



FH MÜNSTER
University of Applied Sciences



TAFH MÜNSTER
Cooperation & Innovation

Regenwasserbewirtschaftung im Neubaugebiet Limburg-Blumenrod

Erläuterungsbericht

FH Münster
Institut für Infrastruktur·Wasser·Ressourcen·Umwelt (IWARU)
AG Siedlungshydrologie und Wasserwirtschaft
Prof. Dr.-Ing. M. Uhl
Corrensstraße 25
48149 Münster

Projektleitung:

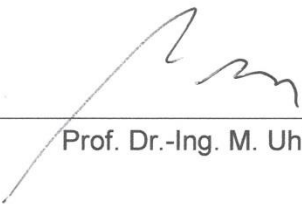
Prof. Dr.-Ing. Mathias Uhl

Projektbearbeitung:

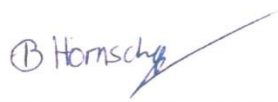
Prof. Dr.-Ing. Mathias Uhl

Birgitta Hörnschemeyer, MSc

Münster, 7.10.20



Prof. Dr.-Ing. M. Uhl



Birgitta Hörnschemeyer MSc

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
1 Veranlassung und Zielsetzung.....	1
2 Planungsgrundlagen.....	3
3 Wasserwirtschaftliche Rahmenbedingungen	4
3.1 Naturräumliche Verhältnisse.....	4
3.2 Wasserwirtschaftliche und sonstige infrastrukturelle Anlagen.....	5
3.3 Wasserhaushalt.....	8
4 Regenwasserbewirtschaftung im städtebaulichen Wettbewerb.....	9
5 Regenwasserbewirtschaftung im städtebaulichen Entwurf.....	11
5.1 Planungsverlauf	11
5.2 Konzept der Regenwasserbewirtschaftung	11
5.3 Funktionskonzept.....	15
5.3.1 Öffentliche Anlagen der Regenwasserbewirtschaftung	15
5.3.2 Regenwasserbewirtschaftung in den Baufeldern	18
5.4 Vordimensionierungen	22
5.4.1 Vorbemerkungen	22
5.4.2 Dachbegrünungen	22
5.4.3 Regengärten	22
5.4.4 Muldenrinnen	23
5.4.5 Flurgräben	23
5.4.6 Retentionsflächen	24
5.4.7 Regenrückhaltebecken	24
5.5 Bodenuntersuchungen	25
5.6 Wasserhaushalt.....	26
5.7 Überflutungsschutz bei Stark- und Sturzregen.....	27
5.8 Großbach	30
Verzeichnis der Bilder.....	33
Verzeichnis der Tabellen	34
Literatur	35

1 Veranlassung und Zielsetzung

Die Stadt Limburg beabsichtigt, im Stadtteil Blumenrod ein Neubaugebiet zu entwickeln, in dem in besonderem Maße die Nachhaltigkeitskriterien einer Zukunftsstadt umgesetzt werden sollen. Dazu gehört die Bewirtschaftung des Regenwassers mit neuen Zielvorstellungen zum Wasserhaushalt und zur Klimavorsorge. Im Hinblick auf den sich derzeit rasch fortentwickelnden Stand der Technik sind hierfür wissenschaftliche Beratungs- und Transferleistungen erforderlich, die eine zukunftsgerichtete städtebauliche Entwicklung des Gebietes unterstützen. Diese wurden wie folgt mit dem Planungsbüro für Städtebau Studio Schultz Granberg GbR, Berlin und der Stadt Limburg ermittelt und im Detail mit dem Tiefbauamt und dem Stadtplanungsamt der Stadt Limburg besprochen. Der Magistrat der Kreisstadt Limburg an der Lahn beauftragte am 19.11.2019 die Transferagentur der FH Münster (TAFH) mit den folgenden Aufgaben.

1. Klärung wasserwirtschaftlicher Rahmenbedingungen

- Berechnung des Wasserhaushaltes im unbebauten Zustand gemäß Arbeits- und Merkblattrihe DWA-A/M102-2 und -4 (Entwurf)
- Auswahl von Untersuchungspunkten eines Fachgutachtens zu Boden- und Grundwasserhältnissen abhängig von den städtebaulichen und wasserwirtschaftlichen Planungen
- Einleitbedingungen in das vorhandene Bach- und Rückhaltebeckensystem

2. Wissenschaftliche Beratung zur Regenwasserbewirtschaftung

- Entwicklung und Abstimmung der Randbedingungen und Ziele (Wasserhaushalt, Einleitbedingungen, Genehmigungsfähigkeit)
- Ziele und Maßnahmen für die Baufelder und die öffentlichen Flächen
- Vordimensionierung der Maßnahmen und Flächen
- Funktionskonzept für öffentliche und private Flächen und Anlagen
- Nachweis des Wasserhaushaltes für das Gesamtgebiet
- Besprechung mit Fachämtern der Stadt Limburg und der zuständigen Genehmigungsbehörde
- Vorabstimmung mit der Genehmigungsbehörde
- Lageplan 1:1000

3. Wissenschaftliche Beratung zur Integration der Regenwasserbewirtschaftung in den städtebaulichen Entwurf

-
- Ausweisung von Lage und Größe erforderlicher Flächen für öffentliche Anlagen der Regenwasserbewirtschaftung
 - Mitarbeit bei Entwürfen zur städtebaulichen und landschaftsarchitektonischen Umsetzung der Regenwasserbewirtschaftung
 - im öffentlichen Raum
 - im halböffentlichen und privatem Raum
 - Ausweisung prioritärer Fließwege für Sturzregen
 - Prüfung der funktionalen Machbarkeit des Schlussentwurfs
 - Besprechung mit Fachämtern der Stadt Limburg
 - Arbeitsmaßstab 1:1000, Machbarkeitsdetails 1:200 oder passend
4. Ingenieurwissenschaftliche hydrologische Modellierung
- Bemessungsdiagramme für die Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung
 - Berechnung des Wasserhaushaltes für die Schlussvariante des städtebaulichen Entwurfs gemäß Arbeits- und Merkblattreihe DWA-A/M102-4 (Entwurf)
 - optional, nicht Bestandteil dieses Angebotes: Langzeitsimulation zum Nachweis der hydrologischen Funktionsfähigkeit des Gesamtsystems zur Regenwasserbewirtschaftung im Planungsgebiet
 - Kurzbericht
5. Transfer- und Realisierungsprozess
- Mitwirkung bei Vorschlägen zu Festsetzungen im Bebauungsplan sowie Kauf-/Erschließungsverträgen sowie zur weiteren Qualitätssicherung im Realisierungsprozess
 - Zusammenstellung gelungener Gestaltungsbeispiele für die vorgeschlagenen Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung mit Bildnutzungsrechten
 - Mitarbeit bei einer Gesamtpräsentation (Stadtgremien, Bürgerforum)

2 Planungsgrundlagen

Für das Projekt standen folgende Unterlagen zu Verfügung, die von der Stadt Limburg bereitgestellt oder von der FH Münster eingeholt wurden.

- Auslobungsunterlagen offener einphasiger städtebaulicher und freiraumplanerischer Realisierungswettbewerb „Blumenrod“, Kreisstadt Limburg an der Lahn, September 2018
- digitale Pläne des städtebaulichen Entwurfs der Arge Studio Schultz Granberg GbR, Berlin und häfner jiménez betcke jarosch landschaftsarchitektur gmbh, Berlin
- Drainageplan „Übersichtskarte von dem Wehrmachtsgelände ehemaliger Flugplatz Linter“, o.J.
- Lageplan 1:1000 des Generellen Entwässerungsentwurfes des Baugebietes Blumenrod vom 12.2.1999, Planverfasser Dr.-Ing. Schmidt-Bregas Ingenieurgesellschaft mbH, Wiesbaden
- Aktenvermerk „Wasserhochbehälter Blumenrod, Ortstermin mit EVL am 29.06.2020, 11 Uhr“ (siehe Anhang 1)
- Bestandspläne Strom, Wasser, Gas, Energieversorgung Limburg GmbH, Übergabedatum 17.06.2020
- Bodengutachten:
 - o Institut für Geotechnik Dr. Jochen Zirfas (1995): Umwelttechnische Untersuchungen auf dem ehem. Feldflugplatz in Limburg Blumenrod
 - o Baugrundinstitut Franke-Meißner und Partner GmbH (1998): Baugebiet Blumenrod in der Kreisstadt Limburg a.d. Lahn, Voruntersuchung zur entwässerungstechnischen inneren Erschließung des Baugebietes
 - o Institut für Geotechnik Dr. Jochen Zirfas (2011): B 54 Ortsumgehung, Hydrogeologischer Bericht
 - o Institut für Geotechnik Dr. Jochen Zirfas (2011): B 54 Ortsumgehung, Geotechnische Planstudie
 - o Institut für Geotechnik Dr. Jochen Zirfas (2011): B 54 Ortsumgehung, Erläuterungsbericht zur Schlitzwandbauweise in Dränagen
- Niederschlagsdaten Deutscher Wetterdienst (DWD) (siehe Anhang 2)
- Geodaten des Geoportals Land Hessen:
 - o Landnutzung
 - o Bodenart
 - o Grundwasser-Flurabstand
- Gesamtflächennutzungsplan der Kreisstadt Limburg a.d. Lahn vom 28.09.1983 in der Fassung der Neubekanntmachung vom 24.03.2011
- Landschaftsplan der Kreisstadt Limburg a.d. Lahn, Fortschreibung 2013, Plan „Schutzgebiete und -objekte“

3 Wasserwirtschaftliche Rahmenbedingungen

3.1 Naturräumliche Verhältnisse

Das 24,8 ha große Planungsgebiet grenzt südlich an den bestehenden Stadtteil Blumenrod und eine öffentliche Parkanlage an. Im Süden arrondiert ein schmaler, landschaftsprägender Gehölzstreifen das Gelände, an das sich ein NATURA 2000 Vogelschutzgebiet anschließt. Die Fläche wird im Wesentlichen intensiv landwirtschaftlich genutzt. Die Geländehöhen liegen bei 184 m NN im Süden und 179 m NN im Norden mit einem Geländegefälle von etwa 10 ‰ bis 15 ‰.

Die Bodenverhältnisse können den digitalen Bodenkarten entnommen werden (<http://bodenviewer.hessen.de/mapapps/resources/apps/bodenviewer/index.html?lang=de>).

Die BFD 1:50.000 verzeichnet die Hauptgruppe 6 Böden aus solifluidalen Sedimenten, Untergruppe 6.3.3 Böden aus lösslehmhaltigen Solifluktsdecken mit basenarmen Gesteinsanteilen, Pseudogleye, mit Substrat aus 3 bis 6 dm Fließerde (Hauptlage) über Fliebschutt (Basislage) mit Ton (Tertiär) sowie als Morphologie ebene, schwach geneigte und konkave Reliefpositionen in den Boden- und Senkenlandschaften nördlich des Mains. Die Bodenübersichtskarte BÜK 1:5000 weist die Bodenartengruppe L(L,L/S,L/S1,L/Mo,L/Mo) aus.

Der Hydrologische Atlas von Deutschland (HAD 2003) weist feinkörnige Lockergesteine sowie Boden Nr.34 Parabraunerde-Pseudogley aus Löss oder Lösslehm über verschiedenen Gesteinen sowie geringe Grundwasserleiter bis Grundwassernichtleiter. Als Grundwasserneubildung wird 75-100 mm/a angegeben. Die das Wasserspeichervermögen des Bodens beschreibende Feldkapazität wird als hoch klassifiziert.

Im Gebiet liegen an 31 Punkten Bodenuntersuchungen aus drei Gutachten vor (Anlage 1), die die Angaben der Bodenkarten örtlich konkretisieren. 26 Punkte liegen im westlichen Gebietsteil, 3 Punkte in der Grünachse und 2 Punkte am Rand des östlichen Gebietsteils. Eine Auswahl der Bohrprofile ist als Anhang 3 dokumentiert. Demnach sind überwiegend feinsandige bis tonige Schluffe anzutreffen, die teilweise mit dünnen Sand- oder Kiesschichten in örtlich wechselnder Schichtenfolge durchzogen sind. Freies Wasser wurde mit Flurabständen zwischen 1 m und 4 m angetroffen, wobei sich sowohl um Schicht- und Stauwasser als auch um Grundwasser gehandelt hat. Versickerungsversuche in Lagen tiefer als 1,5 m unter GOK (Baugrundinstitut 1998) ergaben Bodendurchlässigkeiten von etwa $k=3 \cdot 10^{-8}$ m/s und geringer für die vorrangig anzutreffenden Schluffe und $k=1 \cdot 10^{-5}$ m/s bis $k=3 \cdot 10^{-6}$ m/s bei den feinstoffreichen kiesigen Lagen. Einer entwässerungstechnischen Versickerung gemäß DWA-A 138 sind demnach enge Grenzen gesetzt.

Örtliche Daten der oberflächennahen Infiltrationsraten sowie der nutzbaren Feldkapazität liegen nicht vor.

Im nördlichen Gebietsteil beginnt der Großbach als kleiner Graben am Einleitzpunkt einer älteren Gebietsdrainage.

3.2 Wasserwirtschaftliche und sonstige infrastrukturelle Anlagen

In oder in unmittelbarer Nähe des Planungsgebietes befinden sich mehrere wasserwirtschaftliche Anlagen (vgl. Abbildung 1 bis Abbildung 3) mit planerischer Bedeutung für den städtebaulichen Entwurf und die Regenwasserbewirtschaftung.

Wasserhochbehälter

Der als erdüberdeckter, umzäunter Wasserhochbehälter (Abbildung 1) am nördlichen Gebietsende stellt mit seiner teils hochstämmigen Randvegetation eine prägende Landmarke dar. Betreiber ist die Energieversorgung Limburg (EVL). Die Anlage unterliegt einem besonderen Schutzanspruch gegenüber Kontaminationen gleich welcher Art. Sie muss von Überflutungen freigehalten werden.

Regenrückhaltebecken

In Höhe des Hochbehälters befinden sich zwei Regenrückhaltebecken, die im Zuge früherer Erschließungsplanungen von 1999 gebaut wurden. Das Regenrückhaltebecken RRB 1 verfügt über ein Volumen $V=3150 \text{ m}^3$ und einen Drosselabfluss von $Q_{dr}=600 \text{ L/s}$. Das Regenrückhaltebecken RRB 2 ist mit $V=250 \text{ m}^3$ einem kleinen Bestandsgebiet zugeordnet.

Drainagesystem

Im Planungsgebiet mündet ein älteres großflächiges Drainagesystem, das auch künftig betrieben werden soll. Der Ausmündungsbereich ist visuell als Beginn des Grabens zu erkennen (vgl. Abbildung 1 und 2). Bei der Erschließung der Baufelder ist über den Umgang mit den Bestandteilen des Drainagenetzes zu entscheiden.

Versorgungsleitungen Gas/ Wasser/ Strom

Im Plangebiet befinden sich östlich und nördlich des Hochbehälters Wasser- sowie Stromleitungen der EVL, die im Zuge der weiteren Planung beachtet werden sollten. Die genaue Lage ist den Plänen (Anhang 4) zu entnehmen. Gastrassen sind nicht vorhanden.



Abbildung 1: Wasserwirtschaftliche Anlagen im Umfeld des Planungsgebiets (Aufnahme Google earth, Abruf 15.8.2020)



Abbildung 2: Ausmündungsbereich Drainagenetz (Foto: Uhl)

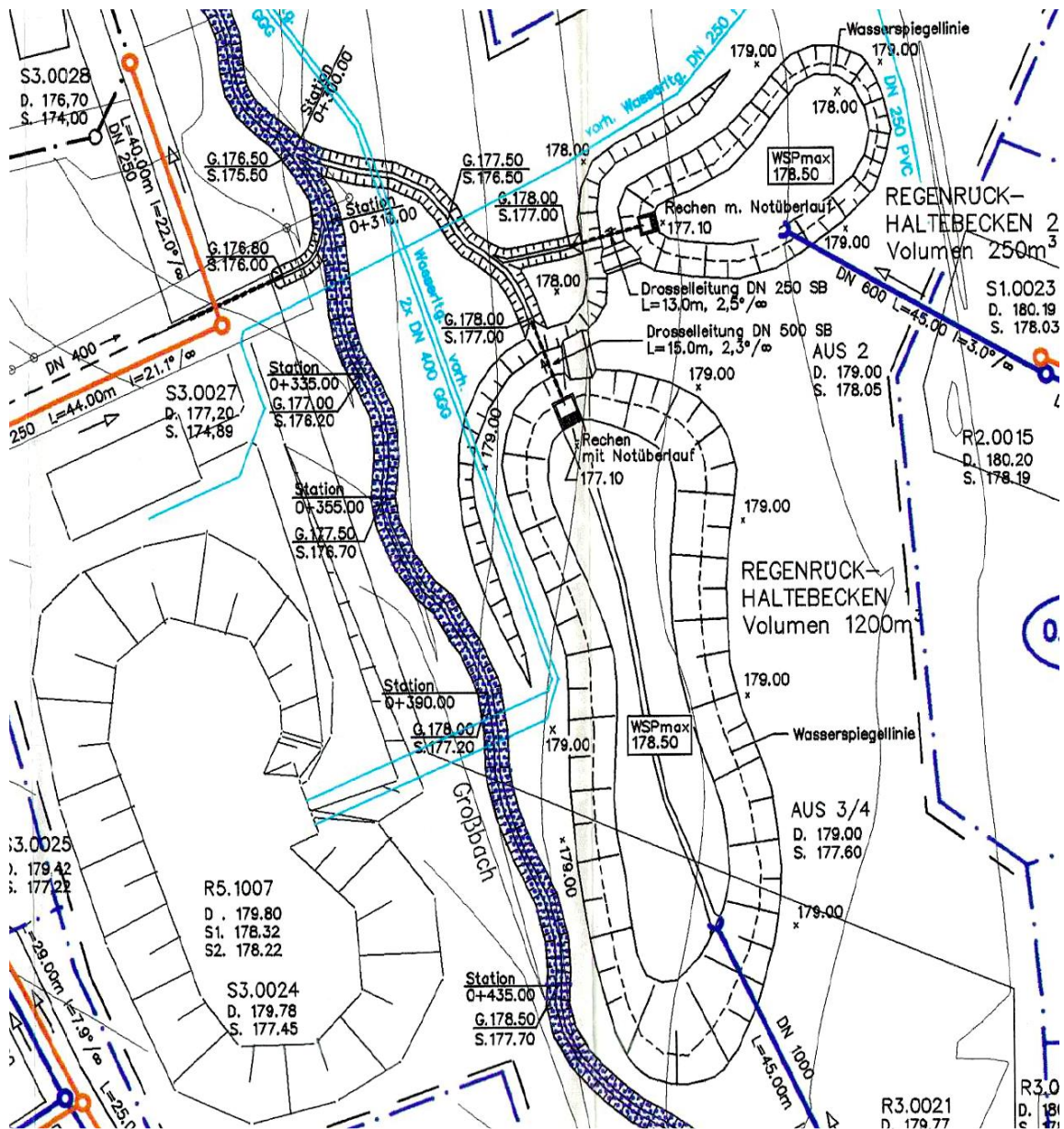


Abbildung 3: Lageplan der Regenrückhaltebecken und des Hochbehälters (Auszug aus dem Lageplan 1:1000 des Generellen Entwässerungsentwurfes des Baugebietes Blumenrod vom 12.2.1999, Planverfasser Dr.-Ing. Schmidt-Bregas Ingenieurgesellschaft mbH, Wiesbaden)

3.3 Wasserhaushalt

Der Wasserhaushalt der derzeitigen Kulturlandschaft dient als Referenzwert für die künftige Stadtlandschaft des Planungsgebietes. Vergleichend wurden die drei im kommenden Merkblatt DWA-M 102-4 aufgeführten Berechnungsansätze verwendet. Grundlagendaten zur Berechnung sind Bodenparameter sowie die Nutzung des Geländes im unbebauten Zustand. Tabelle 1 enthält die Berechnungsgrundlagen mit entsprechenden Quellenangaben.

Tabelle 1: Berechnungsgrundlagen

Parameter	Abk.	Wert/ Bezeichnung	Einheit	Quelle
Niederschlag	P	676	mm/a	DWD
potentielle Verdunstung	ETp	588	mm/a	HAD
Boden	-	überwiegend Tone und Schluffe	-	Bodengutachten
Nutzung		Acker (ca. 55%) Grünland (ca. 20%) Brache (ca. 15%) Laubwald (ca. 10%)	-	GIS-Daten Landnutzung
Reliefenergie		0-20	m/km ²	DGK 5
GW Flurabstand		2-3 (sehr heterogen innerhalb des Gebiets)	m	Bodengutachten

Die Aufteilung der Hauptkomponenten des Wasserhaushaltes können Tabelle 2 entnommen werden. Die Aufteilungswerte werden mit „a“ für den Oberflächenabfluss, mit „g“ für die Grundwasserneubildung und mit „v“ für die Verdunstung bezeichnet. Eine detaillierte Auswertung für die drei Berechnungsverfahren befindet sich in Anhang 5. Alle Verfahren ergeben einen maßgeblichen Verdunstungsanteil (67-86%), bei geringen Anteilen Abfluss (3-22%) und Grundwasserneubildung (11-20%). Da entsprechend den Empfehlungen des DWA-M 102-4 hydrologische Modellbetrachtungen mit Langzeitsimulation vorzuziehen sind, werden diese Aufteilungswerte für die weiteren Betrachtungen herangezogen. Die Werte dienen als Referenzwerte für den Wasserhaushalt des unbebauten Gebietes.

Tabelle 2: Wasserhaushalt des unbebauten Zustands im Planungsgebiet

		Berechnungsergebnisse (-)			Wahl	
		HAD	GWNeu	WaSiG	Höhe (mm/a)	Aufteilungswert (-)
mittlerer Jahresniederschlag	P	1,00	1,00	1,00	676	1,00
mittlerer Oberflächenabfluss	a	0,22	0,03	0,03	23	0,03
mittlere Grundwasserneubildung	g	0,11	0,12	0,20	135	0,20
mittlere Verdunstung	v	0,67	0,86	0,77	518	0,77

4 Regenwasserbewirtschaftung im städtebaulichen Wettbewerb

Ausgangspunkt der Bearbeitung war der Entwurf des ersten Preisträgers des Städtebaulichen und freiraumplanerischen Wettbewerbs Blumenrod gemäß Preisgerichtssitzung vom 6.2.2019, der Arge Studio Schultz Granberg GbR, Berlin und häfner jiménez betcke jarosch landschaftsarchitektur gmbh, Berlin mit dem Fachbeitrag zur Regenwasserbewirtschaftung von Prof. Dr. Mathias Uhl, Münster.



Abbildung 4: Konzept der Regenwasserbewirtschaftung (Verfasser Prof. Uhl), Auszug aus dem Wettbewerbsbeitrag der Arge Studio Schultz Granberg GbR, Berlin und häfner jiménez betcke jarosch landschaftsarchitektur gmbh, Berlin

Das Konzept ist in Abbildung 4 dargestellt. Die textliche Erläuterung im Plan lautet: „In der zentralen Grünachse dient eine lockere Kaskade leicht abgesenkter Flächen mit üppiger standortgerechter Bepflanzung zur Retention und Verdunstung. Sie schließen im Norden an das vorhandene Gewässer an. Die Mulden sind flach, so dass die Benutzung als öffentlicher Raum barrierefrei möglich ist. Durch große Flächen haben diese trotzdem ein hohes Volumen. Ein Regenwasserkanal in der Haupteerschließungsstraße nimmt die Gerinneabflüsse

der beiden südlichen Gebietsteile auf. Die öffentlichen Verkehrsflächen erhalten eine oberflächennahe Ableitung in offenen oder geschlossenen Gerinnen, zum Beispiel Gräben, Mulden-, Bord- oder Kastenrinnen.“

Der Erläuterungstext führt konkretisierend aus: “Das Gebiet ist ein leicht hängiges Kulturland mit überwiegenden Lehmböden. Bei etwa 800 mm mittlerem Jahresniederschlag ist eine Wasserbilanz mit 15 % Abfluss, 10% Grundwasserneubildung und 75 % Verdunstung hydrologisch zu erwarten, die als Referenz für das neue Baugebiet dient. Maßnahmen zur Minderung der Regenabflüsse (Volumen, Maxima), zur Erhöhung der Verdunstung und zu einer dem Boden gemäßen geringen Versickerung führen zu einer standortgerechten und nachhaltigen Regenwasserbewirtschaftung. Hitzestress, Schadensrisiko bei Starkregen sowie Schadstoffemissionen sind erheblich reduziert. Der Wasserhaushalt entspricht dem der Kulturlandschaft. Wasser ist als Naturelement erlebbar.

Die Grundstücke erhalten standardisierte Module zur Retention fünfjähriger Regen. Für die heterogenen Gebäude-, Nutzungs- und Eigentumstypologien angepasst, kombinieren sie intensive Dachbegrünung, Regenwassernutzung, Regengärten und Speicher mit gedrosselter Ableitung. Die Folgeversiegelung nach BauNVO wird auf 25 % begrenzt (IST = (23,3%). Nebenanlagen werden durchlässig befestigt oder mit intensiver Dachbegrünung überdacht. Schadstoffhaltige Materialien (Schwermetalle, Biozide etc.) werden für Dächer und Fassaden ausgeschlossen.

Die öffentlichen Verkehrsflächen erhalten eine oberflächennahe Ableitung in offenen oder geschlossenen Gerinnen (Gräben, Mulden-, Bord- oder Kastenrinnen), die auch Drosselabflüsse der Grundstückentwässerung aufnehmen können. Ein Regenwasserkanal in der Haupteerschließungsstraße nimmt die Gerinneabflüsse der beiden südlichen Gebietsteile auf. Verschmutzte Abflussanteile werden in einem kleinen Retentionsbodenfilter gereinigt.

In der zentralen Grünachse dient eine lockere Kaskade leicht abgesenkter Flächen mit üppiger standortgerechter Bepflanzung zur Retention und Verdunstung. Sie schließen im Norden an das vorhandene Gewässer an.

Überflutungsrisiken bei Sturzregen werden durch ausgewiesene Fließwege einschließlich der Straßen sowie die Lage der Gebäudeöffnungen minimiert. Das gesamte Gebiet wird intensiv durchgrünt, um die Verdunstungskühlung im Sommer zu nutzen.“

5 Regenwasserbewirtschaftung im städtebaulichen Entwurf

5.1 Planungsverlauf

Die Überarbeitung des Entwurfes des ersten Preisträgers erfolgte auf der Basis der konkretisierten naturräumlichen und wasserwirtschaftlichen Grundlagen sowie in enger Abstimmung mit den fortschreitenden städtebaulichen Planungen. Die fachlichen Abstimmungen erfolgten mit dem Tiefbauamt der Stadt Limburg, der Arge Studio Schultz Granberg GbR, Berlin und häfner jiménez betcke jarosch landschaftsarchitektur gmbh, Berlin und im Rahmen der Projektsitzungen in Limburg mit Vertretern der Stadt Limburg und deren Fachämtern.

5.2 Konzept der Regenwasserbewirtschaftung

Die Regenwasserbewirtschaftung im neuen Baugebiet Blumenrod wird nach den Grundsätzen des DWA-Arbeitsblattes DWA-A102 gestaltet. Demnach soll der Wasserhaushalt neuer Baugebiete dem Wasserhaushalt der zugehörigen Kulturlandschaft nahekommen, damit die hydrologischen und gewässerökologischen Auswirkungen der Stadtlandschaft auf die ober- und unterirdischen Gewässer minimiert werden. Gleichzeitig soll Niederschlagswasser als Ressource für den Bodenwasserhaushalt und die Vegetation verfügbar bleiben, deren Verdunstungskühle im Sommer einen nennenswerten Beitrag zur Hitzevorsorge leistet. Der bisherige Entwässerungskomfort bleibt gewahrt. Wasser ist als Naturelement in der Stadtlandschaft wieder präsent.

Das von Süden nach Norden leicht hängige Gelände weist sandig bis tonige Schluffböden mit einer geringen Durchlässigkeit und hohem Speichervermögen auf. Bei etwa 680 mm mittlerem Jahresniederschlag stellt sich im langjährigen Mittel eine Wasserbilanz mit 3% Abfluss, 20% Grundwasserneubildung und 77 % Verdunstung ein. Diese Werte der Kulturlandschaft gelten gemäß DWA-A 102 als Referenzwerte für das neue Baugebiet. Abweichungen von +/- 5 Prozentpunkten gelten als sehr gute Annäherung unter Praxisbedingungen.

Für die Regenwasserbewirtschaftung sind demnach Maßnahmen zur Rückhaltung und Verdunstung vorrangig gegenüber der nur eingeschränkt möglichen Versickerung.

In den Baufeldern werden nach städtebaulichen und wasserwirtschaftlichen Gesichtspunkten Retentionsmaßnahmen festgelegt, die im Folgenden konzeptionell und in Abschnitt 5.3 funktional detailliert beschrieben werden.

- Die zulässige Grundfläche gemäß §19 BauNVO darf um 25% überschritten werden. Flächen gemäß §19(4) BauNVO sind zu begrünen oder durchlässig zu befestigen.

- Die Dachflächen werden in Teilen der Baufelder intensiv begrünt oder an gemeinschaftliche Regengärten mit Speicher und begrenztem Abfluss angeschlossen.
- Eine Nutzung des Regenwassers zumindest zur Grünflächenbewässerung ist vorgesehen, um die Vegetation zu sichern, Trinkwasser zu sparen sowie die Verdunstungskühlung in Hitzeperioden zu gewährleisten.
- Die Abflüsse der Baufelder sind auf $10 \text{ L/(s/ha } A_{E,ba})$ begrenzt und werden je Grundstück oder je Gemeinschaftsanlage mit Muldenrinnen in den Anliegerstraßen, Flurgräben oder in einem Regenwasserkanal in der Hauptverkehrsstraße abgeführt.

Die öffentliche Infrastruktur zur Regenwasserbewirtschaftung dient der Ableitung zulässiger Niederschlagsabflüsse sowie deren Rückhaltung und Verdunstung oder der gewässerkonform gedrosselten Einleitung in den Großbach.

- Zwei kurze Regenwasserkanäle in der Hauptverkehrsstraße leiten deren Niederschlagsabflüsse gemeinsam mit denen aus Anliegerstraßen sowie den Drosselabflüssen zugehöriger Baufelder direkt oder indirekt über Retentionsflächen im Grünzug dem Regenrückhaltebecken zu.
- Ein langer Flurgraben am südlichen Gebietsrand leitet die Drossel- und Verkehrsflächenabflüsse der südlichen Baufelder sowie der grabenparallelen öffentlichen Verkehrsflächen in die Retentionsflächen in der Grünachse. Die südwestlich gelegene Gebietsexklave schließt über einen Flurgraben an das Gesamtsystem an.
- Die Muldenrinnen in den Anliegerstraßen leiten deren Niederschlagsabflüsse sowie die Drosselabflüsse der Grundstücke in die kurzen Regenwasserkanäle oder die Flurgräben. In den Anliegerstraßen und in der Straße am südlichen Gebietsrand liegen keine Regenwasserkanäle. Die Einleitungen der Baufelder und Verkehrsflächen in die Muldenrinnen der Straßen oder in Flurgräben sind oberirdisch und sichtbar.
- Die Retentionsflächen in der Grünachse dienen der Rückhaltung und Verdunstung sowie der landschaftsarchitektonischen Gestaltung. In zwei Baufeldern sind zwei bis drei Retentionsflächen funktional erforderlich und gestalterisch sinnvoll.
- Ein Regenrückhaltebecken in Höhe des Hochbehälters dient der finalen Rückhaltung der verbliebenen Restabflüsse des Gesamtgebietes und leitet sie mit nur sehr geringen, gewässerökologisch vertretbaren Abflüssen dem Großbach zu. Die beiden vorhandenen Regenrückhaltebecken werden zu einem Becken vereinigt und landschaftsarchitektonisch in die Grünachse eingebunden.

Ein sehr hoher Vegetationsanteil im Gesamtgebiet einschließlich Fassadenbegrünungen dient der Verdunstung und Beschattung im Sinne der Wasserwirtschaft und der Klimavorsorge. Die Bauleitplanung sollte hier Verbindlichkeit herstellen. Bei Fassadenbegrünungen sollte

einfachen, bodengebundenen Systemen aus ökologischen und ökonomischen Gründen Vorrang gegeben werden.

Baumaterialien für Dächer und Fassaden können trotz bauaufsichtlicher Zulassung Schadstoffe (Schwermetalle, Biozide etc.) in ihrem Niederschlagsabfluss aufweisen, die langfristig als Belastungen der Oberflächengewässer und des Grundwassers wirken. Diese sollten im Bebauungsplan oder durch andere dauerhaft wirkende Regelungen ausgeschlossen werden.

Der Überflutungsschutz ist im gesamten Gebiet gemäß den allgemein anerkannten Regeln der Technik oder bedarfsweise des Standes der Technik sicherzustellen. Der am südlichen Rand der Bebauung verlaufende Flurgraben sowie die am Gebietsrand vorgesehene kleine Verwallung sind Bestandteil des Überflutungsschutzes, da sie Oberflächenabfluss des oberhalb liegenden Geländes vom Baugebiet fernhalten. Weitere Ausführungen enthalten Kapitel 5.3.2 und Kapitel 5.7.

Erforderliche Ersatz- und Ausgleichsmaßnahmen sollten zugunsten der Renaturierung des Großbaches eingesetzt werden.

Kurzfassung

Regenwasserbewirtschaftung nach neuem Stand der Technik mit den Zielen

- gewohnten Schutzkomfort bei Niederschlag bieten
- bisherigen Wasserhaushalt der Kulturlandschaft erhalten
- Gewässerbelastung durch Regenabflüsse gering halten
- natürliche Kühlwirkung durch Verdunstung erhalten
- Überflutungsrisiken bei Sturzregen minimieren
- Wasser im Siedlungsraum erlebbar und nutzbar machen

Umsetzung mit aufeinander abgestimmten Maßnahmen auf Grundstücken, Verkehrsflächen und in der zentralen Grünachse

- Grundstücke
Dachbegrünung, Regenwassernutzung, Regengärten und Speicher mit gedrosselter Ableitung, geringer Anteil befestigter Flächen, vorrangig wasserdurchlässige Flächen
- Verkehrsflächen
Erschließungsstraßen und öffentliche Plätze mit Rinnen zur oberflächennahen Ableitung der Verkehrsflächen- und Drosselabflüsse der Grundstücke
Haupterschließungsstraße mit Regenwasserkanal als Hauptachse sowie durchlässig befestigten Stellplätzen und Straßenvegetation
- zentrale Grünachse

lockere Kaskade leicht abgesenkter Flächen mit standortgerechter Bepflanzung zur Retention und Verdunstung von Regenabflüsse aus dem Gebiet

kleines, attraktiv gestaltetes Regenrückhaltebecken am schon vorhandenen Standort

Einen zusammenfassenden Überblick gibt die folgende Abbildung 5. Die Anlage 3 enthält den begleitenden Lageplan M. 1:1000 zum vorgestellten Konzept.

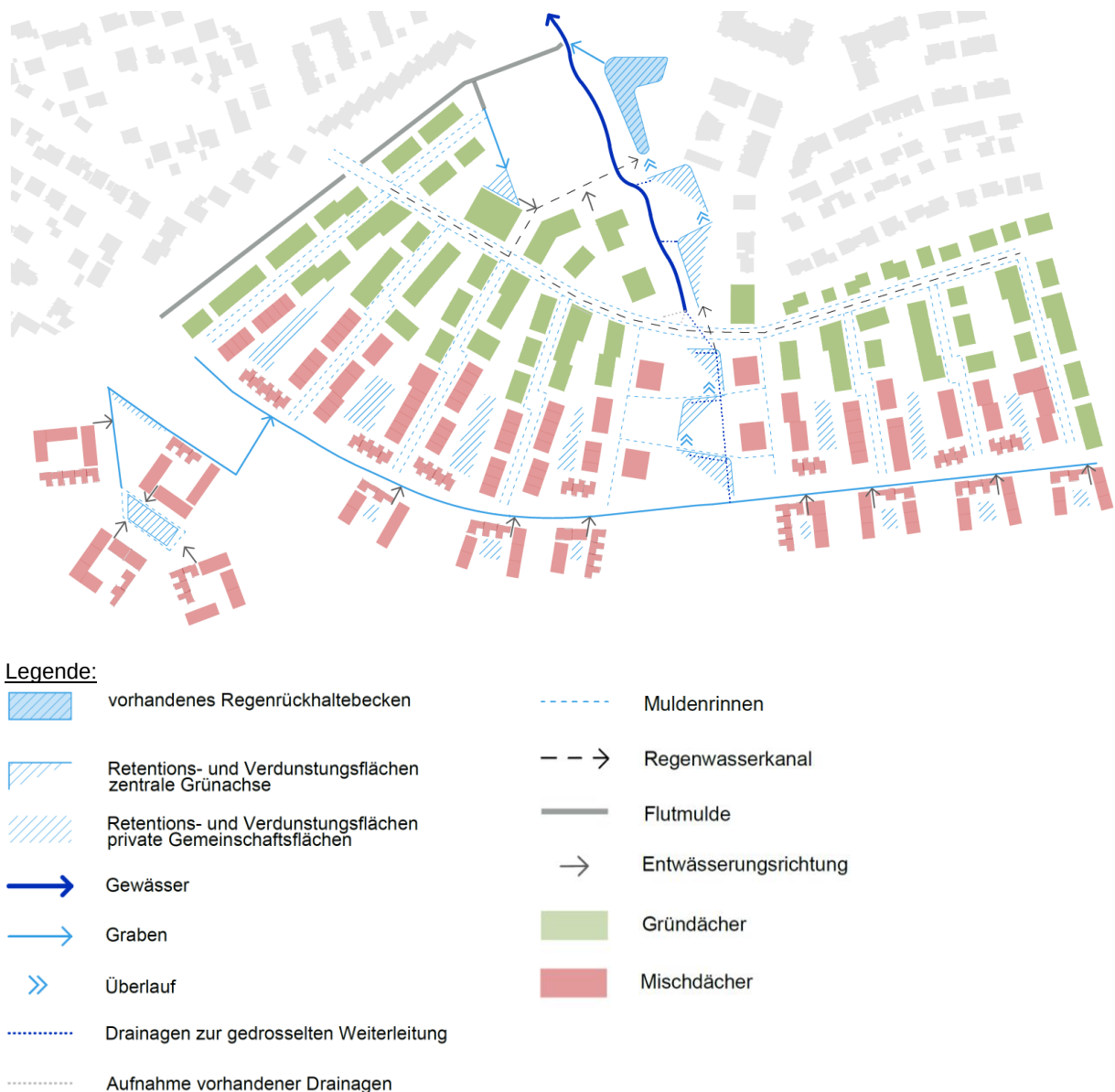


Abbildung 5: Konzept der Regenwasserbewirtschaftung des städtebaulichen Entwurfs

5.3 Funktionskonzept

5.3.1 Öffentliche Anlagen der Regenwasserbewirtschaftung

Die öffentlichen Anlagen der Regenwasserbewirtschaftung sind

- die Muldenrinnen (MR) in den Anliegerstraßen,
- ein Regenwasserkanal (KR) in der Hauptverkehrsstraße
- die Flurgäben (FG) am südlichen Gebietsrand (FG1), von Baufeld BSW.01 zum FG1 (FG2)
- die Retentionsflächen (RF) in der Grünachse (RF1 bis RF5), nördlich des Baufeldes BW.03 (RF6) und im Baufeld BSW.01 (RF7, RF8)
- das Regenrückhaltebecken (RRB) in der zentralen Grünachse nördlich des Baufeldes BW.04

Einen Überblick über die Entwässerungseinheiten sowie die öffentlichen Entwässerungselemente gibt Abbildung 6.

Die Anliegerstraßen zwischen den Baufeldern BW.05 bis BW.13/BW.14 sowie BO.02/BO.03 bis BO.08 erhalten beidseitige Muldenrinnen MR. Sie leiten die Niederschlagsabflüsse der Verkehrsflächen sowie die Drosselabflüsse der Grundstücke hangabwärts über Einläufe am Ende der Straßen in den Regenwasserkanal der Hauptverkehrsstraße. Die Muldenrinnen der Anliegerstraße zwischen den Baufeldern BW.01 und BW.02 leiten die Abflüsse der Straße und der Drosselabflüsse der Baufelder in die Retentionsfläche RF6.

Der Regenwasserkanal (KR1, KR2) nimmt die Abflüsse der Hauptverkehrsstraße, der Muldenrinnen der Anliegerstraßen. Im Bereich der Grünachse erfolgt eine Einleitung des KR2 über zwei Retentionsflächen RF4 und RF5 in das Regenrückhaltebecken RRB in Höhe des Trinkwasserhochbehälters. Der kürzere Kanal-Strang (KR1) führt zwischen den Baufeldern BW.03 und BW.04 südlich des Hochbehälters direkt in das Regenrückhaltebecken RRB.

Der Flurgraben (FG1) südlich der Baufelder BW.05 bis BW.09 sowie BO.05 bis BO.08 leitet die Abflüsse der dortigen Verkehrsflächen, die Drosselabflüsse der Baufelder BW.10 bis BW.12 sowie BO.09 bis BO.12 sowie seltene Hangabflüsse der südlichen Freiflächen in die Retentionsfläche RF1. Der Flurgraben FG2 leitet die Drosselabflüsse des Baufeldes BSW.01 topographiegerecht dem Flurgaben FG1 zu. Der schmale Grünstreifen an der westlichen Gebietsgrenze wird als Flutmulde gestaltet, um im Fall von Extremniederschlägen potenziellen Abfluss zwischen dem bestehenden und dem neuen Baugebiet schadfrei hangabwärts zu führen.

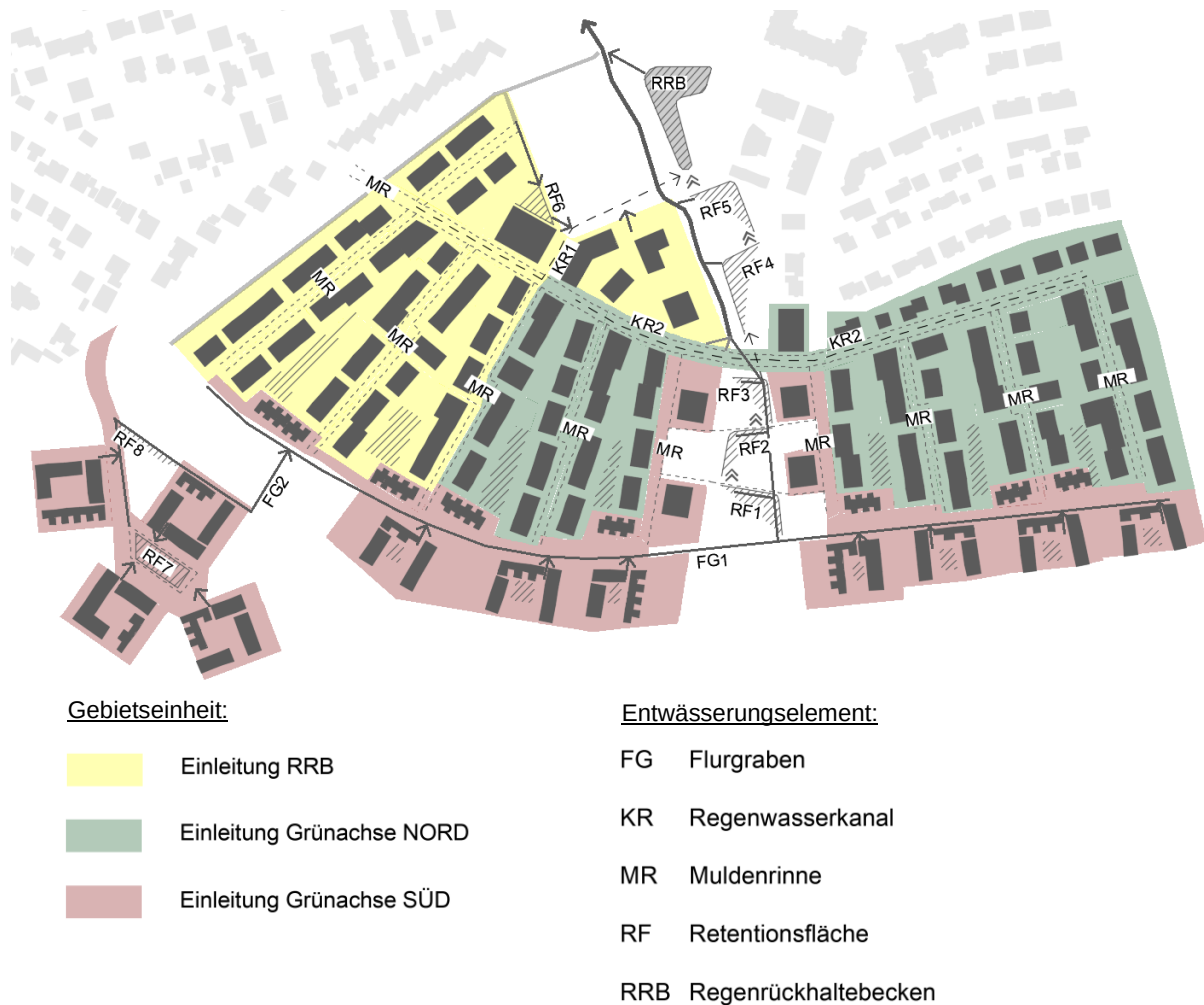


Abbildung 6: Gebietseinheiten und Entwässerungselemente zur Abführung von Überschusswasser in die Retentionsflächen und das Regenrückhaltebecken

Die kaskadenförmig in der Grünachse angeordneten Retentionsflächen RF1 bis RF5 dienen der Rückhaltung und vorrangig der Verdunstung von Niederschlagswasser. Die Retentionsflächen RF1 bis RF3 erhalten Zuflüsse aus dem Flurgraben FG1 sowie den Baufeldern BW.13, BW.14, BO.02 und BO.03 einschließlich der zugehörigen Muldenrinnen der Anliegerstraßen (Abbildung 6). Die Retentionsflächen erhalten einen Überlauf in die jeweils folgende Fläche sowie eine Drainageleitung, um zu lange Staunässe in der kühlen Jahreszeit zu vermeiden. Der Drainagesammler kreuzt gemeinsam mit dem Überlauf der Retentionsfläche RF3 die Hauptverkehrsstraße. Der Drainagesammler mündet gemeinsam mit dem vorhandenen Drainagesystem in den Großbach. Der Überlauf der Retentionsfläche RF3 wird gemeinsam mit dem Auslauf des Regenwasserkanals KR2 der Retentionsfläche RF4 zugeführt.

Die Retentionsflächen RF4 und RF5 erhalten Überläufe und Drainagen mit eigenständigem Einlauf in den Großbach. Die genaue Lage und Größe von Retentionsfläche RF5 muss der

örtlichen Topographie und Vegetation entsprechend entwickelt werden. Der Überlauf der letzten Retentionsfläche wird dem Regenrückhaltebecken zugeführt.

Die Retentionsflächen sind Bestandteil der Landschaftsarchitektur und können als Grünfläche oder als Fläche der Wasserwirtschaft zugunsten der Stadtentwässerung ausgewiesen werden. Die Wartung und Unterhaltung kann dann bei Vorliegen rechtlicher Voraussetzungen auch aus dem Gebührenhaushalt der Stadtentwässerung finanziert werden.

Der Bereich der Querung der Hauptverkehrsstraße und der folgenden Einleitungen in den Großbach und in die Retentionsfläche RF4 stellt eine komplexe Planungsaufgabe dar, für die eine einfache und gestalterisch hochwertige Lösung im Detail entwickelt werden soll.

Das Regenrückhaltebecken in Höhe des Hochbehälters dient der finalen Retention vor der sehr stark gedrosselten Einleitung der Restabflüsse des Gebiets in den Großbach. Im Zuge der anstehenden Verlängerung der wasserrechtlichen Genehmigung ist eine erhebliche Verringerung des zulässigen Drosselabflusses zu erwarten, die vornehmlich durch einen Immissionsnachweis nach BWK-M3/M7, dem kommenden DWA-A102-3 beziehungsweise landesspezifischen Regelungen basieren wird. In der Nähe liegt ein weiteres kleines Regenrückhaltebecken. Es wird vorgeschlagen, beide RRB zu vereinen und landschaftsarchitektonisch in das Gesamtkonzept des Grünzuges einzubinden. Das umgestaltete Regenrückhaltebecken RRB erhält Zuflüsse aus dem Regenwasserkanal KR1, dem Überlauf der letzten Retentionsfläche RF5 sowie dem Bestandsgebiet des derzeit noch existierenden kleinen RRB. Regenrückhaltebecken sollten nach heutigen Erkenntnissen ohne Dauerstau gebaut werden, da ein Dauerstau häufig zu Verschlechterungen der Wasserqualität im Becken und im Gewässer führen kann.

5.3.2 Regenwasserbewirtschaftung in den Baufeldern

Für die Baufelder wurden drei Bewirtschaftungstypen für das Niederschlagswasser entwickelt (Abbildung 7), die der städtebaulichen Leitidee von baulicher Vielfalt und sozialer Mischung entsprechen. Sie haben folgende gemeinsame Eigenschaften:

- Orientierung am Wasserhaushalt der Kulturlandschaft
- hoher Anteil der Verdunstung als Beitrag zur Hitzevorsorge und zum Wasseraushalt
- geringe bis mäßige Versickerung entsprechend der örtlichen Bodendurchlässigkeit
- hoher Rückhalt von Niederschlagswasser im Gebiet und Nutzung von Niederschlagswasser als Ressource zur Bewässerung der Vegetation und andere Zwecke
- oberirdische und sichtbare Ableitung von Überschusswasser mit einem Drosselabfluss von maximal $10 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$ für ein Wiederkehrintervall von $T=5\text{a}$ in die Muldenrinnen der Straßen oder in Flurgräben

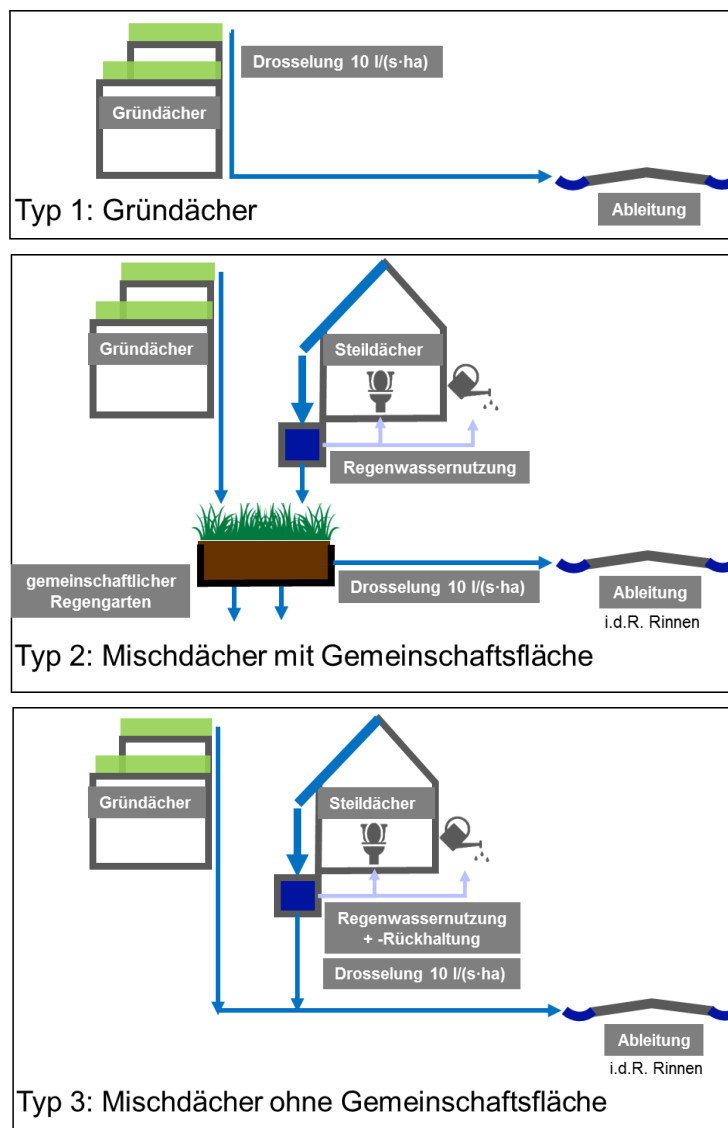


Abbildung 7: Bewirtschaftungstypen zur Regenwasserbewirtschaftung

Bewirtschaftungstyp 1 sieht flache oder leicht geneigte intensiv begrünte Dächer vor mit einem Speichervermögen für mindestens 30 mm Niederschlag und einem Abfluss von höchstens 10L/(s·ha). Die Drosselung kann durch den Gründachaufbau oder eine nachgeschaltete Drossel erfolgen.

Bewirtschaftungstyp 2 ermöglicht gemischte Dacharten, -neigungen und –deckungsmaterialien in Baufeldern mit einem hohen Anteil gemeinschaftlicher Flächen. Für Dachbegrünungen sind keine Anforderungen nötig. Auf den Grundstücken sind Speicher zur Gartenbewässerung oder andere Nutzungen sinnvoll und wünschenswert. Das Überschusswasser der Grundstücke wird ungedrosselt einem Speicher in der gemeinschaftlichen Fläche zugeleitet. Der Speicher kann ein Regengarten oder eine Zisterne oder eine Kombination beider sein. Das Überschusswasser dient vorwiegend der Bewässerung der Vegetation, der Verdunstung und der sehr beschränkt möglichen Versickerung. Der Speicher erhält eine technische Abflussdrosselung von 10 L/(s·ha) und leitet an ein bis zwei Punkten oberflächlich in die Muldenrinnen der angrenzenden Straßen bzw. die naheliegenden Gräben ein. Eine beispielhafte Umsetzung des Bewirtschaftungstyp 2 ist im Detailplan (Anlage 4) dargestellt.

Bewirtschaftungstyp 3 entspricht Typ 2 jedoch ohne gemeinschaftlichen Speicher. Für begrünte Dächer gelten die Regelungen wie für Lösungstyp1. Nicht begrünte Dächer erhalten obligatorisch einen Speicher mit einem Drosselabfluss von 10L/(s·ha) und einem Volumen für ein Wiederkehrintervall von $T=5$ a. Regengärten sowie die Nutzung des Niederschlagswassers zur Gartenbewässerung oder andere Zwecke ist sinnvoll und wünschenswert. Für die vier an der Grünachse liegenden Baufelder kann auch eine direkte, ungedrosselte Einleitung in die Retentionsflächen RF2 und RF3 erwogen werden.

Abbildung 8 zeigt die Baufeldbenennung und gibt einen Überblick über die Zuordnung der Lösungstypen zu den Baufeldern. In den Tabellen 3 bis 5 werden für alle Baufelder die erforderlichen und möglichen Maßnahmen dargestellt.

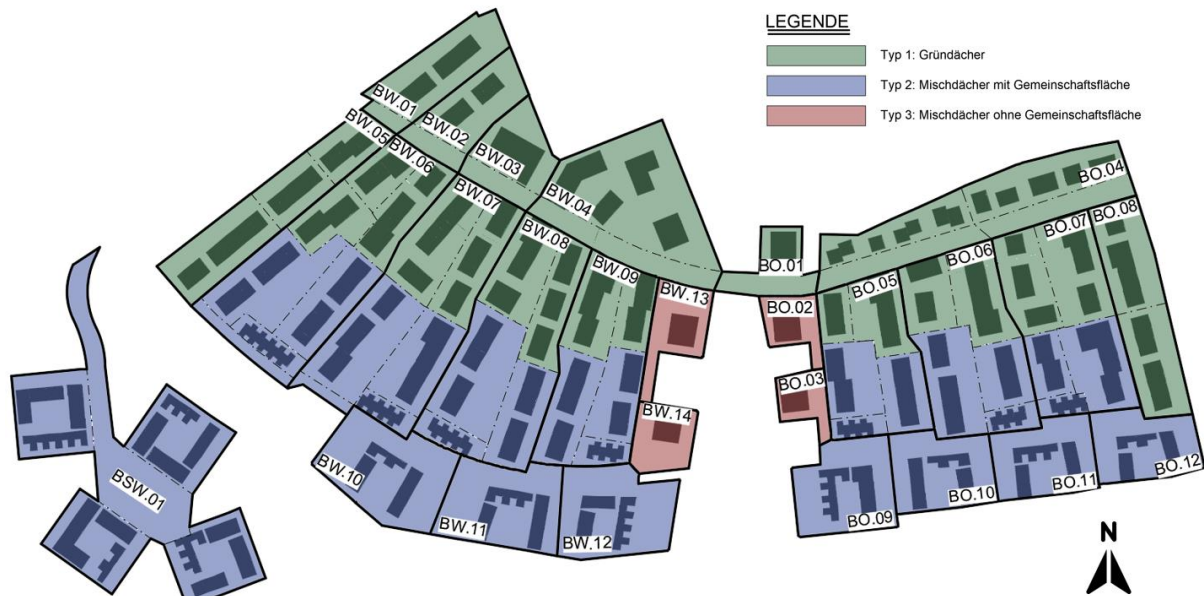


Abbildung 8: Übersicht zur Regenwasserbewirtschaftung in den Baufeldern

Tabelle 3: Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung in den Baufeldern BW.1 bis BW.14

Maßnahme	Baufeld BW.													
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14
Bewirtschaftungstyp	1	1	1	1	1	n/s	n/s	n/s	n/s	2	2	2	3	3
Retention														
Gründächer	x	x	x	x	x	x/o	x/o	x/o	x/o	o	o	o	o	o
gemischte Dächer	-	-	-	-	-	-/o	-/o	-/o	-/o	o	o	o	o	o
Regenwassernutzung zur Grünflächenbewässerung						o	o	o	o	o	o	o	o	o
Fassadenbegrünung	o	o	x	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
wasserdurchlässige Flächenbeläge	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Regengarten	o	o	o	o	o	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Drosselabfluss														
in MR Anliegerstraße	x	o	-	-	x	o/x	o/x	o/x	o/x	-	-	-	o	o
in KR Hauptstraße	-	-	o	o	-	o/-	o/-	o/-	o/-	-	-	-	-	-
in RF/RG	-	o	o	o	-	-/-	-/-	-/-	-/-	x	x	x	o	o
Überflutungsschutz														
Gebäudeöffnungen mind. 30 cm über OK Straße	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
besondere Maßnahmen	x	x	x	x									x	x

x verbindlich o möglich - nicht möglich

n nördlicher Teil s südlicher Teil

MR Muldenrinne KR Regenwasserkanal RF Retentionsfläche RG Retentionsgraben

Tabelle 4: Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung in den Baufeldern BO.1 bis BO.12

Maßnahme	Baufeld BO.											
	01	02	03	04	05 n/s	06 n/s	07 n/s	08	09	10	11	12
Bewirtschaftungstyp	1	3	3	1	1/2	1/2	1/2	1	2	2	2	2
Retention												
Gründächer	x	o	o	x	x/o	x/o	x/o	x	o	o	o	o
gemischte Dächer	-	o	o	-	-/o	-/o	-/o	-	o	o	o	o
Regenwassernutzung zur Grünflächenbewässerung		o	o		o	o	o		o	o	o	o
Fassadenbegrünung	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
wasserdurchlässige Flächenbeläge		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Regengarten		x	x		x	x	x		x	x	x	x
Drosselabfluss												
in MR Anliegerstraße	x	o	o	-	o/x	o/x	o/x	x	-	-	-	-
in KR Hauptstraße	-	-	-	x	o/-	o/-	o/-	-	-	-	-	-
in RF/RG	-	o	o	-	-/-	-/-	-/-	-	x	x	x	x
Überflutungsschutz												
Gebäudeöffnungen mind. 30 cm über OK Straße	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
besondere Maßnahmen	x	x	x	x								

x verbindlich o möglich - nicht möglich

n nördlicher Teil s südlicher Teil

MR Muldenrinne KR Regenwasserkanal RF Retentionsfläche RG Retentionsgraben

Tabelle 5: Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung im Baufeld BSW.

Maßnahme	Baufeld BSW.
	01
Bewirtschaftungstyp	2
Retention	
Gründächer	o
gemischte Dächer	o
Regenwassernutzung zur Grünflächenbewässerung	o
Fassadenbegrünung	o
wasserdurchlässige Flächenbeläge	x
Regengarten	x
Drosselabfluss	
in MR Anliegerstraße	o
in KR Hauptstraße	-
in RF/RG	o
Überflutungsschutz	
Gebäudeöffnungen mind. 30 cm über OK Straße	x
besondere Maßnahmen	

x verbindlich o möglich - nicht möglich

n nördlicher Teil s südlicher Teil

MR Muldenrinne KR Regenwasserkanal RF Retentionsfläche RG Retentionsgraben

5.4 Vordimensionierungen

5.4.1 Vorbemerkungen

Die Anlagen und Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung benötigen Flächen und Volumina, die mit anderen Nutzungen zu koordinieren sind oder als Anforderungen zu formulieren sind. Hierzu dienen die folgenden Vordimensionierungen. Sie ersetzen nicht die für die Objektplanung erforderlichen Dimensionierungen und Nachweise.

5.4.2 Dachbegrünungen

In den Baufeldern mit obligatorischer Dachbegrünung sind Mindestanforderungen an das Speichervermögen und den Abfluss erforderlich, um die erforderliche Rückhalteleistung zu erhalten. Die Dachbegrünungen müssen der FLL-Dachbegrünungsrichtlinie in der jeweils geltenden Fassung entsprechen.

Das Wasserspeichervermögen muss in der Größenordnung von 300 m³/ha bzw. 30 mm/m² bzw. 30 L/m² liegen. Bei Wassersättigung des Dachaufbaus erfolgt ein Abfluss vom Dach, der durch die Durchlässigkeit des Substrates und abflussreduzierende Unterkonstruktionen oder nachgeschaltete Speicher mit Drosseleinrichtungen stark verzögert wird. Der zulässige Abfluss liegt bei 10 L/(s·ha) bzw. 0,1 (L/s·100 m² Dachfläche).

Im Zuge der Baugenehmigung sind die gewählten Lösungen mit Herstellerzertifikaten oder Nachweisrechnungen zu belegen.

5.4.3 Regengärten

Die Regengärten fungieren als Speicher mit einem Drosselabfluss von maximal 10 L/(s·ha). Zur Abschätzung eines Vorbemessungswertes wurde eine orientierende Langzeitsimulation mit Niederschlagsdaten der Messstation St. Arnold bei Münster für die 45-jährige Zeitreihe 1965 bis 2009 durchgeführt. Für die hier erforderlichen Abschätzungen ist die Station geeignet. Für spätere Nachweisrechnungen sollten Niederschlagsdaten aus dem Raum Limburg genutzt werden.

Die abflusswirksame befestigte Fläche $A_{b,a} = 1 \text{ ha}$ wurde konservativ ohne Abflussbildung und ohne Abflusskonzentration angesetzt. Die Speichervariante RG V1 wurde mit einem konstanten Drosselabfluss $Q_{dr} = 10 \text{ L/(s·ha)}$ versehen. Für die Speichervariante RG V2 wurde ein variabler Drosselabfluss $Q_{dr} = f(w) \leq 10 \text{ L/(s·ha)}$ angesetzt, dessen Kennlinie nach Toricelli berechnet wurde. Aus den Ergebnissen wurden die erforderlichen Mindestvolumina für die Wiederkehrintervalle $T = 5 \text{ a}$ und $T = 10 \text{ a}$ ermittelt (Tabelle 10).

Tabelle 6: Mindestvolumina für Retentionsmaßnahmen aus der Langzeitsimulation

T	5 a	10 a
	V (m³/ha A _{b,a})	V (m³/ha A _{b,a})
RG V1	240	283
RG V2	266	375

Zur Vorbemessung wird demnach ein Ansatz von 300-400 m³/ha angeschlossene befestigte Fläche empfohlen. Der obere Wert sollte verwendet werden, wenn im Überstaufall keine schadlose Ausuferung in das umliegende Gelände möglich ist.

Die detaillierten Nachweisrechnungen sollen die Abflussbildung der angeschlossenen Flächen genauer erfassen und als Langzeitsimulation mit örtlichen Niederschlagsdaten durchgeführt werden. Für alle größeren Retentionsmaßnahmen sind im Rahmen der Baugenehmigung Planungen mit verbindlichen Angaben der Höhenlagen und der Drosseleinrichtung sowie Nachweisrechnungen erforderlich.

5.4.4 Muldenrinnen

In den Anliegerstraßen erfüllen die beidseitig angeordneten Muldenrinnen die Funktion der Straßenentwässerung sowie der Ableitung der Abflüsse der Privatgrundstücke.

Die Vorbemessung erfolgt für ein Wiederkehrintervall $T = 2a$ und eine Dauer $D=10\text{min}$. Die Straßenflächen kommen voll zum Abfluss, so dass sich laut KOSTRA eine Regenspende $r_{0,5,10} = 168,3 \text{ L/(s}\cdot\text{ha)}$ ergibt. Auf den Privatgrundstücken erfolgt grundsätzlich die Drosselung auf $Q_{\text{dr}} = 10 \text{ L/(s}\cdot\text{ha)}$.

Bei einer Breite der Muldenrinnen von jeweils $b = 0,5\text{m}$ sowie einer Tiefe von $h = 0,03 \text{ m}$ können die anfallenden Abflüsse für die betrachtete Niederschlagsbelastung schadlos abgeführt werden (Anhang 6). Angenommen wird der Einbau einer Rinne aus Beton-Pflastersteinen mit einem Gefälle von 2%.

5.4.5 Flurgräben

Die Flurgräben (FG1 und FG2) leiten die im südlichen Gebietsteil anfallenden Abflüsse in Richtung der zentralen Grünachse. FG2 nimmt die Abflüsse des Dreieckgrundstücks ($A_{b,a} = 1,2 \text{ ha}$) und der angrenzenden südlichen Randstraße und Stellplätze auf und leitet sie in FG1 ($A_{b,a} = 3,3 \text{ ha}$) ein.

Um eine unkomplizierte Pflege der Flurgräben gewährleisten zu können, wird eine Grabenbreite von $b = 1,0\text{m}$, eine Sohlbreite von $b_{\text{Sohle}} = 0,2\text{m}$ sowie eine Grabentiefe von $h = 0,3\text{m}$ bei einem Gefälle von 3‰ angesetzt. Aufgrund der nur in geringem Maße anfallenden Ab-

flüsse ergibt sich für die betrachtete Niederschlagsbelastung eine Auslastung von maximal 65% (Anhang 6).

5.4.6 Retentionsflächen

Die Retentionsflächen dienen dem Rückhalt und vorrangig der Verdunstung, für die eine Mindestfläche erforderlich ist. Für den Nachweis der Wasserbilanz wurde eine Retentionsfläche A_{RF} von 10% der angeschlossenen befestigten Fläche A_b ($A_{RF}=0,1A_b$) angesetzt.

Für die Retentionsflächen RF1 bis RF3 wurden insgesamt 900 m² ausgewiesen, für RF4 und RF5 insgesamt 1250 m². Die Einstauhöhe soll aus konstruktiven und funktionalen Gründen 30 cm nicht überschreiten.

Die Retentionsflächen RF6 bis RF8 werden nach obigem Ansatz festgelegt. Für RF7 und RF8 ist ein Nachweis als Regengarten gemäß Kapitel 5.4.3 zu führen, soweit sie zur gemeinschaftlichen Grundstücksentwässerung dienen.

5.4.7 Regenrückhaltebecken

Das dem künftigen Baugebiet zugeordnete RRB verfügt über eine Einleitgenehmigung von 600 l/s, die in absehbarer Zeit zu verlängern ist. Das RRB wurde für ein konventionell im Trennverfahren entwässertes Gebiet geplant und gebaut, das anschließend jedoch nicht realisiert wurde. Der Lageplan des Generellen Entwässerungsentwurfs der Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Schmidt-Bregas, Wiesbaden (Projekt 11713lpe) aus dem Jahr 1999 weist für das Becken ein Volumen von 1200 m³ aus. In direkter Nähe befindet sich ein weiteres kleines RRB, das Niederschlagsabflüsse des konventionellen Trennsystems eines bestehenden Stadtgebiets in den Großbach einleitet. Der o.g. Generelle Entwässerungsentwurf benennt ein Volumen von 250 m³. Die Volumina der Becken im derzeitigen Bestand können durch ein aktuelles Aufmaß ermittelt werden.

Das künftige Regenrückhaltebecken dient dem immissionsorientierten Gewässerschutz und dem Schutz vor hydraulischer Überlastung oder Überflutung unterstrom des Beckens.

Das vorhandene Regenrückhaltebecken wird im Rahmen der Erneuerung der wasserrechtlichen Genehmigung einen aus Immissionskriterien abgeleiteten sehr geringen Drosselabfluss erhalten. Die Dimensionierung und die Nachweisrechnungen sollten die erheblichen Retentionsmaßnahmen sowie Drosselabflussspenden der Baufelder berücksichtigen. Aus funktionalen und gestalterischen Gründen ist eine Neugestaltung des RRB und der Einleitungssituation gemeinsam mit dem kleinen RRB in der Nähe anzustreben.

Erste Simulationsrechnungen mit einem stark vereinfachten System und konservativen Annahmen ergab für das RRB eine Größenordnung von 4.000 m³ für ein Wiederkehrintervall $T=10$ a und eine Drosselabflussspende von 1 L/(s·ha A_b). Nicht berücksichtigt wurden dabei die Retentionsflächen im Gebiet sowie das bestehende Einzugsgebiet des kleinen RRB. Das Ergebnis ist als grober Orientierungswert zu verstehen. Für das umzugestaltende RRB ist in jedem Fall ein detaillierter Nachweis mit Langzeitsimulation zu führen. Die Kennlinie der Drosseleinrichtung sollte variabel sein und eine Annäherung an das hydrologische Regime des Gewässers ermöglichen. Die Retentionsflächen sind einzubeziehen sowie das Gebiet detailliert zu modellieren.

5.5 Bodenuntersuchungen

Die Bodenverhältnisse des Gebiets sind bereits recht gut bekannt. Es wird dennoch empfohlen, an den Standorten privater Gemeinschaftsanlagen (Bewirtschaftungstyp 2) und der Retentionsflächen (Abbildung 9, Anlage 2) zusätzliche Sondierungen vorzunehmen, um Planungssicherheit zu erlangen.



Abbildung 9: Standorte vorhandener und möglicher Bodenuntersuchungen

5.6 Wasserhaushalt

Der Nachweis des Wasserhaushaltes für die final abgestimmte Entwurfslösung wurde gemäß Merkblatt DWA-M 102-4 (Gelbdruckentwurf 2020) durchgeführt (0). Ausgewiesen werden die jährlich anfallenden Höhen für Abfluss (RD), Grundwasserneubildung (GWN) und Verdunstung (ETa) in mm/a sowie die daraus folgenden Aufteilungswerte der Wasserbilanz a, g und v für die Einzelfläche. Die folgenden Ergebnisse für das Gesamtgebiet sind in Tabelle 7 sowie Abbildung 10 dargestellt. Der langjährige Wasserhaushalt der Stadtlandschaft im Planungsgebiet weicht nach der Bebauung nur geringfügig ($\leq \pm 0,04$) vom Wasserhaushalt der zugehörigen Kulturlandschaft ab. Dies entspricht der Anforderung des Arbeitsblattes DWA-A 102-2, die eine Abweichung von $\pm 0,05$ -0,10 als erreichbar einstuft. Der Nachweis des Wasserhaushalts wird demnach erfüllt.

Tabelle 7: Ergebnisse Wasserbilanzberechnung

	Wasserbilanz				Aufteilungsfaktor		
	P (mm/a)	RD (mm/a)	GWN (mm/a)	ETa (mm/a)	a (-)	g (-)	v (-)
unbebauter Zustand	676	23	135	518	0,03	0,20	0,77
Vorzugsvariante	676	35	152	488	0,05	0,22	0,72
Abweichung (-)		12	17	-30	0,02	0,02	-0,04

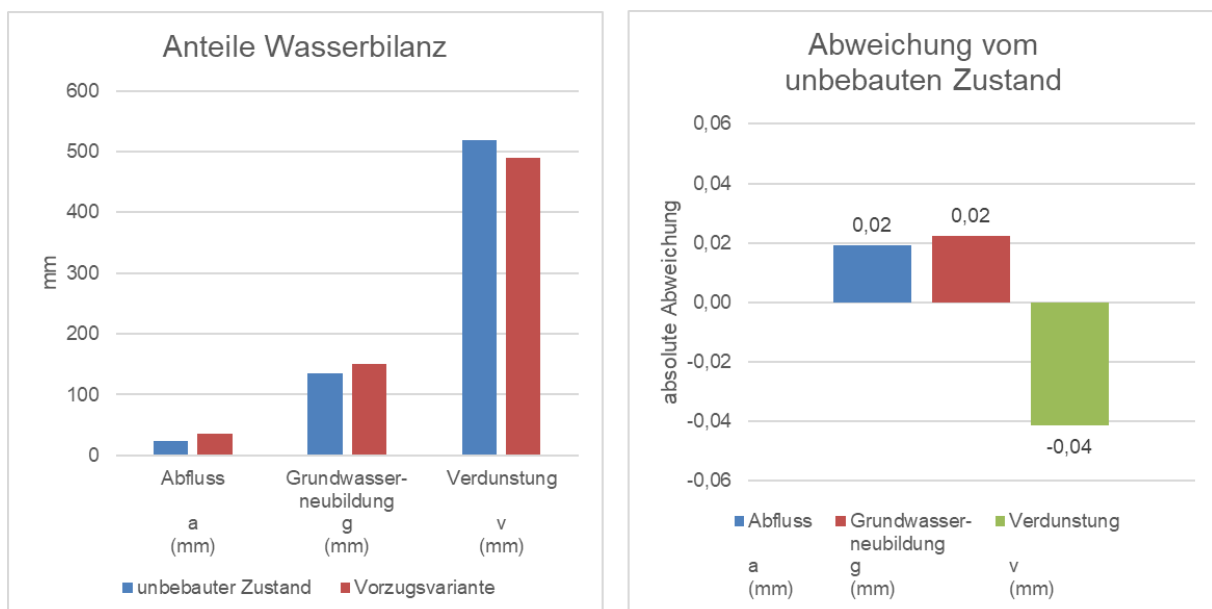


Abbildung 10: Ergebnisse Wasserbilanzberechnung

5.7 Überflutungsschutz bei Stark- und Sturzregen

Bei Stark- und Sturzregen können in allen Baugebieten erhebliche Sach- und auch Personenschäden entstehen. Der Überflutungsschutz ist im gesamten Gebiet gemäß den allgemein anerkannten Regeln der Technik oder bedarfsweise des Standes der Technik sicherzustellen. Bei Extremniederschlägen kann auch Oberflächenabfluss unbefestigter Flächen auftreten. Abbildung 11 zeigt für das noch unbebaute Gelände die Hauptfließrichtungen eines möglichen Oberflächenabfluss bei seltenen, extremen Niederschlägen. Es wird deutlich, dass eine Schwerpunktbelastung östlich des Hochbehälters verläuft, die topographisch bedingt auch die Trasse des Großbaches bestimmt hat. Diese Fließrichtungen bleiben auch bei einer Bebauung grundsätzlich erhalten, auch wenn durch die Bebauung und Modellierung des Geländes Modifikationen stattfinden. Die Erfahrung zeigt jedoch, dass insbesondere bei seltenen extremen Starkregen die Fließrichtungen des Ursprungsgeländes dominant sind und unerwartete Schäden erzeugt.

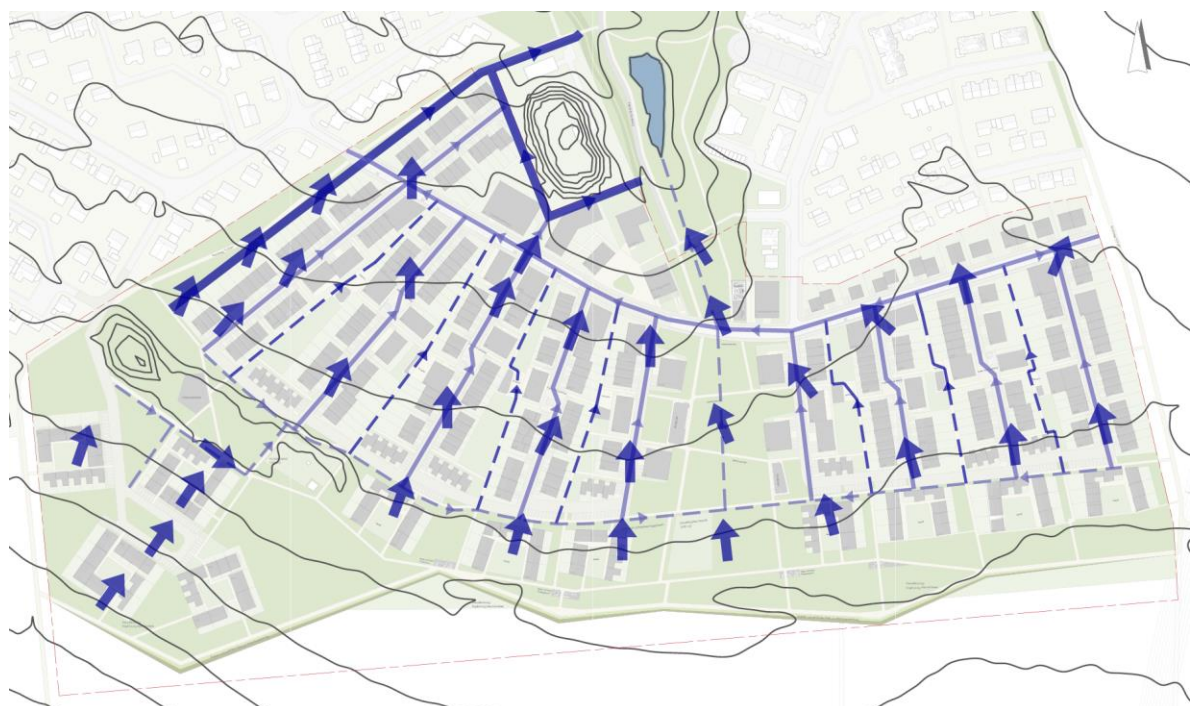


Abbildung 11: Hauptfließrichtungen des Oberflächenabflusses seltener extremer Niederschläge im unbebauten Gelände

Die Verwaltung am südlichen Gebietsrand sowie der Flurgraben längs des südlichen Randes der Bebauung sind zwei wichtige Elemente des Überflutungsschutzes, da sie möglichen Oberflächenabfluss des südlichen Außengebietes und des Freiraumes zwischen den Baugebiet und der Verwaltung vom Baugebiet fernhalten. Damit wird das Einzugsgebiet für Oberflächenabfluss im Baugebiet erheblich verringert.

Die Baufelder, die Anliegerstraßen und mögliche Wege in den Baufeldern sind in Richtung des Geländegefälles angelegt und geben die Fließrichtungen für Niederschlagsabflüsse vor (Abbildung 12). Die hangabwärts führenden Anliegerstraßen sind prioritäre Fließwege, deren Muldenrinnen die Abflüsse der Straßen und die Drosselabflüsse der Grundstücke für bis zu 5-jährliche Regenereignisse abführen. Bei seltenen Starkregen dient auch die Straßenfläche als Abflussgerinne. Die Straßen müssen grundsätzlich tiefer als die angrenzenden Grundstücke liegen.

Baurechtlich durch Festsetzung im Bebauungsplan und in den Entwässerungsgenehmigungen sicherzustellen, dass alle Gebäudeöffnungen mindestens 30 cm über dem Niveau der angrenzenden Straße liegen. Das gilt auch für Kellertüren und -fenster einschließlich der wasserdicht anzubringenden Lichtschächte sowie Garageneinfahrten. Investoren und Planer sind im Rahmen der Entwässerungsgenehmigung deutlich und juristisch verbindlich auf ihre Verpflichtung zum Objektschutz gegen Überflutung hinzuweisen. Dies mindert das Schadenspotenzial im Ernstfall.



**Hauptfließrichtungen bei...
etwa fünfjährlichem Starkregen**
gezielte Fließwegführung



Flutmulde

Eintiefung von Wegen als Abflussgerinne

sehr seltenem Stark- und Sturzregenregen



natürliche Fließrichtung

Fließwegführung auf vorhandenen Strukturen



Straßenraum

wasserwirtschaftliche Anlagen

Abbildung 12: Hauptfließrichtungen des Oberflächenabflusses im bebauten Gelände bei bis zu etwa fünfjährlichen Starkregen

Einige Baufelder sind bei Stark- und Sturzregen besonderen Belastungen ausgesetzt, die lokale Maßnahmen und Betrachtungen erfordern (Abbildung 12).

Baufelder BW.01, BW.02, BW.06 und BW.07 süd:

Abflüsse seltener Stark- und Sturzregen werden die Tendenz haben von der Straßentrasse in Richtung Nord-Nordost auf die Grundstücke abzuweichen. Das ist baukonstruktiv bei der Straßen- und Geländetrassierung zu berücksichtigen und mit einem lokalen Überflutungsnachweis abzusichern.

Baufelder BW.03 und BW.04, Hochbehälter:

Beide Baufelder können Belastungen ausgesetzt sein durch Hangabfluss aus den Baufeldern BW.06 und BW.07, die über die Hauptstraße fließen. Der Weg zwischen den Baufeldern ist als Flutmulde bis zur Retentionsfläche RF6 auszubilden. Die Einfahrten des Parkhauses in Baufeld BW.03 müssen überflutungssicher ausgeführt werden.

Das Baufeld BW.04 ist bei Stark- und Sturzregen chronisch überflutungsgefährdet und bedarf einer sehr detaillierten Planung und Umsetzung des Überflutungsschutzes. Besonders gefährdete Objekte sind die Tiefgaragen sowie die Gebäude für hilfsbedürftige Menschen. Für das Baufeld sind genaue Überflutungsnachweise und sichere Schutzmaßnahmen Pflicht. Investoren und Planer sollten rechtsverbindlich auf den erforderlichen Überflutungsschutz verpflichtet werden.

Ein Angleichen der Geländehöhen in den Eckbereichen des Hochbehälters an das Höhenniveau der umliegenden Baufelder wird angeraten, um eine geordnete Fließwegführung weiter zu unterstützen. Bei den folgenden Planungen sind die örtlichen Gegebenheiten des Hochbehälters zu beachten. Die Planung ist eng mit der EVL abzustimmen, so dass ein maximal möglicher Schutz vor eindringendem Hochwasser gewährleistet wird (Anhang 1).

Baufeld BO.04:

Bei seltenen Sturzregen ist denkbar, dass Hangabfluss der südlich angrenzenden Baufelder über die Straße in das Baufeld und von dort in die nördlich angrenzenden Baubestand dringt. Das Baufeld ist durch leichte Aufhöhung so zu trassieren, dass dieser Fall nicht auftreten kann und Hangabfluss vorrangig über die Straße der Grünachse zufließt. Die angrenzende Haupteerschließungsachse sollte in diesem Bereich mit Neigung entgegen des Geländegefälles ausgebildet werden.

5.8 Großbach

Im Zuge der städtebaulichen Planungen für den neuen Bebauungsplan sind Entscheidungen über den künftigen Verlauf des vorhandenen Grabens namens Großbach zwischen der Ausmündung des großflächigen Gebietsdrainagesystems und der Einleitung des im weiteren Verlauf ersten Regenrückhaltebeckens erforderlich.

Der betreffende Abschnitt tritt im Landschaftsbild morphologisch deutlich als kleiner, tiefer Graben mit einer eher feuchtegeprägte Begleitvegetation in Erscheinung. Den vorliegenden Unterlagen und Inaugenscheinnahmen zufolge wird der Graben ausschließlich aus den Abflüssen des großflächigen Gebietsdrainagesystems gespeist. Eine natürliche Quelle ist nicht erkennbar und aufgrund der vorliegenden Bodenaufschlüsse eher wenig wahrscheinlich.

Historische Karten oder Bilder der Domäne Blumenrod lagen bislang nicht vor, so dass Kenntnisse über einen etwaig natürlichen Gewässerverlauf noch fehlen. Eine Gewässerparzelle nach Angaben der Stadt Limburg im Planungsgebiet ist nicht ausgewiesen.

Im Rahmen eines Ortstermins der Stadt Limburg mit Vertretern der Unteren Wasserbehörde am 18.03.2020 wurde deutlich, dass die Wasserbehörde den grundsätzlichen Erhalt des Wasserlaufes wünscht, sich aber eine Verlegung vorstellen kann, wenn dadurch keine Verschlechterung bzw. möglichst eine Verbesserung des ökologischen Zustandes einhergeht (§6 WHG und §27 WHG).

Die Eigenschaft oberirdischer Gewässer definiert §3 WHG als „das ständig oder zeitweilig in Betten fließende oder stehende oder aus Quellen wild abfließende Wasser“. Im vorliegenden Fall wird der Graben vornehmlich durch das bereits gefasste Wasser des vorhandenen großflächigen Drainagesystems gespeist, so dass er im oberen Abschnitt auch als Teil des Drainagesystems gelten könnte. Gleichwohl kann insbesondere bei Starkregen Direktabfluss mit der Eigenschaft des „wild abfließenden Wassers“ in den Graben gelangen.

Die Tatsache, dass für das vorhandene RRB eine wasserrechtliche Genehmigung erteilt wurde, verdeutlicht, dass dem Graben spätestens ab der Einleitung die rechtliche Eigenschaft als Gewässer zuerkannt wurde. Über den oberhalb liegenden Abschnitt ist dadurch noch keine bindende Aussage getroffen. Wäre der betreffende Grabenabschnitt als Bestandteil des Drainagesystems anzusehen, so wäre auch eine unterirdische Führung bis in Höhe des RRB erwägbar. Gründe des Gemeinwohls sprechen hingegen für eine offene Führung als Graben in dem vorhandenen Grünzug mit hoher Aufenthaltsqualität.

Die Einordnung des Grabens als Gewässer hätte zur Folge, dass für eine Verlegung ein Planfeststellungsverfahren durchzuführen wäre und die Regelungen zu Gewässerrandstreifen gemäß § 23 HWG gelten. Die Regelungen des §23 WHG sind gewässerökologisch sehr gut begründet. Im vorliegenden Fall führen sie zu Einschränkungen anderer Nutzungen

der parallel zum Gewässer langgestreckten Grünfläche als wohnungsnaher Erholungsraum, die als Beeinträchtigung des Wohls der Allgemeinheit gelten können.

Die Werteabwägung zwischen dem Wohl der Allgemeinheit und dem gewässerökologischen Beitrag eines vollen Gewässerrandstreifens erfordert jedoch angesichts der Rolle des Grabens als Drainageauslass mit seltenem Zutritt wild abfließenden Wassers eine Kompromisslösung, die wie folgt aussehen könnte:

- Die Stadt Limburg klärt mit der zuständigen Wasserbehörde den rechtlichen Status des Grabens zwischen dem Einleitungspunkt der Geländedrainage und der Einleitung des RRB sowie den damit verbundenen Rechts- und Verfahrensfragen.
- Der neue Grabenverlauf wird so trassiert und gestaltet, dass ein weitgehend störungsfreier Raum mit hoher ökologischer Qualität entsteht, der zu keiner Verschlechterung sondern soweit möglich einer Verbesserung der derzeitigen Situation führt. Die Randstreifen dürfen dabei ein- oder wechselseitig unterschritten werden. Die Retentionsflächen können Teil des Gewässerrandstreifens sein, soweit sie frei von anderen Nutzungen sind.
- Der Graben erhält weiterhin die Abflüsse des vorhandenen Drainagesystems sowie Drainageabflüsse aus den Retentionsflächen RF1 bis RF5, um den Trockenwetterabfluss zu stärken.
- Das vorhandene RRB des neuen Baugebietes sowie das nahegelegene RRB für ein Bestandsgebiet werden zu einem RRB zusammengefasst. Das neue RRB erhält eine Drosseleinrichtung, die immissionsorientierten Anforderungen an das hydrologische Regime des Großbaches entspricht. Damit werden die hydrologischen Voraussetzungen zur Entwicklung einer guten ökologischen Qualität des Großbaches unterhalb des neuen RRB geschaffen.
- Der Großbach wird im Abschnitt zwischen der Einleitung des neuen RRB und der Zeppelinstraße renaturiert. Dies kann im Rahmen von Ersatz- und Ausgleichsmaßnahmen erfolgen.

Nach Rücksprache der Stadt Limburg mit der Oberen Wasserbehörde (Herr Hering) am 2.9.2020 kann bei dieser Einordnung geblieben werden.



Abbildung 13: Vorzugsvariante für den Beginn des Großbaches und für die Retentionsflächen im nördlichen Teil des Grünzuges (Planung: häfner jiménez betcke jarosch)

Verzeichnis der Bilder

Abbildung 1:	Wasserwirtschaftliche Anlagen im Umfeld des Planungsgebiets (Aufnahme Google earth, Abruf 15.8.2020)	6
Abbildung 2:	Ausmündungsbereich Drainagenetz (Foto: Uhl)	6
Abbildung 3:	Lageplan der Regenrückhaltebecken und des Hochbehälters (Auszug aus dem Lageplan 1:1000 des Generellen Entwässerungsentwurfes des Baugebietes Blumenrod vom 12.2.1999, Planverfasser Dr.-Ing. Schmidt-Bregas Ingenieurgesellschaft mbH, Wiesbaden)	7
Abbildung 4:	Konzept der Regenwasserbewirtschaftung (Verfasser Prof. Uhl), Auszug aus dem Wettbewerbsbeitrag der Arge Studio Schultz Granberg GbR, Berlin und häfner jiménez betcke jarosch landschaftsarchitektur gmbh, Berlin	9
Abbildung 5:	Konzept der Regenwasserbewirtschaftung des städtebaulichen Entwurfs	14
Abbildung 6:	Gebietseinheiten und Entwässerungselemente zur Abführung von Überschussswasser in die Retentionsflächen und das Regenrückhaltebecken	16
Abbildung 7:	Bewirtschaftungstypen zur Regenwasserbewirtschaftung	18
Abbildung 8:	Übersicht zur Regenwasserbewirtschaftung in den Baufeldern	20
Abbildung 9:	Standorte vorhandener und möglicher Bodenuntersuchungen	25
Abbildung 10:	Ergebnisse Wasserbilanzberechnung	26
Abbildung 11:	Hauptfließrichtungen des Oberflächenabflusses seltener extremer Niederschläge im unbebauten Gelände	27
Abbildung 12:	Hauptfließrichtungen des Oberflächenabflusses im bebauten Gelände bei bis zu etwa fünfjährlichen Starkregen	29
Abbildung 13:	Vorzugsvariante für den Beginn des Großbaches und für die Retentionsflächen im nördlichen Teil des Grünzuges (Planung: häfner jiménez betcke jarosch)	32

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1: Berechnungsgrundlagen	8
Tabelle 2: Wasserhaushalt des unbebauten Zustands im Planungsgebiet	8
Tabelle 3: Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung in den Baufeldern BW.1 bis BW.14	20
Tabelle 4: Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung in den Baufeldern BO.1 bis BO.12	21
Tabelle 5: Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung im Baufeld BSW.....	21
Tabelle 6: Mindestvolumina für Retentionsmaßnahmen aus der Langzeitsimulation.....	23
Tabelle 7: Ergebnisse Wasserbilanzberechnung	26

Literatur

- BWK-M3 (2007): Ableitung von immissionsorientierten Anforderungen an Misch- und Niederschlagswassereinleitungen unter Berücksichtigung örtlicher Verhältnisse. Pfullingen: Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau (BWK) e.V.
- BWK-M7 (2008): Detaillierte Nachweisführung immissionsorientierter Anforderungen an Misch- und Niederschlagswassereinleitungen gemäß BWK-Merkblatt M3. Merkblatt. Sindelfingen: Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau (BWK) e.V.
- DWA-A 102-2 (2020, Gelbdruckentwurf): Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer – Teil 2: Emissionsbezogene Bewertungen und Regelungen für Regenwetterabflüsse in Siedlungen. Hennef: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA)
- DWA-A 102-3 (2020, Gelbdruckentwurf): Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer – Teil 3: Immissionsbezogene Bewertungen und Regelungen zur Einleitung von Regenwetterabflüssen in Oberflächengewässer. Hennef: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA)
- DWA-M 102-4 (2020, Gelbdruckentwurf): Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer – Teil 4: Ausführungen zur Erstellung einer Wasserhaushaltsbilanz für die Bewirtschaftung des Niederschlagswassers in Siedlungsgebieten. Hennef: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA)
- HAD (2003a): Hydrologischer Atlas von Deutschland, Hrsg: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit Bonn/Berlin. 3. Aufl. 2003.
- HAD (2003b): Hydrologischer Atlas von Deutschland. Abrufbar im Geoportal der Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz unter <http://geoportal.bafg.de> (abgerufen am 06.02.2020)
- Meßer, D. J. (2008). Ein vereinfachtes Verfahren zur Berechnung der flächendifferenziierten Grundwasserneubildung. Essen: 60.

Anhang

Anhang 1	Aktenvermerk.....	1
Anhang 2	Auswertung des langjährigen mittleren Niederschlags umliegender DWD-Stationen	6
Anhang 3	Zusammenstellung relevanter Bohrprofile	7
Anhang 4	Bestandspläne Strom, Wasser, Gas, Energieversorgung Limburg GmbH, Übergabedatum 17.06.2020.....	16
Anhang 5	Berechnungen des Wasserhaushalts der derzeitigen Kulturlandschaft....	20
Anhang 6	Vordimensionierung Rinnen und Graben	26
Anhang 7	Wasserbilanz der Vorzugsvariante	27
Anhang 8	Fotos möglicher Maßnahmen	49

**Anhang 1 Aktenvermerk „Wasserhochbehälter Blumenrod, Ortstermin mit EVL
am 29.06.2020, 11 Uhr“**

1. Aktenvermerk

Wasserhochbehälter Blumenrod, Ortstermin mit EVL am 29.06.2020, 11.11 Uhr

Teilnehmer:

Herr Schiffmann, EVL

Herr Doß, EVL

Herr Edgar Hof, EVL

Frau Schmidt, Stadt Limburg

Herr Uphues, Stadt Limburg

Im Rahmen der Gebietserweiterung Blumenrod wird im Vorfeld des Bauleitplanverfahrens aktuell die Entwässerung des Gebiets konzeptioniert.

Der Hochbehälter befindet sich an einem lokalen Tiefpunkt des Gebiets. Im Starkregenfall muss das Wasser schadlos an dem Hochbehälter vorbeigeführt werden.

Die Fachhochschule Münster, die mit dem Entwässerungskonzept beauftragt ist, schlägt vor, am Westrand des eingezäunten Grundstücks die Umfriedung zurückzusetzen und die Flutgräben mit Ausrundungen an den Grundstücksecken entlang der Nord- und Südseite dem Großbach zuzuleiten (Variante 2, s. Bild 1).

Notfalls kann auf die Inanspruchnahme von Flächen entlang des Westrandes verzichtet werden (Variante 1). In dem Fall würde der Graben entlang des jetzigen Zaunes geführt und lediglich im Bereich der Grundstücksecken die Ausrundungen vorgenommen.

Der Hochbehälter besteht aus zwei kreisrunden Betonbecken mit einem Durchmesser von ca. 26 m. Diese sind mit Erdreich angedeckt und eingegrünt (s. Bilder 3 und 4).

Die Böschungsunterkante an der Westseite ist ca. 4 m von der Grundstücksgrenze entfernt. (s. Bild 2). Bei Variante 2 wäre der Grabenrand direkt an der Unterkante der Böschung. Dies würde zum einen die Unterhaltung der Böschung erschweren und zum anderen hätte es zur Folge, dass sämtliche Bäume, die auch der Beschattung des Hochbehälters dienen, gefällt werden müssten.

Die Anwesenden entscheiden sich daher einvernehmlich für Variante 1.

Die weitere Planung ist eng mit der EVL abzustimmen und muss darauf ausgerichtet sein, maximalen Schutz vor eindringendem Hochwasser zu gewährleisten.

Insbesondere das Gebäude am Nordrand des Grundstücks (s. Bild 5), in dem sich Pumpstationen befinden, die für sämtliche Stadtteile Limburgs von Bedeutung sind, sowie eine Hochspannungs-Trafostation, dürfen keinesfalls mit Hochwasser in Berührung kommen.



Bild 1



Bild 2



Bild 3



Bild 4



Bild 5

2. Herrn Schiffmann zur Kenntnis
3. Herrn Doß zur Kenntnis
4. Frau Hörnschemeyer, FH Münster zur Kenntnis
5. 662 zum Vorgang

D. M.
I. A.

gez.

Martin Uphues

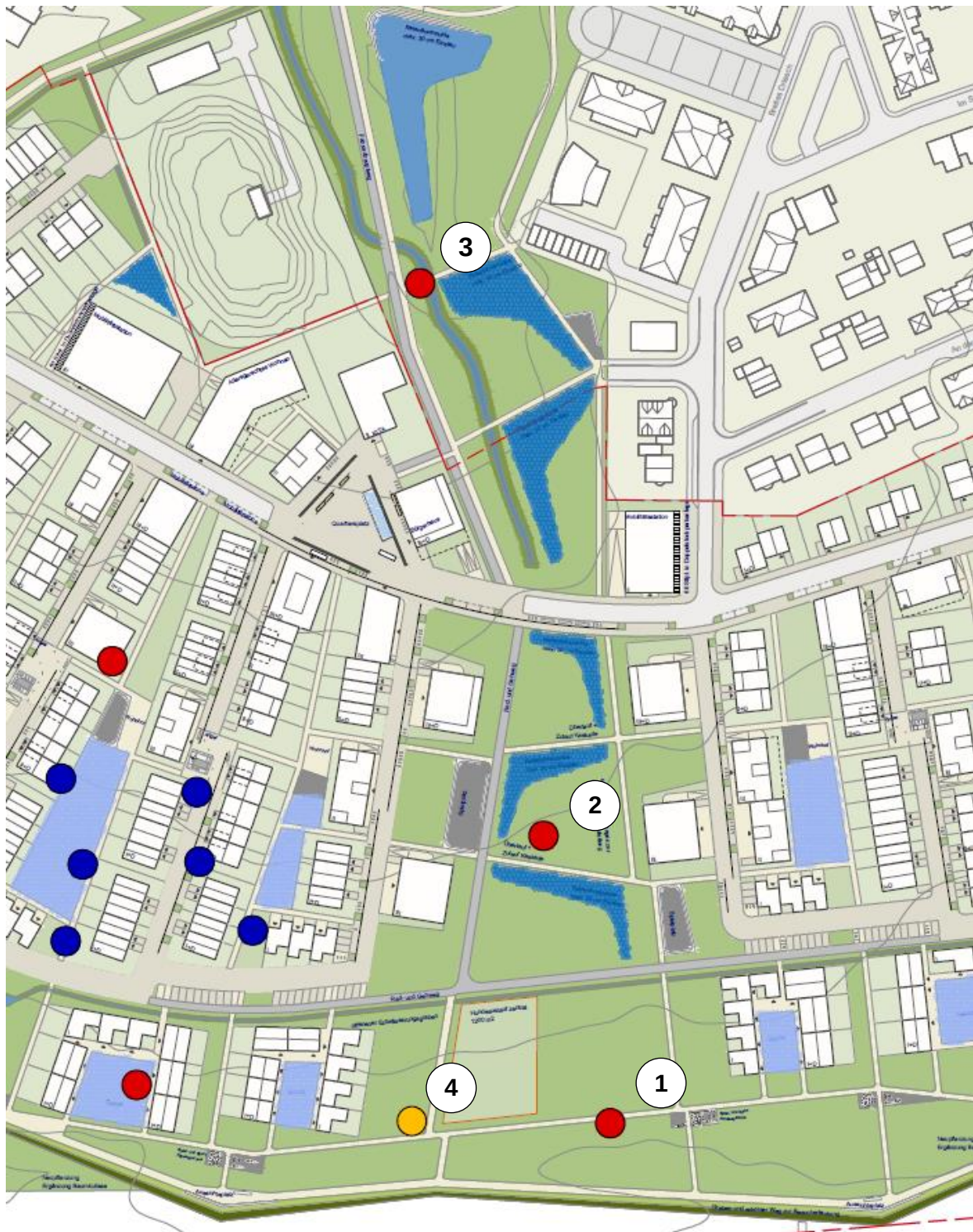
DWD-ID	Name	Höhe (müNNH)	Messung- Start	Messung- letzter Wert	n (a)	Entfernung Blumenrod (km)	hN (mm/a)
978	Holzheim-Dietz	155	1898	2018	120	3	649
6344	Runkel-Ennerich	186	2005	2018	13	5	575
665	Brechen-Niederbrechen	193	1893	2004	111	7	613
3004	Limburg-Offheim	185	1891	1998	107	4	624
1912	Hadamar	160	1891	2002	111	8	718
14308	Eppenrod	300	1891	2018	127	10	766
1253	Eppenhorst-Bornbach	286	1931	1969	38	10	790
						Mittelwert:	676

Anhang 3 Zusammenstellung relevanter Bohrprofile

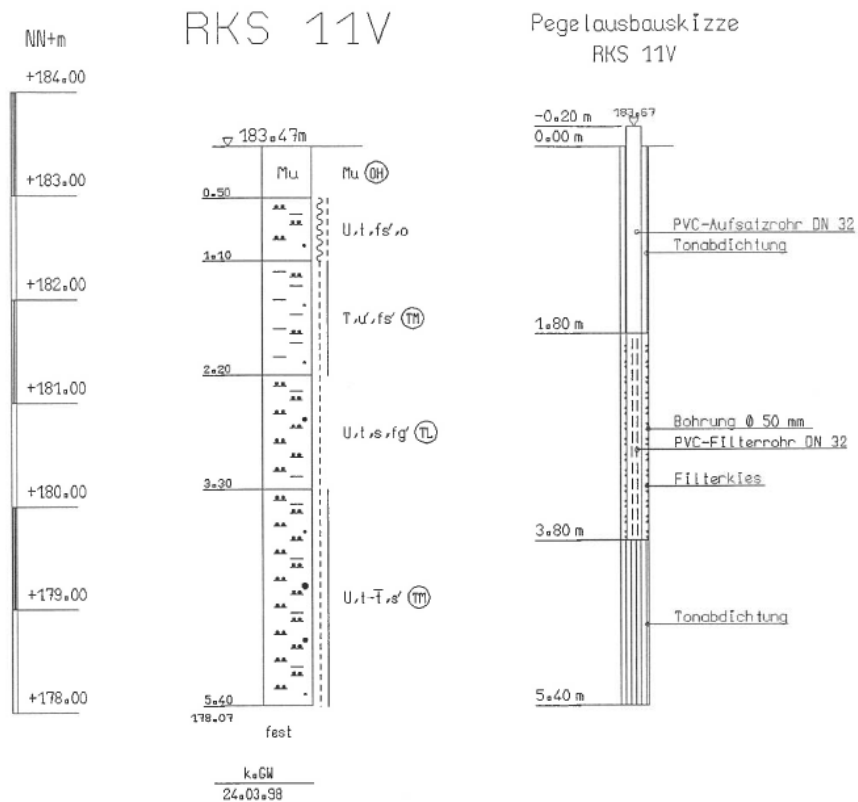
Als Quelle für die Zusammenstellung werden gelistet:

- (1) Baugrundinstitut Franke-Meißner und Partner GmbH (1998): Baugebiet Blumenrod in der Kreisstadt Limburg a.d. Lahn, Voruntersuchung zur entwässerungstechnischen inneren Erschließung des Baugebietes
- (2) Institut für Geotechnik Dr. Jochen Zirfas (2011): B 54 Ortsumgehung, Geotechnische Planstudie
- (3) Institut für Geotechnik Dr. Jochen Zirfas (1995): Umwelttechnische Untersuchungen auf dem ehem. Feldflugplatz in Limburg Blumenrod

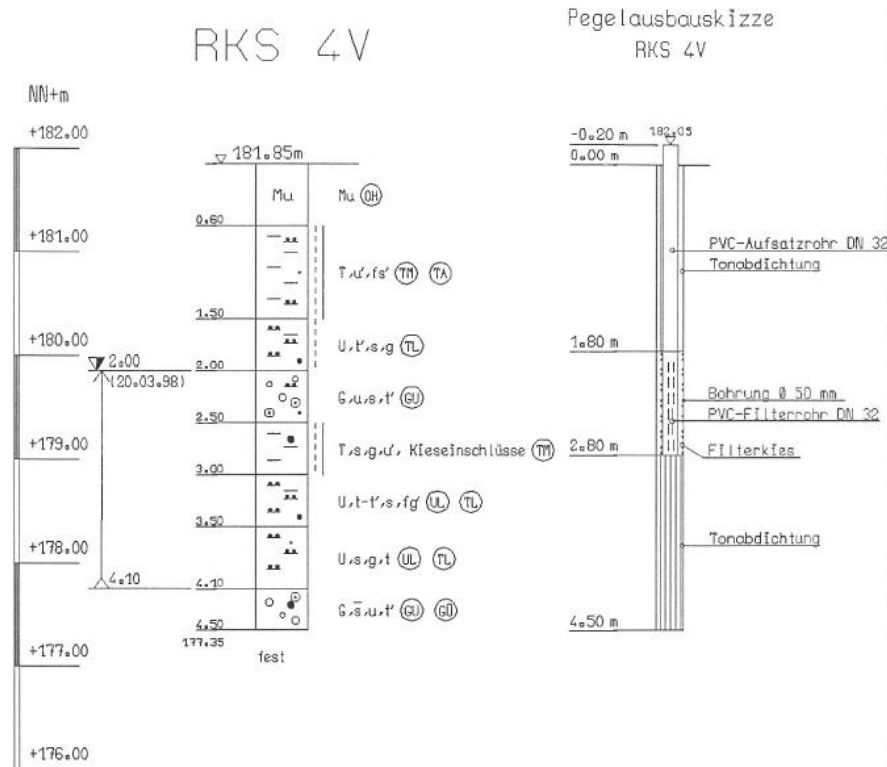
Übersichtspläne Bohrprofile





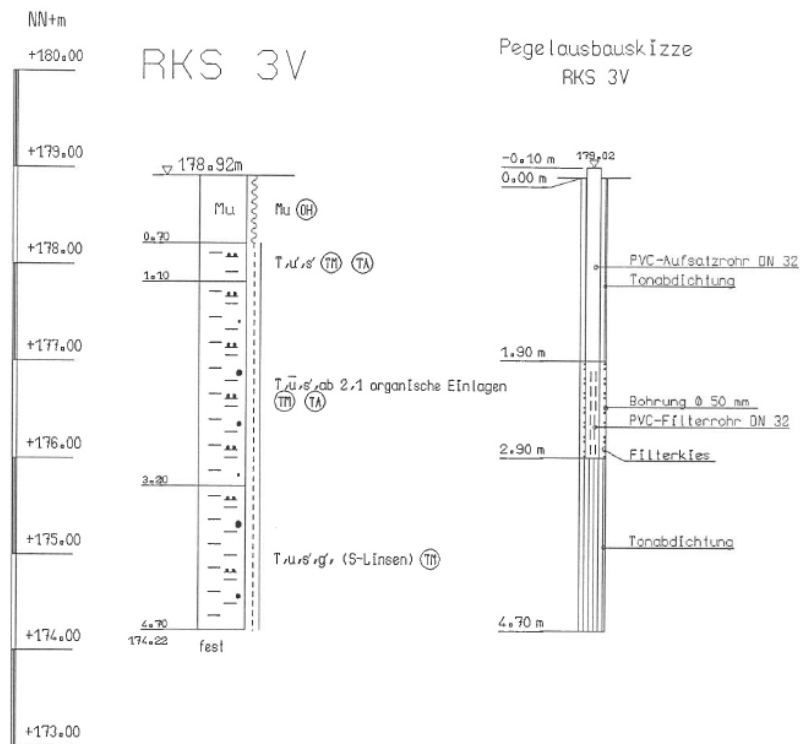
Bohrprofile**Profil Nr. 1**

Quelle: (1)

Profil Nr. 2

Quelle: (1)

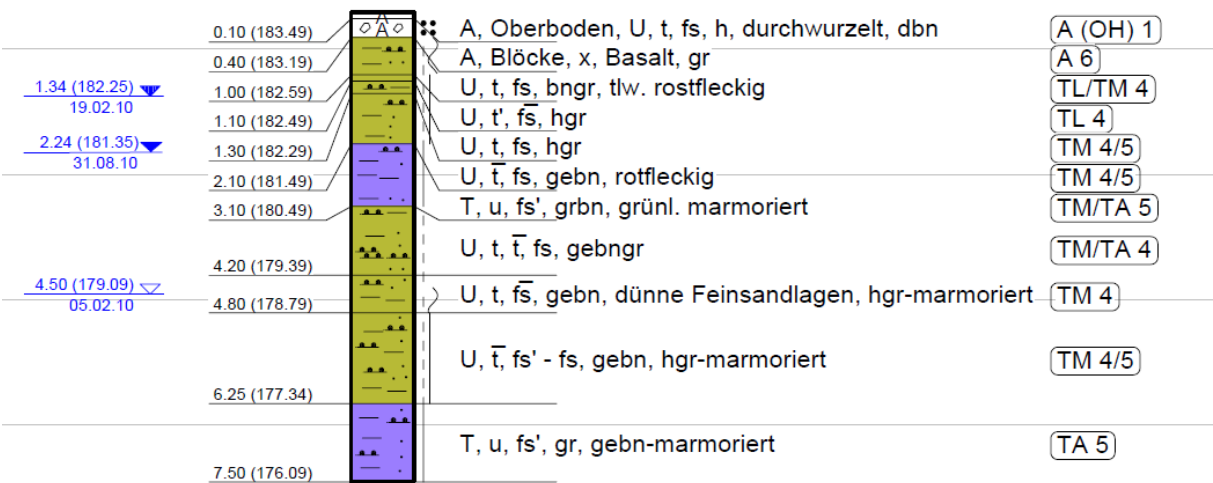
Profil Nr. 3



Quelle: (1)

Profil Nr. 4

BK 1/4
183.59

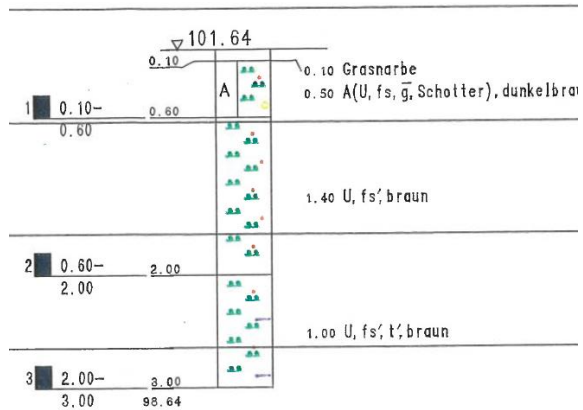


Quelle: (2)

Profil Nr. 5

RKS 12

101.64

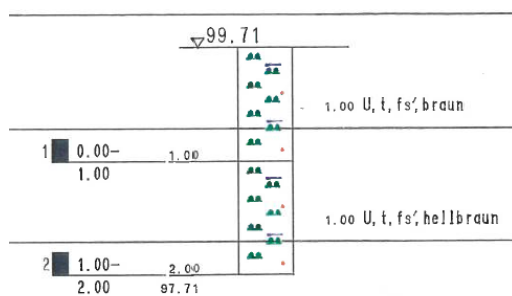
mit Einbau einer
Bodenluftsonde

Quelle: (3)

Profil Nr. 6

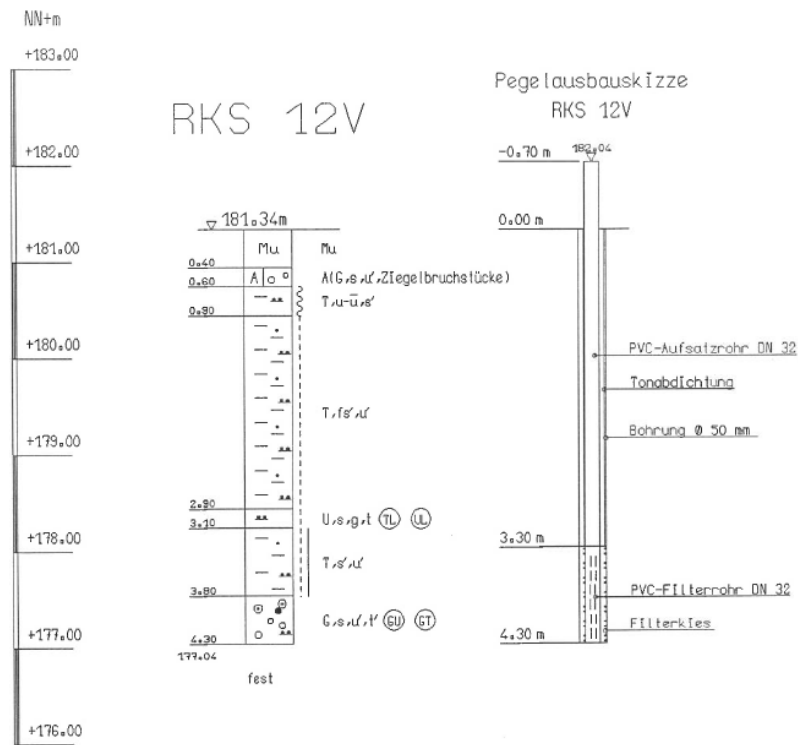
RKS 4

99.71

mit Einbau einer
Bodenluftsonde

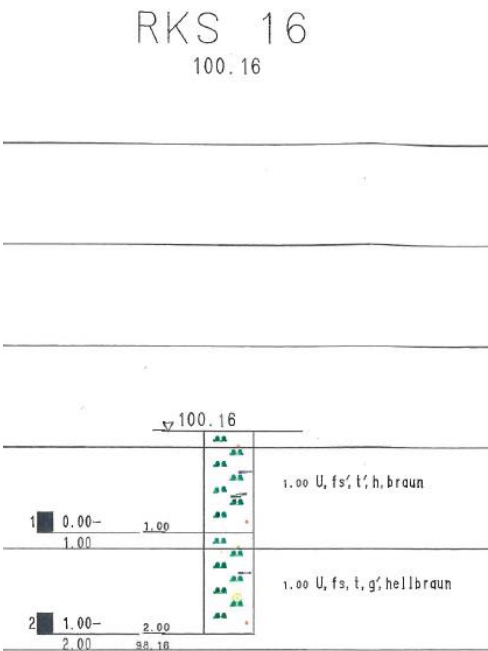
Quelle: (3)

Profil Nr. 7



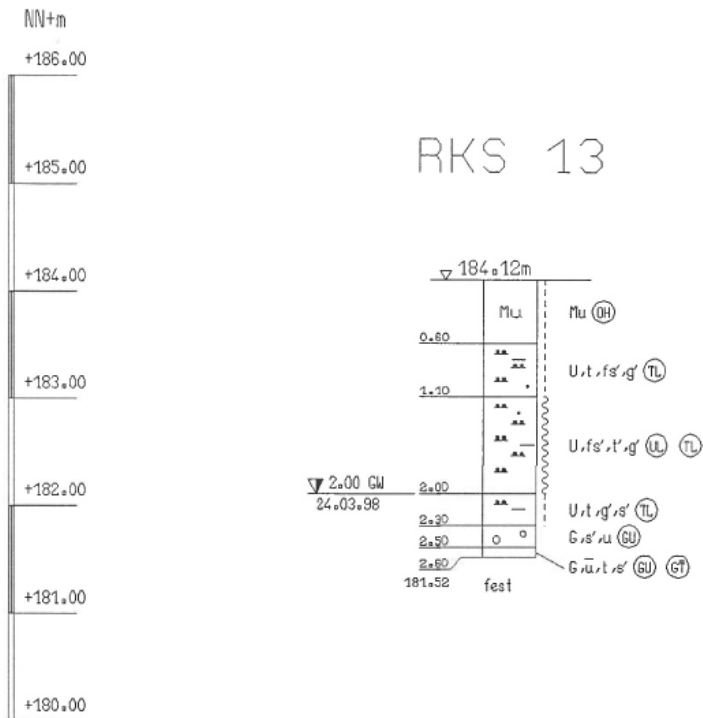
Quelle: (1)

Profil Nr. 8



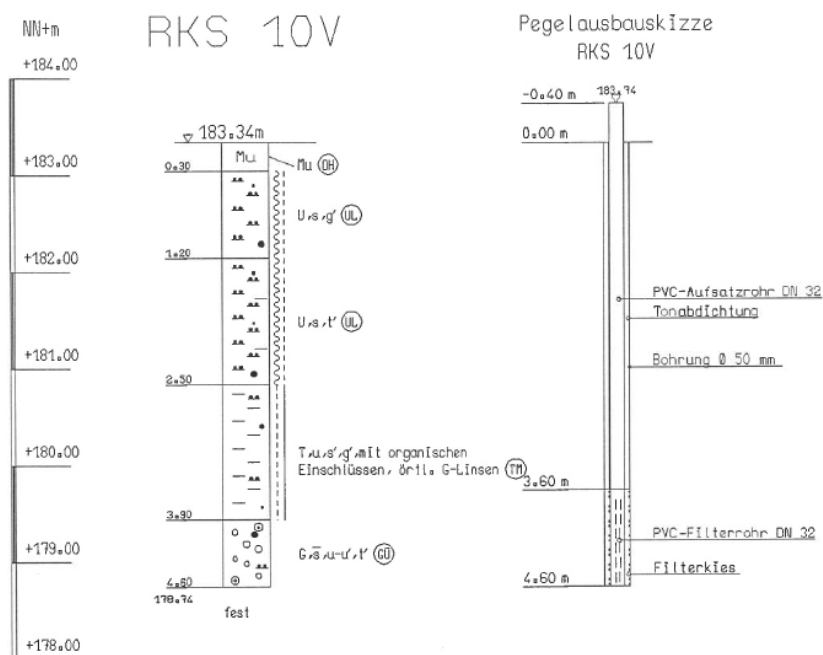
Quelle: (3)

Profil Nr. 9



Quelle: (1)

Profil Nr. 10

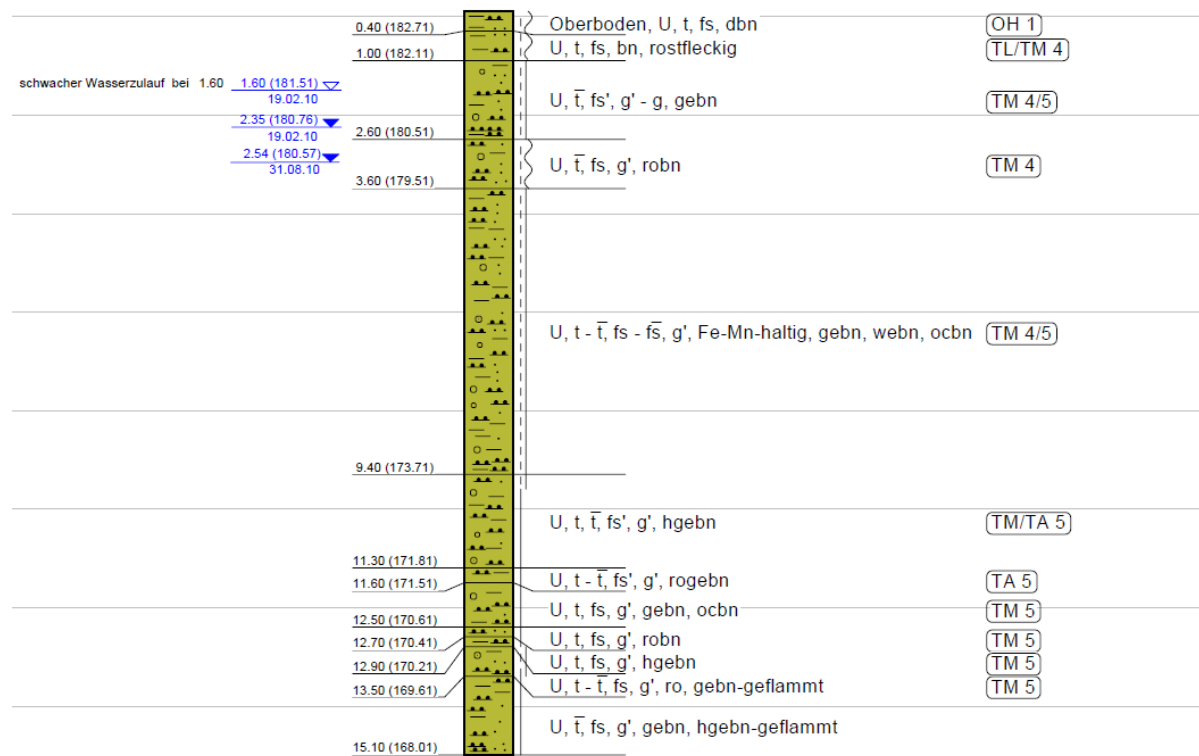


Quelle: (1)

Profil Nr. 11

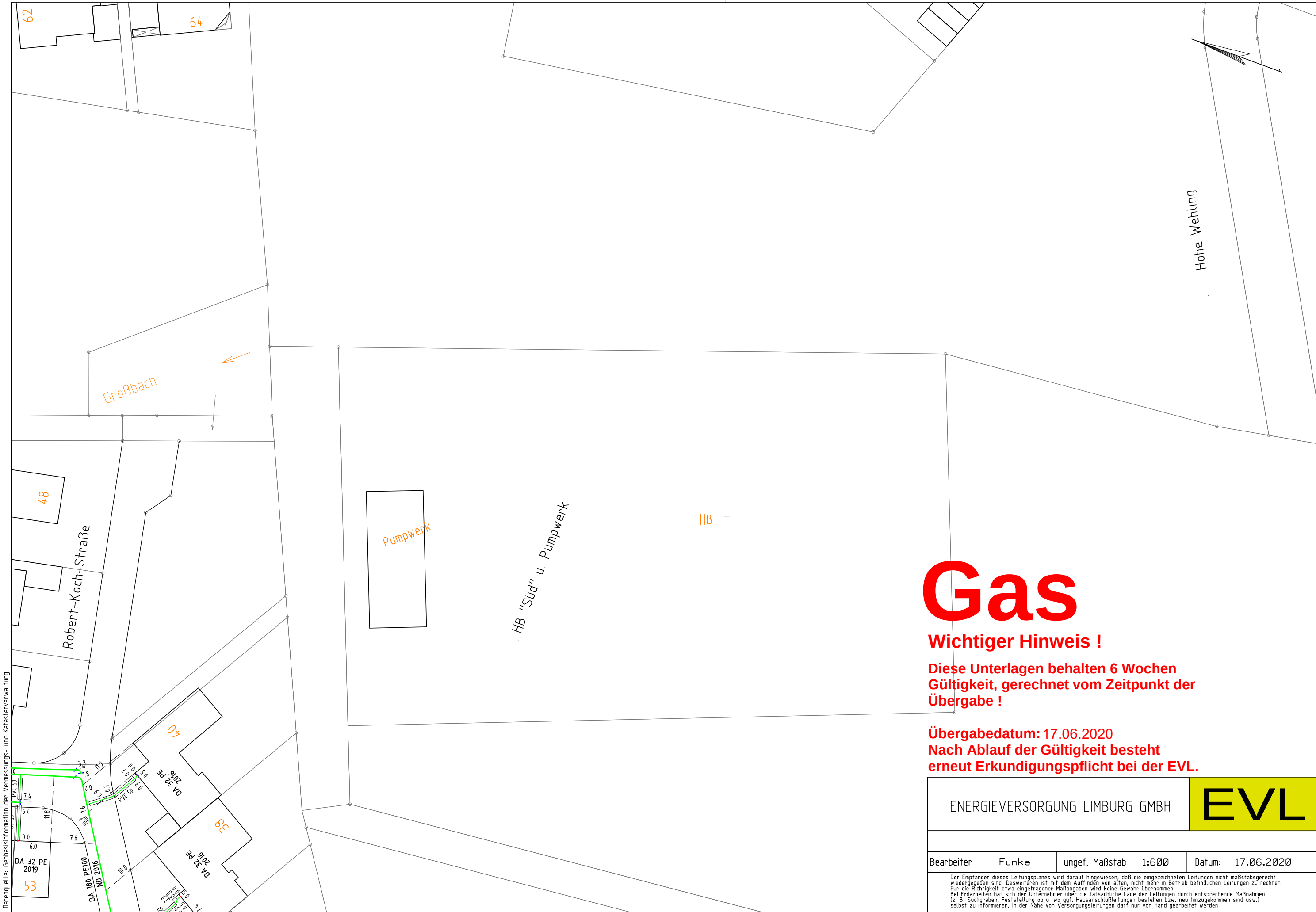
BK 1/3

183.11



Quelle: (2)

**Anhang 4 Bestandspläne Strom, Wasser, Gas, Energieversorgung Limburg
GmbH, Übergabedatum 17.06.2020**



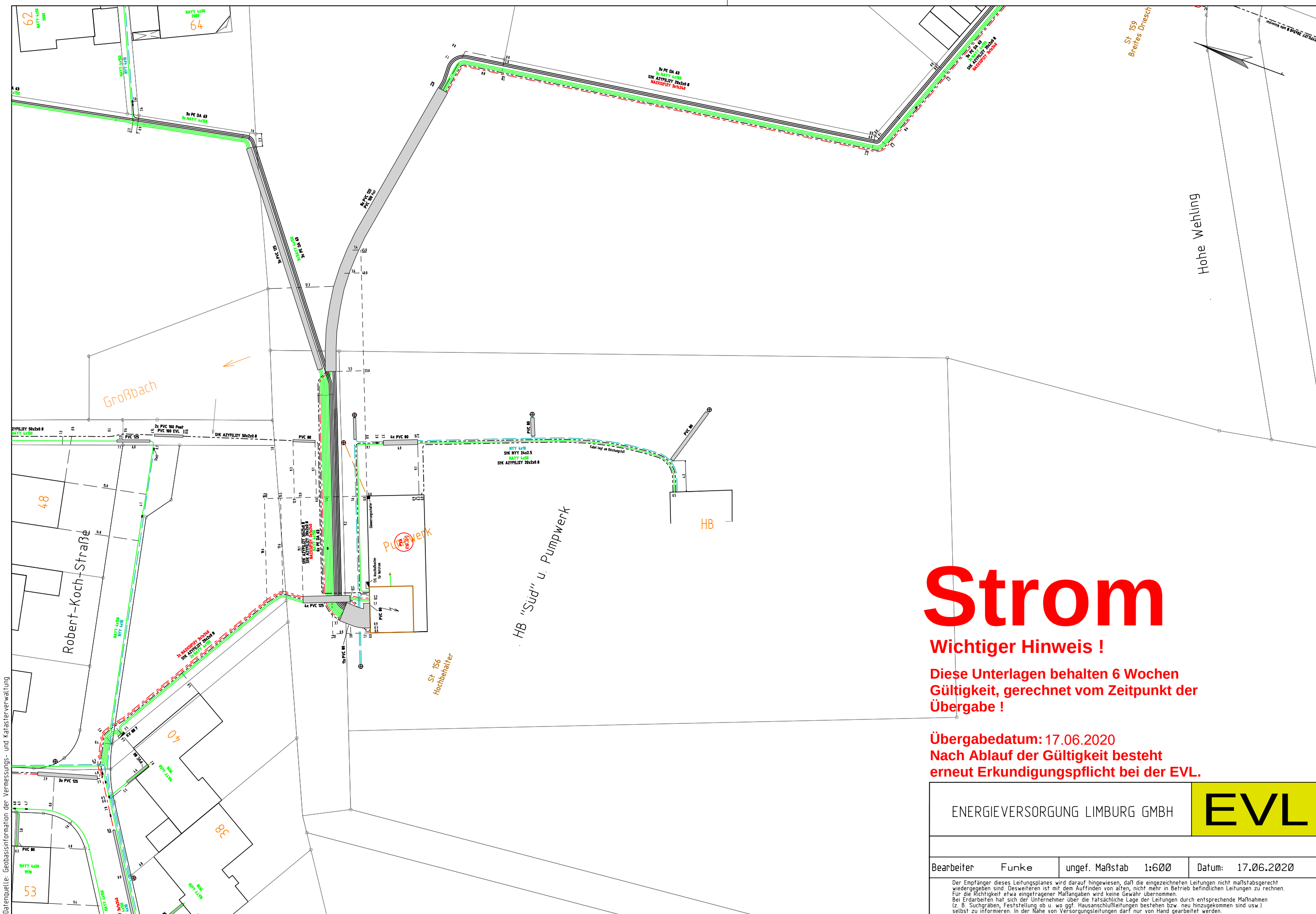
Gas

Wichtiger Hinweis !

Diese Unterlagen behalten 6 Wochen
Gültigkeit, gerechnet vom Zeitpunkt der
Übergabe !

Übergabedatum: 17.06.2020
Nach Ablauf der Gültigkeit besteht
erneut Erkundigungspflicht bei der EVL.

ENERGIEVERSORGUNG LIMBURG GMBH				EVL
Bearbeiter	Funke	ungef. Maßstab	1:600	Datum: 17.06.2020
Der Empfänger dieses Leitungsplanes wird darauf hingewiesen, daß die eingezeichneten Leitungen nicht maßstabsgerecht wiedergegeben sind. Desweiteren ist mit dem Auffinden von alten, nicht mehr in Betrieb befindlichen Leitungen zu rechnen. Für die Richtigkeit etwa eingetragener Maßangaben wird keine Gewähr übernommen. Bei Erdarbeiten hat sich der Unternehmer über die tatsächliche Lage der Leitungen durch entsprechende Maßnahmen (z. B. Suchgräben, Feststellung ob u. wo ggf. Hausanschlüßleitungen bestehen bzw. neu hinzugekommen sind usw.) selbst zu informieren. In der Nähe von Versorgungsleitungen darf nur von Hand gearbeitet werden.				



Strom

Wichtiger Hinweis !

**Diese Unterlagen behalten 6 Wochen
Gültigkeit, gerechnet vom Zeitpunkt der
Übergabe !**

Übergabedatum: 17.06.2020
Nach Ablauf der Gültigkeit besteht
erneut Erkundigungspflicht bei der EVL.

ENERGIEVERSORGUNG LIMBURG GMBH

EVL

Bearbeiter	Funke	ungef. Maßstab	1:600	Datum:	17.06.2020
------------	-------	----------------	-------	--------	------------

Der Empfänger dieses Leistungsplanes wird darauf hingewiesen, daß die eingezeichneten Leitungen nicht maßstabsgerecht wiedergegeben sind. Desweiteren ist mit dem Auffinden von alten, nicht mehr in Betrieb befindlichen Leitungen zu rechnen. Für die Richtigkeit etwa eingetragener Maßangaben wird keine Gewähr übernommen.

Bei Entdecken hat sich der Unternehmer über die tatsächliche Lage der Leitungen durch entsprechende Maßnahmen (z. B. Suchgraben, Feststellung ob u. wie groß Hausanschlussleitungen bestehen bzw. neu hinzugekommen sind usw.) selbst zu informieren. In der Nähe von Versorgungsleitungen darf nur von Hand gearbeitet werden.

Der Empfänger dieses Leitungsplanes wird darauf hingewiesen, daß die eingezeichneten Leitungen nicht maßstabsgerecht wiedergegeben sind. Desweiteren ist mit dem Auffinden von alten, nicht mehr in Betrieb befindlichen Leitungen zu rechnen. Für die Richtigkeit etwa eingezeichneten Maßangaben wird keine Gewähr übernommen.

Bei Erhebten hat sich das Unternehmen über die örtliche Lage der Leitungen durch entsprechende Maßnahmen (z. B. Suchgraben, Feststellung ob u. wo ggf. Hausanschlussleitungen bestehen bzw. neu hinzugekommen sind usw.) selbst zu informieren. In der Nähe von Versorgungsleitungen darf nur von Hand gearbeitet werden.

Anhang 5 Berechnungen des Wasserhaushalts der derzeitigen Kulturlandschaft

Anhang 5.1 Berechnung mit dem Hydrologischen Atlas Deutschland (HAD 2003)

	Wasserbilanz					Aufteilungsfaktoren		
	P	ETp	RD	GWN	ETa	a	g	v
	mm/a	mm/a	mm/a	mm/a	mm/a	-	-	-
Angaben HAD								
unkorrigiert	600-700	575-600	150-200	75-100	525-550			
korrigiert	700-800							
Berechnung (Wahl: Mittelwerte)								
korrigiert	750	588	175	88	538	0,22	0,11	0,67

Anhang 5.2 Berechnung mit GWNeu nach Meßer (2008)

Flächen-Nr.	Anteil Fläche	Flächennutzung	Wasserbilanz				Aufteilungsfaktoren		
			RD	GWN	ETa	P	a	g	v
-	%	-	mm/a	mm/a	mm/a	mm/a	-	-	-
1	15,0%	Brache	18	70	588	676	0,03	0,10	0,87
2	20,0%	Grünland	23	93	560	676	0,03	0,14	0,83
3	10,0%	Laubwald	0	105	571	676	0,00	0,16	0,84
4	55,0%	Acker	18	74	584	676	0,03	0,11	0,86
Zusammenfassung			17	80	579	676	0,03	0,12	0,86

Anhang 5.3 Ermittlung nach dem WaSig-Verfahren unter Anwendung einer hydrologischen Langzeitsimulation

Hinweis: Die Berechnung wurde durchgeführt durch Dipl.-Hydrologe Andreas Steinbrich
(Universität Freiburg, Professur für Hydrologie)

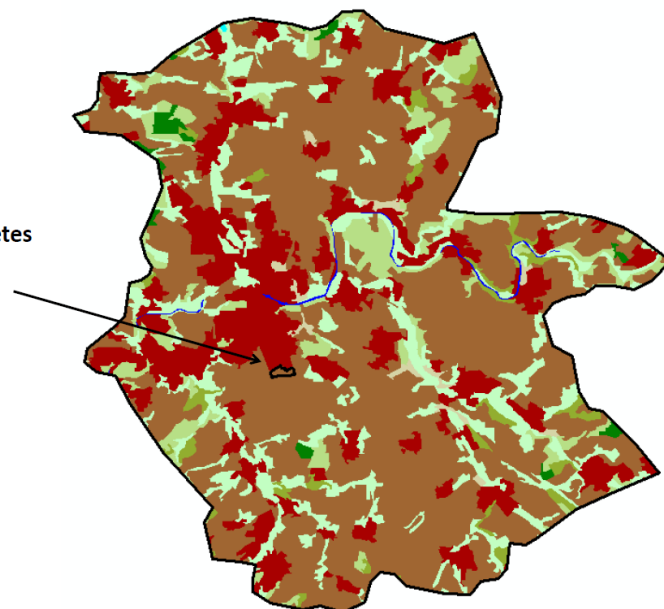
Ableitung Referenzzustand Limburg Blumenrod

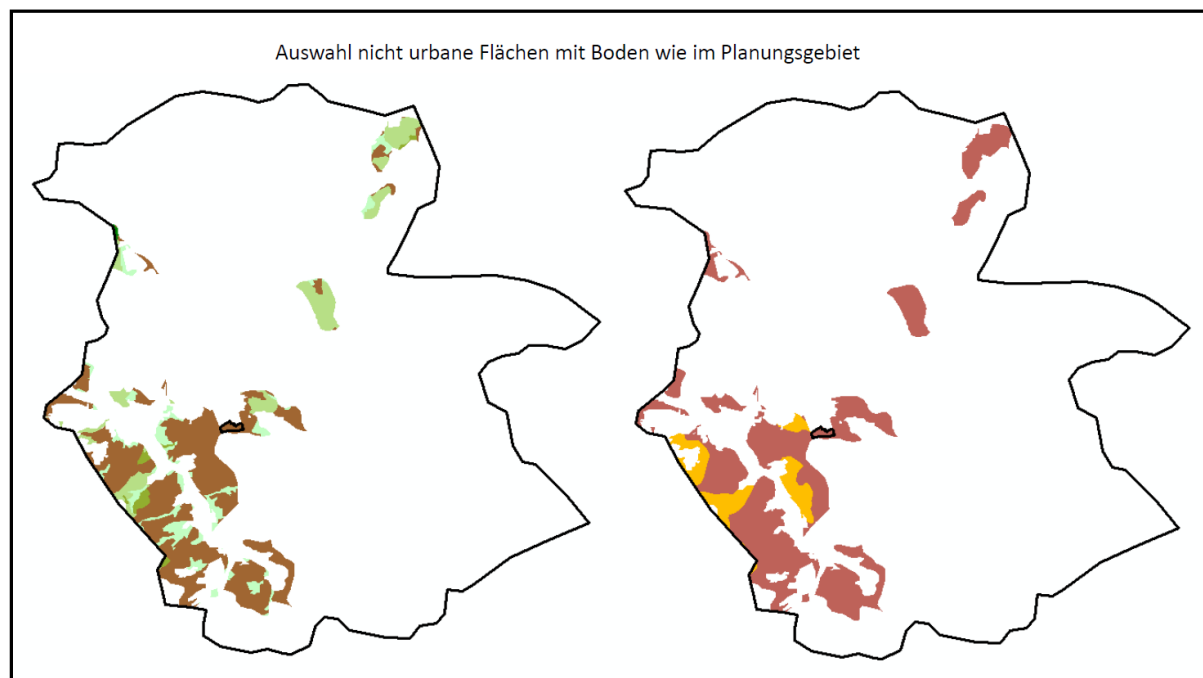
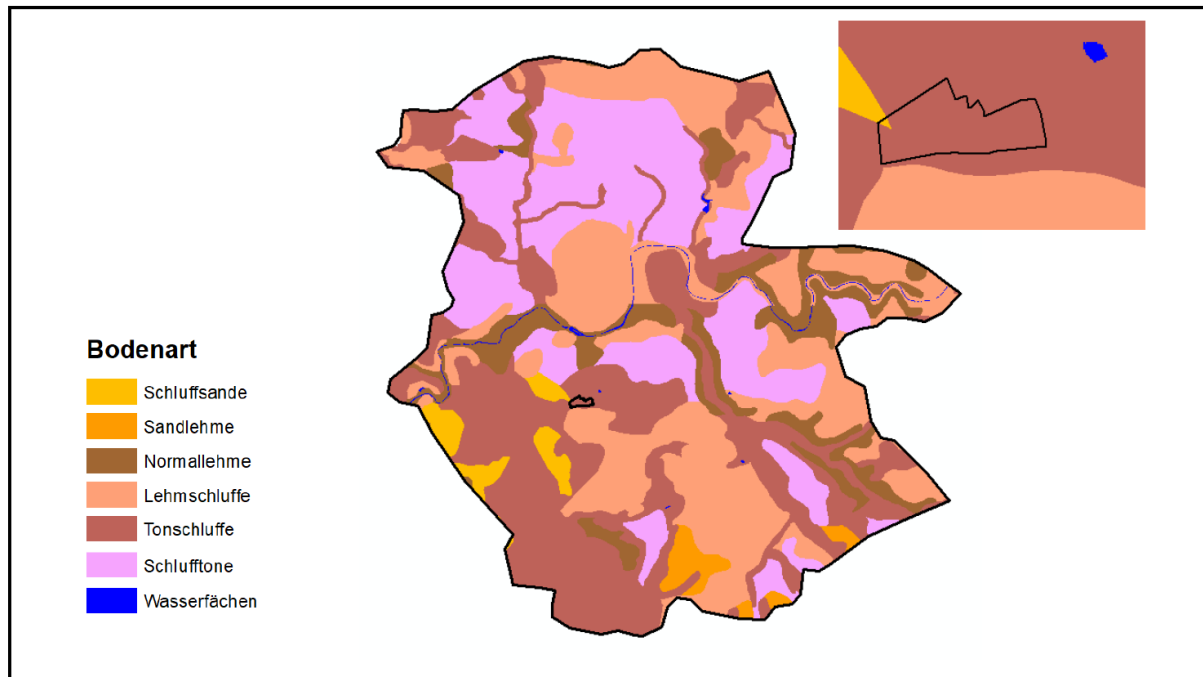
Naturräumliche Einheit
Limburger Becken

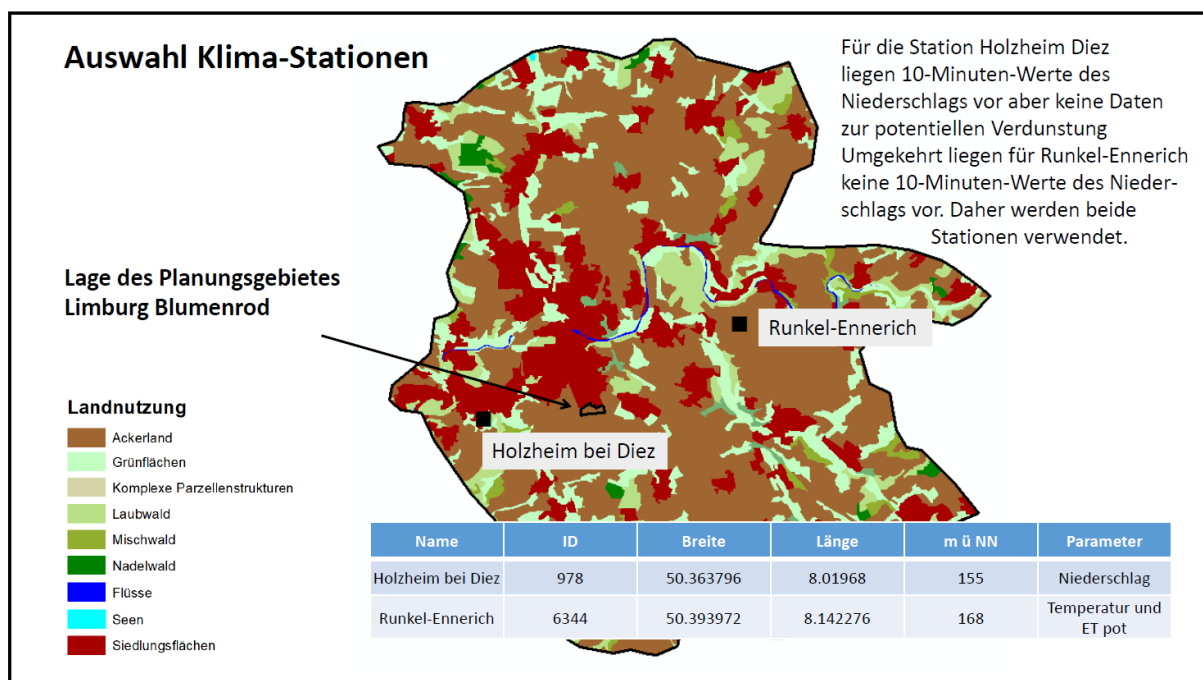
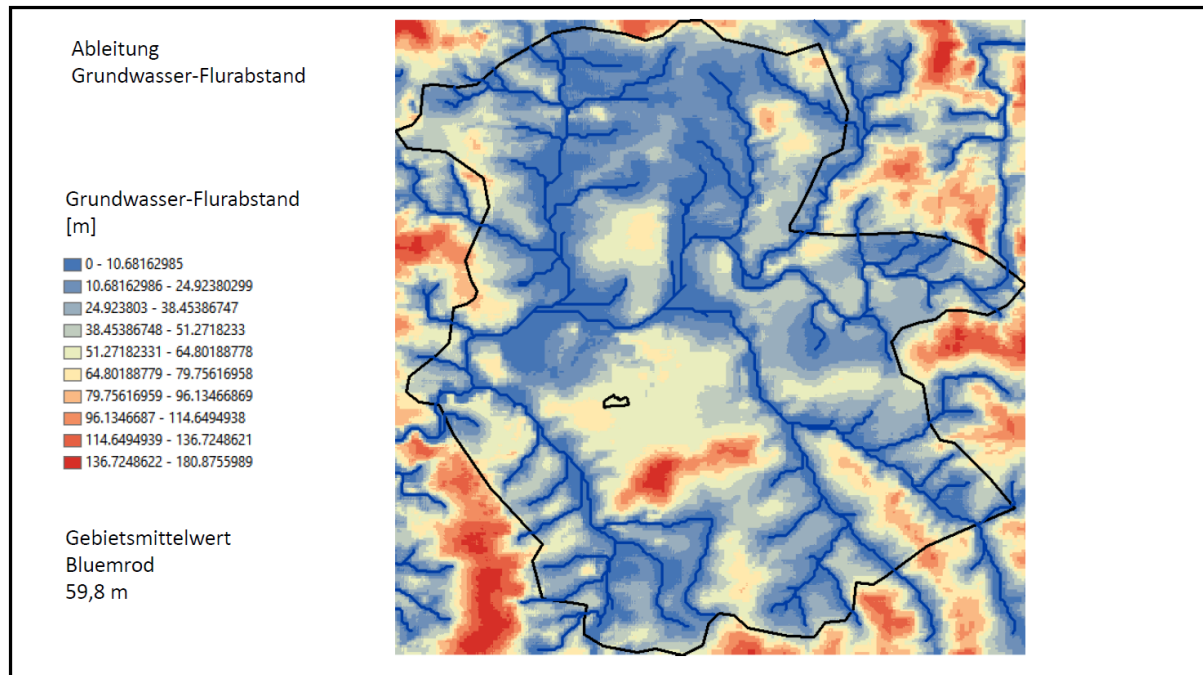
Lage des Planungsgebietes
Limburg Blumenrod

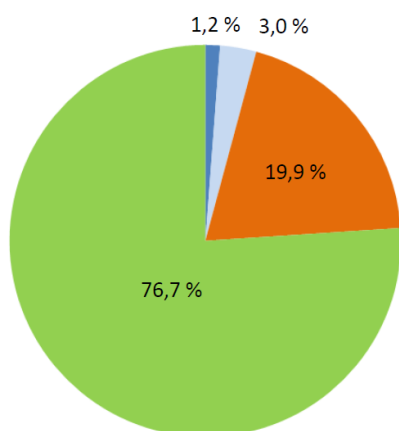
Landnutzung

- Ackerland
- Grünflächen
- Komplexe Parzellenstrukturen
- Laubwald
- Mischwald
- Nadelwald
- Flüsse
- Seen
- Siedlungsflächen







Modell-Ergebnisse

■ Oberflächenabfluss
■ Zwischenabfluss
■ GWNB
■ Verdunstung

N korr HAD	766 mm/a
N Station	603
ETP HAD	590
ETP Modell	880
ETA HAD	538
ETA Modell	463
Anteil ETA/N HAD	70,2 %

Modellierungszeitraum ist durch die Verfügbarkeit der Eingangsdaten
(potentielle Gras-Referenz-Verdunstung) auf den Zeitraum 1.1.2005 – 31.12.-2018 begrenzt (14 Jahre)

Anhang 6 Vordimensionierung Rinnen und Gräben

	Name Element	Brutto- bauland $A_{E,k}$	undurchlässige Fläche		Regen- spende $r_{0.5-10}$	Abfluss- spende		Abfluss EZG			Zufluss Q_{zu}	Abfluss IST Summe $Q+Q_{zu}$	Abfluss VOLL Q_{voll}	Ver- hältnis Q_{ist}/Q_{voll}	Ziel -
			Ö	P		Ö	P	Ö	P	Summe					
			$A_{u,öffentlich}$	$A_{u,privat}$		q		Q_0	Q_p	Q		Q_{ist}			
-	-	m ²	m ²	m ²	L/(sha)	L/(sha)		L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	-	-
Hauptstraße (Muldenrinne)	BO.01-H-X-N	3948	343	314	168.3	10.0	5.8	0.3	6.1	6.1	0.0	6.1	12.0	0.51	KR2
	BO.01-H-X-S	268	254	0	168.3	10.0	4.3	0.0	4.3	4.3	0.0	4.3	12.0	0.36	KR2
	BO.04-H-O-N	2470	435	445	168.3	10.0	7.3	0.4	7.8	7.8	0.0	7.8	12.0	0.65	KR2
	BO.04-H-O-S	384	365	0	168.3	10.0	6.1	0.0	6.1	6.1	0.0	6.1	12.0	0.51	KR2
	BO.04-H-W1-N	2179	383	363	168.3	10.0	6.4	0.4	6.8	6.8	0.0	6.8	12.0	0.57	KR2
	BO.04-H-W2-N	2473	677	351	168.3	10.0	11.4	0.4	11.8	11.8	0.0	11.8	12.0	0.98	KR2
	BO.04-H-W1-S	169	160	0	168.3	10.0	2.7	0.0	2.7	2.7	0.0	2.7	12.0	0.22	KR2
	BO.04-H-W2-S	245	232	0	168.3	10.0	3.9	0.0	3.9	3.9	0.0	3.9	12.0	0.33	KR2
	BW.01-H-X-N	160	152	0	168.3	10.0	2.6	0.0	2.6	2.6	0.0	2.6	12.0	0.21	KR1
	BW.01-H-X-S	216	206	0	168.3	10.0	3.5	0.0	3.5	3.5	0.0	3.5	12.0	0.29	KR1
	BW.02-H-X-N	171	163	0	168.3	10.0	2.7	0.0	2.7	2.7	0.0	2.7	12.0	0.23	KR1
	BW.02-H-X-S	183	174	0	168.3	10.0	2.9	0.0	2.9	2.9	0.0	2.9	12.0	0.24	KR1
	BW.03-H-X-N	191	181	0	168.3	10.0	3.0	0.0	3.0	3.0	0.0	3.0	12.0	0.25	KR1
	BW.03-H-X-S	192	182	0	168.3	10.0	3.1	0.0	3.1	3.1	0.0	3.1	12.0	0.26	KR1
	BW.04-H-X-N	479	455	0	168.3	10.0	7.7	0.0	7.7	7.7	0.0	7.7	12.0	0.64	KR2
	BW.04-H-X-S	654	621	0	168.3	10.0	10.5	0.0	10.5	10.5	0.0	10.5	12.0	0.87	KR2
Anliegerstraße (Muldenrinnen)	BO.02-A-O-X	2773	191	383	168.3	10.0	3.2	0.4	3.6	3.6	0.0	3.6	12.0	0.30	GRUEN_S
	BO.03-A-O-X	6381	174	401	168.3	10.0	2.9	0.4	3.3	3.3	0.0	3.3	12.0	0.28	GRUEN_S
	BO.05-A-O-N	1349	165	407	168.3	10.0	2.8	0.4	3.2	3.2	3.8	7.0	12.0	0.58	KR2
	BO.05-A-O-S	1634	194	559	168.3	10.0	3.3	0.6	3.8	3.8	0.0	3.8	12.0	0.32	BO.05-A-O-N
	BO.05-A-W-N	535	68	203	168.3	10.0	1.1	0.2	1.3	1.3	4.3	5.6	12.0	0.47	KR2
	BO.05-A-W-S	2687	207	775	168.3	10.0	3.5	0.8	4.3	4.3	0.0	4.3	12.0	0.36	BO.05-A-W-N
	BO.06-A-O-N	1719	170	428	168.3	10.0	2.9	0.4	3.3	3.3	3.0	6.3	12.0	0.53	KR2
	BO.06-A-O-S	1676	151	489	168.3	10.0	2.5	0.5	3.0	3.0	0.0	3.0	12.0	0.25	BO.06-A-O-N
	BO.06-A-W-N	1057	148	200	168.3	10.0	2.5	0.2	2.7	2.7	3.8	6.5	12.0	0.54	KR2
	BO.06-A-W-S	2570	184	721	168.3	10.0	3.1	0.7	3.8	3.8	0.0	3.8	12.0	0.32	BO.06-A-W-N
	BO.07-A-O-N	1979	161	399	168.3	10.0	2.7	0.4	3.1	3.1	3.8	6.9	12.0	0.58	KR2
	BO.07-A-O-S	2464	180	821	168.3	10.0	3.0	0.8	3.8	3.8	0.0	3.8	12.0	0.32	BO.07-A-O-N
	BO.07-A-W-N	1628	170	348	168.3	10.0	2.9	0.3	3.2	3.2	2.5	5.7	12.0	0.48	KR2
	BO.07-A-W-S	1163	126	411	168.3	10.0	2.1	0.4	2.5	2.5	0.0	2.5	12.0	0.21	BO.07-A-W-N
	BO.08-A-W-N	2849	253	571	168.3	10.0	4.3	0.6	4.8	4.8	3.9	8.7	12.0	0.73	KR2
	BO.08-A-W-S	2489	202	496	168.3	10.0	3.4	0.5	3.9	3.9	0.0	3.9	12.0	0.32	BO.08-A-W-N
	BW.01-A-O-X	3955	342	644	168.3	10.0	5.8	0.6	6.4	6.4	0.0	6.4	12.0	0.53	RF6
	BW.02-A-W-X	2879	313	552	168.3	10.0	5.3	0.6	5.8	5.8	0.0	5.8	12.0	0.49	RF6
	BW.05-A-O-N1	2760	150	393	168.3	10.0	2.5	0.4	2.9	2.9	4.3	7.2	12.0	0.60	BW.05-A-O-N2
	BW.05-A-O-N2	2102	223	319	168.3	10.0	3.8	0.3	4.1	4.1	7.2	11.3	12.0	0.94	KR1
	BW.05-A-O-S	4807	218	605	168.3	10.0	3.7	0.6	4.3	4.3	0.0	4.3	12.0	0.36	BW.05-A-O-N1
	BW.06-A-O-N	1424	165	399	168.3	10.0	2.8	0.4	3.2	3.2	4.9	8.1	12.0	0.68	KR1
	BW.06-A-O-S	2602	247	792	168.3	10.0	4.2	0.8	4.9	4.9	0.0	4.9	12.0	0.41	BW.06-A-O-N
	BW.06-A-W-N1	1960	143	454	168.3	10.0	2.4	0.5	2.9	2.9	5.8	8.7	12.0	0.72	BW.06-A-W-N2
	BW.06-A-W-N2	902	77	225	168.3	10.0	1.3	0.2	1.5	1.5	8.7	10.2	12.0	0.85	KR1
	BW.06-A-W-S	3002	298	796	168.3	10.0	5.0	0.8	5.8	5.8	0.0	5.8	12.0	0.48	BW.06-A-W-N1
	BW.07-A-O-N	1621	198	362	168.3	10.0	3.3	0.4	3.7	3.7	4.7	8.3	12.0	0.69	KR1
	BW.07-A-O-S	2633	233	735	168.3	10.0	3.9	0.7	4.7	4.7	0.0	4.7	12.0	0.39	BW.07-A-O-N
	BW.07-A-W-N	2215	208	495	168.3	10.0	3.5	0.5	4.0	4.0	5.1	9.1	12.0	0.76	KR1
	BW.07-A-W-S	3347	246	956	168.3	10.0	4.1	1.0	5.1	5.1	0.0	5.1	12.0	0.42	BW.07-A-W-N
	BW.08-A-O-N	1267	166	306	168.3	10.0	2.8	0.3	3.1	3.1	4.2	7.3	12.0	0.60	KR2
	BW.08-A-O-S	2135	206	691	168.3	10.0	3.5	0.7	4.2	4.2	0.0	4.2	12.0	0.35	BW.08-A-O-N
	BW.08-A-W-N	2361	206	531	168.3	10.0	3.5	0.5	4.0	4.0	4.7	8.7	12.0	0.72	KR2
	BW.08-A-W-S	3237	227	892	168.3	10.0	3.8	0.9	4.7	4.7	0.0	4.7	12.0	0.39	BW.08-A-W-N
	BW.09-A-O-N	941	85	236	168.3	10.0	1.4	0.2	1.7	1.7	4.5	6.2	12.0	0.51	KR2
	BW.09-A-O-S	2677	235	552	168.3	10.0	3.9	0.6	4.5	4.5	0.0	4.5	12.0	0.37	BW.09-A-O-N
	BW.09-A-W-N	1570	178	350	168.3	10.0	3.0	0.4	3.3	3.3	3.6	7.0	12.0	0.58	KR2
	BW.09-A-W-S	1981	187	492	168.3	10.0	3.2	0.5	3.6	3.6	0.0	3.6	12.0	0.30	BW.09-A-W-N
	BW.13-A-W-X	1923	194	391	168.3	10.0	3.3	0.4	3.7	3.7	0.0	3.7	12.0	0.30	GRUEN_S
	BW.14-A-W-X	3126	193	410	168.3	10.0	3.2	0.4	3.7	3.7	0.0	3.7	12.0	0.30	GRUEN_S

	Name Element	Brutto- bauland A _{E,k}	undurchlässige Fläche		Regen- spende r _{0.5_10}	Abfluss- spende q	Abfluss EZG			Zufluss Q _{zu}	Abfluss IST Summe Q+Q _{zu} Q _{ist}	Abfluss VOLL Q _{voll}	Ver- hältnis Q _{ist} / Q _{voll}	Ziel -
			Ö A _{u,öffentlich}	P A _{u,privat}			Ö Q _o	P Q _p	Summe Q					
-	m ²	m ²	m ²	L/(s·ha)	L/(s·ha)	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	-	-	
Gehöfte (Graben)	BO.09-G-X-X	13207	274	1088	168.3	10.0	4.6	1.1	5.7	20.0	25.7	112.6	0.23	GRUEN_S
	BO.10-G-X-X	6341	345	976	168.3	10.0	5.8	1.0	6.8	13.2	20.0	112.6	0.18	BO.09-G-X-X
	BO.11-G-X-X	6407	416	1393	168.3	10.0	7.0	1.4	8.4	4.8	13.2	112.6	0.12	BO.10-G-X-X
	BO.12-G-X-X	5636	235	881	168.3	10.0	3.9	0.9	4.8	0.0	4.8	112.6	0.04	BO.11-G-X-X
	BW.06-G-X-X	5819	132	194	168.3	10.0	2.2	0.2	2.4	0.0	2.4	112.6	0.02	BW.07-G-X-X
	BW.07-G-X-X	7192	463	521	168.3	10.0	7.8	0.5	8.3	2.4	10.7	112.6	0.10	BW.10-G-X-X
	BW.10-G-X-X	8780	540	1515	168.3	10.0	9.1	1.5	10.6	53.0	63.6	112.6	0.56	BW.11-G-X-X
	BW.11-G-X-X	4254	320	941	168.3	10.0	5.4	0.9	6.3	63.6	69.9	112.6	0.62	BW.12-G-X-X
	BW.12-G-X-X	6031	294	957	168.3	10.0	4.9	1.0	5.9	69.9	75.8	112.6	0.67	GRUEN_S
	BSW.01-G-X-X	24029	2268	4082	168.3	10.0	38.2	4.1	42.3	0	42.3	112.6	0.38	BW.10-G-X-X

Erläuterungen zur Berechnung:

Codierung Name-Element:

BW.01	H	O	N
Baufeld	Entwässerung über...	Lage Ost-West	Lage Nord-Ost
	H=Hauptstraße (Muldenrinne)	O=Ost	N=Nord
	A=Anliegerstraßen (Muldenrinnen)	W=West	S=Süd
	G=Gehöfte (Graben)	X=k.A.	X=k.A.

Bruttobauland $A_{E,k}$: $A_{E,k} = \sum A_{E,k,i}$ (in ha)

undurchlässige Fläche A_u : $A_u = \sum A_{E,k,i} * \psi_{S,i}$ (in ha)

Regenspende: $r_{0.5,10}=168$ L/(s·ha) (Quelle: KOSTRA)

Abflussspende: $q=10$ L/(s·ha) (Festlegung RWB-Konzept)

Abfluss EZG Q : $Q_{\ddot{o}} = A_{u,\ddot{o}} * r_{0.5,10}$ (in L/s)

$Q_p = A_{u,p} * q$ (in L/s)

Zufluss Q_{zu} : entsprechend Spalte „Ziel“

Abfluss IST: $Q_{IST} = Q_p + Q_{\ddot{o}} + Q_{zu}$ (in L/s)

Abfluss VOLL: $Q_{voll} = k_{st} * r_{hy}^{\frac{2}{3}} * I^{\frac{1}{2}} * A$ (in L/s) mit

k_{st} = Rauheitsbeiwert (in m^{1/3}/s)

$k_{st,Muldenrinnen} = 90$ m^{1/3}/s

$k_{st,Graben} = 25$ m^{1/3}/s

r_{hy} =hydraulischer Radius (in m)

I =Gerinnegefälle (-)

$I_{Muldenrinnen} = 0,02$

$I_{Graben} = 0,003$

Ziel: Entwässerungsziel des einzelnen Elements

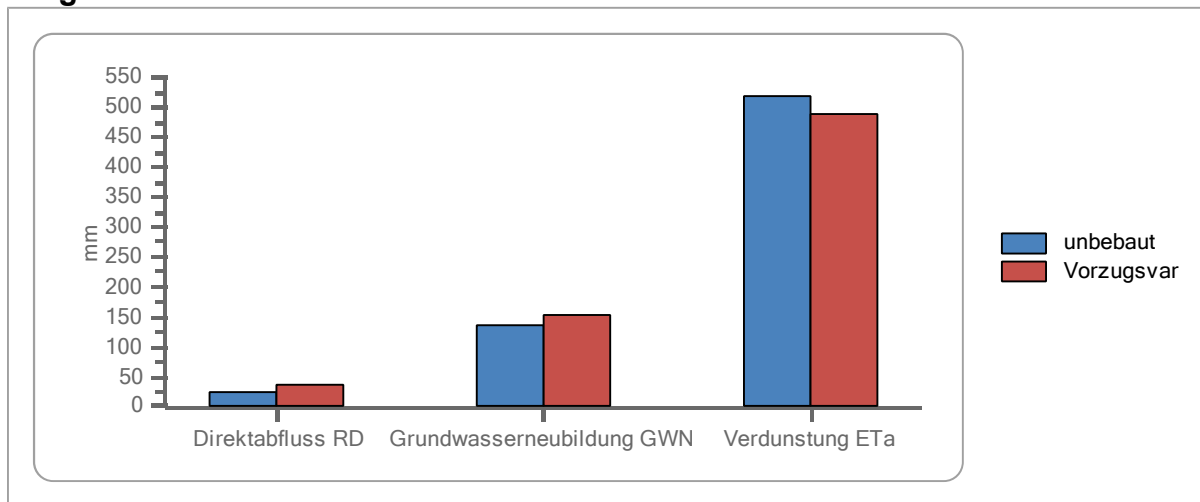
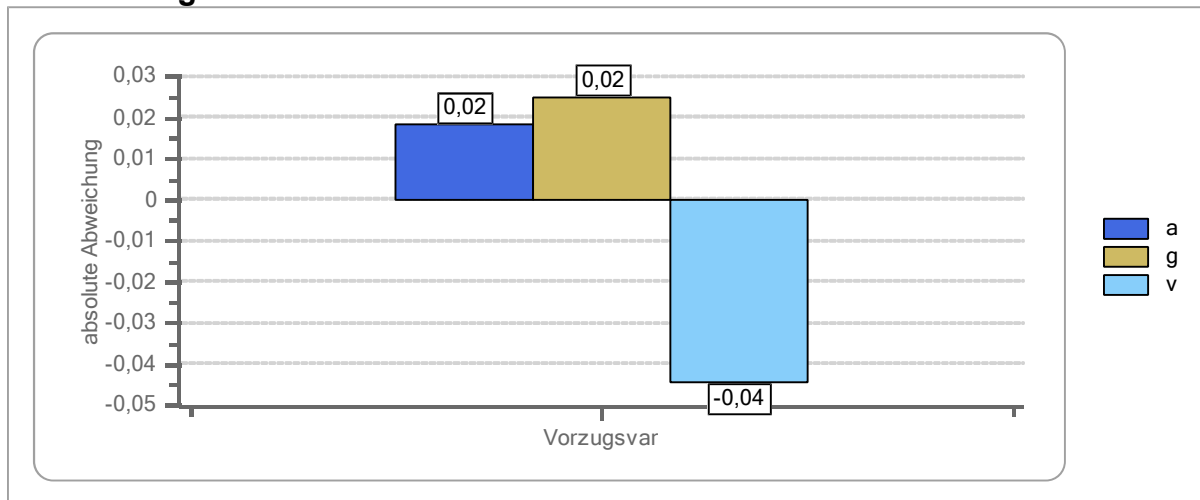
Übersichtplan Zuordnung der Baufelder zu den Entwässerungselementen (o.M.):

Anhang 7 Wasserbilanz der Vorzugsvariante

Wasserbilanz-Expert

Zusammenfassung der Ergebnisse

Variante	Wasserbilanz			Aufteilungsfaktor			Abweichung		
	RD	GWN	ETa	a	g	v	a	g	v
	(mm)			(-)			(-)		
unbebaut	23	135	518	0,034	0,200	0,766			
Vorzugsvar	35	152	488	0,052	0,225	0,722	0,018	0,025	-0,044

Vergleich der Wasserbilanzen**Abweichungen vom unbebauten Zustand**

Ergebnisse der Varianten**Ergebnisse Variante Vorzugsvariante**

Typ	Name	Element Typ	Größe (m²)	a	g	v	Zufluss (m³)	RD (m³)	GWN (m³)	ETa (m³)	Ziel
Fläche	GRUEN_N _geb_steil_ RG	Steildach, alle Deckungsmaterialien	2.604	0,90	0,00	0,10	1.760	1.586	0	175	GRUEN_ N_RWN_ RG
Fläche	GRUEN_N _geb_GD	Gründach mit Intensivbegrünung	12.609	0,40	0,00	0,60	8.524	3.374	0	5.150	GRUEN_ N
Fläche	GRUEN_N _geb_GD_ RG	Gründach mit Intensivbegrünung	1.302	0,40	0,00	0,60	880	348	0	532	RAINGA RDEN_N
Fläche	GRUEN_N _geb_flach_ RG	Flachdach (Dachpappe, Faserzement)	2.604	0,81	0,00	0,19	1.760	1.432	0	329	GRUEN_ N_RWN_ RG
Fläche	GRUEN_N _parken_o effentlich	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 6% bis 10%)	374	0,20	0,60	0,19	253	51	153	49	GRUEN_ N
Fläche	GRUEN_N _parken_pr ivat	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 6% bis 10%)	2.802	0,20	0,60	0,19	1.894	381	1.144	369	GRUEN_ N
Fläche	GRUEN_N _verkehr_h aupt	Asphalt, fugenloser Beton	2.559	0,73	0,00	0,27	1.730	1.258	0	472	GRUEN_ N
Fläche	GRUEN_N _verkehr_n eben	Pflaster mit dichten Fugen	9.165	0,78	0,00	0,22	6.196	4.826	0	1.369	GRUEN_ N

Wasserbilanz-Expert

Typ	Name	Element Typ	Größe (m²)	a	g	v	Zufluss (m³)	RD (m³)	GWN (m³)	ETa (m³)	Ziel
Fläche	GRUEN_N _verkehr_w _eg	wassergebundene Decke	115	0,08	0,49	0,43	78	6	38	34	GRUEN_ N
Fläche	GRUEN_N _verkehr_w _eg_privat	Kiesbelag, Schotterrasen	2.842	0,00	0,56	0,44	1.921	3	1.071	848	GRUEN_ N
Fläche	GRUEN_N _gruen_oef _fentlich	Garten, Grünflächen	1.342	0,15	0,20	0,65	907	136	181	590	GRUEN_ N
Fläche	GRUEN_N _gruen_pri _vat_unbew _aessert	Garten, Grünflächen	18.326	0,15	0,20	0,65	12.388	1.858	2.478	8.052	GRUEN_ N
Fläche	GRUEN_N _gruen_pri _vat_bewae _ssert	Garten, Grünflächen	8.568	0,03	0,20	0,77	5.792	174	1.158	4.460	GRUEN_ N
Maßnahme	GRUEN_N _RWN_RG	Regenwassernutzung	0	0,76	0,00	0,24	3.017	2.295	0	723	RAINGA RDEN_N
Fläche	GRUEN_S _geb_steil	Steildach, alle Deckungsmaterialien	590	0,90	0,00	0,10	399	359	0	40	GRUEN_ S_RWN
Fläche	GRUEN_S _geb_steil_ RG	Steildach, alle Deckungsmaterialien	2.579	0,90	0,00	0,10	1.743	1.570	0	173	GRUEN_ S_RWN_ RG
Fläche	GRUEN_S _geb_GD	Gründach mit Intensivbegrünung	295	0,40	0,00	0,60	199	79	0	120	GRUEN_ S

Wasserbilanz-Expert

Typ	Name	Element Typ	Größe (m²)	a	g	v	Zufluss (m³)	RD (m³)	GWN (m³)	ETa (m³)	Ziel
Fläche	GRUEN_S _geb_GD_ _RG	Gründach mit Intensivbegrünung	1.289	0,40	0,00	0,60	871	345	0	526	RAINGA RDEN_S
Fläche	GRUEN_S _geb_flach	Flachdach (Dachpappe, Faserzement)	590	0,81	0,00	0,19	399	324	0	74	GRUEN_ S_RWN
Fläche	GRUEN_S _geb_flach _RG	Flachdach (Dachpappe, Faserzement)	2.579	0,81	0,00	0,19	1.743	1.418	0	325	GRUEN_ S_RWN_ _RG
Fläche	GRUEN_S _parken_o effentlich	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 6% bis 10%)	0	0,20	0,60	0,19	0	0	0	0	GRABEN _S
Fläche	GRUEN_S _parken_pr ivat	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 6% bis 10%)	1.546	0,20	0,60	0,19	1.045	210	631	203	GRABEN _S
Fläche	GRUEN_S _verkehr_h aupt	Asphalt, fugenloser Beton	455	0,73	0,00	0,27	308	224	0	84	GRABEN _S
Fläche	GRUEN_S _verkehr_n eben	Pflaster mit dichten Fugen	5.995	0,78	0,00	0,22	4.053	3.157	0	896	GRABEN _S
Fläche	GRUEN_S _verkehr_w eg	wassergebundene Decke	7.524	0,08	0,49	0,43	5.086	406	2.468	2.211	GRABEN _S
Fläche	GRUEN_S _verkehr_w eg_privat	Kiesbelag, Schotterrasen	1.777	0,00	0,56	0,44	1.201	2	669	530	GRABEN _S

Wasserbilanz-Expert

Typ	Name	Element Typ	Größe (m²)	a	g	v	Zufluss (m³)	RD (m³)	GWN (m³)	ETa (m³)	Ziel
Fläche	GRUEN_S _gruen_oef fentlich	Garten, Grünflächen	43.864	0,15	0,20	0,65	29.652	4.448	5.930	19.274	GRABEN _S
Fläche	GRUEN_S _gruen_pri vat_unbew aessert	Garten, Grünflächen	998	0,15	0,20	0,65	675	101	135	439	GRABEN _S
Fläche	GRUEN_S _gruen_pri vat_bewae ssert	Garten, Grünflächen	6.108	0,03	0,20	0,77	4.129	124	826	3.179	GRABEN _S
Maßnahme	GRUEN_S _RWN_RG	Regenwassernutzung	0	0,80	0,00	0,20	2.988	2.376	0	612	RAINGA RDEN_S
Maßnahme	GRUEN_S _RWN	Regenwassernutzung	0	0,80	0,00	0,20	684	546	0	138	GRABEN _S
Maßnahme	GRUEN_S	Regenbecken ohne Dauerstau	868	0,10	0,30	0,60	10.764	1.076	3.229	6.459	GRUEN_ N
Maßnahme	RRB	Regenbecken ohne Dauerstau	200	0,80	0,00	0,20	9.423	7.539	0	1.885	Ableitung
Maßnahme	GRABEN_ S	flache Gräben mit Bewuchs (Fläche des Grabens A_Graben > 2 % von angeschlossenem Au)	1.000	0,80	0,00	0,20	12.623	10.099	0	2.525	GRUEN_ S
Maßnahme	GRUEN_N	Regenbecken ohne Dauerstau	1.230	0,10	0,30	0,60	14.252	1.425	4.276	8.551	RRB
Fläche	ABL_geb_s teil	Steildach, alle Deckungsmaterialien	0	0,90	0,00	0,10	0	0	0	0	Ableitung

Wasserbilanz-Expert

Typ	Name	Element Typ	Größe (m²)	a	g	v	Zufluss (m³)	RD (m³)	GWN (m³)	ETa (m³)	Ziel
Fläche	ABL_geb_s teil_RG	Steildach, alle Deckungsmaterialien	955	0,90	0,00	0,10	646	582	0	64	ABL_RW N_RG
Fläche	ABL_geb_ GD	Gründach mit Intensivbegrünung	8.894	0,40	0,00	0,60	6.012	2.380	0	3.632	RRB
Fläche	ABL_geb_ GD_RG	Gründach mit Intensivbegrünung	478	0,40	0,00	0,60	323	128	0	195	RAINGA RDEN_A
Fläche	ABL_geb_fl ach	Flachdach (Dachpappe, Faserzement)	0	0,81	0,00	0,19	0	0	0	0	Ableitung
Fläche	ABL_geb_fl ach_RG	Flachdach (Dachpappe, Faserzement)	955	0,81	0,00	0,19	646	525	0	120	ABL_RW N_RG
Fläche	ABL_parke n_oeffentlic h	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 6% bis 10%)	193	0,20	0,60	0,19	130	26	79	25	RRB
Fläche	ABL_parke n_privat	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 6% bis 10%)	1.474	0,20	0,60	0,19	996	201	602	194	RRB
Fläche	ABL_verke hr_haupt	Asphalt, fugenloser Beton	1.498	0,73	0,00	0,27	1.013	736	0	276	RRB
Fläche	ABL_verke hr_neben	Pflaster mit dichten Fugen	4.795	0,78	0,00	0,22	3.241	2.525	0	716	RRB
Fläche	ABL_verke hr_weg	wassergebundene Decke	1.382	0,08	0,49	0,43	934	75	453	406	RRB
Fläche	ABL_verke hr_weg_pri vat	Kiesbelag, Schotterterrassen	2.213	0,00	0,56	0,44	1.496	2	834	660	RRB

Wasserbilanz-Expert

Typ	Name	Element Typ	Größe (m²)	a	g	v	Zufluss (m³)	RD (m³)	GWN (m³)	ETa (m³)	Ziel
Fläche	ABL_gruen_oeffentlich	Garten, Grünflächen	4.308	0,15	0,20	0,65	2.912	437	582	1.893	RRB
Fläche	ABL_gruen_privat_unb_ewaessert	Garten, Grünflächen	12.271	0,15	0,20	0,65	8.295	1.244	1.659	5.392	RRB
Fläche	ABL_gruen_privat_be_waessert	Garten, Grünflächen	3.634	0,03	0,20	0,77	2.457	74	491	1.892	RRB
Maßnahme	ABL_RWN_RG	Regenwassernutzung	0	0,75	0,00	0,25	1.107	827	0	280	RAINGA RDEN_A
Maßnahme	RAINGAR DEN_S	Retentionsbodenfilter	529	0,15	0,05	0,80	3.079	462	154	2.463	GRABEN _S
Maßnahme	RAINGAR DEN_N	Retentionsbodenfilter	534	0,15	0,05	0,80	3.004	451	150	2.403	GRUEN_ N
Maßnahme	RAINGAR DEN_A	Retentionsbodenfilter	196	0,15	0,05	0,80	1.087	163	54	870	RRB
Fläche	DREI_geb_ steil_RG	Steildach, alle Deckungsmaterialien	1.633	0,90	0,00	0,10	1.104	994	0	110	DREI_R WN_RG
Fläche	DREI_geb_ GD	Gründach mit Intensivbegrünung	0	0,40	0,00	0,60	0	0	0	0	GRABEN _DREI
Fläche	DREI_geb_ GD_RG	Gründach mit Intensivbegrünung	816	0,40	0,00	0,60	552	218	0	333	RAINGA RDEN_D REI
Fläche	DREI_geb_ flach_RG	Flachdach (Dachpappe, Faserzement)	1.633	0,81	0,00	0,19	1.104	898	0	206	DREI_R WN_RG

Wasserbilanz-Expert

Typ	Name	Element Typ	Größe (m²)	a	g	v	Zufluss (m³)	RD (m³)	GWN (m³)	ETa (m³)	Ziel
Fläche	DREI_park en_oeffentli _ch	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 6% bis 10%)	730	0,20	0,60	0,19	493	99	298	96	GRABEN _DREI
Fläche	DREI_park en_privat	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 6% bis 10%)	0	0,20	0,60	0,19	0	0	0	0	GRABEN _DREI
Fläche	DREI_verk ehr_haupt	Asphalt, fugenloser Beton	2.003	0,73	0,00	0,27	1.354	985	0	370	GRABEN _DREI
Fläche	DREI_verk ehr_neben	Pflaster mit dichten Fugen	0	0,78	0,00	0,22	0	0	0	0	GRABEN _DREI
Fläche	DREI_verk ehr_weg	wassergebundene Decke	0	0,08	0,49	0,43	0	0	0	0	GRABEN _DREI
Fläche	DREI_verk ehr_weg_p rivat	Kiesbelag, Schotterrasen	1.030	0,00	0,56	0,44	696	1	388	307	GRABEN _DREI
Fläche	DREI_grue n_oeffentlic h	Garten, Grünflächen	11.723	0,15	0,20	0,65	7.925	1.189	1.585	5.151	GRABEN _DREI
Fläche	DREI_grue n_privat_un bewaessert	Garten, Grünflächen	661	0,15	0,20	0,65	447	67	89	290	GRABEN _DREI
Fläche	DREI_grue n_privat_be waessert	Garten, Grünflächen	3.265	0,03	0,20	0,77	2.207	66	441	1.699	GRABEN _DREI
Maßnahme	DREI_RW N_RG	Regenwassernutzung	0	0,79	0,00	0,21	1.892	1.502	0	390	RAINGA RDEN_D REI

Wasserbilanz-Expert

Typ	Name	Element Typ	Größe (m²)	a	g	v	Zufluss (m³)	RD (m³)	GWN (m³)	ETa (m³)	Ziel
Maßnahme	RAINGAR DEN_DREI	Retentionsbodenfilter	335	0,15	0,05	0,80	1.947	292	97	1.558	GRABEN _DREI
Maßnahme	GRABEN_ DREI	flache Gräben mit Bewuchs (Fläche des Grabens A_Graben > 2 % von angeschlossenem Au)	200	0,80	0,00	0,20	2.834	2.267	0	567	GRABEN _S

Wasserbilanz-Expert

Parameter der Varianten**Parameterwerte Vorzugsvariante**

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
GRUEN_N_geb_steil_RG	Speicherhöhe	0,3	0,1	0,6	NaN
GRUEN_N_geb_GD	WK_max-WP (-)	0,5	0,35	0,65	NaN
	Aufbaustaerke (mm)	250	100	500	NaN
	kf-Wert (mm/h)	70	18	100	NaN
GRUEN_N_geb_GD_RG	WK_max-WP (-)	0,5	0,35	0,65	NaN
	Aufbaustaerke (mm)	250	100	500	NaN
	kf-Wert (mm/h)	70	18	100	NaN
GRUEN_N_geb_flach_RG	Speicherhöhe	1	0,6	3	NaN
GRUEN_N_parken_oeffentlich	Speicher (mm)	1	0,1	2	NaN
	Fugenanteil (%)	8	6	10	NaN
	WK_max-WP (-)	0,15	0,1	0,2	NaN
	kf-Wert (mm/h)	36	6	100	NaN
	Speicher (mm)	1	0,1	2	NaN
GRUEN_N_parken_privat	Fugenanteil (%)	8	6	10	NaN
	WK_max-WP (-)	0,15	0,1	0,2	NaN
	kf-Wert (mm/h)	36	6	100	NaN
GRUEN_N_verkehr_haupt	Speicherhöhe	2,5	0,6	3	NaN
GRUEN_N_verkehr_neben	Speicherhöhe	1,5	0,6	3	NaN

Wasserbilanz-Expert

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
GRUEN_N_verkehr_weg	Speicher (mm)	3,5	2,5	4,2	NaN
	Aufbaustärke (mm)	100	50	100	NaN
	kf-Wert (mm/h)	1,8	0,72	10	NaN
GRUEN_N_verkehr_weg_privat	Speicher (mm)	4,2	2,5	4,2	NaN
	Aufbaustärke (mm)	100	50	100	NaN
	kf-Wert (mm/h)	180	10	180	NaN
GRUEN_N_gruen_oeffentlich	a	0,15	0	1	NaN
	g	0,2	0	1	NaN
	v	0,65	0	1	NaN
GRUEN_N_gruen_privat_unbewaessert	a	0,15	0	1	NaN
	g	0,2	0	1	NaN
	v	0,65	0	1	NaN
GRUEN_N_gruen_privat_bewaessert	a	0,03	0	1	NaN
	g	0,2	0	1	NaN
	v	0,77	0	1	NaN
GRUEN_N_RWN_RG	Speichervolumen (m³)	176	0	1000	NaN
	Anzahl der Personen	0	0	1000	NaN
	Wasserverbrauch je Person (l/d)	30	0	100	NaN
	Bewässerungsfläche (m²)	8568	0	100000	NaN

Wasserbilanz-Expert

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
	spezifischer Jahresbedarf für Bewässerung ($l/(m^2 \cdot a)$)	60	0	200	NaN
GRUEN_S_geb_steil	Speicherhöhe	0,3	0,1	0,6	NaN
GRUEN_S_geb_steil_RG	Speicherhöhe	0,3	0,1	0,6	NaN
GRUEN_S_geb_GD	WK_max-WP (-)	0,5	0,35	0,65	NaN
	Aufbaustaerke (mm)	250	100	500	NaN
	kf-Wert (mm/h)	70	18	100	NaN
GRUEN_S_geb_GD_RG	WK_max-WP (-)	0,5	0,35	0,65	NaN
	Aufbaustaerke (mm)	250	100	500	NaN
	kf-Wert (mm/h)	70	18	100	NaN
GRUEN_S_geb_flach	Speicherhöhe	1	0,6	3	NaN
GRUEN_S_geb_flach_RG	Speicherhöhe	1	0,6	3	NaN
GRUEN_S_parken_oeffentlich	Speicher (mm)	1	0,1	2	NaN
	Fugenteil (%)	8	6	10	NaN
	WK_max-WP (-)	0,15	0,1	0,2	NaN
	kf-Wert (mm/h)	36	6	100	NaN
	Speicher (mm)	1	0,1	2	NaN
GRUEN_S_parken_privat	Fugenteil (%)	8	6	10	NaN
	WK_max-WP (-)	0,15	0,1	0,2	NaN
	kf-Wert (mm/h)	36	6	100	NaN
GRUEN_S_verkehr_haupt	Speicherhöhe	2,5	0,6	3	NaN

Wasserbilanz-Expert

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
GRUEN_S_verkehr_neben	Speicherhöhe	1,5	0,6	3	NaN
GRUEN_S_verkehr_weg	Speicher (mm)	3,5	2,5	4,2	NaN
	Aufbaustärke (mm)	100	50	100	NaN
	kf-Wert (mm/h)	1,8	0,72	10	NaN
GRUEN_S_verkehr_weg_privat	Speicher (mm)	4,2	2,5	4,2	NaN
	Aufbaustärke (mm)	100	50	100	NaN
	kf-Wert (mm/h)	180	10	180	NaN
GRUEN_S_gruen_oeffentlich	a	0,15	0	1	NaN
	g	0,2	0	1	NaN
	v	0,65	0	1	NaN
GRUEN_S_gruen_privat_unbewaessert	a	0,15	0	1	NaN
	g	0,2	0	1	NaN
	v	0,65	0	1	NaN
GRUEN_S_gruen_privat_bewaessert	a	0,03	0	1	NaN
	g	0,2	0	1	NaN
	v	0,77	0	1	NaN
GRUEN_S_RWN_RG	Speichervolumen (m³)	174	0	1000	NaN
	Anzahl der Personen	0	0	1000	NaN
	Wasserverbrauch je Person (l/d)	30	0	100	NaN

Wasserbilanz-Expert

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
GRUEN_S_RWN	Bewässerungsfläche (m ²)	5037	0	100000	NaN
	spezifischer Jahresbedarf für Bewässerung (l/(m ² *a))	60	0	200	NaN
	Speichervolumen (m ³)	40	0	1000	NaN
	Anzahl der Personen	0	0	1000	NaN
	Wasserverbrauch je Person (l/d)	30	0	100	NaN
GRUEN_S	Bewässerungsfläche (m ²)	1071	0	100000	NaN
	spezifischer Jahresbedarf für Bewässerung (l/(m ² *a))	60	0	200	NaN
	a	0,1	0	1	NaN
	g	0,3	0	1	NaN
	v	0,6	0	1	NaN
RRB	a	0,8	0	1	NaN
	g	0	0	1	NaN
	v	0,2	0	1	NaN
	a	0,8	0	1	NaN
	g	0	0	1	NaN
GRABEN_S	v	0,2	0	1	NaN
	Grenzwert Anteil Fläche	2	2	100	NaN
	a	0,1	0	1	NaN
	g	0,3	0	1	NaN
	v	0,6	0	1	NaN

Wasserbilanz-Expert

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
ABL_geb_steil	Speicherhöhe	0,3	0,1	0,6	NaN
ABL_geb_steil_RG	Speicherhöhe	0,3	0,1	0,6	NaN
ABL_geb_GD	WK_max-WP (-)	0,5	0,35	0,65	NaN
	Aufbaustaerke (mm)	250	100	500	NaN
	kf-Wert (mm/h)	70	18	100	NaN
ABL_geb_GD_RG	WK_max-WP (-)	0,5	0,35	0,65	NaN
	Aufbaustaerke (mm)	250	100	500	NaN
	kf-Wert (mm/h)	70	18	100	NaN
ABL_geb_flach	Speicherhöhe	1	0,6	3	NaN
ABL_geb_flach_RG	Speicherhöhe	1	0,6	3	NaN
ABL_parken_oeffentlich	Speicher (mm)	1	0,1	2	NaN
	Fugenanteil (%)	8	6	10	NaN
	WK_max-WP (-)	0,15	0,1	0,2	NaN
	kf-Wert (mm/h)	36	6	100	NaN
ABL_parken_privat	Speicher (mm)	1	0,1	2	NaN
	Fugenanteil (%)	8	6	10	NaN
	WK_max-WP (-)	0,15	0,1	0,2	NaN
	kf-Wert (mm/h)	36	6	100	NaN
ABL_verkehr_haupt	Speicherhöhe	2,5	0,6	3	NaN
ABL_verkehr_neben	Speicherhöhe	1,5	0,6	3	NaN

Wasserbilanz-Expert

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
ABL_verkehr_weg	Speicher (mm)	3,5	2,5	4,2	NaN
	Aufbaustärke (mm)	100	50	100	NaN
	kf-Wert (mm/h)	1,8	0,72	10	NaN
ABL_verkehr_weg_privat	Speicher (mm)	4,2	2,5	4,2	NaN
	Aufbaustärke (mm)	100	50	100	NaN
	kf-Wert (mm/h)	180	10	180	NaN
ABL_gruen_oeffentlich	a	0,15	0	1	NaN
	g	0,2	0	1	NaN
	v	0,65	0	1	NaN
ABL_gruen_privat_unbewaessert	a	0,15	0	1	NaN
	g	0,2	0	1	NaN
	v	0,65	0	1	NaN
ABL_gruen_privat_bewaessert	a	0,03	0	1	NaN
	g	0,2	0	1	NaN
	v	0,77	0	1	NaN
ABL_RWN_RG	Speichervolumen (m³)	65	0	1000	NaN
	Anzahl der Personen	0	0	1000	NaN
	Wasserverbrauch je Person (l/d)	30	0	100	NaN
	Bewässerungsfläche (m²)	3634	0	100000	NaN

Wasserbilanz-Expert

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
	spezifischer Jahresbedarf für Bewässerung ($l/(m^2 \cdot a)$)	60	0	200	NaN
RAINGARDEN_S	a	0,15	0	1	NaN
	g	0,05	0	1	NaN
	v	0,8	0	1	NaN
RAINGARDEN_N	a	0,15	0	1	NaN
	g	0,05	0	1	NaN
	v	0,8	0	1	NaN
RAINGARDEN_A	a	0,15	0	1	NaN
	g	0,05	0	1	NaN
	v	0,8	0	1	NaN
DREI_geb_steil_RG	Speicherhöhe	0,3	0,1	0,6	NaN
DREI_geb_GD	WK_max-WP (-)	0,5	0,35	0,65	NaN
	Aufbaustaerke (mm)	250	100	500	NaN
	kf-Wert (mm/h)	70	18	100	NaN
DREI_geb_GD_RG	WK_max-WP (-)	0,5	0,35	0,65	NaN
	Aufbaustaerke (mm)	250	100	500	NaN
	kf-Wert (mm/h)	70	18	100	NaN
DREI_geb_flach_RG	Speicherhöhe	1	0,6	3	NaN
DREI_parken_oeffentlich	Speicher (mm)	1	0,1	2	NaN
	Fugenananteil (%)	8	6	10	NaN

Wasserbilanz-Expert

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
DREI_parken_privat	WK_max-WP (-)	0,15	0,1	0,2	NaN
	kf-Wert (mm/h)	36	6	100	NaN
	Speicher (mm)	1	0,1	2	NaN
	Fugenananteil (%)	8	6	10	NaN
	WK_max-WP (-)	0,15	0,1	0,2	NaN
DREI_verkehr_haupt	kf-Wert (mm/h)	36	6	100	NaN
	Speicherhöhe	2,5	0,6	3	NaN
	Speicherhöhe	1,5	0,6	3	NaN
	Speicher (mm)	3,5	2,5	4,2	NaN
	Aufbaustärke (mm)	100	50	100	NaN
DREI_verkehr_weg_privat	kf-Wert (mm/h)	1,8	0,72	10	NaN
	Speicher (mm)	4,2	2,5	4,2	NaN
	Aufbaustärke (mm)	100	50	100	NaN
	kf-Wert (mm/h)	180	10	180	NaN
	a	0,15	0	1	NaN
DREI_gruen_oeffentlich	g	0,2	0	1	NaN
	v	0,65	0	1	NaN
	a	0,15	0	1	NaN
	g	0,2	0	1	NaN
	v	0,65	0	1	NaN

Wasserbilanz-Expert

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
DREI_gruen_privat_bewaessert	a	0,03	0	1	NaN
	g	0,2	0	1	NaN
	v	0,77	0	1	NaN
DREI_RWN_RG	Speichervolumen (m³)	110	0	1000	NaN
	Anzahl der Personen	0	0	1000	NaN
	Wasserverbrauch je Person (l/d)	30	0	100	NaN
	Bewässerungsfläche (m²)	3265	0	100000	NaN
	spezifischer Jahresbedarf für Bewässerung (l/(m²*a))	60	0	200	NaN
RAINGARDEN_DREI	a	0,15	0	1	NaN
	g	0,05	0	1	NaN
	v	0,8	0	1	NaN
GRABEN_DREI	a	0,8	0	1	NaN
	g	0	0	1	NaN
	v	0,2	0	1	NaN
	Grenzwert Anteil Fläche	2	2	100	NaN

Anhang 8 Fotos möglicher Maßnahmen



Retentionsfläche (Foto: Mathias Uhl)



Retentionsfläche (Foto: Mathias Uhl)



Retentionsgraben (Foto: Mathias Uhl)



Retentionsgraben (Foto: Mathias Uhl)



Muldenrinnen (Foto: Mathias Uhl)



Rinnen mit Sickermulde oder Regengarten (Foto: Mathias Uhl)



Fassadenbegrünung (Foto: Mathias Uhl)



Regengarten(Mulden-Rigole) im öffentlichen Bereich (Foto: Mathias Uhl)



Regengarten(Baum-Rigole) im öffentlichen Bereich (Foto: Mathias Uhl)

Anlagenverzeichnis

<u>Anlage Nr.</u>	<u>Maßstab</u>	<u>Bezeichnung</u>
1	1:2.500	Übersichtsplan Sondierungen vorhanden
2	1:2.500	Übersichtsplan Sondierungen geplant
3	1:1.000	Lageplan Konzept Regenwasserbewirtschaftung
4	1:250	Detailplan Konzept Regenwasserbewirtschaftung



Voruntersuchung zur entwässerungstechnischen inneren Erschließung des Baugebiets,
Baugrundinstitut Franke-Meißner und Partner GmbH, 04/1998



Umwelttechnische Untersuchung auf dem ehem. Feldflugplatz in Limburg-Blumenrod,
Institut für Geotechnik, Dr. Jochen Zirfas, 02/1995



B54 Ortsumgehung Limburg, Hydrogeologischer Bericht,
Institut für Geotechnik, Dr. Jochen Zirfas, 09/2011



FH MÜNSTER
University of Applied Sciences

Anlage 1

11.09.2020

Limburg an der Lahn

Städtebauliches Gesamtkonzept Neubaugebiet Blumenrod
Konzept Regenwasserbewirtschaftung

Übersichtsplan Sondierungen vorh.

M. 1:2500



- Sondierung vorhanden
- Vorschlag für geplante Sondierung

Baufeld BW.11

