

STELLUNGNAHME

Stellungnahme zu den Auswirkungen von unterschiedlichen Varianten zur Implementierung von Schwammstadtelementen in die Planung zum Bp Nr. 54 Leifersberge auf den lokalen Wasserhaushalt

Stadt Halver

1 Aufgabenstellung und Vorgehensweise

1.1 Aufgabenstellung

Die Stadt Halver plant die Erschließung des neuen Gewerbegebietes Leifersberge. Anlass für die hier vorliegende Stellungnahme zu Möglichkeiten und Grenzen der Integration von Schwammstadtelementen in die Entwässerungskonzeption des Gewerbegebietes Leifersberge ist insbesondere der „Antrag zur nachhaltigen Erschließung des Gewerbegebietes Leifersberge“ der Fraktion der Grünen Halver. In diesem wird die Stadt Halver dazu aufgefordert, „eine nachhaltige und umweltverträgliche Erschließung“ zu gewährleisten und neben weiteren Aspekten:

- die Flächenversiegelung zu begrenzen,
- das Stadtklima zu berücksichtigen und die lokale Regenwasserversickerung zu fördern sowie auch
- klimaschonend zu bauen.

Zu diesem Antrag hat die Dr. Pecher AG im Auftrag der Stadt Halver bereits eine Stellungnahme zu den Möglichkeiten und Grenzen der Umsetzung von sog. Schwammstadtelementen im Untersuchungsgebiet sowie zu den verschiedenen Entwässerungsvarianten erarbeitet. Insbesondere sollte auf der Grundlage dieser Stellungnahme eine Entscheidung zwischen zwei möglichen Entwässerungsvarianten (Variante 1 mit zentraler Regenwasserbehandlung und -speicherung sowie Variante 2 mit dezentraler Behandlung auf dem jeweiligen Betriebsgrundstück und Versickerung des anfallenden Regenwassers in zwei seitlich entlang des Gewerbegebietes verlaufenden „Längsregenrückhalteanlagen“) vorbereitet werden.

Grundlage hierfür waren die von der Stadt Halver bzw. dem mit der Planung beauftragten Büro Finger Bauplan GmbH zur Verfügung gestellten Entwurfsplanungen sowie weitere planungsrelevante Daten.

Kernaussage der Stellungnahme ist, dass **aufgrund der örtlichen Randbedingungen (insbesondere eingeschränkte Versickerungsmöglichkeiten sowie betrieblicher Aspekte) die Variante 1 mit einer zentralen Entwässerungslösung als zielführend angesehen wird**, da diese eine sinnvolle Kombination der zentralen Entwässerung mit Elementen der Schwammstadt (Dach- und Fassadenbegrünung etc.) darstellt.

Es wurde zudem im Rahmen der Stellungnahme empfohlen, die Betrachtung des lokalen Wasserhaushaltes gem. DWA-A 102 Teil 4 in der weitergehenden Planung zu ergänzen und die Maßnahmenauswahl mit Hilfe dieser Ergebnisse zu prüfen und ggf. anzupassen.

Die Stadt Halver ist dieser Empfehlung gefolgt und hat bei der Dr. Pecher AG ein Gutachten über die Auswirkungen verschiedener Varianten zur Umsetzung von Schwammstadtelementen in der Planung zum Bp Nr. 54 Leifersberge auf den örtlichen Wasserhaushalt in Auftrag gegeben.

1.2 Vorgehensweise

Um den Einfluss auf den lokalen Wasserhaushalt infolge der Neuerschließung des Gewerbegebietes bewerten und ggf. weitere Empfehlungen für die Implementierung von Schwammstadtelementen geben zu können, werden die folgenden vier Szenarien mit Hilfe der Software Wasserbilanz Expert¹ untersucht und die rechnerisch bestimmten Wasserhaushaltsbilanzen gegenübergestellt:

- **Szenario 1: „Referenzzustand“ ohne Bebauung (Kulturlandschaft)**
- **Szenario 2: Graue Bebauung ohne jegliche Maßnahmen**
- **Szenario 3: Aktuell vorliegende Planung, mit Schwammstadtelementen „Planungszustand“**
- **Szenario 4: Szenario 3 mit zusätzlich integrierten Maßnahmen der blau-grünen Infrastruktur „fiktive Planung“**

Mit Hilfe der eingesetzten Software des Instituts für Infrastruktur, Wasser, Ressourcen und Umwelt (IWARU) der Fachhochschule Münster kann der lokale Wasserhaushalt des Ist- und des Planungszustandes unter Berücksichtigung der Verteilungsgrößen Direktabfluss, Grundwasserneubildung und Verdunstung dargestellt und mit dem unbebauten Referenzzustand verglichen werden. Damit können Aussagen über die Veränderung des lokalen Wasserhaushaltes infolge des Eingriffs getroffen und ggf. erforderliche Maßnahmen abgeleitet werden.

Neben dem lokalen Wasserhaushalt sollen die vorgeschlagenen blau-grünen Elemente auch hinsichtlich weiterer Aspekte (z. B. Verbesserung der Aufenthaltsqualität und der Biodiversität, zu erwartende Kosten etc.) untersucht werden. Die Ergebnisse dieses Gutachtens sollen die Stadt Halver dabei unterstützen, eine fachlich fundierte Entscheidung über eine möglichst nachhaltige Gestaltung ihres neuen Gewerbegebietes Leifersberge zu treffen.

¹ <https://de.dwa.de/de/Wasserbilanz.html>

2 Thematische Einführung

Die neue DWA-Arbeits- bzw. Merkblattreihe DWA-A/M 102 (BWK A/M 3) fordert neben der nutzungsbezogenen Regenwasserbehandlung für neu erschlossene Siedlungsgebiete den Nachweis des örtlichen Wasserhaushaltes und dessen möglichst weitgehende Annäherung an die Verhältnisse im unbebauten Zustand. Berücksichtigt werden dabei der Direktabfluss, die Grundwasserneubildung und die Verdunstung in Abhängigkeit von den Flächenmerkmalen (Befestigung, Hangneigung, Bodenart, Vegetation etc.) und der geographischen Lage (z. B. Hydrologischer Atlas Deutschland). Als Bilanzgebiet ist gemäß DWA-A 102-2 das Gebiet zu betrachten, das entwässerungstechnisch neu erschlossen wird. Durch die Betrachtung des Wasserhaushaltes soll den negativen Folgen einer hohen Flächenversiegelung (verminderte Grundwasserneubildung, Wärmeinseleffekt in Städten, hohe Abflussspitzen in urbanen Gewässern) entgegengewirkt werden. Herkömmliche abflussorientierte Misch- und Trennsysteme können dies nicht leisten und verschieben den Wasserhaushalt in Richtung mehr Direktabfluss, weniger Versickerung und deutlich weniger Verdunstung, und zwar umso mehr, je höher die Flächenversiegelung ist.

Ziel ist es, durch alternative Entwässerungsverfahren zur Förderung von Verdunstung und Versickerung eine Abweichung von maximal 10 Prozentpunkten von den Wasserhaushaltsgrößen des unbebauten Zustandes zu erreichen.

Die Wasserbilanz berücksichtigt alle Komponenten des Wasserhaushaltes. Die folgende Formel zeigt den Zusammenhang aller beteiligten Größen:

$$P = RD + GWN + Eta + \Delta S$$

$$P = \text{Niederschlag [mm/a]}$$

$$RD = \text{Direktabfluss [mm/a]}$$

$$GWN = \text{Grundwasserneubildung [mm/a]}$$

$$Eta = \text{aktuelle Evapotranspiration [mm/a]}$$

$$\Delta S^* = \text{Änderung des Wasserspeichers [mm/a]}$$

**Da in Langzeitbilanzen die Werte der Wasserspeicherveränderung gegen Null gehen, kann ΔS bei der Betrachtung der Wasserbilanz zur Vereinfachung der Bilanzgleichung weggelassen werden.*

Direktabfluss RD

Der Direktabfluss setzt sich aus dem Oberflächenabfluss und dem Zwischenabfluss zusammen, wobei der Zwischenabfluss unterhalb der Oberfläche, aber oberhalb des Grundwasserspiegels entsteht. Der wesentliche Prozess, der darüber entscheidet, ob ein Abfluss oberirdisch oder unterirdisch entsteht, ist die Versickerung. Kann der Niederschlag

nicht versickern, fließt er oberirdisch ab. Dies kann z. B. bei wassergesättigten Böden der Fall sein. Aber auch in Hanglagen kommt es häufig zu oberirdischem Abfluss. In Städten ist der hohe Versiegelungsgrad die Ursache für oberirdischen Abfluss. Der Anteil des Direktabflusses in der Wasserhaushaltsgleichung ist daher in urbanen Gebieten sehr hoch (DWA 2022; Uhl und Henrichs 2021).

Grundwasserneubildung

Die Grundwasserneubildung ist der Anteil des im Boden versickerten Wassers, der nicht über den Zwischenabfluss dem Direktabfluss zugeführt wird, sondern als Sickerwasser das Grundwasser erreicht. Näherungsweise kann davon ausgegangen werden, dass die GWN dem Anteil des Basisabflusses entspricht, der aus dem Grundwasserkörper stammt. Aufgrund regionaler Gegebenheiten und ggf. geologischer Besonderheiten kann die GWN jedoch nicht zwangsläufig mit dem Grundwasserdargebot gleichgesetzt werden (Bayrisches Landesamt für Umwelt o. D.).

Verdunstung

Die Verdunstung kann in die drei Komponenten Evaporation (Verdunstung vom Boden), Transpiration (Verdunstung von Pflanzen) und Interzeption (Verdunstung von benetzten Pflanzenoberflächen) unterteilt werden. Werden alle drei Komponenten berücksichtigt, spricht man von Evapotranspiration (ET) (DWA 2018). In der Stadt ist die Evapotranspiration aufgrund des hohen Versiegelungsgrades gering (Uhl und Henrichs 2021). Hinsichtlich der Kopplung von Wasser- und Wärmehaushalt über die Verdunstung erwärmen sich Städte bei geringer Verdunstung stärker als das Umland. Eine unzureichende Verdunstung in Städten hat daher nicht nur negative Auswirkungen auf den Wasserhaushalt, sondern durch die Förderung von Hitze auch auf die Aufenthaltsqualität und die Gesundheit der Bewohner (Böhm und Genth 2019).

3 Grundlagen

3.1 Zur Verfügung gestellte Daten

Tabelle 1 Vom Auftraggeber zur Verfügung gestellte Daten

Dateiname
2023_08_16_FI-GE-Leifersberg-Synopse-Entwässerung
2023_07_17_QP-Skizze-Längs-RRB
2023_08_14_GE-Leifersberge-Berechnung_AFS63_A102
2023_08_14_GE-Leifersberge-Berechnung_RRB_A117
2023_08_14_GE-Leifersberge-Flächenbilanz für Regenrückhaltung
2023_08_16__VE1.1_LP-RRB-Süden_M1000_Halver - GE - Leifersberge-RASTER
2023_08_16__VE2.1_LP-RRB-Dezentral_M1000_Halver - GE - Leifersberge-Raster
2023_08_16__VE2.1_LP-RRB-Dezentral_M1000_Halver - GE - Leifersberge-Raster
22247-BE-02-Gesamt-klein
22247-BE-03-Gesamt
Antrag der Grünen zum Gewerbegebiet
Hv246_Bp Nr. 54 Leifersberge_Entwurf_230707
Hv246_Bp Nr. 54 Leifersberge_TF_230707
Hv246_GE Leifersberge_Gestaltungskonzept_230804 red
2022_07_08__V-Ter-3.1_LP-Variante3_M1000_Halver - GE - Leifersberge
2022_07_08__V-Ter-3.2_LS-Variante3_M1000_Halver - GE - Leifersberge
2022_07_08__V-Ter-3.3_QP-Variante3_M1000_Halver - GE - Leifersberge

22247-BE-01-Gesamt
22247-BE-02-Gesamt
22247-BE-03-Gesamt
Baugrunduntersuchung/Gründungsberatung 1. Bericht; Geotechnik-Institut-Dr Höfer GmbH & Co. KG (GID)
Baugrunduntersuchung/Gründungsberatung/ Hydrogeologische Untersuchung 2. Bericht; Geotechnik-Institut-Dr. Höfer GmbH & Co. KG (GID)

3.2 Beschreibung des Projektgebiets

Die geographische Lage von Halver ist durch 51°12' nördlicher Breite und 7°30' östlicher Länge definiert. Halver gehört zum Märkischen Kreis in Nordrhein-Westfalen und kann somit der Region Sauerland zugeordnet werden. Die Kleinstadt Halver grenzt an die Städte Breckerfeld, Schalksmühle, Lüdenscheid, Kierspe, Wipperfürth und Radevormwald. Das Stadtgebiet von Halver umfasst insgesamt 77,37 km², wovon jedoch 34,7 % mit Wald bedeckt sind und 51,0 % landwirtschaftlich genutzt werden. Die Höhenlage des Stadtgebietes ist aufgrund der topographischen Gegebenheiten des Sauerlandes sehr unterschiedlich und variiert zwischen dem tiefsten Punkt bei 280 mNHN und dem höchsten Punkt bei 440 mNHN (Stadt Halver o. D.). In Bild 1 ist das Gewerbegebiet Leifersberge dargestellt.

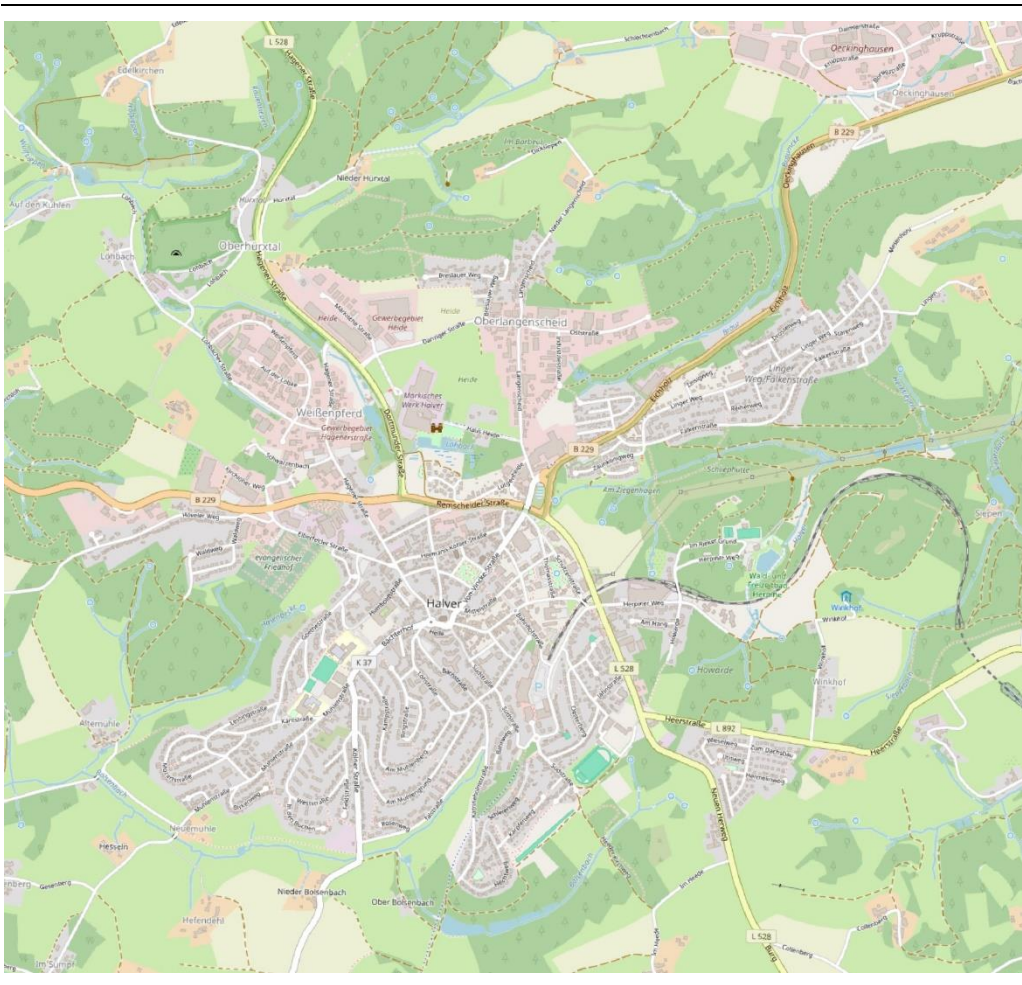


Bild 1 Lage des Projektgebietes (Quelle Hintergrundkarte: OpenStreetMap, „Datenlizenz Deutschland – Zero“ (<https://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>))

Das Gewerbegebiet Leifersberge soll im Ortsteil Oberlangenscheid, Gemarkung Halver, Flur 10, entstehen und ca. 14,5 ha umfassen. Es ist vorgesehen, das Gewerbegebiet an der Oststraße durch Verlängerung der Straße in der Flucht des Wendehammers zu erweitern. Da es sich bei der betroffenen Fläche derzeit um eine bewaldete Kuppe handelt, sind für die Erschließung umfangreiche Erdarbeiten erforderlich. Es ist vorgesehen, einen Teil der Kuppe abzutragen und am Rand wieder aufzuschütten, um eine ebene Fläche zu erhalten (vgl. Abb. 2). Dabei soll die Straße ein Gefälle von 3,5 % von Südwest nach Nordost erhalten (Finger und Henke 2023). Die neu entstehende Fläche

wird von den beiden Quellbächen Langenscheid und Bräumke umschlossen. Der Quellbach Langenscheid mündet nordöstlich des Plangebietes in die Bräumke. Diese wiederum mündet in die Hälver und in Schalksmühle in die Volme.

3.3 Bewertung der örtlichen Versickerungsmöglichkeiten

Zur Überprüfung der Umsetzbarkeit der Baupläne des Gewerbegebietes Halver Leifersberge wurde eine Baugrunduntersuchung sowie ein umfassendes Bodengutachten erstellt. Diese Untersuchungen haben unter anderem die vorliegende Geologie ermittelt. Die 12 durchgeführten Rammkernsondierungen bis zu einer Tiefe von 2 m zeigen folgendes:

- 0 - 0,10 m Schwarzdecke (RKS 5)
- 0 – 0,10 m/0,50 m Auffüllungen (Hangschutt, Mineralstoffgemische, Bauschutt sowie umgelagerte Schluffe)
- Bis 0,60 m Schluff, schwach tonig, schwach sandig, schwach kiesig
- Bis > 0,80 m/> 2,00 m Sand- und Tonstein, vollständig verwittert bis angewittert

Bei Rammkernsondierung 5 liegt eine Oberflächenversiegelung aus Asphalt vor. Bei allen anderen Sondierungspunkten stehen umgelagerte Böden in geringer Mächtigkeit an. Aufgrund der Gesteinsfestigkeiten konnte kein weiterer Sondierungsfortschritt als 2 m unter GOK erzielt werden. Bei allen ausgeführten Rammkernsondierungen sind keine vernässen Boden- bzw. Felshorizonte angetroffen worden, sodass keine Hinweise auf Schicht- bzw. Hangwasser vorliegen. Die genaue Verortung aller Rammkernsondierungen kann Abbildung 2 entnommen werden.

Des Weiteren wurden 12 Baggerschürfe bis zu einer maximalen Tiefe von 5 m angelegt (Abbildung 3). In allen 12 Schürfen liegt zunächst ein Waldboden der Schichtstärke von etwa 0,1 m an. Darauf folgt Ton- und Sandstein.

Die Ergebnisse der Baggerschürfe weisen darauf hin, dass beim Bodenaushub bis zur planerischen Geländeoberkante in den Bereichen der Schürfe S2, S4, S7 und S10 entlang der Längsachse mit Erschwernissen zu rechnen ist, weil der unverwitterte Fels bereits vorher ansteht. Es kann davon ausgegangen werden, dass für den Bodenabtrag Meißel- oder Sprengarbeiten erforderlich sein werden. Im Zuge der Ausführungen der Baggerschürfe sind an mehreren Stellen vernässte Felshorizonte vorgefunden worden, welche als Anzeichen für Schicht- bzw. Hangwasser beurteilt werden können (S 3, S 4 und S 9).

Zudem wurden Versickerungsversuche in den Bereichen der Baggerschürfe durchgeführt. Da in kompaktem Felsgestein keine Versickerung möglich ist, wurden die Versickerungsversuche nicht in den Schürfen S 2, S 4, S 7 und S 10 durchgeführt.

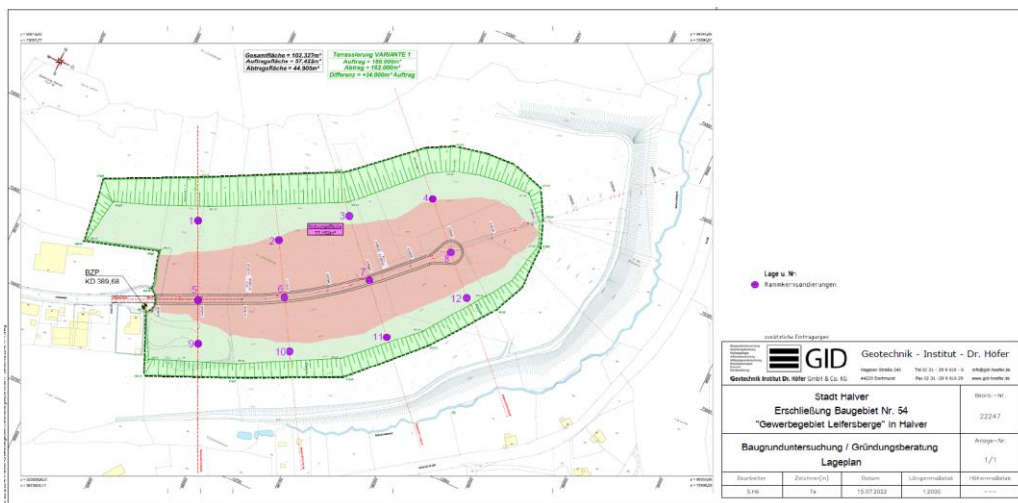


Bild 2 Rammkernsondierungen (rot: Aushub, grün: Aufschüttung) (Quelle: Geotechnik-Institut-Dr. Höfer GmbH & Co. KG 2022b)

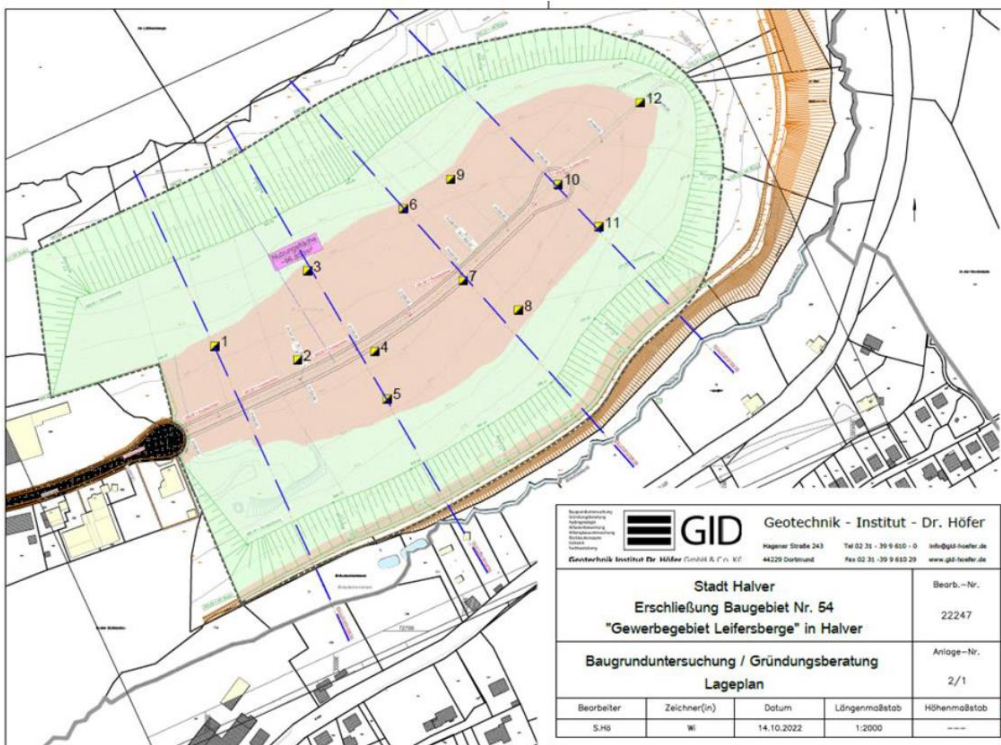


Bild 3 Anordnung der Schürfe der Baugrunduntersuchung. (rot: Aushub, grün: Aufschüttung) (Quelle: Geotechnik-Institut-Dr. Höfer GmbH & Co. KG 2022a)

Die Ergebnisse der Versickerungsversuche zeigen, dass eine generelle Versickerung über dezentrale Anlagen nicht umsetzbar ist. Lediglich die vier Schürfe S 6, S 8, S 11 und S 12 ermöglichen es, problemlos Wasser zu versickern. Für alle anderen Schürfe müssen Einzelfallentscheidungen getroffen werden (Tabelle 2).

Tabelle 2 Ergebnisse der Versickerungsversuche (Geotechnik-Institut-Dr. Höfer GmbH & Co. KG 2022a)

Schurf	Schurftiefe [m]	Durchlässigkeit kf [m/s]	Beurteilung nach DWA-A 138
S 1	2,20	$2,27 \times 10^{-7}$	Keine Versickerung möglich
S 3	1,70	$2,10 \times 10^{-8}$	Keine Versickerung möglich
S 5	3,00	$8,02 \times 10^{-7}$	Keine Versickerung möglich
S 6	2,00	$5,92 \times 10^{-6}$	Versickerung möglich
S 8	2,00	$1,15 \times 10^{-4}$	Versickerung möglich
S 9	2,00	$3,17 \times 10^{-8}$	Keine Versickerung möglich
S 11	1,50	$6,17 \times 10^{-6}$	Versickerung möglich
S 12	1,30	$3,27 \times 10^{-4}$	Versickerung möglich

Nach DWA-A 138 wird die Untergrenze der Wasserdurchlässigkeit bei $k_f \geq 1 \times 10^{-6}$ m/s definiert, eine Versickerung ist jedoch auch bei k_f -Werten $< 1 \times 10^{-6}$ m/s potenziell möglich, sofern ein Anschluss an durchlässige Bodenschichten besteht oder eine gedrosselte Ableitung möglich ist. Bei Unterschreitung können ansonsten anaerobe Verhältnisse in der ungesättigten Bodenzone auftreten, weshalb eine Versickerung nicht angestrebt werden sollte. Außerdem muss ein mindestens 1 m mächtiger Sickerraum vorhanden sein, damit eine ausreichende Reinigung des Sickerwassers erfolgen kann. Darüber hinaus ist bei Hanglagen ein Abfließen des Oberflächenwassers entlang des Hanges auszuschließen, um Hangrutschungen zu vermeiden.

Weiterhin ist für die Umsetzung von Versickerungsmaßnahmen der Grundwasserflurabstand zu berücksichtigen. Um einen angemessenen Grundwasserschutz zu gewährleisten, sollte der Abstand zwischen der Unterkante der Versickerungsanlage und dem höchsten mittleren Grundwasserstand mindestens 1 Meter betragen. Wie die in Bild 4 dargestellte Karte aus dem GEOportal.NRW zeigt, bestehen aus dieser Hinsicht keine Bedenken. Es sind jedoch grds. die Empfehlungen des Arbeitsblattes DWA-A 138 zu berücksichtigen.

Weiterhin kann – je nach Versickerungsmethode und Lage des zu entwässernden Grundstücks – die Niederschlagswasserbeseitigung eine behördliche Erlaubnis erfordern. Diese Erlaubnisse sind bei der Maßnahmenumsetzung einzuholen.

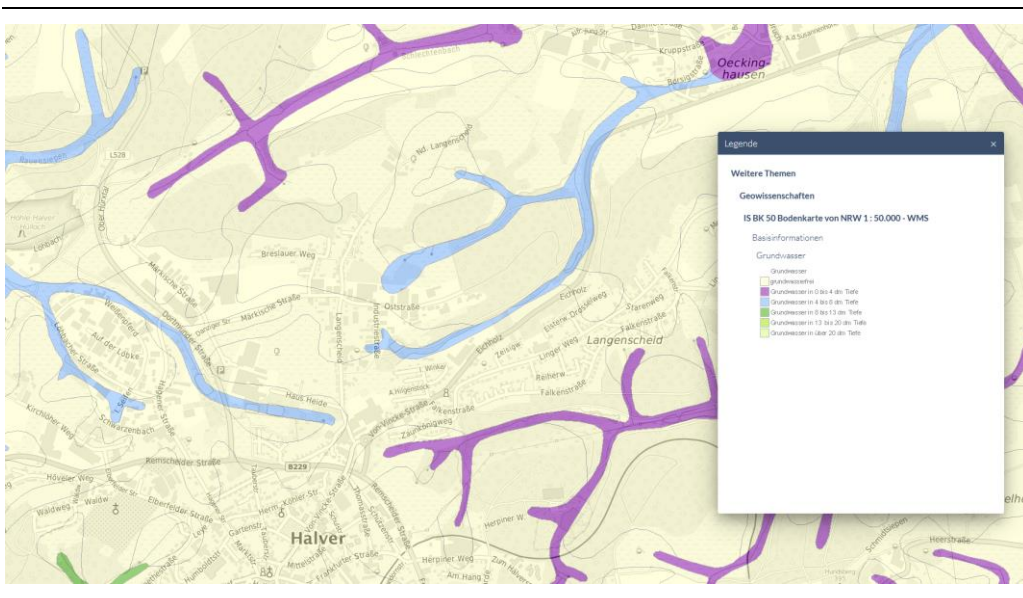


Bild 4 Grundwasserflurabstände (Quelle: © Land NRW, dl-de/by-2-0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0), © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie)

Es ist jedoch davon auszugehen, dass auf der konkreten Planungsebene aufgrund der massiven Bodenbewegungen mit anderen Verhältnissen zu rechnen ist, als im Bodengutachten der GID beschrieben. Gegebenenfalls sind daher vor der Umsetzung von Maßnahmen Einzelfalluntersuchungen durchzuführen.

Als Fazit kann sowohl aus den geplanten Bodenbewegungen als auch aus dem Bodengutachten abgeleitet werden, dass die Umsetzung von Versickerungsmaßnahmen nur sehr eingeschränkt möglich sein wird und bei der genauen Verortung der Maßnahmen eine erneute Betrachtung der dann vorliegenden Verhältnisse erforderlich ist.

4 Betrachtung des lokalen Wasserhaushaltes

4.1 Beschreibung der betrachteten Szenarien

4.1.1 Szenario 1 – Referenzzustand

Um die Veränderung des Wasserhaushaltes durch die Bebauung untersuchen zu können, muss zunächst ein Referenzzustand des vorhandenen un bebauten Kulturlandes dargestellt werden. Zur Bestimmung des Referenzzustandes wurde auf die Internetseite NatUrWB² zurückgegriffen. Diese ermittelt die Komponenten des Wasserhaushaltes unter der Annahme, dass der Boden dem Typ 75 der Bodenübersichtskarte (Schmidt 2023) entspricht. Dieser Boden wird als Braunerde klassifiziert. In geringerem Maße können auch Pseudogley-Braunerden aus grusführenden Schlufffließerden über Gruslehm oder Lehmschuttfließerden aus Tongesteinen oder über Ton-, Sand- oder Kieselschiefer vorkommen. Diese Einschätzung deckt sich nahezu mit der Einstufung des Bodengutachtens, weshalb die Daten des NatUrWB nur näherungsweise zur Darstellung des Referenzzustandes herangezogen werden können. Abbildung 4 zeigt die von NatUrWB ausgegebene Verteilung.

² <https://www.naturwb.de>

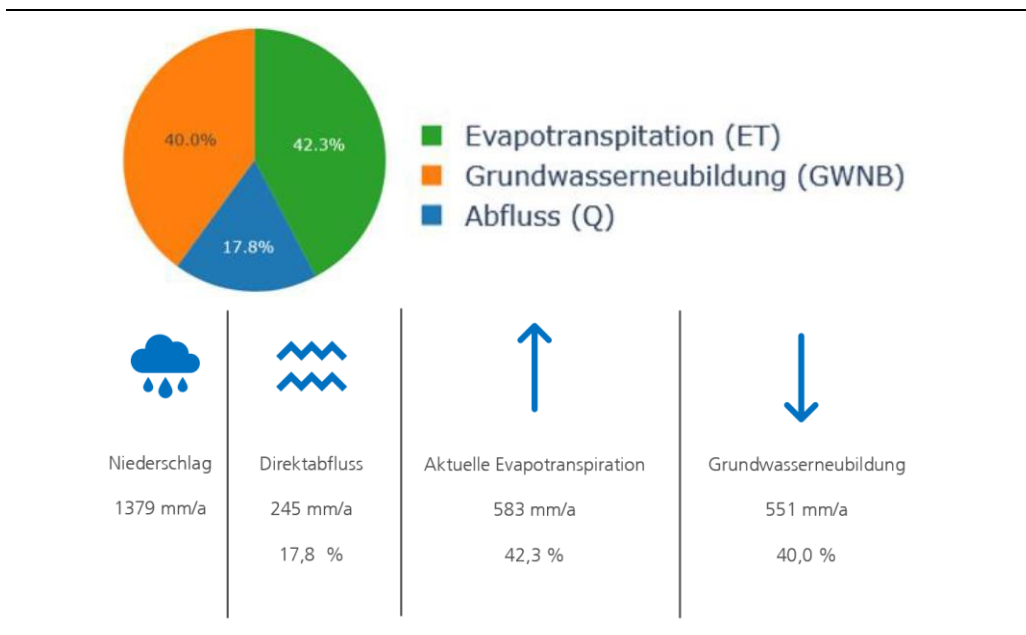


Bild 5 Verteilung der Haushaltsbilanzgrößen für das Projektgebiet nach NatUrWB

Die in NatUrWB bestimmten Werte werden in das Tool Wasserbilanz Expert übernommen. Weiterhin muss die Größe des Bruttobaulandes angegeben werden. Diese beläuft sich auf 145.190 m². Des Weiteren muss ein kf-Wert für das gesamte Gebiet hinterlegt werden. Da aus dem Bodengutachten nur kf-Werte für einzelne spezifische Punkte hervorgehen, wurde der Mittelwert aus allen vorliegenden Werten gebildet. Für die drei Schürfe, an denen aufgrund des anstehenden Felsens keine Versickerungsversuche durchgeführt wurden, wurde ein Kf-Wert von Null in die Berechnung aufgenommen. Auf diese Weise ergibt sich ein kf-Wert von $3,79 \cdot 10^{-5}$ m/s bzw. 136,44 mm/h. Durch die einfache Mittelung (insbesondere auch ohne eine Berücksichtigung von Flächengrößen) ergibt sich eine gewisse Unschärfe der Ergebnisse. Aufgrund der Berücksichtigung der nicht versickerungsfähigen Felsen mit einem Wert von 0 kann jedoch angenommen werden, dass die Ergebnisse „auf der sicheren Seite liegen“.

4.1.2 Szenario 2 – Graue Bebauung

Das Szenario 2 soll eine Bebauung ohne jegliche Maßnahmen der blau-grünen Infrastruktur darstellen. Damit soll dieses Szenario eine Art „Worst-Case-Variante“ abbilden, die jedoch im Hinblick auf eine frühere Planungspraxis in Gewerbegebieten noch häufig vorzufinden ist.

Grundlage für Szenario 2 bildet der aktuelle Planungszustand (Szenario 3), jedoch ohne Berücksichtigung der blau-grünen Elemente. Das RRB (mit vorgeschalteter Reinigungsanlage) ist beibehalten, da auch in dieser Variante eine zentrale Entwässerung berücksichtigt ist.

Bild 6 zeigt das auf diese Weise konstruierte Szenario 2.

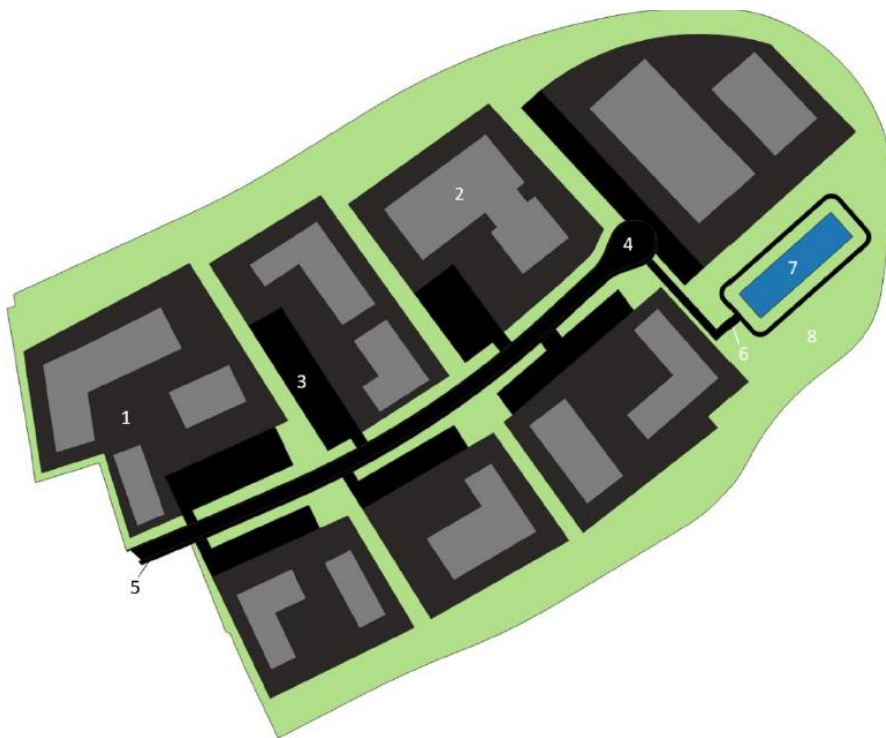


Bild 6 Flächenarten in Szenario 2 (Graue Bebauung)
 (1: Gewerbefläche, 2: Dachflächen, 3: Parkplatzflächen, 4: Straßenfläche,
 5: Gehweg, 6: Weg zum Regenrückhaltebecken (RRB), 7: RRB,
 8: Umgebungsgrün)

Insgesamt sind 64,34 % des Gesamtgebietes vollständig versiegelt. Alle befestigten Flächen sind asphaltiert, die Dächer sind als Flachdächer bestehend aus Dachpappe/Bitumenbahnen ausgebildet und die Grünflächen sind einfache Grasflächen, die regelmäßig gemäht werden.

Für die einzelnen Flächenarten sind die folgenden, in Tabelle 3 dargestellten Werte für die Bilanzgrößen a, g und v vorgegeben. Zur besseren Nachvollziehbarkeit sind die Fließwege in Bild 7 skizzenhaft dargestellt. Alle bebauten Flächen der jeweiligen Gewerbebezugszellen, diese sind rot umrandet, entwässern in das RRB.

Tabelle 3 Oberflächenbeschaffenheiten und a/g/v-Verteilung bei Szenario 2 (Graue Bebauung)

Nr.	Bezeichnung	Oberfläche	a	g	v
1	Gewerbe- flächen	Asphalt, Beton	0,85	0,00	0,15
2	Dachflächen	Flachdach, Bitumen	0,93	0,00	0,07
3	Parkplatz	Asphalt, Beton	0,85	0,00	0,15
4	Straßen	Asphalt, Beton	0,85	0,00	0,15
5	Gehweg	Asphalt, Beton	0,85	0,00	0,15
6	Weg RRB	Asphalt, Beton	0,85	0,00	0,15
7	RRB(oD)	Wasserfläche	1,00	0,00	0,00
8	Grünfläche	Gras*	0,18	0,40	0,42

*Gewählte Verteilungswerte in Anlehnung des Referenzzustandes für unbebautes Grünland

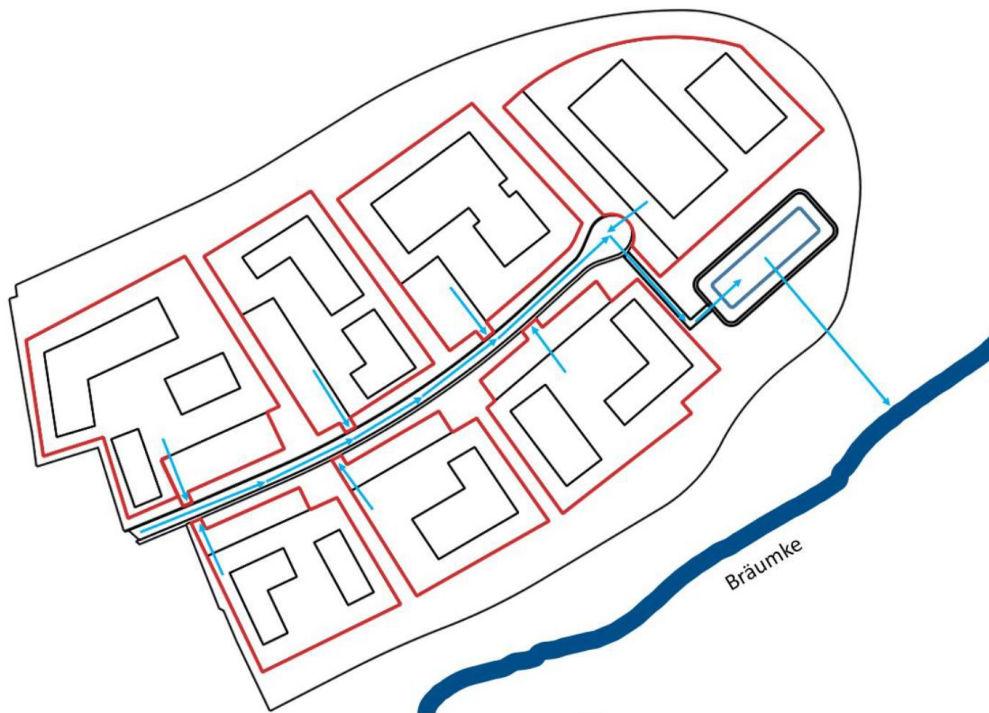


Bild 7 Skizzenhafte Darstellung der Fließwege in Szenario 2 (Graue Bebauung)

4.1.3 Szenario 3 – Planungszustand

Das Szenario 3 entspricht dem aktuellen Planungszustand. Dieses Szenario beinhaltet bereits die in der textlichen Festsetzung zum Bebauungsplan Nr. 54 „Leifersberge“ vorgeschriebenen Maßnahmen (Stadt Halver 2023). Dazu zählen unter anderem eine wasser-durchlässige Bauweise von Stellplätzen und Zufahrten, das Pflanzen von Bäumen auf den Parkplätzen, Gründächer mit einer Aufbaustärke von 10 cm und einer extensiven Begrünung, bepflanzte Böschungen und eine Fassadenbegrünung bei unmittelbar zu den Baugrenzen ausgerichteten fensterlosen Außenwänden (in Bild 8). Tabelle 4 sind die Oberflächenbeschaffenheiten sowie die angesetzten a , g und v Verteilungen dargestellt. In Bild 9 findet sich zudem eine skizzenhafte Darstellung der Fließwege.

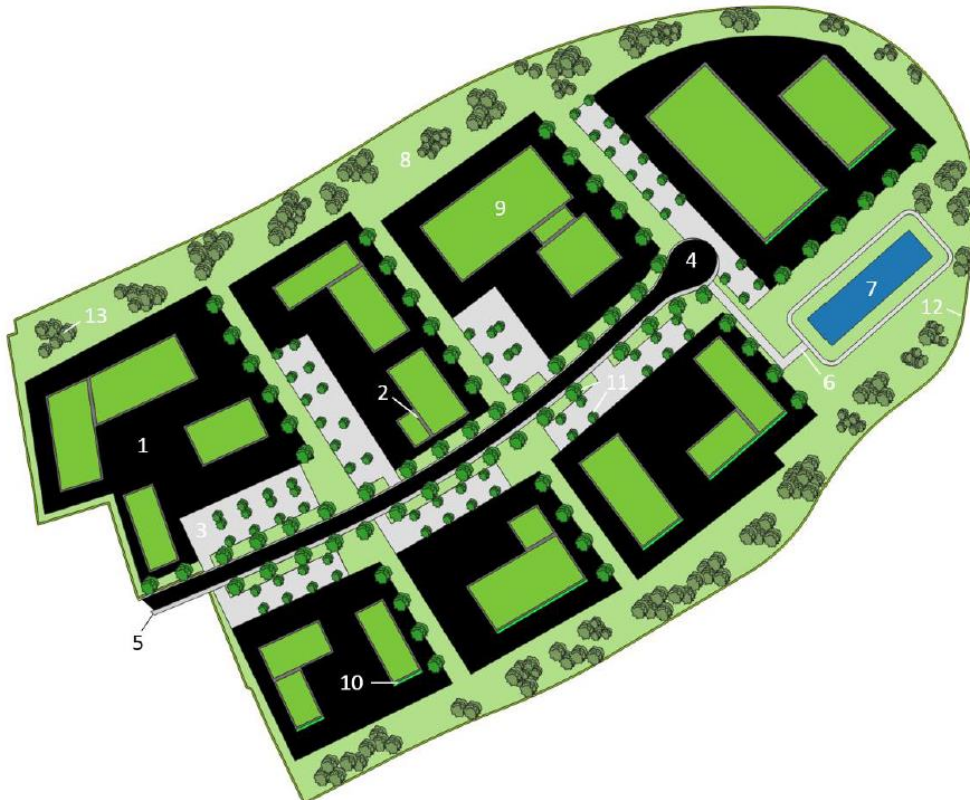


Bild 8 Flächenarten in Szenario 3 (Planungszustand)
 (1: Gewerbefläche, 2: Dachkante, 3: Parkplatzflächen, 4: Straßenfläche,
 5: Gehweg, 6: Weg zum RRB, 7: RRB, 8: Umgebungsgrün, 9: Gründach,
 10: Fassadenbegrünung, 11: Bäume und Parkplatzbegrünung,
 12: Außenbäume, 13: Außenhecke)

In Tabelle 5 sind die einzelnen Flächen bezüglich ihrer Beschaffenheit sowie ihrer a/g/v-Verteilung beschrieben.

Anhand der Darstellung in Bild 9 ist erkennbar, wohin die entsprechenden Flächen entwässern. Bei den Gründächern ist angenommen, dass der noch verbleibende Oberflächenabfluss an den NW-Kanal angeschlossen wird. Alle anderen versiegelten Flächen der Gewerbeflächen entwässern ebenfalls über den NW-Kanal Richtung RKB

bzw. RRB. Gleiches gilt für den verbleibenden Oberflächenabfluss der mit Rasengittersteinen befestigten Parkflächen.

Tabelle 4 Oberflächenbeschaffenheiten und a/g/v-Verteilung bei Szenario 3 (Planungszustand)

Nr.	Bezeichnung	Oberfläche	a	g	v
1	Gewerbeflächen	Asphalt, Beton	0,85	0,00	0,15
2	Dachkante	Flachdach, Bitumen	0,90	0,00	0,10
3	Parkplatz	Rasengittersteine	0,13	0,53	0,34
4	Straßen	Asphalt, Beton	0,85	0,00	0,15
5	Gehweg	Pflaster	0,57	0,25	0,18
6	Weg RRB	Rasengittersteine	0,13	0,53	0,34
7	RRB (oD)	Wasserfläche	1,00	0,00	0,00
8	Grünfläche	Gras*	0,18	0,40	0,42
9	Gründach	Extensiv	0,59	0,00	0,41
10	Fassadenbegr.	Sträucher & Büsche	0,03	0,32	0,65
11	Bäume & Parkplatzbegr.	Einzelbepflanzung	0,01	0,13	0,86
12	Außenbäume	Laubwald	0,10	0,31	0,59
13	Außenhecke	Sträucher & Büsche	0,03	0,32	0,65

*Gewählte Verteilungswerte in Anlehnung des Referenzzustandes für unbebautes Grünland



Bild 9 Skizzenhafte Darstellung der Fließwege in Szenario 3 (Planungszustand)

4.1.4 Szenario 4 – Fiktive Planung

Szenario 4.1

Das Szenario 4.1 stellt einen fiktiven Zustand dar, um zu überprüfen, ob die Auswirkungen auf den Wasserhaushalt durch zusätzliche Maßnahme gegenüber Szenario 3 weiter reduziert werden können. Die zusätzlichen Maßnahmen wurden unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten entwickelt. Aufgrund der im Bodengutachten ermittelten weitestgehenden schlechten Versickerungseigenschaften und der zu gewährleistenden Standsicherheit der Böschungen ist die Versickerung nur sehr eingeschränkt umsetzbar.

In Bild 10 ist das Plangebiet mit allen integrierten Maßnahmen visualisiert und in Tabelle 5 sind die Oberflächenbeschaffenheiten sowie die zugehörigen Werte für a , g und v angegeben.



Bild 10 Flächenarten in Szenario 4.1 (fiktive Planung)
 (1: Gewerbefläche, 2: Dachkante, 3: Parkplatz, 4: Straße, 5: Gehweg,
 6: Weg zum RRB, 7: RRB, 8: Umgebungsgrün, 9: Gründach, 10: Hecken- &
 Fassadenbegrünung, 11: Bäume und Parkplatzbegrünung, 12: Außenbäume,
 13: Tiefbeete, 14: Versickerungsschacht (nicht maßstabsgetreu),
 15: Blühwiese, 16: Schilf, 17 Außenhecken)

Tabelle 5 Oberflächenbeschaffenheiten und a/g/v-Verteilung bei Szenario 4.1 (fiktive Planung)

Nr.	Bezeichnung	Oberfläche	a	g	v
1	Gewerbeflächen	Asphalt, Beton	0,85	0,00	0,15
2	Dachkante	Flachdach, Bitumen	0,90	0,00	0,10
3	Parkplatz	Rasengittersteine	0,13	0,53	0,34
4	Straßen	Asphalt, Beton	0,85	0,00	0,15
5	Gehweg	Pflaster	0,25	0,65	0,10
6	Weg RRB	Rasengittersteine	0,13	0,53	0,34
7	RRB (oD)	Wasserfläche	1,00	0,00	0,00
8	Grünfläche	Gras*	0,18	0,40	0,42
9	Gründach	Extensiv	0,52	0,00	0,48
10	Fassadenbegr.	Sträucher & Büsche	0,03	0,32	0,65
11	Bäume & Parkplatzbegr.	Einzelbepflanzung	0,01	0,13	0,86
12	Außenbäume	Laubwald	0,01	0,31	0,68
13	Tiefbeete	Wasserfläche/ Begrünung	0,080	0,26	0,66
14	Versickerungsschächte	Versickerungsschacht	0,10	0,90	0,00
15	Blühwiesen	Extensive Grünfläche	0,11	0,35	0,54
16	RRB	Schilf	0,00	0,25	0,75
17	Außenhecke	Sträucher & Büsche	0,03	0,32	0,65

*Gewählte Verteilungswerte in Anlehnung des Referenzzustandes für unbebautes Grünland

In diesem Szenario sind neben Versickerungsschächten (in Bereichen, die laut Bodengutachten für eine Versickerung geeignet sind) zahlreiche Tiefbeete vorgesehen, die u. a. den Restabfluss der Gründächer fassen, zwischenspeichern und sukzessive verdunsten bzw. versickern sollen.

Über die Versickerungsschächte soll ein Teil des anfallenden Oberflächenwassers der Gründächer in den Untergrund versickert werden. Bei diesen Lösungen muss jedoch sichergestellt werden, dass die Grundstückseigentümer eine ordnungsgemäße Kontrolle und Wartung der Anlagen übernehmen. Außerdem darf nur unverschmutztes Regenwasser von Dachflächen versickert werden. Niederschlagswasser von anderen versiegelten Flächen muss vor der Versickerung entsprechend gereinigt werden. Die genaue Anzahl und Lage sowie die Versickerungsfähigkeit des Bodens nach den Bodenbewegungen sind jedoch zu prüfen. Zudem können solche Maßnahmen nicht direkt über den Bebauungsplan den Gewerbetreibenden vorgeschrieben werden. Hier sind genaue Abstimmungen mit den Gewerbetreibenden erforderlich. Alternativ zu den Versickerungsschächten können zum einen Lösungen mit Zisternen zur Speicherung des Regenwassers von den Dachflächen vorgeschlagen werden. Dieses Wasser kann dann in Trocken- und Hitzeperioden zur Bewässerung und Verdunstungskühlung genutzt werden. Zum anderen könnte das Regenwasser auch für Toilettenspülungen verwendet werden.

Die Tiefbeete sammeln den Oberflächenabfluss von den Parkflächen (Rasengittersteine) und von den nicht an die Versickerungsschächten angeschlossenen Gründächern. Tiefbeete sollten mit besonders widerstandsfähigen Pflanzen bepflanzt werden (Tipps dazu z. B. bei Staudenring.com). Da der Untergrund ggf. nicht ausreichend versickerungsfähig ist, sind Lösungen mit Rigolen und Notüberlauf zum NW-Kanal zu wählen.

Zur Erweiterung der grünen Infrastruktur wurden mehrere Blühwiesen integriert, die nur wenige Male (Mahd 2 x pro Jahr) im Jahr gemäht werden sollten. Darüber hinaus ist eine Bepflanzung des natürlich ausgebildeten RRB mit Schilf vorgesehen. Zusätzlich wurde die Heckenpflanzungen entlang der Gewerbegrundstücke verbreitert. Neben der Erhöhung der Verdunstungsrate, weisen diese Maßnahmen einen positiven Effekt auf die Biodiversität und die Artenvielfalt auf.

Die folgende Darstellung in Bild 11 zeigt skizzenhaft die Fließwege der Variante.



Bild 11 Skizzenhafte Darstellung der Fließwege in Szenario 4 (Fiktive Planung)

Szenario 4.2

Grundlage des Szenarios 4.2 bilden die Maßnahmen aus Szenario 4.1, erweitert um zusätzliche Wasserflächen wie Teiche sowie eine aufgrund ihrer Lage im Bereich der Aufschüttung nach unten abgedichtete Mulde. Mit den zusätzlichen Elementen soll v. a. die Auswirkung auf die Verdunstungsrate untersucht werden und in Abhängigkeit der Verbesserung des lokalen Wasserhaushaltes eine Abschätzung zum Kosten-Nutzung Faktor abgeleitet werden.

Die Wasserflächen (Teiche) wurden auf den Freiflächen zwischen der Parkplatz- und Straßenflächen vorgesehen. Die Einleitung des Restabflusses aus den Gründächern sowie der Rasengittersteine der Parkplatzflächen wäre hier denkbar; ähnlich zu den Tiefbeeten

in Szenario 4.1, mit dem Unterschied, dass in diesen Flächen Wasser dauerhaft vor- gehalten und zwischengespeichert wird. Zu prüfen wäre der Wasserbedarf und das -dargebot in den Sommermonaten. Ggf. ist eine „Notbewässerung“ (z. B. aus Zisternen), oder eine entsprechende Bepflanzung, die gegen zeitweises Trockenfallen resistent ist, erforderlich.

Im südlichen Bereich des Planungsgebietes wurde darüber hinaus eine Mulde mit Abdichtung vorgesehen, in der ebenfalls zeitweise Regenwasser zwischengespeichert werden kann. Ein dauerhafter Einstau ist hier nicht vorgesehen. Dementsprechend ist eine Bewässerung in Trockenperioden nicht erforderlich.

Für die Wasserflächen gilt im Allgemeinen eine Beschickung mit ausschließlich sauberen Oberflächenabflüssen. Bild 12 zeigt das Planungsgebiet mit den zusätzlichen Wasserflächen und die für die Wasserhaushaltsbilanzierung angenommenen a-, g- und v- Verteilungswerte sind in Tabelle 6 aufgeführt.



Bild 12 Flächenarten in Szenario 4.2 (fiktive Planung mit zusätzlichen Wasserflächen)
 (1: Gewerbefläche, 2: Dachkante, 3: Parkplatz, 4: Straße, 5: Gehweg, 6: Weg zum RRB, 7: RRB, 8: Umgebungsgrün, 9: Gründach, 10: Hecken- und Fassadenbegrünung, 11: Bäume und Parkplatzbegrünung, 12: Außenbäume, 13: Tiefbeete, 14: Versickerungsschacht (nicht maßstabsgetreu), 15: Blühwiese, 16: Schilf, 17: Teiche, 18 Mulde mit Abdichtung)

Tabelle 6 Oberflächenbeschaffenheiten und a/g/v-Verteilung bei Szenario 4.2 (fiktive Planung mit Wasserflächen), nur zusätzliche Maßnahmen

Nr.	Bezeichnung	Oberfläche	a	g	v
17	Teiche	Wasserfläche	0,14	0,14	0,72
18	Mulde mit Abdichtung	Grünfläche	0,37	0,00	0,48

Die zusätzlich konzipierten Maßnahmen fördern primär die Verdunstung. So werden kleine Teiche und eine abgedichtete Mulde vorgesehen, welche über ihre freien Wasserflächen die Verdunstungsrate weiter fördern. Außerdem leisten sie einen Beitrag zur Biodiversität, da sie vielen Organismen wie z. B. Amphibien oder Insekten als Lebensraum dienen bzw. dienen können. Insbesondere Wasserpflanzen wie Schilf oder Binsen weisen eine sehr hohe Verdunstung auf.

4.2 Ergebnisse Wasserhaushaltsbilanzierung

Die Darstellungen in Bild 13 und Bild 14 zeigen die Ergebnisse der Wasserbilanzierung im Gewerbegebiet „Leifersberge“ in Halver.

Erwartungsgemäß führt die „graue Bebauung“ zu einer deutlichen Erhöhung des Oberflächenabflusses gegenüber dem Referenzzustand. Die Grundwasserneubildung sowie auch die Evapotranspiration sind entsprechend vermindert.

Der aktuelle „Planungszustand“ mit den bereits berücksichtigten blau-grünen Elementen weist demgegenüber bereits eine deutliche Verbesserung gegenüber der „grauen Bebauung“ auf. Die Abweichung der Verdunstung liegt bereits in einem Bereich von kleiner als 10 %, die Grundwasserneubildung bzw. der Versickerung weicht jedoch weiterhin in einem Bereich von mehr als 10 % vom Referenzzustand ab.

Die zusätzlichen Maßnahmen in Szenario 4 können zu einer weiteren Annäherung an den Referenzzustand beitragen, wobei sich keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Untervarianten 4.1 und 4.2 zeigen. Die in Variante 4.2 zusätzlich berücksichtigten offenen Wasserflächen führen lediglich zu einer unwesentlichen Verschiebung zwischen Grundwasserneubildung und Evapotranspiration. Allerdings liegen auch bei Implementierung dieser vergleichsweise aufwändigeren Maßnahmen noch immer Abweichungen von mehr als 10 % vom Referenzzustand für die Grundwasserneubildung vor.

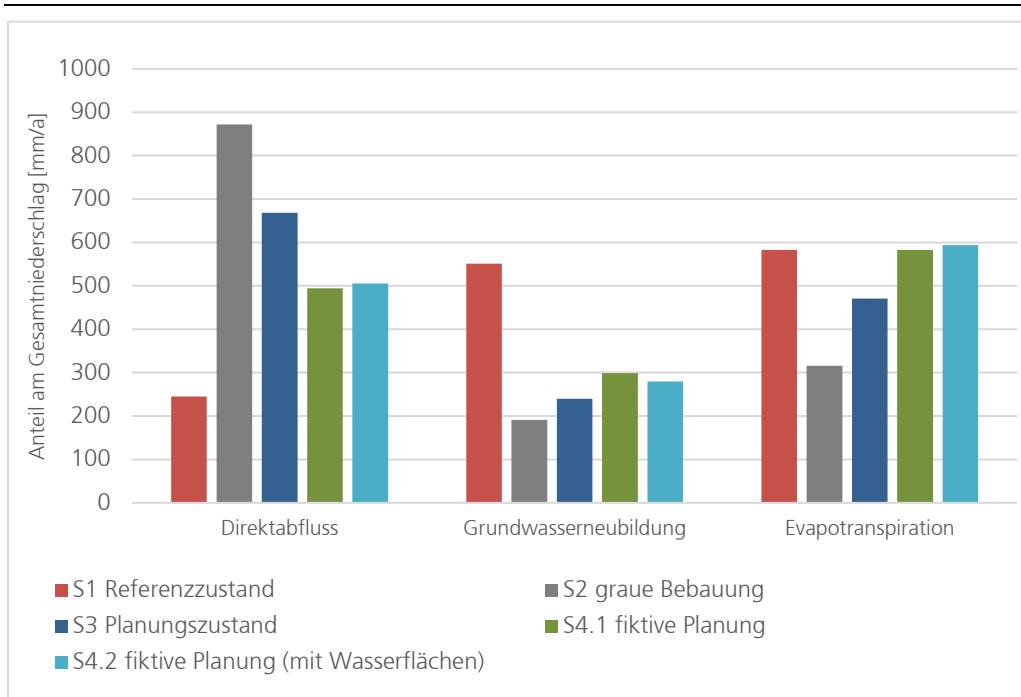


Bild 13 Aufteilung der Wasserhaushaltskomponenten der fünf unterschiedlichen Szenarien

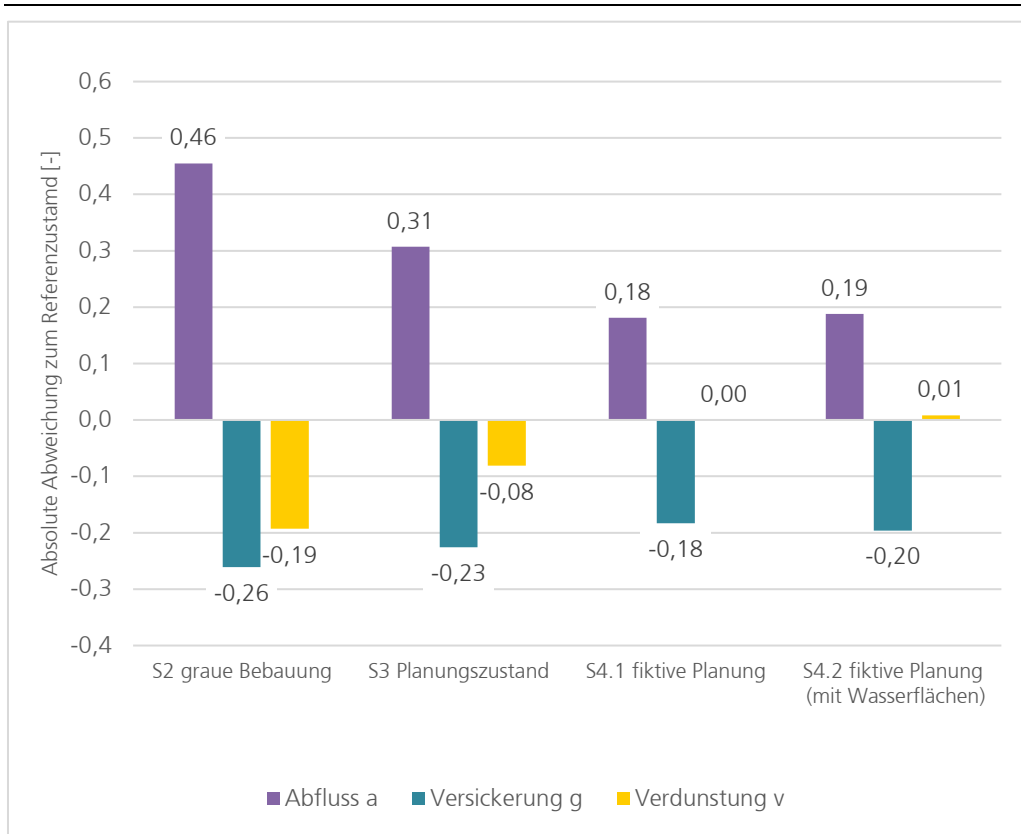


Bild 14 Absolute Abweichungen der Verteilungswerte (a, g, v) der betrachteten Szenarien im Vergleich zum Referenzzustand

5 Zusammenfassende gutachterliche Synopse

Um eine möglichst sinnvolle Kombination von blau-grünen Infrastrukturmaßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung im Rahmen der wasserbewussten Stadtentwicklung für das neue Gewerbegebiet „Leifersberge“ zu wählen, wurde eine Betrachtung der lokalen Wasserhaushaltsbilanz am Standort gem. DWA-A 102 Teil 4 durchgeführt, um die Bilanzgrößen des zu betrachtenden Gebietes im bebauten Zustand denen des unbebauten Referenzzustands im langjährigen Mittel soweit wie möglich anzunähern

Mit der Software Wasserbilanz Expert wurde eine vergleichende Bilanzierung der Wasserhaushaltskomponenten unterschiedlicher Szenarien gegenüber dem unbebauten Referenzzustand durchgeführt.

Zielgröße durch die Implementierung die vielfältigen Möglichkeiten der Regenwasserbewirtschaftung sollte hierbei sein, dass die Abweichungen in den Aufteilungswerten Direktabfluss (a), Grundwasserneubildung (g) und Verdunstung (v) gegenüber dem unbebauten Referenzzustand von 5 bis 10 Prozentpunkten erreicht werden.

Als Szenarien wurde neben dem aktuell vorliegenden Planungszustand des Gewerbegebietes auch eine sog. „graue Bebauung“ ohne jegliche Berücksichtigung von blau-grünen Elementen sowie eine „fiktive Planung“ mit - gegenüber dem „Planungszustand“ – zusätzlichen blau-grünen Elementen betrachtet.

Die Ergebnisse der Betrachtungen zeigen folgendes:

- Die zur Erschließung des Gewerbegebietes notwendigen Bodenbewegungen (Abtrag der Bergkuppe sowie flächige Bodenaufschüttungen) schränken die Implementierung von blau-grünen Infrastrukturmaßnahmen, insbesondere Maßnahmen zur Versickerung, deutlich ein.
- Die Versickerungsfähigkeit des anstehenden Bodens ist sehr heterogen über den Betrachtungsraum verteilt. In weiten Teilen des Betrachtungsraumes liegen nicht versickerungsfähige Böden vor. In kleineren Bereichen ist hingegen nach den aktuell vorliegenden Untersuchungen eine Versickerung möglich. Eine klare Abgrenzung dieser Bereiche ist jedoch auf Basis der Untersuchungen nicht ohne weiteres möglich, so dass bei einer weitergehenden konkreten Maßnahmen- bzw. Objektplanung immer zusätzliche Untersuchungen zur Bewertung der Versickerungsfähigkeit durchgeführt werden müssen.
- Durch eine „graue Bebauung“ würde der Wasserhaushalt massiv beeinträchtigt. Der Oberflächenabfluss wird erhöht und es findet eine verminderte

Grundwasserneubildung sowie auch Verdunstung statt. Folgen hiervon können unter anderem

- eine erhöhte Überflutungsgefährdung durch Starkregenereignisse,
 - eine erhöhte Hitzebelastung durch verminderte Verdunstungskühlung sowie
 - eine verminderte Grundwasserneubildung sein.
- Die Ergebnisse der weiteren Szenarien im Vergleich zum „grauen“ Szenario zeigen sehr deutlich, dass blau-grüne Infrastrukturelemente die Beeinträchtigung des lokalen den Wasserhaushalt infolge von Urbanisierungsmaßnahmen abmildern können. Die Abweichungen in den Aufteilungswerten a, g und v der weiteren Szenarien gegenüber dem unbebauten Referenzzustand sind deutlich geringer als im „grauen“ Szenario.
 - Bereits der aktuelle Planungszustand und die hierin berücksichtigten blau-grünen Elemente wie z. B. Gründächer, Fassadenbegrünungen und Rasengittersteine führen zu einer deutlich geringeren Abweichung in den Aufteilungswerten a, g und v gegenüber dem Referenzzustand im Vergleich zur Variante „graue Bebauung“.
 - Die betrachtete „fiktive Planung“ zeigt, dass eine weitere Angleichung an den Referenzzustand (natürlicher Wasserhaushalt) grundsätzlich möglich ist. Die Abweichung gegenüber dem Referenzzustand von weniger als 10 % gemäß DWA-A 102 ist jedoch auch mit der Berücksichtigung von komplexeren und technisch aufwändigeren Maßnahmen aufgrund der örtlichen Gegebenheiten (Bodenbewegungen in Kombination mit der teils geringen Versickerungsfähigkeit des Bodens) nicht möglich.

Einschätzung hierzu: Die in M 102-4 genannte Abweichung von 10 Prozentpunkten hat den Charakter einer Zielgröße die jedoch keinen direkten Bezug zu den Nutzen- und den Kosten der Maßnahmen herstellt. Die Abweichungen vom natürlichen Wasserhaushalt sind daher unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten zu interpretieren.

- Die Umsetzbarkeit und Wirkung der weiteren blau-grüner Infrastrukturelemente in der „fiktiven Planung“ ist wie folgt zu bewerten (Bewertung

- : Umsetzung der Maßnahme eher schwierig/nicht sinnvoll, da hoher Aufwand oder unverhältnismäßige Kosten zu erwarten sind

o : Umsetzung der Maßnahme kann sinnvoll sein, weitere Untersuchungen sind jedoch notwendig, um Umsetzbarkeit zu prüfen

+ : Maßnahme kann ohne hohen Aufwand/Kosten sinnvoll umgesetzt werden

- Versickerungsschächte sind nur unter bestimmten Voraussetzungen (z.B. keine Verschmutzung des zu versickernden Wassers) einsetzbar. Außerdem muss ein ordnungsgemäßer Betrieb bzw. eine ordnungsgemäße Wartung der Anlagen gewährleistet sein. Versickerungsschächte können zwar einen Beitrag zum Wasserhaushalt leisten, der erforderliche Aufwand ist jedoch am vorliegenden Standort als zu hoch einzustufen. **(Bewertung Umsetzung am Standort: -)**
- Tiefbeete entlang der Straße in Kombination mit darunter liegenden Rigolen können das über die Rasengittersteine der Stellplätze nicht versickerte Wasser aufnehmen, zwischenspeichern und auch bei eher schlecht versickerungsfähigen Böden zumindest teilweise dem Grundwasser zuführen. Hier sind jedoch Einzelfallbetrachtungen an den jeweiligen Standorten erforderlich. Neben der positiven Wirkung auf den Wasserhaushalt haben Tiefbeete bei entsprechender Bepflanzung auch eine positive Wirkung auf die Biodiversität und führen zu einer optischen Aufwertung. **(Bewertung Umsetzung vor Ort: o)**
- Die Nutzung des „Restabflusses“ von Gründächern entweder zur Bewässerung (Speicherung in Zisternen) oder zur Nutzung in der Toilettenspülung ist eine sinnvolle Maßnahme, die jedoch mit dem jeweiligen Betreiber abzustimmen ist. Grundsätzlich könnte geregelt werden, dass Dachabflüsse bis zu einer bestimmten Jährlichkeit nicht in die Regenwasserkanalisation eingeleitet werden dürfen. **(Bewertung Umsetzung am Standort: +)**
- Zusätzliche Begrünungsmaßnahmen (Blühwiesen, breitere Heckenstrukturen) haben zwar einen vergleichsweise geringen Effekt auf den Wasserhaushalt, sind aber ohne großen Aufwand umsetzbar und wirken sich positiv auf die Biodiversität und die Aufenthaltsqualität aus. **(Bewertung Umsetzung am Standort: +)**

- Eine naturnahe Gestaltung des RRB ist einfach umsetzbar und wirkt sich neben dem Wasserhaushalt auch positiv auf die Biodiversität aus. Dabei ist jedoch eine mögliche Veränderung des Retentionsraumes durch Bepflanzung und abgestorbene Pflanzenreste zu beachten. Ggf. ist das Becken in bestimmte Zeitabständen zu räumen. **(Bewertung Umsetzung am Standort: +)**

Bei konzeptionellen Betrachtungen, wie es im Rahmen dieses Projektes mit Hilfe der DWA-Software Wasserbilanz Expert erfolgt ist, sollten auch immer die **Modellunsicherheiten** bei der Bewertung der Ergebnisse bedacht werden:

- Es erfolgte eine Mittelung des kf-Wertes für die gesamte Fläche. Für die drei Untersuchungspunkte, bei denen aufgrund des anstehenden Felsen kein kf-Wert bestimmt werden konnte, gingen mit „Null“ in die Berechnung ein. Eine detaillierte Zuweisung von kf-Werten zu Einzelflächen ist in der Software unmittelbar nicht möglich und aufgrund der aktuellen Datenlage nicht sinnvoll umsetzbar.
- Die geplanten Bodenbewegungen können die ermittelten kf-Werte deutlich verändern, weshalb eine nachträgliche Überprüfung der vorliegenden Berechnungen und Ergebnisse erforderlich ist.
- Die Software Wasserbilanz Expert enthält bislang nur wenige Kennwerte für blau-grüne Infrastrukturelemente. Diese Werte werden aktuell in unterschiedlichen Forschungsvorhaben an Hochschulen (z. B. FH Münster, TU München) untersucht. Die hier im Gutachten angenommenen Werte für Elemente, die in der Software nicht mit Kennwerten hinterlegt sind, entstammen einer Literaturrecherche und wurden unter anderem auch nach Rücksprache mit Experten der DWA und der Hochschulen nach dem heutigen Wissensstand festgelegt. Es ist durchaus möglich, dass in diese Werte von denen, die in einer geplanten erweiterten Version der Software Wasserbilanz Expert hinterlegt sein werden, abweichen.
- Einige hydrologische Größen werden insbesondere aus dem Hydrologischen Atlas Deutschland abgeleitet, der ein großmaßstäbliches Regionalisierungsverfahren enthält, so dass sich lokal kleinräumige Abweichungen ergeben können.
- Schwankungen des natürlichen Wasserhaushaltes zwischen einzelnen Jahren sind nicht berücksichtigt.
- Benachbarte Gebiete dürfen beim Wasserhaushaltsnachweis nicht direkt berücksichtigt werden. Ggf. könnten Maßnahmen in Gebieten, die an den Betrachtungsraum angrenzen, die großräumigere Wasserbilanz wieder ausgleichen.

Gelsenkirchen, 23.02.2023

NIA/TRH/HOH

DR. PECHER AG

ppa. Dr.-Ing. Holger Hoppe