

Entwässerungsstudie

Geilenkirchen-Lindern, LEP VI

Erläuterungsbericht
Februar 2023 | 1. Ausfertigung
Projektnummer:
0256 001



TUTTAHS & MEYER
INGENIEURGESELLSCHAFT
für Wasser-, Abwasser- und Energiewirtschaft mbH



Entwässerungsstudie

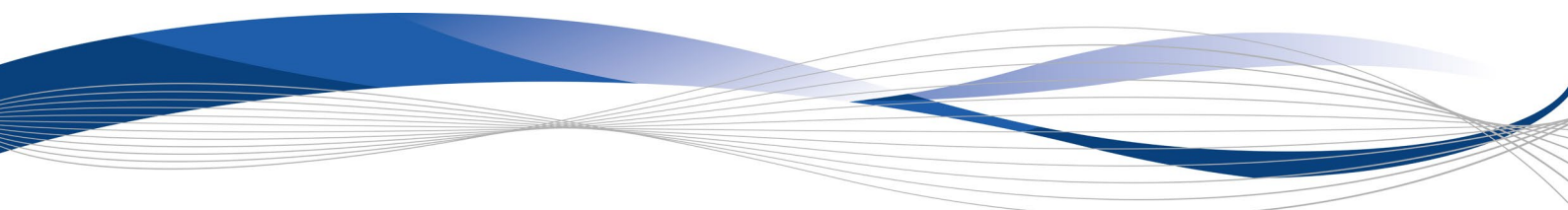
Geilenkirchen-Lindern, LEP VI

Erläuterungsbericht
Februar 2023 | 1. Ausfertigung
Projektnummer:
0256 001

Aufgestellt:
Aachen, im Februar 2023

Auftraggeber: Future Site InWEST GmbH

Prof. Dr.-Ing. Markus Schröder



Gesamtinhaltsverzeichnis**Mappe 1****I Schriftlicher Teil****Teil A: Erläuterungsbericht****II Zeichnerische Darstellungen**

Blatt	Bezeichnung	Maßstab	Blatt-Nr.
1	Übersichtsplan Abwasserleitungen	1 : 10 000	025 009 01 03

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Aufgabenstellung	1
1.1	Veranlassung	1
1.2	Gegenstand der Planung	1
2	Örtliche Verhältnisse	4
2.1	Geländeverlauf/Fließwege	4
2.2	Vorfluterverhältnisse	6
2.3	Überschwemmungsgebiete/Hochwasserrisiko	7
2.4	Untergrundverhältnis	8
2.5	Restriktionen im Planungsgebiet.....	11
3	Entwässerungsverfahren und Entwässerungssystem	14
3.1	Schmutzwasseranfall und -beschaffenheit.....	14
3.1.1	Schmutz-/Mischwasserentsorgung	16
3.1.2	Ableitung Schmutz-/Mischwassers ins bestehende Kanalnetz	16
3.1.3	Ableitung Schmutz-/Mischwassers direkt zur Kläranlage	16
3.2	Regenwasseranfall und -beschaffenheit	19
3.2.1	Variante 1 – 0% Gründächer.....	20
3.2.2	Variante 2 – 30% Gründächer.....	22
3.2.3	Variante 3 – 50% Gründach.....	24
3.2.4	Möglichkeiten zur Regenwasserableitung.....	26
3.2.5	Einleitung in den Vorfluter	26
3.2.6	Notentlastung	27
4	Vorbemessung der erforderlichen Versickerungsanlagen, Regenrückhalteräume, Entwässerungssystem.....	27
4.1	Regenrückhalteräume für die Dachentwässerung	27
4.1.1	Variante 1 – 0% Gründächer.....	27
4.1.2	Variante 2 – 30% Gründächer.....	28

4.1.3	Variante 3 – 50% Gründächer.....	29
4.2	Versickerungsanlage für die Dachentwässerung.....	29
4.2.1	Variante 1 – 0% Gründächer.....	32
4.2.2	Variante 2 – 30% Gründächer.....	32
4.2.3	Variante 3 – 50% Gründächer.....	33
4.3	Retentionsbodenfilter für die Vorbehandlung der behandlungsbedürftigen Regenwasserabflüsse.....	34
4.4	Weitere Rückhaltungsmöglichkeiten im Planungsgebiet	35
5	Geländeuntersuchung / Geländemodellierung.....	36
6	Kanaltrassen	40
7	Vorläufige Kostenannahme	40
7.1	Variante 1 – 0% Gründächer.....	41
7.2	Variante 2 – 30% Gründächer.....	45
7.3	Variante 3 – 50% Gründächer.....	49
8	Zusammenfassung.....	53

Bildverzeichnis

Bild 1:	Strukturkonzept 2 (HJPplaner, 2022).....	1
Bild 2:	Strukturkonzept 8 (HJPplaner, 2023).....	2
Bild 3:	Verkehrskonzept vom Strukturkonzept 2 (HJPplaner, 2022)	3
Bild 4:	Verkehrskonzept vom Strukturkonzept 8 (HJPplaner, 2022)	3
Bild 5:	Höhenprofil.....	4
Bild 6:	Fließwege Schrittweite 25 m	5
Bild 7:	Fließwege Schrittweite 250 m	6
Bild 8:	Gewässerübersicht (ELWAS-WEB)	7
Bild 9:	Hochwassergefahrenkarten, Mittlere Wahrscheinlichkeit HQ ₁₀₀ , (ELWAS-WEB)	8
Bild 10:	Bohrplan der Baugrunduntersuchungen (Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH, 2022)	9
Bild 11:	Erkundungsfelder der Baugrunduntersuchung (Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH, 2022)	10

Bild 12:	Landschaftsschutzgebiet und Biotopfläche.....	11
Bild 13:	Bodendenkmäler (Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH, 2022)	12
Bild 14:	Karte des Kampfmittelbeseitigungsdiensts mit Markierung der zu überprüfenden Bereiche (Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH, 2022)	13
Bild 15:	Variantendarstellung zur Schmutz-/Mischwasserentsorgung	16
Bild 16:	Möglicher Trassenverlauf von der LEP-Fläche bis zur KA Flahstraß	17
Bild 17:	Möglicher Trassenverlauf von der LEP-Fläche bis zur KA Linnich	18
Bild 18:	Niederschlagsspende nach DIN 1986-100 für Lindern (NW).....	20
Bild 19:	Erste Abschätzung der möglich angeschlossenen Dach- und Straßenflächen (Variante 1)	20
Bild 20:	Geschätzter Regenwasserabfluss von Dachflächen (Variante 1).....	21
Bild 21:	Geschätzter Regenwasserabfluss von Straßenflächen (Variante 1)	21
Bild 22:	Erste Abschätzung der möglich angeschlossenen Dach- und Straßenflächen (Variante 2)	22
Bild 23:	Geschätzter Regenwasserabfluss von Dachflächen (Variante 2).....	23
Bild 24:	Geschätzter Regenwasserabfluss von Straßenflächen (Variante 2)	23
Bild 25:	Erste Abschätzung der möglich angeschlossenen Dach- und Straßenflächen (Variante 2)	24
Bild 26:	Geschätzter Regenwasserabfluss von Dachflächen (Variante 2).....	25
Bild 27:	Geschätzter Regenwasserabfluss von Straßenflächen (Variante 2)	25
Bild 28:	Schematische Darstellung der Möglichkeiten zur Regenwasserableitung beim modifizierten Trennsystem	26
Bild 29:	Potentielle Retentions- bzw. Versickerungsflächen	30
Bild 30:	Auswertung der Durchlässigkeit nach DWA-A 138 für Versickerung in oberflächennahe Schichten.....	31
Bild 31:	Übersicht Abwasserableitung.....	36
Bild 32:	Sammelleitung gesamt.....	37
Bild 33:	Vorhabenverbund 1.....	38
Bild 34:	Vorhabenverbund 2.....	38
Bild 35:	Vorhabenverbund 3.....	39
Bild 36:	Sammelleitung bis KA Linnich.....	39
Bild 37:	Vorläufige Kostenannahmen der verschiedenen Varianten zur Entwässerung der LEP-Fläche Variante 1 – 0% Gründächer.....	44
Bild 38:	Vorläufige Kostenannahmen der verschiedenen Varianten zur Entwässerung der LEP-Fläche Variante 2 – 30% Gründächer.....	48

Bild 39:	Vorläufige Kostenannahmen der verschiedenen Varianten zur Entwässerung der LEP-Fläche Variante 3 – 50% Gründächer	52
Bild 40:	Schematische Darstellung des Ablaufs der Vorarbeiten für die Planung einer Kläranlage	54

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Zu erwartender Trockenwetterabfluss nach DWA-A 118 beim modifizierten Trennsystem	15
Tabelle 2:	Zu erwartender Trockenwetterabfluss nach DWA-A 118 beim modifizierten Mischsystem	15
Tabelle 3:	Zusammenstellung der erforderliche Regenrückhalteräume für die Entwässerung der Dachflächen (Variante 1)	28
Tabelle 4:	Zusammenstellung der erforderliche Regenrückhalteräume für die Entwässerung der Dachflächen (Variante 2)	29
Tabelle 5:	Zusammenstellung der erforderlichen Regenrückhalteräume für die Entwässerung der Dachflächen (Variante 2)	29
Tabelle 6:	Benötigter Retentionsraum, versickerungswirksame Fläche für die Niederschlagswasserversickerung (Variante 1, 5-jährliches Regenereignis)	32
Tabelle 7:	Benötigter Retentionsraum, für das Niederschlagswasser (Variante 1, 100-jährliches Regenereignis).....	32
Tabelle 8:	Benötigter Retentionsraum, versickerungswirksame Fläche für die Niederschlagswasserversickerung (Variante 2, 5-jährliches Regenereignis)	32
Tabelle 9:	Benötigter Retentionsraum, für das Niederschlagswasser (Variante 2, 100-jährliches Regenereignis).....	33
Tabelle 10:	Benötigter Retentionsraum, versickerungswirksame Fläche für die Niederschlagswasserversickerung (Variante 1, 5-jährliches Regenereignis)	33
Tabelle 11:	Benötigter Retentionsraum, für das Niederschlagswasser (Variante 1, 100-jährliches Regenereignis).....	33
Tabelle 12:	Vorbemessung der Retentionsbodenfilter gemäß Retentionsbodenfilterhandbuch, 2015	35
Tabelle 13:	Vorläufige Kostenannahme der Regenrückhaltemulde Variante1	42
Tabelle 14:	Vorläufige Kostenannahme der Regenrückhaltemulden Variante 2	46
Tabelle 15:	Vorläufige Kostenannahme der Regenrückhaltemulden Variante 3	50

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

1.1 Veranlassung

Im Landesentwicklungsplan NRW wird in Geilenkirchen-Lindern eine Fläche von rund 256 ha für flächenintensive industrielle Großvorhaben vorgesehen.

Im November 2022 wurde die TUTTAHS & MEYER Ingenieurgesellschaft mbH von der FSI GmbH mit der Erstellung einer Entwässerungsstudie für LEP-Fläche in Geilenkirchen-Lindern beauftragt. In der Entwässerungsstudie soll in einem ersten Schritt geklärt werden, unter welchen Voraussetzungen eine Entwässerung der LEP-Fläche erfolgen kann.

1.2 Gegenstand der Planung

Durch HJPplaner Aachen wurden zwei Konzepte erarbeitet, für welche eine Entwässerungsstudie erstellt werden soll. Die beiden Strukturkonzepte unterscheiden sich in der Flächenaufteilung (siehe Bild 1 und Bild 2). Beim Strukturkonzept 2 wurde die Fläche so optimiert, dass möglichst viel Fläche für die Gewerbenutzung zur Verfügung steht. Dahingegen wurden die Flächen beim Strukturkonzept 8 so angeordnet, dass eine Verknüpfung des Ortsteils Lindern mit der Vorhabenfläche möglich ist. Die Flächen, die zur gewerblichen Nutzung zur Verfügung stehen, sind im Vergleich zu Konzept 2 geringfügig weniger. In beiden Varianten wurde die Fläche in jeweils drei Vorhabenverbünde aufgeteilt, welche nacheinander erschlossen werden sollen.



Bild 1: Strukturkonzept 2 (HJPplaner, 2022)

Im Strukturkonzept 2 sind drei eigenständige Vorhabenverbünde vorgesehen. Der Bauabschnitt 1 hat eine Fläche von 79,33 ha, der Bauabschnitt 2 von 63,34 ha und der Bauabschnitt 3 von 42,86 ha. Die Grünflächen mit einer Fläche von 62,2 ha sind am Rand des Planungsgebietes sowie zwischen den einzelnen Bauabschnitten vorgesehen. Innerhalb der Bauabschnitte sind noch weitere Grünflächen geplant.



Bild 2: Strukturkonzept 8 (HJPplaner, 2023)

Im Strukturkonzept 8 sind ebenfalls drei eigenständige Vorhabenverbünde vorgesehen. Der Bauabschnitt 1 hat eine Fläche von 59,45 ha, der Bauabschnitt 2 81,11 ha und der Bauabschnitt 3 39,37 ha. Die Grünflächen mit einer Fläche von 64,5 ha sind am Rand des Planungsgebietes sowie zwischen den einzelnen Bauabschnitten vorgesehen. Innerhalb der Bauabschnitte sind noch weitere Grünflächen geplant.

Das Gebiet liegt nördlich des Stadtteils Geilenkirchen-Lindern und umfasst 256 ha. Die verkehrliche Erschließung erfolgt durch die südlich am Gebietsrand verlaufende Landesstraße L 364 und die das Entwicklungsgebiet teilende L 228. Des Weiteren verläuft südlich des Gebietes die Bahnstrecke Aachen-Düsseldorf mit dem Haltepunkt in Lindern. Der nächste Güterbahnhof liegt in 6 km Entfernung in Baal. Die Verkehrskonzepte für beide Strukturkonzepte sind im Bild 3 und Bild 4 dargestellt.



Bild 3: Verkehrskonzept vom Strukturkonzept 2 (HJPplaner, 2022)



Bild 4: Verkehrskonzept vom Strukturkonzept 8 (HJPplaner, 2022)

Gemäß dem Landesentwicklungsplan sind den LEP-VI Standorten flächenintensive industrielle Großvorhaben mit einer Mindestfläche von 50 ha vorbehalten. Die anzusiedelnden Betriebe müssen von besonderer Bedeutung für die wirtschaftliche Entwicklung des Landes NRW sein. Dazu zählen beispielsweise die Unternehmen des Automobil-, Maschinen- und Anlagenbaus, der pharmazeutischen, chemischen und Kunststoffindustrie, der Energie- und Regelungstechnik oder arbeitsintensive Veredelungsbetriebe des Logistikgewerbes.

Das Strukturkonzept 8 wurde von den Gesellschaftern der FSI GmbH als prioritär zu betrachten- des Konzept ausgewählt und dient somit als Grundlage für die Entwässerungsstudie. Deshalb wird nur dies im Folgenden weiter betrachtet.

2 Örtliche Verhältnisse

2.1 Geländeverlauf/Fließwege

Anhand der DGM Daten vom Vermessungsbüro Kroll wurde im Programm QGIS eine Rasterdatei des Geländes erstellt. Dafür wurde eine Triangulation der vorhandenen Höhendaten durchgeführt. Mit Hilfe des erstellten Rasters konnte der Geländeverlauf sowie die Fließwege ermittelt werden.

Das erstellte Höhenmodell ist in Bild 5 zu sehen. Aus diesem geht hervor, dass der südliche Bereich des Planungsgebietes höher gelegen ist als der nördliche.

Die natürliche Geländeneigung und damit verbundene Entwässerung ist überwiegend in Richtung Hilfarth ausgerichtet.

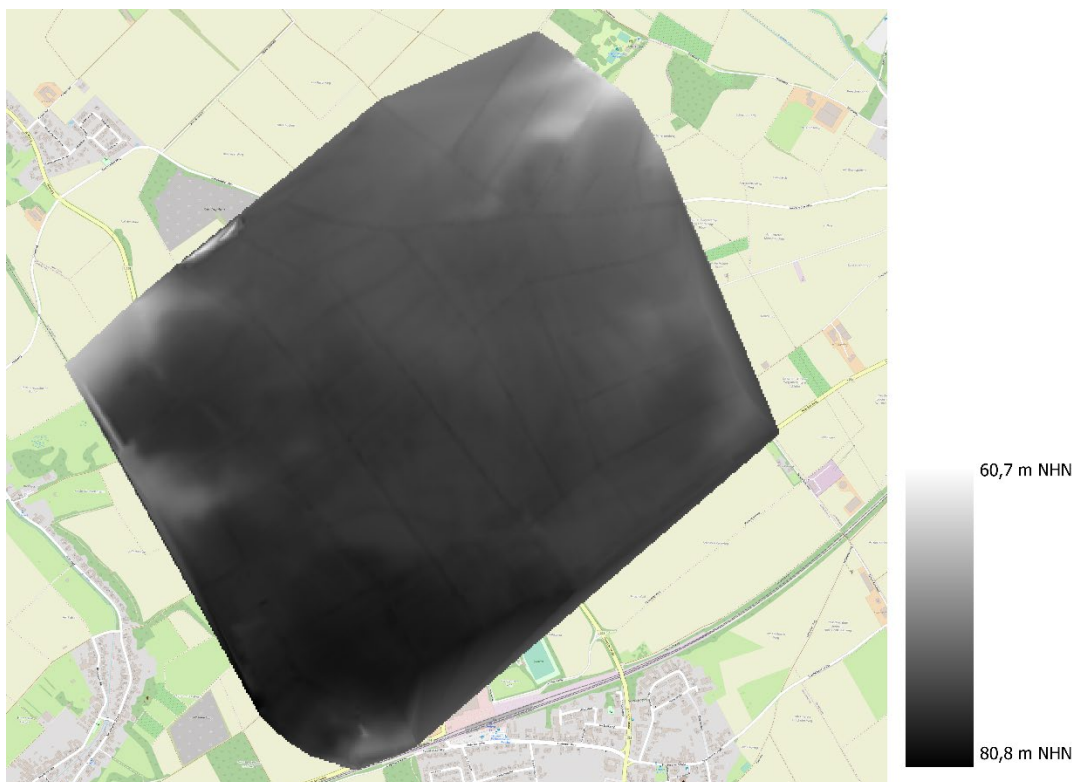


Bild 5: Höhenprofil

Für die Untersuchung des Oberflächenabflusses im Gebiet wurden anhand des digitalen Geländemodell Fließwege mit Hilfe von QGIS und dem SAGA Tool „Gradient vectors from surface“ ermittelt.

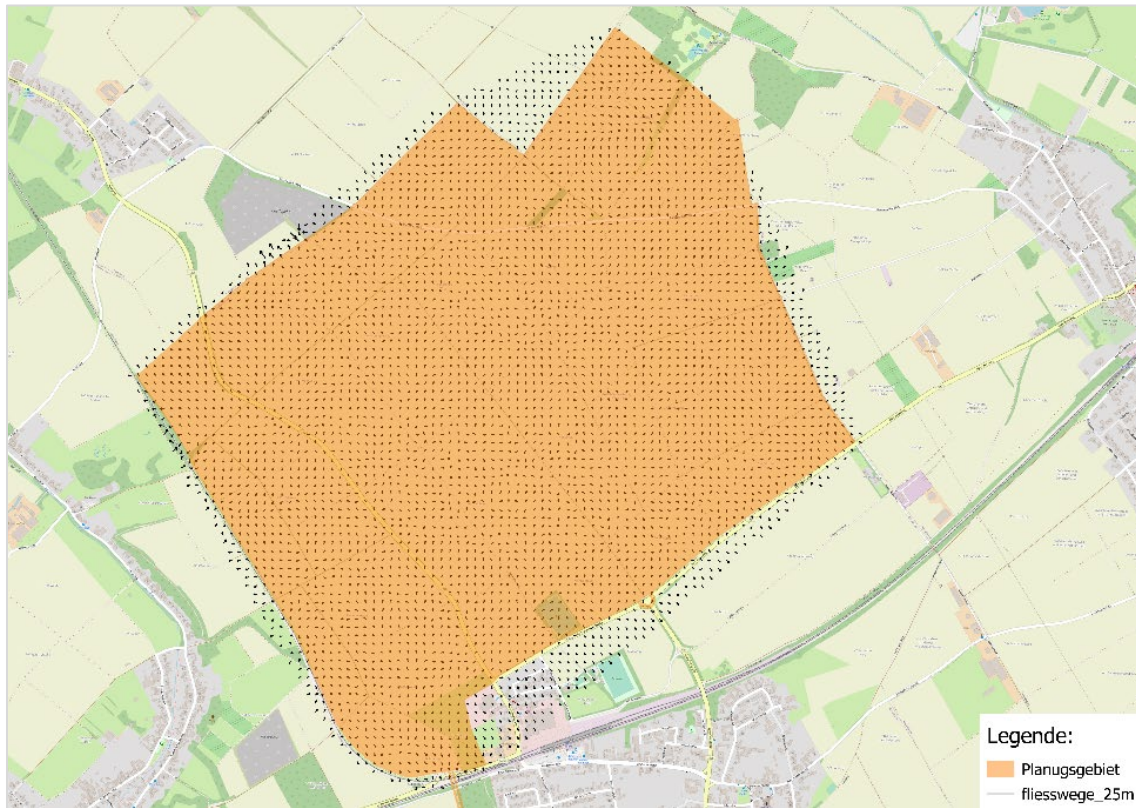


Bild 6: Fließwege Schrittweite 25 m

Das Bild 6 zeigt die gesamten Fließwege auf der Geländeoberfläche. Anhand dieser Modellierung wird ersichtlich, dass das Wasser von dem Geländehochpunkt südlich im Planungsgebiet zu den tiefer gelegenen Gebieten in Richtung Norden fließt. Um eine bessere Übersicht zu erhalten, wurde des Weiteren eine Betrachtung der Fließwege mit einer Schrittweite von 250 m durchgeführt, diese ist in Bild 7 zu sehen. Anhand diesem wird noch deutlicher, dass das Wasser aus dem Süden des Planungsgebietes überwiegend in Richtung Norden fließt.

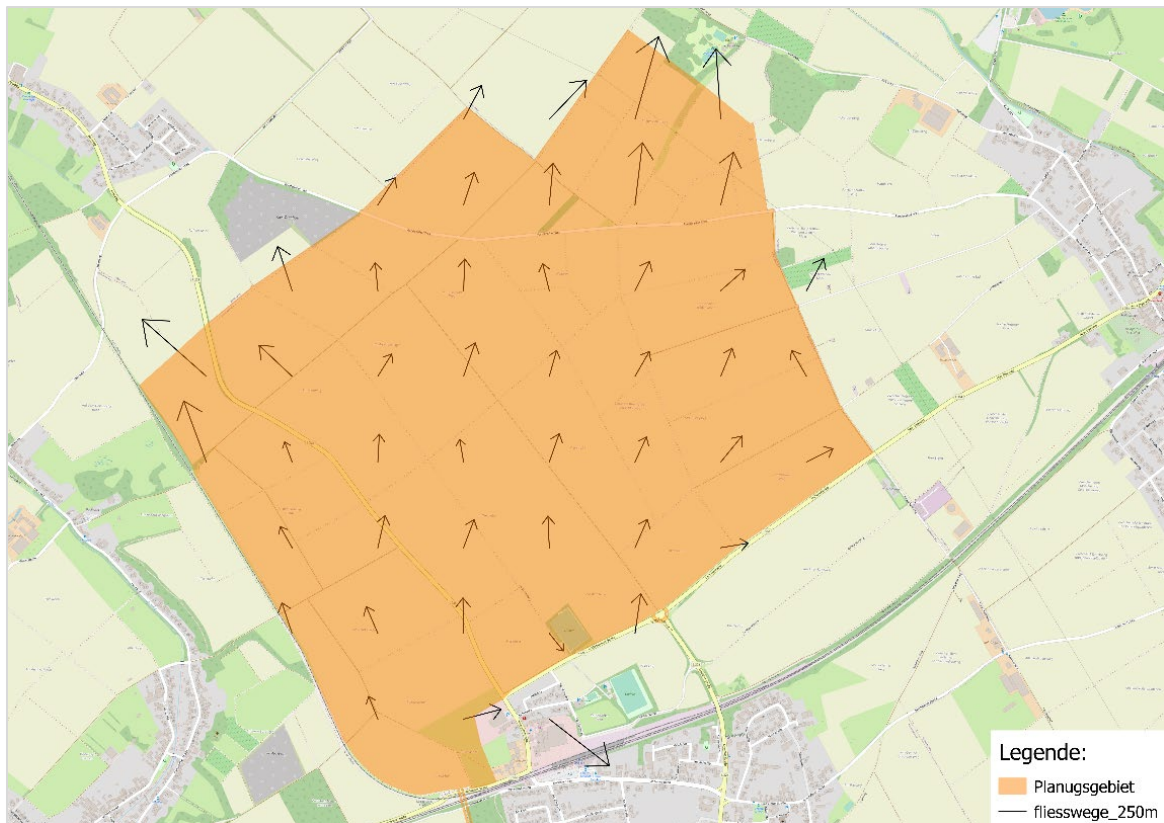


Bild 7: Fließwege Schrittweite 250 m

2.2 Vorfluterverhältnisse

In der Nähe des Planungsgebietes befinden sich die folgenden Gewässer:

- Beeckfließ
- Wurm
- Himmericher Fließ
- Diebsgraben
- Bracheler Fließ
- Mittelgraben
- Teichbach

Diese Gewässer sind in Bild 8 aufgezeigt.

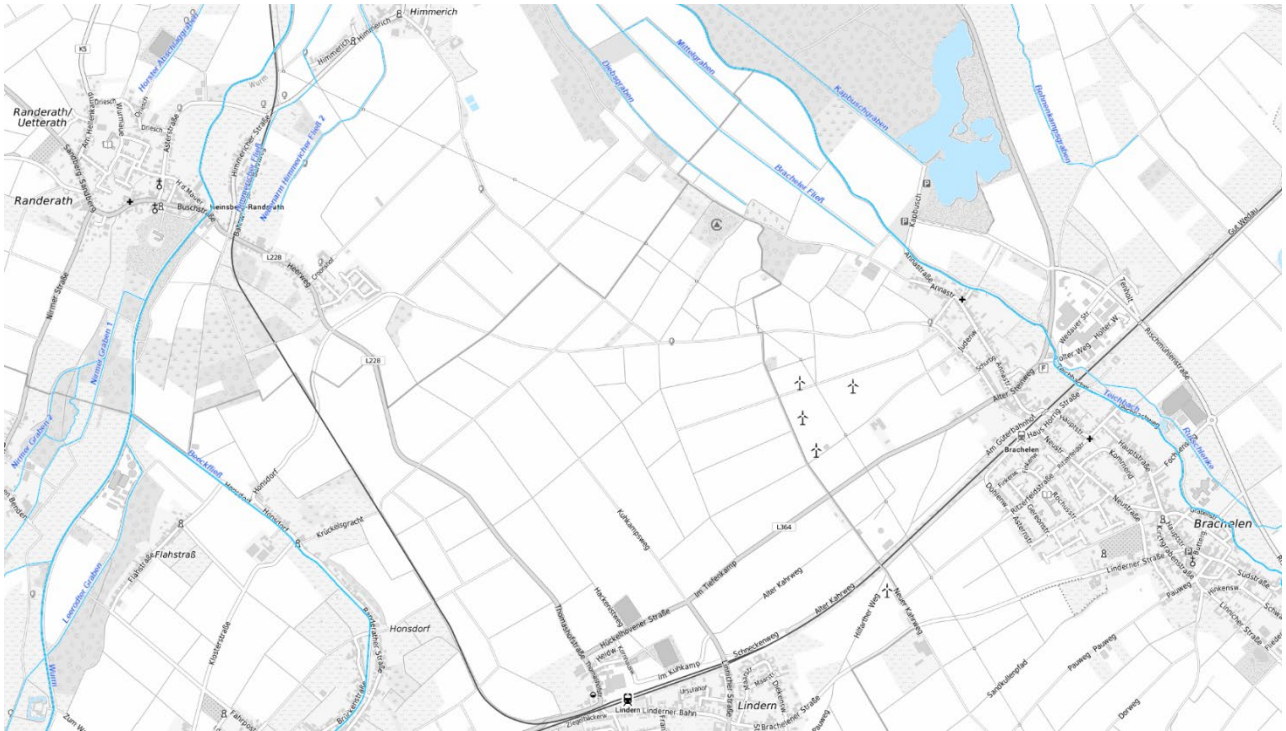


Bild 8: Gewässerübersicht (ELWAS-WEB)

2.3 Überschwemmungsgebiete/Hochwasserrisiko

Anhand der Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten (siehe Bild 9) sind im Planungsgebiet der LEP-Fläche keine Überschwemmungsgebiete bekannt. Für die mittlere Wahrscheinlichkeit HQ_{100} besteht ein Hochwasserrisiko an der westlich vom Planungsgebiet verlaufenden Wurm in Randerath und dem nordöstlich verlaufenden Teichbach. Für den Beeckfließ, Himmericher Fließ, Diebsgraben, Bracheler Fließ und den Mittelgraben liegen keine Hochwassergefahrenkarten vor.

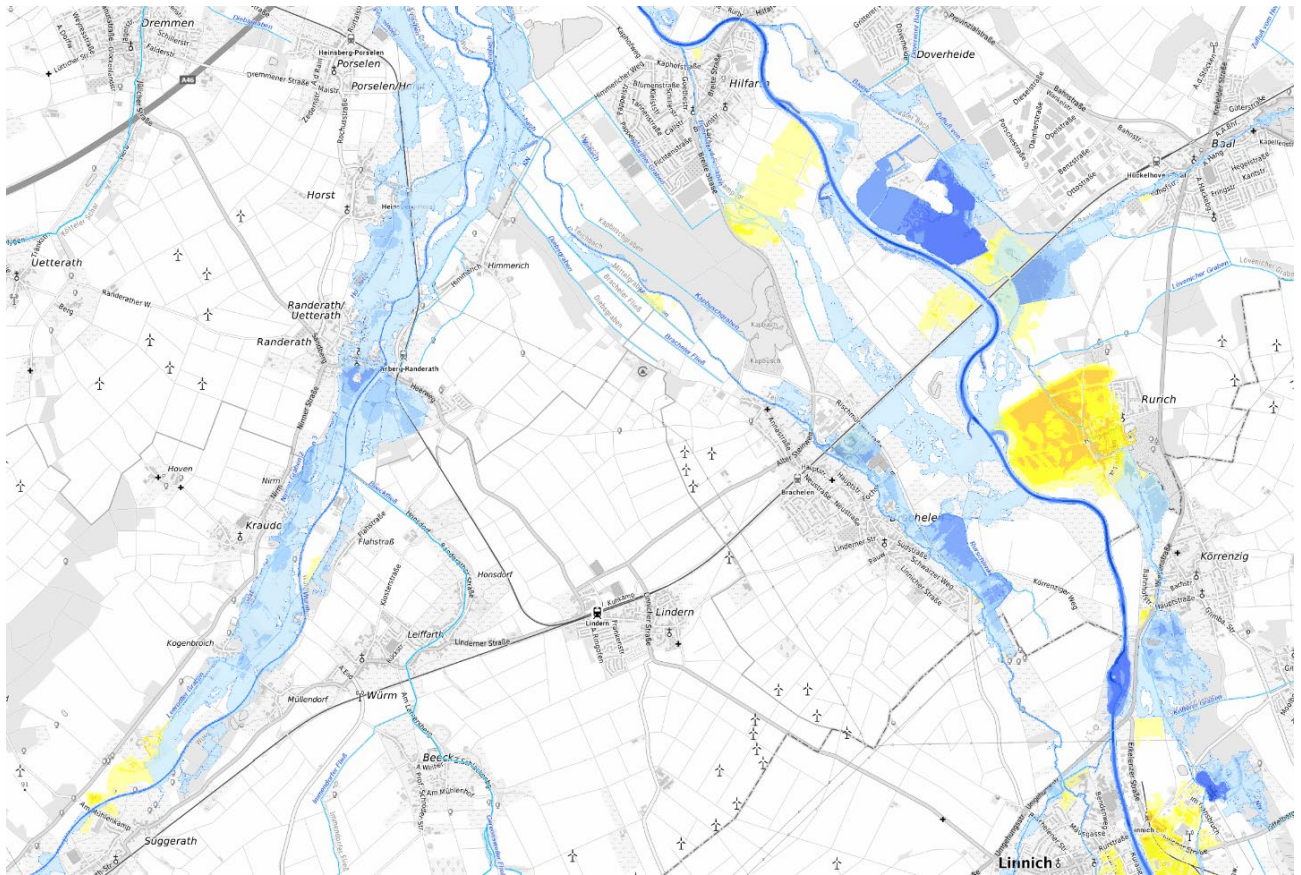


Bild 9: Hochwassergefahrenkarten, Mittlere Wahrscheinlichkeit HQ₁₀₀, (ELWAS-WEB)

2.4 Untergrundverhältnis

Für die LEP-Fläche wurde im August 2022 ein Baugrund- und Versickerungsgutachten von der Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH erstellt. In diesem Gutachten wurden insgesamt 43 Bohrungen in Tiefen von 4, 6 und 8 m unter GOK durchgeführt. Die Bohrungen wurden alle innerhalb der vorhandenen Feld- und Fahrwege durchgeführt. Um die Versickerungsfähigkeit des Bodens zu erkunden wurden 18 Bohrungen im zentralen und zwei Versickerungsversuche im östlichen Bereich durchgeführt. (Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH, 2022)

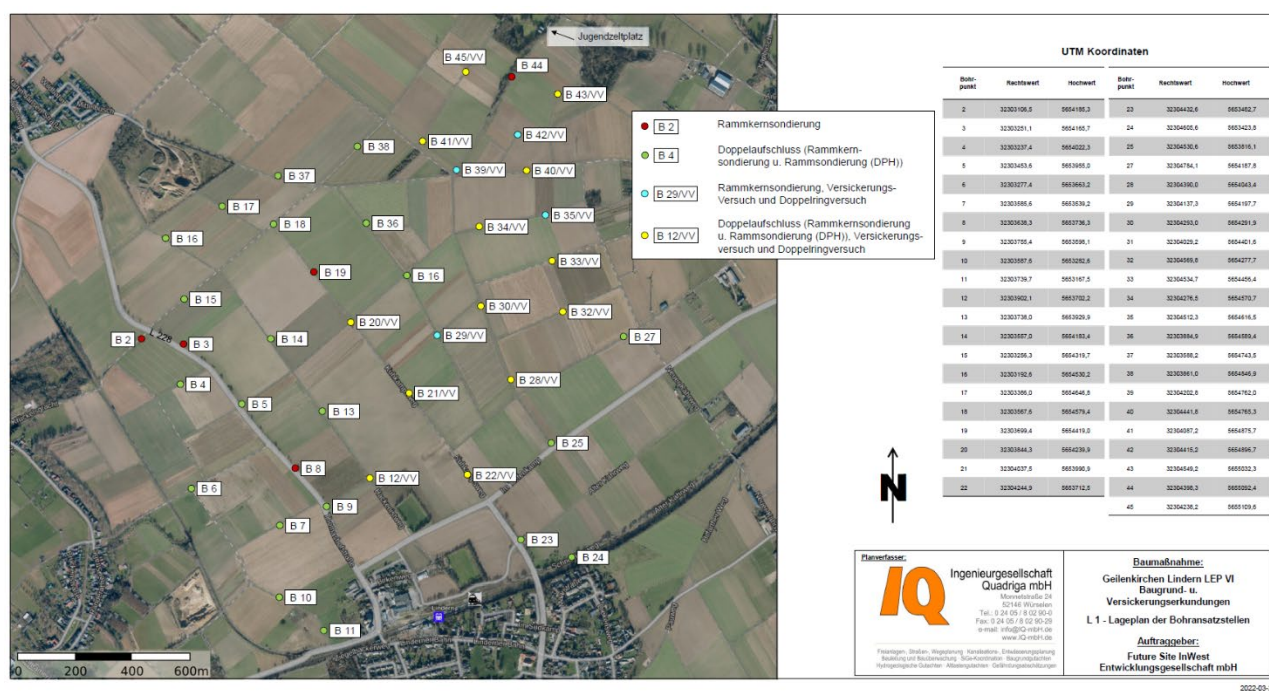


Bild 10: Bohrplan der Baugrunduntersuchungen (Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH, 2022)

Als oberste Lage wurde zunächst ein **Oberboden** festgestellt, diese Schicht ist 0,2 – 0,7 m mächtig. Die Schicht 1 besteht aus überwiegend schwach feinsandigen und schwach humosen Schluffen.

Unterhalb des Oberbodens wurde in einigen Bohrungen eine Auffüllung teils mit Fremd Beimengungen aufgeschlossen. Diese lassen sich in bindige und nichtbindige Auffüllungen unterteilen. Die **bindigen Auffüllungen** bestehen überwiegend aus weitgestuften Schluffböden mit Gemengeanteilen von Fein- bis Grobkorn. In allen bindigen Auffüllungen im Gebiet waren Fremd beimengungen wie Schlacke, Ziegel- und Betonbruch oder Kohle zu finden. Die Mächtigkeit der bindigen Auffüllungen variiert zwischen 0,2 – 0,7 m. Die **nicht bindigen Auffüllungen** befinden sich nur vereinzelt entlang der Gebietsgrenzen im Süden, am Ortseingang nahe der Linnicher Straße sowie im Nordosten nahe des Jugendzeltplatzes. Der aufgefüllte Boden besteht hauptsächlich aus sandigem Kies, in einigen Bohrungen wurden zusätzlich schluffige Anteile erkundet. Des Weiteren sind in fast allen Bohrungen Fremd beimengungen in Form von Schlackenschotter, Asphalt- und Ziegelbruch enthalten. In einer der Bohrungen waren zudem Metall-, Glas- und Styroporreste enthalten, welche den Altlastenverdacht am nordöstlichen Grenzpunkte des Projektgebietes bestätigen. Die Schicht erreicht eine Tiefe von 0,4 – 1,6 m GOK.

Die dritte angetroffene Schicht, welche sich unter den Auffüllungen oder dem humosen Oberboden befindet, ist ein **bindiger Horizont aus Löss/Lösslehm**. Diese Schicht besteht hauptsächlich aus feinsandigen Schluffen mit geringfügig variierenden Nebengemengenteilen von schwach toniger bis kiesiger Körnung. Die Liegendgrenze der Schicht wurde in allen Bohrungen durchteuft. In einer der Bohrungen reicht der Schluffboden bis in eine Tiefe von 7,0 m. Im westlichen Bereich des Projektgebietes wurde die Schichtgrenze bereits in 1,0 - 2,0 m u. GOK erreicht.

Unterhalb des bindigen Horizontes aus Löss/Lösslehm sind bis zur Endteufe grobkörnige Böden aufzufinden, welche sich den **Jüngeren Haupttrassen des Rheins** zuordnen lassen. Diese sind

als Sande und/oder sandige Kiese mit teils schwach schluffigen Kornanteilen in überwiegend dichter Lagerung aufgeschlossen.

In vier der Bohrungen wurden gemischtkörnige Böden in Form von kiesigen Sand-Schluff-Gemischen oder stark schluffigen Feinsanden aufgefunden, welche als **verlehnte Trassensedimente** anzusprechen sind. Diese bilden überwiegend den Übergangshorizont vom bindigen Lösslehm zur nicht bindigen Trasse oder sind in einzelnen Schichtpaketen in Wechsellagerung aufgeschlossen.

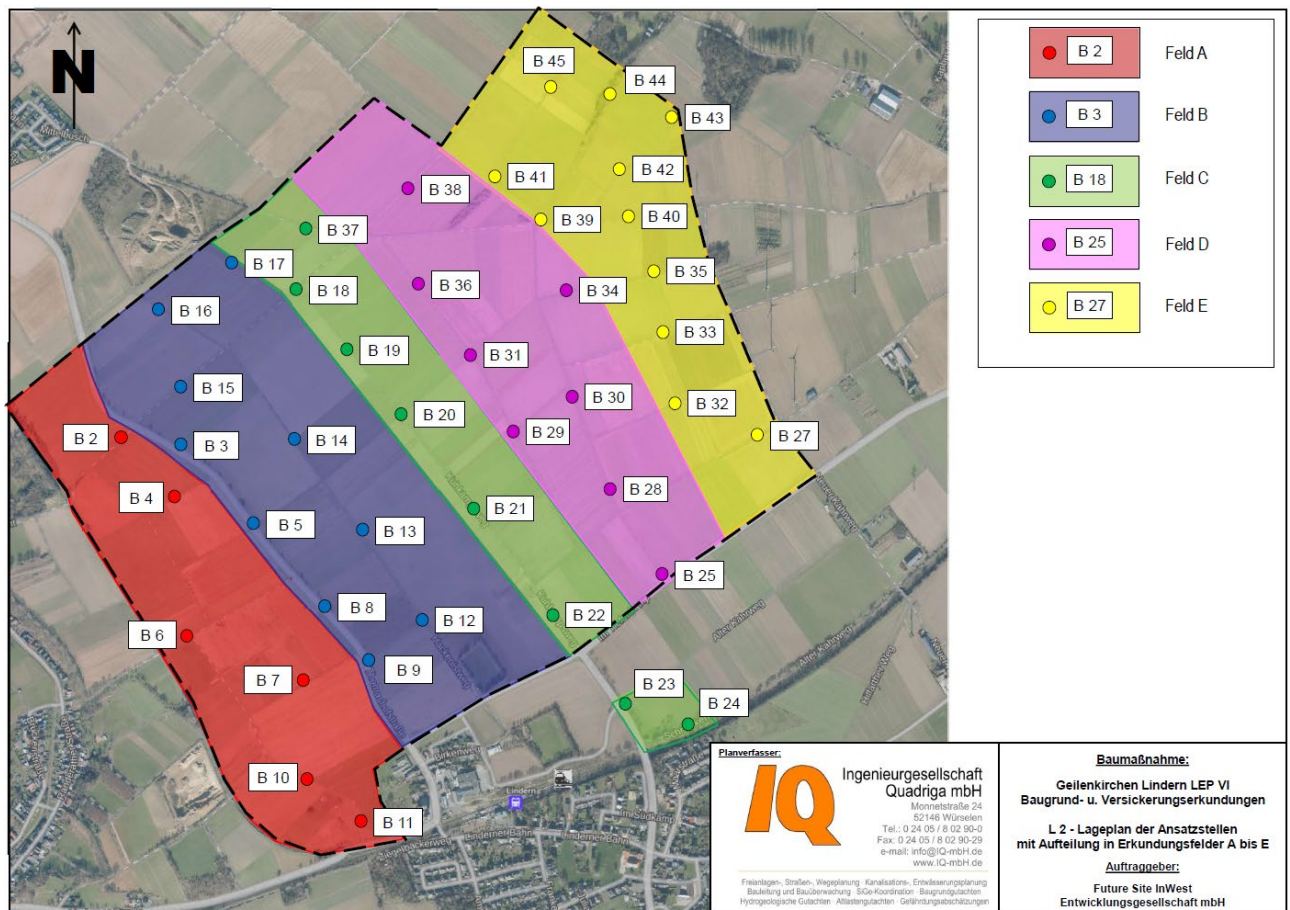


Bild 11: Erkundungsfelder der Baugrunduntersuchung (Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH, 2022)

Aus den Versickerungsversuchen geht hervor, dass die Schicht 3, die Lösslehm Böden, die geringsten Durchlässigkeiten erreicht. Von einer Versickerung innerhalb der Schicht 3 ist deshalb abzu-sehen. Als potenziell versickerungsfähige Schicht kann die Schicht 4 angesehen werden, diese besteht aus teils schluffigen Sanden und Kiesen aus den Jüngeren Haupttrassen des Rheins.

Aufgrund des in nordöstliche Richtung geneigten Geländeverlaufs ist im Falle einer geplanten Versickerungsanlage im Projektgebiet die Herstellung im Bereich Feld E innerhalb der Terrassensedimente (Schicht 4) zu bevorzugen. Dabei sollte ein Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 1 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ zur Dimensionierung der Versickerungsanlage angesetzt werden.

2.5 Restriktionen im Planungsgebiet

Schutzgebiete

Im Planungsgebiet sind bis auf ein Landschaftsschutzgebiet und Biotopflächen keine weiteren Schutzgebiete vorhanden. Es liegen ca. 26,3 ha der Planungsfläche im Landschaftsschutzgebiet. Die Biotopfläche liegt im nördlichen Teil des Planungsgebietes.

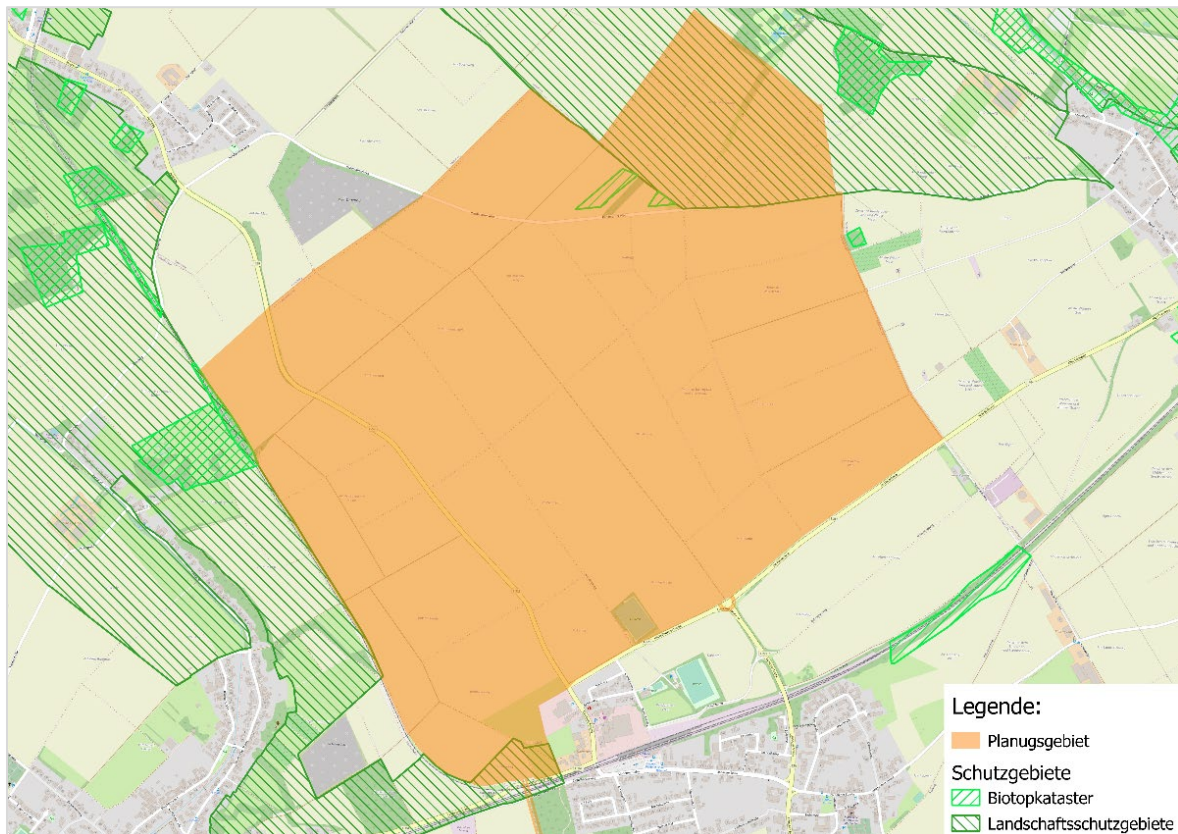


Bild 12: Landschaftsschutzgebiet und Biotopfläche

Bodendenkmäler

Im Planungsgebiet sind Fundorte für Siedlungstätigkeiten von der Römer- bis zur Neuzeit vorhanden. Des Weiteren befinden sich in dem Gebiet Fundamentreste von Bebauungen aus der Zeit des 1. Weltkrieges. Die Fundorte sind in der folgenden Abbildung dargestellt. (Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH, 2022)



Bild 13: Bodendenkmäler (Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH, 2022)

Hochspannungsfreileitungen

Durch das Planungsgebiet verläuft eine Hochspannungsfreileitung (110 kV). Diese befindet sich im nordöstlichen Bereich des Gebietes. Neben der Hochspannungsfreileitung ist ein Hochspannungsschutzbereich.

Tektonische Störzonen

Im Projektgebiet selbst sind keine tektonischen Störzonen durch die Kartierung ausgewiesen. (Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH, 2022)

Altlasten und Kampfmittel

Viele Bereiche des geplanten Erschließungsgebietes sind im Forschungsbericht des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit als Rüstungsaltslastenverdachtsstandorte erfasst. In einem Bericht des Kampfmittelbeseitigungsdienstes der Bezirksregierung Düsseldorf aus dem Jahre 2018 wurde die Überprüfung der zu überbauenden Flächen auf Kampfmittel in ausgewiesenen Bereichen des Projektgebietes empfohlen, diese sind in Bild 14 dargestellt. (Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH, 2022)

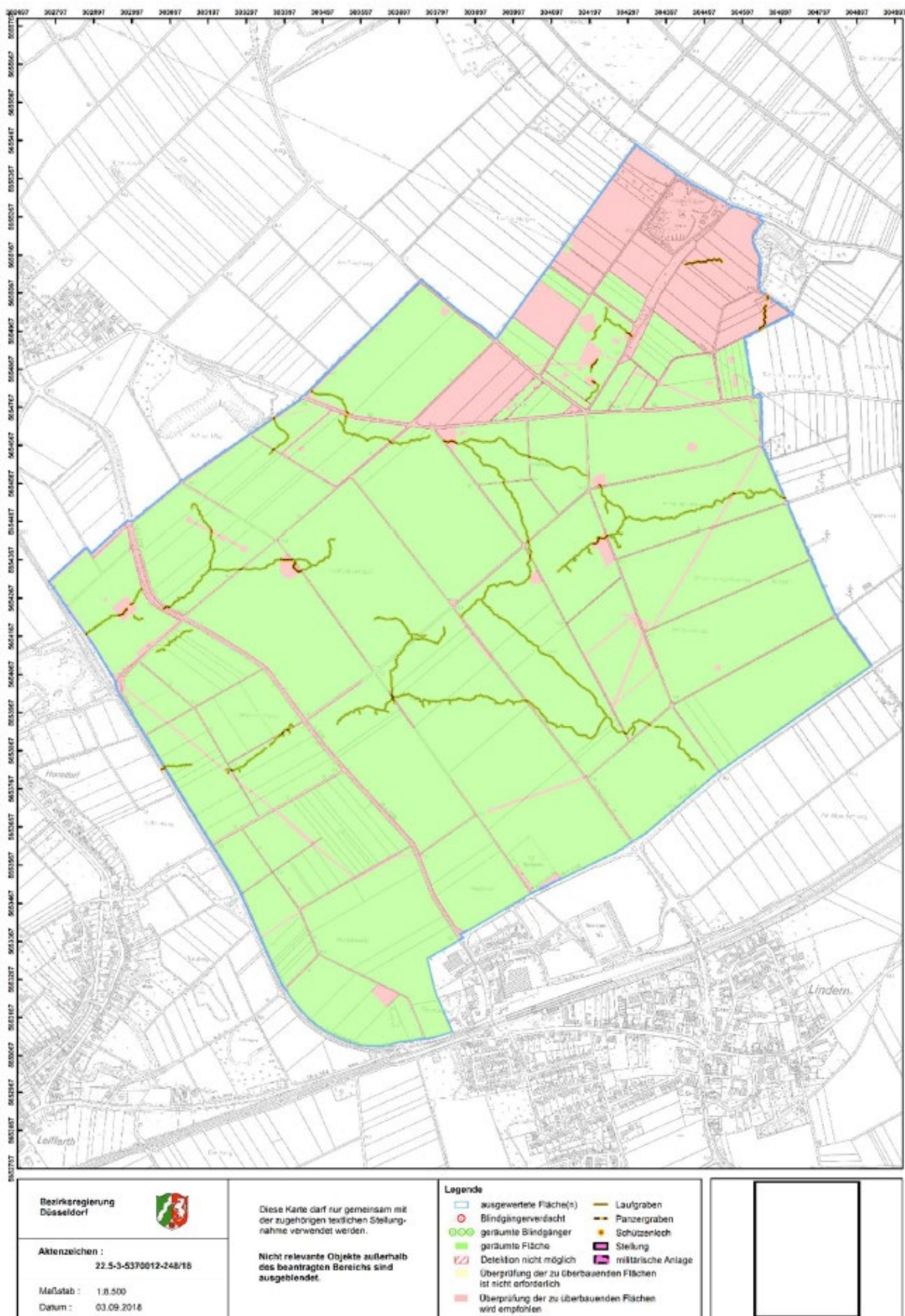


Bild 14: Karte des Kampfmittelbeseitigungsdienstes mit Markierung der zu überprüfenden Bereiche (Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH, 2022)

Altlasten

Im Zuge des Baugrundgutachtens wurden die LAGA Klassen für die einzelnen Erkundungsfelder ermittelt (siehe Bild 11). Feld A und C sind aufgrund PAK und Benzo(a)pyren der LAGA Klasse Z2, zuzuordnen. Feld B ist aufgrund eines erhöhten TOC gehalten der LAGA Klasse Z2 zuzuordnen. Feld D ist der LAGA Klasse Z1 zuzuordnen, da ein erhöhtes Nickelaufkommen vorhanden ist. Der Nickelwert ist in Feld E ebenfalls erhöht, zusätzlich ist dort der TOC Gehalt erhöht. Das Feld E ist in die LAGA Klasse Z1 einzuordnen.

3 Entwässerungsverfahren und Entwässerungssystem

In den folgenden Kapiteln werden mögliche Entwässerungsvarianten hinsichtlich der geplanten Flächengrößen, des Geländeverlaufs sowie der zukünftigen Nutzung der LEP-Fläche dargestellt.

Modifiziertes Trennsystem

Beim modifizierten Trennsystem wird häusliches und betriebliches Schmutzwasser dem Schmutzwasserkanal zugeführt und zur Kläranlage geleitet. Nicht behandlungsbedürftiges Niederschlagswasser wird ganz oder teilweise unmittelbar am Entstehungsort oder nach Ableitung versickert oder direkt/gedrosselt in ein oberirdisches Gewässer eingeleitet. Sofern behandlungsbedürftiges Niederschlagswasser nicht vermeidbar ist, wird dieses in einem Regenwasserkanal einer Regenwasserbehandlung zugeführt und anschließend gedrosselt in ein oberirdisches Gewässer eingeleitet oder versickert.

Modifiziertes Mischsystem

Beim modifizierten Mischsystem wird dem Mischwasserkanal nur häusliches und betriebliches Schmutzwasser sowie behandlungsbedürftiges Niederschlagswasser zugeführt. Dieses Mischwasser wird zur Kläranlage abgeleitet und behandelt. Nicht behandlungsbedürftiges Niederschlagswasser wird ganz oder teilweise unmittelbar am Entstehungsort oder nach Ableitung versickert oder direkt/gedrosselt in ein Oberflächengewässer eingeleitet.

3.1 Schmutzwasseranfall und -beschaffenheit

Der Trockenwetterabfluss ermittelt sich aus der Summe des betrieblichen Schmutzwasserabflusses und des Fremdwasserabflusses. Häuslich anfallendes Schmutzwasser kann aufgrund der gewerblichen Nutzung des Plangebietes ausgeschlossen werden.

Die Ermittlung des Trockenwetterabflusses wurde für das modifizierte Trennsystem als auch für das modifizierte Mischsystem unter folgenden Ansätzen berechnet:

- Grundflächenzahl 80 % (Annahme)
- Schmutzwasserabflussspende (Vorgaben nach DWA-A 118)
- Fremdwasserabflussspende (Vorgaben nach DWA-A 118)

Das Spektrum des betrieblich anfallenden Schmutzwassers reicht von $q_G = 0,2 - 0,5 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)}$ für Betriebe mit geringem Wasserverbrauch und bis $q_G = 0,5 - 1,0 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)}$ für Betriebe mit mittlerem bis hohem Wasserverbrauch (DWA-A 118).

Die Schmutzwasserabflussspende wurde für die Ermittlung des Schmutzwasserabflusses von der LEP-Fläche mit $q_G = 0,7 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)}$ angenommen.

Nach dem Arbeitsblatt DWA-A 118 liegt eine Fremdwasserspende für Neuplanungen bei q_F von 0,05 bis 0,15 $\text{l/(s} \cdot \text{ha)}$. Somit wurde die Fremdwasserabflussspende für die LEP-Fläche mit 0,10 $\text{l/(s} \cdot \text{ha)}$ angenommen.

Bei allen Abflussgrößen und Abflussspenden handelt es sich um (stündliche) Spitzenwerte, nicht um Tagesmittelwerte. Die Abflussspenden sind auf das kanalisierte Einzugsgebiet $A_{E,K}$ bezogen.

Für die Ermittlung des Trockenwetterabflusses bei dem modifizierten Trennsystem wurde die Straßenfläche außerhalb der Grundstücke nicht berücksichtigt. Die Straßenflächen werden an einen Regenwasserkanal angeschlossen, der Oberflächenabfluss wird zu einer Regenwasserbehandlung und nicht zur Kläranlage zugeführt.

Der Trockenwetterabfluss (nur betriebliches Schmutzwasser) ermittelt sich mit allen oben genannten Ansätzen für das gesamte Erschließungsgebiet der LEP-Fläche zu $Q_{T,h \max} = 115 \text{ l/s}$ (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Zu erwartender Trockenwetterabfluss nach DWA-A 118 beim modifizierten Trennsystem

Trockenwetterabfluss nach DWA-A 118								
	Angeschlossene Fläche	Grundflächenzahl	Angeschlossene kanalisierte Fläche	Schmutzwasserabflussspende 0,5-1,0 $\text{l/(s} \cdot \text{ha)}$ *	betriebliches Schmutzwasserabfluss	Fremdwasserspende 0,05 - 0,15 $\text{l/(s} \cdot \text{ha)}$	Fremdwasserabfluss	Trockenwetterabfluss
	$A_E [\text{ha}]$	GRZ [%]	$A_{E,K} [\text{ha}]$	$q_G [\text{l/(s} \cdot \text{ha)}]$	$Q_G [\text{l/s}]$	$q_F [\text{l/(s} \cdot \text{ha)}]$	$Q_F [\text{l/s}]$	$Q_{T,h \max} [\text{l/s}]$
Vorhabenverbund 1	59,45	80,0%	48	0,70	33,29	0,1	4,76	38,05
Vorhabenverbund 2	81,11	80,0%	65	0,70	45,42	0,1	6,49	51,91
Vorhabenverbund 3	39,37	80,0%	31	0,70	22,05	0,1	3,15	25,20
Summe	179,93		143,944		101		14	115

Für die Ermittlung der kanalisierten Flächen beim modifizierten Mischsystem des Konzeptes 8 wurde die Straßenfläche außerhalb des Grundstückes mit betrachtet. Die Größe dieser Straßenflächen wurde den Plänen von HJPplaner entnommen, welche uns zur Verfügung gestellt wurden. Beim modifizierten Mischsystem wird das betriebliche Schmutzwasser sowie das behandlungsbedürftige Niederschlagswasser bzw. Straßenabflüsse zur Kläranlage abgeleitet und behandelt.

Der Mischwasserabfluss (betriebliches Schmutzwasser und behandlungsbedürftiges Niederschlagswasser) ermittelt sich somit für das gesamte Erschließungsgebiet der LEP-Fläche zu $Q_{M \max} = 223 \text{ l/s}$ (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Zu erwartender Trockenwetterabfluss nach DWA-A 118 beim modifizierten Mischsystem

Trockenwetterabfluss nach DWA-A 118												
	Angeschlossene Fläche	Anteil Straßenfläche	Grundflächenzahl	Angeschlossene kanalisierte Fläche SW	Angeschlossene kanalisierte Fläche MW	Schmutzwasserabflussspende 0,5-1,0 $\text{l/(s} \cdot \text{ha)}$ *	betriebliches Schmutzwasserabfluss SW	Mischwasserabfluss	Fremdwasserspende 0,05 - 0,15 $\text{l/(s} \cdot \text{ha)}$	Fremdwasserabfluss SW	Fremdwasserabfluss MW	Trockenwetterabfluss SW
	$A_E [\text{ha}]$	$[\text{ha}]$	GRZ [%]	$A_{E,K} [\text{ha}]$	$A_{E,K} [\text{ha}]$	$q_G [\text{l/(s} \cdot \text{ha)}]$	$Q_G [\text{l/s}]$	$Q_G [\text{l/s}]$	$q_F [\text{l/(s} \cdot \text{ha)}]$	$Q_F [\text{l/s}]$	$Q_F [\text{l/s}]$	$Q_{T,h \max} [\text{l/s}]$
Vorhabenverbund 1	59,45	1,5	80,0%	47,56	49,06	0,70	33,29	34,34	0,1	4,76	4,91	38,05
Vorhabenverbund 2	81,11	1,5	80,0%	64,89	66,39	0,70	45,42	46,47	0,1	6,49	6,64	51,91
Vorhabenverbund 3	39,37	1,5	80,0%	31,50	33,00	0,70	22,05	23,10	0,1	3,15	3,30	25,20
Summe	179,93	4,5		143,94	148,4		101	104		14	15	115

3.1.1 Schmutz-/Mischwasserentsorgung

Für die Ableitung des zu erwartenden Schmutzwassers (beim modifizierten Trennsystem) sowie für die Ableitung des Mischwassers (bei modifizierten Mischsystem) bestehen grundlegend drei Möglichkeiten: die Einleitung in das bestehende Kanalnetz der Ortslagen Lindern, Leiffarth, Beeck, Brachelen, Linnich, die direkte Einleitung zur bestehenden Kläranlage Flahstraß oder Linnich oder die Einleitung in eine neugebaute Kläranlage (siehe Bild 15).

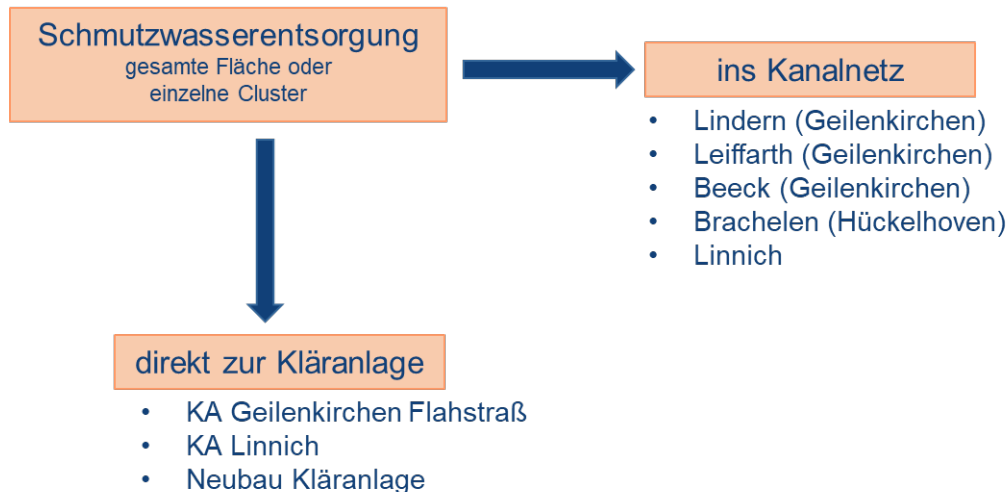


Bild 15: Variantendarstellung zur Schmutz-/Mischwasserentsorgung

3.1.2 Ableitung Schmutz-/Mischwassers ins bestehende Kanalnetz

Die LEP-Fläche wird südlich begrenzt durch den Ortsteil Lindern. Im Westen wird die Fläche begrenzt durch die L228. Östlich der LEP-Fläche liegt Brachelen und nördlich liegt die Ortschaft Randerath.

Für die Ableitung des anfallenden betrieblichen Schmutzwassers, bzw. des Mischwasser kommen fünf Kanalnetze infrage. Eine Auskunft der Stadt Geilenkirchen zu der Auslastung der umliegenden Kanalnetze konnte nicht stattfinden, da der Stadt keine Generalentwässerungspläne und somit keine Informationen zur Auslastung vorliegen.

3.1.3 Ableitung Schmutz-/Mischwassers direkt zur Kläranlage

Die Möglichkeit der Entsorgung des auf der LEP-Fläche anfallenden Schmutz-/Mischwassers in die naheliegenden Kläranlagen wird in diesem Kapitel betrachtet und analysiert.

Eine vollständige Betrachtung der Ableitung zu einer der Kläranlagen konnte nicht stattfinden, da dies seitens des Wasserverbandes Eifel-Rur erst nach der Übermittlung der finalen Entwässerungsstudie erfolgt. Seitens des Wasserverbandes Eifel-Rur werden nur die Erweiterung der Kläranlage Flahstraß oder der Neubau einer Kläranlage in Betracht gezogen. Nach Aussage des Wasserverbandes Eifel-Rur ist die Leistungsfähigkeit der Kläranlage Flahstraß grundsätzlich ausreichend und die anfallenden Schmutzwassermengen aus dem neu zu erschließenden Gebiet aufzunehmen.

Kläranlage Flahstraß

In den Netzanzeigen für das Einzugsgebiet wurde der Schmutzwasserabfluss von der LEP VI-Fläche zur KA Geilenkirchen Flahstraß bereits berücksichtigt. Jedoch wurden für die Berechnungen 12,5 l/s als Trockenwetterzufluss und ein maximaler Zufluss von der geplanten Fläche von 50 l/s angesetzt. Des Weiteren wurde von ca. 8.000 angeschlossenen Einwohnerwerten ausgegangen. Nach ersten Berechnungen beträgt der zu erwartenden Schmutzwasserabfluss 115 l/s. Nach Angaben des Wasserverbandes ist die Kläranlage Geilenkirchen Flahstraß hydraulisch ausgelastet. Bei der stofflichen Belastung sind noch Kapazitäten vorhanden.

Die Kläranlage Flahstraß liegt westlich LEP-Fläche und ist für 70.000 Einwohnerwerte ausgelegt, zurzeit sind etwa 49.000 Einwohnerwerte angeschlossen.

Anhand der DGM-Daten wurde ein möglicher Trassenverlauf des Schmutz-/oder Mischwasserkanals von LEP-Fläche bis zur Ka Flahstraß untersucht und in Bild 16 dargestellt. Die Trasse verläuft zu großen Teilen im freien Gefälle und ist ca. 1,5 km lang.

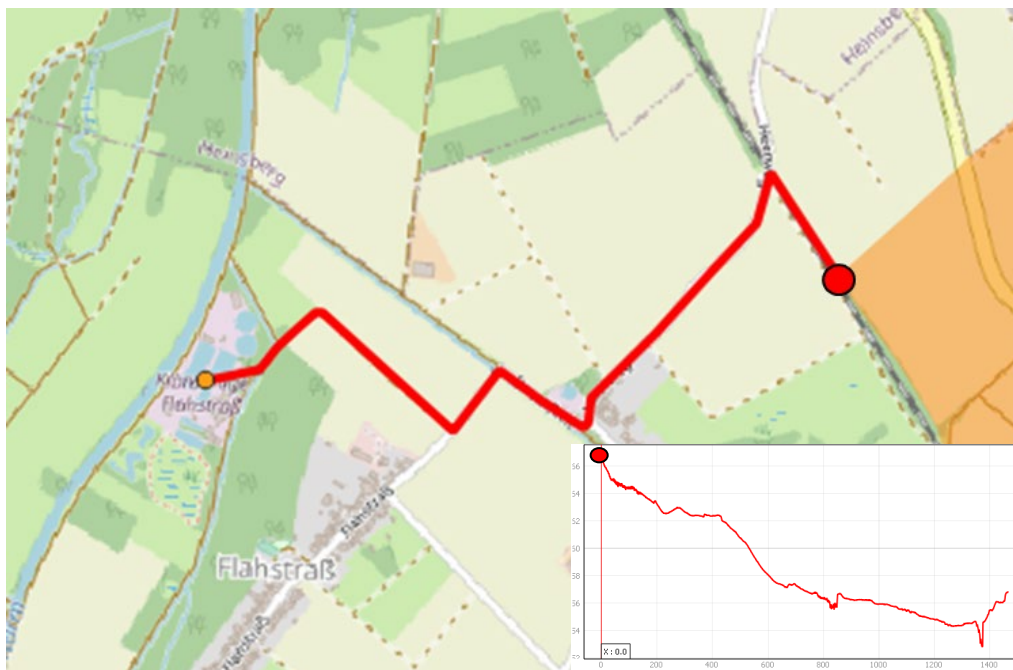


Bild 16: Möglicher Trassenverlauf von der LEP-Fläche bis zur KA Flahstraß

Kläranlage Linnich

Die Kläranlage Linnich ist für 30.000 Einwohnerwerte ausgelegt, zurzeit sind etwa 19.000 Einwohnerwerte angeschlossen.

Die Kläranlage Linnich liegt östlich der LEP-Fläche. Anhand der DGM-Daten verläuft ein möglicher Trassenverlauf des Schmutz- oder Mischwasserkanals in freiem Gefälle. Die Trasse verläuft zu großen Teilen nicht im freien Gefälle und ist ca. 4,8 km lang.

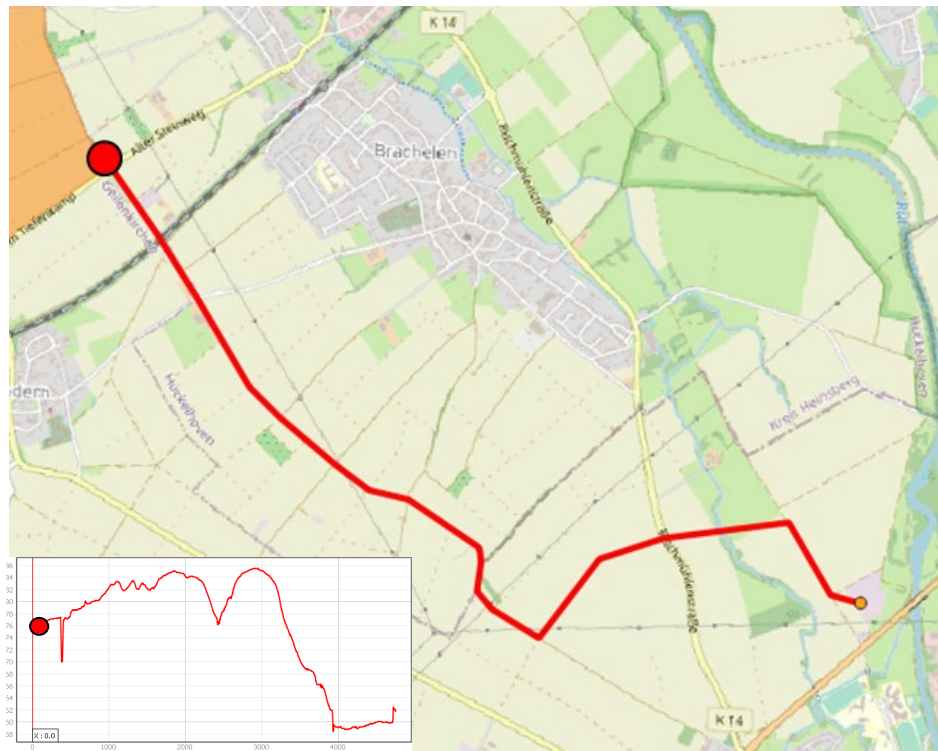


Bild 17: Möglicher Trassenverlauf von der LEP-Fläche bis zur KA Linnich

Neubau Kläranlage

Alternativ zur Behandlung des Abwassers der LEP-Fläche über eine bestehende Kläranlage kann der Bau einer neuen Kläranlage in Betracht gezogen werden.

Für die Dimensionierung einer neuen Kläranlage ist neben der hydraulischen Belastung auch die stoffliche Belastung maßgebend. Die hydraulische Belastung wurde in Kapitel 3.1 abgeschätzt. Für eine Abschätzung der stofflichen Belastung sind aufgrund unterschiedlicher branchenspezifischer Frachtmengen weitere Angaben hinsichtlich der zukünftig angesiedelten Branchen notwendig. Eine Angabe im Hinblick auf den Wasserbedarf und Abwasseranfall der verschiedenen möglichen Industrien auf der LEP-Fläche sind maßgebend. Mit wenigen Ausnahmen ist der Wasserbedarf eines Betriebes immer größer als die abgegebene Schmutzwassermenge. Ausnahmen können dort auftreten, wo Rohstoffe mit hohem Wassergehalt zu trockenen Endprodukten verarbeitet werden, z. B. in der Nahrungsmittelindustrie. Weiterhin müssen die möglichen Schwankungen bzw. gleichmäßige, ungleichmäßige oder stoßweise Ableitung der Abwässer der Industrien berücksichtigt werden. Die größte Abwassermenge liefert i.d.R. die chemische Industrie, gefolgt von der Bergbauindustrie und der Eisen- und Stahlerzeugung. Weiter folgen die Holz-, Zellstoff- und Papierindustrie.

Die Einteilung von Kläranlagen erfolgt in Größenklassen anhand des Einwohnerwertes. Dieser wird aus der Summe der Einwohnerzahl und dem Einwohnergleichwert berechnet. Die Einwohnerzahl ist die Anzahl der an die Kläranlage angeschlossenen Einwohner bzw. Haushalte. Der Einwohnergleichwert ist ein Referenzwert. Er dient als Vergleichswert von gewerblichem oder industriellem Abwasser gegenüber häuslichem Abwasser hinsichtlich des täglichen Anfalles und den Abwasserinhaltsstoffen. Zum jetzigen Zeitpunkt ist nicht bekannt, welche Gewerbe und Indust-

rien auf der LEP-Fläche ansiedeln werden und wie das Abwasser stofflich belastet sein wird. Daher wurde die Größe der Kläranlage bezüglich des in Kap.3.1 ermittelten Trockenwetterabflusses von 115 l/s (nur betriebliches Schmutzwasser) und dem Einwohnerwert abgeschätzt.

Nach DWA-A 118 sollte ein Schmutzwasseranfall von $150 \text{ l}/(\text{E} \cdot \text{d})$ nicht unterschritten werden. Der stündliche Spitzenabfluss wurde mit $1/12$ des täglichen Abflusses angenommen. Daraus folgt, dass eine neue Kläranlage auf einen Einwohnerwert von mindestens ca. 34.000 EW bemessen werden sollte. Wenn die LEP-Fläche im Mischsystem entwässert wird, erhöht sich der abgeschätzte Abwasserabfluss auf einen Mischwasserabfluss von 223 l/s. In diesem Fall sollte eine neue Kläranlage auf einen Einwohnerwert von mindestens ca. 65.000 EW bemessen werden.

Bei der Planung einer neuen Kläranlage muss neben der Betrachtung der Abwassermenge ebenfalls die Qualität des abzuleitenden Abwassers nach den Anforderungen an die Gewässereigenschaften und sonstigen rechtlichen Anforderungen erfüllt werden.

Die Benutzung eines Gewässers bedarf nach § 8 Abs. 1 des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) einer wasserrechtlichen Erlaubnis. Eine Erlaubnis für das Einleiten von Abwasser in Gewässer darf nach § 57 Abs. 1 Nr. 1 und 2 WHG nur erteilt werden, wenn die Schadstofffracht des Abwassers so gering gehalten wird, wie dies durch Behandlungs- und Aufbereitungsverfahren nach dem aktuellen Stand der Technik möglich ist. Zusätzlich besteht die Auflage, dass eine Ableitung aus einer Abwasserbehandlungsanlage die Umwelt nicht schädigen und dazu führen darf, dass die Vorfluter nicht mehr den Bestimmungen anderer europäischen Richtlinien entsprechen würden.

Um die Lage einer neuen Kläranlage bestimmen zu können, muss mit der Unteren Wasserbehörde und dem Wasserverband Eifel-Rur ein möglicher Vorfluter festgelegt werden, welcher genug Kapazität für die Ableitungen der Kläranlage hat.

3.2 Regenwasseranfall und -beschaffenheit

Die Entwässerung der zukünftigen Straßen- und Dachflächen erfolgt mit neu zu errichtenden Regenwasserkanälen. Für die Betrachtung des Regenwasserabflusses wurden drei Varianten gewählt, zum einen die Worst-Case Variante mit 0% Gründächern und zum anderen die Varianten mit einem Gründachanteil von 30 % und 50 % im Planungsgebiet. In der folgenden Betrachtung wurde nur die Entwässerung der Dachflächen berücksichtigt. Die Entwässerung der privaten und öffentlichen Straßenflächen muss separat im weiteren Verlauf des Projektes erfolgen.

Die Bemessungsregenspende für die Ermittlung des Regenwasserabflusses der geschätzten Straßen- und Dachflächen wurden dem Programm KOSTRA-DWD 2010R nach DIN 1986-100 für das Einzugsgebiet Lindern (NW) entnommen (siehe Bild 18).

Niederschlagsspenden nach DIN 1986-100 für das Rasterfeld Spalte: 4, Zeile: 54			
Berechnungsregenspenden für Dachflächen		Berechnungsregenspenden für Grundstücksflächen	
Maßgebende Regendauer 5 min		Maßgebende Regendauer 5 min	
Bemessung r (5, 5)	: 266,7 l/(s*ha)	Bemessung r (5, 2)	: 206,7 l/(s*ha)
Jahrhundertregen r (5, 100)	: 463,3 l/(s*ha)	Überflutungsprüfung r (5, 30)	: 383,3 l/(s*ha)
Hinweis Abweichend von den allgemeinen Programmeinstellungen werden die Bemessungsspenden nach DIN 1986-100:2016-12 immer mit dem Jahresabschnitt Januar - Dezember für die obere Klassengrenze berechnet.		Maßgebende Regendauer 10 min	
		Bemessung r (10, 2)	: 160,0 l/(s*ha)
		Überflutungsprüfung r (10, 30)	: 290,0 l/(s*ha)
		Maßgebende Regendauer 15 min	
		Bemessung r (15, 2)	: 133,3 l/(s*ha)
		Überflutungsprüfung r (15, 30)	: 241,1 l/(s*ha)
Ortsname			
Lindern (NW)			

Bild 18: Niederschlagsspende nach DIN 1986-100 für Lindern (NW)

3.2.1 Variante 1 – 0% Gründächer

Bei dieser Variante wird angenommen, dass keine der Dachflächen im Planungsgebiet mit einem Gründach versehen wird.

Für die Ermittlung des zu erwartenden Niederschlagsabflusses werden nach Auswertung vergleichbarer Gewerbegebiete folgende Ansätze zugrunde gelegt.

- Grundflächenzahl 80 % (Annahme)
- Angeschlossenen Straßenfläche außerhalb des Grundstückes 10 % bis 15 % (Annahme)
- Anteil der Straßenfläche innerhalb des Grundstückes 30 % der bebauten Fläche (Annahme)
- Anteil der Dachfläche innerhalb des Grundstückes 70 % der bebauten Fläche (Annahme)
- Niederschlagsspende (DIN 1986-100)
- Abflussbeiwert Straßenfläche 0,95 (DWA-A 117)
- Abflussbeiwert Dachfläche 0,90 (DWA-A 117)

Unter diesen Voraussetzungen wurden Dach- und Straßenfläche der einzelnen Vorhabenverbünde für das Strukturkonzept 8 ermittelt, die an das Entwässerungsnetz angeschlossen werden sollen (siehe Bild 19).

	Vorhabenverbund 1	Vorhabenverbund 2	Vorhabenverbund 3
Gesamtfläche	59 ha	81 ha	39 ha
bebaute Fläche	48 ha	65 ha	31 ha
Straßenfläche	16 ha	21 ha	11 ha
Dachfläche	33 ha	45 ha	22 ha

Bild 19: Erste Abschätzung der möglich angeschlossenen Dach- und Straßenflächen (Variante 1)

Basis der Berechnung des Dachablaufes ist die im Anhang der DIN-Norm für Lindern angegebene Regenspende für ein 5- und 100-jährliches Niederschlagsereignis mit einer Dauer von 5 Minuten relevant (siehe Bild 18). Gemäß der DIN 1986-100 müssen das Entwässerungs- und Notentwässerungssystem gemeinsam mindestens das am Gebäudestandort zu erwartende Jahrhundertregenereignis ($r_{5,100}$) über 5 min entwässern können.

	Dachflächen	
	Bemessungsregen (5,5)	Jahrhundertregen (5,100)
	266,70 l/(s*ha)	463,30 l/(s*ha)
Vorhaben- verbund 1		
Q _R (Dach)	7.991 l/s	13.882 l/s
Vorhaben- verbund 2		
Q _R (Dach)	10.903 l/s	18.939 l/s
Vorhaben- verbund 3		
Q _R (Dach)	5.292 l/s	9.193 l/s

Bild 20: Geschätzter Regenwasserabfluss von Dachflächen (Variante 1)

Da die Vorhabenverbundflächen 1 und 2 eine relativ große Erschließungsfläche aufweisen, liegt der Regenwasserabfluss dieser Fläche bei Starkregenereignissen jeweils bei ca. 14.000 l/s und 19.000 l/s (siehe Bild 20).

Für die Ermittlung des zu erwartenden Regenwasserabflusses (behandlungsbedürftig) der Straßenflächen/Grundstückflächen, wird die Regenspende eines 2- und 30-jährlichen Regenereignisses mit einer Regendauer von 10 Minuten angesetzt (siehe Bild 18). In Bild 21 wird die Abflussmenge der Straßenfläche innerhalb und außerhalb der Grundstücke dargestellt.

	Grundstücksflächen	
	Bemessungsregen (10,2)	Überflutungs- prüfung (10,30)
	160,00 l/(s*ha)	290,00 l/(s*ha)
Vorhaben- verbund 1		
Q _R (Straße)	2.397 l/s	4.344 l/s
Vorhaben- verbund 2		
Q _R (Straße)	3.187 l/s	5.776 l/s
Vorhaben- verbund 3		
Q _R (Straße)	1.664 l/s	3.016 l/s

Bild 21: Geschätzter Regenwasserabfluss von Straßenflächen (Variante 1)

Der für die Straßenfläche der Vorhabenverbundflächen 1 und 2 ermittelte Regenwasserabfluss liegt am höchsten und bei Starkregenereignissen bei 4.500 l/s und 5.800 l/s (siehe Bild 21).

3.2.2 Variante 2 – 30% Gründächer

Bei dieser Variante wird angenommen, dass 30 % der Dachflächen im Planungsgebiet mit einem Gründach gebaut werden, für die übrigen Dachflächen wird wie in Variante 1 ein Abflussbeiwert von 0,9 angenommen.

Für die Ermittlung des zu erwartenden Niederschlagsabflusses werden nach Auswertung vergleichbarer Gewerbegebiete folgende Ansätze zugrunde gelegt.

- Grundflächenzahl 80 % (Annahme)
- Angeschlossenen Straßenfläche außerhalb des Grundstückes 10 % bis 15 % (Annahme)
- Anteil der Straßenfläche innerhalb des Grundstückes 30 % der bebauten Fläche (Annahme)
- Anteil der Dachfläche innerhalb des Grundstückes 70 % der bebauten Fläche (Annahme)
- Niederschlagsspende (DIN 1986-100)
- Abflussbeiwert Straßenfläche 0,95 (DWA- A 117)
- Abflussbeiwert Dachfläche (70%) 0,90 (DWA-A 117)
- Abflussbeiwert Gründächer (30%) 0,3 (DWA-A 117)

Unter diesen Voraussetzungen wurden Dach- und Straßenfläche der einzelnen Vorhabenverbünde für das Konzept 8 ermittelt, die an das Entwässerungsnetz angeschlossen werden sollen (siehe Bild 22).

	Vorhabenverbund 1	Vorhabenverbund 2	Vorhabenverbund 3
Gesamtfläche	59 ha	81 ha	39 ha
bebaute Fläche	48 ha	65 ha	31 ha
Straßenfläche	16 ha	21 ha	11 ha
Dachfläche	33 ha	45 ha	22 ha

Bild 22: Erste Abschätzung der möglich angeschlossenen Dach- und Straßenflächen (Variante 2)

Basis der Berechnung des Dachablaufes ist die im Anhang der DIN-Norm für Lindern angegebene Regenspende für ein 5- und 100-jährliches Niederschlagsereignis mit einer Dauer von 5 Minuten relevant (siehe Bild 18). Gemäß der DIN 1986-100 müssen das Entwässerungs- und Notentwässerungssystem gemeinsam mindestens das am Gebäudestandort zu erwartende Jahrhundert-Regenereignis ($r_{5,100}$) über 5 min entwässern können.

	Dachflächen	
	Bemessungsregen (5,5)	Jahrhundertregen (5,100)
	266,70 l/(s*ha)	463,30 l/(s*ha)
Q _R (gesamt)		
Vorhaben- verbund 1		
Q _R (Dach)	6.393 l/s	11.105 l/s
Vorhaben- verbund 2		
Q _R (Dach)	8.722 l/s	15.152 l/s
Vorhaben- verbund 3		
Q _R (Dach)	4.234 l/s	7.354 l/s

Bild 23: Geschätzter Regenwasserabfluss von Dachflächen (Variante 2)

Da die Vorhabenverbundflächen 1 und 2 eine relativ große Erschließungsfläche aufweisen, liegt der Regenwasserabfluss dieser Fläche bei Starkregenereignissen jeweils bei ca. 11.000 l/s und 15.000 l/s (siehe Bild 23).

Für die Ermittlung des zu erwartenden Regenwasserabflusses (behandlungsbedürftig) der Straßenflächen/Grundstückflächen, wird die Regenspende eines 2- und 30-jährlichen Regenereignisses mit einer Regendauer von 10 Minuten eingesetzt (siehe Bild 18). In Bild 24 wird die Abflussmenge der Straßenfläche innerhalb und außerhalb der Grundstücke dargestellt.

	Grundstücksflächen	
	Bemessungsregen (10,2)	Überflutungs- prüfung (15,30)
	160,00 l/(s*ha)	241,10 l/(s*ha)
Vorhaben- verbund 1		
Q _R (Straße)	2.397 l/s	3.612 l/s
Vorhaben- verbund 2		
Q _R (Straße)	3.187 l/s	4.802 l/s
Vorhaben- verbund 3		
Q _R (Straße)	1.664 l/s	2.508 l/s

Bild 24: Geschätzter Regenwasserabfluss von Straßenflächen (Variante 2)

Der für die Straßenfläche der Vorhabenverbundflächen 1 und 2 ermittelte Regenwasserabfluss liegt am höchsten und bei Starkregenereignissen bei 4.000 l/s und 5.000 l/s (siehe Bild 24).

3.2.3 Variante 3 – 50% Gründach

Bei dieser Variante wird angenommen, dass 50 % der Dachflächen im Planungsgebiet mit einem Gründach gebaut werden, für die übrigen Dachflächen wird wie in Variante 1 ein Abflussbeiwert von 0,9 angenommen.

Für die Ermittlung des zu erwartenden Niederschlagsabflusses werden nach Auswertung vergleichbarer Gewerbegebiete folgende Ansätze zugrunde gelegt.

- Grundflächenzahl 80 % (Annahme)
- Angeschlossenen Straßenfläche außerhalb des Grundstückes 10 % bis 15 % (Annahme)
- Anteil der Straßenfläche innerhalb des Grundstückes 30 % der bebauten Fläche (Annahme)
- Anteil der Dachfläche innerhalb des Grundstückes 70 % der bebauten Fläche (Annahme)
- Niederschlagsspende (DIN 1986-100)
- Abflussbeiwert Straßenfläche 0,95 (DWA-A 117)
- Abflussbeiwert Dachfläche (50%) 0,90 (DWA-A 117)
- Abflussbeiwert Gründächer (50%) 0,3 (DWA-A 117)

Unter diesen Voraussetzungen wurden Dach- und Straßenfläche der einzelnen Vorhabenverbünde für das Konzept 8 ermittelt, die an das Entwässerungsnetz angeschlossen werden sollen (siehe Bild 22).

	Vorhabenverbund 1	Vorhabenverbund 2	Vorhabenverbund 3
Gesamtfläche	59 ha	81 ha	39 ha
bebaute Fläche	48 ha	65 ha	31 ha
Straßenfläche	16 ha	21 ha	11 ha
Dachfläche	33 ha	45 ha	22 ha

Bild 25: Erste Abschätzung der möglich angeschlossenen Dach- und Straßenflächen (Variante 2)

Basis der Berechnung des Dachablaufes ist die im Anhang der DIN-Norm für Lindern angegebene Regenspende für ein 5- und 100-jährliches Niederschlagsereignis mit einer Dauer von 5 Minuten relevant (siehe Bild 18). Gemäß der DIN 1986-100 müssen das Entwässerungs- und Notentwässerungssystem gemeinsam mindestens das am Gebäudestandort zu erwartende Jahrhundert-Regenereignis ($r_{5,100}$) über 5 min entwässern können.

	Dachflächen	
	Bemessungsregen (5,5)	Jahrhundertregen (5,100)
	266,70 l/(s*ha)	463,30 l/(s*ha)
Q _R (gesamt)		
Vorhaben- verbund 1		
Q _R (Dach)	5.327 l/s	9.255 l/s
Vorhaben- verbund 2		
Q _R (Dach)	7.268 l/s	12.626 l/s
Vorhaben- verbund 3		
Q _R (Dach)	3.528 l/s	6.129 l/s

Bild 26: Geschätzter Regenwasserabfluss von Dachflächen (Variante 2)

Da die Vorhabenverbundflächen 1 und 2 eine relativ große Erschließungsfläche aufweisen, liegt der Regenwasserabfluss dieser Fläche bei Starkregenereignissen jeweils bei ca. 9.500 l/s und 13.000 l/s (siehe Bild 23).

Für die Ermittlung des zu erwartenden Regenwasserabflusses (behandlungsbedürftig) der Straßenflächen/Grundstückflächen, wird die Regenspende eines 2- und 30-jährlichen Regenereignisses mit einer Regendauer von 10 Minuten eingesetzt (siehe Bild 18). In Bild 24 wird die Abflussmenge der Straßenfläche innerhalb und außerhalb der Grundstücke dargestellt.

	Grundstücksflächen	
	Bemessungsregen (10,2)	Überflutungs- prüfung (15,30)
	160,00 l/(s*ha)	241,10 l/(s*ha)
verbund 1		
Q _R (Straße)	2.397 l/s	3.612 l/s
Vorhaben- verbund 2		
Q _R (Straße)	3.187 l/s	4.802 l/s
Vorhaben- verbund 3		
Q _R (Straße)	1.664 l/s	2.508 l/s

Bild 27: Geschätzter Regenwasserabfluss von Straßenflächen (Variante 2)

Der für die Straßenfläche der Vorhabenverbundflächen 1 und 2 ermittelte Regenwasserabfluss liegt am höchsten und bei Starkregenereignissen bei 4.000 l/s und 5.000 l/s (siehe Bild 24).

3.2.4 Möglichkeiten zur Regenwasserableitung

Für die Entwässerung der LEP-Fläche im modifizierten Trennsystem werden in Bild 25 folgende Möglichkeiten zur Regenwasserableitung dargestellt.

Falls die Fläche mit dem modifizierten Mischsystem entwässert wird, werden die behandlungsbedürftigen Regenwasserabflüsse zusammen mit dem Schmutzwasser zu der Kläranlage zugeführt.

Die Ableitung des nicht behandlungsbedürftigen Regenwassers kann gedrosselt in den Vorfluter oder zu einer Versickerungsanlage erfolgen. Bei der gedrosselten Einleitung in den Vorfluter müssen entsprechend der genehmigungsbedürftigen Einleitwassermengen Regenrückhalteräume (RRB, Stauraumkanäle etc.) vorgesehen werden.

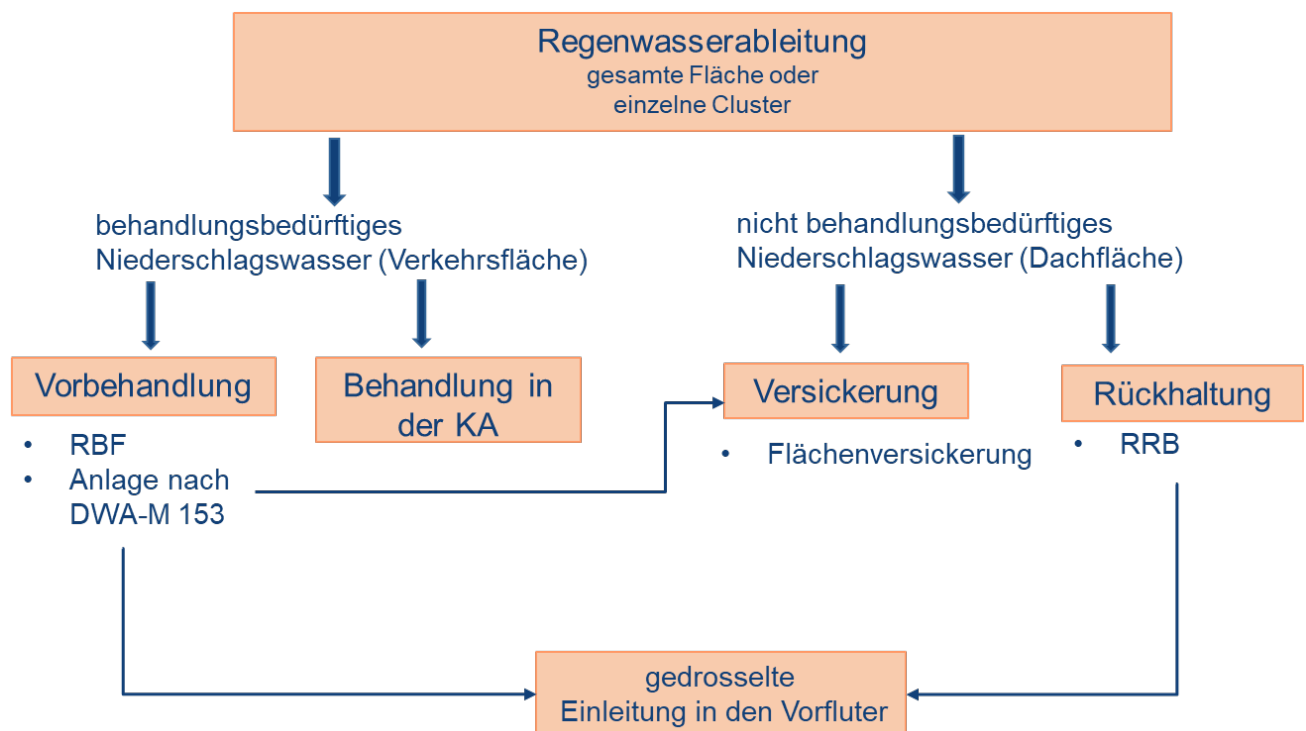


Bild 28: Schematische Darstellung der Möglichkeiten zur Regenwasserableitung beim modifizierten Trennsystem

Das behandlungsbedürftige Regenwasser wird gemäß DWA-A 102 vor der Versickerung oder vor der Einleitung in oberirdische Gewässer vorbehandelt. Die Behandlungsanlagen werden in unmittelbarer Nähe zu den Flächen, deren Niederschlagsabflüsse zu behandeln sind, angeordnet. Sie können für Einzelgrundstücke oder für einige benachbarte Grundstücke bzw. einem Straßeneinlauf zugeordnete Abschnitte eingesetzt werden. Bei der gedrosselten Einleitung in den Vorflutern sollten anhand der genehmigten Einleitmengen Rückhalteräume (RRB, Stauraumkanäle etc.) vorgesehen werden.

3.2.5 Einleitung in den Vorfluter

Wie bereits in Kapitel 2.2 erwähnt wurde, befinden sich in der Nähe des Planungsgebietes die folgenden Gewässer: Wurm, Beeckfließ, Teichbach, Linnicher Mühlenteich, Bracheler Fließ und der

Diebsgraben. Alle Angaben zum Auslastungszustand der Gewässer werden nach Absprache mit der Unteren Wasserbehörde Kreis Heinsberg übernommen.

Nach Aussage der Unteren Wasserbehörde Kreis Heinsberg sind die umliegenden Gewässer alle überlastet. Rückhalte- und Versickerungsmaßnahmen innerhalb der LEP-Fläche sollten deshalb bevorzugt werden.

Die Einleitung in die Wurm (oder Vorfluter zur Wurm) wird seitens des Wasserverbandes aus politischen Gründen als schwierig angesehen. Da aufgrund der Hochwassersituation in den Ortschaften Randerath, Horst und Porselen eine geplante Einleitung mit einem Gebiet in der geplanten Größenordnung oberhalb von Randerath politisch brisant werden könnte. Deshalb teilt der Wasserverband die Ansicht der Unteren Wasserbehörde, das Niederschlagswasser wie vorgesehen im Plangebiet zu belassen. Unabhängig davon ist laut dem Wasserverband Eifel-Rur zu prüfen und rechnerisch nachzuweisen, ob eine Einleitung in die Wurm aus Sicht des HW-Schutzes und der Gewässerverträglichkeit überhaupt oder unter Auflagen möglich wäre.

3.2.6 Notentlastung

Seitens der FSI GmbH wird eine Notentlastung auf die nördlichen Freiflächen bevorzugt anstatt eine komplette Rückhaltung des 100-jährlichen Regenereignisses im Gebiet zurückzuhalten. Wir empfehlen eine Rückhaltung des 30-jährlichen Regenereignisses im Gebiet. Eine Notentlastung darüber hinaus auf umliegende Freiflächen ist im weiteren Verlauf des Projektes mit der Unteren Wasserbehörde abzustimmen.

4 Vorbemessung der erforderlichen Versickerungsanlagen, Regenrückhalteräume, Entwässerungssystem

4.1 Regenrückhalteräume für die Dachentwässerung

Aufgrund der stufenweisen Erschließung wurde für die Vorbemessung der Retentionsräume die Dachflächen der Vorhabenverbünde (Strukturkonzept 8) zugrunde gelegt.

Die Bemessung von Regenrückhalteräumen für den Niederschlagswasserabfluss der Dachflächen erfolgt auf den Grundlagen des DWA-A 117 „Bemessung von Regenrückhalteräumen“ mittels statistischer Niederschlagsdaten nach KOSTRA-DWD-2010 für ein 5-jährliches Regenereignis. Für die Betrachtung eines 100-jährlichen Regenereignisses sollte eine Langzeitsimulation durchgeführt werden.

4.1.1 Variante 1 – 0% Gründächer

Die Gesamtfläche des Vorhabenverbundes 1 umfasst ca. 60 ha. Bei einem maximalen Bebauungsgrad von 80 % ergibt sich eine bebaute Fläche von 47,6 ha. Erfahrungsgemäß ergibt sich der Anteil der Dachflächen zu 70 % und der Anteil der Straßenflächen innerhalb des Grundstückes zu 30 %. Daraus ergibt sich eine geschätzte Dachfläche von 33,3 ha für den Vorhabenverbund 1. Für die Berechnung des Speichervolumens der Regenrückhaltebecken wurde ein minimaler Drosselabfluss von 20 l/s gewählt. Eine genaue Bestimmung dieser Einleitmenge sollte im weiteren Verlauf des Projektes mit der Unteren Wasserbehörde und dem Wasserverband Eifel-Rur erfolgen.

Das erforderliche Speichervolumen für die Rückhaltung des Dachabflusses des Vorhabenverbundes 1 bei einem 5-jährlichen Regenereignis und einem Drosselabfluss von 20 l/s beträgt ca. 17.100 m³.

In der Tabelle 3 werden die Ergebnisse der Berechnungen der erforderlichen Regenrückhalteräume für die Entwässerung der Dachflächen jedes Vorhabenverbundes bei den angenommenen Drosselabflüssen sowie die benötigte Fläche zur Schaffung des Rückhalteraus aufgeführt.

Tabelle 3: Zusammenstellung der erforderliche Regenrückhalteräume für die Entwässerung der Dachflächen (Variante 1)

	Vorhabenverbund 1	Vorhabenverbund 2	Vorhabenverbund 3
Gesamtfläche	59,45 ha	81,11 ha	39,37 ha
Dachfläche	33,29 ha	45,42 ha	22,05 ha
notw. Speichervolumen	17.100 m³	25.600 m³	9.900 m³

Insgesamt beträgt das notwendige Speichervolumen für ein 5-jährliches Regenereignis ca. 52.600 m³.

4.1.2 Variante 2 – 30% Gründächer

Die Gesamtfläche des Vorhabenverbundes 1 umfasst ca. 60 ha. Bei einem maximalen Bebauungsgrad von 80 % ergibt sich eine bebaute Fläche von 47,6 ha. Erfahrungsgemäß ergibt sich der Anteil der Dachflächen zu 70 % und der Anteil der Straßenflächen innerhalb des Grundstückes zu 30 %. Daraus ergibt sich eine geschätzte Dachfläche von 33,3 ha für den Vorhabenverbund 1. Für die Berechnung des Speichervolumens der Regenrückhaltebecken wurde ein minimaler Drosselabfluss von 20 l/s gewählt. Eine genaue Bestimmung dieser Einleitmenge sollte im weiteren Verlauf des Projektes mit der Unteren Wasserbehörde und dem Wasserverband Eifel-Rur erfolgen.

Das erforderliche Speichervolumen für die Rückhaltung des Dachabflusses des Vorhabenverbundes 1 bei einem 5-jährlichen Regenereignis und einem Drosselabfluss von 20 l/s beträgt ca. 12.800 m³.

In der Tabelle 4 werden die Ergebnisse der Berechnungen der erforderlichen Regenrückhalteräume für die Entwässerung der Dachflächen jedes Vorhabenverbundes bei den angenommenen Drosselabflüssen sowie die benötigte Fläche zur Schaffung des Rückhalteraus aufgeführt.

Tabelle 4: Zusammenstellung der erforderliche Regenrückhalteräume für die Entwässerung der Dachflächen (Variante 2)

	Vorhabenverbund 1	Vorhabenverbund 2	Vorhabenverbund 3
Gesamtfläche	59,45 ha	81,11 ha	39,37 ha
Dachfläche	33,29 ha	45,42 ha	22,05 ha
notw. Speichervolumen	12.800 m ³	19.300 m ³	7.400 m ³

Insgesamt beträgt das notwendige Speichervolumen für ein 5-jährliches Regenereignis 39.500 m³.

4.1.3 Variante 3 – 50% Gründächer

Die Gesamtfläche des Vorhabenverbundes 1 umfasst ca. 60 ha. Bei einem maximalen Bebauungsgrad von 80 % ergibt sich eine bebaute Fläche von 47,6 ha. Erfahrungsgemäß ergibt sich der Anteil der Dachflächen zu 70 % und der Anteil der Straßenflächen innerhalb des Grundstückes zu 30 %. Daraus ergibt sich eine geschätzte Dachfläche von 33,3 ha für den Vorhabenverbund 1. Für die Berechnung des Speichervolumens der Regenrückhaltebecken wurde ein minimaler Drosselabfluss von 20 l/s gewählt. Eine genaue Bestimmung dieser Einleitmenge sollte im weiteren Verlauf des Projektes mit der Unteren Wasserbehörde und dem Wasserverband Eifel-Rur erfolgen.

Das erforderliche Speichervolumen für die Rückhaltung des Dachabflusses des Vorhabenverbundes 1 bei einem 5-jährlichen Regenereignis und einem Drosselabfluss von 20 l/s beträgt ca. 10.000 m³.

In der Tabelle 5 werden die Ergebnisse der Berechnungen der erforderlichen Regenrückhalteräume für die Entwässerung der Dachflächen jedes Vorhabenverbundes bei den angenommenen Drosselabflüssen sowie die benötigte Fläche zur Schaffung des Rückhalterums aufgeführt.

Tabelle 5: Zusammenstellung der erforderlichen Regenrückhalteräume für die Entwässerung der Dachflächen (Variante 2)

	Vorhabenverbund 1	Vorhabenverbund 2	Vorhabenverbund 3
Gesamtfläche	59,45 ha	81,11 ha	39,37 ha
Dachfläche	33,29 ha	45,42 ha	22,05 ha
Drosselabfluss	20 l/s	20 l/s	20 l/s
Speichervolumen	10.000 m ³	15.100 m ³	5.900 m ³

Insgesamt beträgt das notwendige Speichervolumen für ein 5-jährliches Regenereignis 31.000 m³.

4.2 Versickerungsanlage für die Dachentwässerung

Im Strukturkonzept 8 sind bereits ca. 10,2 ha für mögliche Mulden von HJPplaner eingeplant worden.

Aufgrund der hydraulisch ausgelasteten Vorfluter wurde die Möglichkeit der Versickerung des nicht behandlungsbedürftigen Regenwassers (Dachflächenabfluss) untersucht. Zur Zeit liegt noch keine Information zur Flächenkategorisierung der zukünftigen Verkehrsflächen (nach DWA-A-102-2) vor und somit gibt es keine Behandlungserfordernisse dieser Fläche. Daher bleiben die Verkehrsflächen bei der Dimensionierung der Versickerungsanlage oder Regenrückhalteräume unberücksichtigt.

Die für die Versickerung zur Verfügung stehenden Flächen sind in Bild 26 dargestellt.

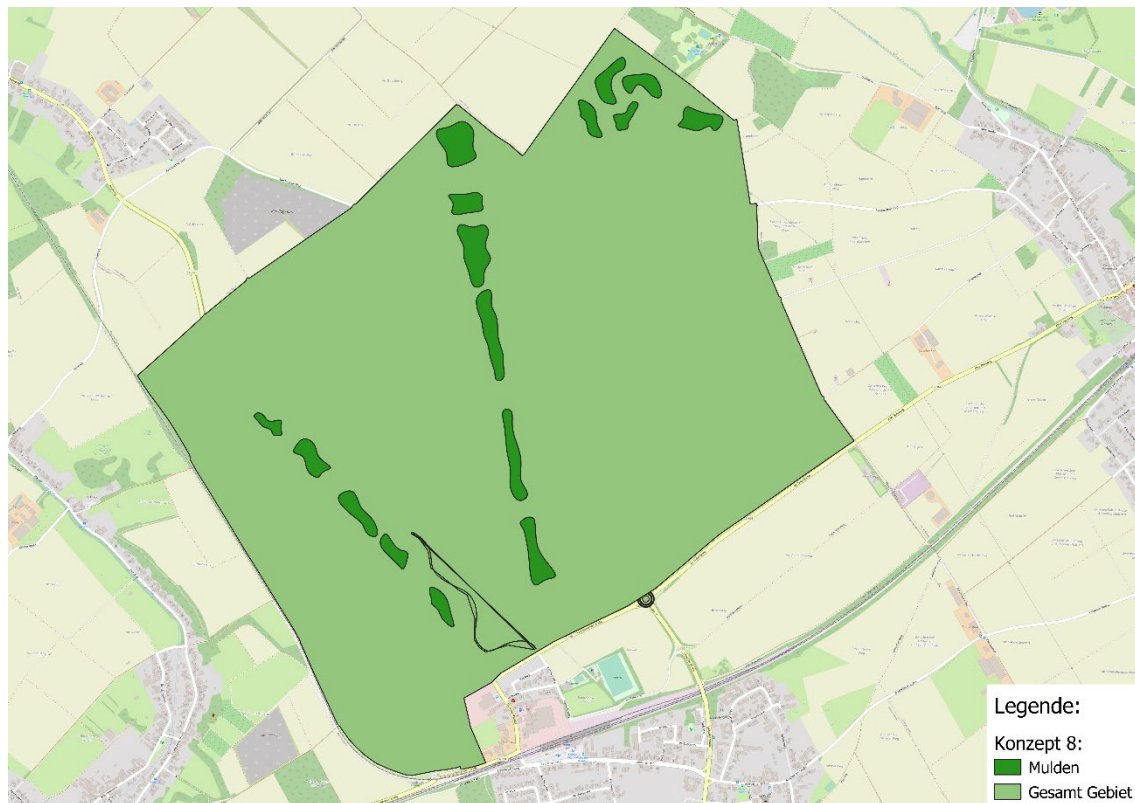


Bild 29: Potentielle Retentions- bzw. Versickerungsflächen

Es wurden im gesamten Gebiet verteilt bereits Versickerungsversuche durchgeführt. Es wurde ein vierschichtiger Bodenaufbau in der betrachteten Gesamtfläche festgestellt. Zur Beurteilung der Versickerungsfähigkeit wurden oberflächennahe Versickerungsversuche mit dem Doppelring-Infiltrometer gemäß DIN 19682-7 unter instationären Bedingungen in einer Tiefe von 6 bis 10 cm unter GOK durchgeführt, um die Durchlässigkeit der Oberböden beurteilen zu können. Des Weiteren wurden Versickerungsversuche gemäß US Earth Manual in einer Tiefe von 4 m bzw. einmalig an der B 33/VV in 8 m Tiefe durchgeführt.

Für die Beurteilung der Untersuchungsergebnisse wurden die Bewertungskriterien des DWA-A 138 zugrunde gelegt. Gemäß des Arbeitsblattes sollte der Durchlässigkeitsbeiwert für Versickerungsanlagen $>1,0 \times 10^{-6}$ betragen.

Die Durchlässigkeit der untersuchten oberflächennahen Bodenschichten sind in Bild 27 dargestellt. Die gemessenen Durchlässigkeitsbeiwerte liegen zwischen 1×10^{-4} und $1,58 \times 10^{-5}$.

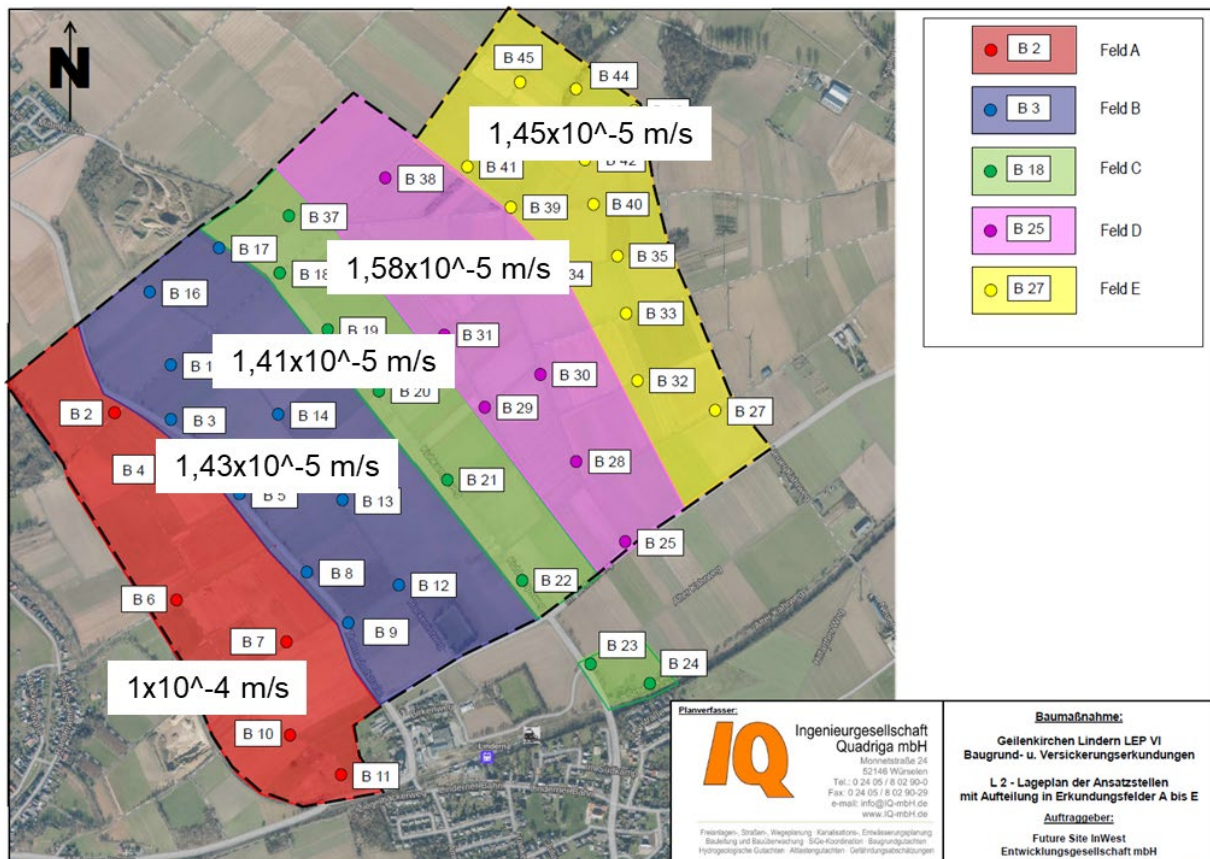


Bild 30: Auswertung der Durchlässigkeit nach DWA-A 138 für Versickerung in oberflächennahe Schichten

Die gemessenen Durchlässigkeiten, sind ab der Schicht 4 in den Tiefen zwischen 2 und 4 m unter GOK für die Versickerung geeignet. Laut Bodengutachten sollte für die Versickerungsanlagen ein Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 1 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ angesetzt werden.

Es wird empfohlen die Durchlässigkeitsbeiwerte an den Muldenstandorten in der Entwurfsphase, nach Festlegung aller Flächengrößen und Positionierungen erneut durch ein Bodengutachten prüfen zu lassen.

Die Versickerungsanlagen müssen mit einem hydraulischen Anschluss versehen werden, seitens der zuständigen Unteren Wasserbehörde wurden Schluckbrunnen ausgeschlossen. Daher muss der hydraulische Anschluss mittels Bodenaustausch hergestellt werden. Das Niederschlagswasser wird dann über den Anschluss zu den durchlässigen Schichten abgeleitet. Alternativ dazu kann der Boden auch abgetragen werden, dies würde dazu führen, dass die Mulden eine Tiefe von 2 bis 4 m haben.

Die Einstauhöhe der Mulden wurde für diese Entwässerungsstudie mit 0,30 m angenommen. Eine höhere Einstauhöhe ist prinzipiell möglich, muss aber mit der Unteren Wasserbehörde abgestimmt werden.

4.2.1 Variante 1 – 0% Gründächer

Für die einzelnen Vorhabenverbünde ergeben sich die in Tabelle 6 aufgeführten notwendigen versickerungswirksamen Flächen und Retentionsräume für ein 5-jährliches Regenereignis. Bei der Berechnung der Mulden wurde eine Einstauhöhe von 30 cm angenommen.

Tabelle 6: Benötigter Retentionsraum, versickerungswirksame Fläche für die Niederschlagswasserversickerung (Variante 1, 5-jährliches Regenereignis)

	Vorhabenverbund 1	Vorhabenverbund 2	Vorhabenverbund 3	Gesamt
Gesamtfläche	59,45 ha	81,11 ha	39,37 ha	180 ha
Dachfläche	33,29 ha	45,42 ha	22,05 ha	101 ha
versickerungswirksame Fläche	36800	52000 m ²	23200 m ²	11,2 ha
notw. Speichervolumen	11.200 m ³	15.700 m ³	7.000 m ³	33.900 m ³

Die notwendige Versickerungsfläche für das gesamte Gebiet bei einem 5-jährlichen Regenereignis beträgt 11,2 ha.

Zusätzlich zu den Mulden wurde der benötigte Retentionsraum für ein 100-jährliches Regenereignis betrachtet, dafür wurde der Ansatz nach DWA-A 117 gewählt. Eine genauere Betrachtung mittels Langzeitsimulation ist daher im weiteren Verlauf erforderlich. Die vorläufigen Ergebnisse sind in der Tabelle 7 zu finden.

Tabelle 7: Benötigter Retentionsraum, für das Niederschlagswasser (Variante 1, 100-jährliches Regenereignis)

	Vorhabenverbund 1	Vorhabenverbund 2	Vorhabenverbund 3	Gesamt
Gesamtfläche	59,45 ha	81,11 ha	39,37 ha	180 ha
Dachfläche	33,29 ha	45,42 ha	22,05 ha	101 ha
notw. Speichervolumen	27.000 m ³	39.000 m ³	16.000 m ³	82.000 m ³

Der gesamte benötigte Retentionsraum für ein 100-jährliches Regenereignis beträgt 82.000 m³.

4.2.2 Variante 2 – 30% Gründächer

Für die einzelnen Vorhabenverbünde der Variante 2 ergeben sich die in Tabelle 8 aufgeführten notwendigen versickerungswirksamen Flächen und Retentionsräume für ein 5-jährliches Regenereignis. Bei der Berechnung der Mulden wurde eine Einstauhöhe von 30 cm angenommen.

Tabelle 8: Benötigter Retentionsraum, versickerungswirksame Fläche für die Niederschlagswasserversickerung (Variante 2, 5-jährliches Regenereignis)

	Vorhabenverbund 1	Vorhabenverbund 2	Vorhabenverbund 3	Gesamt
Gesamtfläche	59,45 ha	81,11 ha	39,37 ha	180 ha
Dachfläche	33,29 ha	45,42 ha	22,05 ha	101 ha
versickerungswirksame Fläche	27600 m ²	38400 m ²	18150 m ²	8,4 ha
notw. Speichervolumen	8.500 m ³	11.500 m ³	5.500 m ³	25.500 m ³

Die notwendige Versickerungsfläche für das gesamte Gebiet bei einem 5-jährlichen Regenereignis beträgt 8,4 ha.

Zusätzlich zu den Mulden wurde der benötigte Retentionsraum für ein 100-jährliches Regenereignis betrachtet, dafür wurde der Ansatz nach DWA-A 117 gewählt. Eine genauere Betrachtung mittels Langzeitsimulation ist daher im weiteren Verlauf erforderlich. Die vorläufigen Ergebnisse sind in Tabelle 9 zu finden.

Tabelle 9: Benötigter Retentionsraum, für das Niederschlagswasser (Variante 2, 100-jährliches Regenereignis)

	Vorhabenverbund 1	Vorhabenverbund 2	Vorhabenverbund 3	Gesamt
Gesamtfläche	59,45 ha	81,11 ha	39,37 ha	180 ha
Dachfläche	33,29 ha	45,42 ha	22,05 ha	101 ha
notw. Speichervolumen	20.000 m³	30.000 m³	12.000 m³	62.000 m³

Der gesamte benötigte Retentionsraum für ein 100-jährliches Regenereignis beträgt 62.000 m³.

4.2.3 Variante 3 – 50% Gründächer

Für die einzelnen Vorhabenverbünde der Variante 3 ergeben sich die in Tabelle 10 aufgeführten notwendigen versickerungswirksamen Flächen und Retentionsräume für ein 5-jährliches Regenereignis. Bei der Berechnung der Mulden wurde eine Einstauhöhe von 30 cm angenommen.

Tabelle 10: Benötigter Retentionsraum, versickerungswirksame Fläche für die Niederschlagswasserversickerung (Variante 1, 5-jährliches Regenereignis)

	Vorhabenverbund 1	Vorhabenverbund 2	Vorhabenverbund 3	Gesamt
Gesamtfläche	59,45 ha	81,11 ha	39,37 ha	180 ha
Dachfläche	33,29 ha	45,42 ha	22,05 ha	101 ha
versickerungswirksame Fläche	23520 m²	33150 m²	14850 m²	7,2 ha
notw. Speichervolumen	7.030 m³	10.000 m³	4.500 m³	21.530 m³

Die notwendige Versickerungsfläche für das gesamte Gebiet bei einem 5-jährlichen Regenereignis beträgt 7,2 ha.

Zusätzlich zu den Mulden wurde der benötigte Retentionsraum für ein 100-jährliches Regenereignis betrachtet, dafür wurde der Ansatz nach DWA-A 117 gewählt. Eine genauere Betrachtung mittels Langzeitsimulation ist daher im weiteren Verlauf erforderlich. Die vorläufigen Ergebnisse sind in der Tabelle 11 zu finden.

Tabelle 11: Benötigter Retentionsraum, für das Niederschlagswasser (Variante 1, 100-jährliches Regenereignis)

	Vorhabenverbund 1	Vorhabenverbund 2	Vorhabenverbund 3	Gesamt
Gesamtfläche	59,45 ha	81,11 ha	39,37 ha	180 ha
Dachfläche	33,29 ha	45,42 ha	22,05 ha	101 ha
notw. Speichervolumen	16.000 m³	24.000 m³	9.000 m³	49.000 m³

Der gesamte benötigte Retentionsraum für ein 100-jährliches Regenereignis beträgt 49.000 m³.

4.3 Retentionsbodenfilter für die Vorbehandlung der behandlungsbedürftigen Regenwasserabflüsse

Das behandlungsbedürftige Niederschlagswasser kann im modifizierten Trennsystem abgeleitet werden. Beim modifizierten Trennsystem werden die privaten und öffentlichen Straßenflächen (ca. 60 ha bei beiden Varianten, siehe Bild 19 und Bild 22) an den Regenwasserkanal angeschlossen und einer Behandlungsanlage zugeführt. Die öffentlichen Verkehrsflächen haben eine Größe von ungefähr 12 ha, die privaten Straßen- und Hofflächen haben eine Größe von ca. 48 ha. Die Straßenflächen in einem Gewerbegebiet werden gemäß DWA-A 102 der Belastungskategorien III zugeordnet. Für den behandlungsbedürftigen Regenwasserabfluss wird ein Retentionsbodenfilter als geeignete Regenwasserbehandlungsanlage empfohlen.

Die Bemessung des Retentionsbodenfilters erfolgt nach der zweiten überarbeiteten Auflage des Retentionsbodenfilter-Handbuchs für Planung, Bau und Betrieb (2015) und dem DWA-A 102. Niederschlagsabflüsse aus dem Trennsystemen enthalten in der Regel erheblich weniger sauerstoffzehrende Stoffe und Ammonium als Entlastungsabflüsse aus einem Mischsystem. Daher stehen hier weniger die akuten stofflichen Belastungen aus Einzelereignissen, sondern vielmehr die eingeleiteten Jahresfrachten an Feststoffen (AFS_{fein} bzw. AFS_{63}) mit feinputikulär gebundenen Schadstoffen im Vordergrund. Die Gesamtfracht der im Einzugsgebiet des Bodenfilters angeschlossenen Flächen wird über ein spezifisches Frachtpotenzial je Flächenkategorie ermittelt. Die Ermittlung der Filteroberfläche erfolgt in Bezug auf die im Bodenfilter zu behandelnde AFS_{fein} -Jahresfracht und der zulässigen mittleren Filterbelastung von $7 \text{ kg} / (\text{m}^2 \cdot \text{a})$.

Tabelle 12: Vorbemessung der Retentionsbodenfilter gemäß Retentionsbodenfilterhandbuch, 2015

1.	Wahl der Bodenfilterfläche			
a)	Befestigte angeschlossene Fläche $A_{E,b,i}$ Flächenkategorie III nach Trennerlass	60	[ha]	
b)	Befestigte angeschlossene Fläche $A_{E,b,i}$ Flächenkategorie II nach Trennerlass	0	[ha]	
	Befestigte angeschlossene Fläche $A_{E,b,i}$ Flächenkategorie I nach Trennerlass	0,0	[ha]	
c)	spezifische AFS _{fein} Stoffabtrag $b_{R,a}$			
	III- $b_{R,a}$ (Tabelle 3.1)	760	[kg/(ha*a)]	
	II- $b_{R,a}$ (Tabelle 3.1)	530,0	[kg/(ha*a)]	
	I- $b_{R,a}$ (Tabelle 3.1)	280,0	[kg/(ha*a)]	
c)	Gesamtfracht an AFS63 von den angeschlossenen Flächen $B_{R,a,ges.}$	45.600,0	[kg/a]	
d)	Filteroberfläche A_F (siehe Formel)	6.514,3	[m²]	
	Filteroberfläche A_F (gewählt)	6.600,0	[m²]	
2.	Festlegung der Drosselabflusspende			
	Drosselabflusspende (Zielgröße, Tab 3.4)	0,05	[l/s*m²]	
	Drosselabflusspende (berechnet)	330	[l/s]	
3.	Volumen des Retentionsraums			
a)	nutzbare Tiefe (Handbuch 2015)	0,75	[m]	
b)	Böschungsneigung (Handbuch 2015)	1,0	[m]	
c)	Porenvolumen (Handbuch 2015)	15,0	[%]	
d)	Volumen des Retentionsraums	742,5	[m³]	
	Volumen des Retentionsraums (gewählt)	750,0	m³	

Aus der Tabelle 12 wird ersichtlich, dass für die Behandlung der Straßenabflüsse der LEP-Fläche ein Retentionsbodenfilter mit einem von Retentionsraum 750,0 m³ und einer Filteroberfläche von 6.600 m² benötigt wird. Die Drosselabflusspende von 330 l/s ist relativ hoch, sodass ein zusätzliches Regenrückhaltebecken benötigt wird. Bei der Wahl des Retentionsbodenfilters ist eine zusätzliche Langzeitsimulation mittels LWA Flut durchzuführen.

Alternativ zum Retentionsbodenfilter können auch Reinigungsmaßnahmen wie zum Beispiel Filtersäcke in den Straßenabläufen für die Reinigung des belasteten Niederschlagswassers genutzt werden.

Die Geländehöhe des Gebietes nimmt größtenteils in Richtung Norden im Bereich der geplanten Mulden ab. Daher es ist sinnvoll, das anfallende Schmutzwasser von Süden in Richtung Norden zu entwässern. Die Details zum Verlauf der Kanalleitung sind in Kapitel 5 erläutert.

4.4 Weitere Rückhaltemöglichkeiten im Planungsgebiet

Zusätzlich zu den beschriebenen Maßnahmen können weitere Rückhaltemöglichkeiten im Planungsgebiet realisiert werden. Diese würden sich positiv auf die zu schaffenden Rückhalteräume

auswirken, sodass diese verkleinert werden könnten. Mit HJPplaner wurden die folgenden zusätzlichen Maßnahmen besprochen:

- Blaudächer mit einem Einstau von ca. 20 cm, dies ist mittlerweile gängige Praxis und führt nur zu geringen Mehrkosten
- Zisternen für die Nutzung vom Regenwasser, dies kann zum Beispiel für die Bewässerung von Pflanzen im Planungsgebiet genutzt werden
- Grauwassernutzung

Da zum jetzigen Stand noch nicht abgeschätzt werden kann, ob diese zusätzlichen Maßnahmen von den zukünftigen Grundstückseigentümern umgesetzt werden, wurden sie nicht mit in die Berechnungen einbezogen.

5 Geländeuntersuchung / Geländemodellierung

Es wurden verschiedene Trassen für die Abwasserableitung untersucht. Mittels eines digitalen Geländemodells wurde ermittelt, ob eine Trassenplanung im Freigefälle möglich ist.

Aufgrund der vorhandene Geländeneigung von Norden in Richtung Süden bietet sich die in Bild 28 gezeigte Variante für die Abwasserleitungen an.

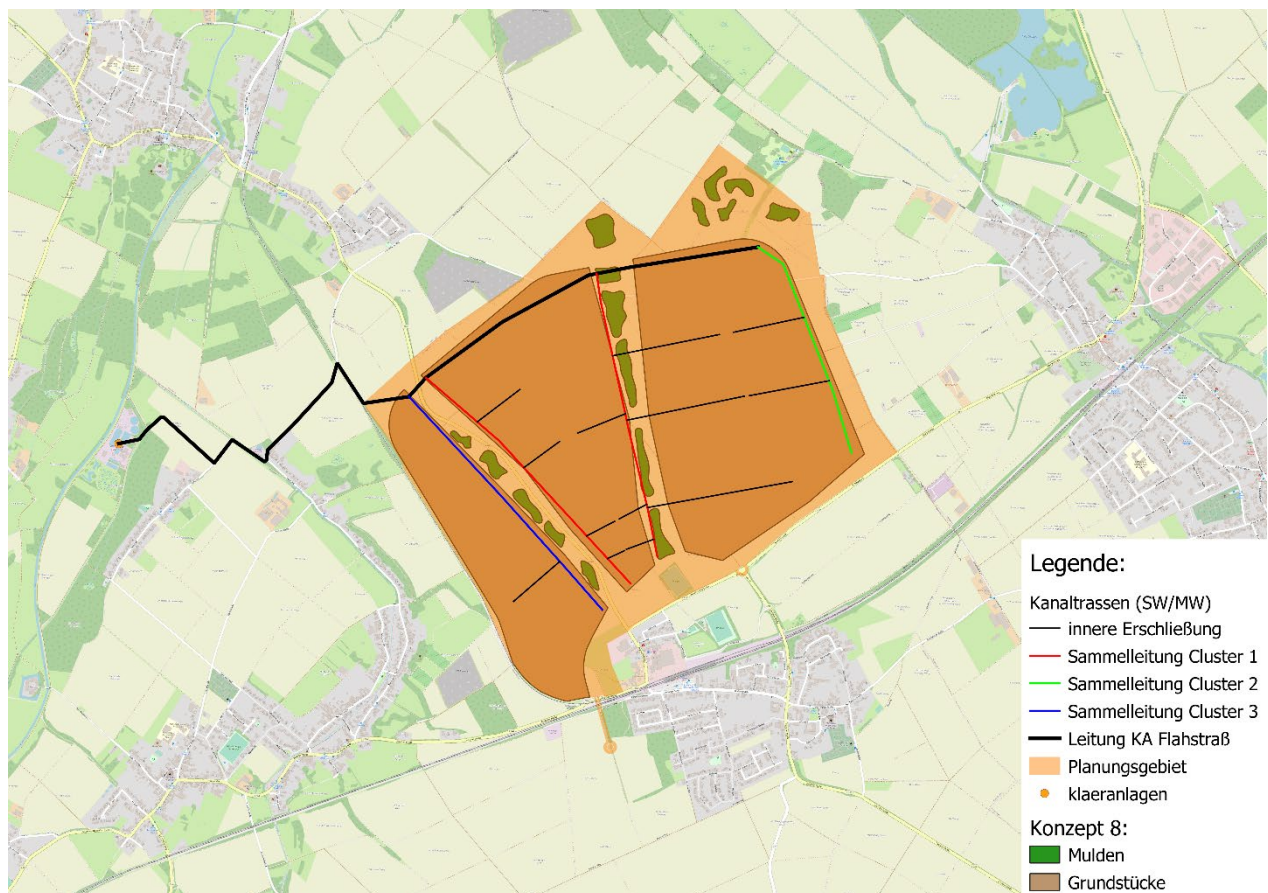


Bild 31: Übersicht Abwasserableitung

In jedem Vorhabenverbund wurde mindestens eine Sammelleitung angeordnet, welche das Abwasser zur Sammelleitung im südlichen Bereich weiterleitet. Die Sammelleitung im Süden leitet das gesamte Abwasser des Planungsgebietes dann zur Kläranlage Flahstraß. Innerhalb der einzelnen Vorhabenverbünde werden zusätzliche Leitungen vorgesehen um eine Anschlusslänge von maximal 70 m zu gewährleisten.

Der Längsschnitt der gesamten Sammelleitung in Richtung Kläranlage Flahstraß ist in Bild 29 zu sehen. Dort ist erkennbar, dass eine Ableitung des Abwassers im Freigefälle möglich ist.

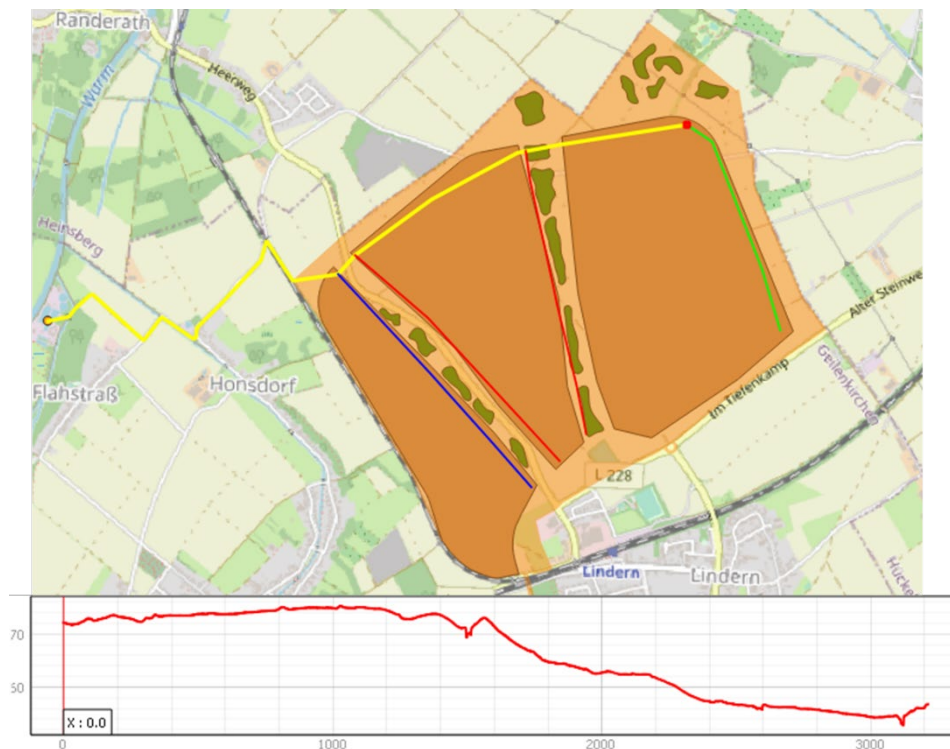


Bild 32: Sammelleitung gesamt

Die Sammelleitungen innerhalb der einzelnen Vorhabenverbünde sind in den folgenden Bildern (Bild 30 bis Bild 32) zu sehen, aus diesen wird ersichtlich, dass innerhalb der einzelnen Vorhabenverbünde ebenfalls eine Ableitung des Abwassers im Freigefälle möglich ist.

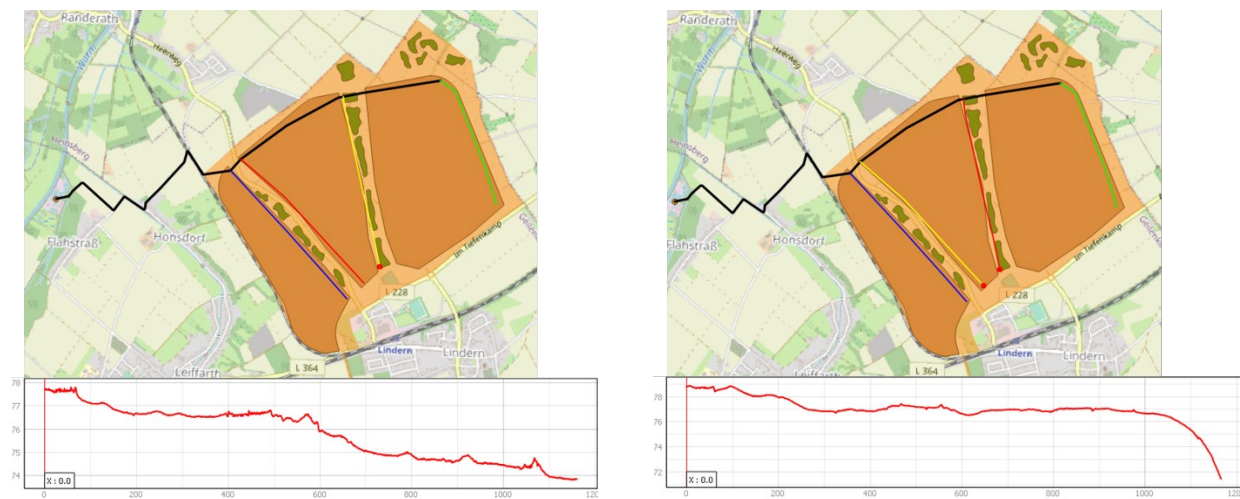


Bild 33: Vorhabenverbund 1

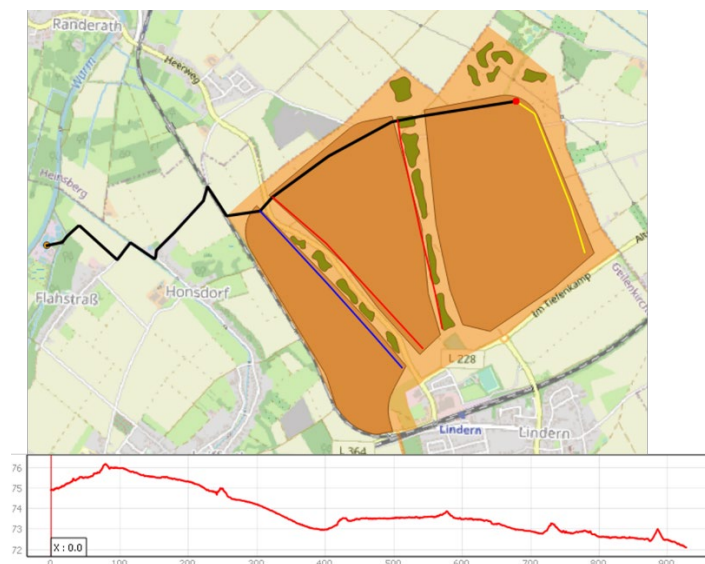


Bild 34: Vorhabenverbund 2

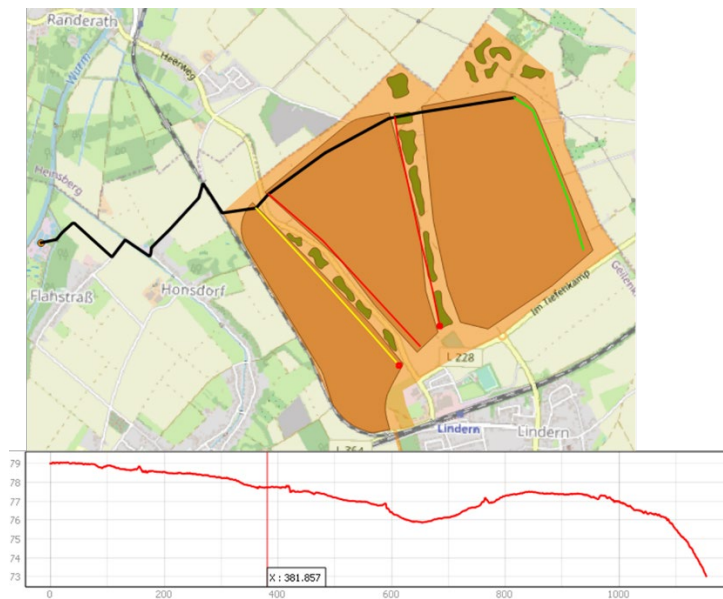


Bild 35: Vorhabenverbund 3

Zusätzlich wurde untersucht, ob eine Ableitung des Abwassers in Richtung der Kläranlage Linnich im Freispiegelgefälle möglich ist. Im Bild 33 ist der Verlauf der Sammelleitung bis zur Kläranlage Linnich gezeigt.

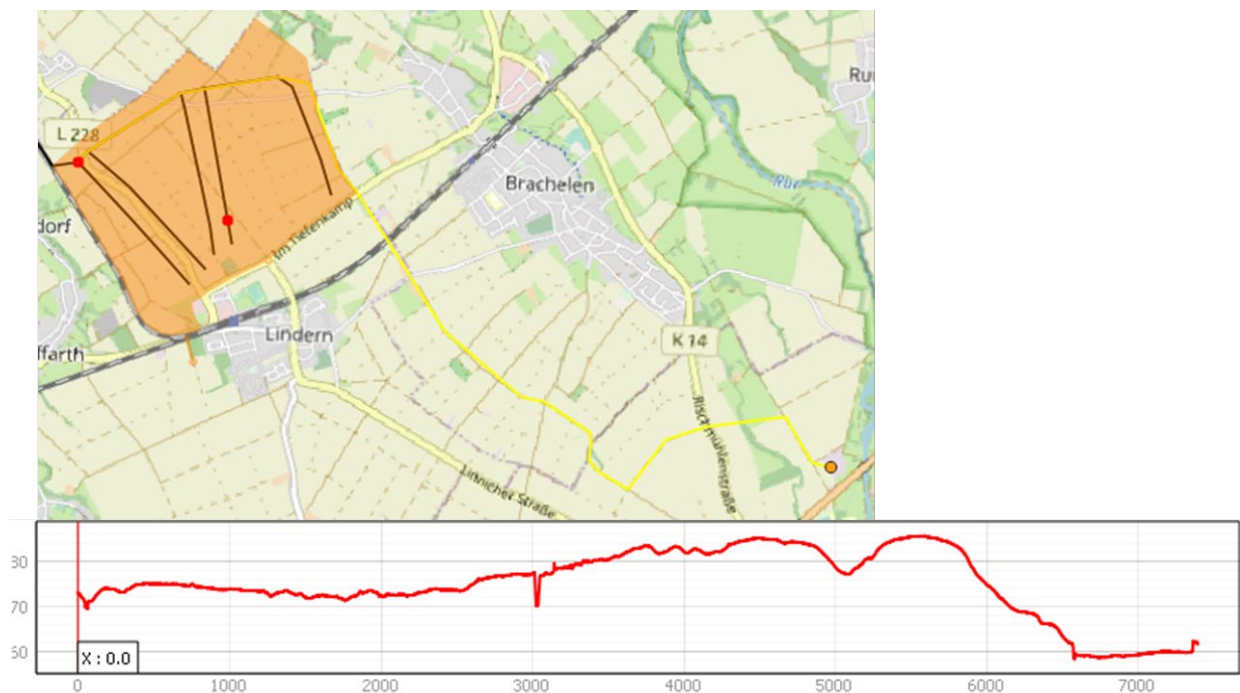


Bild 36: Sammelleitung bis KA Linnich

Aus der Abbildung wird ersichtlich, dass keine Ableitung im Freigefälle möglich ist. Deshalb ist die Ableitung des Abwassers zur Kläranlage Flahstraß zu bevorzugen.

6 Kanaltrassen

Die Kanaltrassen wurden anhand der berechneten Wassermengen nach Prandtl-Colebrook verbessert um einen sinnvollen Kanaldurchmesser für die Kostenannahme zu ermitteln. Es ist aber zu berücksichtigen, dass spätestens in der Entwurfsphase die Kanäle hydrodynamisch berechnet werden sollten, für diese Berechnung sollten dann die aktualisierten KOSTRA-DWD 2020 Daten genutzt werden.

Für die Schmutzwasserleitung wurde die nachfolgende Betrachtung durchgeführt.

Wie bereits im Kapitel 3.1 beschrieben, beträgt der zu erwartende betriebliche Schmutzwasseranfall 115 l/s. Für die Ableitung dieser Wassermenge wird nach Prandtl-Colebrook zur hydraulischen Bemessung von Kanälen und Leitungen und Arbeitsblatt DWA-A 110 eine Leitung mit einem Durchmesser von 500 mm mit 2,0 ‰ und einem k_b Wert von 1,5 benötigt.

7 Vorläufige Kostenannahme

Die Kostenannahme für die vorgeschlagene Niederschlags- und Schmutzwasserentwässerung wurde anhand vergleichbarer Baumaßnahmen aus den letzten Jahren zusammengestellt. Hierbei wurde eine mittlere jährliche Baupreissteigerung von 2,5 % berücksichtigt. Zusätzlich zu den aufgezeigten Kosten fallen Kosten für die Rückhaltung von Regenereignissen über dem 5-jährlichen an. Ferner sind in den Kosten nur die Baukosten und nicht die zusätzlich anfallenden Ingenieurkosten berücksichtigt.

Aufgeteilt sind die Varianten jeweils in 3 Untervarianten, Variante 1 betrachtet die Ableitung des Abwassers im modifizierten Mischsystem, die Variante 2 und 3 betrachten die Ableitung des Abwassers im modifizierten Trennsystem. In der Variante 1 wird das Regenwasser zusammen mit dem Schmutzwasser zur Kläranlage weitergeleitet, dabei wurden die öffentlichen Straßenflächen nicht mit berücksichtigt. Die Varianten 2 und 3 betrachten die getrennte Weiterleitung des Schmutz- und Regenwassers. Die Variante 3 betrachtet das modifizierte Trennsystem, in dieser Variante wird das Schmutzwasser zur Kläranlage geleitet und das Regenwasser wird komplett im Betrachtungsgebiet behandelt und versickert. Die Variante 2 betrachtet ebenfalls die Abwasserableitung im modifizierten Trennsystem, im Gegensatz zu Variante 3 wurde jedoch anstatt einer Versickerung des Regenwassers eine Einleitung in den Vorfluter vorgesehen.

Ferner ist bei der Kostenannahme zu berücksichtigen, dass die Vorhabenverbünde 1 und 2 sich eine Sammelleitung teilen, die Kosten für diese ist in den Kosten für den Vorhabenverbund 1 enthalten.

Aufgrund der örtlichen Begebenheiten ist die Untervariante 3, welche die Ableitung im modifizierten Trennsystem behandelt, die wichtigste Variante, da bei dieser das gesamte Regenwasser im Planungsgebiet verbleibt.

Den Hauptunterschied zwischen den einzelnen Variante bilden die Kosten für die Regenrückhaltebecken und die Versickerungsmulden. Die Kosten für die Kanaltrassen und die Kosten für die Kläranlagenerweiterung bzw. den Neubau unterscheiden sich nicht.

7.1 Variante 1 – 0% Gründächer

Die Gesamtkosten für die Variante 1 werden nun folgend erläutert, dabei wurden die einzelnen Vorhabenverbünde zusammen gefasst.

- Schmutzwasserkanal für die innere Erschließung der Gewerbeflächen DN 250, ca. 3 km
ca. 0,9 Mio. € (netto)
- Hauptleitungen für Schmutzwasser zur äußeren Erschließung DN 400, ca. 6 km
ca. 2,2 Mio. € (netto)
- Mischwasserkanal für die innere Erschließung der Gewerbeflächen DN 300, ca. 3 km
ca. 1,3 Mio. € (netto)
- Hauptleitungen für Mischwasser zur äußeren Erschließung DN 500 bis DN 700, ca. 6 km
ca. 2,6 Mio. € (netto)
- Regenwasserkanal für die innere Erschließung der Gewerbeflächen DN 500, ca. 7,2 km
ca. 4,0 Mio. € (netto)
- Trasse Sammler DN 500 (Beton) für Schmutzwasserableitung von der LEP-Fläche bis zur Kläranlage Flahstraß (Länge ca. 3,25 km; min. Gefälle 2 ‰; Verlegetiefe ca. 3,0-4,0 m)
ca. 1,7 Mio. € (netto, ohne Flächenerwerb)
- Trasse Sammler DN 600 (Beton) für Mischwasserableitung von der LEP-Fläche bis zur Kläranlage Flahstraß (Länge ca. 3,25 km; min. Gefälle 2 ‰; Verlegetiefe ca. 3,0-4,0 m)
ca. 1,8 Mio. € (netto, ohne Flächenerwerb)
- Neubau der Kläranlage ca. 34.000 EW, Entwässerung modifiziertes Trennsystem
ca. 42,5 Mio. € (netto)
- Neubau der Kläranlage ca. 65.000 EW, Entwässerung modifiziertes Mischsystem
ca. 81,3 Mio. € (netto), Zeithorizont ca. 15-20 Jahre
- Erweiterung der Kläranlage Flahstraß ca. 34.000 EW
ca. 40,8 Mio. € (netto), unter Berücksichtigung vorhandener Infrastruktur,
Zeithorizont ca. 10 bis 15 Jahre
- Erweiterung der Kläranlage Flahstraß ca. 65.000 EW
ca. 78. Mio. € (netto), unter Berücksichtigung vorhandener Infrastruktur
- Retentionsbodenfilter mit einem Retentionsraum von 750,0 m³ und einer Filteroberfläche von 6.600 m² (Betrachtung nur Verkehrsflächen)
ca. 7,1 Mio. € (netto)
- Versickerungsanlage mit hydraulischem Anschluss für die gesamte Dachfläche aller Vorhabenverbünde
ca. 17,1 Mio. € (netto)
- Die Kostenannahme für die Errichtung der Regenrückhaltemulden für die Entwässerung der Dachflächen werden in der Tabelle 13 zusammengefasst.

Tabelle 13: Vorläufige Kostenannahme der Regenrückhaltemulde Variante1

	Volumen	Einleitmenge in den Vorfluter (Q_{Dr})	Kostenannahme
	[m ³]	[l/s]	[€] netto
Vorhabenver- bund 1	17.500	20	1,30 Mio.
Vorhabenver- bund 2	26.000	20	1,80 Mio.
Vorhabenver- bund 3	10.000	20	0,96 Mio.
Summe:			4,06 Mio.

Wie im Kapitel 4.1 beschrieben, wird bei der Dimensionierung der Regenrückhalteräume aufgrund der hydraulisch stark ausgelasteten Vorfluter ein maximaler Drosselabfluss von 20 l/s angenommen. Aus dem geringen Drosselabfluss resultiert ein relativ großes Rückhaltevolumen und entsprechend hohe Investitionskosten. Eine Vergrößerung des Drosselabflusses führt zu einer Reduzierung des benötigten Rückhalteriums, wodurch folglich auch die Investitionskosten sinken.

Im Bild 37 werden drei verschiedenen Varianten für die Entwässerung der LEP-Fläche mit vorläufiger Kostenannahme dargestellt.

Variante 1 betrachtet die Entwässerung der LEP-Fläche im modifizierten Mischsystem. Das Mischwasser (betriebliches Schmutzwasser und behandlungsbedürftiges Regenwasser von Straßenflächen) wird in die Kläranlage Flahstraß oder in die neue errichtete Kläranlage abgeleitet. Das nicht behandlungsbedürftige Regenwasser wird versickert. Die Kostenannahme für die Variante 1.1 mit dem Neubau der Kläranlage beläuft sich auf 109,5 Mio. €, 4,6 Mio. € mehr als bei der Variante mit der Erweiterung der Kläranlage Flahstraß, da die Errichtung einer neuen Kläranlage mehr Investitionen als die Erweiterung der Kläranlage Flahstraß veranlagt. Die Kosten für die Verlegung der Mischwassersammler von der LEP-Fläche bis zur neuen Kläranlage konnten aufgrund des bisher unbekannten potentiellen Standortes nur schwer abgeschätzt werden.

Die Varianten 1.2 und 1.3 betrachten die Entwässerung der LEP-Fläche im modifizierten Trennsystem. Das Schmutzwasser wird in die Kläranlage Flahstraß oder in die neue Kläranlage abgeleitet. Variante 1.2 und 1.3 unterscheiden sich hinsichtlich der Ableitung des Niederschlagswassers. Variante 2 betrachtet die Versickerung des nicht behandlungsbedürftigen Regenwassers. Nach Kategorisierung der Verkehrsflächen und Festlegung der erforderlichen Vorbehandlung muss die Versickerungsanlage größer dimensioniert werden. Dies führt bei Variante 1.2 zu einer Kostensteigerung.

Bei der Variante 2 wird das nicht behandlungsbedürftige Regenwasser (Dachabflüsse) in die Regenrückhalteräume gespeichert und gedrosselt in den Vorfluter eingeleitet. Das behandlungsbedürftige Niederschlagswasser (Straßenabflüsse) wird in einem Retentionsbodenfilter vorbehandelt und ebenfalls in den Vorfluter eingeleitet.

Aufgrund der hydraulisch ausgelasteten Vorfluter in der Umgebung der LEP-Fläche ist die Variante 1.2 schwer realisierbar. Die Variante 1.3 stellt die Best Case Variante dar, obwohl die Kosten für die Versickerungsanlage bei der Berücksichtigung der Verkehrsflächen und der Trassenführung größer ausfallen könnten.

Variante 1 - 0% Gründach																									
Variante 1.1 - modifiziertes Mischsystem							Variante 1.2 - modifiziertes Trennsystem mit Regenrückhaltebecken							Variante 1.3 - modifiziertes Trennsystem mit Muldenversickerung											
	Vorhabenverbund 1		Vorhabenverbund 2		Vorhabenverbund 3			Vorhabenverbund 1		Vorhabenverbund 2		Vorhabenverbund 3			Vorhabenverbund 1		Vorhabenverbund 2		Vorhabenverbund 3						
Positionen	KA Flahstraß	neue KA	KA Flahstraß	neue KA	KA Flahstraß	neue KA	Positionen	KA Flahstraß	neue KA	KA Flahstraß	neue KA	KA Flahstraß	neue KA	Positionen	KA Flahstraß	neue KA	KA Flahstraß	neue KA	KA Flahstraß	neue KA					
Mischwasserableitung							Schmutzwasserableitung							Schmutzwasserableitung											
Mischwasserkanal für die innere Erschließung der Gewerbeflächen DN 300 (ca. 3,0 km)	0,4 Mio.€	0,4 Mio.€	0,7 Mio.€	0,7 Mio.€	0,2 Mio.€	0,2 Mio.€	Schmutzwasserkanal für die innere Erschließung der Gewerbeflächen DN 250, ca. 3 km	0,3 Mio.€	0,3 Mio.€	0,5 Mio.€	0,5 Mio.€	0,1 Mio.€	0,1 Mio.€	Schmutzwasserkanal für die innere Erschließung der Gewerbeflächen DN 250, ca. 3 km	0,3 Mio.€	0,3 Mio.€	0,5 Mio.€	0,5 Mio.€	0,1 Mio.€	0,1 Mio.€					
Hauptleitungen für Mischwasser zur äußeren Erschließung DN 500 - DN 700 (ca.6,0 km)	1,3 Mio.€	1,3 Mio.€	0,6 Mio.€	0,6 Mio.€	0,7 Mio.€	0,7 Mio.€	Hauptleitungen für Schmutzwasser zur äußeren Erschließung DN 400, ca 6 km	1,1 Mio.€	1,1 Mio.€	0,5 Mio.€	0,5 Mio.€	0,6 Mio.€	0,6 Mio.€	Hauptleitungen für Schmutzwasser zur äußeren Erschließung DN 400, ca 6 km	1,1 Mio.€	1,1 Mio.€	0,5 Mio.€	0,5 Mio.€	0,6 Mio.€	0,6 Mio.€					
Trasse DN 600 für Mischwasserableitung von LEP-Fläche bis zur Kläranlage Flahstraß (ca. 3,25 km) *	1,4 Mio.€		0,4 Mio.€		0,0 Mio.€		Trasse DN 600 für Mischwasserableitung von LEP-Fläche bis zur Kläranlage Flahstraß (ca. 3,25 km) *	1,4 Mio.€		0,3 Mio.€		0,0 Mio.€		Trasse DN 600 für Mischwasserableitung von LEP-Fläche bis zur Kläranlage Flahstraß (ca. 3,25 km) *	1,4 Mio.€		0,3 Mio.€		0,0 Mio.€						
Erweiterung der Kläranlage Flahstraß ca. 65.000 EW modifiziertes Mischsystem *	25,7 Mio.€		35,1 Mio.€		17,2 Mio.€		Erweiterung der Kläranlage Flahstraß ca. 34.000 EW modifiziertesTrennsystem *	13,5 Mio.€		18,4 Mio.€		9,0 Mio.€		Erweiterung der Kläranlage Flahstraß ca.34.000 EW modifiziertesTrennsystem *	13,5 Mio.€		18,4 Mio.€		9,0 Mio.€						
Trasse DN 600 für Mischwasserableitung von LEP-Fläche bis zur neuen Kläranlage (Standort ist nicht noch nicht bekannt; Annahme ca. 6 km) *		1,1 Mio.€		1,4 Mio.€		0,7 Mio.€	Trasse DN 500 für Schmutzwasser von LEP-Fläche bis zur neuen Kläranlage (Standort ist noch nicht bekannt; Annahme ca. 6 km) *		1,0 Mio.€		1,4 Mio.€		0,7 Mio.€	Trasse DN 500 für Schmutzwasser von LEP-Fläche bis zur neuen Kläranlage (Standort ist nicht bekannt; Annahme ca. 6 km) *		1,0 Mio.€		1,4 Mio.€		0,7 Mio.€					
Bau einer neuen Kläranlage ca. 65.000 EW modifiziertes Mischsystem *		26,8 Mio.€		36,6 Mio.€		17,9 Mio.€	Neubau der Kläranlage ca. 34.000 EW, Entwässerung modifiziertes Trennsystem *		14,0 Mio.€		19,1 Mio.€		9,4 Mio.€	Neubau der Kläranlage ca. 34.000 EW, Entwässerung modifiziertes Trennsystem *		14,0 Mio.€		19,1 Mio.€		9,4 Mio.€					
Regenwasserableitung							Regenwasserableitung							Regenwasserableitung											
Regenwasserkanal für die innere Erschließung nur Dachfläche DN 500	1,7 Mio.€	1,7 Mio.€	1,5 Mio.€	1,5 Mio.€	0,8 Mio.€	0,8 Mio.€	Regenwasserkanal für die innere Erschließung nur Dachfläche DN 500	1,7 Mio.€	1,7 Mio.€	1,5 Mio.€	1,5 Mio.€	0,8 Mio.€	0,8 Mio.€	Regenwasserkanal für die innere Erschließung nur Dachfläche DN 500	1,7 Mio.€	1,7 Mio.€	1,5 Mio.€	1,5 Mio.€	0,8 Mio.€	0,8 Mio.€					
Muldenversickerungsanlage (5-jährliches Ereignis) für die Dachflächen	6,1 Mio.€	6,1 Mio.€	6,1 Mio.€	6,1 Mio.€	4,9 Mio.€	4,9 Mio.€	Regenrückhalte mulde für die Dachentwässerung (5-jährliches Ereignis)	1,3 Mio.€	1,3 Mio.€	1,8 Mio.€	1,8 Mio.€	1,0 Mio.€	1,0 Mio.€	Muldenversickerungsanlage (5-jährliches Ereignis) für die Dachflächen	6,1 Mio.€	6,1 Mio.€	6,1 Mio.€	6,1 Mio.€	4,9 Mio.€	4,9 Mio.€					
Vorläufige Kostenannahme (netto)	36,7 Mio.€	37,4 Mio.€	44,4 Mio.€	46,9 Mio.€	23,8 Mio.€	25,2 Mio.€	Regenwasserkanal für die äußere Erschließung nur Straßenfläche DN 400	0,1 Mio.€	0,1 Mio.€	0,1 Mio.€	0,1 Mio.€	0,1 Mio.€	0,1 Mio.€	Regenwasserkanal für die äußere Erschließung nur Straßenfläche DN 400	0,1 Mio.€	0,1 Mio.€	0,1 Mio.€	0,1 Mio.€	0,1 Mio.€	0,1 Mio.€					
* Kosten aufgeteilt nach prozentualem Flächenanteil																									
							Regenwasserkanal für die innere Erschließung nur Straßenfläche DN 400	1,3 Mio.€	1,3 Mio.€	1,2 Mio.€	1,2 Mio.€	0,6 Mio.€	0,6 Mio.€	Regenwasserkanal für die innere Erschließung nur Straßenfläche DN 400	1,3 Mio.€	1,3 Mio.€	1,2 Mio.€	1,2 Mio.€	0,6 Mio.€	0,6 Mio.€					
							Retentionsbodenfilter mit einem Retentionsraum von 750,0 m³ und einer Filteroberfläche von 6.600 m² *&**	0,2 Mio.€	0,2 Mio.€	0,2 Mio.€	0,2 Mio.€	0,1 Mio.€	0,1 Mio.€	Retentionsbodenfilter mit einem Retentionsraum von 750,0 m³ und einer Filteroberfläche von 6.600 m² *&**	0,2 Mio.€	0,2 Mio.€	0,2 Mio.€	0,2 Mio.€	0,1 Mio.€	0,1 Mio.€					
							Retentionsbodenfilter mit einem Retentionsraum von 750,0 m³ und einer Filteroberfläche von 6.600 m² *&**	2,2 Mio.€	2,2 Mio.€	3,0 Mio.€	3,0 Mio.€	1,4 Mio.€	1,4 Mio.€	Retentionsbodenfilter mit einem Retentionsraum von 750,0 m³ und einer Filteroberfläche von 6.600 m² *&***	2,2 Mio.€	2,2 Mio.€	3,0 Mio.€	3,0 Mio.€	1,4 Mio.€	1,4 Mio.€					
							Vorläufige Kostenannahme (netto)	23,0 Mio.€	23,2 Mio.€	27,5 Mio.€	29,3 Mio.€	13,7 Mio.€	14,8 Mio.€	Vorläufige Kostenannahme (netto)	27,8 Mio.€	28,0 Mio.€	31,8 Mio.€	33,6 Mio.€	17,6 Mio.€	18,7 Mio.€					
Kosten Wasserverband Eifel-Rur							* Kosten aufgeteilt nach prozentualem Flächenanteil							* Kosten aufgeteilt nach prozentualem Flächenanteil											
Kosten Investor							** andere Art von Behandlungsanlage nach DWA-M 153 möglich							** andere Art von Behandlungsanlage nach DWA-M 153 möglich											
Kosten FSI GmbH																									

Bild 37: Vorläufige Kostenannahmen der verschiedenen Varianten zur Entwässerung der LEP-Fläche Variante 1 – 0% Gründächer

Gemäß dem Erlass des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen weisen wir darauf hin, dass aufgrund der Kriegseignisse in der Ukraine und der in der Folge verhängten weltweiten Sanktionen gegen Russland eine Preissteigerung vieler Baustoffe zu erwarten ist. Eine Baupreissteigerung bis zur Realisierung ist nicht in den Kosten erhalten.

7.2 Variante 2 – 30% Gründächer

Die Gesamtkosten für die Variante 2 werden nun folgend erläutert, dabei wurden die einzelnen Vorhabenverbünde zusammen gefasst.

- Schmutzwasserkanal für die innere Erschließung der Gewerbeflächen DN 250, ca. 3 km
ca. 0,9 Mio. € (netto)
- Hauptleitungen für Schmutzwasser zur äußeren Erschließung DN 400, ca. 6 km
ca. 2,2 Mio. € (netto)
- Mischwasserkanal für die innere Erschließung der Gewerbeflächen DN 300, ca. 3 km
ca. 1,3 Mio. € (netto)
- Hauptleitungen für Mischwasser zur äußeren Erschließung DN 500 bis DN 700, ca. 6 km
ca. 2,6 Mio. € (netto)
- Regenwasserkanal für die innere Erschließung der Gewerbeflächen DN 500, ca. 7,2 km
ca. 4,0 Mio. € (netto)
- Trasse Sammler DN 500 (Beton) für Schmutzwasserableitung von der LEP-Fläche bis zur Kläranlage Flahstraß (Länge ca. 3,25 km; min. Gefälle 2 ‰; Verlegetiefe ca. 3,0-4,0 m)
ca. 1,7 Mio. € (netto, ohne Flächenerwerb)
- Trasse Sammler DN 600 (Beton) für Mischwasserableitung von der LEP-Fläche bis zur Kläranlage Flahstraß (Länge ca. 3,25 km; min. Gefälle 2 ‰; Verlegetiefe ca. 3,0-4,0 m)
ca. 1,8 Mio. € (netto, ohne Flächenerwerb)
- Neubau der Kläranlage ca. 34.000 EW, Entwässerung modifiziertes Trennsystem
ca. 42,5 Mio. € (netto)
- Neubau der Kläranlage ca. 65.000 EW, Entwässerung modifiziertes Mischsystem
ca. 81,3 Mio. € (netto), Zeithorizont ca. 15 bis -20 Jahre
- Erweiterung der Kläranlage Flahstraß ca. 34.000 EW
ca. 40,8 Mio. € (netto), unter Berücksichtigung vorhandener Infrastruktur,
Zeithorizont ca. 10 bis 15 Jahre
- Erweiterung der Kläranlage Flahstraß ca. 65.000 EW
ca. 78. Mio. € (netto), unter Berücksichtigung vorhandener Infrastruktur
- Retentionsbodenfilter mit einem Retentionsraum von 750,0 m³ und einer Filteroberfläche von 6.600 m² (Betrachtung nur Verkehrsflächen)
ca. 7,1 Mio. € (netto)
- Versickerungsanlage mit hydraulischem Anschluss für die gesamte Dachfläche aller Vorhabenverbünde
ca. 12,8 Mio. € (netto)

- Die Kostenannahme für die Errichtung der Regenrückhaltemulden für die Entwässerung der Dachflächen werden in der Tabelle 14 zusammengefasst.

Tabelle 14: Vorläufige Kostenannahme der Regenrückhaltemulden Variante 2

	Volumen	Einleitmenge in den Vorfluter (Q_{Dr})	Kostenannahme
	[m ³]	[l/s]	[€] netto
Vorhabenver- bund 1	13.000	20	1,10 Mio.
Vorhabenver- bund 2	19.500	20	1,46 Mio.
Vorhabenver- bund 3	7.500	20	0,84 Mio.
Summe:			3,40 Mio.

Wie im Kapitel 4.1 beschrieben, wird bei der Dimensionierung der Regenrückhalteräume aufgrund der hydraulisch stark ausgelasteten Vorfluter ein maximaler Drosselabfluss von 20 l/s angenommen. Aus dem geringen Drosselabfluss resultiert ein relativ großes Rückhaltevolumen und entsprechend hohe Investitionskosten. Eine Vergrößerung des Drosselabflusses führt zu einer Reduzierung des benötigten Rückhalteriums, wodurch folglich auch die Investitionskosten sinken.

Im Bild 38 werden drei verschiedenen Varianten für die Entwässerung der LEP-Fläche mit vorläufiger Kostenannahme dargestellt.

Variante 2.1 betrachtet die Entwässerung der LEP-Fläche im modifizierten Mischsystem. Das Mischwasser (betriebliches Schmutzwasser und behandlungsbedürftiges Regenwasser von Straßenflächen) wird in die Kläranlage Flahstraß oder in die neue errichtete Kläranlage abgeleitet. Das nicht behandlungsbedürftige Regenwasser wird versickert. Die Kostenannahme für die Variante 2.1 mit dem Neubau der Kläranlage beläuft sich auf 105,2 Mio. €, 4,6 Mio. € mehr als bei der Variante mit der Erweiterung der Kläranlage Flahstraß, da die Errichtung einer neuen Kläranlage mehr Investitionen als die Erweiterung der Kläranlage Flahstraß veranlagt. Die Kosten für die Verlegung der Mischwassersammler von der LEP-Fläche bis zur neuen Kläranlage konnten aufgrund des bisher unbekannten potentiellen Standortes nur schwer abgeschätzt werden.

Die Variante 2.2 und Variante 2.3 betrachten die Entwässerung der LEP-Fläche im modifizierten Trennsystem. Das Schmutzwasser wird in die Kläranlage Flahstraß oder in die neue Kläranlage abgeleitet. Variante 2.2 und 2.3 unterscheiden sich hinsichtlich der Ableitung des Niederschlagswassers. Variante 2.3 betrachtet die Versickerung des nicht behandlungsbedürftigen Regenwassers. Nach Kategorisierung der Verkehrsflächen und Festlegung der erforderlichen Vorbehandlung muss die Versickerungsanlage größer dimensioniert werden. Dies führt bei Variante 2.3 zu einer Kostensteigerung.

Bei der Variante 2.2 wird das nicht behandlungsbedürftige Regenwasser (Dachabflüsse) in die Regenrückhalteräume gespeichert und gedrosselt in den Vorfluter eingeleitet. Das behandlungsbedürftige Niederschlagswasser (Straßenabflüsse) wird in einem Retentionsbodenfilter vorbehandelt und ebenfalls in den Vorfluter eingeleitet.

Aufgrund der hydraulisch ausgelasteten Vorfluter in der Umgebung der LEP-Fläche ist die Variante 2.2 schwer realisierbar. Die Variante 2.3 stellt die Best Case Variante dar, obwohl die Kosten für die Versickerungsanlage bei der Berücksichtigung der Verkehrsflächen und die Trassenführung größer ausfallen könnten.

Variante 2 - 30% Gründach																				
Variante 2.1 - modifiziertes Mischsystem							Variante 2.2 - modifiziertes Trennsystem mit Regenrückhaltebecken							Variante 2.3 - modifiziertes Trennsystem mit Muldenversickerung						
	Vorhabenverbund 1		Vorhabenverbund 2		Vorhabenverbund 3			Vorhabenverbund 1		Vorhabenverbund 2		Vorhabenverbund 3			Vorhabenverbund 1		Vorhabenverbund 2		Vorhabenverbund 3	
Positionen	KA Flahstraß	neue KA	KA Flahstraß	neue KA	KA Flahstraß	neue KA	Positionen	KA Flahstraß	neue KA	KA Flahstraß	neue KA	KA Flahstraß	neue KA	Positionen	KA Flahstraß	neue KA	KA Flahstraß	neue KA	KA Flahstraß	neue KA
Mischwasserableitung							Schmutzwasserableitung							Schmutzwasserableitung						
Mischwasserkanal für die innere Erschließung der Gewerbeflächen DN 300 (ca. 3,0 km)	0,4 Mio.€	0,4 Mio.€	0,7 Mio.€	0,7 Mio.€	0,2 Mio.€	0,2 Mio.€	Schmutzwasserkanal für die innere Erschließung der Gewerbeflächen DN 250, ca. 3 km	0,3 Mio.€	0,3 Mio.€	0,5 Mio.€	0,5 Mio.€	0,1 Mio.€	0,1 Mio.€	Schmutzwasserkanal für die innere Erschließung der Gewerbeflächen DN 250, ca. 3 km	0,3 Mio.€	0,3 Mio.€	0,5 Mio.€	0,5 Mio.€	0,1 Mio.€	0,1 Mio.€
Hauptleitungen für Mischwasser zur äußeren Erschließung DN 500 - DN 700 (ca.6,0 km)	1,3 Mio.€	1,3 Mio.€	0,6 Mio.€	0,6 Mio.€	0,7 Mio.€	0,7 Mio.€	Hauptleitungen für Schmutzwasser zur äußeren Erschließung DN 400, ca 6 km	1,1 Mio.€	1,1 Mio.€	0,5 Mio.€	0,5 Mio.€	0,6 Mio.€	0,6 Mio.€	Hauptleitungen für Schmutzwasser zur äußeren Erschließung DN 400, ca 6 km	1,1 Mio.€	1,1 Mio.€	0,5 Mio.€	0,5 Mio.€	0,6 Mio.€	0,6 Mio.€
Trasse DN 600 für Mischwasserableitung von LEP-Fläche bis zur Kläranlage Flahstraß (ca. 3,25 km) *	1,4 Mio.€		0,4 Mio.€		0,0 Mio.€		Trasse DN 600 für Mischwasserableitung von LEP-Fläche bis zur Kläranlage Flahstraß (ca. 3,25 km) *	1,4 Mio.€		0,3 Mio.€		0,0 Mio.€		Trasse DN 600 für Mischwasserableitung von LEP-Fläche bis zur Kläranlage Flahstraß (ca. 3,25 km) *	1,4 Mio.€		0,3 Mio.€		0,0 Mio.€	
Erweiterung der Kläranlage Flahstraß ca. 65.000 EW modifiziertes Mischsystem *	25,7 Mio.€		35,1 Mio.€		17,2 Mio.€		Erweiterung der Kläranlage Flahstraß ca. 34.000 EW modifiziertesTrennsystem *	13,5 Mio.€		18,4 Mio.€		9,0 Mio.€		Erweiterung der Kläranlage Flahstraß ca.34.000 EW modifiziertesTrennsystem *	13,5 Mio.€		18,4 Mio.€		9,0 Mio.€	
Trasse DN 600 für Mischwasserableitung von LEP-Fläche bis zur neuen Kläranlage (Standort ist nicht noch nicht bekannt; Annahme ca. 6 km) *		1,1 Mio.€		1,4 Mio.€		0,7 Mio.€	Trasse DN 500 für Schmutzwasser von LEP- Fläche bis zur neuen Kläranlage (Standort ist noch nicht bekannt; Annahme ca. 6 km) *		1,0 Mio.€		1,4 Mio.€		0,7 Mio.€	Trasse DN 500 für Schmutzwasser von LEP- Fläche bis zur neuen Kläranlage (Standort ist nicht bekannt; Annahme ca. 6 km) *		1,0 Mio.€		1,4 Mio.€		0,7 Mio.€
Bau einer neuen Kläranlage ca. 65.000 EW modifiziertes Mischsystem *		26,8 Mio.€		36,6 Mio.€		17,9 Mio.€	Neubau der Kläranlage ca. 34.000 EW, Entwässerung modifiziertes Trennsystem *		14,0 Mio.€		19,1 Mio.€		9,4 Mio.€	Neubau der Kläranlage ca. 34.000 EW, Entwässerung modifiziertes Trennsystem *		14,0 Mio.€		19,1 Mio.€		9,4 Mio.€
Regenwasserableitung							Regenwasserableitung							Regenwasserableitung						
Regenwasserkanal für die innere Erschließung nur Dachfläche DN 500	1,7 Mio.€	1,7 Mio.€	1,5 Mio.€	1,5 Mio.€	0,8 Mio.€	0,8 Mio.€	Regenwasserkanal für die innere Erschließung nur Dachfläche DN 500	1,7 Mio.€	1,7 Mio.€	1,5 Mio.€	1,5 Mio.€	0,8 Mio.€	0,8 Mio.€	Regenwasserkanal für die innere Erschließung nur Dachfläche DN 500	1,7 Mio.€	1,7 Mio.€	1,5 Mio.€	1,5 Mio.€	0,8 Mio.€	0,8 Mio.€
Muldenversickerungsanlage (5-jährliches Ereignis) für die Dachflächen	4,5 Mio.€	4,5 Mio.€	4,5 Mio.€	4,5 Mio.€	3,8 Mio.€	3,8 Mio.€	Regenrückhaltemulde für die Dachentwässerung (5-jährliches Ereignis)	1,1 Mio.€	1,1 Mio.€	1,5 Mio.€	1,5 Mio.€	0,9 Mio.€	0,9 Mio.€	Muldenversickerungsanlage (5-jährliches Ereignis) für die Dachflächen	4,5 Mio.€	4,5 Mio.€	4,5 Mio.€	4,5 Mio.€	3,8 Mio.€	3,8 Mio.€
Vorläufige Kostenannahme (netto)	35,1 Mio.€	35,8 Mio.€	42,8 Mio.€	45,3 Mio.€	22,7 Mio.€	24,1 Mio.€	Regenwasserkanal für die äußere Erschließung nur Straßenfläche DN 400	0,1 Mio.€	0,1 Mio.€	0,1 Mio.€	0,1 Mio.€	0,1 Mio.€	0,1 Mio.€	Regenwasserkanal für die äußere Erschließung nur Straßenfläche DN 400	0,1 Mio.€	0,1 Mio.€	0,1 Mio.€	0,1 Mio.€	0,1 Mio.€	0,1 Mio.€
* Kosten aufgeteilt nach prozentualem Flächenanteil																				
							Regenwasserkanal für die innere Erschließung nur Straßenfläche DN 400	1,3 Mio.€	1,3 Mio.€	1,2 Mio.€	1,2 Mio.€	0,6 Mio.€	0,6 Mio.€	Regenwasserkanal für die innere Erschließung nur Straßenfläche DN 400	1,3 Mio.€	1,3 Mio.€	1,2 Mio.€	1,2 Mio.€	0,6 Mio.€	0,6 Mio.€
							Retentionsbodenfilter mit einem Retentionsraum von 750,0 m³ und einer Filteroberfläche von 6.600 m² *g**	0,2 Mio.€	0,2 Mio.€	0,2 Mio.€	0,2 Mio.€	0,1 Mio.€	0,1 Mio.€	Retentionsbodenfilter mit einem Retentionsraum von 750,0 m³ und einer Filteroberfläche von 6.600 m² *g**	0,2 Mio.€	0,2 Mio.€	0,2 Mio.€	0,2 Mio.€	0,1 Mio.€	0,1 Mio.€
							Retentionsbodenfilter mit einem Retentionsraum von 750,0 m³ und einer Filteroberfläche von 6.600 m² *g**	2,2 Mio.€	2,2 Mio.€	3,0 Mio.€	3,0 Mio.€	1,4 Mio.€	1,4 Mio.€	Retentionsbodenfilter mit einem Retentionsraum von 750,0 m³ und einer Filteroberfläche von 6.600 m² *g**	2,2 Mio.€	2,2 Mio.€	3,0 Mio.€	3,0 Mio.€	1,4 Mio.€	1,4 Mio.€
							Vorläufige Kostenannahme (netto)	22,8 Mio.€	23,0 Mio.€	27,2 Mio.€	29,0 Mio.€	13,6 Mio.€	14,7 Mio.€	Vorläufige Kostenannahme (netto)	26,2 Mio.€	26,4 Mio.€	30,2 Mio.€	32,0 Mio.€	16,6 Mio.€	17,6 Mio.€
Kosten Wasserverband Eifel-Rur								* Kosten aufgeteilt nach prozentualem Flächenanteil							* Kosten aufgeteilt nach prozentualem Flächenanteil					
Kosten Investor								** andere Art von Behandlungsanlage nach DWA-M 153 möglich							** andere Art von Behandlungsanlage nach DWA-M 153 möglich					
Kosten FSI GmbH																				

Bild 38: Vorläufige Kostenannahmen der verschiedenen Varianten zur Entwässerung der LEP-Fläche Variante 2 – 30% Gründächer

Gemäß dem Erlass des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen weisen wir darauf hin, dass aufgrund der Kriegseignisse in der Ukraine und der in der Folge verhängten weltweiten Sanktionen gegen Russland eine Preissteigerung vieler Baustoffe zu erwarten ist. Eine Baupreissteigerung bis zur Realisierung ist nicht in den Kosten erhalten.

7.3 Variante 3 – 50% Gründächer

Die Gesamtkosten für die Variante 3 werden nun folgend erläutert, dabei wurden die einzelnen Vorhabenverbünde zusammen gefasst.

- Schmutzwasserkanal für die innere Erschließung der Gewerbeflächen DN 250, ca. 3 km
ca. 0,9 Mio. € (netto)
- Hauptleitungen für Schmutzwasser zur äußeren Erschließung DN 400, ca. 6 km
ca. 2,2 Mio. € (netto)
- Mischwasserkanal für die innere Erschließung der Gewerbeflächen DN 300, ca. 3 km
ca. 1,3 Mio. € (netto)
- Hauptleitungen für Mischwasser zur äußeren Erschließung DN 500 bis DN 700, ca. 6 km
ca. 2,6 Mio. € (netto)
- Regenwasserkanal für die innere Erschließung der Gewerbeflächen DN 500, ca. 7,2 km
ca. 4,0 Mio. € (netto)
- Trasse Sammler DN 500 (Beton) für Schmutzwasserableitung von der LEP-Fläche bis zur Kläranlage Flahstraß (Länge ca. 3,25 km; min. Gefälle 2 ‰; Verlegetiefe ca. 3,0-4,0 m)
ca. 1,7 Mio. € (netto, ohne Flächenerwerb)
- Trasse Sammler DN 600 (Beton) für Mischwasserableitung von der LEP-Fläche bis zur Kläranlage Flahstraß (Länge ca. 3,25 km; min. Gefälle 2 ‰; Verlegetiefe ca. 3,0-4,0 m)
ca. 1,8 Mio. € (netto, ohne Flächenerwerb)
- Neubau der Kläranlage ca. 34.000 EW, Entwässerung modifiziertes Trennsystem
ca. 42,5 Mio. € (netto)
- Neubau der Kläranlage ca. 65.000 EW, Entwässerung modifiziertes Mischsystem
ca. 81,3 Mio. € (netto), Zeithorizont ca. 15-20 Jahre
- Erweiterung der Kläranlage Flahstraß ca. 34.000 EW
ca. 40,8 Mio. € (netto), unter Berücksichtigung vorhandener Infrastruktur, Zeithorizont ca. 10-15 Jahre
- Erweiterung der Kläranlage Flahstraß ca. 65.000 EW
ca. 78. Mio. € (netto), unter Berücksichtigung vorhandener Infrastruktur
- Retentionsbodenfilter mit einem Retentionsraum von 750,0 m³ und einer Filteroberfläche von 6.600 m² (Betrachtung nur Verkehrsflächen)
ca. 7,1 Mio. € (netto)
- Versickerungsanlage mit hydraulischem Anschluss für die gesamte Dachfläche aller Vorhabenverbünde
ca. 10,9 Mio. € (netto)

- Die Kostenannahme für die Errichtung der Regenrückhaltemulden für die Entwässerung der Dachflächen wird in der Tabelle 15 zusammengefasst.

Tabelle 15: Vorläufige Kostenannahme der Regenrückhaltemulden Variante 3

	Volumen	Einleitmenge in den Vorfluter (Q_{Dr})	Kostenannahme
	[m ³]	[l/s]	[€] netto
Vorhabenver- bund 1	10.500	20	0,97 Mio.
Vorhabenver- bund 2	15.500	20	1,26 Mio.
Vorhabenver- bund 3	6.000	20	0,74 Mio.
Summe:			2,97 Mio.

Wie im Kapitel 4.1 beschrieben, wird bei der Dimensionierung der Regenrückhalteräume aufgrund der hydraulisch stark ausgelasteten Vorfluter ein maximaler Drosselabfluss von 20 l/s angenommen. Aus dem geringen Drosselabfluss resultiert ein relativ großes Rückhaltevolumen und entsprechend hohe Investitionskosten. Eine Vergrößerung des Drosselabflusses führt zu einer Reduzierung des benötigten Rückhalteriums, wodurch folglich auch die Investitionskosten sinken.

Im Bild 39 werden drei verschiedenen Varianten für die Entwässerung der LEP-Fläche mit vorläufiger Kostenannahme dargestellt.

Variante 3.1 betrachtet die Entwässerung der LEP-Fläche im modifizierten Mischsystem. Das Mischwasser (betriebliches Schmutzwasser und behandlungsbedürftiges Regenwasser von Straßenflächen) wird in die Kläranlage Flahstraß oder in die neu errichtete Kläranlage abgeleitet. Das nicht behandlungsbedürftige Regenwasser wird versickert. Die Kostenannahme für die Variante 3.1 mit dem Neubau der Kläranlage beläuft sich auf 103,2 Mio. €, 4,5 Mio. € mehr als bei der Variante mit der Erweiterung der Kläranlage Flahstraß, da die Errichtung einer neuen Kläranlage mehr Investitionen als die Erweiterung der Kläranlage Flahstraß veranlagt. Die Kosten für die Verlegung der Mischwassersammler von der LEP-Fläche bis zur neuen Kläranlage konnten aufgrund des bisher unbekannten potentiellen Standortes nur schwer abgeschätzt werden.

Die Variante 3.2 und Variante 3.3 betrachten die Entwässerung der LEP-Fläche im modifizierten Trennsystem. Das Schmutzwasser wird in die Kläranlage Flahstraß oder in die neue Kläranlage abgeleitet. Variante 3.2 und 3.3 unterscheiden sich hinsichtlich der Ableitung des Niederschlagswassers. Variante 3.3 betrachtet die Versickerung des nicht behandlungsbedürftigen Regenwassers. Nach Kategorisierung der Verkehrsflächen und Festlegung der erforderlichen Vorbehandlung muss die Versickerungsanlage größer dimensioniert werden. Dies führt bei Variante 3.3 zu einer Kostensteigerung.

Bei der Variante 3.2 wird das nicht behandlungsbedürftige Regenwasser (Dachabflüsse) in die Regenrückhalteräume gespeichert und gedrosselt in den Vorfluter eingeleitet. Das behandlungsbedürftige Niederschlagswasser (Straßenabflüsse) wird in einem Retentionsbodenfilter vorbehandelt und ebenfalls in den Vorfluter eingeleitet.

Aufgrund der hydraulisch ausgelasteten Vorfluter in der Umgebung der LEP-Fläche ist die Variante 3.2 schwer realisierbar. Die Variante 3.3 stellt die Best Case Variante dar, obwohl die Kosten für die Versickerungsanlage bei der Berücksichtigung der Verkehrsflächen und die Trassenführung größer ausfallen könnten.

Variante 3 - 50% Gründach																				
Variante 3.1 - modifiziertes Mischsystem							Variante 3.2 - modifiziertes Trennsystem mit Regenrückhaltebecken							Variante 3.3 - modifiziertes Trennsystem mit Muldenversickerung						
	Vorhabenverbund 1		Vorhabenverbund 2		Vorhabenverbund 3			Vorhabenverbund 1		Vorhabenverbund 2		Vorhabenverbund 3			Vorhabenverbund 1		Vorhabenverbund 2		Vorhabenverbund 3	
Positionen	KA Flahstraß	neue KA	KA Flahstraß	neue KA	KA Flahstraß	neue KA	Positionen	KA Flahstraß	neue KA	KA Flahstraß	neue KA	KA Flahstraß	neue KA	Positionen	KA Flahstraß	neue KA	KA Flahstraß	neue KA	KA Flahstraß	neue KA
Mischwasserableitung							Schmutzwasserableitung							Schmutzwasserableitung						
Mischwasserkanal für die innere Erschließung der Gewerbeflächen DN 300 (ca. 3,0 km)	0,4 Mio.€	0,4 Mio.€	0,7 Mio.€	0,7 Mio.€	0,2 Mio.€	0,2 Mio.€	Schmutzwasserkanal für die innere Erschließung der Gewerbeflächen DN 250, ca. 3 km	0,3 Mio.€	0,3 Mio.€	0,5 Mio.€	0,5 Mio.€	0,1 Mio.€	0,1 Mio.€	Schmutzwasserkanal für die innere Erschließung der Gewerbeflächen DN 250, ca. 3 km	0,3 Mio.€	0,3 Mio.€	0,5 Mio.€	0,5 Mio.€	0,1 Mio.€	0,1 Mio.€
Hauptleitungen für Mischwasser zur äußeren Erschließung DN 500 - DN 700 (ca.6,0 km)	1,3 Mio.€	1,3 Mio.€	0,6 Mio.€	0,6 Mio.€	0,7 Mio.€	0,7 Mio.€	Hauptleitungen für Schmutzwasser zur äußeren Erschließung DN 400, ca 6 km	1,1 Mio.€	1,1 Mio.€	0,5 Mio.€	0,5 Mio.€	0,6 Mio.€	0,6 Mio.€	Hauptleitungen für Schmutzwasser zur äußeren Erschließung DN 400, ca 6 km	1,1 Mio.€	1,1 Mio.€	0,5 Mio.€	0,5 Mio.€	0,6 Mio.€	0,6 Mio.€
Trasse DN 600 für Mischwasserableitung von LEP-Fläche bis zur Kläranlage Flahstraß (ca. 3,25 km) *	1,4 Mio.€		0,4 Mio.€		0,0 Mio.€		Trasse DN 600 für Mischwasserableitung von LEP-Fläche bis zur Kläranlage Flahstraß (ca. 3,25 km) *	1,4 Mio.€		0,3 Mio.€		0,0 Mio.€		Trasse DN 600 für Mischwasserableitung von LEP-Fläche bis zur Kläranlage Flahstraß (ca. 3,25 km) *	1,4 Mio.€		0,3 Mio.€		0,0 Mio.€	
Erweiterung der Kläranlage Flahstraß ca. 65.000 EW modifiziertes Mischsystem *	25,7 Mio.€		35,1 Mio.€		17,2 Mio.€		Erweiterung der Kläranlage Flahstraß ca. 34.000 EW modifiziertesTrennsystem *	13,5 Mio.€		18,4 Mio.€		9,0 Mio.€		Erweiterung der Kläranlage Flahstraß ca.34.000 EW modifiziertesTrennsystem *	13,5 Mio.€		18,4 Mio.€		9,0 Mio.€	
Trasse DN 600 für Mischwasserableitung von LEP-Fläche bis zur neuen Kläranlage (Standort ist nicht noch nicht bekannt; Annahme ca. 6 km) *		1,1 Mio.€		1,4 Mio.€		0,7 Mio.€	Trasse DN 500 für Schmutzwasser von LEP- Fläche bis zur neuen Kläranlage (Standort ist noch nicht bekannt; Annahme ca. 6 km) *		1,0 Mio.€		1,4 Mio.€		0,7 Mio.€	Trasse DN 500 für Schmutzwasser von LEP- Fläche bis zur neuen Kläranlage (Standort ist nicht bekannt; Annahme ca. 6 km) *		1,0 Mio.€		1,4 Mio.€		0,7 Mio.€
Bau einer neuen Kläranlage ca. 65.000 EW modifiziertes Mischsystem *		26,8 Mio.€		36,6 Mio.€		17,9 Mio.€	Neubau der Kläranlage ca. 34.000 EW, Entwässerung modifiziertes Trennsystem *		14,0 Mio.€		19,1 Mio.€		9,4 Mio.€	Neubau der Kläranlage ca. 34.000 EW, Entwässerung modifiziertes Trennsystem *		14,0 Mio.€		19,1 Mio.€		9,4 Mio.€
Regenwasserableitung							Regenwasserableitung							Regenwasserableitung						
Regenwasserkanal für die innere Erschließung nur Dachfläche DN 500	1,7 Mio.€	1,7 Mio.€	1,5 Mio.€	1,5 Mio.€	0,8 Mio.€	0,8 Mio.€	Regenwasserkanal für die innere Erschließung nur Dachfläche DN 500	1,7 Mio.€	1,7 Mio.€	1,5 Mio.€	1,5 Mio.€	0,8 Mio.€	0,8 Mio.€	Regenwasserkanal für die innere Erschließung nur Dachfläche DN 500	1,7 Mio.€	1,7 Mio.€	1,5 Mio.€	1,5 Mio.€	0,8 Mio.€	0,8 Mio.€
Muldenversickerungsanlage (5-jährliches Ereignis) für die Dachflächen	3,9 Mio.€	3,9 Mio.€	3,9 Mio.€	3,9 Mio.€	3,1 Mio.€	3,1 Mio.€	Regenrückhalte mulde für die Dachentwässerung (5-jährliches Ereignis)	1,0 Mio.€	1,0 Mio.€	1,3 Mio.€	1,3 Mio.€	0,8 Mio.€	0,8 Mio.€	Muldenversickerungsanlage (5-jährliches Ereignis) für die Dachflächen	3,9 Mio.€	3,9 Mio.€	3,9 Mio.€	3,9 Mio.€	3,1 Mio.€	3,1 Mio.€
Vorläufige Kostenannahme (netto)	34,5 Mio.€	35,1 Mio.€	42,2 Mio.€	44,7 Mio.€	22,0 Mio.€	23,4 Mio.€	Regenwasserkanal für die äußere Erschließung nur Straßenfläche DN 400	0,1 Mio.€	0,1 Mio.€	0,1 Mio.€	0,1 Mio.€	0,1 Mio.€	0,1 Mio.€	Regenwasserkanal für die äußere Erschließung nur Straßenfläche DN 400	0,1 Mio.€	0,1 Mio.€	0,1 Mio.€	0,1 Mio.€	0,1 Mio.€	0,1 Mio.€
* Kosten aufgeteilt nach prozentualem Flächenanteil																				
							Regenwasserkanal für die innere Erschließung nur Straßenfläche DN 400	1,3 Mio.€	1,3 Mio.€	1,2 Mio.€	1,2 Mio.€	0,6 Mio.€	0,6 Mio.€	Regenwasserkanal für die innere Erschließung nur Straßenfläche DN 400	1,3 Mio.€	1,3 Mio.€	1,2 Mio.€	1,2 Mio.€	0,6 Mio.€	0,6 Mio.€
							Retentionsbodenfilter mit einem Retentionsraum von 750,0 m³ und einer Filteroberfläche von 6.600 m² *g**	0,2 Mio.€	0,2 Mio.€	0,2 Mio.€	0,2 Mio.€	0,1 Mio.€	0,1 Mio.€	Retentionsbodenfilter mit einem Retentionsraum von 750,0 m³ und einer Filteroberfläche von 6.600 m² *g**	0,2 Mio.€	0,2 Mio.€	0,2 Mio.€	0,2 Mio.€	0,1 Mio.€	0,1 Mio.€
							Retentionsbodenfilter mit einem Retentionsraum von 750,0 m³ und einer Filteroberfläche von 6.600 m² *g**	2,2 Mio.€	2,2 Mio.€	3,0 Mio.€	3,0 Mio.€	1,4 Mio.€	1,4 Mio.€	Retentionsbodenfilter mit einem Retentionsraum von 750,0 m³ und einer Filteroberfläche von 6.600 m² *g**	2,2 Mio.€	2,2 Mio.€	3,0 Mio.€	3,0 Mio.€	1,4 Mio.€	1,4 Mio.€
							Vorläufige Kostenannahme (netto)	22,7 Mio.€	22,9 Mio.€	27,0 Mio.€	28,8 Mio.€	13,5 Mio.€	14,6 Mio.€	Vorläufige Kostenannahme (netto)	25,5 Mio.€	25,8 Mio.€	29,6 Mio.€	31,4 Mio.€	15,9 Mio.€	16,9 Mio.€
Kosten Wasserverband Eifel-Rur	* Kosten aufgeteilt nach prozentualem Flächenanteil																			
Kosten Investor	** andere Art von Behandlungsanlage nach DWA-M 153 möglich																			
Kosten FSI GmbH	** andere Art von Behandlungsanlage nach DWA-M 153 möglich																			

Bild 39: Vorläufige Kostenannahmen der verschiedenen Varianten zur Entwässerung der LEP-Fläche Variante 3 – 50% Gründächer

Gemäß dem Erlass des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen weisen wir darauf hin, dass aufgrund der Kriegsereignisse in der Ukraine und der in der Folge verhängten weltweiten Sanktionen gegen Russland eine Preissteigerung vieler Baustoffe zu erwarten ist. Eine Baupreissteigerung bis zur Realisierung ist nicht in den Kosten erhalten.

8 Zusammenfassung

Das Strukturkonzept der LEP-Fläche sieht die Anordnung von insgesamt drei Vorhabenverbünden als eigenständige Bauabschnitte vor. In der erstellten Entwässerungsstudie wurde in einem ersten Schritt untersucht, unter welchen Voraussetzungen eine Entwässerung der LEP-Fläche erfolgen kann. Es wurden zwei Entwässerungsvarianten, modifiziertes Trennsystem und modifiziertes Mischsystem, hinsichtlich der geplanten Flächengrößen, des Geländeverlaufs sowie der zukünftigen Nutzung der LEP-Fläche untersucht. Seitens des Auftraggebers wurde sich aufgrund der örtlichen Begebenheiten für ein modifiziertes Trennsystem entschieden. Des Weiteren wurde eine Variante ohne Gründächer, eine Variante mit einem Gründachanteil von 30% sowie eine Variante mit 50% Gründachanteil im Planungsgebiet betrachtet.

Für die Ableitung des zu erwartenden Schmutzwassers/Mischwassers bestehen grundlegend drei Möglichkeiten: die Einleitung in das bestehende Kanalnetz der Lindern, Leiffarth, Beeck, Bracheln, Linnich die direkte Einleitung zur bestehenden Kläranlage Flahstraß oder Linnich oder die direkte Einleitung in eine neu zu errichtende Kläranlage.

Eine Aussage zu den Erweiterungsmöglichkeiten der Kläranlagen findet durch den Wasserverband Eifel-Rur nach Vorlage dieses Entwässerungskonzeptes statt.

Erfahrungsgemäß ist die Erweiterung einer bestehenden Kläranlage nicht nur im Hinblick auf die gesetzlichen Rahmenbedingungen, sondern auch im Hinblick auf die Investitionskosten günstiger und vorteilhafter. Für eine bestehende Kläranlage liegen bereits Genehmigungen wie z. B. Genehmigung auf Einleitung des gereinigten Abwassers in den Vorfluter, oder Genehmigung nach Bundesimmissionsschutzgesetz vor. Unter Umständen müssen diese lediglich angepasst werden. Die vorhandene Infrastruktur und Peripherie der Kläranlage können weiterhin benutzt werden, was mit einer deutlichen Ersparnis bei den Investitionen einhergeht.

Das anfallende Niederschlagswasser auf der LEP-Fläche kann versickert oder gedrosselt in den Vorfluter eingeleitet werden. Bei der gedrosselten Einleitung in den Vorfluter sollten unter Berücksichtigung der genehmigten Einleitmenge Rückhalteräume (RRB, Stauraumkanäle etc.) vorgesehen werden. Die gedrosselte Einleitung wird aufgrund der örtlichen Begebenheiten nicht empfohlen, es sollte deshalb eine vollständige Versickerung des Regenwassers erfolgen.

Die notwendigen Rückhalteräume werden nach DWA-A 117 vorbemessen. Für die Berechnung des Speichervolumens der Regenrückhaltebecken wird ein minimaler Drosselabfluss von 20 l/s zugrunde gelegt.

In der Nähe des Planungsgebietes befinden sich die Vorfluter Wurm, Beeckfließ, Teichbach, Linnicher Mühlenteich, Bracheler Fließ, Diebsgraben. Nach Angaben des Wasserverbandes Eifel-Rur sind Wurm, Beeckfließ, Teichbach, Linnicher Mühlenteich, Bracheler Fließ, Diebsgraben hydraulisch ausgelastet, sodass zurzeit keine zusätzlichen Einleitungen möglich sind.

Aufgrund der hydraulisch ausgelasteten Vorfluter wurde ebenfalls die Möglichkeit der Versickerung in Mulden untersucht.

Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass spätestens in der Entwurfsphase die Kanäle hydrodynamisch berechnet werden sollten. Für diese Berechnung sollten dann die aktualisierten KOSTRA DATEN 2020 genutzt werden.

Die kostengünstigsten Varianten sind die Varianten 3.2 und 3.3 mit einem Gründachanteil von 50 % und der Abwasserableitung im modifizierten Trennsystem. Aufgrund der hydraulisch ausgelasteten Vorfluter ist die Variante 3.3 die zu bevorzugende Variante.

Bei Planung der neuen Kläranlage könnte folgende Abbildung „Schematische Darstellung des Ablaufs der Vorarbeiten für die Planung einer Kläranlage“ als Grundlage verwendet werden (siehe Bild 40).

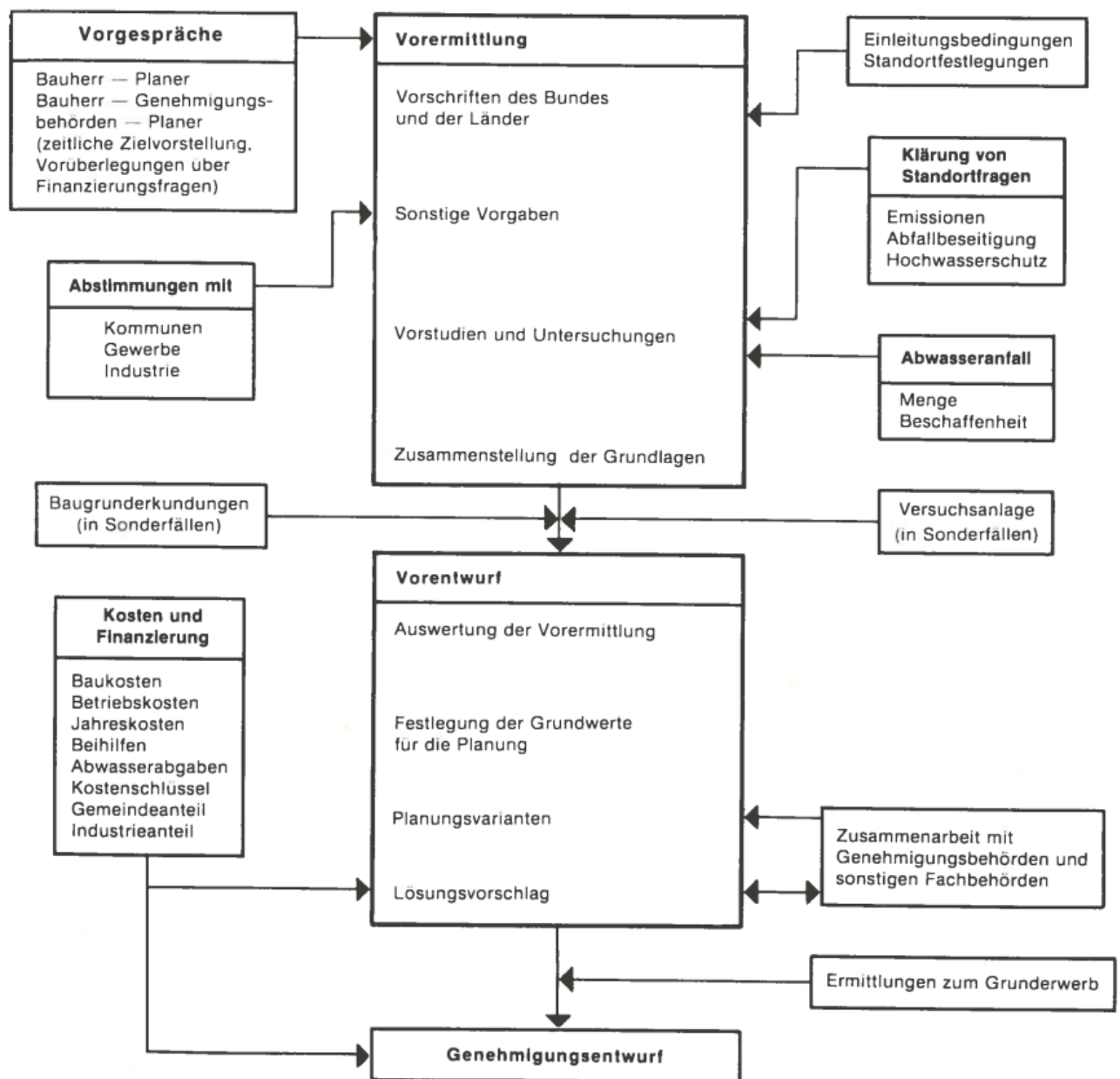
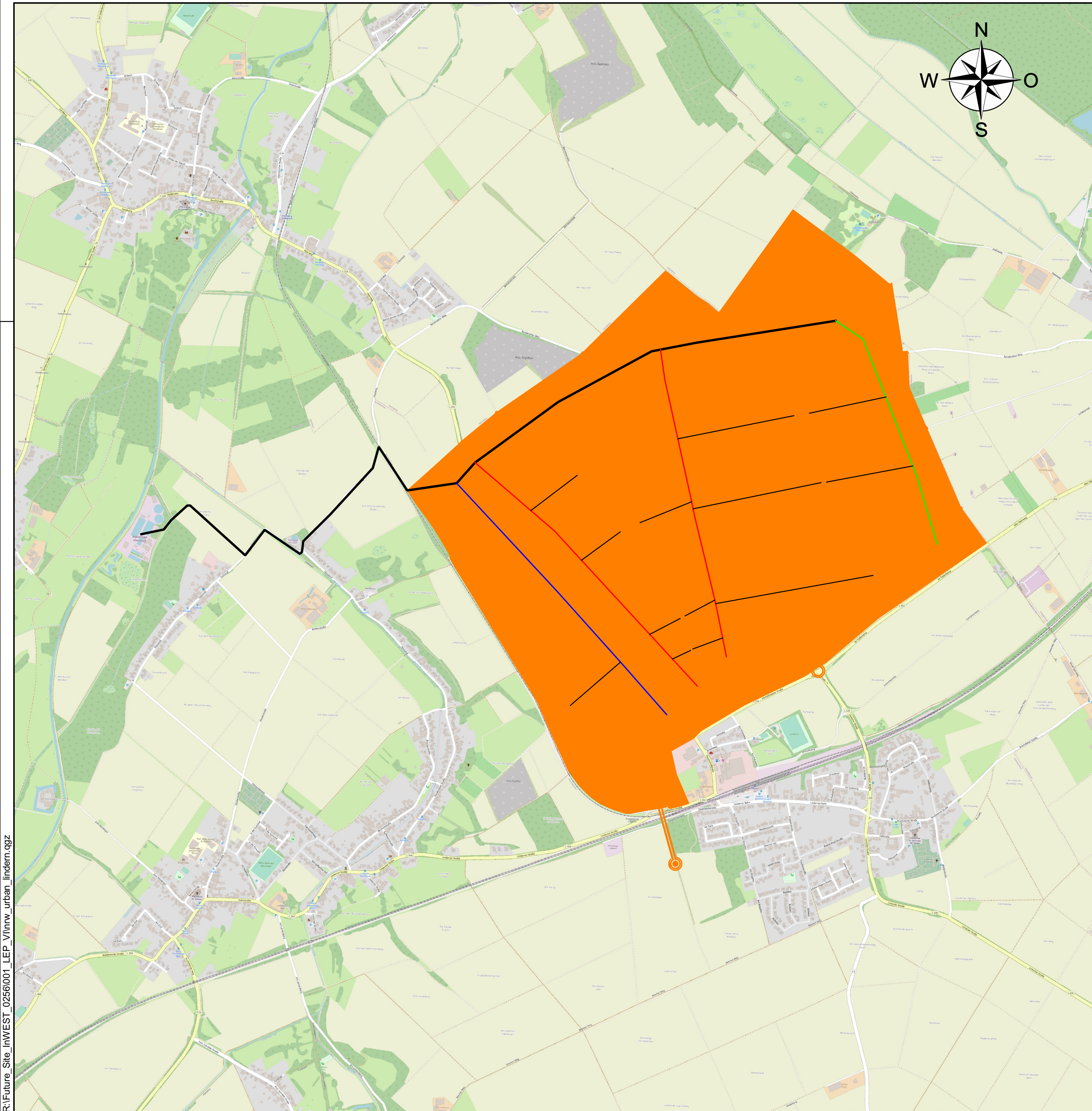


Bild 40: Schematische Darstellung des Ablaufs der Vorarbeiten für die Planung einer Kläranlage

Für die weitere Entwicklung der LEP-Fläche und detaillierte Bearbeitung der Entwässerungsmöglichkeiten der Flächen besteht folgender Handlungsbedarf bei den Umweltbehörden und Wasserverbänden:

- Abstimmung der Erweiterungsmöglichkeit der Kläranlage Flahstraß (Wasserverband Eifel-Rur)
- Untersuchung eines geeigneten Standorts für den Bau einer neuen Kläranlage
- Genehmigungsantrag gemäß § 57 (2) LWG NRW für den Bau, Betrieb und /oder die wesentlichen Änderungen einer Kläranlage
- Immissionsschutzrechtliche Genehmigungsverfahren nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG)
 - Landschaftspflegerischer Begleitplan /Artenschutz Fachbeitrag
 - Umweltverträglichkeitsprüfung
- Anforderungen an die Menge und die Qualität des abzuleitenden Abwassers (Gewässereigenschaften), daraus folgende Planung der Reinigungsstufen
- Grunddienstbarkeiten für die Verlegung der neuen Entwässerungstrassen (Stadt Geilenkirchen)
- Einleitung des Niederschlagswassers ins Gewässer oder in den Untergrund-Versickerung (Einleitmenge, Hochwasserschutz, immissionsorientierte Anforderungen entsprechend DWA-A 102-3 bzw. aktueller Regelwerke) (Untere Wasserbehörde Kreis Heinsberg)
- Gutachten für Verlegung der neuen Entwässerungstrassen (Bodengutachten, Artenschutzgutachten, Altlasten und Kampfmittelbeseitigung, Bodendenkmal) (Umweltbehörden, Naturschutzbehörden, Landschaftsschutzbehörden, Untere Denkmalbehörde Kreis Heinsberg, etc.).

R:\Future_Site_inWEST_0256001_LEP_V\lwr_urban_lindern.qgz



Legende:

- Kanaltrassen (SW/MW)

innere Erschließung

Sammelleitung Cluster 1

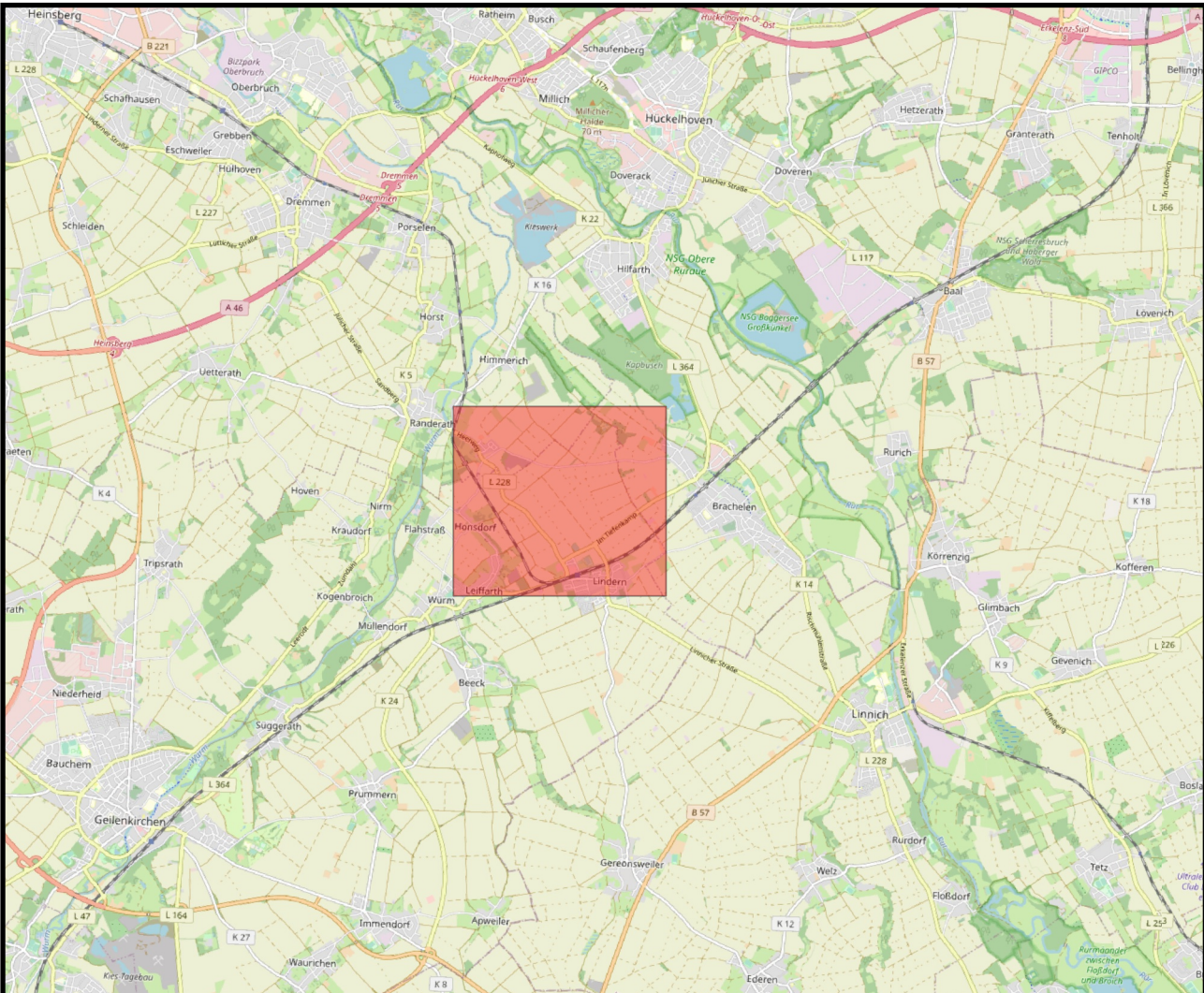
Sammelleitung Cluster 2

Sammelleitung Cluster 3

Leitung KA Flahstraß
- Konzept 8:

Mulden

Grundstücke
- Planungsgebiet



Entwässerungsstudie
LEP Fläche Geilenkirchen-Lindern

Übersichtsplan Abwasserleitungen

Blatt 1	Maßstab 1:10.000
TUTTAHS & MEYER INGENIEURGESELLSCHAFT für Wasser-, Abwasser- und Energiewirtschaft mbH	gez.: Nora Blase Datum: Februar 2023 geprüft: Irina Rokotyanskaya Datum: Februar 2023 T&M Projektnummer: 0256 001 T&M Verwaltungsnummer: 025 • 009 • 01 • 03 T&M Hausexemplarnummer: 00000

Auf der Hills 162 • 52068 Aachen • Deutschland • Tel.:+49 241 50 00 05 • Fax: +49 241 40 10 04-44 • info@tum-ingenieure.de • www.tuttahs-meyer.de

Aachen,
Bearbeitet durch:
Nora Blase, M.Eng.

Prof. Dr.-Ing. Markus Schröder