



Stadtweiher Erkrath-Hochdahl

Zweite wasserwirtschaftliche Untersuchung



Björnsen Beratende Ingenieure GmbH
Niederlassung Bonn
Acherstraße 13b, 53111 Bonn
Telefon +49 228 945875-0, bce-bonn@bjoernsen.de
Juni 2023, kh, SMü, erk2216240

Inhaltsverzeichnis

Erläuterungsbericht

1	Veranlassung und Überblick	1
2	Prüfung der Grundlagen	2
2.1	Niederschlags- und Klimadaten	3
2.2	Seeverdunstung	4
2.3	Hydraulische Untergrundeigenschaften	5
2.4	Numerisches Grundwassermodell	5
2.5	Folgerungen der Grundlagenprüfung	6
3	Grundwassersituation	6
4	Abdichtung des Sedentaler Bachs	8
5	Auswirkungen auf das Kleinklima	9
6	Anstauversuch 2022/2023	10
6.1	Analytisches Modell	12
7	Beschreibung der Maßnahmen	14
7.1	Variante 1: Ist-Zustand	16
7.2	Variante 2: Abdichtung Weihersohle	17
7.3	Variante 4: Einleitung von Niederschlagswasser	18
7.4	Variante 5: Abdichtung Bachsohle Sedentaler Bach	20
7.5	Kombination aus Variante 4 und 5	21
7.6	Zusammenfassung der Variantenbetrachtung	23
8	Fazit und Empfehlungen weiteres Vorgehen	26

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Berechnete jährliche Seeverdunstung und Niederschlag (an der BRW Station Hochdahl KW) für den Zeitraum 1975 bis 2022	4
Abbildung 2:	Ausschnitt aus der Hydrogeologischen Übersichtskarte (HYK25) [5]	7
Abbildung 3:	Abfluss Sedentaler Bach und Wasserstand Stadtweiher während des Anstauversuchs 2022/2023	11
Abbildung 4:	Wasserbilanz für den Stadtweiher für das Jahr 2022	12
Abbildung 5:	Vergleich zwischen gemessenem und berechnetem Wasserstand im Weiher für den Zeitraum 01.01.2022 bis 25.04.2023	13
Abbildung 6:	Prognostizierte Niederschläge (oben) und Verdunstung (unten) im Untersuchungsraum für den Zeitraum 2023 bis 2050	15
Abbildung 7:	Berechnete Wasserstandsentwicklung für den Stadtweiher im Zeitraum 2022 bis 2050 für die Variante 1 (Ist-Zustand) mit dem analytischen Bilanzmodell	17
Abbildung 8:	Berechnete Wasserstandsentwicklung für den Stadtweiher im Zeitraum 2022 bis 2050 für die Variante 2 (Abdichtung der Weihersohle) mit dem analytischen Bilanzmodell. Zum Vergleich ist die Wasserstandsentwicklung des Ist-Zustandes (Variante 1) ebenfalls dargestellt.	18
Abbildung 9:	Berechnete Wasserstandsentwicklung für den Stadtweiher im Zeitraum 2022 bis 2050 für die Variante 4 (Einleitung von Niederschlagswasser) mit dem analytischen Bilanzmodell. Zum Vergleich ist die Wasserstandsentwicklung des Ist-Zustandes (Variante 1) ebenfalls dargestellt.	19
Abbildung 10:	Berechnete Wasserstandsentwicklung für den Stadtweiher im Zeitraum 2022 bis 2050 für die Variante 5 (Abdichtung Bachsohle Sedentaler Bach) mit dem analytischen Bilanzmodell. Zum Vergleich ist die Wasserstandsentwicklung des Ist-Zustandes (Variante 1) ebenfalls dargestellt.	21
Abbildung 11:	Berechnete Wasserstandsentwicklung für den Stadtweiher im Zeitraum 2022 bis 2050 für die Variantenkombination 4 und 5 mit dem analytischen Bilanzmodell. Zum Vergleich ist die Wasserstandsentwicklung des Ist-Zustandes (Variante 1) ebenfalls dargestellt.	22
Abbildung 12:	Berechnete Wasserstandsentwicklung für den Stadtweiher im Zeitraum 2022 bis 2050 für die Variantenkombination 4 und 5 mit Grundabgabe mit dem analytischen Bilanzmodell. Zum Vergleich ist die Wasserstandsentwicklung des Ist-Zustandes (Variante 1) mit Grundabgabe ebenfalls dargestellt.	23
Abbildung 13:	Vergleich der berechneten langjährigen Wasserstände für die unterschiedlichen Varianten	24

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Mittlere Niederschlagssummen und Höhenlage für die betrachteten Niederschlagsstationen	3
Tabelle 2:	Ergebnisse der Bewertungsparameter für die Langzeitprognosen der einzelnen Varianten mit dem analytischen Modell. Die Berechnungen mit „Grundabgabe“ („+3“) sind jeweils grau hinterlegt. Es ist anzumerken, dass bei den Varianten mit Grundabgabe zu dem berechneten Überlauf noch die 0,5 l/s Grundabgabe hinzukommt.	24
Tabelle 3:	Mittlere jährliche Bilanzen 2023 bis 2050 für den Stadtweiher	25

Anlagen

Reihe A: Übersichten und Zusammenstellungen

A-1	Ergebnisse mit dem numerischen Grundwassermodell
A-1.1	Wasserstandsentwicklung Variante 1 und Variante 1+3
A-1.2	Wasserstandsentwicklung Variante 2 und Variante 2+3
A-1.3	Wasserstandsentwicklung Variante 4 und Variante 4+3
A-1.4	Wasserstandsentwicklung Variante 5 und Variante 5+3
A-1.5	Wasserstandsentwicklung Variante 4+5 und Variante 4+5+3
A-2	Ergebnisse mit dem numerischen Grundwassermodell
A-2.1	Bewertungsmatrix
A-2.2	Vergleich numerisches und analytisches Modell

Reihe B: Übersichten und Pläne

Maßstab

B-1	Übersichtslagepläne	
B-1.1	Übersicht Untersuchungsgebiet	1 : 20.000
B-1.2	Wetterstationen	1 : 75.000
B-2	Modellparameter	
B-2.1	Digitales Geländemodell	1 : 10.000
B-2.2	Basisfläche Modellschicht 1	1 : 10.000
B-2.3	Hydraulische Durchlässigkeiten Modellschicht 1	1 : 10.000
B-2.4	Hydraulische Durchlässigkeiten Modellschicht 2	1 : 10.000

Verwendete Unterlagen

- [1] Gemeinde Hochdahl, Amt Gruitzen
Projekt Hochdahl – Untersuchungen, Entwurf und Antrag zur Anlage eines Stadtweihers im Gebiet Hauptzentrum-Süd, - Bebauungsplan Nr. I2A - Hochdahl, Juli 1969
Verfasser: Dipl.-Ing. J. Jansen, Tiefbaubüro Hochdahl

- [2] Stadt Erkrath
Untersuchung der Zuläufe des Stadtweihers Erkrath-Hochdahl
Erläuterungsbericht
Wuppertal, Dezember 2019
Verfasser: Ingenieurbüro Reinhard Beck GmbH & Co. KG

- [3] Stadt Erkrath
Bilanzmodell – Wasserbauliche Untersuchung zur Vorbereitung des Planungswettbewerbes Maßnahme B 2.3 – Aufwertung Stadtweiher des Integrierten Handlungskonzeptes (InHK) Sandheide
Erläuterungsbericht
Wuppertal, September 2021
Verfasser: Ingenieurbüro Reinhard Beck GmbH & Co. KG

- [4] Preußische Geologische Landesanstalt
Geologische Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern, Maßstab 1 : 25.000
Lieferung 234 – Blatt Mettmann Nr. 4707
Berlin, 1932

- [5] Landesamt für Wasser und Abfall NW
Hydrogeologische Karte von Nordrhein-Westfalen, Maßstab 1 : 25.000
Blatt Mettmann Nr. 4707
Essen, 1992

- [6] Stadt Erkrath
Klimaanpassungskonzept der Stadt Erkrath
Teil A: Klimaanpassungsstrategie
Hannover, März 2021
Verfasser: GEO-NET Umweltconsulting GmbH

- [7] Stadt Erkrath
Klimaanpassungskonzept der Stadt Erkrath
Teil B: Stadtklimaanalyse – Methodik und Ergebnisse
Hannover, Juni 2021
Verfasser: GEO-NET Umweltconsulting GmbH

- [8] Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen (GD NRW)
Bohrungsdatenbank DABO, www.gd.nrw.de
Zuletzt aufgerufen am: 03.11.2022
- [9] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV NRW)
Klimaatlas NRW, www.klimaatlas.nrw.de
Zuletzt aufgerufen am: 20.06.2023
- [10] Löpmeier, F.-J.
Berechnung der Bodenfeuchte und Verdunstung mittels agrarmeteorologischer Modelle
Z. f. Bewässerungswirtsch. 29, 2, 157-167, 1994
- [11] Regierungspräsident Düsseldorf
Bescheid über die Zulassung des vorzeitigen Baubeginns zur Anlage eines Stadtweihers in
Hochdahl
Düsseldorf, 05.06.1973
- [12] Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung BBSR-Portal Klimastadtraum
[https://www.klimastadtraum.de/DE/Arbeitshilfen/ToolboxKLimaanpassung%20im%20Stad-
tumbau/massnahmen/oberflaechengewaesser.html;jsessio-
nid=B6563ED807A5E3F30C69EE3F8E2A88C7.live11293?nn=3028356](https://www.klimastadtraum.de/DE/Arbeitshilfen/ToolboxKLimaanpassung%20im%20Stad-
tumbau/massnahmen/oberflaechengewaesser.html;jsession-
id=B6563ED807A5E3F30C69EE3F8E2A88C7.live11293?nn=3028356)
2022
- [13] Stiles, Hagen, Trimmel
Wirkungszusammenhänge Freiraum und Mikroklima
Wien, 2010

1 Veranlassung und Überblick

Der Stadtweiher in Erkrath-Hochdahl wurde Mitte der 1970er Jahre zur Naherholung der neu entstandenen Stadt Hochdahl angelegt [1]. Der Weiher wurde dabei in den Hauptschluss des Sedentaler Bachs gelegt. Dieser dient (zusammen mit dem Millrather Graben) als Hauptzufluss. Zusätzlich wird der Weiher durch den Kattendahler Graben gespeist. Von den im direkten Umfeld liegenden Gebäuden (Hochhäuser) und Verkehrsflächen (Gesamtfläche ca. 20.000 m²) wird das Niederschlagswasser ebenfalls in den Stadtweiher eingeleitet. Den Ablauf des Stadtweihers bildet wieder der Sedentaler Bach.

Seit einigen Jahren wurde eine deutliche Abnahme des Wasserstandes im Weiher beobachtet, insbesondere im Laufe der meteorologisch sehr trockenen Jahre 2018 bis 2020. Daraufhin wurden unterschiedliche Untersuchungen zur Ursache des Rückgangs durchgeführt [2][3]. Mit der ersten wasserwirtschaftlichen Untersuchung des Stadtweihers [3] wurde ein Bilanzmodell für den Stadtweiher aufgestellt, in dem auch Prognosen bis zum Jahr 2050 berechnet wurden. Die Untersuchung kam zu dem Ergebnis, dass der Weiher in seiner ursprünglichen Größe nicht mehr erhalten werden kann. Bei der Untersuchung wurde eine mögliche Verkleinerung des Stadtweihers betrachtet, nach der der Stadtweiher mit einer Größe von ca. 9.500 m² (ursprüngliche Größe ca. 30.000 m²) in den Hauptschluss des Kattendahler Grabens gelegt wird und der Sedentaler Bach im Nebenschluss als durchgehendes Fließgewässer gestaltet wird.

Ziel der Stadt Erkrath zur Neugestaltung des Stadtweihers ist es dagegen, ihn in seiner ursprünglichen Größe von ca. 30.000 m² und ca. 1,5 m Wasserstand vollständig wiederherzustellen und dauerhaft zu erhalten. Dabei ist die Stadt Erkrath im Rahmen der Entwicklung dieses zentralen Naherholungsgebiets von Hochdahl an einer langfristigen und ökologischen Lösung interessiert, die auch den Zeitraum der nächsten 20 bis 30 Jahre betrachtet. Der Weiher mit seinem Umfeld soll als Bestandteil des Sedentaler Grünzugs als öffentlicher Freiraum dem Erholungszweck der Bevölkerung dienen. Hierfür soll er aufgewertet und nachhaltig entwickelt werden.

Die Maßnahme „Neugestaltung des Stadtweihers“ ist ein wesentlicher Baustein des „Integrierten Handlungskonzeptes Sandheide“, das 2016 politisch beschlossen wurde und mit Bundes- und Landesmitteln der Städtebauförderung bezuschusst wird. Ziele des Programms der Städtebauförderung „Sozialer Zusammenhalt“ sind, die Lebensqualität und Nutzungsvielfalt im Quartier zu erhöhen sowie den Zusammenhalt in der Nachbarschaft zu stärken. Seit 2021 sind außerdem Maßnahmen zum Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel verpflichtende Fördervoraussetzung. Die Ergebnisse dieser zweiten wasserwirtschaftlichen Untersuchung sollen als Grundlage für einen nachgeschalteten Realisierungswettbewerb dienen.

Die Björnson Beratende Ingenieure GmbH (BCE) wurde mit Schreiben vom 01.06.2023 von der Stadt Erkrath beauftragt, die bisherigen Untersuchungsergebnisse aus der ersten wasserwirtschaftlichen Untersuchung [3] zu prüfen und ggf. zu optimieren und im Zuge dessen weitere Maßnahmen zum möglichen Erhalt des Stadtweihers zu betrachten.

Stadt Erkrath

Stadtweiher Erkrath-Hochdahl – Zweite wasserwirtschaftliche Untersuchung

Da die Untersuchung zum Erhalt des Stadtweihers ein großes öffentliches Interesse darstellt, wurde die Untersuchung durch ein Begleitgremium aus jeweils einer personellen Vertretung der politischen Fraktionen sowie interessierten Bürgerinnen und Bürgern begleitet. Nach Abstimmung der Aufgabenstellung in der ersten Sitzung wurden die Methodik und die der Untersuchung in insgesamt drei weiteren Sitzungen des Begleitgremiums vorgestellt und diskutiert.

Wasserrechtliche Situation

In Abstimmung mit dem Kreis Mettmann als zuständige Untere Wasserbehörde wurde die derzeitige wasserrechtliche Situation des Stadtweihers erörtert. Dabei stellte sich heraus, dass der Stadtweiher im Status „Genehmigung des vorzeitigen Baubeginns“ verblieben ist. Auf den Antrag zur Anlage des Stadtweihers [1] erfolgte der Bescheid des Regierungspräsidenten Düsseldorf als Obere Wasserbehörde vom 05.06.1973 mit der Zulassung des vorzeitigen Baubeginns zur Anlage eines Stadtweihers in Hochdahl [11]. Auf dieser Grundlage wurde der Stadtweiher einschließlich Zuläufe, Ausläufe, Sandfänge, etc. gebaut. Die Obere Wasserbehörde verlangte die nachträgliche Durchführung eines Planfeststellungsverfahrens. Dieses Verfahren wurde nicht abgeschlossen und somit ist der Stadtweiher im o. g. Status bis heute verblieben.

Die zukünftig notwendigen Anpassungsmaßnahmen (z. B. Abdichtung der Weihersohle, Änderungen an den Zuläufen, Einleitung von Niederschlagswasser; siehe auch Abschnitte 4 und 7) erfordern eine wasserrechtliche Genehmigung. In diesem Zuge muss auch der Stadtweiher selbst eine abschließende Genehmigung erhalten. Hierfür ist ein gemeinsames Genehmigungsverfahren voraussichtlich als Plangenehmigungsverfahren (ggf. auch ein Planfeststellungsverfahren) anzustreben. Gegenstand ist dann der Stadtweiher einschließlich der Änderungen gemäß der noch festzulegenden Maßnahmenvarianten (siehe Abschnitte 7 und 8).

2 Prüfung der Grundlagen

Zur Prüfung der Grundlagen aus der ersten wasserwirtschaftlichen Untersuchung des Stadtweihers (Bilanzmodell) wurden folgende Daten zur Verfügung gestellt:

- Bilanzmodell/Grundwassermodell (SPRING-Dateien)
- Bericht zum Bilanzmodell [3]

Folgende Daten lagen nicht vor und fehlten entsprechend für eine Plausibilisierung des Modells:

- Das eigentliche Bilanzmodell (als Datei), in dem die Berechnung der einzelnen Bilanzkomponenten erfolgt
- Dokumentation und Erläuterungen zu den einzelnen (SPRING-)Modelldateien und -Parametern

Die Grundlagendaten wurden auf Vollständigkeit und Nachvollziehbarkeit von Bearbeitungsschritten geprüft. Auch die methodischen Ansätze wurden begutachtet.

Grundsätzlich sind die methodischen Ansätze sinnvoll und nachvollziehbar umgesetzt worden. Aufgrund der fehlenden Erläuterungen konnten einzelne Schritte nicht abschließend nachvollzogen werden.

Im Folgenden wird auf einzelne Punkte in der Prüfung ausführlicher eingegangen, da in diesen Bereichen Optimierungspotential bestand:

- Niederschlags- und Klimadaten
- Seeverdunstung
- Hydraulische Untergrundeigenschaften
- Numerisches Grundwassermodell

2.1 Niederschlags- und Klimadaten

In der ersten wasserwirtschaftlichen Untersuchung wurden Niederschlags- und weitere Klimadaten der DWD Station Düsseldorf Flughafen hinzugezogen. Die Station liegt in der Niederrheinischen Bucht auf einer Höhe von 36 mNN. Der Stadtweiher liegt etwa 16 km weiter südöstlich im beginnenden Bergischen Land auf einer Höhe von 68,5 mNN. Dieser Bereich ist bereits von Effekten wie Steigungs-niederschlägen beeinflusst, weswegen die Niederschlagshöhen im Bereich des Stadtweihers deutlich größer ausfallen als am Flughafen Düsseldorf. Dies bestätigen die Niederschlagsdaten der beiden Niederschlagsstationen des Bergisch-Rheinischen Wasserverbandes (BRW) Hochdahl KW (55 mNN) und Hochdahl Sternwarte (133 mNN). Die Tabelle 1 stellt die Niederschlagsdaten der Stationen für die Klimaperiode 1991-2020 und den Betrachtungszeitraum der ersten wasserwirtschaftlichen Studie 2015-2020 gegenüber. Die BRW Station Hochdahl Sternwarte liegt im direkten Einzugsgebiet des Sedentaler Bachs (Anlage B-1.2).

Tabelle 1: Mittlere Niederschlagssummen und Höhenlage für die betrachteten Niederschlagsstationen

Station	Betreiber	Stationshöhe	Mittlerer Niederschlag	
			1991-2020	2015-2020
		[mNN]	[mm/a]	[mm/a]
Düsseldorf Flughafen	DWD	36	751	662
Hochdahl KW	BRW	55	878	796
Hochdahl Sternwarte	BRW	133	917	833

Beim direkten Vergleich zwischen den Stationen Düsseldorf Flughafen und Hochdahl Sternwarte ergibt sich im Einzugsgebiet des Stadtweihers für den Zeitraum 1991-2020 ein im Mittel um 166 mm/a höherer Niederschlag und damit eine bisherige Unterschätzung der Niederschlagshöhen um rd. 22 % in [3].

Daher werden für die weitere Bearbeitung die Niederschlagsdaten der BRW Stationen Hochdahl KW und Hochdahl Sternwarte hinzugezogen.

Für weitere Klimadaten (Temperatur, Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit, Sonnenscheindauer) kann nur auf die Daten der DWD Station Düsseldorf Flughafen zurückgegriffen werden, da keine weiteren Klimastationen im näheren Umfeld existieren.

2.2 Seeverdunstung

Zur bisherigen Berechnung der Verdunstung aus dem Stadtweiher wurde die Methode der Gras-Referenzverdunstung angewendet. In der vorliegenden Studie wird das Verfahren nach Penman [10] für die Verdunstung über einer freien Wasseroberfläche eingesetzt. Für die Berechnungen wurden die Klimadaten der DWD Station Düsseldorf Flughafen herangezogen, welche für diese Daten die nächstgelegene Klimastation darstellt.

Als Eingangsdaten wurden verwendet:

- Lufttemperatur
- relative Luftfeuchtigkeit
- Sonnenscheindauer
- Windgeschwindigkeit

Die berechnete Verdunstung für den Stadtweiher für den Zeitraum 1975 bis 2022 (seit Einrichtung des Stadtweihers) sowie der jährliche Niederschlag an der Station Hochdahl KW sind in der Abbildung 1 dargestellt. Insgesamt zeigen sich keine auffällig großen Unterschiede zu der vorigen Berechnung, bei welcher die Methode der Gras-Referenzverdunstung angewendet wurde. Die mittlere langjährige Seeverdunstung für den Zeitraum 1975 bis 2022 beträgt 745 mm/a, für den Zeitraum 2015 bis 2020 beträgt sie 803 mm/a.

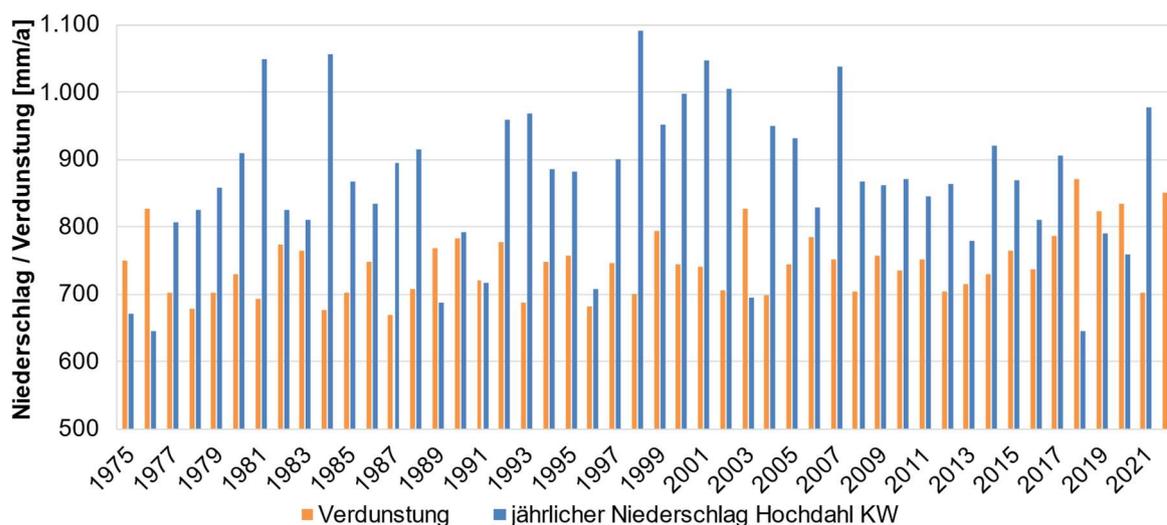


Abbildung 1: Berechnete jährliche Seeverdunstung und Niederschlag (an der BRW Station Hochdahl KW) für den Zeitraum 1975 bis 2022

Die Abbildung 1 stellt den jährlichen Niederschlag den jährlichen Verdunstungsmengen gegenüber. Es zeigt sich, dass die Niederschlagsmengen in den meisten Jahren größer sind als die Verdunstungsmengen. Dies ist jedoch nicht immer der Fall.

In besonders trockenen Jahren (z. B. 1975/76, 1989, 2003) lagen die Verdunstungsmengen höher als die Niederschlagsmengen. Insbesondere die Jahre 2018 bis 2020 waren durch höhere Verdunstungs- als Niederschlagsmengen geprägt. Dies führte in der Folge zusammen mit weiteren Faktoren (siehe weiter unten) zu einer deutlichen Abnahme des Weiherwasserstandes. Auch das Jahr 2022 zeigte wieder geringfügig mehr Verdunstung als Niederschlag.

Im langjährigen Mittel liegen die Niederschlagsmengen jedoch höher als die Seeverdunstung. Grundsätzlich kann gesagt werden, dass sich die Niederschlagsmengen, die direkt auf den Weiher fallen im Mittel etwa ausgleichen mit den Mengen, die von der Seeoberfläche verdunsten, mit einem leichten Überschuss auf der Seite des Niederschlags.

2.3 Hydraulische Untergrundeigenschaften

Für die Durchlässigkeiten der Grundwasserleiter und -nichtleiter wurden in der ersten wasserwirtschaftlichen Untersuchung die Werte aus der Bodenkarte (BK50) verwendet. Diese beziehen sich auf die Bodenarten/Bodentypen und somit meist nur auf die oberste Bodenschicht mit wenigen Dezimeter Mächtigkeit. Das im Untersuchungsgebiet vorliegende Locker- und Festgestein weist deutlich größere Mächtigkeiten (devonische Schichten rd. 100 m) und teilweise andere hydraulische Eigenschaften als der überdeckende Boden auf.

In der vorliegenden Studie wurden die Durchlässigkeiten aus der Geologischen Karte (GK25) [4] und der Hydrogeologischen Karte (HYK25) [5] für den bestehenden komplexen Untergrundaufbau herangezogen. Außerdem konnten für den Bereich um den Brunnen Sandheide der Stadtwerke Erkrath Pumpversuchsauswertungen genutzt werden. Die im überarbeiteten Grundwassermodell umgesetzten Durchlässigkeiten sind in den Anlagen B-2.3 und B-2.4 dargestellt.

2.4 Numerisches Grundwassermodell

Das ursprüngliche Grundwassermodell wurde als 2D Modell aufgebaut und mit einer konstanten Mächtigkeit von 100 m versehen. Aufgrund des komplexen Untergrundaufbaus bietet sich eine Umwandlung in ein 3D Modell an, mit mindestens zwei Modellschichten. Für die Bestimmung der Mächtigkeiten der ersten Modellschicht (Lockergesteinsauflage) wurden Bohrdaten der Bohrdatenbank des Geologischen Dienstes NRW [8] verwendet. Aus diesen wurde mittels Interpolation eine Basisfläche für die erste Modellschicht erstellt. In der Anlage B-2.2 ist die Basisfläche dargestellt sowie die für die Interpolation verwendeten Bohrungen.

Die Entnahmedaten der Stadtwerke Erkrath für die Brunnen Sandheide und Sedental wurden entsprechend im Modell berücksichtigt.

Es wurde eine Optimierung von Randbedingungen vorgenommen. Dies betrifft insbesondere die Festpotentialrandbedingungen, die im bisherigen Modell an drei Stellen unplausibel angesetzt waren. Diese wurden entfernt, und es wurde ein Festpotential an den Knoten angesetzt, wo der Sedentaler Bach den Modellraum im Unterstrom verlässt.

Die Leakage-Parameter (Gewässer-Sohldurchlässigkeit) der Bäche wurden nur geringfügig angepasst.

Weitere Eingangsdaten Parameter für das Grundwassermodell (wie z. B. DGM1 (Anlage B-2.1), Porosität, Feldkapazität, Flächennutzung, Versiegelungsgrad, etc.) sind im bisherigen Modell sinnvoll und plausibel umgesetzt und konnten daher unverändert übernommen werden.

2.5 Folgerungen der Grundlagenprüfung

Da die Datengrundlage des Modells nicht vollständig war, konnten das Bilanzmodell und das numerische Grundwassermodell nicht abschließend und vollständig plausibilisiert werden. Da das eigentliche Bilanzmodell nicht vorlag, konnte dieses nicht plausibilisiert werden. Entsprechend wurde das Bilanzmodell neu aufgestellt.

Im numerischen Grundwassermodell wurden die oben beschriebenen Optimierungen vorgenommen. Grundsätzlich war das Grundwassermodell schwer handhabbar (sehr lange Rechenzeiten) und aufgrund des schwer zu fassenden, vorherrschenden Zwischenabflusses im Einzugsgebiet des Sedentaler Bach, nicht vollständig geeignet, um die Situation nachzubilden. Dennoch ist das numerische Grundwassermodell im Rahmen der akzeptablen Unsicherheiten für die Prognoserechnungen nutzbar. Insgesamt zeigt sich, dass das Grundwassermodell die Abflussmengen in den Bächen Sedentaler Bach und Kattendahler Graben im Vergleich zu den gemessenen Abflüssen eher unterschätzt. Daher werden die Ergebnisse aus dem Grundwassermodell als untere Grenze der Betrachtungen („Worst-Case“) angesehen.

3 Grundwassersituation

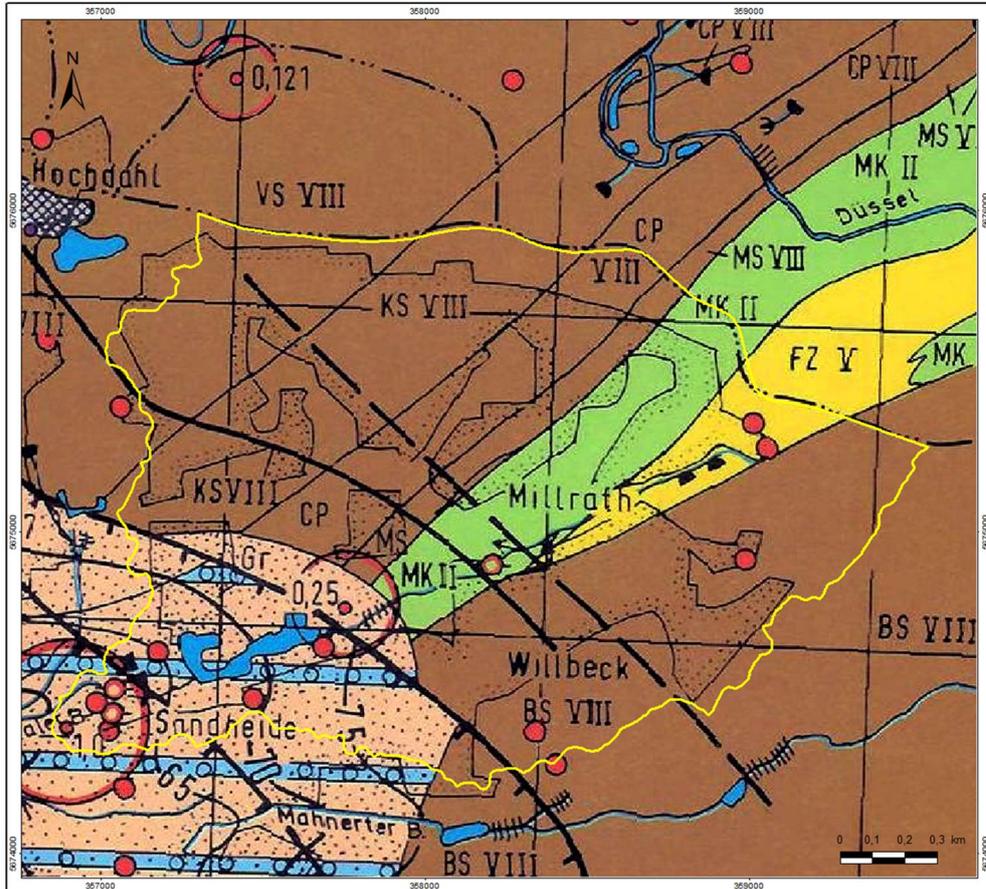
Die Grundwassersituation im Einzugsgebiet des Stadtweihers ist v. a. durch die dortige Geologie geprägt und stellt ein komplexes System dar. Der Untergrund wird maßgebend durch devonische Sedimentgesteine aufgebaut. Dies sind zum einen Tonsteine, die in weiten Bereichen des Untersuchungsgebietes anzutreffen sind [4]. Des Weiteren zieht sich ein devonischer Kalksteinzug von Südwesten nach Nordosten durch das Untersuchungsgebiet, welcher einen maßgebenden Karstgrundwasserleiter in der Region darstellt (Abbildung 2). Aus diesem Grundwasserleiter erfolgen u. a. die Entnahmen zur Trinkwasserversorgung durch die Stadtwerke Erkrath aus den beiden Brunnen Sandheide und Sedental. Tektonisch grenzt das Untersuchungsgebiet im Westen an die niederrheinische Bucht.

Hangend zum Festgestein finden sich Lockergesteinsauflagen. Meist erreichen diese kaum mehr als 2 m Mächtigkeit. Im südwestlichen Bereich des Untersuchungsgebietes, in dem auch der Stadtweiher gelegen ist, erreichen die Schichten jedoch Mächtigkeiten bis zu 20 bis 25 m. Diese Lockergesteine werden hauptsächlich aus Silten und Sanden aufgebaut [4].

Es existieren (mindestens) zwei bekannte tektonische Störungen im Untersuchungsgebiet, die Nordwest-Südost streichen und sowohl unmittelbar westlich als auch unmittelbar östlich des Stadtweihers verlaufen (schwarze Linien mit Querstrichen in Abbildung 2). Dadurch liegt der Stadtweiher auf einer isolierten tektonischen Scholle.

Stadt Erkrath

Stadtweiher Erkrath-Hochdahl – Zweite wasserwirtschaftliche Untersuchung



Farben und Signaturen

	Aufschüttung
	Feiner und grober Mittelsand
	Lehmige Grobkiese der Nebentäler (Düsseltal und Schwarzbachtal)
	Mittel- und Grobkies mit Grobsand, Feinkies und Mittelsand
	Feinsand, grüngrau, mit Glaukonit und Muschellagen (Marin, Grafenberger Feinsand)
	Magerer und fetter Ton mit Kalkseptarien und Pyrit (Räinger Ton)
	Dunkle, plattige, mikritische Kalksteine (PK) und massige Riff- und Riffschutt-Kalksteine, z. T. dolomitisiert (MK)
	Kalkhaltige Tonschiefer mit vereinzelt Kalksteinbänken (FZ) und grobe Konglomerate mit Rotschieferlagen (HK) sowie Kalksteine mit Konglomeratbänken und Quarziten (MB)
	Feldspathaltige Sandsteine mit Tonchiefern, z. T. kalkig
	Ton- und Schiefersteine, in bestimmten Horizonten mit Kalkknollen und vereinzelt Kalklinsen

Abbildung 2: Ausschnitt aus der Hydrogeologischen Übersichtskarte (HYK25) [5]

Ein nennenswerter Grundwasserstrom findet also nur in dem Karstgrundwasserleiter statt. Die Lockergesteine stellen in Bereichen höherer Mächtigkeit einen lokalen, oberflächennahen Grundwasserleiter dar. Daten aus Grundwassermessstellen liegen im Untersuchungsgebiet ausschließlich aus dem

Stadt Erkrath

Stadtweiher Erkrath-Hochdahl – Zweite wasserwirtschaftliche Untersuchung

Karst und den genannten Lockergesteinen vor. Im Bereich der tektonischen Scholle, auf der der Stadtweiher liegt, existieren keine Grundwassermessstellen. Ebenso existieren keine Grundwassermessstellen im Bereich der Tonsteine.

Die Flurabstände im Karst liegen im nordöstlichen Untersuchungsgebiet bei mehreren 10er Metern unter Gelände und zwischen dem Stadtweiher und dem Brunnen Sedental bei wenigen Metern. Entsprechend liegen im Bereich des Kalkzuges fast ausschließlich influente Verhältnisse vor, d. h. aus dem Oberflächengewässer sickert Wasser in den Grundwasserleiter (vgl. Abschnitt 4: Bachschwinden). Die Grundwassermessstellen im oberflächennahen Grundwasserleiter östlich des Stadtweihers sind seit einigen Jahren trocken gefallen.

Abstromig des Stadtweihers im Bereich des Brunnens Sandheide liegen die Flurabstände verhältnismäßig niedriger, und der Sedentaler Bach weist hier stellenweise effluente Verhältnisse auf.

Bei den Planungen zum Stadtweiher in den 1960er und 1970er Jahren [1] lag der Grundwasserspiegel im Bereich des Stadtweihers höher als die Sohle des Weihers. Somit kam es zur Stützung des Weihers durch Grundwasser, d. h. Grundwasser konnte dem Weiher zusickern. Dies war scheinbar in den letzten Jahren nicht mehr der Fall. Bei der Entschlammung des Weihers im Jahr 2020 wurde kein Grundwasser angetroffen. Auch bei Anlegung von zwei Baggerschürfen bis ca. 2 bis 2,5 m unter die Weihersohle im Oktober 2020 (Ende Trockenzeit) wurde kein Grundwasser angetroffen [3].

Im April 2023 wurde auf Empfehlung von BCE im Auftrag der Stadt Erkrath ca. 25 m südlich des Stadtweihers eine Grundwassermessstelle bis in einer Tiefe von ca. 5 m eingerichtet. Die ersten Messungen zeigen einen Grundwasserstand im Bereich von ca. 67,1 m NHN an. Der Wasserspiegel des Stadtweihers liegt bei Vollenfüllung auf einem Niveau von 68,44 m NHN. Dies bedeutet also, dass sich der Grundwasserstand zu diesem Zeitpunkt etwa auf dem Niveau der Weihersohle oder geringfügig darüber befand. Demnach scheint der Grundwasserspiegel zu Nasszeiten durchaus auf das Niveau der Weihersohle anzusteigen. Für eine weitergehende Bewertung im Rahmen der vorliegenden Untersuchung ist der Messzeitraum jedoch zu kurz, um eine detailliertere Bewertung in Bezug auf die Wasserstandsschwankungen im Stadtweiher vornehmen zu können. Dennoch wird empfohlen, den Grundwasserstand regelmäßig weiter aufzuzeichnen.

4 Abdichtung des Sedentaler Bachs

Der Sedentaler Bach fließt auf einer Länge von ca. 750 m durch den Karst und weiter auf einer Länge von ca. 290 m im Bereich der Lockergesteinsüberdeckung des Karstes. Wie in Kapitel 3 beschrieben, liegen in diesem Bereich vorwiegend influente Verhältnisse vor, d. h. Wasser aus dem Sedentaler Bach kann in den Untergrund versickern bevor es den Stadtweiher erreicht. Im Zuge unterschiedlicher Untersuchungen ([2], sowie Untersuchungen der Stadtwerke Erkrath) wurde festgestellt, dass stellenweise sogenannte Bachschwinden vorliegen. Außerdem zeigt sich, dass diese Bachschwinden eine gewisse Dynamik aufweisen. Beispielsweise wurde die vom Ing.-Büro Beck nachgewiesene Bachschwinde auf Höhe der Neuapostolischen Kirche/In den Birken [2] später nicht mehr vorgefunden.

Dies kann sich vermutlich durch Starkregenereignisse und entsprechend erhöhte Durchflussmengen und Strömungen sowie verstärkte Sedimentfracht sehr schnell verändern. Zudem kann es durch Absetzen von Feinsediment zur (zeitweiligen) Abdichtung der Bachsohle kommen. Dadurch wird eine Identifizierung erschwert und macht eine potentielle Abdichtung der Bachsohle einerseits unmöglich und andererseits wenig sinnvoll. Dies betrifft insbesondere die Bereiche, in denen der Bach direkt im Karstbereich verläuft. Eine effektive Abdichtung wäre demnach nur zielführend, wenn der Bach auf der gesamten Länge abgedichtet werden würde. Dies wird jedoch aufgrund des großen Aufwands sowie Eingriffs und der damit verbundenen hohen Kosten als nicht tragbar angesehen.

Im weiteren Verlauf, im Bereich der Lockergesteinsüberdeckung, findet eine Versickerung eher flächenhaft und nicht punktförmig statt. Zudem ist davon auszugehen, dass hier die oben beschriebene Dynamik einer Verschiebung der Versickerung nicht so gegeben ist. Die vorherigen Untersuchungen und die aktuellen durch BCE durchgeführten Abflussmessungen belegen, dass im Bereich zwischen dem Sandfang und dem Stadtweiher auf einer Strecke von ca. 60 m ein nicht unerheblicher Anteil an Wasser durch die Bachsohle versickert. Dies wurde auch durch die regelmäßigen Messungen im Laufe des Anstauversuches 2022/2023 beobachtet.

In diesem Bereich würde sich eine mögliche Abdichtung der Bachsohle positiv auf die Bilanz des Weihers (sprich: erhöhter Zufluss) auswirken. Da sich dieser Bereich in unmittelbarer Nähe des Weihers befindet und zudem den Bereich der Sedenquelle mit einschließt, kann diese Maßnahme im Zuge der weiteren landschaftsplanerischen Umgestaltung des Stadtweihers mitgedacht werden.

5 Auswirkungen auf das Kleinklima

Der Stadtweiher liegt innerhalb eines Ausgleichsraums mit einer hohen bioklimatischen Bedeutung. Der Stadtweiher wirkt am Tag ausgleichend auf das Bioklima in seinem Umfeld. Im Sommer wirken Gewässer wie der Stadtweiher tagsüber kühlend auf ihr nahes Umfeld [6][7]. Dies geschieht durch Verdunstung, höhere Luftfeuchtigkeit und Luftaustausch [12][13]. Auch ist der Bereich bedeutend für den Kaltlufttransport. Der Oberlauf des Sedentaler Bachs stellt einen Korridor für den Transport von Kaltluft in den Siedlungsraum dar.

Dagegen können die nächtlichen Temperaturen unter Umständen höher als die Umgebung sein. Dies geschieht aufgrund der hohen Wärmekapazität von Wasser und des damit verbundenen verringerten Tagesgangs der Lufttemperatur über Gewässern wie dem Stadtweiher. Die Kaltluftproduktion, die maßgeblich auf das nächtliche Temperaturfeld wirkt, findet über dem Stadtweiher nicht statt. Somit kann die Abkühlung nachts verringert werden [6][7].

Nichtsdestotrotz haben Gewässer eine ausgleichende Wirkung auf das Klima in ihrer direkten Umgebung und werden daher auch vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) als Maßnahme zur Anpassung an den Klimawandel empfohlen [12]. Auch das Klimaanpassungskonzept der Stadt Erkrath empfiehlt in seinem Maßnahmenkatalog Aktionsplan Anpassung offene Wasserflächen, über die auch bei anderen als autochthonen Wetterlagen Kalt- und Frischluft transportiert wird [12].

Außerdem wirken Oberflächengewässer positiv auf die Wahrnehmung des Wohnumfeldes und führen zu einer verbesserten Lebensqualität. Das Umfeld des Weihers besitzt eine hohe Aufenthaltsqualität und ist öffentlich sehr gut erreichbar.

Demnach wäre davon auszugehen, dass ein Wegfall oder eine Verkleinerung des Stadt Weihers an heißen Sommertagen eine deutliche Verringerung der kühlenden Wirkung auf sein nahes Umfeld bewirken würde, was sich somit nachteilig auf das Kleinklima auswirkt. Die Veränderungen auf das Kleinklima hängen allerdings maßgeblich von der Art der alternativen Nutzung der dann freiwerdenden Fläche ab. Eine Umwandlung in eine Siedlungsfläche würde eine Verschlechterung des Kleinklimas in fast allen Bereichen zur Folge haben. Andere Nutzungsformen wie z. B. Freiflächen oder Parks würden sich anders als der Stadtweiher auf das Temperaturniveau tagsüber und nachts sowie die Kaltluftschneise auswirken.

6 Anstauversuch 2022/2023

Nach der Entschlammung des Stadt Weihers 2020/2021 wurde unter allen Beteiligten (Stadt Erkrath, Untere Wasserbehörde, Untere Naturschutzbehörde, BRW, Fischereibehörde) abgestimmt, einen sogenannten Anstauversuch durchzuführen. Dieser war zunächst für 6 Monate angesetzt. Jedoch wurde er, um weitere Daten zu gewinnen und da der Zustand des Weihers sich im Laufe des Jahres 2022 zunehmend verbesserte, in Abstimmung mit den zuständigen Behörden mehrmals weiter verlängert, sodass er mindestens bis zum Zeitpunkt der Fertigstellung des vorliegenden Berichtes (Stand Juni 2023) weiter fortgeführt wurde.

Der Anstauversuch wurde durch ein ca. wöchentliches bis 2-wöchentliches Messprogramm von der Stadt Erkrath begleitet. Dabei wurde der Wasserstand des Weihers und der Abfluss des Sedentaler Bachs am Zulauf zum Weiher und an der Straßenunterführung „In den Birken“ gemessen. Zudem wurden besondere Beobachtungen und Ereignisse notiert. Ab März 2023 erfolgten zusätzlich Abflussmessungen am Überlauf des Weihers.

Am 15.12.2021 wurde der Anstauversuch mit dem Verschließen des Schiebers am Ablaufbauwerk gestartet. Im Laufe der ersten Monate 2022 füllte sich der Weiher bis zu einem maximalen Wasserstand von ca. 90 cm (Abbildung 3). Da das Ablaufbauwerk nicht vollständig dicht war, konnte das Wasser ab einem Wasserstand von ca. 70 cm über undichte Holzbohlen aus dem Weiher ablaufen und somit auch nicht höher steigen als ca. 90 cm. Im Laufe des Frühjahrs 2022 fiel der Wasserstand wieder aufgrund geringerer Niederschläge sowie höherer Verdunstung und abnehmender Zuläufe aus den beiden Bächen. Gegen Ende des Sommers 2022 erreichte der Wasserstand seinen niedrigsten Wert mit ca. 27,5 cm. Danach stieg der Wasserstand zunächst sehr gering, ab Dezember 2022 dann deutlich an.

Im Laufe des Jahres 2022 und zum Beginn 2023 wurden weitere Maßnahmen am Weiher und dessen Umfeld durchgeführt:

- 28.07.2022: Der Sedentaler Bach wurde im Park an einem Durchlass (zuvor Engstelle mit Aufstauungen) durch den BRW geräumt

Stadt Erkrath

Stadtweiher Erkrath-Hochdahl – Zweite wasserwirtschaftliche Untersuchung

- 09.01.2023: Das Rohr zur Sedenquelle, wodurch Wasser aus dem Sedentaler Bach in den Bereich der früheren Sedenquelle (inzwischen versiegt) geleitet wurde, wurde verschlossen
- 10.01.2023 / 02.02.2023: Das Ablaufbauwerk wurde mit einer Absperrblase verschlossen

Insbesondere durch die Abdichtung des Ablaufbauwerks konnte sich der Weiher nun wieder vollständig füllen. Somit erreichte der Wasserstand am 28.03.2023 einen Wert von 145 cm (Abbildung 3) und das Wasser konnte über die Überlaufschwelle abfließen. Ab diesem Zeitpunkt wurde auch der Überlauf des Weihers gemessen.

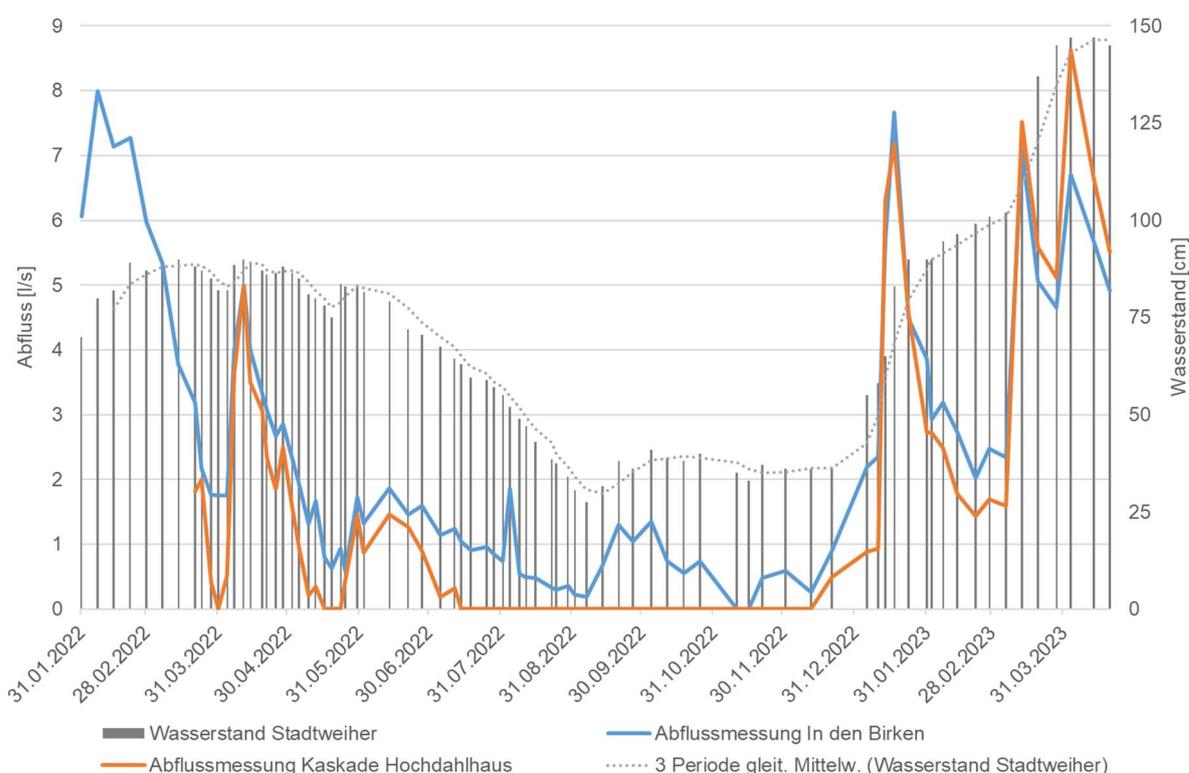


Abbildung 3: Abfluss Sedentaler Bach und Wasserstand Stadtweiher während des Anstauversuchs 2022/2023

Die Daten des Anstauversuchs konnten zudem genutzt werden, um für das Jahr 2022 eine Wasserbilanz für den Stadtweiher aufzustellen. Diese Bilanz ist in der Abbildung 4 graphisch dargestellt.

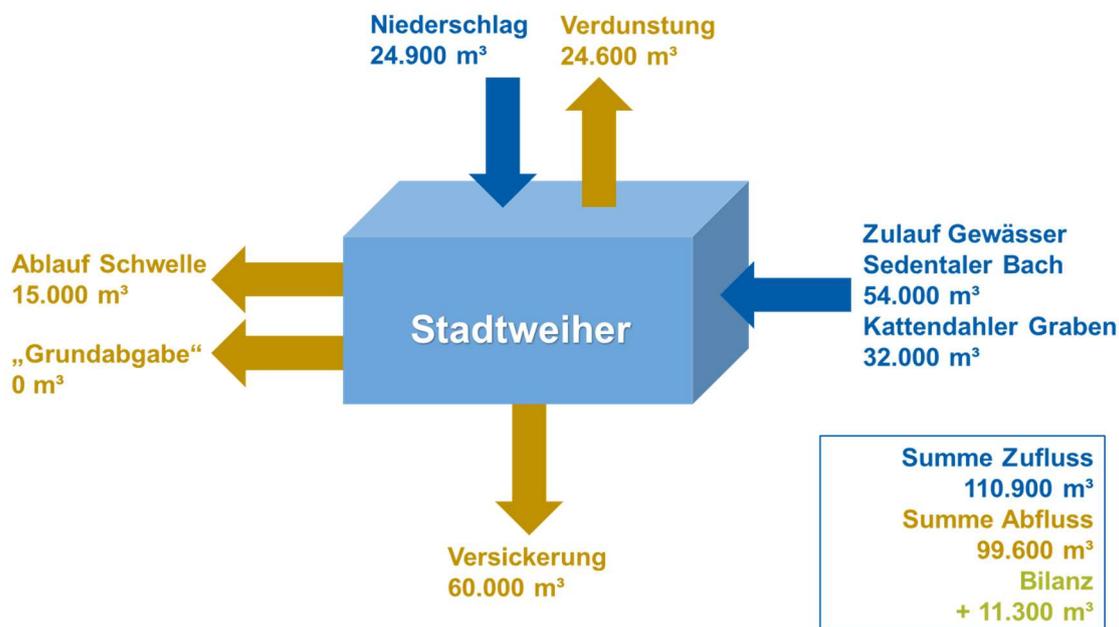


Abbildung 4: Wasserbilanz für den Stadtweiher für das Jahr 2022

Es ergibt sich ein Bilanzüberschuss am Ende des Jahres von ca. 11.000 m³. Dies passt zusammen mit der Beobachtung, dass der Wasserstand am 01.01.2022 sehr niedrig war und etwa ein Jahr später, am 05.01.2023, mit 55 cm deutlich höher war. Dabei entsprechen ca. 11.000 m³ einer Wasserspiegeldifferenz von ca. 38 cm. Insgesamt zeigt sich also eine positive Bilanz trotz unterdurchschnittlicher Niederschlagsmenge und überdurchschnittlicher Verdunstung im Jahr 2022 (siehe Abschnitt 2).

6.1 Analytisches Modell

Aus den Daten des Anstauversuches konnte ein analytisches Modell aufgestellt werden, um die Bilanzen für den Stadtweiher zu berechnen. Dieses analytische Modell wurde gegenüber der ursprünglichen Leistungsbeschreibung zusätzlich aufgebaut, da das numerische Grundwassermodell die Abflussscharakteristik im Untersuchungsgebiet nicht vollständig abbilden kann (siehe auch Abschnitt 2.5). Dabei wurde aus den gemessenen Abflussmengen diese analytische Bilanzierung aufgestellt und daraus der Wasserstand (über die Volumenbeziehung) im Stadtweiher berechnet. Anschließend wurde der berechnete Wasserstand mit dem gemessenen verglichen und das analytische Bilanzmodell daran weiter angepasst. Der Vergleich zwischen gemessenem und berechnetem Wasserstand ist in der Abbildung 5 dargestellt.

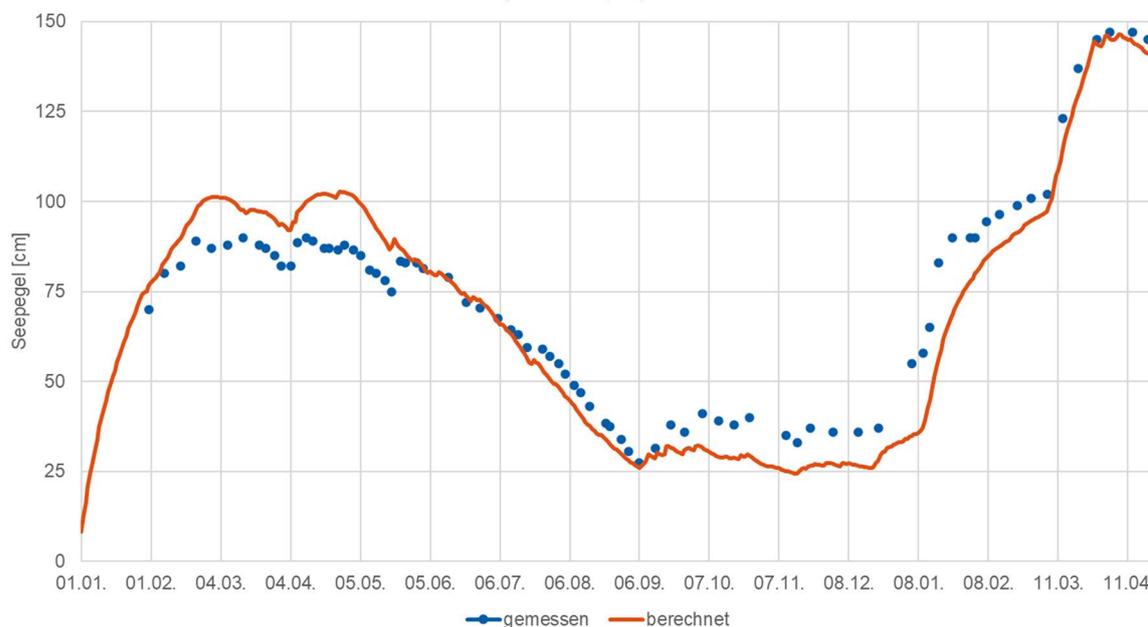


Abbildung 5: Vergleich zwischen gemessenem und berechnetem Wasserstand im Weiher für den Zeitraum 01.01.2022 bis 25.04.2023

Die Abbildung zeigt eine insgesamt gute Anpassung der berechneten Werte an die gemessenen. Geringe Abweichungen zeigen sich z. B. zwischen Mitte Februar und Mitte Mai 2022, wo der berechnete Wasserstand etwas höher liegt. Hier war aufgrund des defekten Ablaufbauwerkes der Überlauf aktiv. Jedoch lagen für die Überlaufmengen keine Messdaten vor, weswegen diese Werte nur abgeschätzt werden konnten. Der Anstieg des Wasserstandes zu Beginn des Jahres 2023 (nach Reparatur des Ablaufbauwerkes) wird dagegen sehr gut wiedergegeben.

Insbesondere der Zeitraum des starken Absinkens des Wasserstands (Juli/August 2022) konnte genutzt werden, um die Versickerung durch die Weihersohle abzuschätzen. Dabei wurde eine Durchlässigkeit der Sohle von ca. $1,5$ bis $2,0 \cdot 10^{-7}$ m/s ermittelt. Dieser Wert entspricht etwa dem ermittelten Wert aus der ersten Studie. Insgesamt können also ca. 60.000 bis 75.000 m³/a durch die Weihersohle versickern.

Aus den Ergebnissen konnte für die beiden Bäche eine Niederschlags-Abfluss-Beziehung abgeleitet werden, die für die späteren Prognoseberechnungen genutzt wurden (siehe Abschnitt 7).

Die Ergebnisse der Abflussmessungen zeigen auch, dass der Verlust (Versickerung) durch die Bachsohle des Sedentaler Bachs insbesondere in Zeiten niedrigen Abflusses deutlich erkennbar ist. Bei höheren Abflüssen ($> ca. 4$ l/s) nach oder während stärkerer Niederschlagsereignisse ist kaum ein Verlust messbar. Dies führt insbesondere zu Zeiten niedrigeren Abflusses zu einem Verlust von potentiell Wasser für den Weiher. Daher kann die oben beschriebene Maßnahme der Abdichtung der Bachsohle zwischen dem Sandfang und dem Weiherzulauf zielführend sein (siehe auch Abschnitte 4 und 7).

Dennoch geht auch im Bereich oberstromig des Sandfangs Oberflächenwasser aufgrund von Versickerung verloren. Aus den in Abschnitt 4 beschriebenen Gründen erscheint eine Abdichtung der Sohle des Sedentaler Bachs im Bereich des Karstes jedoch nicht sinnvoll.

7 Beschreibung der Maßnahmen

Ausgehend von der ersten wasserwirtschaftlichen Untersuchung zum Stadtweiher [3] wurden unterschiedliche Maßnahmen, die zum Erhalt des Weihers führen können, betrachtet. Dabei sind folgende Maßnahmen in den Fokus gerückt:

- Abdichtung der Weihersohle
- Einleitung von Niederschlagswasser von zusätzlichen Flächen (z. B. Dachflächen)
- Abdichtung der Bachsohle des Sedentaler Bachs

Außerdem kann eine Kombination aus Maßnahmen (z. B. Einleitung Niederschlagswasser und Abdichtung Bachsohle) sinnvoll sein und wurde daher entsprechend betrachtet und ausgewertet.

Im Zuge der Betrachtungen wurden, wie auch schon in der ersten Untersuchung, Prognoseberechnungen mit dem Bilanzmodell bis zum Jahr 2050 durchgeführt, um die Auswirkungen der klimatischen Entwicklung in Bezug auf die Maßnahmen zu bewerten.

Für die Prognosen wurden Klimaprojektionen verwendet. Hier kamen ausgehend von der ersten Untersuchung die Projektionen WETTREG2013 zum Einsatz. Diese beinhalten zum einen Niederschlagsdaten und zum anderen weitere Klimadaten, die für die Berechnung der Verdunstung nötig sind (Temperatur, Windgeschwindigkeit, Sonnenscheindauer, Sättigungsdampfdruck). Jedoch wurden für die vorliegende Studie aus den im Abschnitt 2.1 beschriebenen Gründen Szenarien aus WETTREG2013 mit höheren Niederschlägen als in der ersten Studie angesetzt.

Der für die Prognosen angesetzte Niederschlag im Untersuchungsgebiet beträgt im langjährigen Mittel für den Betrachtungszeitraum 2023 bis 2050 rd. 890 mm/a. Dies wird als konservativer Ansatz angesehen, da andere aktuelle Szenarien von noch höheren Jahresniederschlägen ausgehen (z. B. bis 1.028 mm/a im Untersuchungsraum gemäß Klimaatlas NRW RCP8.5 für den Zeitraum 2031 bis 2060 [9]). Grundsätzlich wird also mit einer Zunahme der Niederschläge in den kommenden Jahrzehnten gerechnet, aber auch mit einer Zunahme der Temperaturen und damit der Verdunstung sowie der Evapotranspiration aufgrund einer Verlängerung der Vegetationsphase.

Die Abbildung 6 oben zeigt den prognostizierten Verlauf der Niederschlagsentwicklung 2023 bis 2050 und Abbildung 6 unten die berechnete Seeverdunstung 2023 bis 2050 anhand der WETTREG2013 Prognosedaten. Deutlich erkennbar ist anhand der Jahre 2033 bis 2035 ein Zeitraum mit stark zurückgehenden Niederschlägen und steigender Verdunstung. Dieser Zeitraum kann als Dürre angesehen werden (ähnlich den Jahren 2018 bis 2020, siehe Abschnitt 2.2) und wird hier im Sinne eines „Stress-tests“ bewertet.

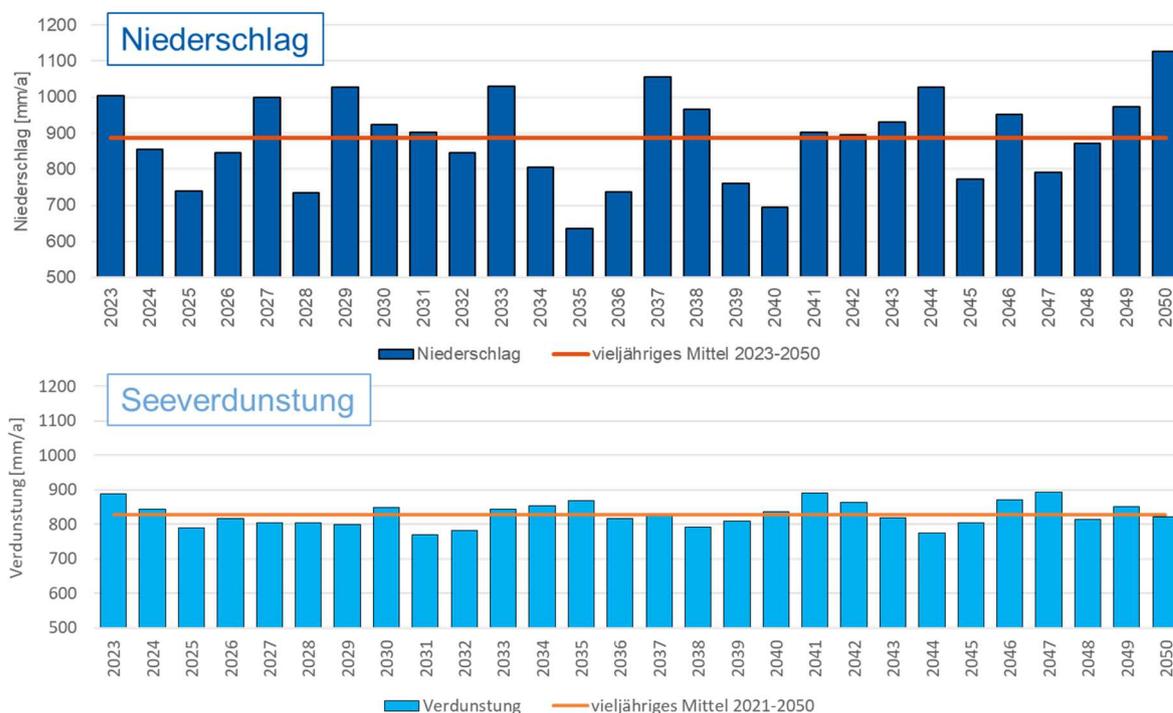


Abbildung 6: Prognostizierte Niederschläge (oben) und Verdunstung (unten) im Untersuchungsraum für den Zeitraum 2023 bis 2050

Im Folgenden werden die Ergebnisse der einzelnen Maßnahmen dargestellt und ausgewertet. Die Gliederung erfolgt folgendermaßen:

- Variante 1: Ist-Zustand
- Variante 2: Abdichtung der Weihersole
- Variante 4: Einleitung von Niederschlagswasser
- Variante 5: Abdichtung Bachsole Sedentaler Bach
- Kombination aus Variante 4 und 5

Bei allen Varianten wird zusätzlich eine Kombination mit einer Grundabgabe (ursprünglich Variante 3) berechnet und ausgewertet. Dabei bedeutet Grundabgabe einen definierten Abfluss aus dem Weiher zur Benetzung des Sedentaler Baches unterhalb des Weihers. Es wird eine konstante Grundabgabe von 0,5 l/s angesetzt.

Die Prognosen werden jeweils mit dem analytischen Bilanzmodell (siehe Abschnitt 6) und dem aus dem numerischen Grundwassermodell umgesetzten Bilanzmodell berechnet. Wie in Abschnitt 2.5 angeführt, werden die Ergebnisse aus dem numerischen Grundwassermodell als untere Grenze angesehen („Worst-Case“-Betrachtung).

„Grundabgabe“

Die Beobachtungen und Abflussmessungen im Laufe des Anstauversuchs haben gezeigt, dass unterstromig des Weihers im Sedentaler Bach ein dauerhafter Abfluss vorliegt. Dieser setzt sich zum einen aus Sickerwasser zusammen, welches aus zwei Drainagerohren innerhalb des Überlaufrohres am Weiherauslass fließt. Die genaue Herkunft dieses Sickerwassers ist unklar.

Zum anderen sickert im weiteren Verlauf Grundwasser (oder Schichtenwasser) im Bachbett aus (effluente Verhältnisse). Die Abflussmengen belaufen sich auf mindestens ca. 0,5 l/s. Dieser Abfluss ist auch vorhanden, wenn der Weiher nicht vollständig gefüllt ist und entsprechend nicht überläuft. Somit ist eine gewisse Grundabgabe gegeben.

Zusätzlich zeigt sich bei den Berechnungen, dass an einer gewissen Anzahl an Tagen im Jahr (je nach Variante, jedoch mindestens ein Drittel des Jahres) der Überlauf aktiv ist und auch mit mindestens 0,5 l/s (je nach Variante) zu rechnen ist.

Grundsätzlich wäre eine Grundabgabe dynamisch zu gestalten, ausgehend von der Dynamik der Abflüsse in den beiden Zulaufbächen. Dies ist auch bereits in ersten Vorabstimmungen mit der zuständigen unteren Wasserbehörde (Kreis Mettmann) diskutiert worden. Da eine Dynamik in den Prognoseberechnungen zunächst nicht umsetzbar ist, wurde mit einem konstanten Wert von 0,5 l/s gerechnet.

7.1 Variante 1: Ist-Zustand

Beim Ist-Zustand werden keine Maßnahmen angesetzt. Diese Variante bezieht sich entsprechend darauf, dass der Weiher in seiner derzeitigen Situation belassen werden würde.

Die mit dem analytischen Bilanzmodell prognostizierte Wasserstandsentwicklung im Weiher für den Ist-Zustand ist in der Abbildung 7 dargestellt. Sie zeigt einen schnellen Anstieg des Wasserstands zu Beginn des Jahres 2023 bis zum Höchststand, wie er im Laufe des Anstauversuchs tatsächlich beobachtet wurde. Im weiteren Verlauf nimmt der Wasserstand, meist in den Sommermonaten, wieder ab und gegen Jahresende wieder zu, bis er den Höchststand (maximal möglichen Füllstand des Weihers) erreicht. Im Prognosezeitraum 2033 bis 2035, welcher eine Folge von sehr trockenen Jahren darstellt (siehe weiter oben), nimmt der Minimalwasserstand immer weiter ab, und im Winter 2034/2035 erreicht der Wasserstand nicht mehr seinen Höchststand. Der minimalste Wasserstand im Betrachtungszeitraum wird im Jahr 2035 mit ca. 87 cm erreicht.

In der Anlage A-1.1 sind die Ergebnisse, die mit dem numerischen Grundwassermodell ermittelt wurden, dargestellt. Wie beschrieben werden die Abflüsse der Bäche etwas unterschätzt und führen somit zu niedrigeren Wasserständen im Weiher. Bei Berücksichtigung der Grundabgabe fällt der Weiher bei der Prognose im Jahr 2035 trocken.

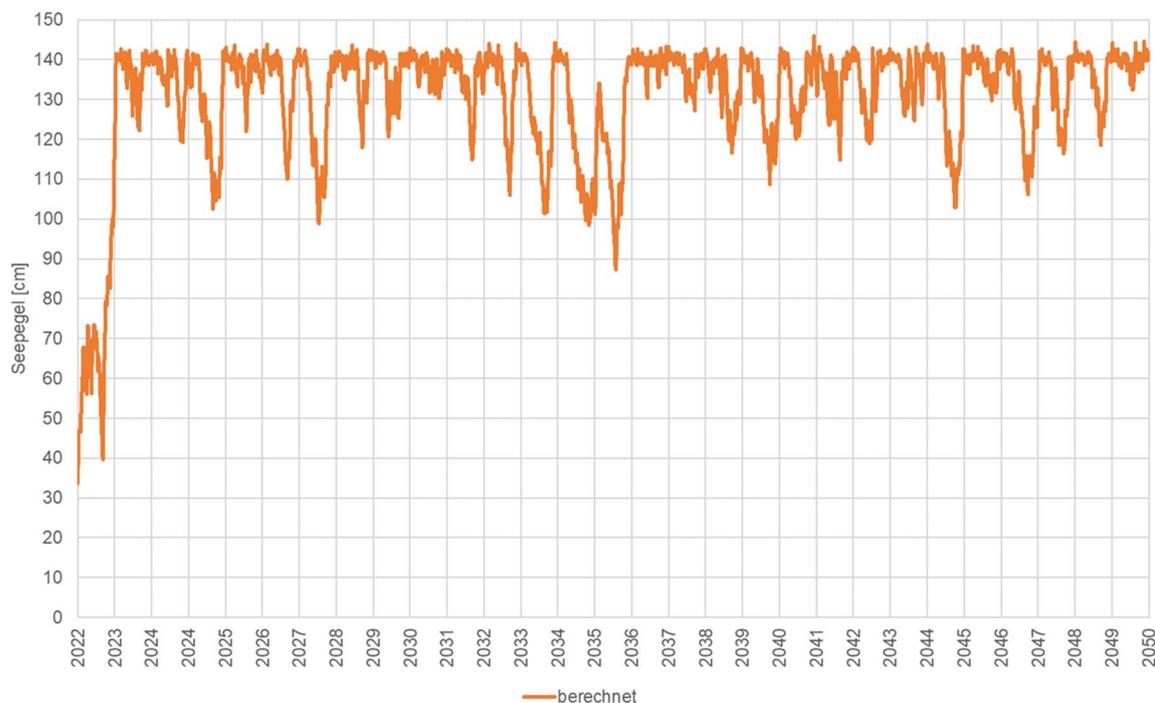


Abbildung 7: Berechnete Wasserstandsentwicklung für den Stadtweiher im Zeitraum 2022 bis 2050 für die Variante 1 (Ist-Zustand) mit dem analytischen Bilanzmodell

7.2 Variante 2: Abdichtung Weihersohle

Die Abdichtung der Weihersohle stellt von den hier betrachteten Maßnahmen diejenige mit dem größten Eingriff und damit auch mit den höchsten Kosten dar. Andererseits erzielt diese Maßnahme auch den größten Effekt hinsichtlich der Reduzierung von negativen Bilanzkomponenten.

In den Betrachtungen wurde für die Abdichtung der Weihersohle eine Durchlässigkeit von $1 \cdot 10^{-8}$ m/s angenommen. Dies entspricht einer üblichen Durchlässigkeit einer mineralischen Abdichtung und ist somit als hydraulisch dicht anzusehen. Geringe Mengen können dennoch versickern.

Die Ergebnisse (Abbildung 8) zeigen, dass der Weiher insgesamt die meiste Zeit des Jahres vollständig gefüllt ist. Es ist mit nur sehr geringen Wasserstandsänderungen zu rechnen. Die Abnahme des Wasserstands beträgt im Mittel nur wenige Zentimeter. Lediglich in den Sommermonaten ist der Überlauf kurzzeitig nicht aktiv. Durch die Abdichtung der Sohle entfällt eine maßgebende Komponente auf der Seite der Abflüsse. Dies zeigt die mittlere Bilanz für den Prognosezeitraum (Tabelle 3) eindrucksvoll.

Die Anlage A-1.2 zeigt die Ergebnisse des numerischen Grundwassermodells. Auch hier ist der Weiher nahezu vollständig gefüllt.

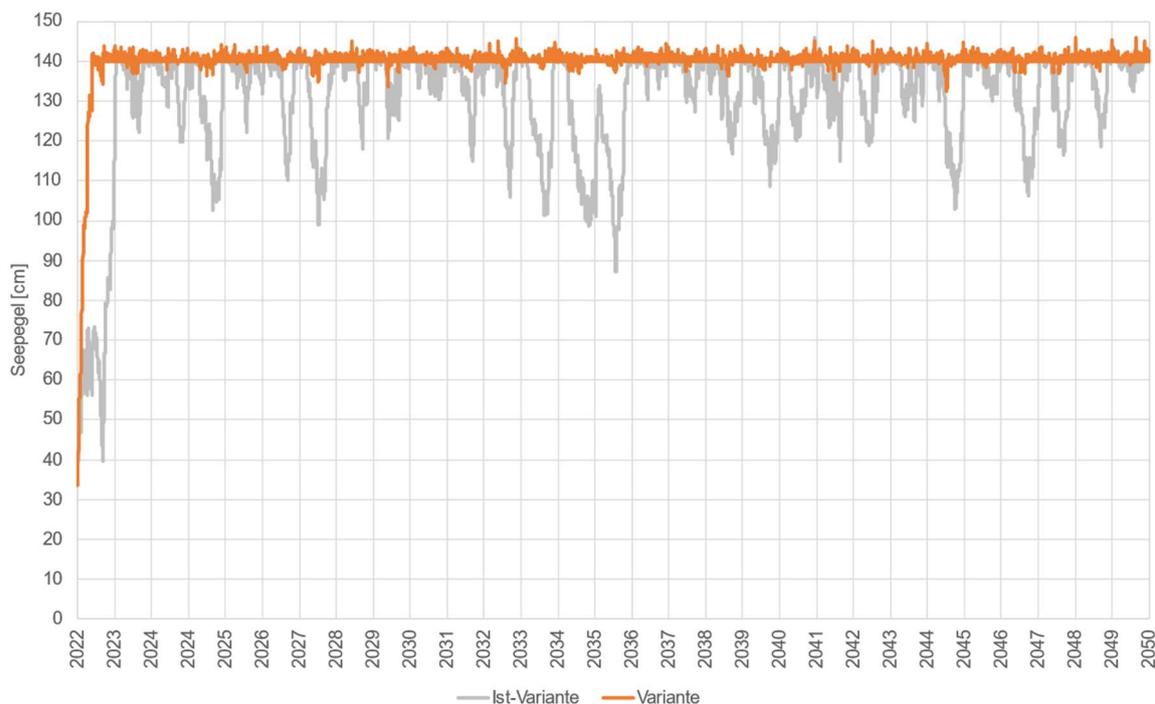


Abbildung 8: Berechnete Wasserstandsentwicklung für den Stadtweiher im Zeitraum 2022 bis 2050 für die Variante 2 (Abdichtung der Weihersohle) mit dem analytischen Bilanzmodell. Zum Vergleich ist die Wasserstandsentwicklung des Ist-Zustandes (Variante 1) ebenfalls dargestellt.

7.3 Variante 4: Einleitung von Niederschlagswasser

Die Stadt Erkrath hat in interner Zusammenarbeit mit dem Abwasserbetrieb (AbE) potentielle Flächen untersucht, die für eine zusätzliche Einleitung in Frage kommen können. Der AbE führt die Prüfung, ob vorhandene Mischwassersysteme in Trennsysteme umgebaut werden können, grundsätzlich im Zuge bevorstehender Sanierungs- und Baumaßnahmen durch. Auch abgesehen vom Stadtweiher ist die Abkopplung/Trennung von Regen- und Schmutzwasser anzustreben, um z. B. keine unnötigen Wassermengen der Kläranlage zuzuleiten und eine ortsnahe Versickerung zu fördern. Die Trennung ist aber nur unter baulich geeigneten Bedingungen und der Berücksichtigung der Wasserbeschaffenheit möglich. Wenn z. B. Regen- und Schmutzwasser bereits im Gebäude vermischt werden, kann diese Trennung kaum erfolgen. Daher ist immer eine Einzelfallprüfung erforderlich und die Umsetzung ist nur unter Mitwirkung der privaten Grundstücks- und Gebäudeeigentümer möglich.

Bei der Prüfung ergaben sich demnach auch Flächen, die aus den oben genannten Gründen für eine Einleitung nicht umsetzbar sind. Dies betrifft u. a. den Bereich des Hochdahler Marktes, den Bereich des Bürgerhauses sowie die Gebäude nordwestlich des Stadtweihers bzw. nordwestlich/westlich der Hochhäuser am Stadtweiher. Ebenso wurde die Einleitung aus der südlichen Fahrbahn Sedentaler Straße bis Haaner Straße geprüft und aufgrund der hohen Belastung des Niederschlagswassers verworfen.

Stadt Erkrath

Stadtweiher Erkrath-Hochdahl – Zweite wasserwirtschaftliche Untersuchung

Darüber hinaus erfordert jede Einleitung in ein Gewässer eine Genehmigung der Unteren Wasserbehörde. Aufgrund der vorhandenen Wasserschutzonen der Brunnen Sandheide und Sedental ist zudem ggf. die Obere Wasserbehörde zu beteiligen.

Im Lauf der Projektbearbeitung haben sich folgende Bereiche als geeignet ergeben:

- Wohnbebauung „Am Eichendorffweg“ südlich des Stadtweihers, potentielle Fläche: ca. 10.000 m²
--> Umsetzung befindet sich aktuell in der Planungs- und Genehmigungsphase
- Wohnbebauung südöstlich des Spielplatzes am Stadtweiher
--> Umsetzbarkeit ist noch zu prüfen

Für die hier dargestellten Ergebnisse wurde eine Netto-Gesamtfläche von 10.000 m² herangezogen. Die Niederschläge wurden entsprechend auf die Fläche umgerechnet. Dies entspricht bei einem mittleren jährlichen Niederschlag im Zeitraum 2023-2050 einer Erhöhung der Wassermenge um ca. 8.900 m³/a.

Die Ergebnisse zeigen, dass bei einem jährlichen Umsatz von rd. 115.000 m³ in der Gesamt-Weiherbilanz, somit ein Potential von ca. 8 % auf der Seite der Zuflüsse möglich ist. Die Wasserstandsentwicklung für den Prognosezeitraum ist in der Abbildung 9 grafisch dargestellt. Es zeigt sich eine leichte Verbesserung gegenüber dem Ist-Zustand.

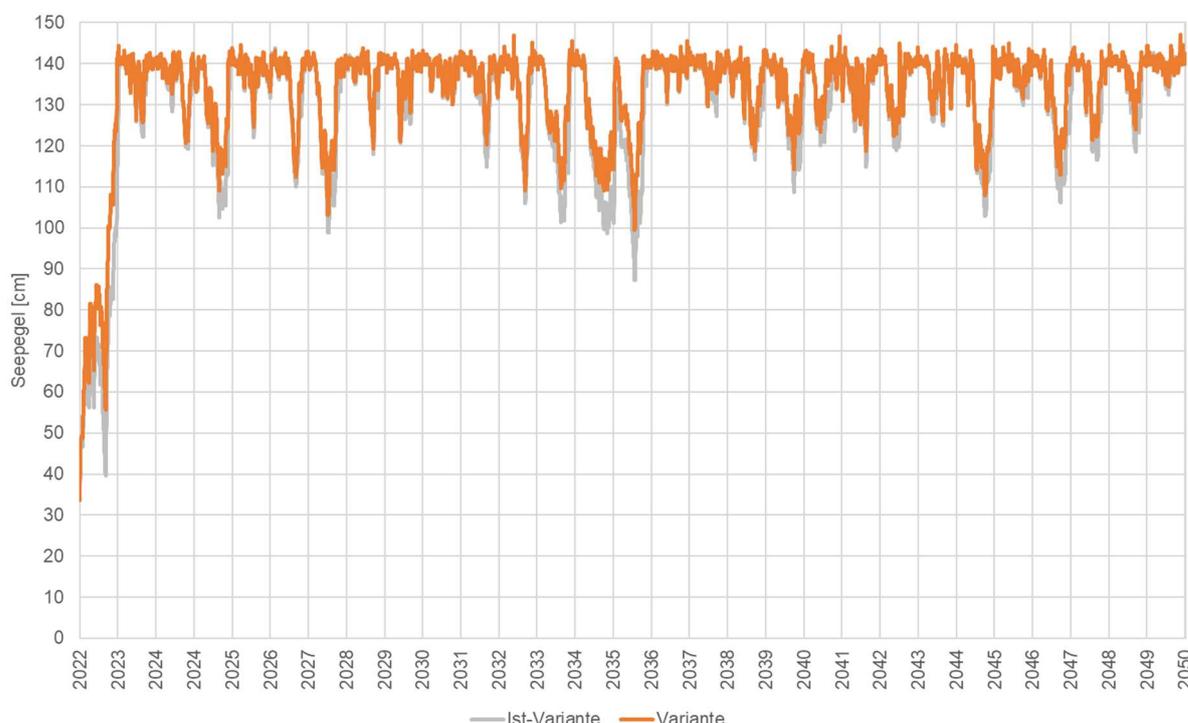


Abbildung 9: Berechnete Wasserstandsentwicklung für den Stadtweiher im Zeitraum 2022 bis 2050 für die Variante 4 (Einleitung von Niederschlagswasser) mit dem analytischen Bilanzmodell. Zum Vergleich ist die Wasserstandsentwicklung des Ist-Zustandes (Variante 1) ebenfalls dargestellt.

In der Anlage A-1.3 sind die Ergebnisse dargestellt, die mit dem numerischen Grundwassermodell ermittelt wurden. Wie schon bei der Variante 1 (Abschnitt 7.1) werden deutlich niedrigere Wasserstände im Weiher berechnet.

Grundsätzlich können weitere Flächen für die Einleitung von Niederschlagswasser in Betracht kommen, auch im Einzugsgebiet des Sedentaler Bachs. Dabei kann dann eine Einleitung in den Bach erfolgen. Es ist dabei auf das vorhandene System (Misch- oder Trennsystem) zu achten sowie darauf, dass unbelastetes Wasser schadensfrei und möglichst ohne aufwändige Aufbereitung genutzt werden kann.

7.4 Variante 5: Abdichtung Bachsohle Sedentaler Bach

Für die Abdichtung der Bachsohle ist der Bereich zwischen dem Sandfang und dem Zufluss zum Weiher in den Fokus gerückt (siehe auch Abschnitt 4). Da der Abfluss am Sandfang nur vereinzelt gemessen wurde, liegen hier keine genauen Mengen vor. Aufgrund der einzelnen Messdaten und der Beobachtungen kann jedoch eine hinreichend genaue Abschätzung vorgenommen werden. Der Vergleich der Abflussmessungen während des Anstauversuchs zwischen den Messstandorten „In den Birken“ und „Kaskade Hochdahlhaus“ zeigt, dass im Jahr 2022 am Standort „In den Birken“ ein um insgesamt rd. 20.000 m³ höherer Abfluss gemessen wurde. Entsprechend versickern große Mengen in den Untergrund. Wie in Abschnitt 4 beschrieben, erscheint eine Abdichtung des Bachbettes im Bereich des Karstes nicht sinnvoll. Die Beobachtung zeigt, dass ein großer Teil der Versickerung zwischen dem Sandfang und dem Stadtweiher stattfindet. Zudem fließt zwischen den beiden Abflussmesspunkten noch der Millrather Graben hinzu, welcher meist konstant im Bereich zwischen 0,5 und 1,0 l/s schüttet. Dadurch, dies ist durch einzelne Messungen während des Anstauversuchs belegt, ist der Abfluss am Sandfang teilweise höher als an der oberstromigen Messstelle „In den Birken“. Die Messwerte legen nahe, dass die Versickerung hauptsächlich im Bereich zwischen dem Sandfang und dem Stadtweiher erfolgt. Bei der Variantenbetrachtung wird jedoch nicht damit gerechnet, dass die gesamte versickerte Menge (ca. 20.000 m³) durch eine Abdichtung in diesem Bereich zurückgehalten wird, da auch andere Bereiche für eine Versickerung in Frage kommen und zudem auch eine Sohlabdichtung nicht vollständig dicht ist. Gemäß dem hier getroffenen Ansatz wurde von einem geschätzten Verlust von rd. 9.000 m³/a ausgegangen, was etwas weniger als der Hälfte entspricht (konservativer Ansatz).

Im Bilanzmodell wurde also eine Erhöhung des Abflusses im Sedentaler Bach um ca. 0,35 l/s (entspricht ca. 11.000 m³/a) angesetzt. Die Ergebnisse zeigen, ähnlich der Variante 4, dass eine geringe Verbesserung der Situation erzielt werden kann (Abbildung 10).

In der Anlage A-1.4 sind die Ergebnisse dargestellt, die mit dem numerischen Grundwassermodell ermittelt wurde. Wie schon bei der Variante 1 (Abschnitt 7.1) werden deutlich niedrigere Wasserstände im Weiher berechnet.

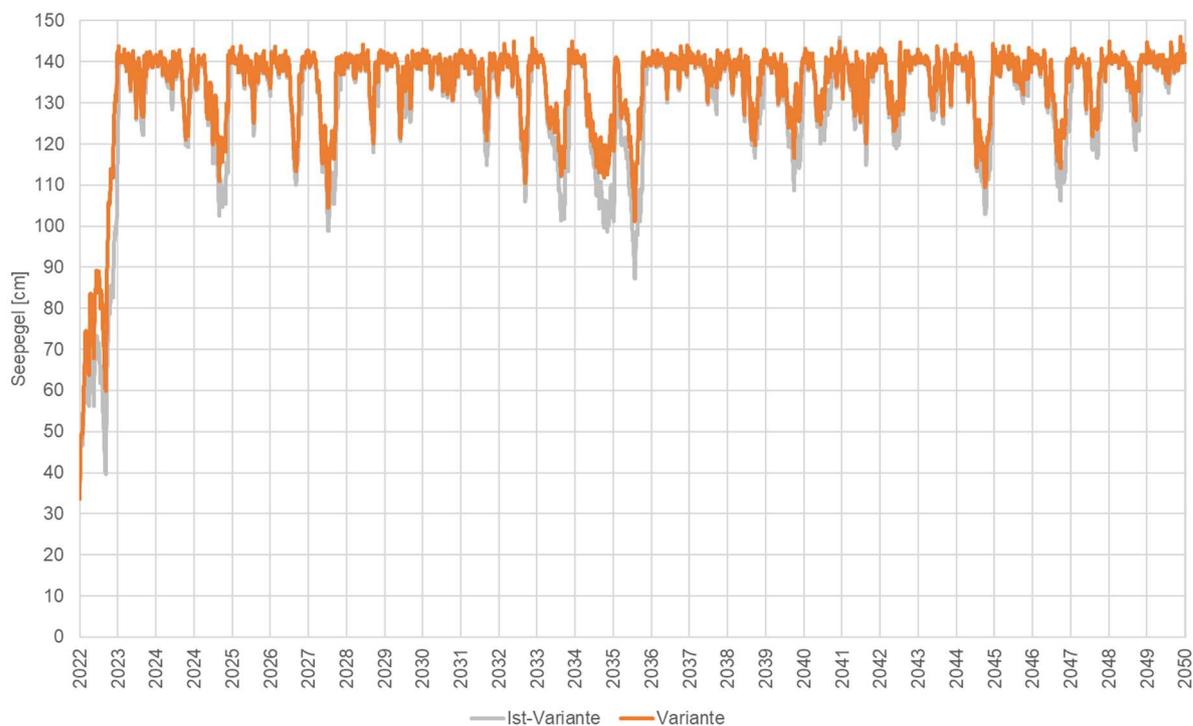


Abbildung 10: Berechnete Wasserstandsentwicklung für den Stadtweiher im Zeitraum 2022 bis 2050 für die Variante 5 (Abdichtung Bachsohle Sedentaler Bach) mit dem analytischen Bilanzmodell. Zum Vergleich ist die Wasserstandsentwicklung des Ist-Zustandes (Variante 1) ebenfalls dargestellt.

7.5 Kombination aus Variante 4 und 5

Im Laufe der Bearbeitung zeigte sich, dass die Kombination aus den Varianten 4 und 5 eine zielführende Kombination sein kann, da sich hierbei zwei Maßnahmen ergänzend positiv auf die Bilanz auswirken.

Die Ergebnisse zeigen (Abbildung 11), dass die Kombination der Varianten 4 und 5 zu einer Verbesserung der Situation gegenüber dem Ist-Zustand beiträgt. Der absolute Mindestwasserstand im Jahr 2035 liegt 20 cm höher als beim Ist-Zustand und der langjährige mittlere Mindestwasserstand um ca. 8 cm.

Stadt Erkrath

Stadtweiher Erkrath-Hochdahl – Zweite wasserwirtschaftliche Untersuchung

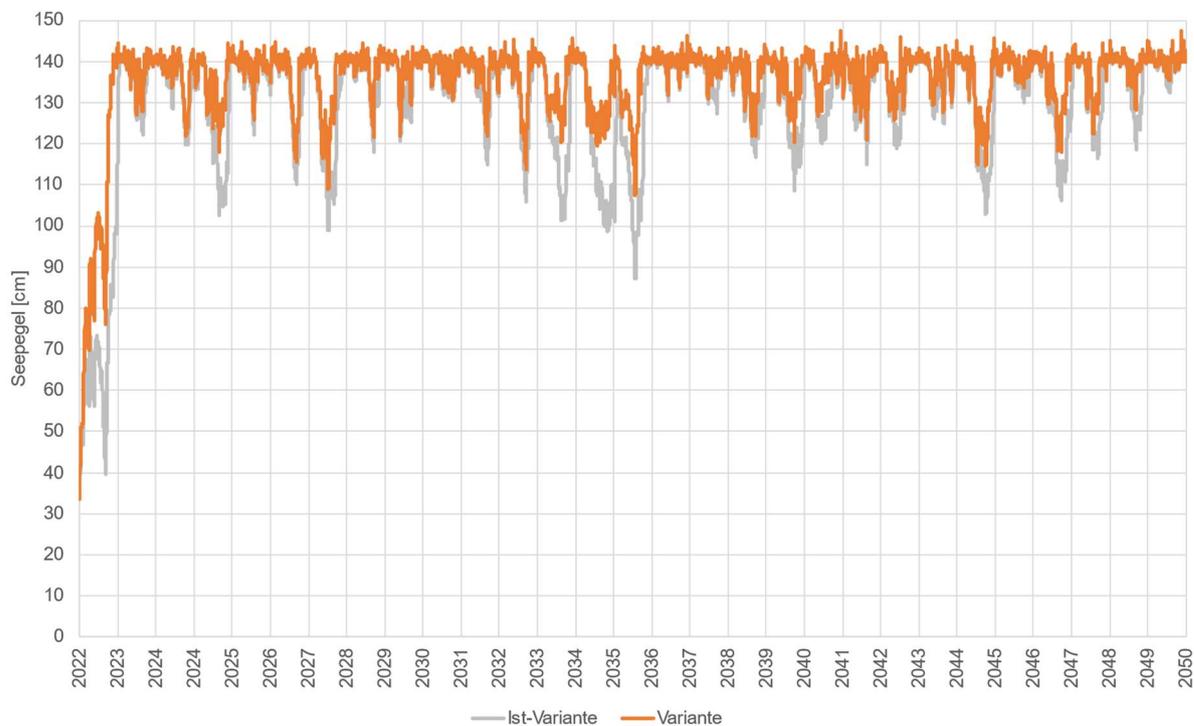


Abbildung 11: Berechnete Wasserstandsentwicklung für den Stadtweiher im Zeitraum 2022 bis 2050 für die Variantenkombination 4 und 5 mit dem analytischen Bilanzmodell. Zum Vergleich ist die Wasserstandsentwicklung des Ist-Zustandes (Variante 1) ebenfalls dargestellt.

In der Abbildung 12 ist die Variantenkombination 4 und 5 mit zusätzlicher Grundabgabe von konstant 0,5 l/s dargestellt. Es zeigt sich eine deutliche Verbesserung gegenüber dem Ist-Zustand mit Grundabgabe. Dennoch ist hier mit deutlichen Wasserstandsschwankungen zu rechnen. Letztendlich bleibt dies von der genauen Regulierung einer möglichen Grundabgabe abhängig. Eine konstante Grundabgabe, wie sie hier zu den Wasserstandsschwankungen führt, würde zu einer zu großen Schwankung im Weiherwasserstand führen, was so nicht mehr akzeptabel wäre. Überlauf und Grundabgabe zusammen würden in diesem Fall ca. 1,7 l/s liefern.

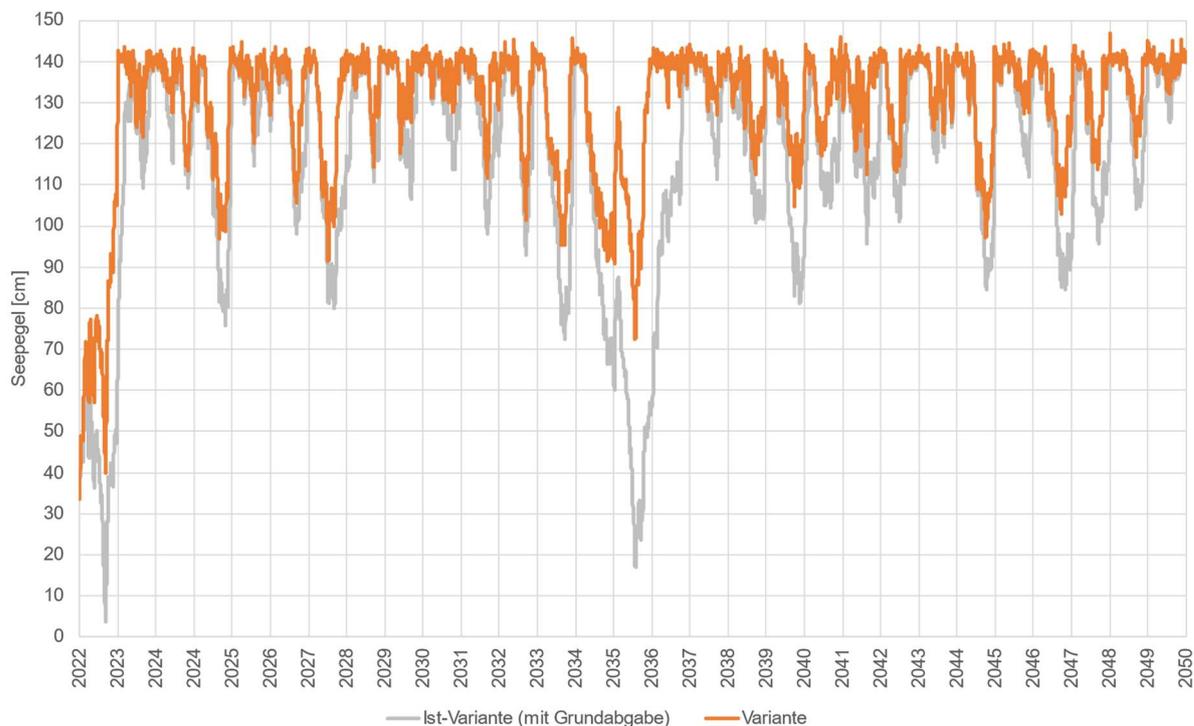


Abbildung 12: Berechnete Wasserstandsentwicklung für den Stadtweiher im Zeitraum 2022 bis 2050 für die Variantenkombination 4 und 5 mit Grundabgabe mit dem analytischen Bilanzmodell. Zum Vergleich ist die Wasserstandsentwicklung des Ist-Zustandes (Variante 1) mit Grundabgabe ebenfalls dargestellt.

Die Ergebnisse mit dem numerischen Grundwassermodell (Anlage A-1.5) zeigen auch hier niedrigere Wasserstände. Die Variante 4+5 (ohne Grundabgabe) zeigt ein absolutes Minimum ca. 15 cm unter dem mit dem analytischen Modell ermittelten Minimum.

7.6 Zusammenfassung der Variantenbetrachtung

Zur Bewertung der unterschiedlichen Varianten und deren Auswirkungen auf die Bilanz des Stadtweihers wurden die Ergebnisse einander gegenübergestellt. Als Bewertungsmaßstab wurden hierfür folgende berechnete Parameter für die einzelnen Varianten als Indikatoren gegenübergestellt, bezogen auf den Betrachtungszeitraum 2023 bis 2050:

- Langjähriger mittlerer Weiherwasserstand
- Langjähriger mittlerer Mindestwasserstand
- Absoluter Mindestwasserstand
- Abflussmenge Überlauf
- Anzahl Tage im Jahr, an denen der Überlauf aktiv ist

Die Tabelle 2 gibt eine Übersicht über die o. g. Parameter und in der Abbildung 13 sind die Parameter zum Wasserstand grafisch dargestellt. Hierbei ist erkennbar, dass die Variante 2 – sowohl mit als auch ohne Grundabgabe – die höchsten Wasserstände und die geringsten Schwankungen aufweist. Die nächste Variante stellt die Kombination aus Variante 4 und 5 dar.

Stadt Erkrath

Stadtweiher Erkrath-Hochdahl – Zweite wasserwirtschaftliche Untersuchung

Tabelle 2: Ergebnisse der Bewertungsparameter für die Langzeitprognosen der einzelnen Varianten mit dem analytischen Modell. Die Berechnungen mit „Grundabgabe“ („+3“) sind jeweils grau hinterlegt. Es ist anzumerken, dass bei den Varianten mit Grundabgabe zu dem berechneten Überlauf noch die 0,5 l/s Grundabgabe hinzukommt.

Varianten	Langjähriger mittl. Wasserstand	Langjähriger mittl. Mindestwasserstand	Absoluter Mindestwasserstand	Überlauf	Überlauf aktiv, Anzahl Tage im Jahr
	[cm]	[cm]	[cm]	[l/s]	[d]
Var. 1	133	115	87	1,0	123
Var. 1+3	121	92	17	0,5	365
Var. 2	140	137	133	2,8	315
Var. 2+3	140	134	128	2,3	365
Var. 4	135	119	99	1,3	142
Var. 4+3	127	102	42	0,8	365
Var. 5	136	120	101	1,4	150
Var. 5+3	128	104	48	0,9	365
Var. 4+5	137	123	107	1,7	167
Var. 4+5+3	132	111	72	1,2	365

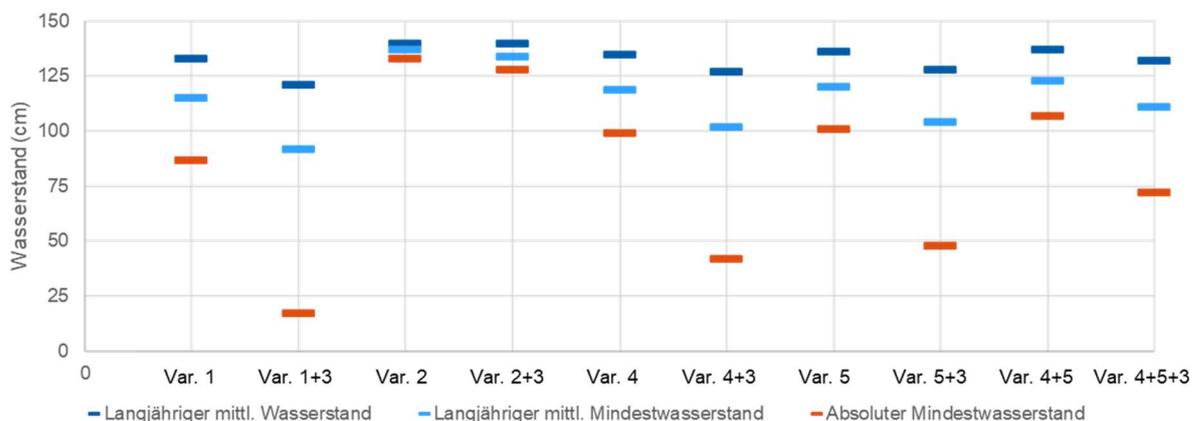


Abbildung 13: Vergleich der berechneten langjährigen Wasserstände für die unterschiedlichen Varianten

Grundsätzlich ist bei allen Varianten (bis auf Variante 2) damit zu rechnen, dass der Wasserstand im Weiher in den Sommermonaten absinkt. Dies ist aufgrund der Abnahme der Zuflüsse im Sommer und der erhöhten Verdunstung unvermeidbar und bis zu einem gewissen Maße akzeptabel. Die Uferböschung des Weihers ist verhältnismäßig steil, am Nordrand zur Bebauung sogar senkrecht. Daher wirken sich die Wasserstandsschwankungen nicht sehr stark auf die Wasserfläche aus. Dennoch ist auch insbesondere unter ökologischen Gesichtspunkten (Uferbepflanzung, ggf. Fischbesatz) ein Mindestwasserstand festzulegen, welcher als Schutzziel zu definieren ist.

Stadt Erkrath

Stadtweiher Erkrath-Hochdahl – Zweite wasserwirtschaftliche Untersuchung

Die mittleren jährlichen Bilanzen für den Zeitraum 2023 bis 2050 für die jeweiligen Varianten und Variantenkombinationen sind in der Tabelle 3 zusammengefasst. Die Bilanzen sind nicht exakt ausgeglichen, es liegen Bilanzfehler bis maximal 0,6 % vor. Dies ist auf Rundungsfehler und die Bildung der Jahresmittelwerte zurückzuführen. Die Fehler sind jedoch vernachlässigbar klein.

Tabelle 3: Mittlere jährliche Bilanzen 2023 bis 2050 für den Stadtweiher

		Var. 1	Var. 1+3	Var. 2	Var. 2+3	Var. 4	Var. 4+3	Var. 5	Var. 5+3	Var. 4+5	Var. 4+5+3
Niederschlag auf Seefläche	m³/a	26305	26305	26305	26305	26305	26305	26305	26305	26305	26305
Zufluss Sedentaler Bach	m³/a	57586	57586	57586	57586	57586	57586	68773	68773	68773	68773
Zufluss Kattendahler Graben	m³/a	32960	32960	32960	32960	32960	32960	32960	32960	32960	32960
Einleitung	m³/a	0	0	0	0	8857	8857	0	0	8857	8857
Summe Zuläufe	m³/a	116851	116851	116851	116851	125708	125708	128038	128038	136895	136895
Seeverdunstung	m³/a	-24608	-24608	-24608	-24608	-24608	-24608	-24608	-24608	-24608	-24608
Versickerung	m³/a	-60225	-60225	-3650	-3650	-60225	-60225	-60225	-60225	-60225	-60225
Überlauf	m³/a	-31798	-15536	-88671	-72959	-40930	-24707	-43283	-27131	-52144	-36303
Grundabgabe	m³/a	0	-15768	0	-15768	0	-15768	0	-15768	0	-15768
Summe Abläufe	m³/a	-116631	-116137	-116929	-116985	-125763	-125308	-128116	-127732	-136977	-136904
Differenz Zuläufe - Abläufe	m³/a	220	714	-78	-134	-55	400	-78	306	-82	-9
Bilanzfehler	%	0,2	0,6	-0,1	-0,1	0,0	0,3	-0,1	0,2	-0,1	0,0

Die Berechnungen mit dem numerischen Modell als untere Grenze zeigen größere Wasserstandsschwankungen. Die Ergebnisse sind analog zu den Ergebnissen des analytischen Modells (Tabelle 2 und Abbildung 13) in der Anlage A-2 dargestellt. Im Ist-Zustand mit Beachtung der Grundabgabe (Variante 1+3) fällt der Weiher im Prognosejahr 2035 trocken. Ansonsten wird kein Trockenfallen berechnet, wenn auch bei Beachtung der Grundabgabe (Varianten „+3“) das Abfallen des Wasserstandes deutlich kritischere Werte erreicht. Jedoch auch für diese untere Grenze zeigt die Variante 2, dass der Weiher erhalten bleiben kann. Ebenso ähnlich sind die Ergebnisse bei der Variantenkombination 4+5, wo jedoch mit entsprechenden Wasserstandsschwankungen zu rechnen ist.

Insgesamt wird das analytische Modell aufgrund der größeren Unsicherheiten im numerischen Grundwassermodell (siehe Abschnitte 2, 6.1 und 7) für aussagekräftiger gehalten.

8 Fazit und Empfehlungen weiteres Vorgehen

Das Bilanzmodell aus der ersten wasserwirtschaftlichen Untersuchung zum Stadtweiher in Hochdahl wurde in der vorliegenden Studie geprüft und an wesentlichen Stellen optimiert. Dabei ergab sich Optimierungspotential bei der verwendeten Datengrundlage, dem numerischen Grundwassermodell und dem eigentlichen Bilanzmodell.

Der Anstauversuch 2022/2023 wurde ausgewertet und aus den Ergebnissen konnte zusätzlich ein analytisches Bilanzmodell aufgestellt werden. Anschließend erfolgte eine parallele Auswertung des numerischen sowie des analytischen Modells. Da das numerische Modell die Abflussmengen aus den beiden Bächen, insbesondere aus dem Kattendahler Graben, unterschätzt, werden die Ergebnisse des numerischen Modells als „untere Grenze“ in der Auswertung betrachtet.

Gegenüber der ersten wasserwirtschaftlichen Untersuchung zum Stadtweiher konnte die vorliegende Studie mit einer deutlich verbesserten Datenlage arbeiten. Da nun über deutlich umfangreichere Abflussmessungen und den Messdaten aus dem Anstauversuch die Abflussmengen der beiden Zulaufbäche deutlich genauer bestimmt werden konnten, ergab sich, dass die tatsächlichen Abflussraten bzw. Zuflussraten zum Weiher etwa um den Faktor drei höher liegen als in der ersten Studie angenommen. Dies verbesserte die Ausgangslage für die Bilanzberechnungen deutlich.

In einer Variantenstudie wurden mittels Klimaprojektionen Langzeitprognosen bis zum Jahr 2050 für die Weiherbilanz berechnet. Die Ergebnisse stellen eine untere Grenze der derzeit zu erwartenden Entwicklung dar, da aktuelle Klimaprojektionen teilweise mit noch höheren Niederschlägen für den Untersuchungsraum rechnen.

Es zeigt sich, dass mit einer Abdichtung der Weihersole (Variante 2) der Weiher vollständig erhalten werden kann und der Wasserspiegel im Weiher im Jahresverlauf nur vergleichsweise geringe Schwankungen aufweist.

Bei der Betrachtung der Varianten 4 (Einleitung von Niederschlagswasser von umliegenden Gebäuden und Flächen) und 5 (Abdichtung der Bachsole eines Teilabschnittes des Sedentaler Bachs) zeigt sich, dass die Kombination dieser beiden Varianten sinnvoll erscheint, da die Einzelvarianten nur verhältnismäßig geringe Auswirkungen auf eine Verbesserung der Situation aufweisen. Bei der Variantenkombination ist mit jahreszeitlich bedingten Schwankungen des Wasserspiegels zu rechnen.

Die vorliegende Studie hat ausschließlich den mengenmäßigen Zustand des Stadtweihers zum Gegenstand. Im Zuge einer weiteren Planung muss eine Definition von Schutzziele erfolgen (beispielsweise ein mittlerer Mindestwasserstand). Hierzu sind zusätzliche ökologische Betrachtungen notwendig, die die Gewässergüte (z. B. hinsichtlich Phosphatgehalt und Algenwachstum) und auch die Gewässerökologie (dies betrifft u. a. die Uferbepflanzung und einen möglichen Fischbesatz) beachten. Abhängig davon und in Abstimmung mit den zuständigen Behörden (Wasserbehörde, Naturschutzbehörde, BRW, Fischereibehörde) ist schließlich auch die Grundabgabe aus dem Stadtweiher zu definieren.

Stadt Erkrath

Stadtweiher Erkrath-Hochdahl – Zweite wasserwirtschaftliche Untersuchung

Zur weiteren Datenerhebung und zur Überwachung der Zu- und Abflüsse des Stadtweihers empfiehlt sich die Einrichtung einer kontinuierlichen Messung. Dies würde den Zulauf Sedentaler Bach, den Zulauf Kattendahler Graben sowie den Ablauf aus dem Stadtweiher betreffen.

Aufgestellt:

Dr. Klaus Haaken

Bonn, Juni 2023

Björnsen Beratende Ingenieure GmbH



ppa. Dr. Stephan Klose



i. A. Dr. Klaus Haaken



Stadtweiher Erkrath-Hochdahl

Zweite wasserwirtschaftliche Untersuchung

Anlagen



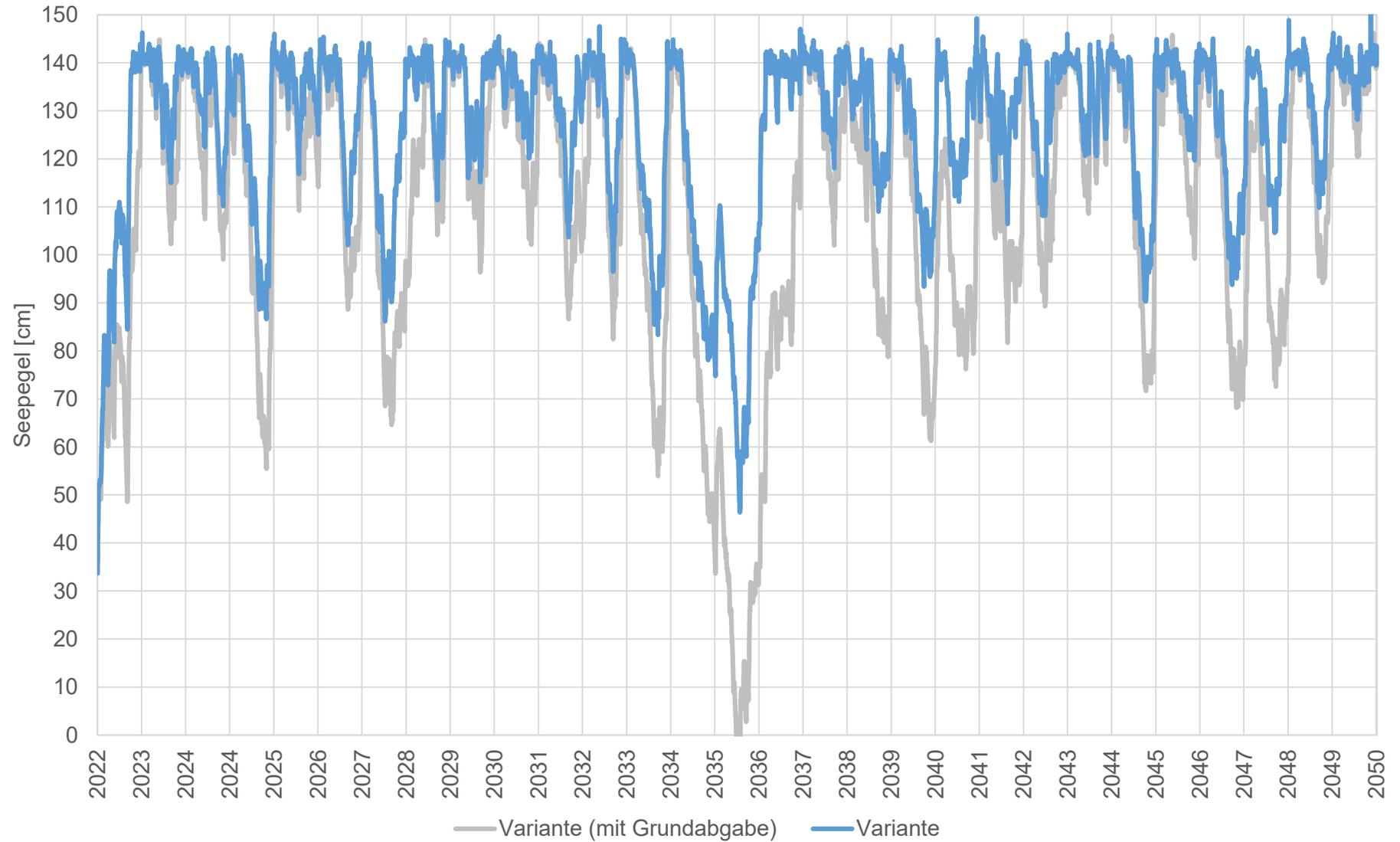
Björnsen Beratende Ingenieure GmbH
Niederlassung Bonn
Acherstraße 13b, 53111 Bonn
Telefon +49 228 945875-0, bce-bonn@bjoernsen.de
Juni 2023, kh, SMü, erk2216240

Stadt Erkrath

Zweite Wasserwirtschaftliche Untersuchung Stadtweiher Hochdahl

Ergebnisse mit dem numerischen Grundwassermodell - Variante 1 und Variante 1+3

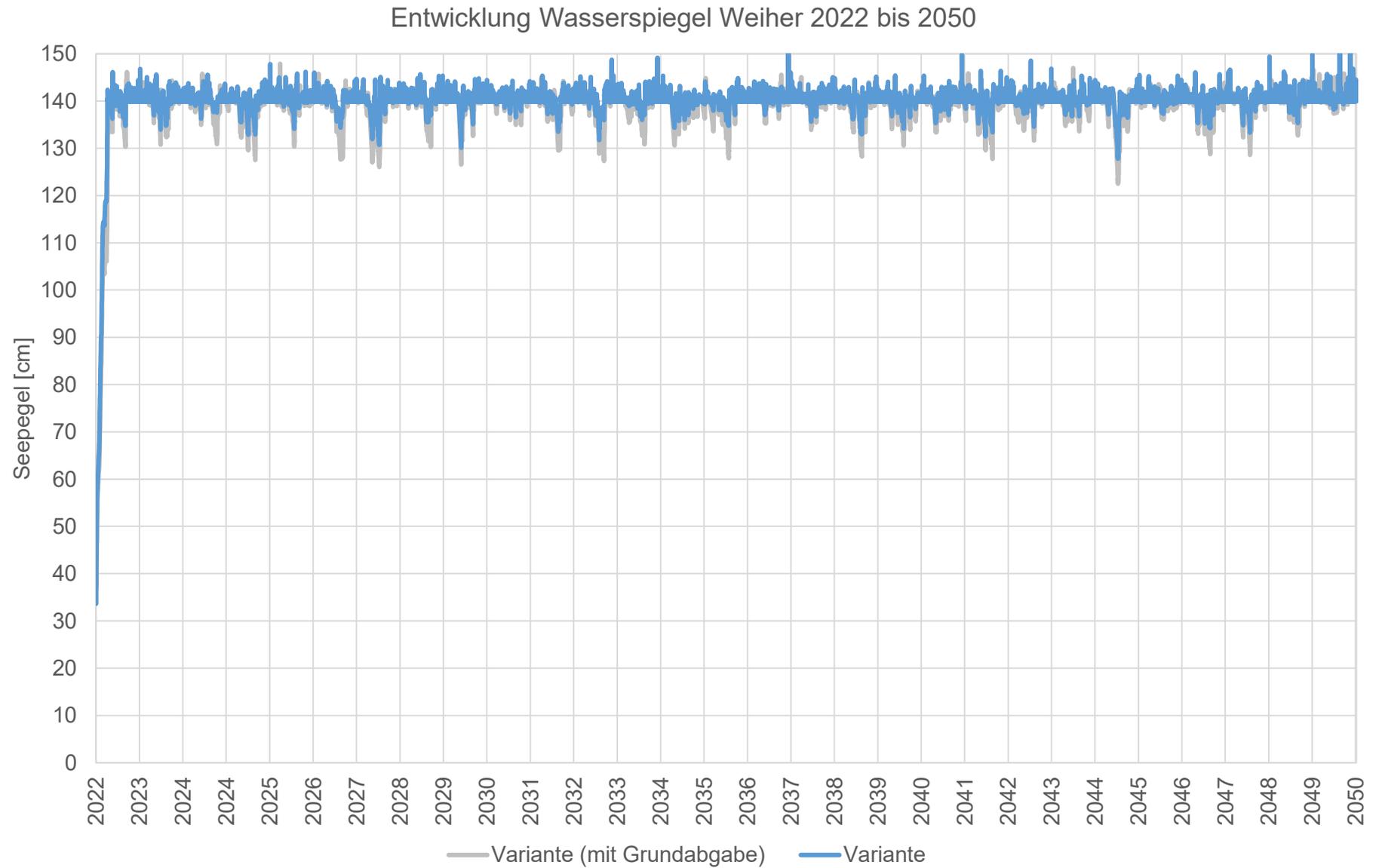
Entwicklung Wasserspiegel Weiher 2022 bis 2050



Stadt Erkrath

Zweite wasserwirtschaftliche Untersuchung Stadtweiher Erkrath

Ergebnisse mit dem numerischen Grundwassermodell - Variante 2 und Variante 2+3

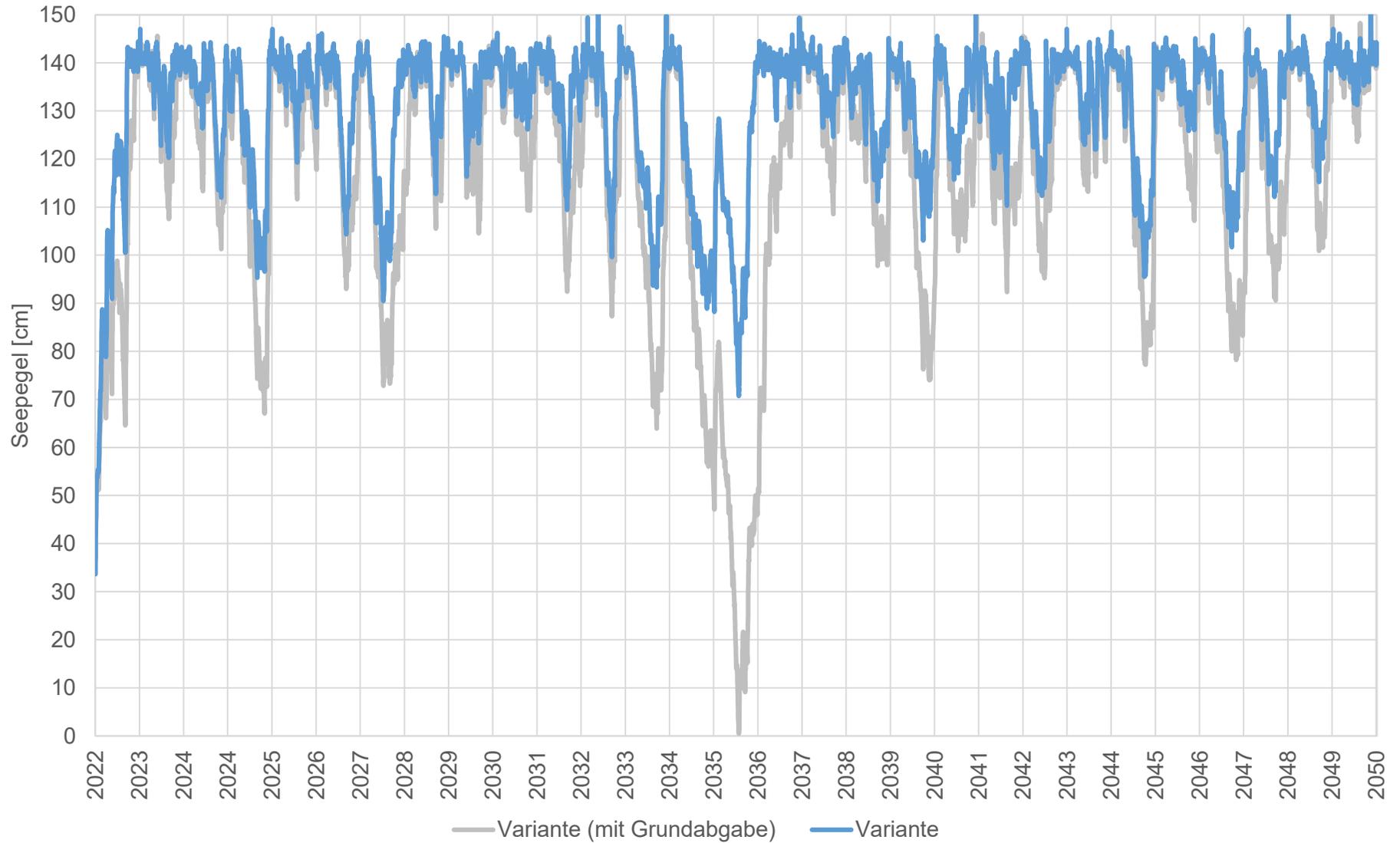


Stadt Erkrath

Zweite wasserwirtschaftliche Untersuchung Stadtweiher Hochdahl

Ergebnisse mit dem numerischen Grundwassermodell - Variante 4 und Variante 4+3

Entwicklung Wasserspiegel Weiher 2022 bis 2050

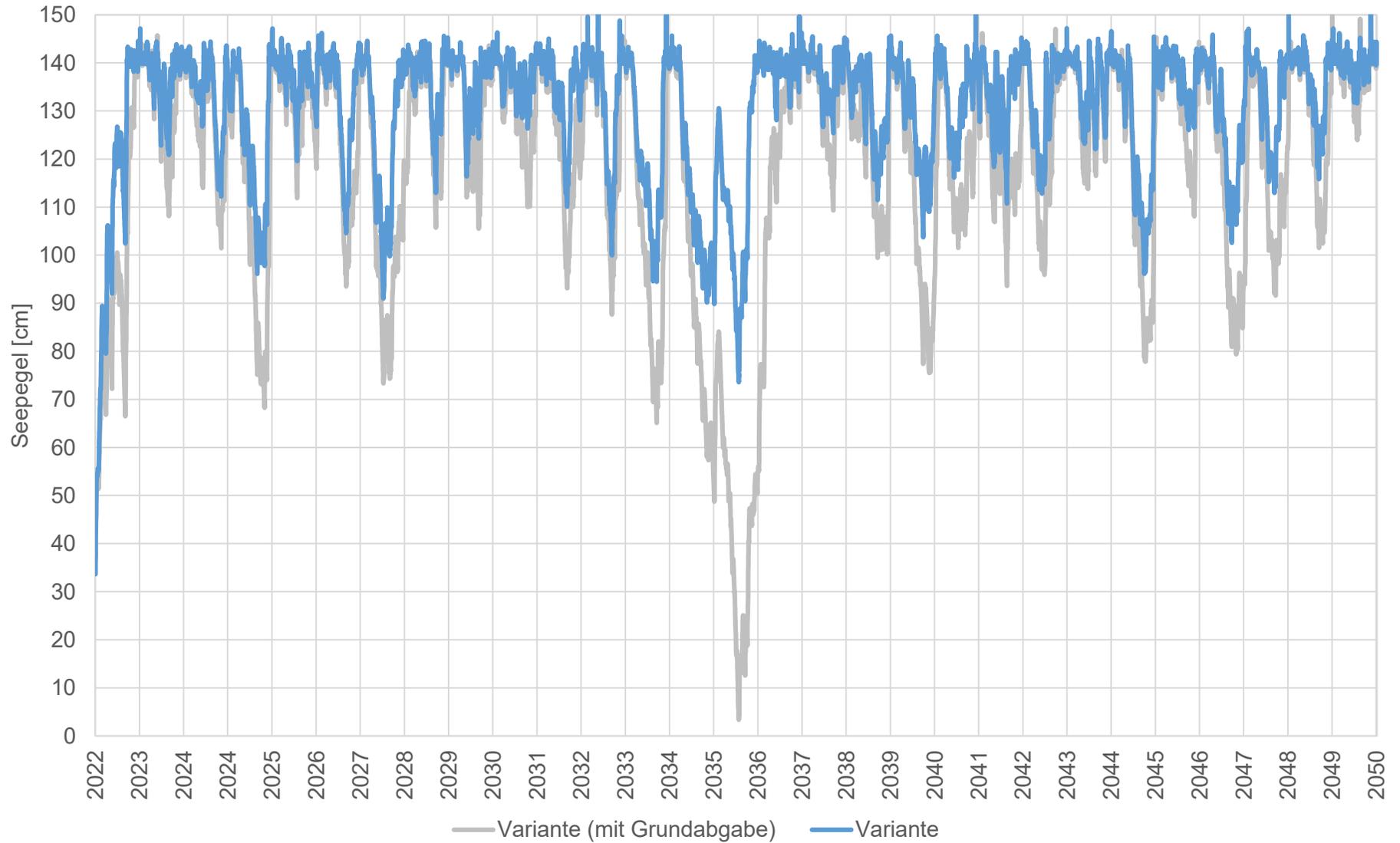


Stadt Erkrath

Zweite wasserwirtschaftliche Untersuchung Stadtweiher Hochdahl

Ergebnisse mit dem numerischen Grundwassermodell - Variante 5 und Variante 5+3

Entwicklung Wasserspiegel Weiher 2022 bis 2050

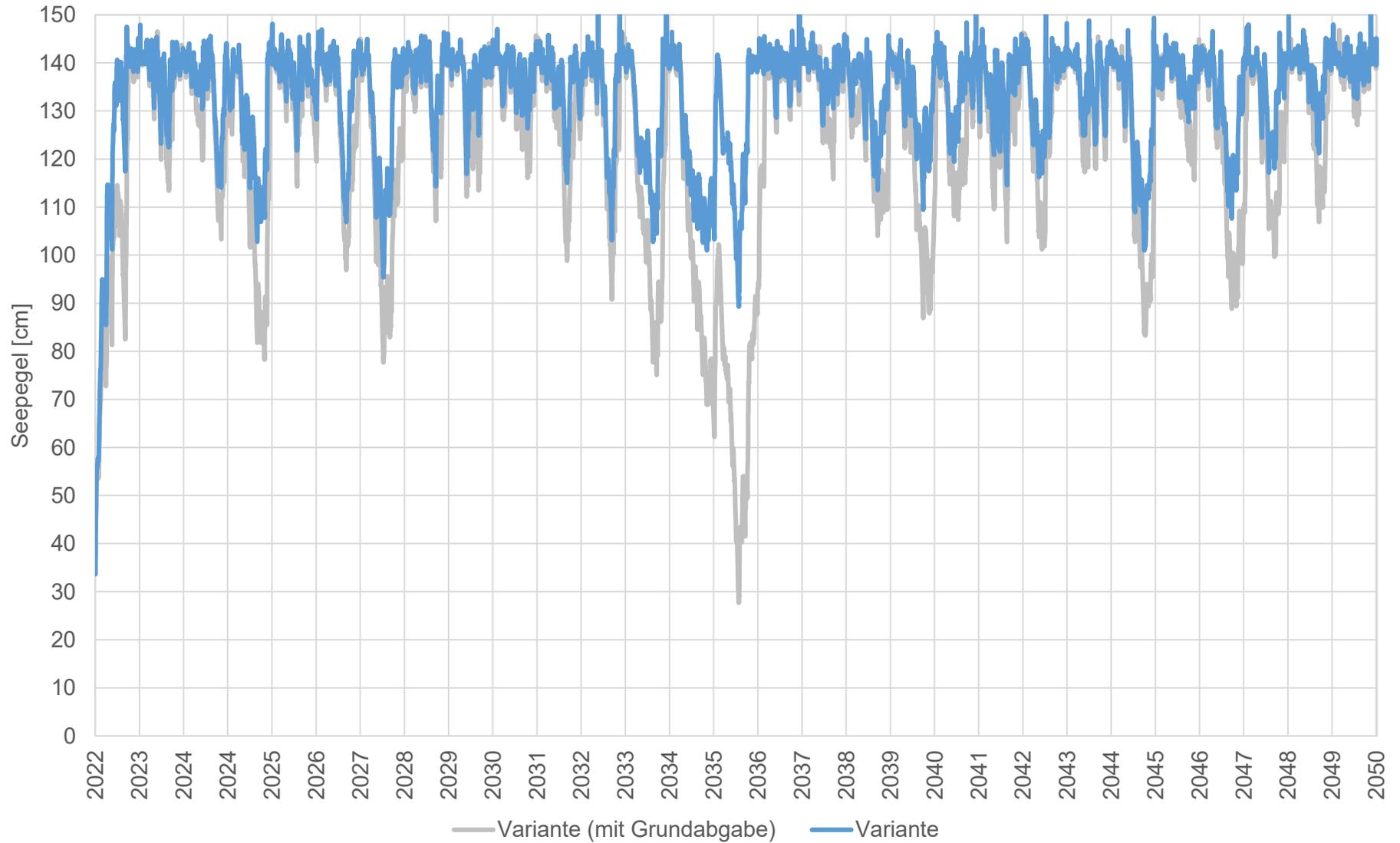


Stadt Erkrath

Zweite wasserwirtschaftliche Untersuchung Stadtweiher Hochdahl

Ergebnisse mit dem numerischen Grundwassermodell - Variante 4+5 und Variante 4+5+3

Entwicklung Wasserspiegel Weiher 2022 bis 2050



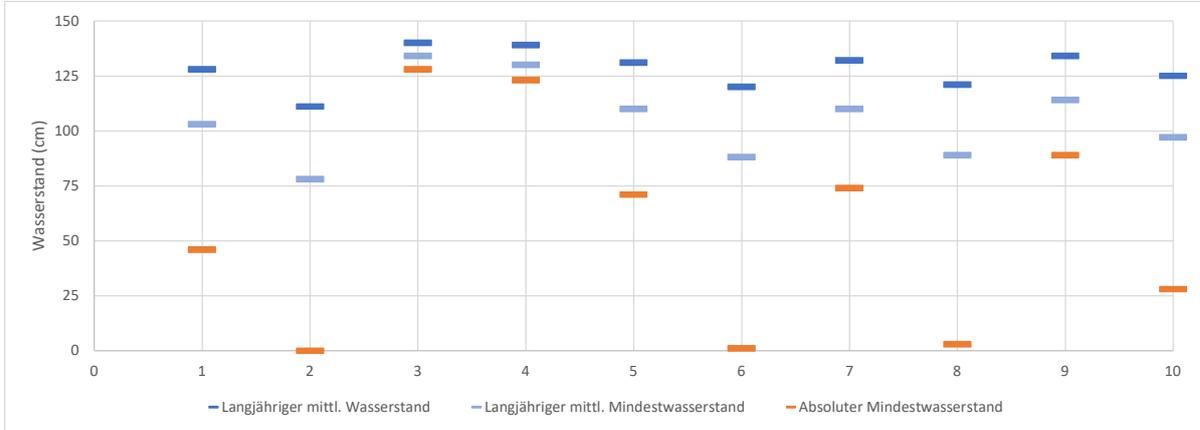
Bewertungsmatrix

Varianten	Langjähriger mittl. Wasserstand	Langjähriger mittl. Mindestwasserstand	Absoluter Mindestwasserstand	Überlauf	Überlauf aktiv, Anzahl Tage im Jahr
	[cm]	[cm]	[cm]	[l/s]	[d]
Var. 1	128	103	46	1,0	94
Var. 1+3	111	78	0	0,5	365
Var. 2	140	134	128	2,8	271
Var. 2+3	139	130	123	2,3	365
Var. 4	131	110	71	1,3	109
Var. 4+3	120	88	1	0,8	365
Var. 5	132	110	74	1,4	111
Var. 5+3	121	89	3	0,9	365
Var. 4+5	134	114	89	1,7	124
Var. 4+5+3	125	97	28	1,2	365

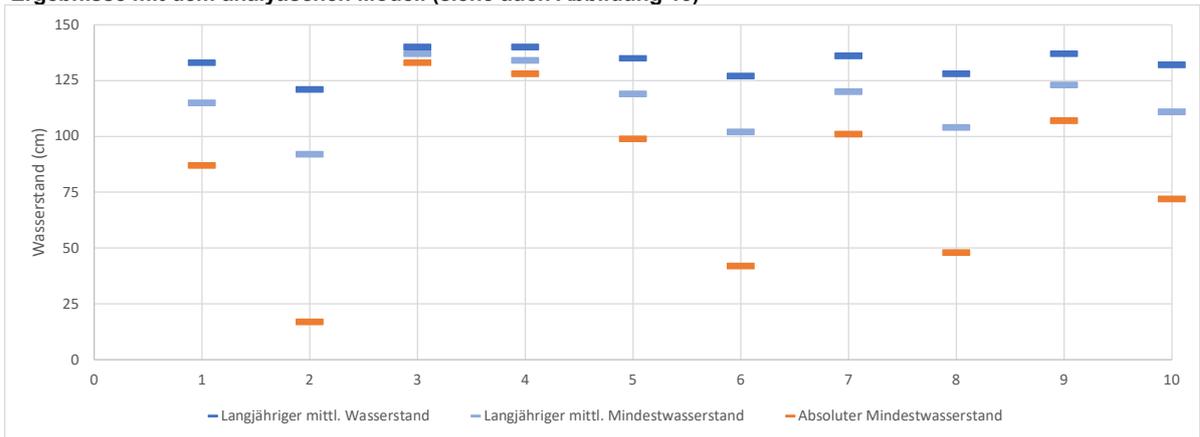
- Variante 1** **Ist-Zustand**
- Variante 2** **Abdichtung Weihersole**
- Variante 3** **Grundabgabe, wird bei jeder Variante in Kombination berücksichtigt (mit ca. 0,5 l/s)**
- Variante 4** **Einleitung zusätzlicher Oberflächenabflüsse (ca. 10.000 m² netto)**
- Variante 5** **Abdichtung Sedentaler Bach zwischen Sandfang und Weiher (Erhöhung Abfluss Sedentaler Bach um ca. 15 %)**

Zweite wasserwirtschaftliche Untersuchung Stadtweiher Hochdahl
 Vergleich numerisches und analytisches Modell

Ergebnisse mit dem numerischen Grundwassermodell



Ergebnisse mit dem analytischen Modell (siehe auch Abbildung 13)





Koordinatensystem: ETRS 1989 UTM Zone 32N
 Datengrundlagen: © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2023,
 Datenquellen: http://sg.geodatenzentrum.de/web_Public/Datenquellen_TopPlus_Open.pdf



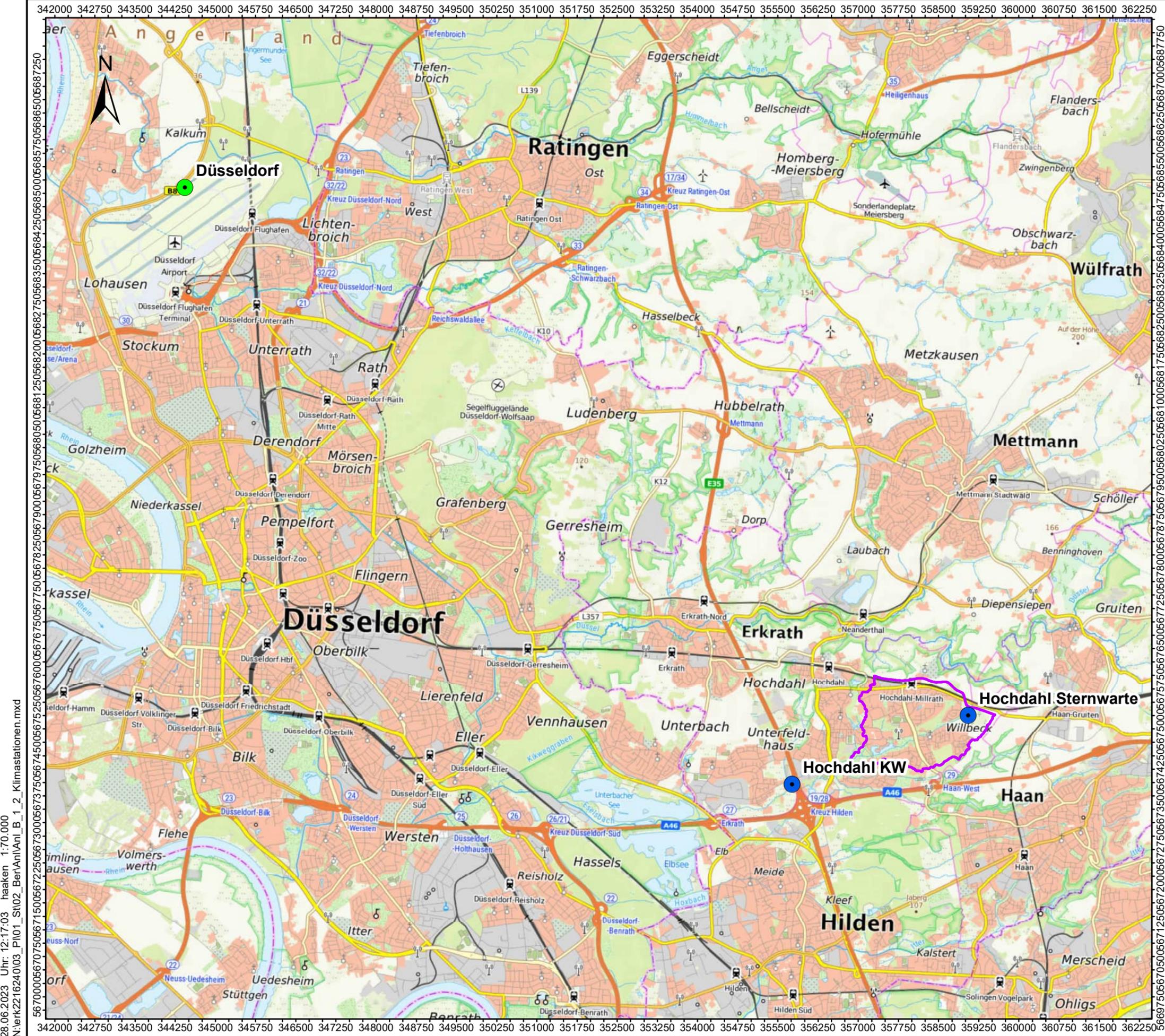
Stadtweiher Hochdahl-Erkrath Übersicht Untersuchungsgebiet

M.: 1:20.000	Juni 2023	erk2216240
--------------	-----------	------------

Zeichenerklärung

Untersuchungsgebiet

28.06.2023 Uhr: 12:15:33 haaken 1:20.000
 N:\erk22\16240\03_Plan\01_Skiz\Ber\Anl\Anl_B_1_1_Übersicht.mxd



Zeichenerklärung

Wetterstationen

- Klimastation DWD
- Niederschlagsstation BRW
- Untersuchungsgebiet



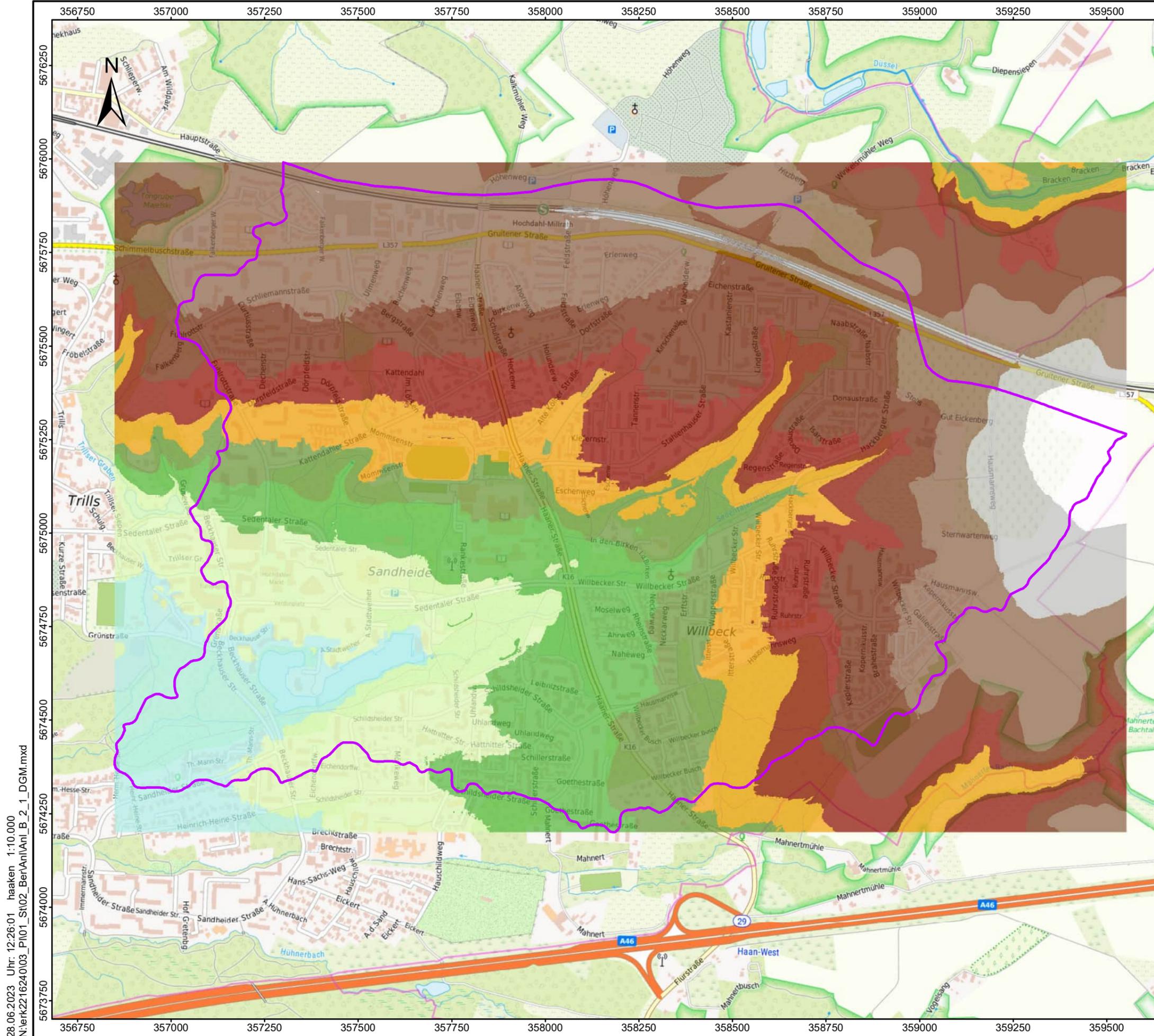
Koordinatensystem: ETRS 1989 UTM Zone 32N
 Datengrundlagen: © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2023,
 Datenquellen: http://sg.geodatenzentrum.de/web_Public/Datenquellen_TopPlus_Open.pdf



Stadtweier Erkrath-Hochdahl
 Übersicht Wetterstationen

M.: 1:70.000	Juni 2023	erk2216240
--------------	-----------	------------

28.06.2023 Uhr: 12:17:03 haaken 1:70.000
 N:\verk2216240\03_P\01_St02_Ber\Anl\B_1_2_Klimastationen.mxd



Zeichenerklärung

Untersuchungsgebiet

DGM 1m (mNHN)

- 60 - 72
- 72 - 82
- 82 - 92
- 92 - 102
- 102 - 112
- 112 - 122
- 122 - 132
- 132 - 142
- 142 - 152
- 152 - 162



0 0,1 0,2 0,3 km

Koordinatensystem: ETRS 1989 UTM Zone 32N

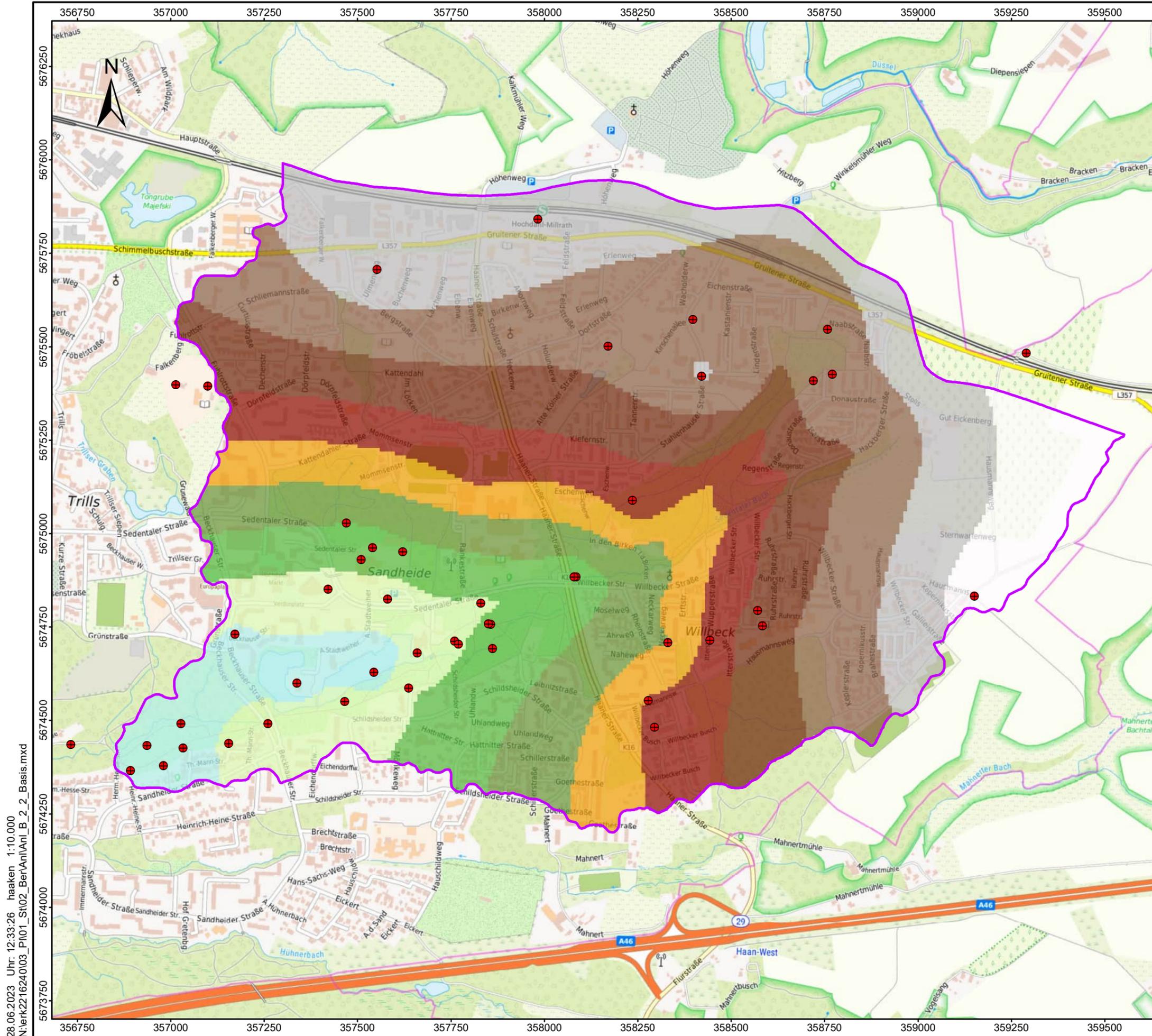
Datengrundlagen: © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2023,
 Datenquellen: http://sg.geodatenzentrum.de/web_Public/Datenquellen_TopPlus_Open.pdf

BJÖRNSEN BERATENDE INGENIEURE

**Stadtweiher Erkrath-Hochdahl
 Modellparameter
 Digitales Höhenmodell**

M.: 1:10.000	Juni 2023	erk2216240
--------------	-----------	------------

28.06.2023 Uhr: 12:26:01 haaken 1:10.000
 N:\verk2216240\03_PI101_St02_Ber\Anl\B_2_1_DGM.mxd



Zeichenerklärung

- verwendete Bohrungen
- Untersuchungsgebiet

Basis Modellschicht 1 (mNHN)

	40 - 50
	50 - 60
	60 - 70
	70 - 80
	80 - 90
	90 - 100
	100 - 110
	110 - 120
	120 - 130
	130 - 140



0 0,1 0,2 0,3 km

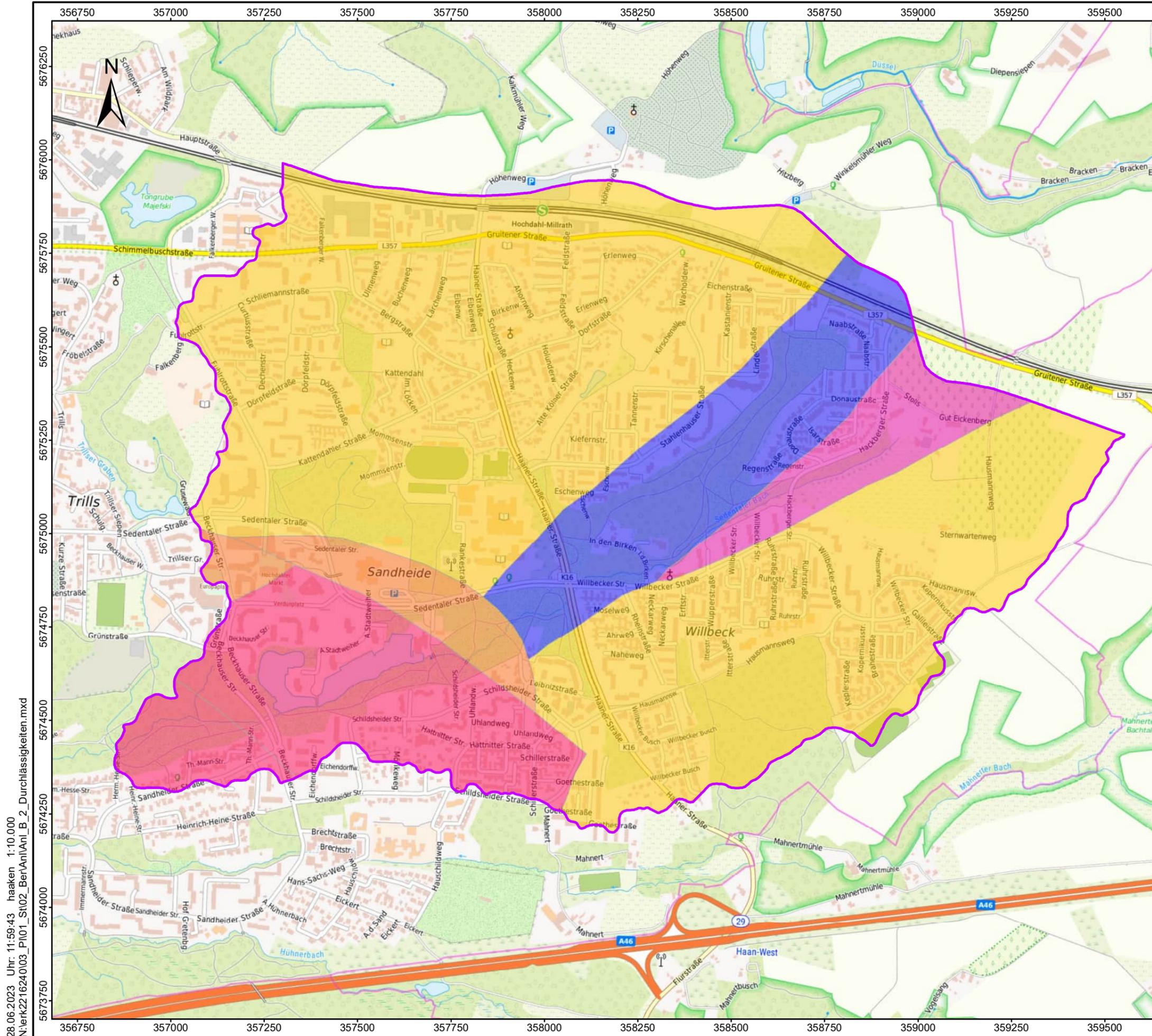
Koordinatensystem: ETRS 1989 UTM Zone 32N
 Datengrundlagen: © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2023,
 Datenquellen: http://sg.geodatenzentrum.de/web_Public/Datenquellen_TopPlus_Open.pdf

BCI
 BJÖRNSEN BERATENDE INGENIEURE

**Stadtweiher Erkrath-Hochdahl
 Modellparameter
 Basisfläche
 Modellschicht 1**

M.: 1:10.000	Juni 2023	erk2216240
--------------	-----------	------------

28.06.2023 Uhr: 12:33:26 haaken 1:10.000
 N:\verk2216240\03_PI101_St02_Ber\Anl\B_2_2_Basis.mxd



Zeichenerklärung

- Untersuchungsgebiet

kf-Wert (m/s)

- 0,000001
- 0,00001
- 0,00005
- 0,0001
- 0,05

Übersicht



Koordinatensystem: ETRS 1989 UTM Zone 32N
 Datengrundlagen: © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2023,
 Datenquellen: http://sg.geodatenzentrum.de/web_Public/Datenquellen_TopPlus_Open.pdf

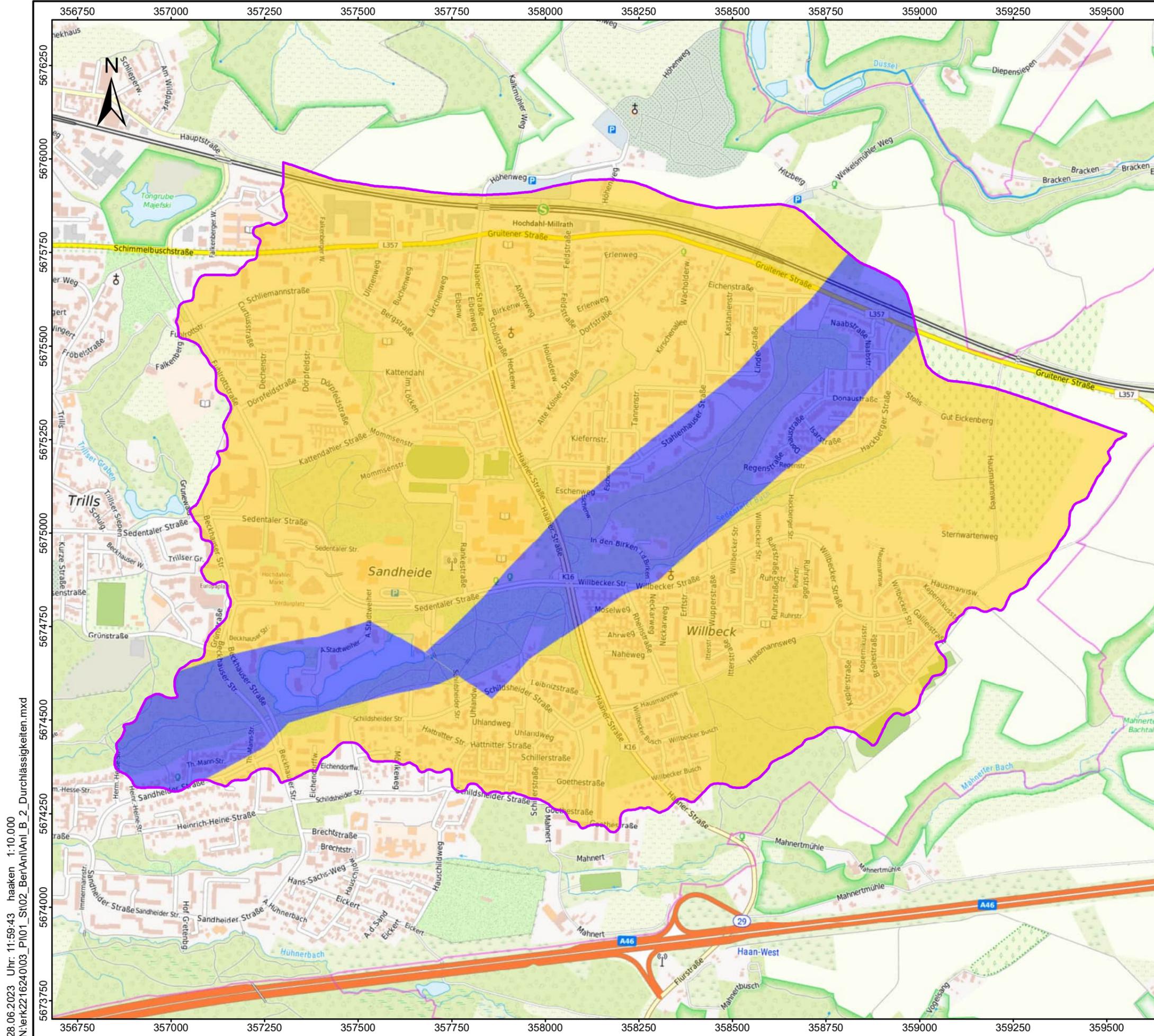


BJÖRNSEN BERATENDE INGENIEURE

**Stadtweiher Erkrath-Hochdahl
 Modellparameter
 Hydraulische Durchlässigkeit
 Modellschicht 1**

M.: 1:10.000	Juni 2023	erk2216240
--------------	-----------	------------

28.06.2023 Uhr: 11:59:43 haaken 1:10.000
 N:\verk2216240\03_P101_St02_Ber\Anl\Anl_B_2_Durchlässigkeiten.mxd



Zeichenerklärung

Untersuchungsgebiet

kf-Wert (m/s)

0,0000001

0,01

Übersicht



Koordinatensystem: ETRS 1989 UTM Zone 32N

Datengrundlagen: © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2023,
 Datenquellen: http://sg.geodatenzentrum.de/web_Public/Datenquellen_TopPlus_Open.pdf

BJÖRNSEN BERATENDE INGENIEURE

**Stadtweiher Erkrath-Hochdahl
 Modellparameter
 Hydraulische Durchlässigkeit
 Modellschicht 2**

M.: 1:10.000	Juni 2023	erk2216240
--------------	-----------	------------

28.06.2023 Uhr: 11:59:43 haaken 1:10.000
 N:\verk2216240\03_PI101_St02_Ber\Anl\Anl_B_2_Durchlässigkeiten.mxd