädlich verunreinigte Niederschlagswasser ist bis zu einem 10-jährlichen Regenereignis vollständig durch ein Mulden-, Mulden-Rigolensysteme oder andere Maßnahmen gleicher Wirkung auf dem jeweiligen Baugrundstück zurückzuhalten, zu verdunsten und zu versickern – soweit wasserrechtliche Belange nicht entgegenstehen. Die Bemessung muss gemäß DIN1986/100 erfolgen.

Bei einem Starkregenereignis (> 10 jährliches Regenereignis) ist der Notüberlauf auf die am Grundstück angrenzende Straßenfläche abzuleiten. Von dort wird das Wasser über das straßenbegleitende Mulden-Rigolen-System (Grünbuchten, Baumbeete, Grünachsen) in Richtung Vorflut abgeleitet.

Die Verkehrsflächen werden ebenfalls in das straßenbegleitende Mulden-Rigolen-System (Grünbuchten, Baumbeete, Grünachsen) entwässert.

3.4.1 Hydraulische Berechnung

Die Versiegelung von Böden, sei es durch Befestigung (z. B. mit Pflaster, Beton oder Asphalt) oder durch Bebauung, erhöht den zum Abfluss kommenden Anteil von Niederschlägen. Hinzu kommt die schnellere Ableitung dieser Abflüsse in „hydraulisch glatten“ Kanalnetzen oder Grabensystemen. Beides trägt dazu bei, dass Abflussspitzen bei Starkregen höher sind als in vergleichbaren unbebauten Gebieten. Da Entwässerungssysteme immer eine begrenzte Kapazität haben, führt eine fortschreitende Versiegelung und Nachverdichtung im Laufe der Zeit zu stärkeren Überflutungen.

Insofern können alle Maßnahmen, die diesen Effekten entgegenwirken, grundsätzlich auch zur Reduzierung von Überflutungsrisiken beitragen. Flächen, die nicht befestigt oder nur teilbefestigt werden (z. B. durch Rasengittersteine, wasserdurchlässige Pflasterbeläge), liefern weniger Abfluss und entlasten somit das Entwässerungssysteme. Gleiches gilt auch für begrünte Flächen. Diese Abflussreduzierung wirkt sich positiv im Hinblick auf Überflutungen infolge von Starkregen aus.

Der Effekt der Abflussreduzierung hängt stark vom Aufbau der jeweiligen Maßnahme und den örtlichen Bedingungen ab. Z. B. können Dachgärten ggf. auch Extremniederschläge vollständig zurückhalten, während extensive Dachbegrünungen bereits bei „normalen“ Regenereignissen einen Abfluss liefern.

Die beispielhafte überschlägige hydraulische Berechnung hat folgende Daten zugrunde liegen:

Gesamtfläche Einzugsgebiet A_E [m ²] ca.	~ 87.500 m ²
Summe undurchlässige Fläche A_u [m ²] ca.	~ 34.000 m ²
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Ψ_m [-] ca.	0,39

Folgende Annahmen wurden für eine überschlägige Mulden-Rigolen-Bemessung getroffen:

- alle Einfamilienhäuser verfügen über ein geneigtes Flachdach oder ein Schrägdach mit einem Abflussbeiwert von 1,0
- Alle Doppelhäuser und Mehrfamilienhäuser verfügen über ein begrüntes Dach mit einer Humusdicke von <10cm Aufbau mit einem Abflussbeiwert von 0,5
- Verkehrsflächen werden mit einem Abflussbeiwert von 1,0 angesetzt
- private Gärten und öffentliche Grünflächen haben einen mittleren Abflussbeiwert von 0,1; hier ließe sich noch auf 0,0 reduzieren
- aus dem Geotechnischen Bericht „Töpfer Erde“ geht hervor, dass es sich beim Untergrund um feinsandigen tonigen Boden handelt, daher wird auch in diesem Planungsgebiet angenommen, dass es sich um einen eher schwach durchlässigen Boden mit einem mittleren k_r -Wert von $1 \cdot 10^{-6}$ m/s handelt.

Grundsätzlich ist bei den nachfolgenden Dimensionierungsbeispielen auf eine dezentrale Verteilung der versickerungsfähigen Flächen zu achten. Diese geht einher mit der Höhenplanung des Planungsgebiets. Nur so kann das Überflutungsrisiko so gering wie möglich gehalten werden.

Hieraus ergibt sich folgende Dimensionierung bei einer maximalen Einstautiefe der Mulden von 0,3m von:

erforderliche mittlere Versickerungsfläche	A_s	~ 7.500	m^2
Speichervolumen der Mulde	V	~ 2.250	m^3
Rigolen-Speichervolumen	V	~ 870	m^3
gewählte Mulden-Einstautiefe	z_M	0,30	m
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone	k_f	1,0E-06	m/s
Bemessung Mulden Jährlichkeit	n	1	
Bemessung Rigolen Jährlichkeit	n	10	r
Zuschlagsfaktor	f_z	1,20	-

* unter Verwendungen einer Wiederkehrzeit von 1 bzw. 10 Jahren; in den zugrunde gelegten Regendaten ist der Toleranzzuschlag von 10% bzw. 15% enthalten.

3.4.1.1 Teilbereich Verkehrsflächen

Gesamtfläche Einzugsgebiet $A_E [m^2]$ ca.	~ 14.800 m^2
Summe undurchlässige Fläche $A_u [m^2]$ ca.	~ 14.800 m^2
resultierender mittlerer Abflussbeiwert $\Psi_m [-]$ ca.	1,00

Hieraus ergibt sich folgende beispielhafte Dimensionierung bei einer maximalen Einstautiefe der Mulden von 0,3m von:

erforderliche mittlere Versickerungsfläche	A_s	~ 2.400	m^2
Speichervolumen der Mulde	V	~ 720	m^3
Rigolen-Speichervolumen	V	~ 350	m^3
gewählte Mulden-Einstautiefe	z_M	0,30	m
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone	k_f	1,0E-06	m/s
Bemessung Mulden Jährlichkeit	n	1	
Bemessung Rigolen Jährlichkeit	n	5	r
Zuschlagsfaktor	f_z	1,20	-

* unter Verwendungen einer Wiederkehrzeit von 1 bzw. 5 Jahren; in den zugrunde gelegten Regendaten ist der Toleranzzuschlag von 10% enthalten.

3.4.1.2 Teilbereich Grundstücksflächen

Gesamtfläche Einzugsgebiet $A_E [m^2]$ ca.	~ 72.700 m^2
Summe undurchlässige Fläche $A_u [m^2]$ ca.	~ 18.900 m^2
resultierender mittlerer Abflussbeiwert $\Psi_m [-]$ ca.	0,26

Hieraus ergibt sich folgende beispielhafte Dimensionierung bei einer maximalen Einstautiefe der Mulden von 0,3m von:

erforderliche mittlere Versickerungsfläche	A_s	~ 3.900	m^2
Speichervolumen der Mulde	V	~ 1.170	m^3
Rigolen-Speichervolumen	V	~ 560	m^3
gewählte Mulden-Einstautiefe	z_M	0,30	m
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone	k_f	1,0E-06	m/s
Bemessung Mulden Jährlichkeit	n	1	
Bemessung Rigolen Jährlichkeit	n	10	r
Zuschlagsfaktor	f_z	1,20	-

* unter Verwendungen einer Wiederkehrzeit von 1 bzw. 10 Jahren; in den zugrunde gelegten Regendaten ist der Toleranzzuschlag von 10% bzw. 15% enthalten.

3.4.1.3 Starkregennachweis

Für Grundstücke > 800 m² abflusswirksamer Fläche ist laut DIN 1986-100 ein Sicherheitsnachweis gegen schadlose Überflutung mit einem mindestens 30-jährigem Regenereignis zu führen. Empfehlenswert ist zusätzlich ein Überflutungsnachweise mit Abflusssimulationsmodellen.

Liegt der Anteil der Dachflächen und nicht schadlos überflutbaren Flächen (z. B. auch Innenhöfe) über 70%, so ist die Überflutungsprüfung für ein 100-jähriges Regenereignis durchzuführen.

3.4.2 Geländemodellierung

Grundsätzlich soll das Niederschlagswasser auf dem Planungsgebiet zurückgehalten werden. Nur im Starkregenfall ist eine Ableitung in Richtung Linterbach notwendig. Um das Überflutungsrisiko so gering wie möglich zu halten ist es wichtig ein Gefälle zu schaffen, welches das Wasser in die Mulden leitet und bei Einstau des Mulden-Rigolen-Systems einen Abfluss in Richtung Nordosten (Linterbach) ermöglicht.

Um das Niederschlagswasser den Mulden zuzuführen und passende Fließrichtungen zu schaffen, sind Geländemodellierungen durchzuführen. Für die weitere Planung ist es außerdem zwingend erforderlich ein Höhenmodell der Straßen zu entwickeln. Die Straßenplanung muss so organisiert werden, dass das straßenbegleitende Mulden-Rigolen-System die Fließrichtung in Richtung Nordosten hat. So kann bei Einstau im Starkregenfall das Überflutungsrisiko minimiert werden.

Für das Ingenieurbauwerk Entwässerung wurde ein Entwässerungsgrobkonzept. Daraus leitet sich ab, dass eine Überprüfung des Starkregenereignisses erforderlich wird.

Dies kann in Stufe 1 über das geplante Höhenmodell erfolgen. Sollte dies nicht ausreichend sein, dann empfehlen wir in Stufe 2 eine Simulation des Starkregens über ein 1D/2D gekoppeltes Rechnetz gemäß DWA-M 119, um die laterale Ausbildung des Niederschlagsereignisses zu überprüfen. Diese Leistung stellt gemäß HOAI eine besondere Leistung dar.

Hinweis

Zusätzlich empfehlen wir über ein Bodenmanagement nachzudenken. Durch ein optimales Bodenmanagement können sowohl Kosten als auch Ressourcen gespart werden. Bodenaushub, der bei der Herstellung von einfachen Baugruben und linienförmigen Kanalbau- und Renaturierungsmaßnahmen anfällt, kann wiederverwertet werden. Hier gilt der Grundsatz: "Verwertung vor Beseitigung/Deponierung".

Voraussetzung hierfür ist die genaue Kenntnis der bodenmechanischen Eigenschaften der anfallenden Chargen und die eindeutige Deklaration und Abgrenzung anhand von chemischen Analysedaten. Hierfür ist ein Geologische Gutachten zwingend erforderlich.

Ziel sollte es sein, den größten gemeinsamen Nenner zwischen der Topographie des Planungsgebiets und den geplanten Bauvorhaben zu finden.