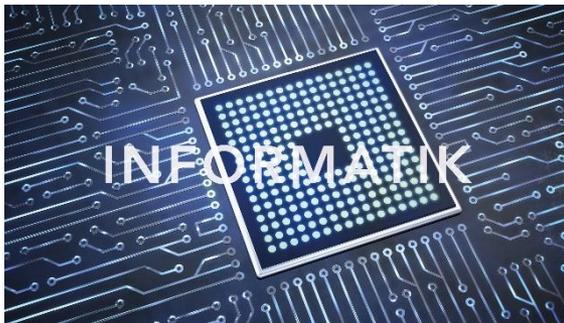




BJÖRNSSEN BERATENDE INGENIEURE

Stadtweiher Erkrath

Zweite wasserwirtschaftliche Untersuchung



3. Sitzung der Begleitgruppe

27.02.2023, Dr. Klaus Haaken, Dr. Stephan Klose

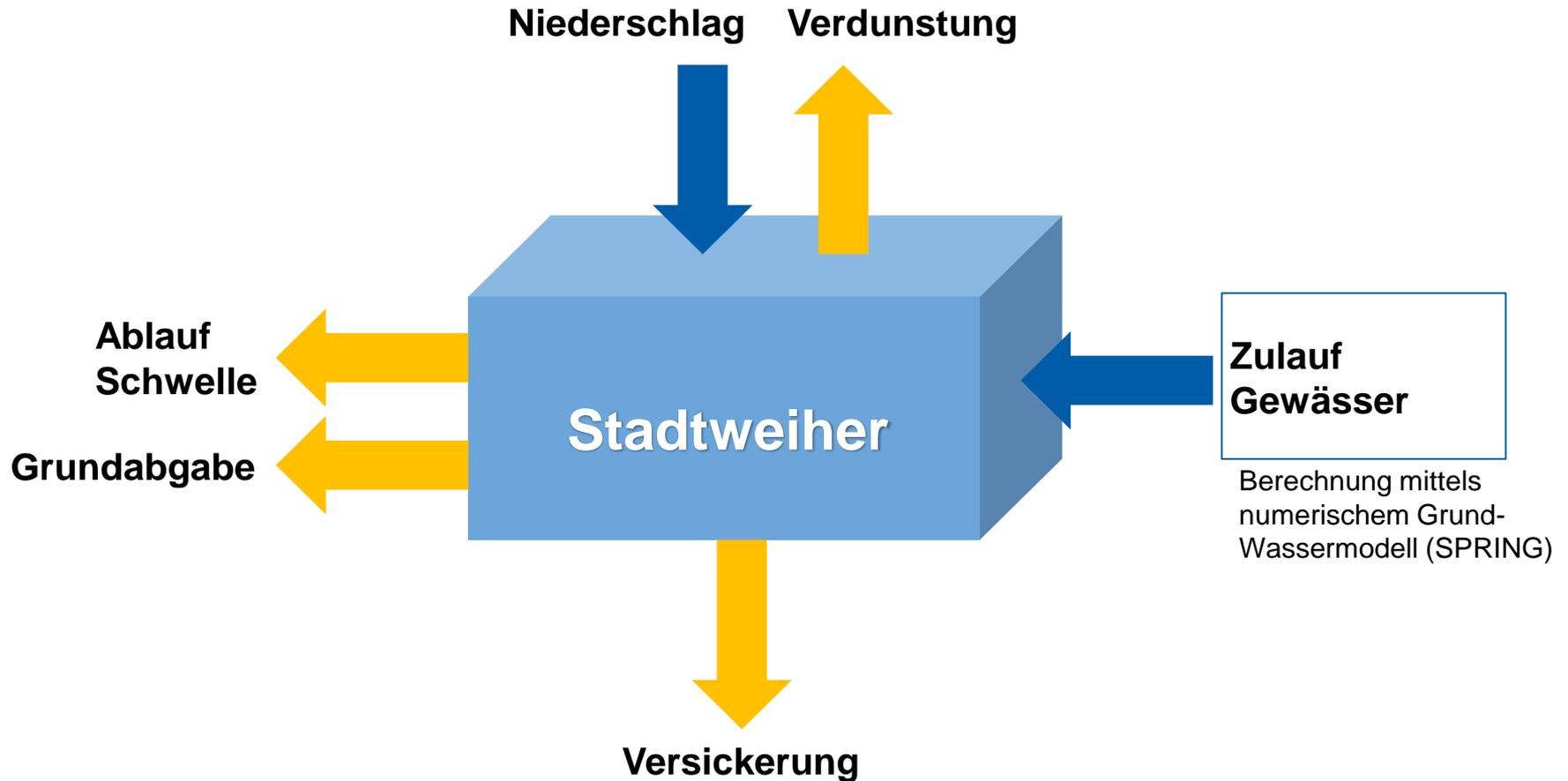
Gliederung

Übersicht

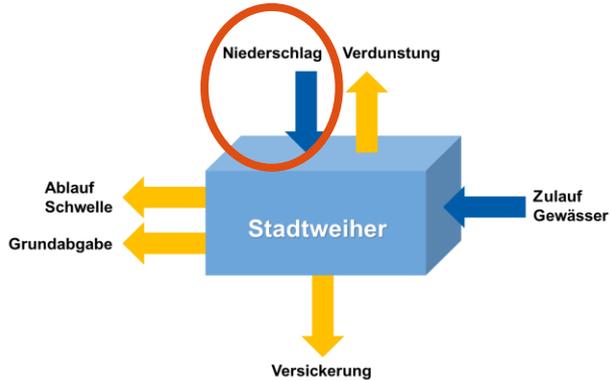
- A1. Prüfung der Grundlagendaten: Niederschlag, Verdunstung, Durchlässigkeiten
- A2. Prüfung des Grundwassermodells
- A3. Abflussmessungen + *Auswertung Anstauversuch 2022*
- A4. Schlussfolgerungen aus Modellberechnungen
- A5. Ergänzungen im Wasser-Boden-Bilanzmodell
- A6. Neuberechnung der Varianten plus zusätzlicher Varianten
- A7. Überprüfung der Grundabgabe
- A8. Prüfung der Potentials zur Nutzung von Niederschlagswasser von Dachflächen
- A9. Prüfung des Zusammenhangs zwischen Trinkwasserförderung und Weiherwasserstand

Fazit & Ausblick

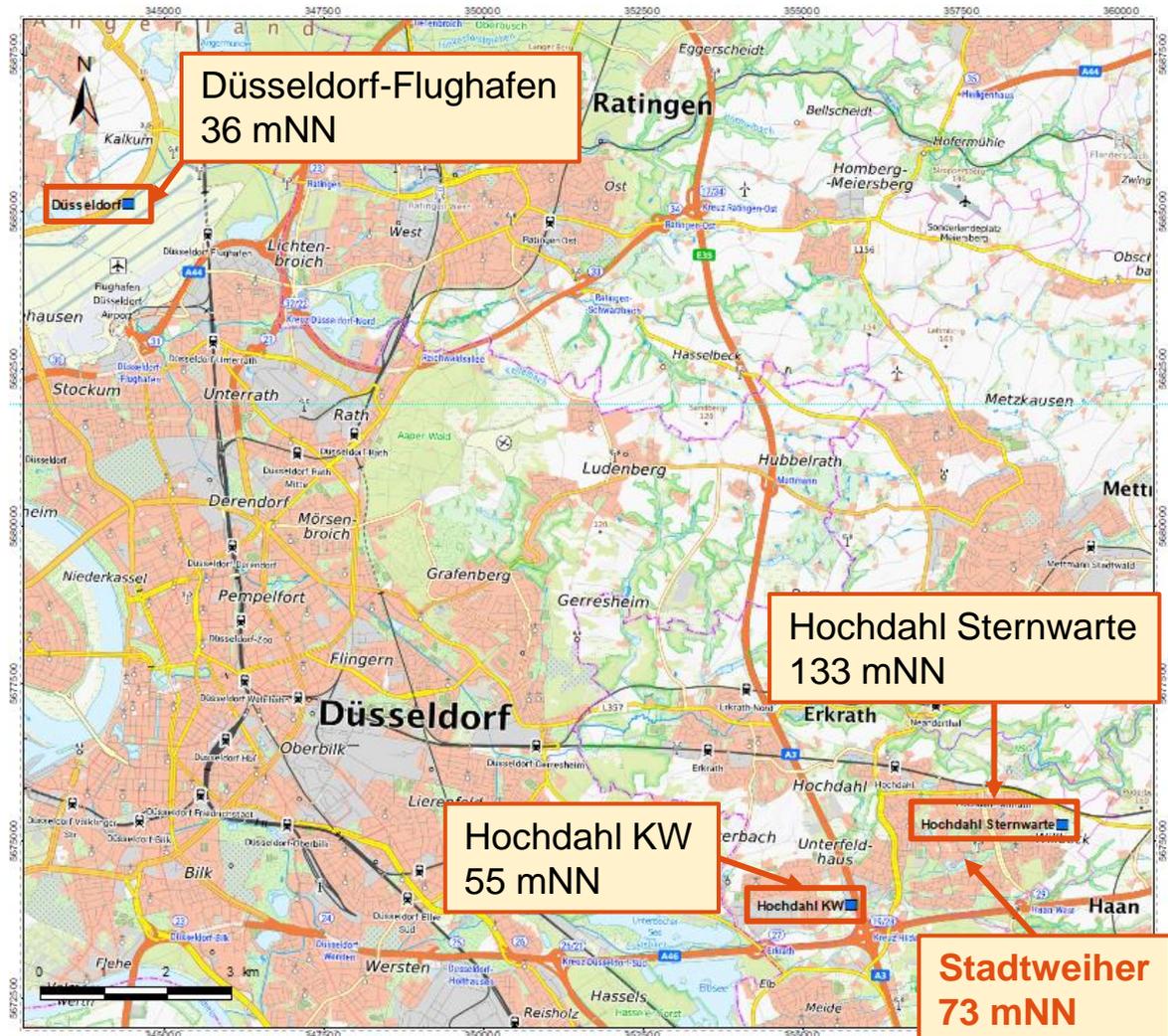
Übersicht Bilanzmodell Stadtweiher



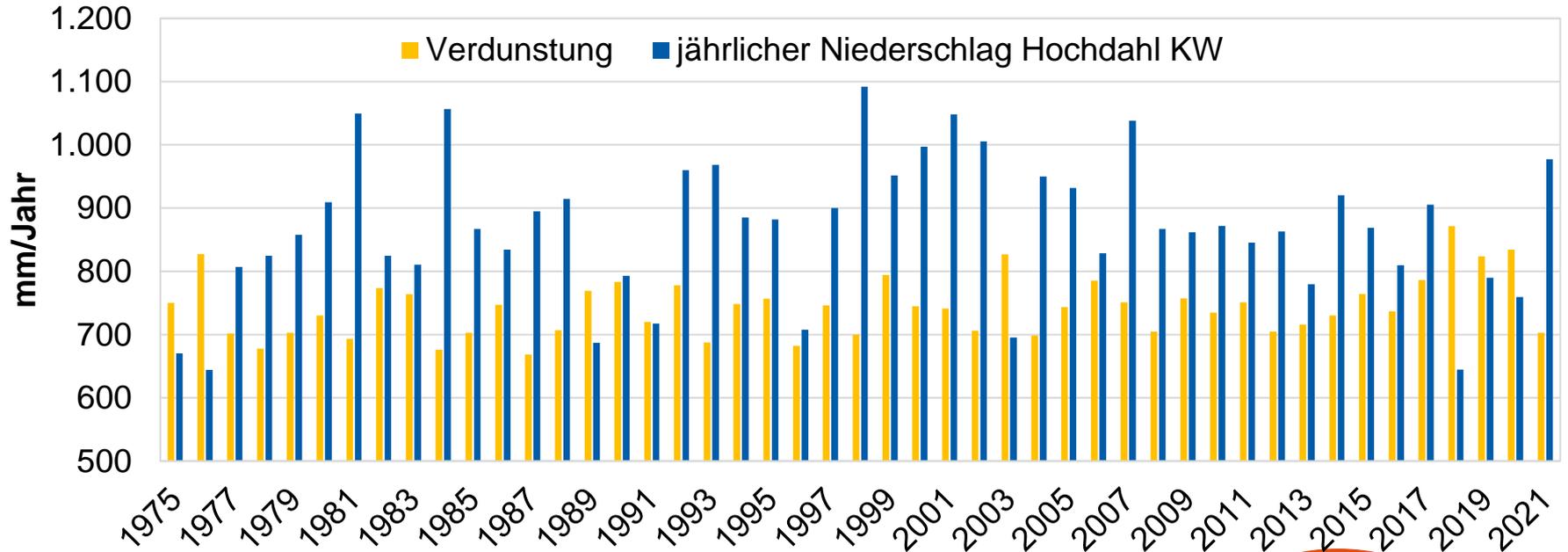
A1. Prüfung der Grundlagendaten: Niederschlag



Station	mittl. N 1991-2020 (mm/a)	mittl. N 2015-2020 (mm/a)
Düsseldorf Flughafen	751	662
Hochdahl KW	878	796
Hochdahl Sternwarte	917	833



A1. Prüfung der Grundlagendaten: Klimatische Entwicklung, Verdunstung

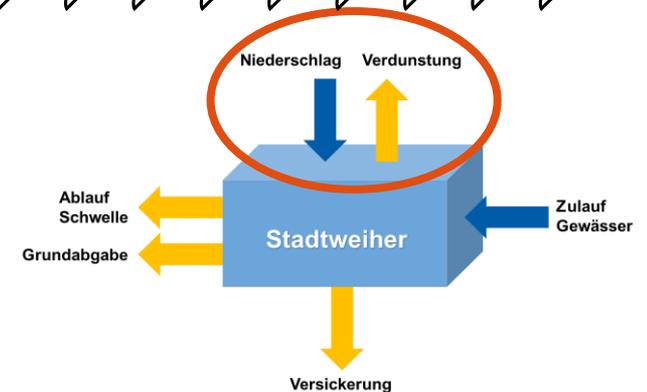


Mittlere Seeverdunstung 1975-2021: 743 mm/a

Mittlere Seeverdunstung 2015-2020: 803 mm/a

Mittlerer Niederschlag H-KW 1975-2021: 867 mm/a

Mittlerer Niederschlag H-KW 2015-2020: 796 mm/a

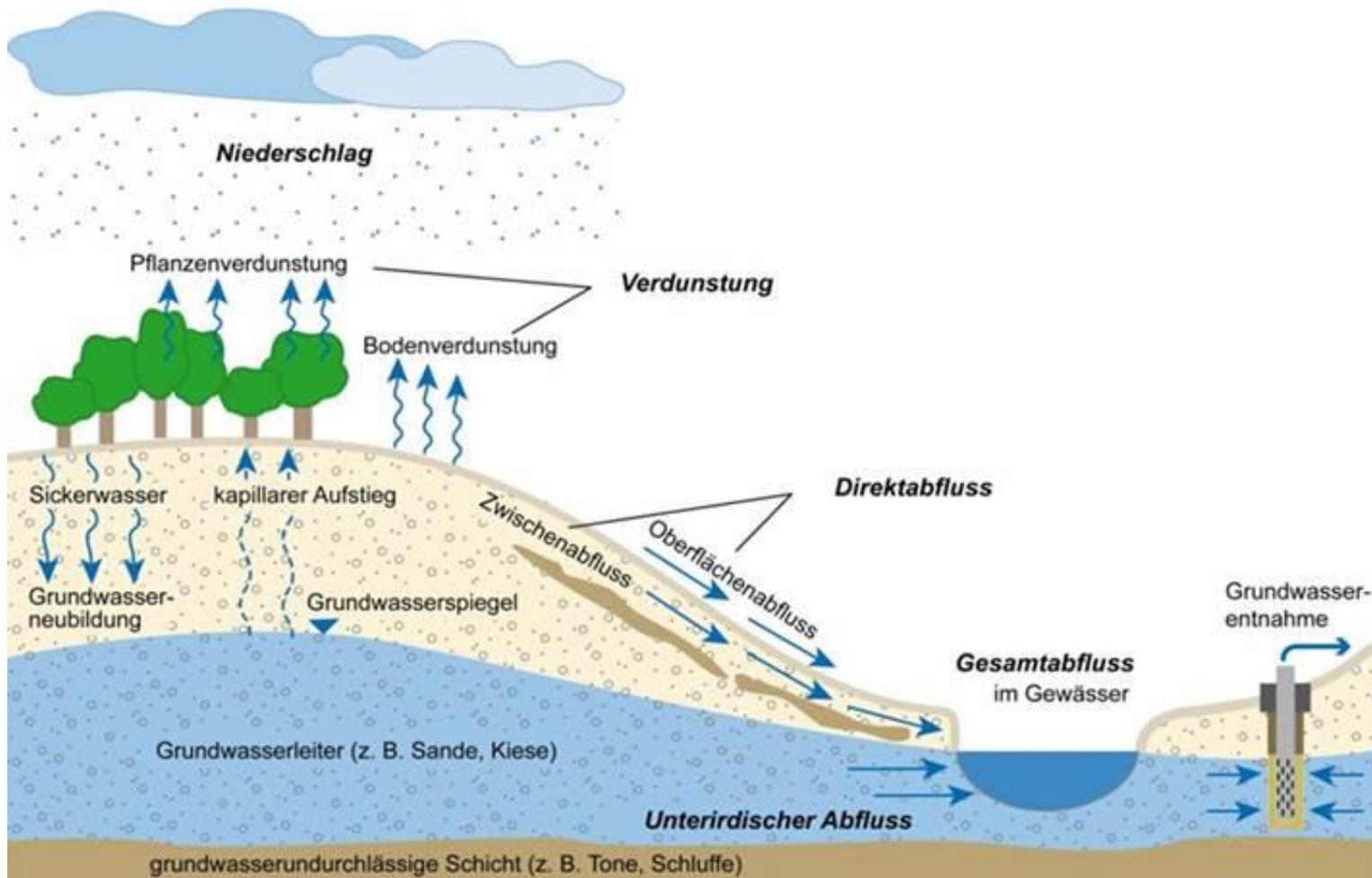


A2. Prüfung des Grundwassermodells

Technisch-fachliche Hinweise unsererseits:

- Datengrundlage des Modells nicht vollständig (Ergebnisdateien, Bilanzelemente, Modelldokumentation)
 - Keine weitere Datenlieferung mehr erfolgt, insbesondere das eigentliche Bilanzmodell wurde nicht zur Verfügung gestellt
 - Daher kann abschließend keine vollständige Plausibilisierung erfolgen
 - Zudem muss das Bilanzmodell neu aufgestellt werden
 - Teilweise bleiben einzelne Schritte und Ansätze in der numerischen Grundwassermodellierung (SPRING) unklar
 - Keine Dokumentation der Daten und Modelle vorhanden, daher nicht vollständig nachvollziehbar

A3. Abflussmessungen



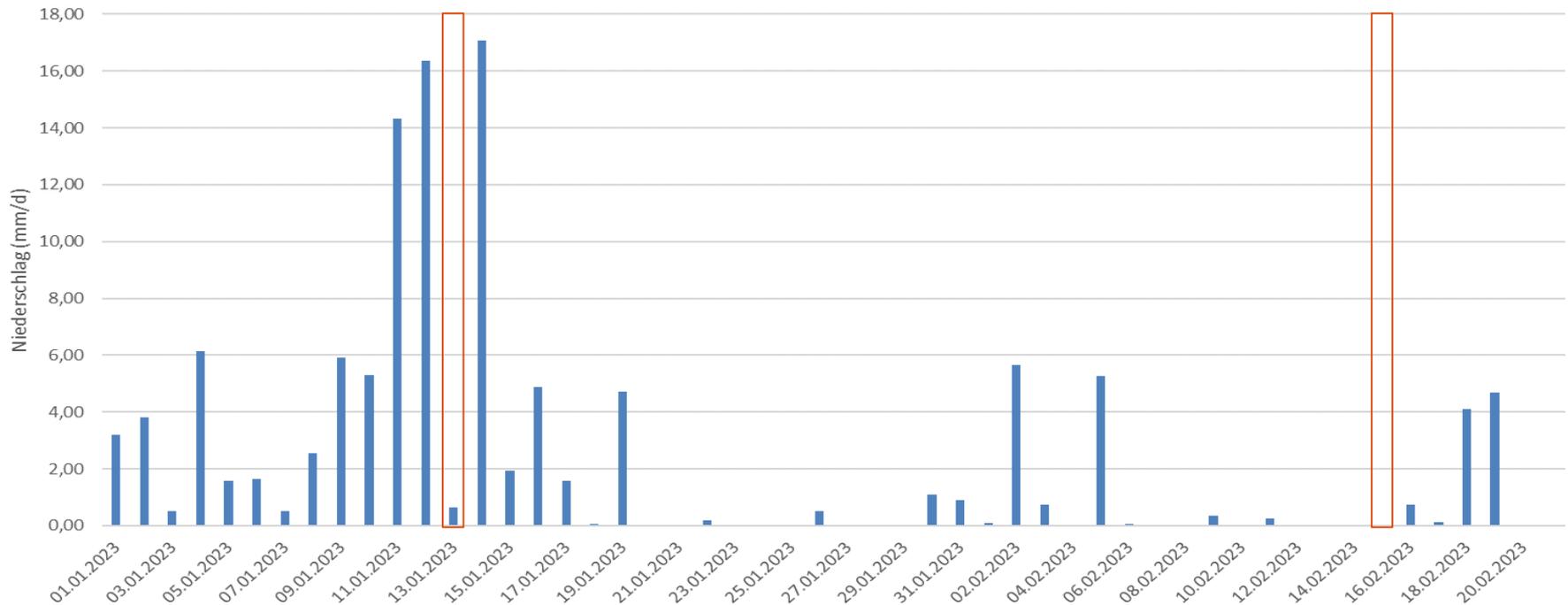
Quelle: <https://www.kliwa.de/hydrologie.htm>

A3. Abflussmessungen

Nach Regenereignis (13.01.2023)

Wetterdaten Station Hochdahl-Sternwarte:

- ca. 45 mm Niederschlag im Zeitraum 08.-13.01.
- 14,3 mm am 11.01.
- 16,4 mm am 12.01.
- 0,6 mm am 13.01. nachmittags



Nach Trockenwetterphase (15.02.2023)

Wetterdaten Station Hochdahl-Sternwarte:

- kein Niederschlag im Zeitraum 06.-15.02.
- (09. und 11.02. je 0,3 mm)
- letzter nennenswerter N am 05.02.: 5,3 mm

A3. Abflussmessungen



**Kattendahler Graben
Zufluss Sandfang**
13.01.: 2,1 l/s
15.02.: 1,6 l/s

**Stadtweiher
Seepiegel**
12.01.: 65 cm
15.02.: 97 cm

**Sedentaler Bach
Zufluss Weiher**
13.01.: 6,3 l/s
15.02.: 1,9 l/s

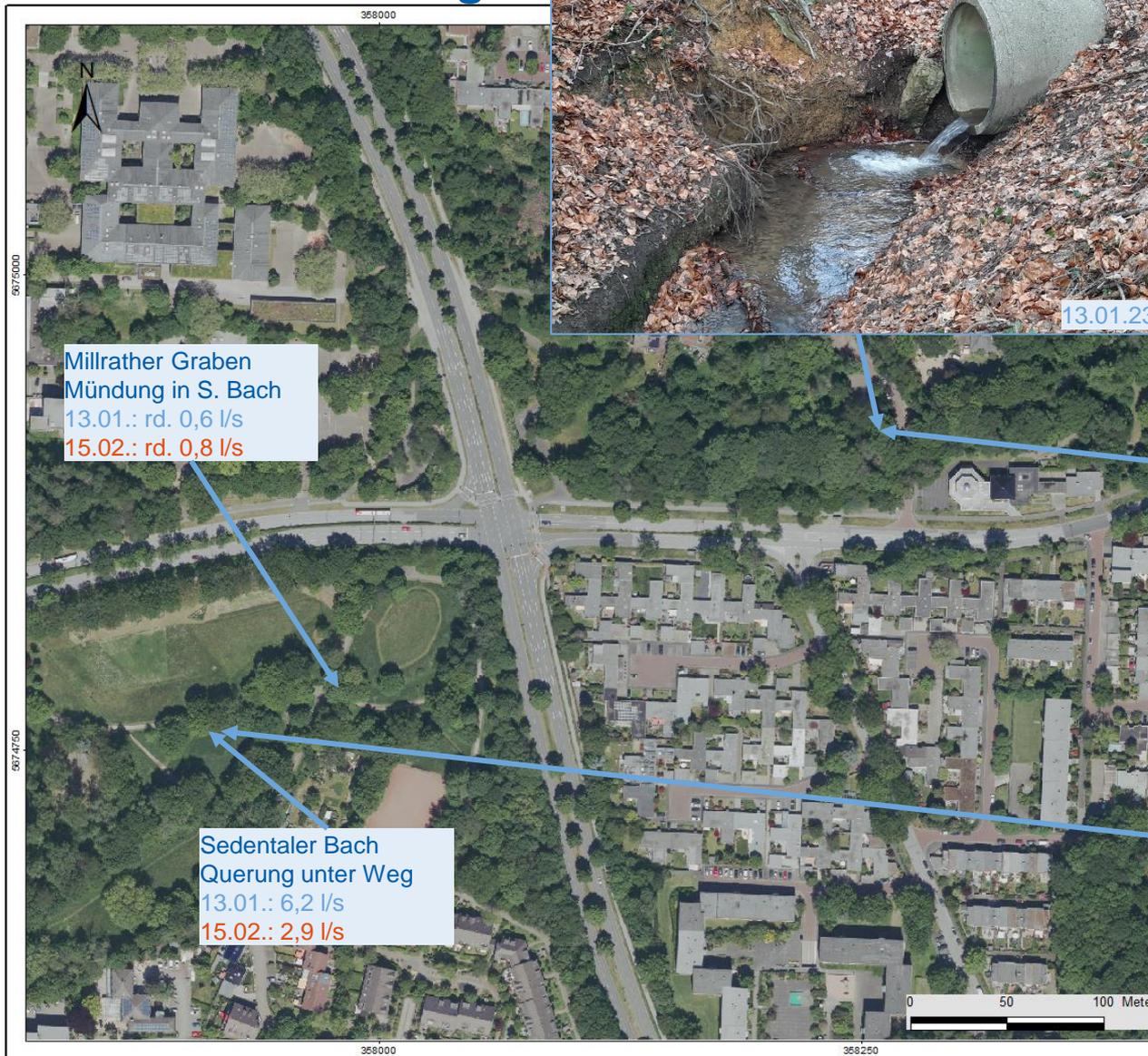
**Sedentaler Bach
Drainagerohr**
13.01.: rd. 0,3 l/s
15.02.: rd. 0,4-0,5 l/s

**Sedentaler Bach
Abfluss Sandfang**
13.01.: 6,3 l/s
15.02.: 2,8 l/s

**Sedentaler Bach
Hinweis: Zufluss zu
Quellbereich ist nun mit
Sandsäcken verschlossen**

Informationen zu Messungen
Methode: Auslitern

A3. Abflussmessungen



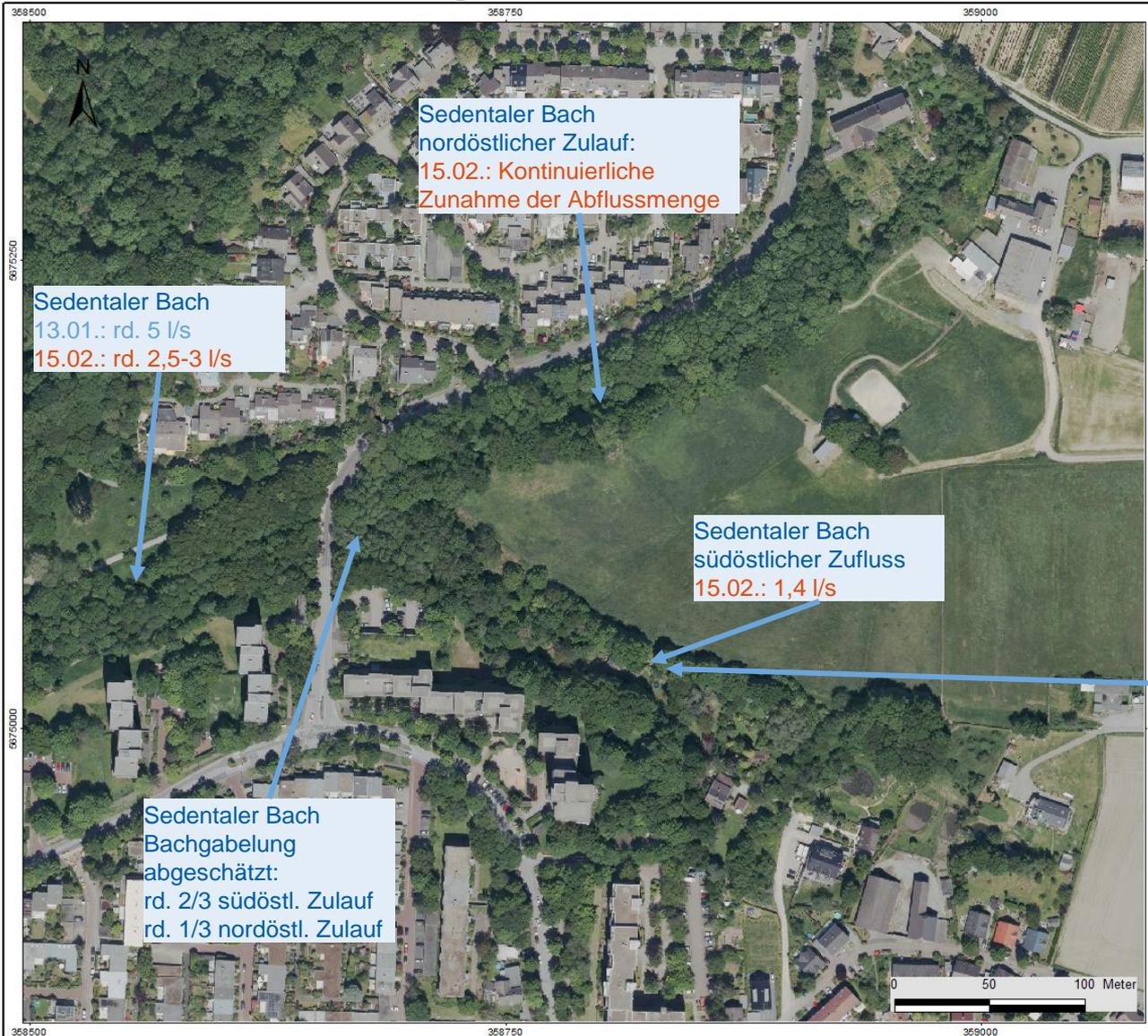
Millrather Graben
Mündung in S. Bach
13.01.: rd. 0,6 l/s
15.02.: rd. 0,8 l/s

Sedentaler Bach
„In den Birken“
13.01.: 5,7 l/s
15.02.: 3,0 l/s

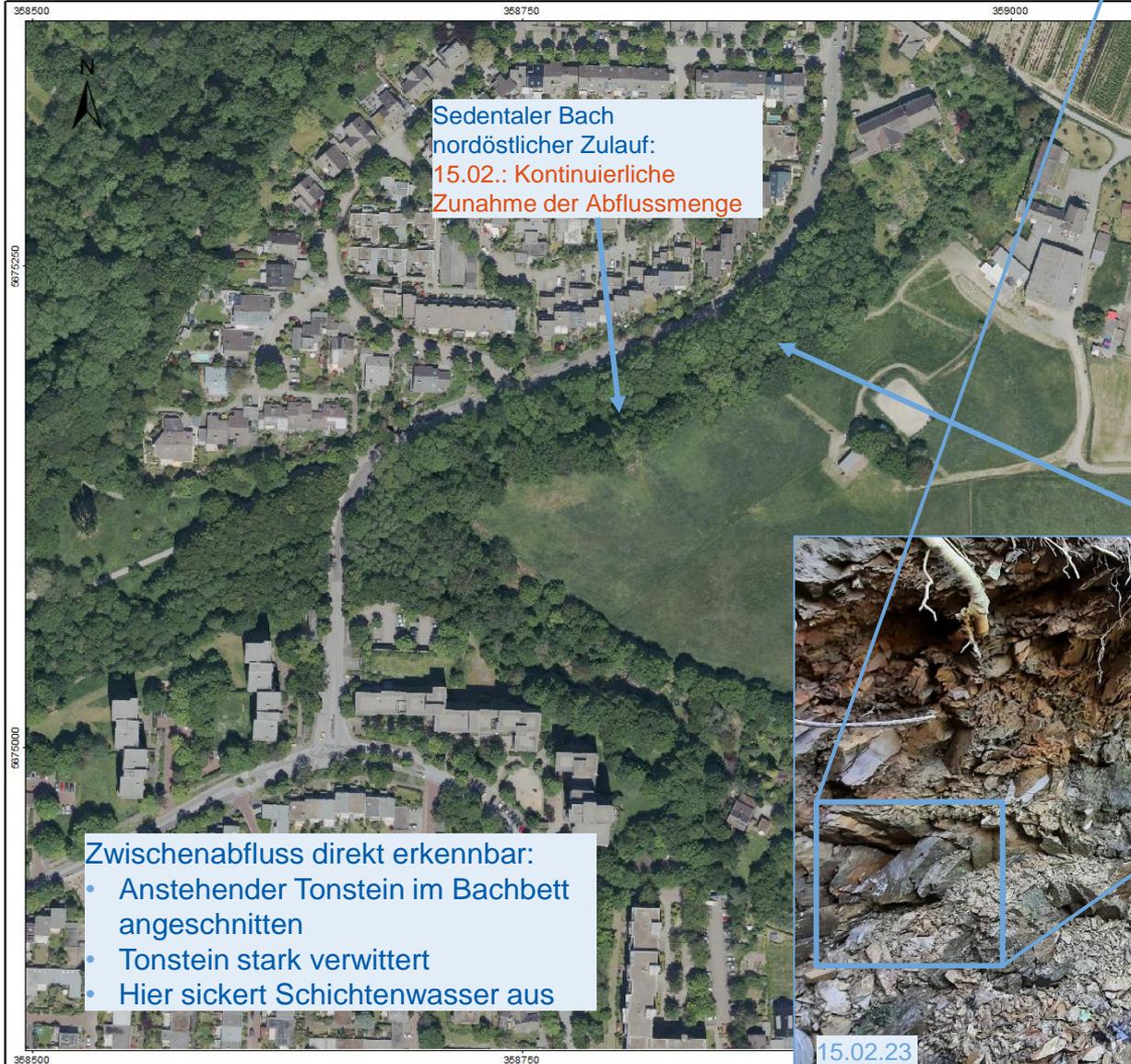
Sedentaler Bach
Querung unter Weg
13.01.: 6,2 l/s
15.02.: 2,9 l/s



A3. Abflussmessungen



A3. Abflussmessungen



Wasserbilanz 2022 - Anstauversuch

Abflussmessungen am Sedentaler Bach durch Stadt Erkrath (etwa wöchentlich)

Zusammen mit Wasserstand im Weiher sowie Niederschlagsdaten kann eine Wasserbilanz für das Jahr 2022 aufgestellt werden

Außerdem kann eine Abschätzung der Versickerungsmengen über die Seesohle erfolgen

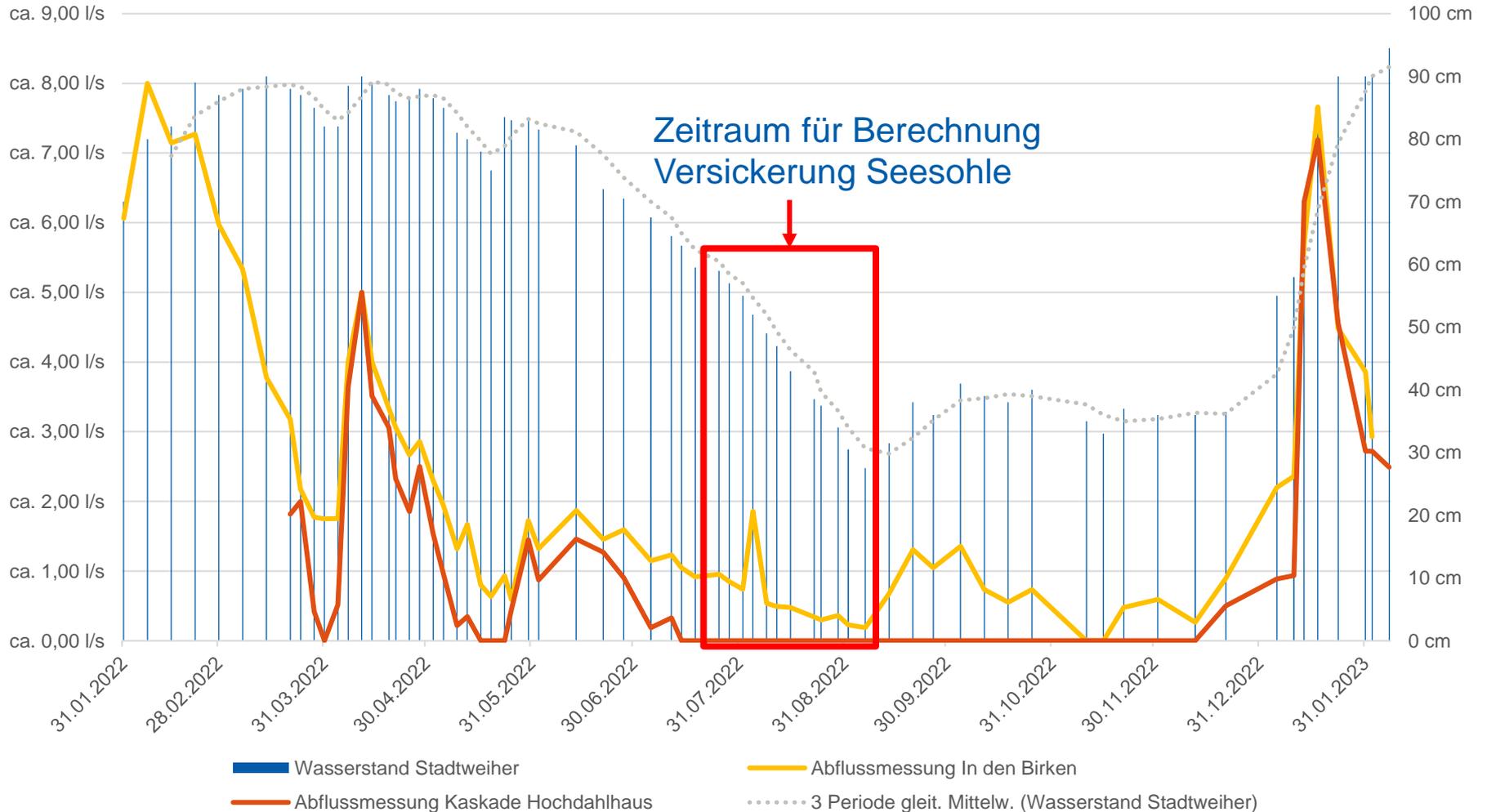
Das Kalenderjahr 2022 war meteorologisch geprägt durch:

- Heißer, trockener Sommer, in der Folge überdurchschnittliche Verdunstung (ca. 820 mm)
- Unterdurchschnittliche Niederschläge mit 828 mm (Station Hochdahl-Sternwarte)
- Wenig Niederschlag im März (25 mm), sehr viel Niederschlag im September (131 mm)

Somit ist das Jahr 2022 zwar kein repräsentativ „mittleres Jahr“, aber wir können es klimatisch einordnen.

Anstauversuch

Ablfluss Sedentaler Bach und Wasserstand Stadtweiher ab 2022



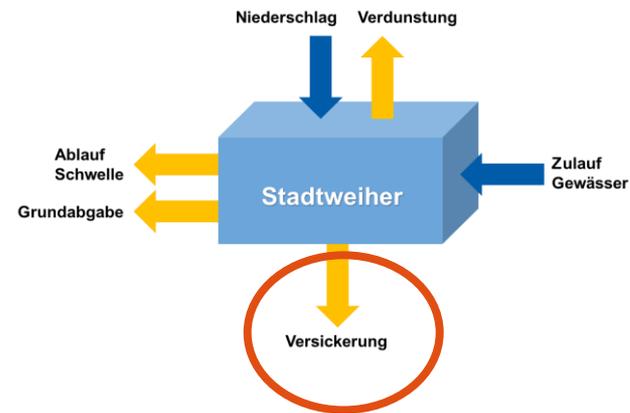
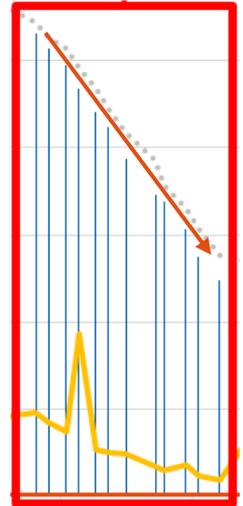
Anstauversuch – Berechnung der Versickerung

Durchlässigkeit (K) der Sohle bestimmt maßgebend die Versickerungsmengen (Q). Variiert der K-Wert um 2 Größenordnungen, so auch Q.

- A (Weiherfläche) = 30.000 m²
- d (Sohlmächtigkeit) = 1 m
- h_{ref} – h (Differenz Weiherwasserstand-Grundwasser) = max. 1,5 m, Mittel ca. 0,8 m
- K variiert von 1,5·10⁻⁷ bis 2,0·10⁻⁷ m/s
- Q variiert somit von 60.000 bis 75.000 m³/a
- Wert passt zu dem Wert, den das IB Beck plausibilisiert hatte

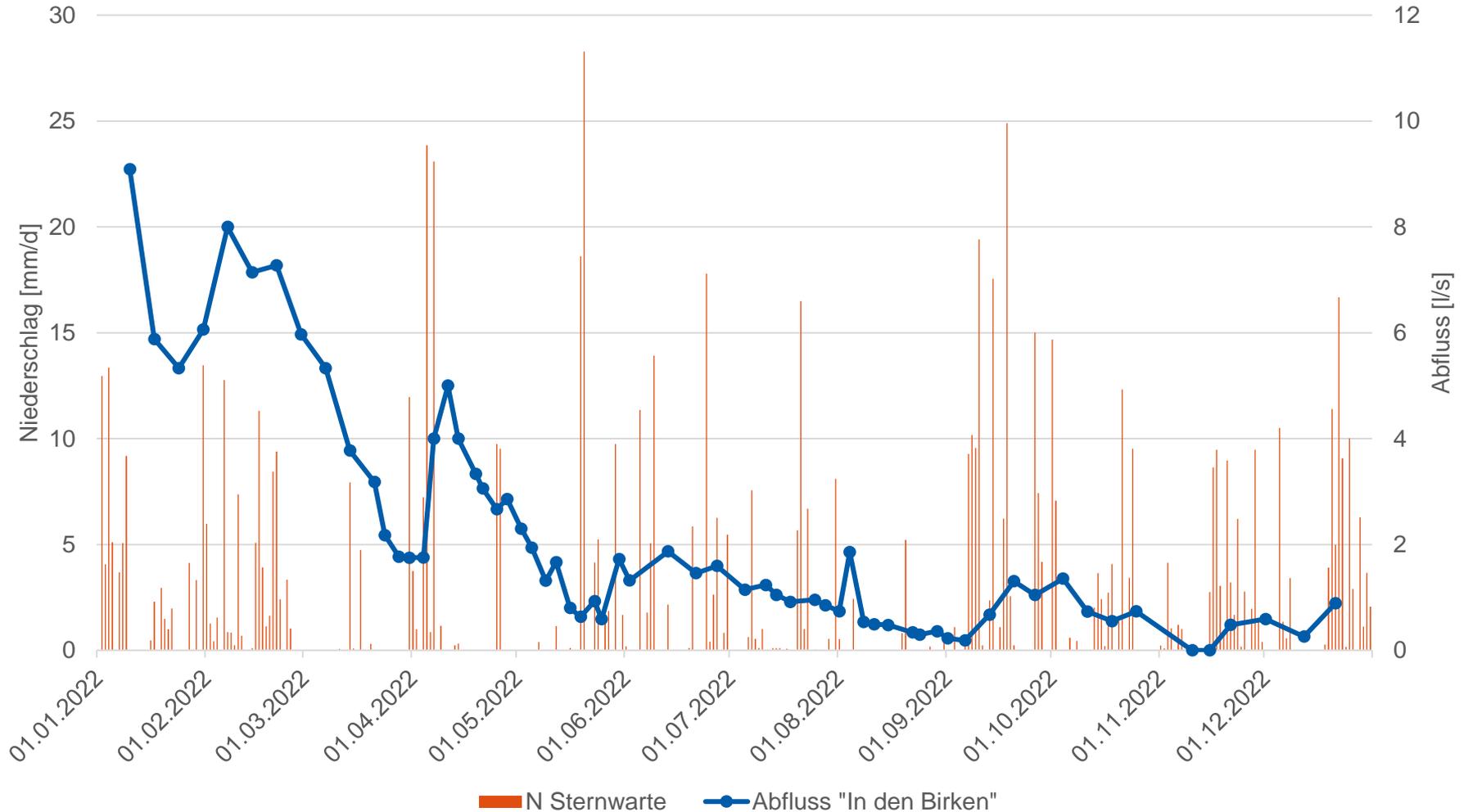
Berechnungsformel Leakage-Ansatz

$$Q = A \left(\frac{K}{d} \right) (h_{ref} - h)$$



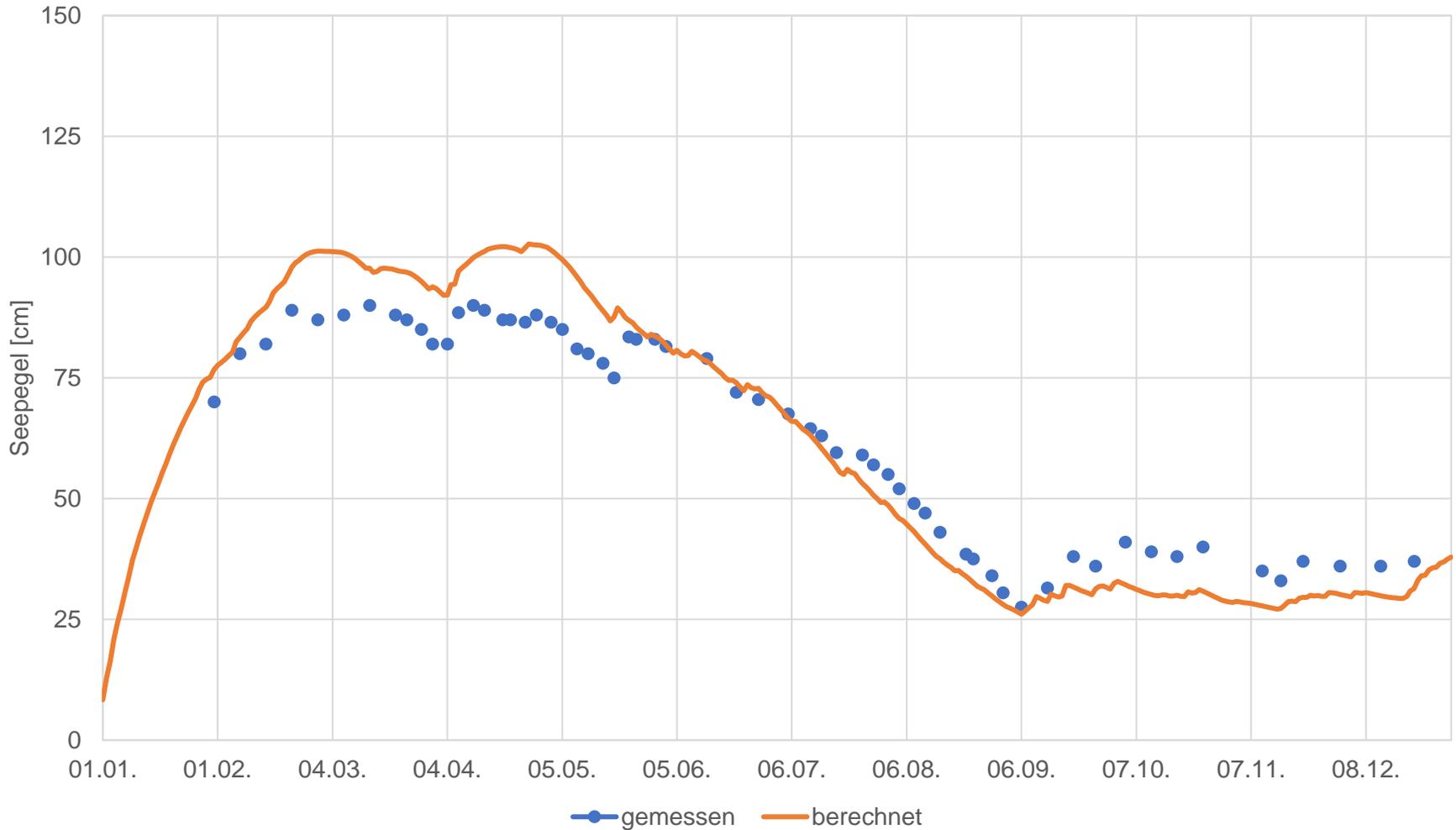
Anstauversuch

Abfluss "In den Birken" vs. Niederschlag Hochdahl-Sternwarte

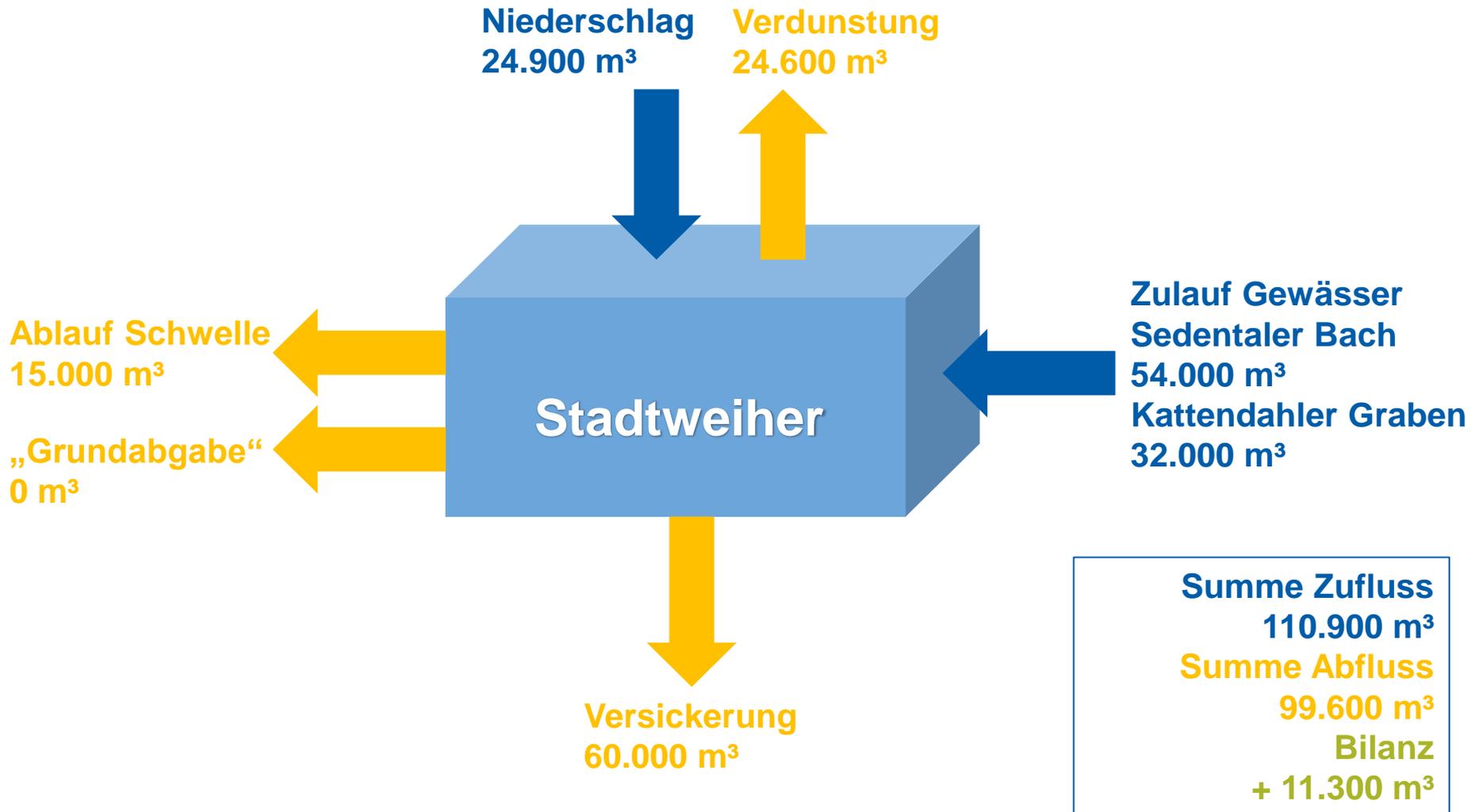


Wasserbilanzmodell – analytisch

Entwicklung Wasserspiegel Weiher 2022



Wasserbilanz 2022



Wasserbilanz 2022 - Fazit

Der Weiher hat sich zu Beginn des Anstauversuchs sehr schnell gefüllt; innerhalb von ca. 2 Monaten auf einen Wasserstand von ca. 90 cm

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 (11.000 m³ entsprechen ca. 38 cm Wasserspiegeldifferenz)

Positive Bilanz trotz unterdurchschnittlicher Niederschlagsmenge und überdurchschnittlicher Verdunstung

Bilanz wäre „positiver“ ausgefallen, wenn das Ablaufbauwerk 2022 dicht gewesen wäre (ca. 15.000 m³)

Auf der Strecke zwischen „In den Birken“ und dem Stadtweiher gehen im Sedentaler Bach ca. 20.000 m³ im Jahr 2022 verloren. Meist versickert das Wasser zwischen dem Sandfang und dem Zufluss zum Weiher.

Betrachtung eines extremen „Negativ“-Jahres

Im Jahr **2018** betrug die Seeverdunstung für den Weiher in der Jahressumme 871,5 mm

- **höchster** Wert seit 1975

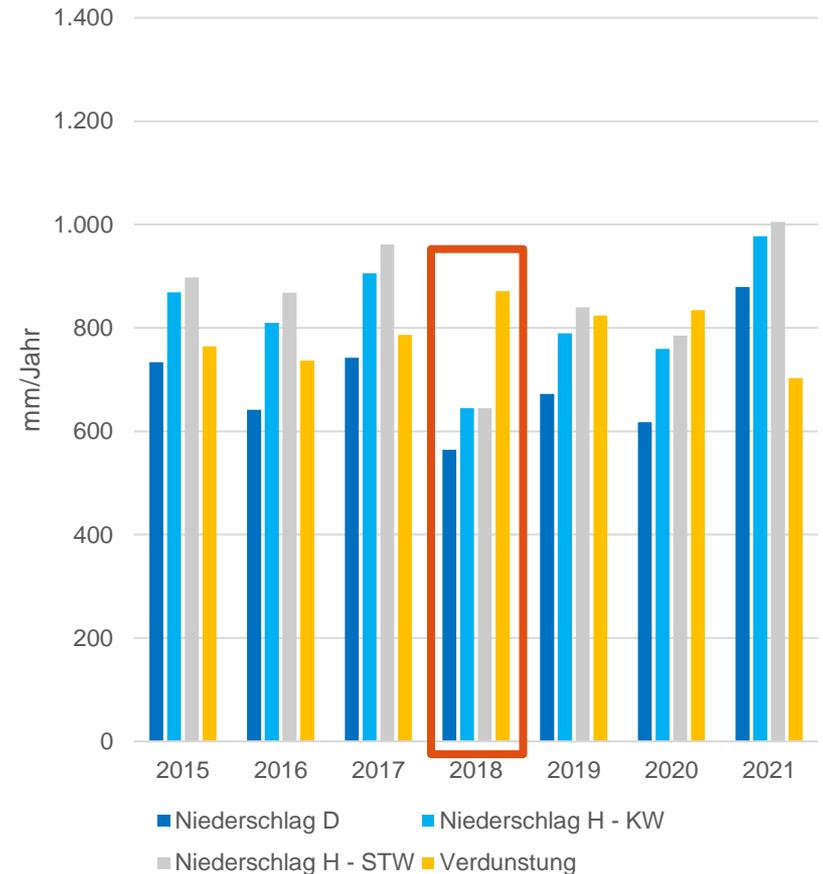
Der Niederschlag an der Station Hochdahl-Sternwarte belief sich auf 644,5 mm

- absolutes **Minimum** seit 1975

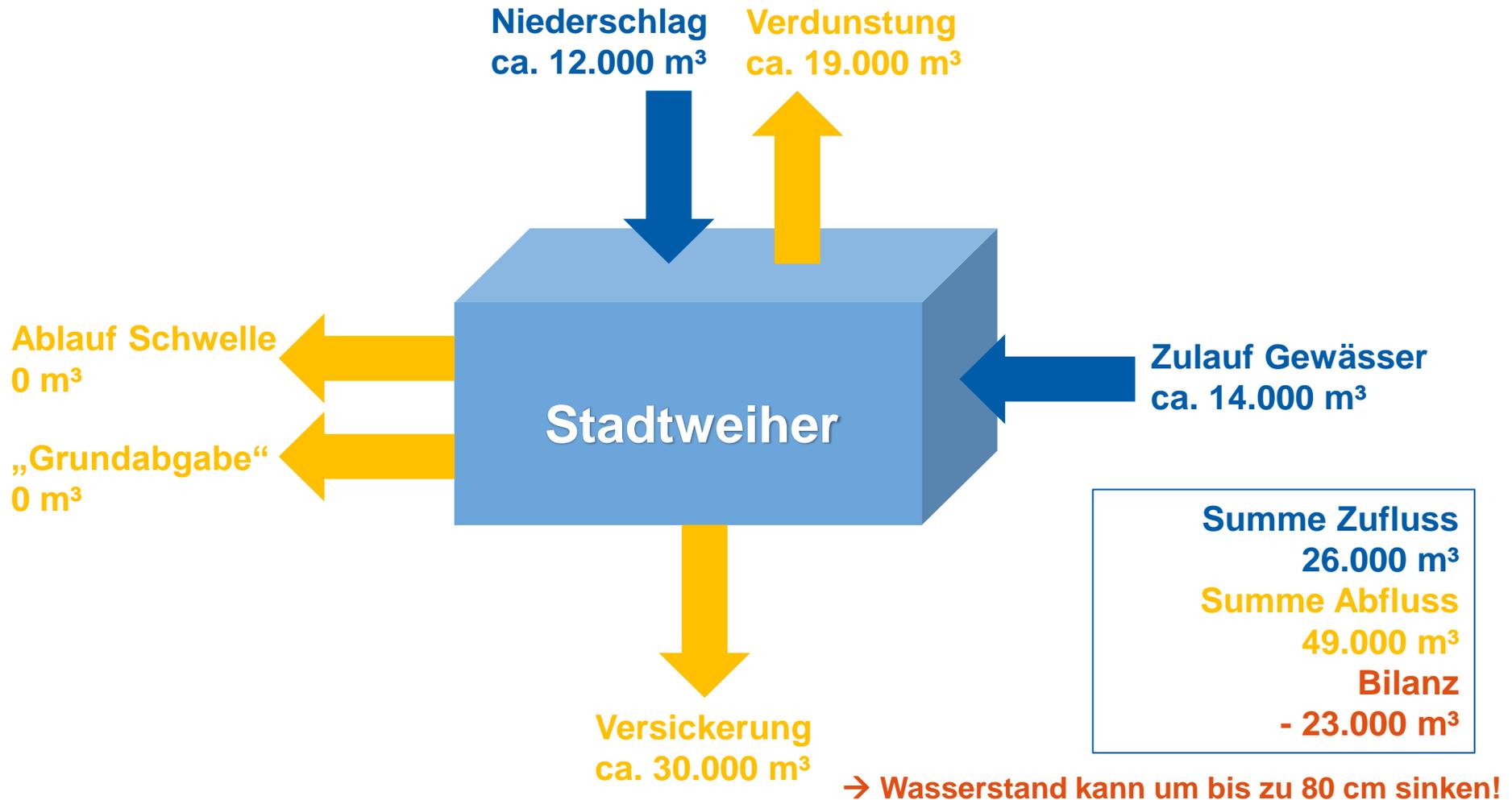
Entsprechend äußerte sich dies in einer deutlich **negativen** Wasserbilanz, weswegen es zu niedrigen Wasserständen im Weiher kam.

Zusätzlich punktuelle Bachschwinde Sedentaler Bach (Bereich „In den Birken“)

Extreme Jahre wie diese können sich wiederholen, ggf. auch mehrfach in Folge. Tatsächlich waren die Folgejahre 2019 und 2020 ebenfalls überdurchschnittlich in der Verdunstung und unterdurchschnittlich im Niederschlag.



Beispielhafte Wasserbilanz für ein Sommerhalbjahr



A4. Schlussfolgerungen aus Modellberechnungen

Mit dem Bestandsmodell wurden für die Prognosen folgende mittlere Abflüsse berechnet

- Sedentaler Bach: ca. 15.000 m³/a bzw. ca. 0,5 l/s
- Kattendahler Graben: ca. 9.850 m³/a bzw. ca. 0,3 l/s

Die aktuellsten Messungen zeigen, dass die Abflussmengen deutlich größer sind als mit dem Bestandsmodell berechnet:

- Sedentaler Bach 2022: ca. 54.000 m³ bzw. ca. 1,7 l/s
- Kattendahler Graben 2022: ca. 32.000 m³ bzw. ca. 1,0 l/s

Insgesamt ergibt sich damit ein um den Faktor > 3 höherer Zufluss zum Weiher als bisher im Bestandsmodell angenommen

A5. Ergänzungen im Wasser-Boden-Bilanzmodell

Die Ergänzungen, die sich ergeben haben, belaufen sich u.a. auf:

- Verwendung der Niederschlagsdaten der BRW Stationen, insbesondere Hochdahl-Sternwarte
- Neuberechnung der Seeverdunstung nach Penman
- Verwendung der neu abgeschätzten Versickerung durch die Seesohle
- Nutzung der analytischen Auswertung der Abfluss- und Wasserstandsmessungen während des Anstauversuches 2022

Umsetzung im numerischen Grundwassermodell (SPRING):

- Umwandlung des 2D Modells in ein 3D Modell
- Optimierung der Randbedingungen
- Berücksichtigung der Entnahmebrunnen Sedental und Sandheide

Jedoch:

- 3D Modell kaum handhabbar -> extrem lange Rechenzeiten
- Zwischenabfluss (hier dominant) schwierig mit dem Grundwassermodell zu modellieren
- Wir benötigen an dieser Stelle noch etwas mehr Zeit
- Daher zunächst Nutzung des „analytischen Modells“

A6. Prognosen

Vorhersagen Klimaatlas NRW des LANUV (Periode 2031-2060):

Niederschlag steigt im Mittel auf **1.028 mm/a** (Min: 1.019 mm/a, Max: 1.079 mm/a)

Mittel KW-Sternwarte 1991-2020: **917 mm/a**

-> Anstieg um 111 mm/a

Niederschlag auf Seeoberfläche steigt somit auf im Mittel ca. 30.800 m³/a (Anstieg um ca. 12 %)

Jedoch Anstieg der Seeverdunstung aufgrund Temperaturerhöhung von ca. 750 mm/a auf ca. 850 mm/a (Seeverdunstung: 22.500 m³/a -> 25.500 m³/a (Anstieg um ca. 13 %))

Verdunstung im **Sommer**halbjahr am größten, während Niederschlag gering ist

-> deutlich negative Bilanz im Sommer

-> Wasserstand kann um 80 cm sinken!

(siehe Folie 22)

A6. Optionen

Variante 1: IST-Zustand

Variante 2: Abdichtung Weihersohle

- Potential ca. 60.000 m³/a Verlust zu verhindern

Variante 3: Variation Grundabgabe

- Grundabgabe durch Schichtenwasser/Grundwasser gegeben
- Fraglich ist ggf., ob sich dies bei einer Sohlabdichtung ändert
- Jedoch führt Sohlabdichtung zum Überlauf des Weiher und damit einer (zumindest zeitweise) Grundabgabe

Variante 4: Anschluss Oberflächen

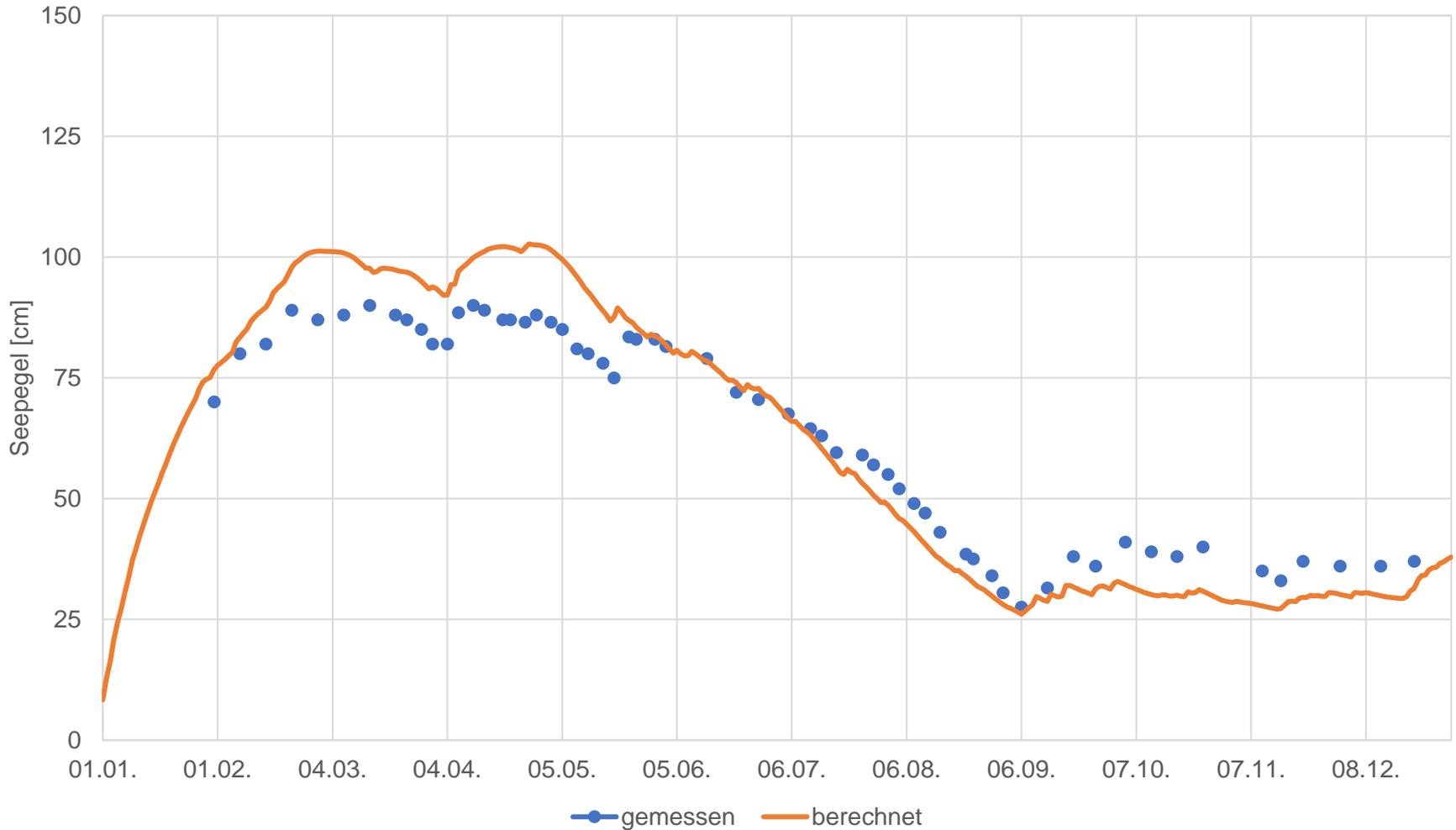
- Aktuell angeschlossene Flächen wurden geprüft (Termin mit Abwasserbetrieb)
- Potential von weiteren Flächen wurde gemeinsam mit dem Abwasserbetrieb geprüft

Variante 5: Abdichtung Bachsohle Sedentaler Bach

- Verhinderung des Verlustes von ca. 15.000-20.000 m³/a

A6. Variante IST-Zustand

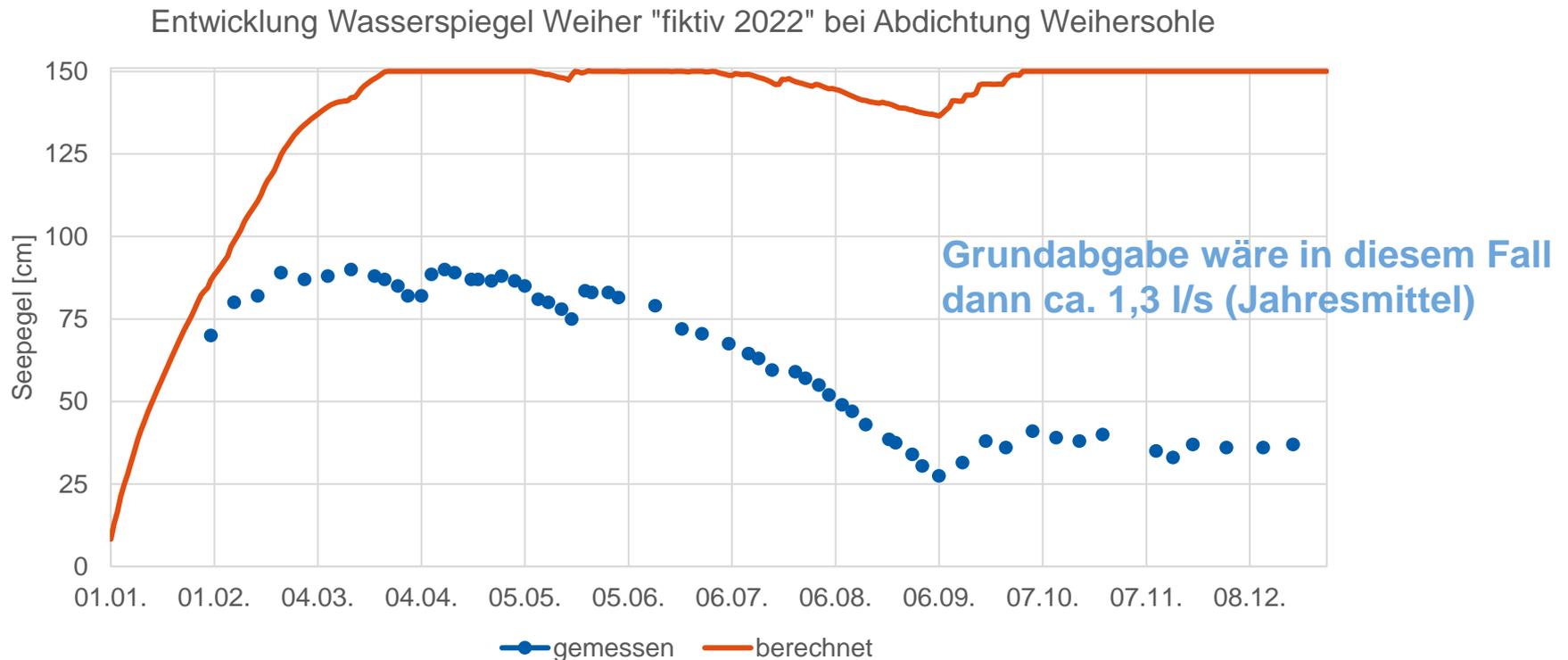
Entwicklung Wasserspiegel Weiher 2022



A6. Variante Abdichtung Weihersohle

Der kritische Faktor bei der Bilanz des Stadtweihers ist also das Sommerhalbjahr. Hier kann ein großer Verlust auftreten, auch wenn der Weiher im Winter wieder vollständig aufgefüllt wird.

Eine Abdichtung der Weihersohle könnte das Abfallen des Wasserspiegels im Sommer verhindern.

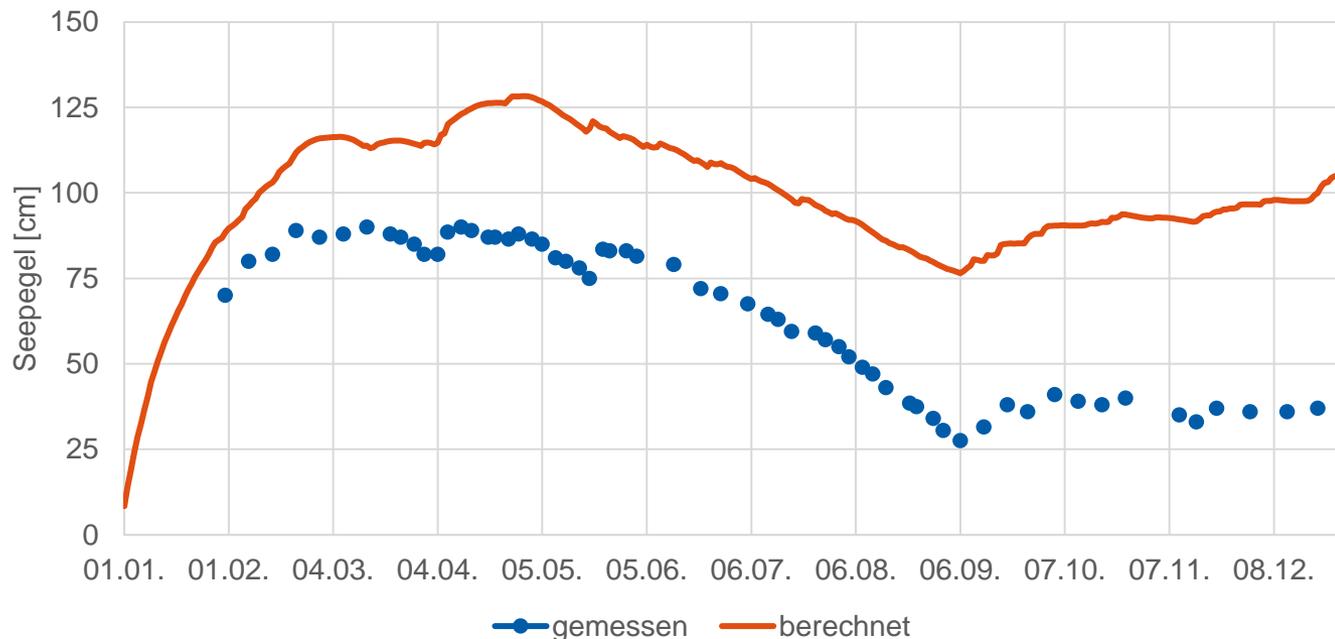


A6. Variante Abdichtung Sedentaler Bach

Auf der Strecke zwischen „in den Birken“ und dem Stadtweiher gehen im Sedentaler Bach ca. 20.000 m³ im Jahr 2022 verloren. Meist versickert das Wasser zwischen dem Sandfang und dem Zufluss zum Weiher.

Würde der Abfluss von „In den Birken“ ohne Verluste in den Weiher fließen, sähe die Abflusskurve folgendermaßen aus:

Entwicklung Wasserspiegel Weiher "fiktiv 2022" Abdichtung Sohle des Sedentaler Bachs



Defekter Überlauf vernachlässigt

A7. Überprüfung der Grundabgabe

Aktuell scheint eine Grundabgabe vorhanden zu sein, diese wird vermutlich aus Grundwasser und/oder Schichtenwasser gebildet

Unklar ist bislang, ob ggf. durch eine Abdichtung der Weihersohle diese unterirdische Stützung verringert würde

Dagegen wäre bei einer Abdichtung zumindest im Winterhalbjahr/Frühjahr sowie nach starken Regenereignissen ein Überlauf aus dem Weiher gegeben

Derzeit erfolgen Abstimmungen der erforderlichen Abgabe mit der Unteren Wasserbehörde (Kreis Mettmann)

A8. Prüfung des Potentials zur Nutzung von Niederschlagswasser von Dachflächen

Aktuell angeschlossene Flächen

- 20.000 m² Oberfläche (5 Hochhäuser am Stadtweiher, Verkehrswege)
- Anschluss an Verrohrung des Kattendahler Grabens
- Kleinere Flächen, die direkt in den Weiher einleiten

Potential

- Potential von ca. 10.000 m² Oberflächenentwässerung südlich des Stadtweihers (Wohnbebauung „Eichendorffweg“), Genehmigungsfähigkeit zu prüfen
- Potential von ca. 3.300 m³ Fahrbahnflächen (Südliche Fahrbahn Sedentaler Straße bis Haaner Straße), Vorbehandlung erforderlich
- Potential geringer Flächen östlich der Wohnbebauung „Eichendorffweg“, noch zu prüfen

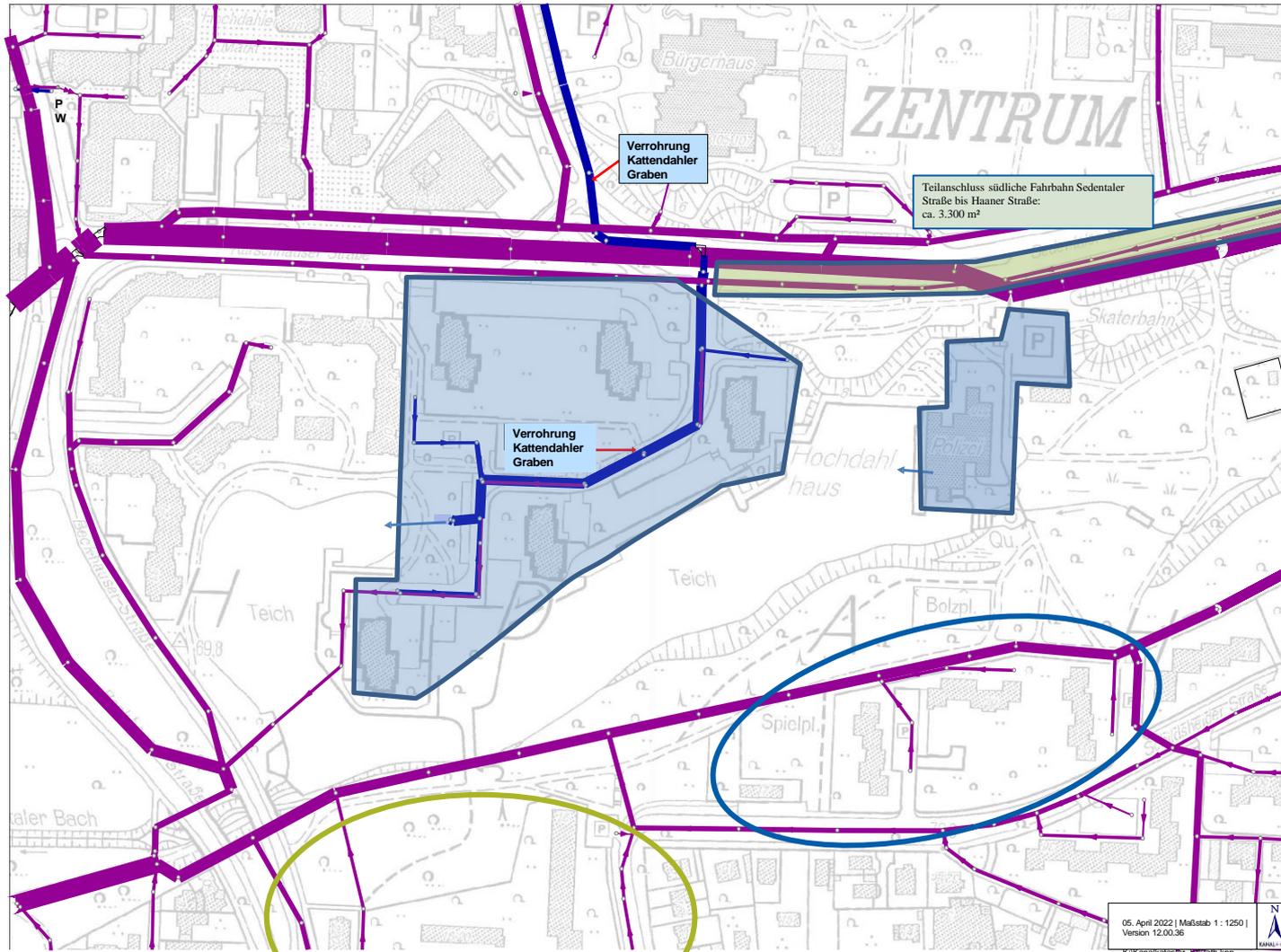
Nach Prüfung ungeeignet

- Nordwestlicher Bereich des Stadtweihers, Fahrbahnfläche Sedentaler Straße bis Kattendahler Straße, Schulkomplex, Hochdahler Markt, Bürgerhaus

A8. Prüfung des Potentials zur Nutzung von Niederschlagswasser von Dachflächen

- Der Abwasserbetrieb AbE führt die Prüfung, ob vorhandene MW-Systeme 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
- Ein solches Projekt ist der Eichendorffweg
- Die Trennung ist aber nur unter baulich geeigneten Bedingungen möglich. Wenn z.B. Regen- und Schmutzwasser bereits im Gebäude vermischt werden, kann diese Trennung kaum erfolgen
- Daher immer Einzelfallprüfung erforderlich. Die Umsetzung ist nur unter Mitwirkung der privaten Grundstücks- und Gebäudeeigentümer möglich
- Jede Einleitung in ein Gewässer erfordert zudem eine Genehmigung der Unteren Wasserbehörde
- Die Planung Eichendorffweg ist derzeit noch im Stadium der Vorplanung und daher unter Vorbehalt (Genehmigung) zu sehen.

A8. Prüfung des Potentials zur Nutzung von Niederschlagswasser von Dachflächen



Potential
Bebauung Am
Eichendorffweg
10.000 m²

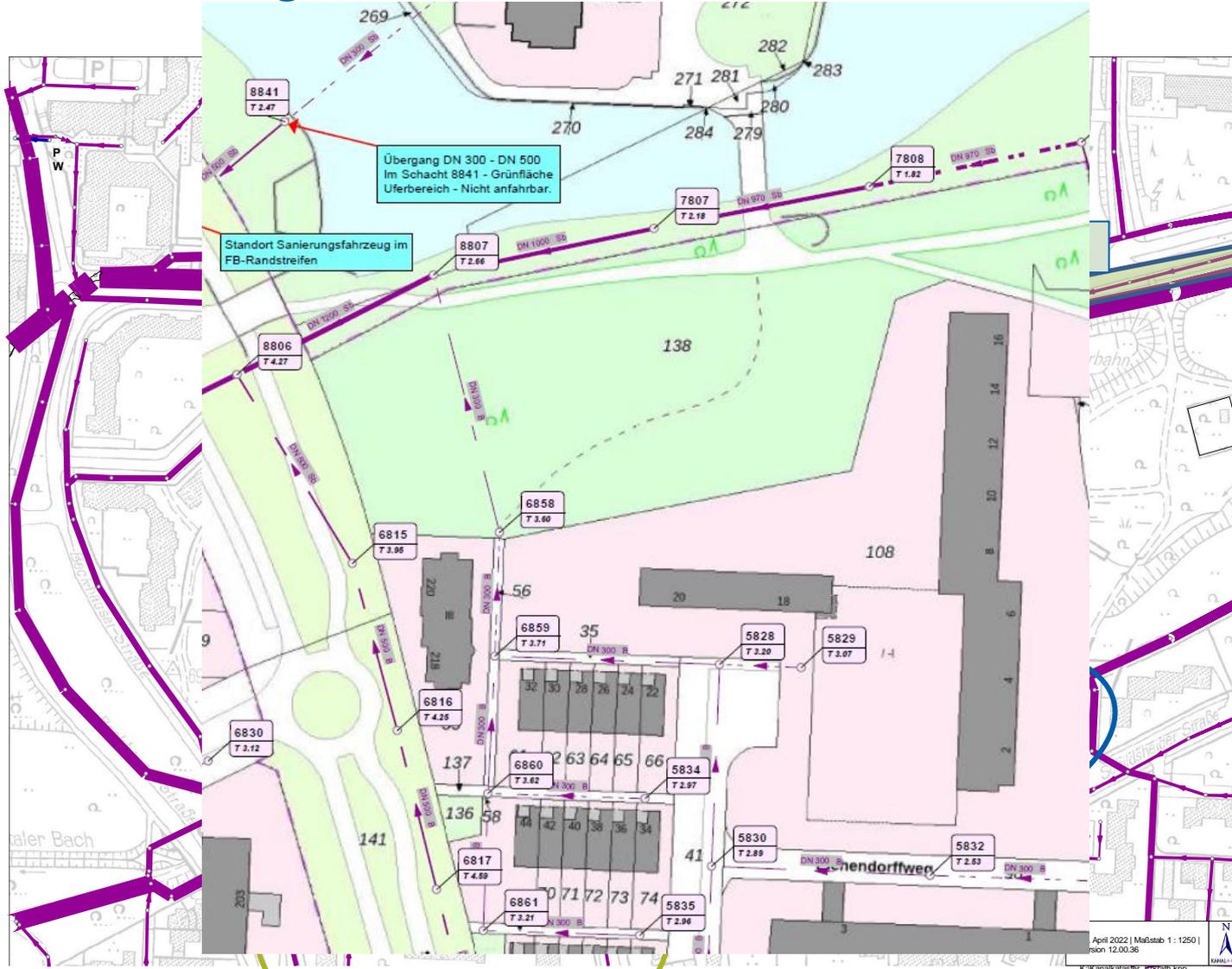
Zu prüfendes
Potential

bereits
angeschlossen:
Σ = ca. 20.000

Umschluss
technisch
möglich

05. April 2022 | Maßstab 1 : 1250 |
Version 12.00.36
K:\Kanalkataster_erkrahn\app

A8. Prüfung des Potentials zur Nutzung von Niederschlagswasser von Dachflächen



Potential
 Bebauung Am
 Eichendorffweg
 10.000 m²

Zu prüfendes
 Potential

bereits
 angeschlossen:
 $\Sigma = \text{ca. } 20.000$

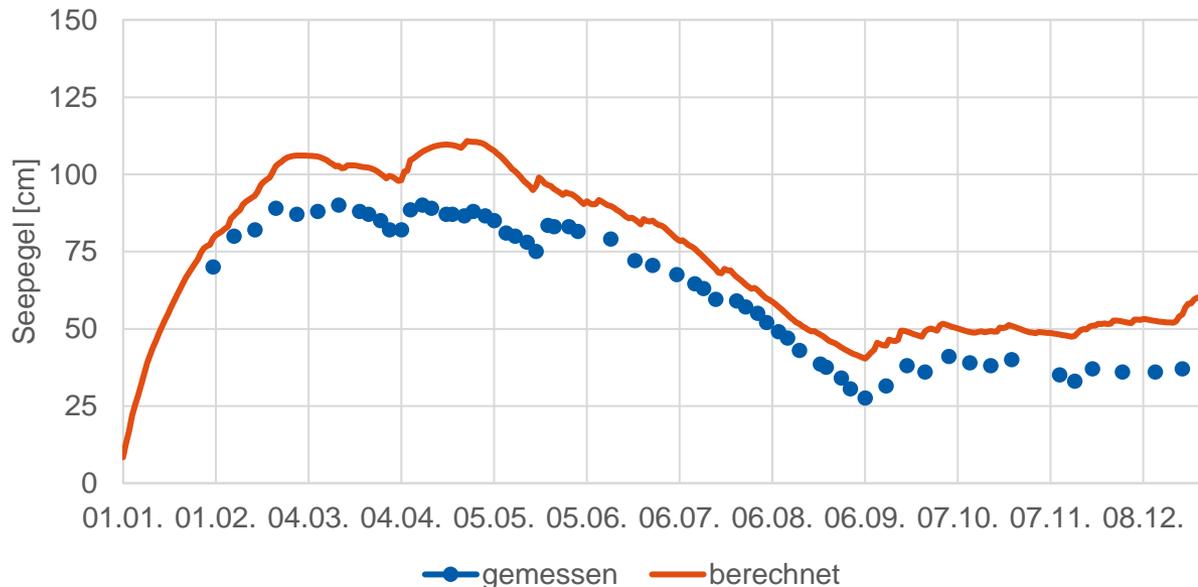
Umschluss
 technisch
 möglich

A8. Prüfung des Potentials zur Nutzung von Niederschlagswasser von Dachflächen

Potential

- Potential von ca. 10.000 m² Oberflächenentwässerung (am Beispiel Bebauung „Am Eichendorfweg“)
-> ca. 9.000 m³/a
- Bei einem jährlichen Umsatz von ca. 100.000 m³ in der Weiherbilanz, wäre hier ein Potential von ca. 9 % auf der Seite der Zuflüsse möglich

Entwicklung Wasserspiegel Weiher "fiktiv 2022": Anschluss
10.000 m² zusätzl. Dachflächen



**Defekter Überlauf
vernachlässigt**

A9. Prüfung des Zusammenhangs zwischen Trinkwasserförderung und Weiherwasserstand

Datenanfrage und -Lieferung der Stadtwerke Erkrath:

- Entnahmedaten des Brunnens Sedental seit seiner Einrichtung 2011
- Stammdaten und Bohrprofile der umliegenden ca. 10 Grundwassermessstellen
- Pumpversuchsdaten/-auswertung vom Brunnen Sandheide

Es erfolgte ein Abstimmungstermin zwischen den Stadtwerken, der Stadt und BCE am 17.11.2022

Frei verfügbar über das ELWAS-WEB des LANUV sind außerdem die Grundwasserstandsdaten der Messstellen, Stammdaten im ELWAS-WEB sind jedoch tlw. unvollständig/fehlerhaft

Auswertung der Grundwasserstandsentwicklung zeigt:

- Einfluss der Brunnen Sedental und Sandheide im Entnahmegrundwasserleiter (Karstaquifer)
- Diese Absenkung führt auch zu Absinken der oberflächennahen Grundwasserleiter (verminderte Stützung des Sedentaler Bachs)
- Geologische Störung östlich/westlich des Stadtweihers führt zu unterschiedlichen Verhältnissen; Situation im direkten Bereich des Weihers unklar, da dort keine Grundwassermessstellen existieren
 - Für längerfristige Bewertung der Verhältnisse empfehlen wir den Bau einer Grundwassermessstelle in direkter Weihernähe

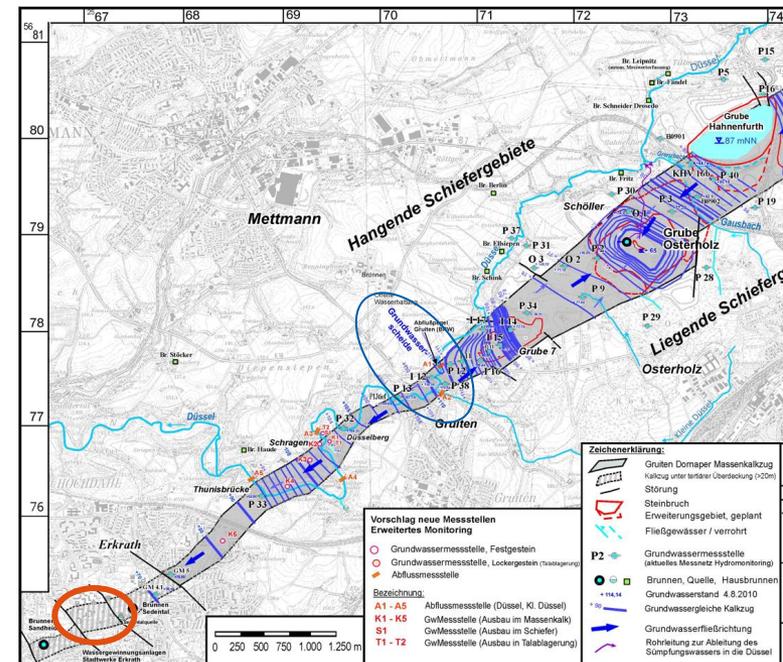
A9. Prüfung des Zusammenhangs zwischen Trinkwasserförderung und Weiherwasserstand

Fazit

- Es besteht ein Einfluss der Trinkwasserförderung auf den Entnahmegrundwasserleiter (Karstaquifer) und auch auf den oberflächennahen (lokalen) Grundwasserleiter
- In der Folge ist die Stützung des Sedentaler Bachs wahrscheinlich vermindert
- Mangels Grundwassermessstellen und unklarer Rolle der geologischen Störungen ist nicht klar, ob die Trinkwasserförderung Einfluss auf den Weiherwasserstand hat
- Vorrang der Trinkwasserversorgung ist gesetzlich geregelt (§37 LWG NRW)

Einfluss weiterer, größerer Grundwasserentnahmen

- Kalkbergwerk hinter Gruiten: Die Grundwasserscheide liegt nördlich des Einzugsgebietes des Stadtweihers, daher ist ein Einfluss nicht zu erwarten
- Haaner Felsenquelle GmbH: Hier wird das Wasser aus einer Tiefe von rd. 150 m gefördert; es ist ebenfalls nicht zu erwarten, dass hier ein großer Einfluss besteht
- Grundsätzlich besteht jedoch Einfluss durch den Klimawandel: Instationäres System, daher kann es dazu führen, dass sich Einzugsgebiete überlappen und System gestresst werden



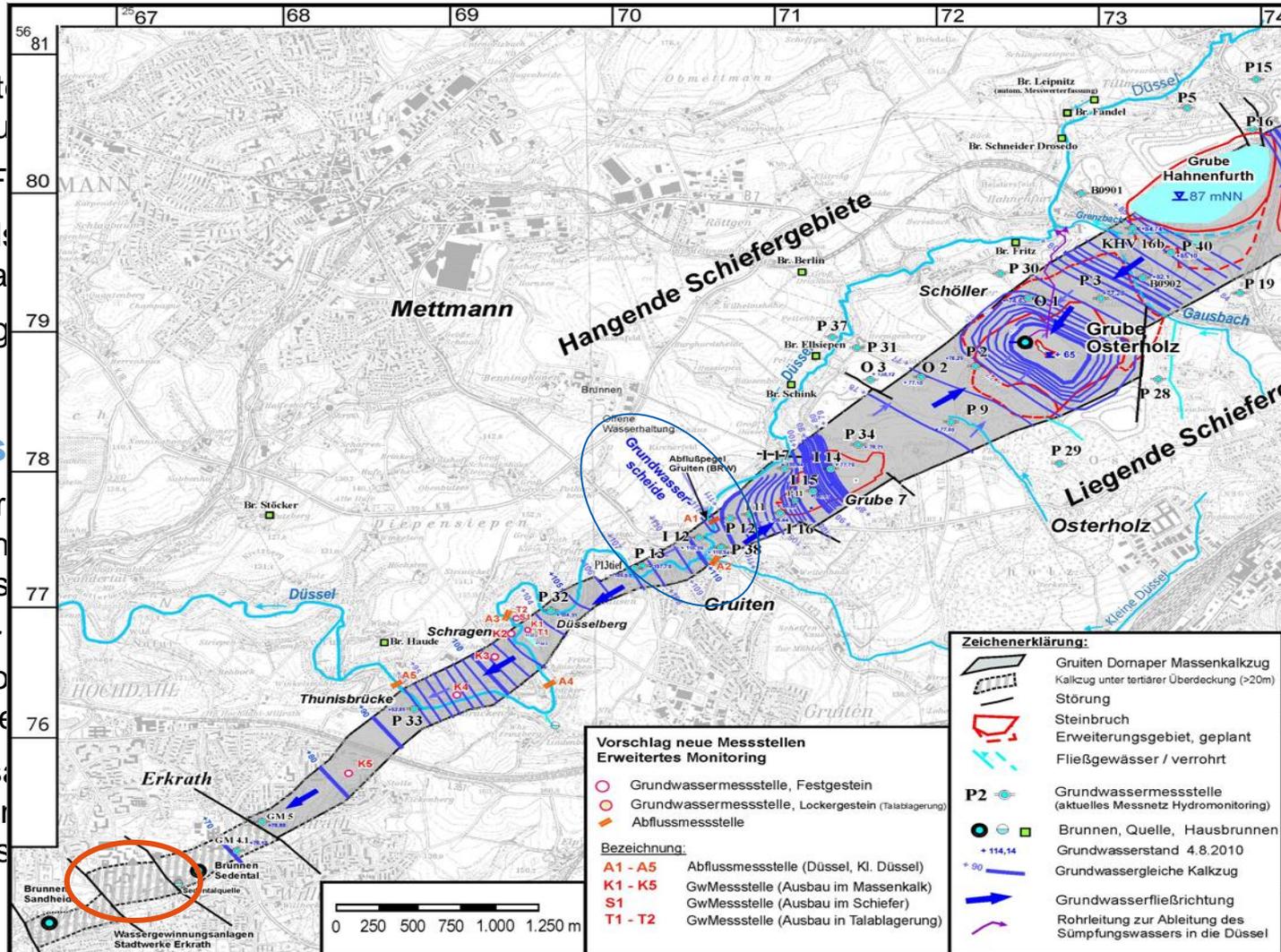
A9. Prüfung des Zusammenhangs zwischen Trinkwasserförderung und Weierherstand

Fazit

- Es besteht ein Zusammenhang zwischen der Grundwasserförderung (aus dem Kalkquifer) und dem Weierherstand in der Fläche.
- In der Fläche sind Mangelstellen für die Trinkwasserförderung zu erkennen, die durch die Grundwasserförderung entstehen.
- Vorrangig sind die Mangelstellen in der Fläche zu beheben, um den Weierherstand zu verbessern.

Einfluss

- Kalkberneinfluss aus dem nördlichen Bereich.
- Haaner Einfluss aus dem südlichen Bereich.
- Tiefe von den Haaner Anlagen, die hier in der Fläche zu erkennen sind.
- Grundwasserförderung in der Fläche.
- Installation von Messstellen in der Fläche.
- Einzugsgebiet der Düssel.



quifer) und
r, ob die

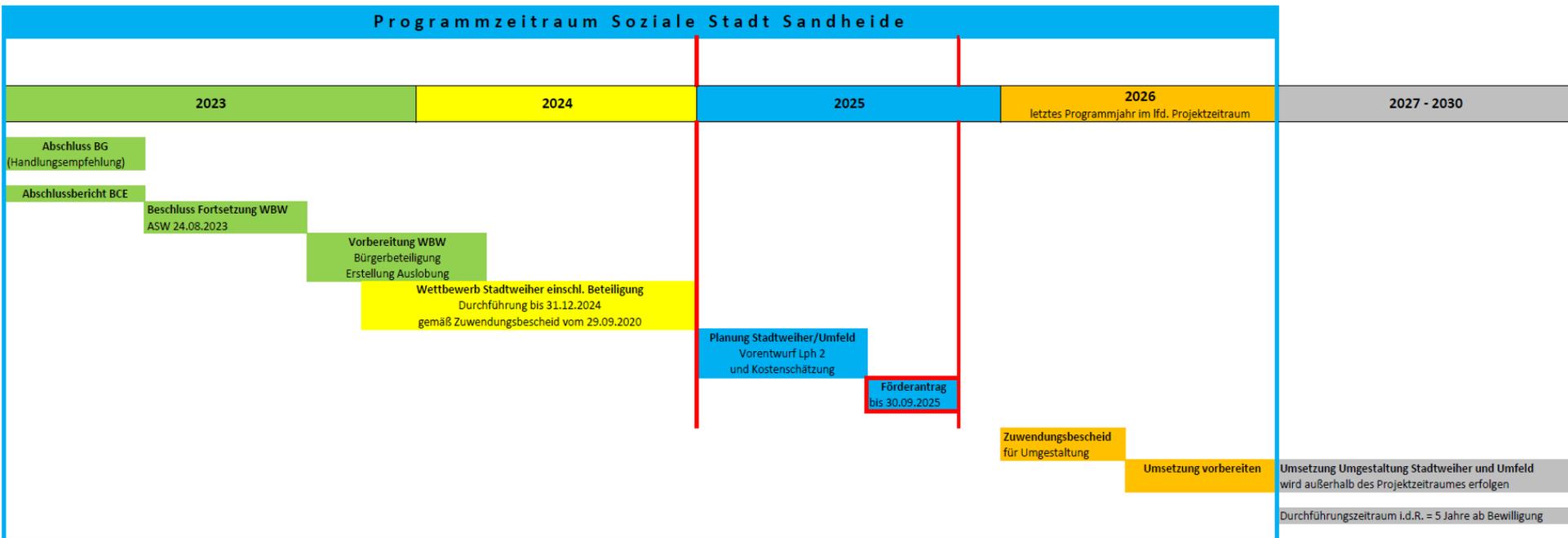
Fazit

- Bilanzmodell und numerisches Grundwassermodell konnten nicht abschließend plausibilisiert werden
- Auf Basis der Abflussmessungen des Anstauversuchs 2022 wurde ein analytisches Modell aufgebaut
- Diese wöchentlichen Abflussmessungen 2022 zeigen, dass dem Weiher deutlich größere Mengen zufließen als mit dem bisherigen Bilanzmodell angenommen
- Entsprechend wurde das Bilanzmodell neu aufgestellt
- Überarbeitetes Grundwassermodell (derzeit noch weiter in Bearbeitung) dient als Grundlage für Prognosen
- Klimaprognosen des Landes zeigen Anstieg der Niederschlagsspende in kommenden Jahrzehnten, somit mögliche Erhöhung des Dargebots
- Dagegen ist ein weiterer Anstieg der Temperaturen und damit der Verdunstung wahrscheinlich
- Demnach sind Sommerhalbjahre und Extremjahre (wie z.B. 2018) und deren Wiederholung kritisch
- Eine Abdichtung der Weihersohle scheint eine Maßnahme mit großem Potential zu sein
- Weiteres Potential besteht in der Einleitung von Niederschlagswasser von Dachflächen (südlich gelegene Bebauung) und ggf. der Abdichtung des Bachbettes des Sedentaler Baches
- Dargestellt und bewertet sind hier Einzelmaßnahmen, selbstverständlich sind auch Kombinationen von Maßnahmen denkbar
- Grundsätzlich schließen sich Untersuchungen zur Gewässergüte und -ökologie an
- Insbesondere für längere Trockenperioden in Sommermonaten ist eine Betrachtung von Mindestwasserständen im Weiherwasserstand wichtig

Ausblick

- Aufgrund umfangreicherer erforderlicher Überarbeitung des numerischen Grundwassermodells laufen die Berechnungen noch, insbesondere für die Prognosen
- Es haben bereits Abstimmungen und ein vor-Ort-Termin stattgefunden hinsichtlich der möglichen Installation einer kontinuierlichen Abflussmessung am Sedentaler Bach sowie Kattendahler Graben
- 4. (und letzte) **Sitzung** der Begleitgruppe **Ende Mai 2023** mit Präsentation der abschließenden Ergebnisse und Festlegung der wasserwirtschaftlichen Randbedingungen für den Planungswettbewerb
- Fertigstellung des **Berichtes** durch BCE bis **Ende Juni 2023**
- Auf Grundlage dieser Inhalte: **Sitzungsvorlage** für ASW am 24.08.2023
- **ASW 24.08.2023**: Beschluss der Wiederaufnahme Planungswettbewerb unter den erarbeiteten Randbedingungen

Zeitplanung



Wir sind Experten für Wasser, Umwelt, Ingenieurbau, Informatik, Energie und Architektur.

Björnsen Beratende Ingenieure GmbH

Niederlassung Bonn
Acherstr. 13b
53111 Bonn

Telefon +49 228 945875-0
Telefax +49 228 945875-9
info@bjoernsen.de
www.bjoernsen.de

