



WIRTSCHAFTSBETRIEBE
GREVENBROICH

Ortslage Kapellen Studie zur Erweiterung des Gewerbegebietes zwischen BAB und B-Plan K27



Entwässerungsstudie

Oktober 2015



Ingenieurbüro Achten und Jansen GmbH

Beratende Ingenieure Ingenieurkammer-Bau NRW

INHALTSVERZEICHNIS

1	VERANLASSUNG.....	3
2	GRUNDLAGEN DER PLANUNG	5
2.1	VORHANDENE PLANUNTERLAGEN.....	5
2.2	NIEDERSCHLAGSABFLUSSMESSUNG, KISTERS AG.....	5
3	BERECHNUNGSVERFAHREN.....	6
4	RECHTLICHE GRUNDLAGEN.....	7
5	BERECHNUNGSGRUNDLAGEN	8
5.1	VORHANDENES ENTWÄSSERUNGSSYSTEM.....	9
6	VARIANTENUNTERSUCHUNG.....	11
6.1	ERGEBNISSE	12
6.1.1	0-VARIANTE	12
6.1.2	VARIANTE 1	13
6.1.3	VARIANTE 2	14
6.1.4	VARIANTE 2A.....	17
6.1.5	VARIANTE 3	18
6.1.6	VARIANTE 4	19
6.1.7	VARIANTE 5	20
6.1.8	VARIANTE 6	22
7	KOSTEN.....	22
7.1	MASSNAHMEN ZUR STÄRKEREN BEAUFSCHLAGUNG RRB 1 (KASKADE 1).....	22
7.1.1	NEUBAU EINES KASTENPROFILS	22
7.1.2	UMBAU DES SCHACHTES 4366319 ALS SONDERSCHACHT	23
7.2	MASSNAHMEN ZUR STÄRKEREN BEAUFSCHLAGUNG RRB 3 (KASKADE 3).....	23
7.2.1	VERGRÖßERUNG DER HALTUNG 4366342	23
7.2.2	SONDERSCHACHT 4366342.....	23
7.3	MASSNAHMEN ZUR STÄRKEREN BEAUFSCHLAGUNG RRB 4 (KASKADE 4).....	23
7.4	KOSTENSCHÄTZUNG RRB 4B	23
8	FAZIT/ZUSAMMENFASSUNG	23

ANLAGEN

- 1 Grundlagen
- 2 Ergebnisse

1 VERANLASSUNG

Im Ortsteil Kapellen der Stadt Grevenbroich ist eine Erweiterung der städtebaulichen Entwicklungsmaßnahme (SEM-Kapellen) geplant. Vorgesehen ist eine Erschließung der Flächen zwischen der BAB A46 und dem nördlichen Rand des B-Plan-Gebietes K27. In der Netzanzeige nach § 58.1 LWG von August 2003 wurde im Rahmen der LWAFLUT-Berechnung diese Fläche als sogenannter „Vollanschluss mit Erweiterungsfläche“ rechentechnisch berücksichtigt. Der Genehmigungsentwurf zur Entwässerung sieht vor, bei einer Erschließung der o. g. Flächen ein weiteres Stahlbeton-Regenrückhaltebecken mit einem Volumen von 2.400 m³ zu errichten. Die Flächen hierfür sind im südöstlichen Rand des gesamten Erschließungsgebietes reserviert.

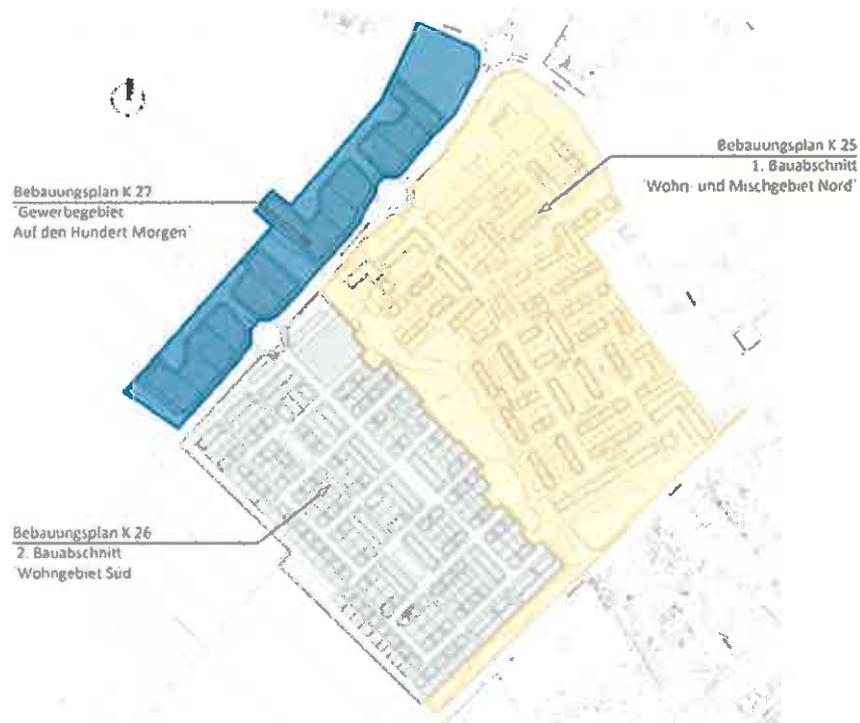


Abb.: Übersichtsplan K25 – K27 (Quelle DSK)

Da die bauliche Umsetzung aufgrund der beengten Verhältnisse seitens der WGV GmbH als sehr kostenintensiv eingeschätzt wird, beauftragte die WGV GmbH das Ingenieurbüro Achten und Jansen GmbH in 01/2015 mit der Erstellung einer Entwässerungsstudie. Die Studie soll klären, ob das Kanainetz bzw. die vorhandenen 5 Rückhalteräume im gesamten Baugebiet Ausbaureserven aufweisen. Es sind die Maßnahmen aufzuzeigen, die erforderlich werden, um diese Ausbaureserven zu nutzen und die sich ergebenden Kosten mit den Kosten, die für den Bau des geplanten Stahlbeton-Regenrückhaltebeckens entstehen würden, gegenüber zu stellen. Die Studie

soll ferner untersuchen, welche baulichen Maßnahmen erforderlich werden, wenn nur der *östliche Teil* der geplanten Erweiterung umgesetzt wird.

Zur Validierung der Berechnungs- und Bemessungseingangswerte für die Abwasseranlagen des gesamten Erschließungsgebietes beauftragte die WGV GmbH das Ingenieurbüro Kisters AG, Aachen mit einer Niederschlagsabflussmessung im Frühjahr 2014.

2 GRUNDLAGEN DER PLANUNG

2.1 VORHANDENE PLANUNTERLAGEN

Die vorliegende Studie baut auf den vorhandenen Planungsgrundlagen auf:

- STRAKAT Kanalkataster Grevenbroich, aktuell
- Luftbildaufnahmen der Stadt Grevenbroich, 2010
- Niederschlagsdaten der Messstation Jüchen - Kelzenberg der Jahre 1970 bis 2014
- Generalentwässerungsplan, Arbeitstitel „Hemmerden“, hierin enthalten ist das Einzugsgebiet der Ortslage Kapellen, IB Achten und Jansen GmbH, Aachen, derzeit in Bearbeitung
- Messkampagne „Hundert Morgen – Kapellen“, IB Kisters AG, Aachen, September 2014
- Kanalnetzanzeige gem. § 58.1 LWG, „Wohnen und Arbeiten am Bahnhofpunkt Kapellen“ für die Deutsche Stadt- und Grundstücksentwicklungsgesellschaft mbH als Entwicklungsträger und Treuhänder der Stadt Grevenbroich (DSK), IB Achten und Jansen GmbH, Aachen, August 2003
- Einleitungsantrag gem. §§ 2, 3, 7 WHG, „Wohnen und Arbeiten am Bahnhofpunkt Kapellen“, Deutsche Stadt- und Grundstücksentwicklungsgesellschaft mbH als Entwicklungsträger und Treuhänder der Stadt Grevenbroich (DSK), IB Achten und Jansen GmbH, Aachen, August 2003
- Bestandsvermessung der offenen Regenrückhaltebecken im Bereich der abgeschlossenen Erschließung K25 und K26, Datum und Ersteller unbekannt

2.2 NIEDERSCHLAGSABFLUSSMESSUNG, KISTERS AG

Das Ingenieurbüro Kisters AG wurde im Frühjahr 2014 mit einer Messkampagne beauftragt, die Informationen über die angeschlossenen befestigten Flächen der Teilerschließungsgebiete K25 und K27 (Nordost) liefern sollte. Hierzu wurde im Bereich des offenen Regenrückhaltebeckens an der Bahnlinie (RRB 4) eine Niederschlagsmessstation aufgebaut und im Zulaufkanal zum Regenrückhaltebecken eine Abflussmeseinrichtung installiert. Die Niederschlagsabflussmessungen wurden in dem Zeitraum vom 01.07.2014 bis 01.09 2014 durchgeführt.

Über die mathematische Beziehung Q_r/N_{eff} lässt sich die zum Abfluss beitragende Fläche A_u für den östlichen Entwässerungsstrang ermitteln. Diese Fläche beträgt $A_u = 6,7$ ha.

In einem weiteren Arbeitsschritt wird das Entwicklungspotenzial der Bauabschnitte K25/K27 (Nordost) ermittelt. Die Auswertung der noch bebaubaren Flächen ergab ein Entwicklungspotenzial von 15 %. Die prognostizierte tatsächlich befestigte Fläche liegt damit bei $6,7 * 1,15 = 7,7$ ha. Der Erschließungsentwurf sah hier eine Fläche von $A_u = 7,0$ ha für den Strang „Ost“ vor – die prognostizierte befestigte Fläche liegt damit 10 % über den Flächenangaben des Genehmigungsentwurfes.

Fazit:

Nach den Auswertungen des IB Kisters AG sind alle Potenziale im Bereich der Berechnungseingangsgrößen zur Auslegung der Regenrückhaltebecken ausgeschöpft. Eine Anpassung oder eine Überarbeitung des im 2003 eingereichten Genehmigungsentwurfes für die Auslegung der abwassertechnischen Anlagen ist daher nicht sinnvoll.

Potenziale können sich aber bei der Wahl eines realitätsnäheren Berechnungsprogramms (hydrodynamische Berechnungsverfahren statt hydrologischen Berechnungsverfahren) und bei der Nutzung vorhandener Rückhaltekapazitäten im Kanalnetz bzw. den vorhandenen Regenrückhaltebecken ergeben.

3 BERECHNUNGSVERFAHREN

In der Kanalnetzanzeige nach § 58.1 LWG wurde die Auslegung der Regenrückhaltebecken und Kanalstauräume im Bereich von K25 bis K27 mit der hydrologisch errechnenden Software LWAFLUT der Fa. Hydrotec GmbH, Aachen, durchgeführt. Das Kanalnetz hingegen wurde hydrodynamisch mit der Berechnungssoftware HYSTEM-EXTRAN (Vers. 5.2.5) berechnet.

Das in LWAFLUT ermittelte Beckenvolumen wurde in das Berechnungsmodell von HYSTEM-EXTRAN übernommen. Eine detaillierte Abbildung der Regenrückhaltebecken (z. B. Volumenlamellen in 50 cm Höhenschritten) wurde im Rahmen des Entwurfes nicht durchgeführt, da zum Entwurfszeitpunkt lediglich ein geringer Einstau der Becken (Minimierung der Unfallgefahr bei plötzlichem Einstau) geplant war. Mittlerweile sind die offenen Regenrückhaltebecken eingezäunt, sodass hier auch praktisch eine max. Ausnutzung des vorhandenen Gesamtbeckenvolumens möglich ist. Vor diesem Hintergrund wurde das vorhandene Kanalnetzmodell komplett überarbeitet und auf die derzeitigen Randbedingungen angepasst. Die zum Abfluss beitragenden Einzugsflächen wurden aus der Kanalnetzanzeige von August 2003 übernommen.

4 RECHTLICHE GRUNDLAGEN

Die Regenrückhaltebecken 1 und 3 „Im Grünzug“ (Kaskade 1 und 3) wurden so konzipiert, dass sich für ein 50-jähriges Regenereignis ($n = 0,02$) eine Wassertiefe $< 1,0$ m einstellt. Durch die relativ hohe Weitergabemenge von 25 bis 30 l/s fallen beide Becken auch im Hinblick auf die Beckengeometrie und die daraus resultierende langsame Füllung zumeist trocken. Aufgrund der insgesamt geringen Wassertiefen wurde mit dem Gemeindeunfallversicherungsverband (GUVV) abgesprochen, dass auf eine Einzäunung der Becken 1 und 3 verzichtet werden könnte; so wurde der Entwurf aufgestellt.

Für das große Regenrückhaltebecken 4 wurde durch die schnelle Füllung und Beaufschlagung mit größeren Wassermengen ein höheres Gefährdungspotenzial erkannt und so eine Einzäunung des Beckens eingeplant.

Nach Fertigstellung der Regenrückhaltebecken entschied sich die WGV GmbH aus Sicherheitsgründen auch für eine Einzäunung der Regenrückhaltebecken 1 und 3 „Im Grünzug“. Vor diesem Hintergrund ist nunmehr auch eine stärkere Beaufschlagung der Regenrückhaltebecken 1 und 3 unbedenklich. Die im Rahmen dieser Studie erarbeiteten Optimierungsvarianten berücksichtigen sowohl die geforderte Überstausicherheit für Regenrückhaltebecken ($n = 0,02$) als auch die rechtlichen Grundlagen im Hinblick auf den Überstau- und Überflutungsschutz nach Maßgabe der DWA-A 118 bzw. EN 752.

Für Neuplanungen und anstehende Sanierungsplanungen gelten für den Überstauachweis die gemäß **DWA-Arbeitsblatt 118** empfohlenen Zahlenwerte:

Ort	Überstauhäufigkeiten Neuplanung bzw. nach Sanierung (1 mal in 'n' Jahren)
ländliche Gebiete	1 in 2
Wohngebiete	1 in 3
Stadtzentren, Industrie- und Gewerbegebiete	seltener als 1 in 5
unterirdische Verkehrsanlagen, Unterführungen	seltener als 1 in 10 ¹⁾

¹⁾ Bei Unterführungen ist zu beachten, dass bei Überstau über Gelände i. d. R. unmittelbar eine Überflutung einhergeht, sofern nicht besondere örtliche Sicherungsmaßnahmen bestehen. Hier entsprechend Überstau- und Überflutungshäufigkeiten dem in u. g. Tabelle genannten Wert „1 in 50“!

Überstauhäufigkeiten nach DWA-A118

... für die Überflutungsprüfung

Gemäß der Europäischen Norm EN 752 werden für den Überflutungsschutz die nachfolgenden Werte für Neuplanungen und vorgesehene Verbesserungen empfohlen:

Ort	Häufigkeit der Bemessungsregen *) (1 mal in 'n' Jahren)	Überflutungshäufigkeit (1 mal in 'n' Jahren)
Ländliche Gebiete	1 in 1	1 in 10
Wohngebiete	1 in 2	1 in 20
Stadtzentren, Industrie- und Gewerbegebiete	1 in 5	1 in 30
unterirdische Verkehrsanlagen, Unterführungen	1 in 10	1 in 50
*) Für Bemessungsregen dürfen keine Überlastungen auftreten.		

Bemessungen und Überstauhäufigkeiten nach EN 752

Bei einem vornehmlich durch Wohnbebauungsstruktur gekennzeichneten Einzugsgebiet muss nach o. a. Tabelle also 1-mal in 20 Jahren eine Überflutung akzeptiert werden. Aufgrund des erhöhten Schadenpotenzials in Stadtzentren und Gewerbegebieten beträgt eine zu tolerierende statistische Wiederkehrzeit einer Überflutung $T_n = 30$ a.

Eine **Überflutungsprüfung** bei rechnerisch festgestellten größeren Überstaukubaturen wäre dann durch die WGV GmbH zu veranlassen. Bei der Überflutungsprüfung wird das Schädigungspotenzial von austretendem Abwasser in der Örtlichkeit untersucht. Hierzu wird i. d. R. eine Fotodokumentation erstellt und eine Abschätzung der topografischen Situation vorgenommen. Die zentrale Frage ist hier, ob das austretende Abwasser aufgrund der Topografie in Richtung Anliegerbebauung fließen kann und dort zu Beeinträchtigungen/Schädigungen führen kann.

5 BERECHNUNGSGRUNDLAGEN

Den hydraulischen Berechnungen liegt das aktuelle Kanalkataster der WGV GmbH im STRAKAT-Datenformat zugrunde. Die Variantenuntersuchungen berücksichtigen das Regenwassernetz der betrachteten Einzugsgebiete K25 – K27. Das Schmutzwassernetz wird außer Acht gelassen, da sich hier keine Änderungen gegenüber der Netzanzeige von 2003 ergeben. Es werden die Einzugsflächen aus der Kanalnetzanzeige gem. § 58.1 LWG zugrunde gelegt. Die Erhebungen des IB Kisters AG werden in einem weiteren Berechnungslauf (Variante 4) berücksichtigt. Hierbei werden die Befestigungsgrade aller befestigten Flächen um 10 % angehoben.

Die detaillierte Abbildung der Beckenvolumina der drei offenen Regenrückhaltebecken (RRB 1, 3 und 4) wurde anhand der vorliegenden Vermessungsdaten ermittelt. Hierzu wurde aus den Vermessungsdaten mit Hilfe der AUTOCAD Applikation „VESTRA“ ein digitales Geländemodell (DGM) erstellt und ausgewertet. Für Einstautiefen in 50 cm Schritten wurden die *Volumenlamellen* (siehe Anlage) ermittelt. Die Drosselwassermengen der Beckenabläufe entsprechen denen der 58.1-er Netzanzeige.

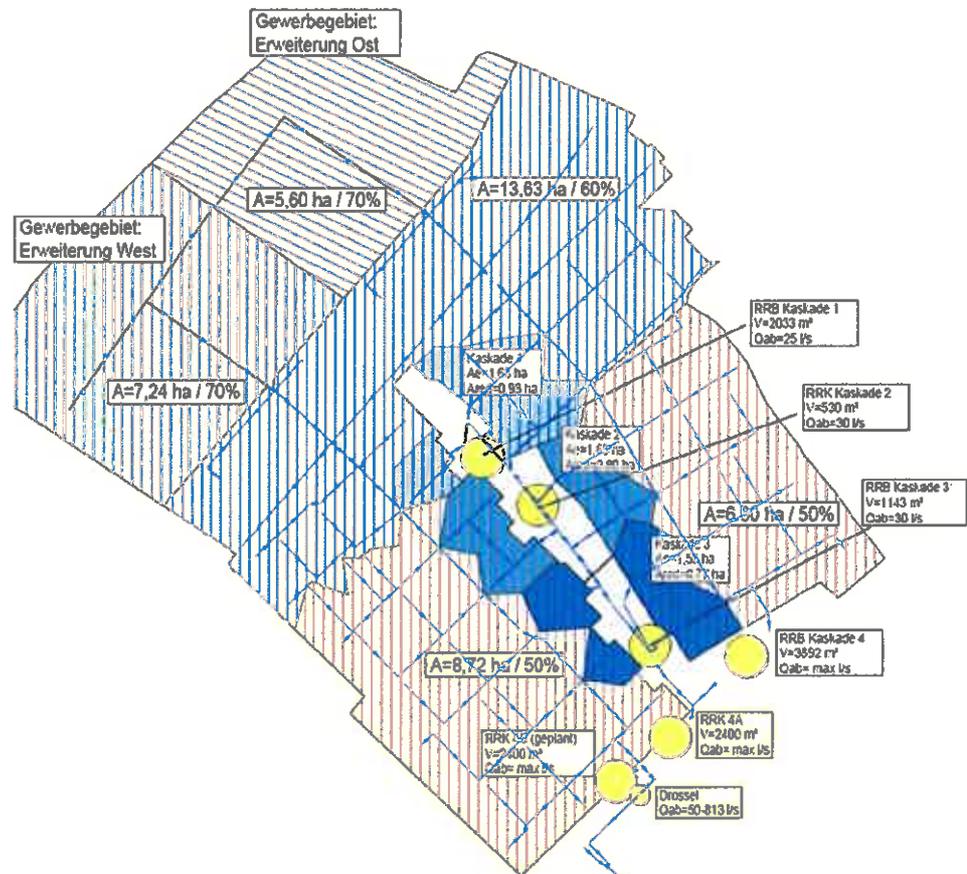


Abb.: Berechnungseingangsdaten Netzberechnung

5.1 VORHANDENES ENTWÄSSERUNGSSYSTEM

Das symmetrisch aufgebaute Erschließungsgebiet verfügt über 2 Hauptstränge zur Niederschlagsentwässerung, die von Nordwesten in Richtung Südwesten verlaufen. Oberhalb der Straße „Auf den Hundert Morgen“ befinden sich schon erschlossene Gewerbegebietsflächen sowie die Potenzialfläche. Zur Reinigung des Niederschlagswassers aus den Gewerbegebieten ist unmittelbar südlich der Straße „Auf den Hundert Morgen“ in Höhe der Schachtbauwerke 4366294 bzw. 42661239 eine Niederschlagswasserbehandlung in Form von zwei Regenklärbecken vorhanden. Der nordöstliche Hauptstrang leitet das Niederschlagswasser des Gewerbegebietes und der

unterhalb liegenden Wohnbebauungsgebiete (siehe Darstellung Kap. 5 – schraffierter nördlicher bzw. nordöstlicher Bereich) zum südöstlich gelegenen offenen Regenrückhaltebecken 4 (Kaskade 4) ab. Das offene Regenrückhaltebecken verfügt über eine hydraulisch offene Verbindung zum geschlossenen Stahlbeton-Regenrückhaltebecken (RRK 4A). Beide Becken werden über die nachgeschaltete „weiche Drossel“ (wasserstandsabhängige variable Drosselmengen lt. Kanalnetzanzeige) eingestaut bzw. beaufschlagt.

Das Gewerbegebiet West und die südwestlich gelegene Bodenbebauung leiten über den Entwässerungsstrang „Süd“ direkt in das Regenrückhaltebecken-Verbundsystem aus RRB 4 und RRK 4A ein. Für dieses Verbundsystem ist eine Erweiterung mit dem RRK 4B vorgesehen, wenn die Potenzialfläche oberhalb der jetzigen Erschließung von K27 erfolgen soll.

Die entlang des mittig gelegenen Grünzuges liegende Wohnbebauung entwässert über drei Rückhalteräume in das o. g. Regenrückhaltebecken-Verbundsystem. Die kaskadenförmig hintereinander geschalteten Regenrückhaltebecken bestehen aus zwei offenen Erdbecken (RRB 1 und RRB 3) sowie einem zwischen den Becken liegenden Rückhaltekanal (RRK 2). Die Drosselwassermengen dieser Becken liegen zwischen 25 und 30 l/s. Da die offenen Erdbecken nach unten hin nicht abgedichtet sind, ist wenn auch von einer geringfügigen Versickerungsleistung der Regenrückhaltebecken auszugehen. Diese wird nach einer überschläglichen Berechnung für das RRB 1 mit 1,5 l/s für alle Becken veranschlagt.

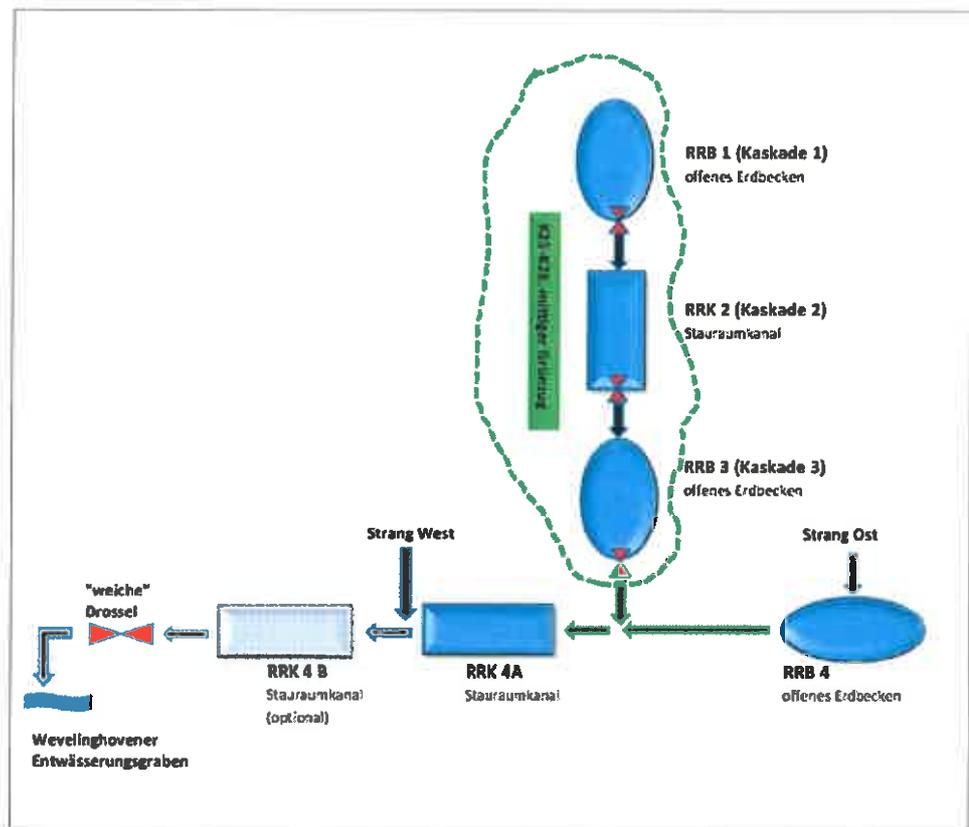


Abb.: Systemskizze Regenrückhaltebecken

6 VARIANTENUNTERSUCHUNG

Nachfolgend werden die Ergebnisse der hydrodynamischen Variantenuntersuchung mit dem Programmpaket HYSTEM-EXTRAN der ITWH (Version 7.7.2) vorgestellt. Es wurden die nachfolgenden 7 Varianten untersucht:

Variante 0:

Es wird das Ein- und Überstauverhalten des Kanalnetzes bei Vollanschluss aller Erschließungsflächen untersucht. Das *optionale* Stahlbeton-Regenrückhaltebecken (RRK 4B) bleibt dabei unberücksichtigt.

Variante 1:

Es soll nur die östliche Potenzialfläche des Gewerbegebietes bis zur BAB erschlossen werden. Diese Fläche gehört der Stadt Grevenbroich. Es wird das Ein- und Überstauverhalten des Kanalnetzes *ohne Sanierungsstrecken* untersucht.

Variante 2:

Diese Variante entspricht der Variante 1, nur dass hier Sanierungsmaßnahmen bzw. -strecken mitberücksichtigt werden.

Variante 3:

Es wird die Variante 2 zugrunde gelegt. Zusätzlich wird bei dieser Variante die gesamte derzeit unbebaute Potenzialfläche zwischen K27 und der BAB A46 berücksichtigt.

Variante 4:

Es wird die Variante 3 zugrunde gelegt. Zusätzlich wird eine 10 %-ige Flächenverdichtung nach Maßgabe der Messkampagne des IB Kisters AG in Ansatz gebracht.

Variante 5:

Diese Variante entspricht der 0-Variante, nur das hier das optional geplante Stahlbeton-Regenrückhaltebecken (RRK 4B) mit einem Volumen von 2.400 m³ berücksichtigt wird.

Variante 6:

Anpassung/Vergrößerung der Wassermenge am Drosselschacht 4365307 der Verbundbecken 4 und 4A (weiche Drossel).

6.1 ERGEBNISSE

Für das nun weitestgehend realitätsnah abgebildete Kanalnetz wird eine hydrodynamische Variantenrechnung mit den o. g. Varianten durchgeführt. Hierbei werden die Kanalnetze mit insgesamt 245 Starkregenereignissen der letzten 44 Jahren belastet. Die Kriterien zur Auswahl der Starkregenereignisse wurden bewusst „schwach“ ausgewählt, um möglichst viele Regenereignisse, die zu einem Einstau der Regenrückhaltebecken führen könnten, zu berücksichtigen. Die Berechnungen nähern sich damit einer echten Kontinuums-Simulation (Ganglinienverfahren, LWAFLOT) an und berücksichtigen gleichzeitig die Vorteile des hydrodynamischen Berechnungsverfahrens.

6.1.1 0-VARIANTE

Die Belastung des Kanalnetzes mit insgesamt 245 Starkregenereignissen bei Vollanschluss aller Einzugsflächen zeigt, dass es im Netz oberhalb der Becken 4 bzw. 4A lediglich beim stärksten Regenereignis der betrachteten Serie nur zu minimalen Überstauungen kommt. Die Anforderungen an den Überstau- bzw. Überflutungsschutz im Sinne der DWA-A 118 bzw. EN 752 wird eingehalten. An den Schachtbauwerken 4366349 („Im Weizenfeld“) bzw. im Zulaufbereich zum geplanten RRK 4B (Schacht 4366233) und am Schacht 4365305 kommt es allerdings zu häufigen und starken Überstauungen. Hier kann der Überstauachweis im Sinne der DWA-A 118 erbracht werden – die Überflutungskubaturen (nicht nur beim stärksten Regenereignis der betrachteten Serie) sind jedoch so massiv, dass Überflutungen/Schädigungen von Anliegern dort wahrscheinlich sind. Das Gesamtüberstauvolumen aller überstaugefährdeten Schachtbauwerke im Erschließungsgebiet liegt bei 3.358 m³.

Hierbei wird das jeweils stärkste Regenereignis, welches an den Schachtbauwerken zu einem Überstau führt, bilanziert.



Abb.: 0-Variante – Auswertung der Langzeitseriensimulation

Bewertung:

Die massiven Überstauungen vor und hinter dem offenen Rückhaltebecken RRB 4 zeigen, dass das geplante Konzept, welches eine Erweiterung durch das Stahl-Betonbecken 4B vorsieht, schlüssig ist. Ohne strukturelle Änderungen im Kanalnetz, wie sie in den Varianten 2 und 3 untersucht werden, wäre hier der Bau dieses Beckens erforderlich.

6.1.2 VARIANTE 1

Bei dieser Variante soll zunächst auf die Erschließung des westlichen Teils des Gewerbegebietes lt. nachfolgender Darstellung verzichtet werden. Die Belastung des Kanalnetzes im Rahmen der Langzeitseriensimulation zeigt deutlich weniger Überstauungen und geringere Überstaukubaturen. Der Überstaunachweis im Sinne der DWA-A 118 kann für alle Schachtbauwerke des Kanalnetzes eingehalten werden. Bei extremen Starkregenereignissen kommt es an den in der 0-Variante genannten Schachtbauwerken zu größe-

ren Überstaumengen. Diese sind jedoch deutlich moderater als in Variante 0. Überflutungen/Schädigungen der Anlieger in diesem Bereich können aber auch hier nicht ausgeschlossen werden. Das Gesamtüberstauvolumen, welches für das jeweils maßgebende Regenereignis an den einzelnen Schachtbauwerken zu einem Überstau führt, geht auf 1.059 m^3 zurück.

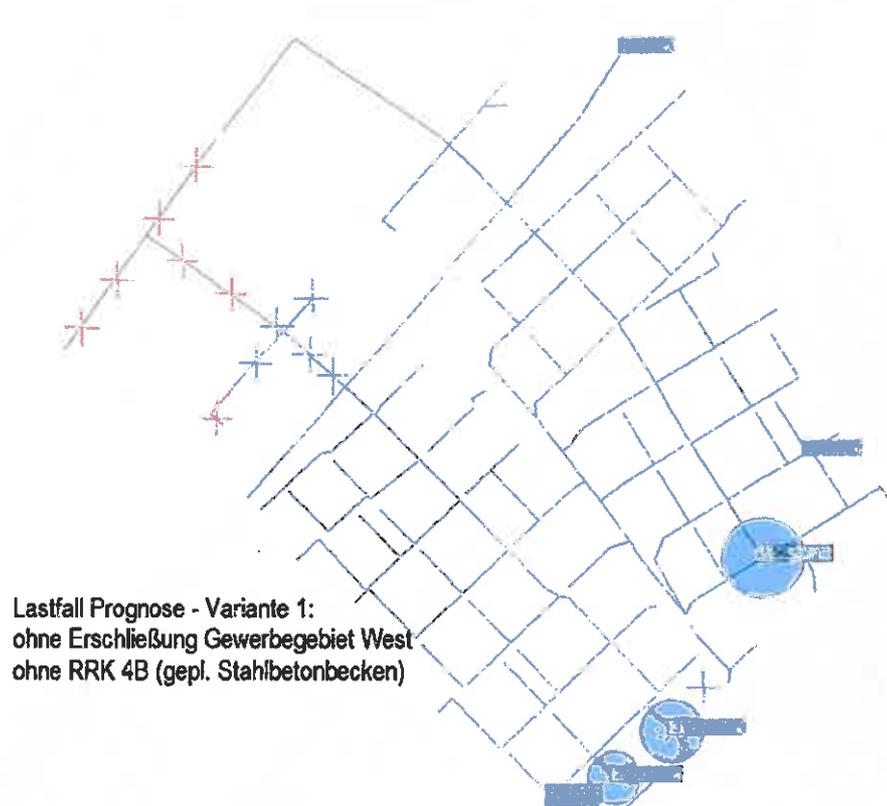


Abb.: Variante 1 - Auswertung der Langzeitsimulation

Bewertung

Die Berechnungen zeigen, dass sich die Überstau-/Überflutungssituation im Bereich der Regenrückhaltebecken 4/4A durch den Verzicht des Anschlusses des Gewerbegebietes West deutlich entschärft wird. Sowohl die Anzahl der Überstauungen als auch die max. Überstaukubatur gehen deutlich zurück. Das Überflutungsrisiko wird deutlich gesenkt – aufgrund der immer noch großen Wassermengen kann eine Überflutung/Schädigung der Anlieger aber auch für diese Variante nicht ausgeschlossen werden.

6.1.3 VARIANTE 2

Wie in Variante 1 soll zunächst auf die Erschließung des westlichen Teils des Gewerbegebietes verzichtet werden. Im Gegensatz zu Variante 1 sollen die offenen Rückhaltebecken 1 und 3 (Kaskade 1 und Kaskade 3) stärker beaufschlagt werden. Hierzu werden Erneuerungsmaßnahmen im Kanalnetz

erforderlich. Um der Kaskade 1 größere Wassermengen zuzuführen, ist eine Erneuerung/Vergrößerung des Zulaufkanals in der Straße „Im Gehöft“ zwischen den Schächten 4366286 bis 4366281 (Einmündung in das Becken) vorzunehmen. Der vorhandene RW-Kanal ist hier von DN 300/400 auf ein Rechteckprofil RE = b/h = 1000/1000 zu vergrößern. Um auch die Wassermengen aus K27 Ost dem RRB 1 zuzuführen, ist zwischen den Schächten 4366286 und 4366321 ein Überlauf/Wehr zu errichten. Gleichzeitig muss der Ablauf des Hauptsammlers „Im Weizenfeld“ im Schacht 4366321 z. B. durch einen Schieber auf einen Abfluss von ca. 1,0 m³/s gedrosselt werden.

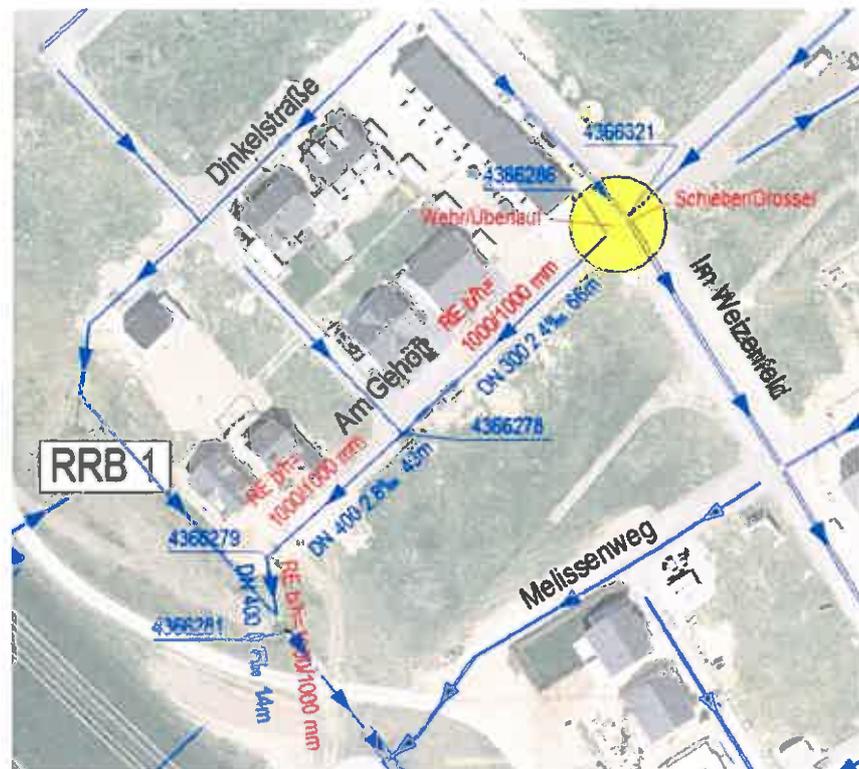


Abb.: Sanierungsmaßnahmen „Am Gehöft“

Um die Überstauungen am Schacht 4366349 vor dem RRB 4 zu kompensieren, soll zwischen den Schächten 4366349 und 4366342 ein Überlauf/Wehr errichtet werden. Hierdurch werden die Wassermengen auch in Richtung RRB 3 (Kaskade 3) abgeleitet. Um die hydraulische Leistungsfähigkeit der Ableitung zu erhöhen, ist die Haltung 4366342 in Richtung Schacht 4366341 von DN 300 auf DN 400 aufzuweiten. Ferner ist vorgesehen, das RRB 4 durch den Einbau einer Drossel stärker zu beaufschlagen. Bisher gab es hier keine Drossel; die beiden Regenrückhaltebecken RRB 4 bzw. 4A wurden gemeinsam durch die Drossel am Schacht 4365307A eingestaut. Die stärkere Bedrosselung des Regenrückhaltebeckens RRB 4 kann z. B. durch eine Rohrdrossel DN 400 erfolgen.

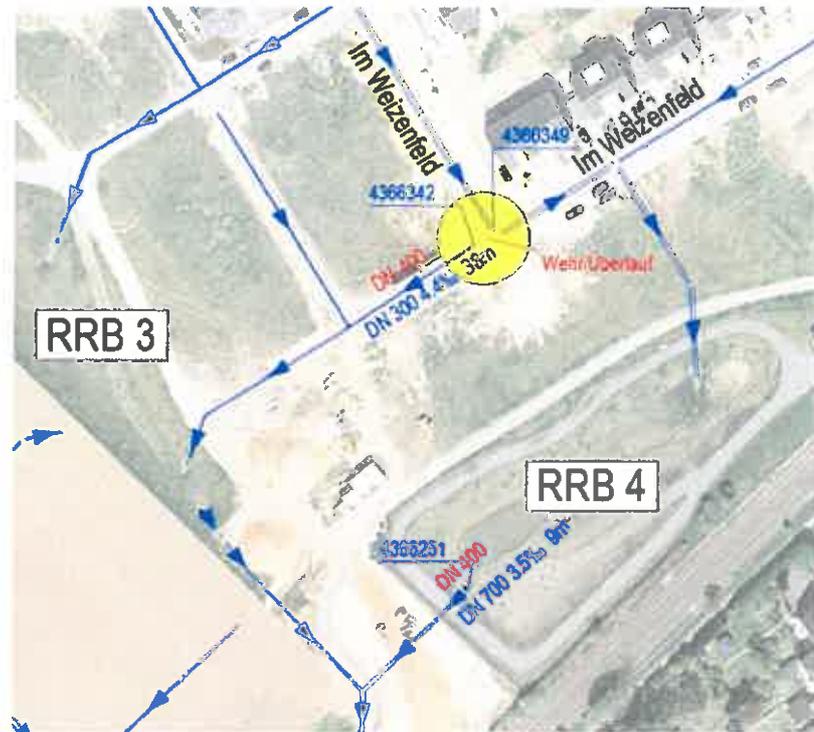


Abb.: Sanierungsmaßnahmen am RRB 3/RRB 4

Die nachfolgende Abbildung zeigt, dass die geplanten Maßnahmen (grüne Flächenmarkierungen) zielführend sind.

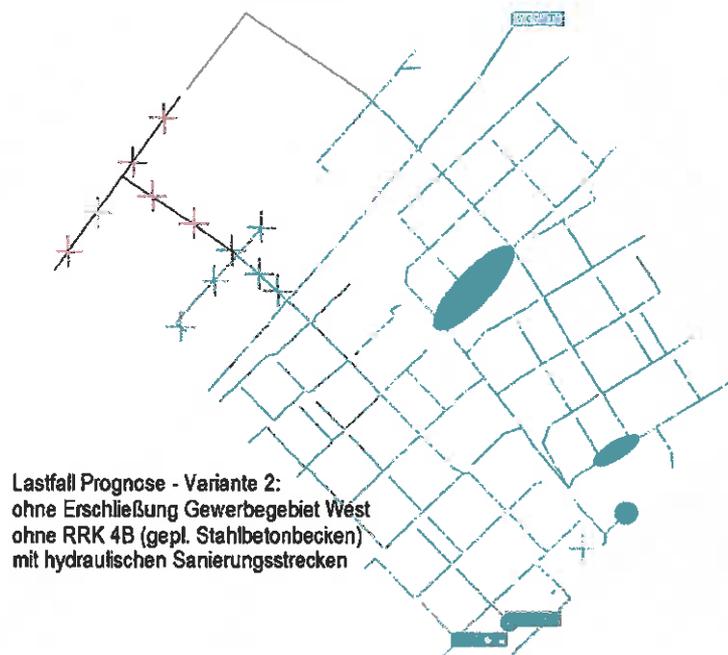


Abb.: Variante 2 - Auswertung der Langzeitsimulation

Die statistischen Auswertungen (siehe Anlage) zum Einstauverhalten der offenen Regenrückhaltebecken 1, 3 und 4 zeigen, dass die vorgesehenen Maßnahmen im Netz zu einer deutlich stärkeren Beaufschlagung der Regenrückhaltebecken führen.

Im RRB 1 (Kaskade 1) wird nunmehr für das stärkste Regenereignis der Serie ein Wasserstand von 1,50 m erreicht. Für eine Bemessungswiederkehrzeit von 1/50 [a] wird das rd. 2.000 m³ fassende Regenrückhaltebecken mit max. 1.550 m³ beaufschlagt.

Der max. Wasserstand im RRB 3 (Kaskade 3) beträgt nunmehr rd. 1,25 m für das stärkste Regenereignis und liegt damit knapp unterhalb der Freibordgrenze von 1 m. Für eine Wiederkehrzeit von 1/50 [a] wird eine max. Beaufschlagung des 1.140 m³ fassenden Beckens von 500 m³ erzielt.

Die Auswertungen des Einstauverhaltens der beiden Regenrückhaltebecken 4 und 4A ergeben vor allem durch die stärkere Drosselung des Beckens 4 eine weitgehende Auslastung. Der max. Wasserspiegel liegt nunmehr bei 1,94 m und damit zwischen Freibordgrenze und Beckenüberlauf. Von dem zur Verfügung stehenden Gesamtvolumen von 6.290 m³ (3.890 m³ + 2.400 m³) wird das Becken für Regenereignisse mit einer Wiederkehrzeit von 1/50 [a] mit max. 5.800 m³ beaufschlagt.

Das Gesamtüberstauvolumen beträgt jetzt **38 m³** für das jeweils maßgebende Regenereignis, welches zum Überstau führt.

Bewertung

Durch die stärkere Beaufschlagung der offenen Regenrückhaltebecken 1, 3 und 4 können die Überstauungen im südöstlichen Teil des Erschließungsgebietes nahezu vollständig kompensiert werden. Da die offenen Regenrückhaltebecken 1 und 3 abweichend von der ursprünglichen Planung eingezäunt wurden, bestehen auch aus rechtlicher Sicht im Hinblick auf den Unfallverhütungsschutz keine Bedenken zur Umsetzung dieser Maßnahme.

6.1.4 VARIANTE 2A

Am 24.06.2015 wurden erste Berechnungsergebnisse bei der WGV GmbH vorgestellt. Als Alternative zu einem Kanalausbau in der gerade erst fertiggestellten Straße „Am Gehöft“ favorisiert die WGV GmbH den Kanalneubau zwischen „Auf den Hundert Morgen“ und „Am Rübenacker“. Wie auch in Variante 2 wird zur Ableitung der großen Wassermengen ein Kastenprofil b/h = 1,0/1,0 m erforderlich. Die Länge dieses Kanalabschnittes beträgt ca. 180 m und liegt damit ca. 50 m über der Ausbaulänge einer entsprechenden Kanalerneuerung in der Straße „Am Gehöft“.

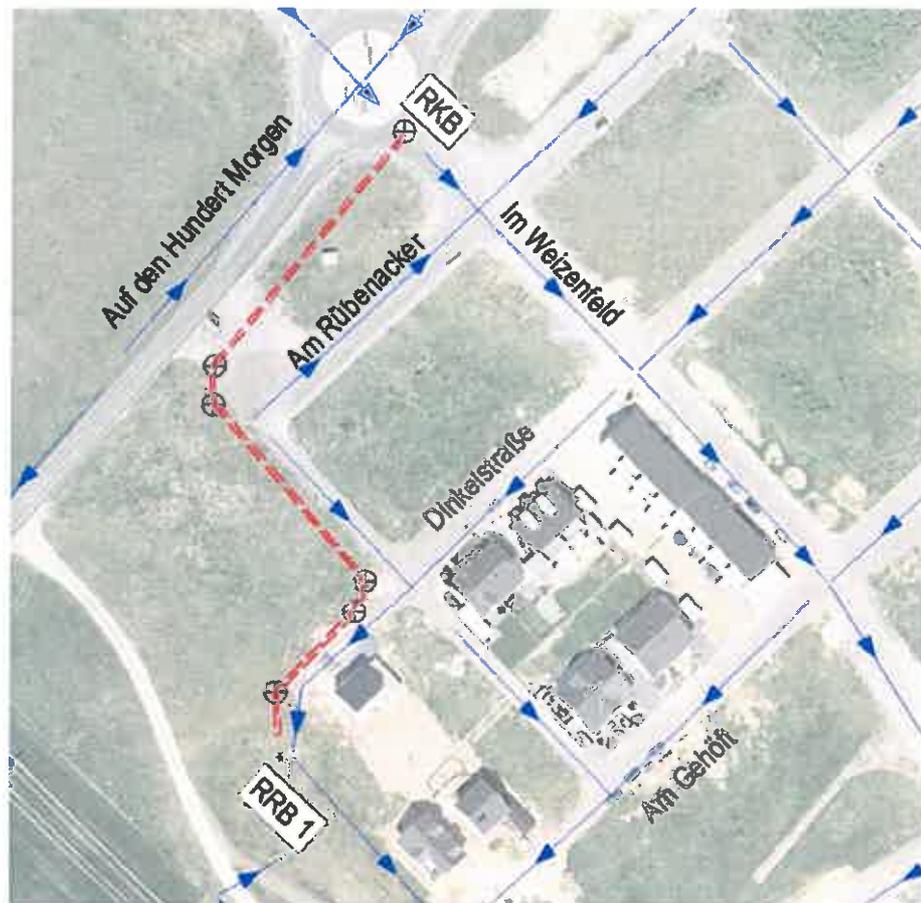


Abb.: Variante 2A – Alternative Kanaltresse zur stärkeren Beaufschlagung des RRB 1

6.1.5 VARIANTE 3

Variante 3 betrachtet den Vollanschluss aller Einzugsflächen und berücksichtigt zudem die geplanten Maßnahmen nach Variante 2. Die Drossel am RRB 4 wird auf DN 200 verkleinert. Die Verkleinerung der Drossel erfolgt vor dem Hintergrund, dass weniger Wasser aus dem östlichen Strang dem Stahlbeton-Regenrückhaltebecken 4A zufließen soll. Hierdurch sollen Kapazitäten für die Ableitung des Abwassers aus dem westlichen Strang geschaffen werden. Die Auswertungen zeigen, dass sich das Überstauverhalten des Netzes gegenüber der 0-Variante deutlich verbessert, während sich im Vergleich zu Variante 2 eine Verschlechterung einstellt. Das Gesamtüberstauvolumen, welches sich für den jeweils maßgebenden Regen an den überstaugefährdeten Schachtbauwerken einstellt, liegt nunmehr bei **1.753 m³**.

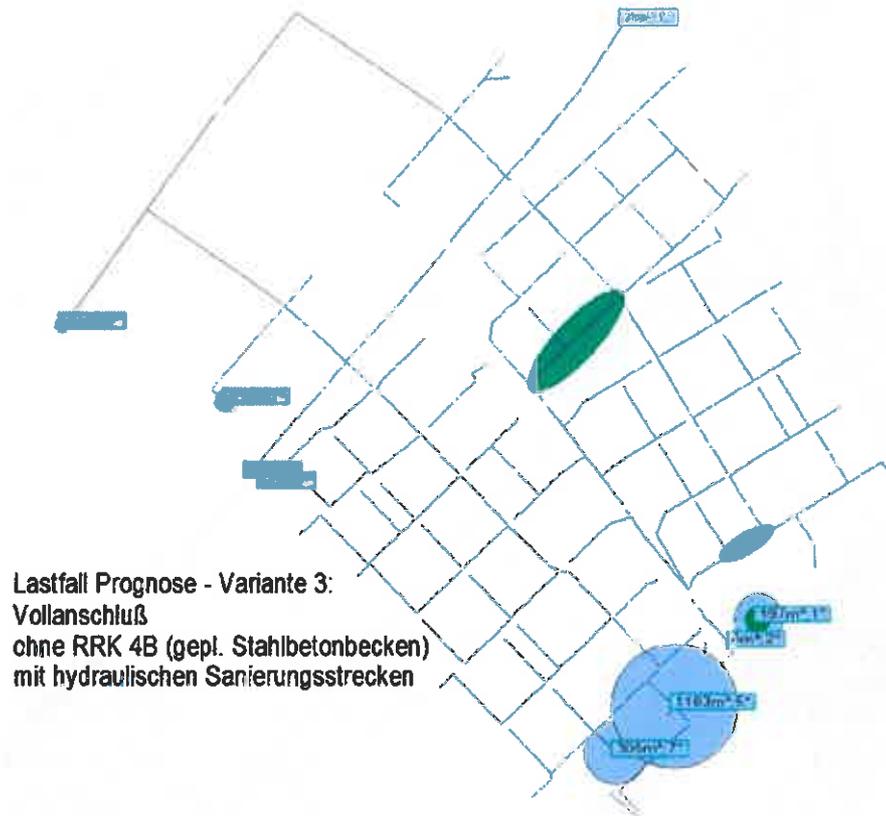


Abb.: Variante 3 - Auswertung der Langzeitseriensimulation

6.1.6 VARIANTE 4

Nach den Auswertungen des IB Kisters AG liegt der Befestigungsgrad nach Vollanschluss aller Flächen im Erschließungsgebiet rd. 10 % über den Flächenangaben des Genehmigungsentwurfes. Dieser Berechnungslauf berücksichtigt diesen Umstand. Ferner werden die Maßnahmen im Netz nach Variante 3 berücksichtigt. Die Auswertung der Langzeitseriensimulation zeigt, dass es auch wie bei den übrigen Varianten im Netz kein Problem ist, den Überstaunachweis gemäß DWA-A 118 zu führen. Dieser kann für alle Schachtbauwerke eingehalten werden. Erwartungsgemäß kommt es im Einzugsbereich der Regenrückhaltebecken 4 bzw. 4A zu größeren Überstauungen als bei Variante 3. Aufgrund der großen Überstaukubaturen bei Starkregenereignissen ist eine Gefährdung der Anlieger wahrscheinlich – der Überflutungsnachweis im Sinne der EN 752 kann damit nicht erbracht werden. Das Gesamtüberstauvolumen für das jeweils stärkste Regenereignis der überstaugefährdeten Schachtbauwerke liegt bei 2.798 m^3 .

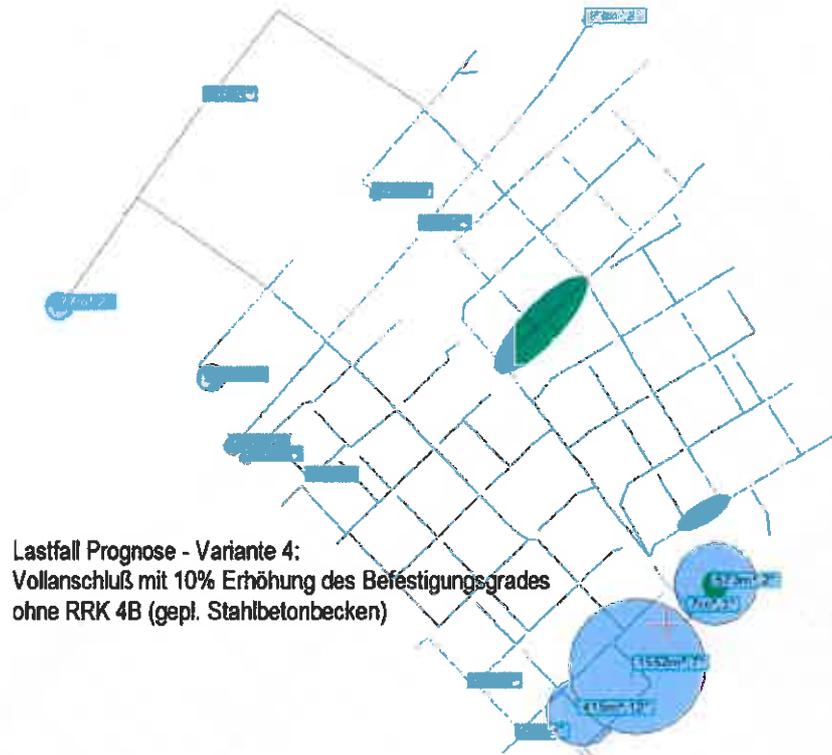


Abb.: Variante 4 - Auswertung der Langzeitseriensimulation

Bewertung

Ein Vollanschluß aller Einzugsflächen unter Berücksichtigung eines um 10 % erhöhten Befestigungsgrades nach Maßgabe der Auswertungen des IB Kisters AG zeigt eine Verschärfung der Überstausituation an Schachtbauwerken im Einzugsbereich der Regenrückhaltebecken 4 bzw. 4A. Zwar kann der Überstauschutz nach DWA-A 118 erreicht werden, jedoch werden die max. Überstaukubaturen bei Starkregenereignissen vom Verfasser als überflutungsgefährdend eingestuft.

Die eingeplanten Sanierungs-/Erneuerungsmaßnahmen zur stärkeren Beaufschlagung der Regenrückhaltebecken 1, 3 und 4 führen zu einer Verringerung der Überstaukubaturen; das gesamte Rückhaltevolumen im Netz ist hier aber nicht ausreichend, um einen Überflutungsschutz zu gewährleisten.

6.1.7 VARIANTE 5

Es wird der Vollanschluß aller Einzugsflächen gem. Variante 0 untersucht. Zusätzlich wird das geplante Stahlbeton-Regenrückhaltebecken 4B (grüne Flächenmarkierung in nachfolgender Grafik) mit einem Volumen von 2.400 m³ berücksichtigt. Die Auswertungen im Rahmen der Langzeitseriensimulation zeigen, dass sich erwartungsgemäß die Überstauvolumina im Bereich der Becken 4, 4A und 4B gegenüber der 0-Variante deutlich reduzieren. Subtra-

hiert man allerdings von dem max. Überstauvolumen von 3.358 m³ (0-Variante) das Rückhaltevolumen des geplanten Stahlbeton-Regenrückhaltebeckens 4B (2.400 m³), müsste sich rein rechnerisch eine summarische Überstaukubatur von 958 m³ ergeben. Tatsächlich ergeben sich aber für die maßgebenden Regenereignisse, die zu einem Überstau an den verschiedenen Schachtbauwerken führen, in der Summe 2.276 m³. Dieser Umstand deutet darauf hin, dass es noch vor einer Vollfüllung des offenen Regenrückhaltebeckens 4 zu einem Überstau im Bereich der Becken 4A bzw. 4B kommt.

Eine stärkere Beaufschlagung des Beckens kann durch die Anordnung einer Ablaufdrossel am RRB 4 (Drosselstrecke DN 200 / Schieber) erzielt werden.

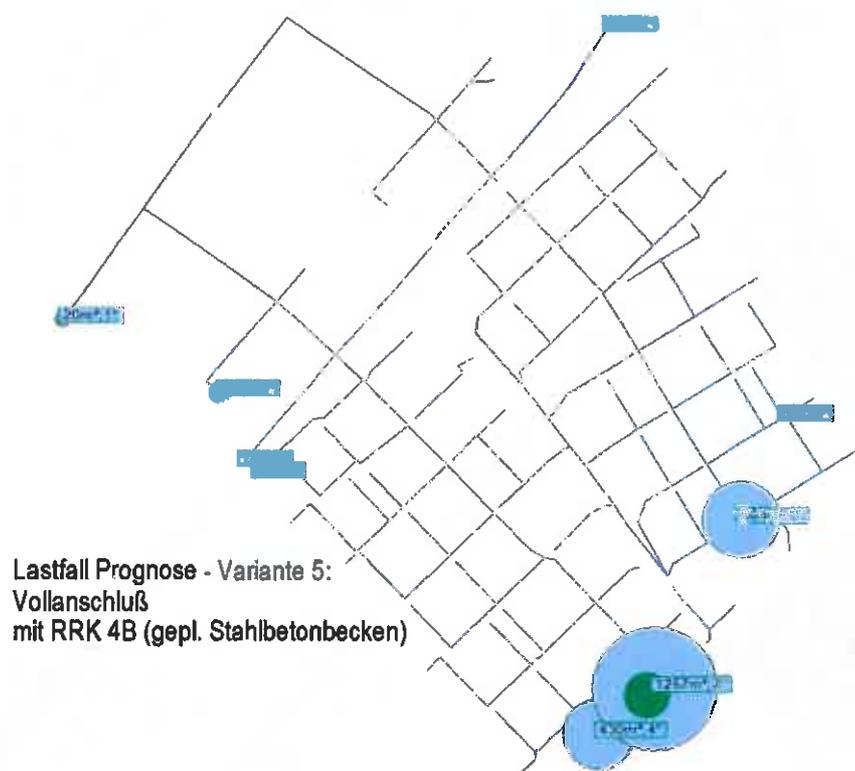


Abb.: Variante 5 - Auswertung der Langzeitergebnissimulation

Bewertung

Die Auswertungen zeigen, dass der geplante Bau eines zusätzlichen Regenrückhaltebeckens 4B mit einem Volumen von 2.400 m³ zwar die Überstausituation im Bereich der Becken 4, 4A und 4B deutlich verbessert, jedoch müsste sich hier rein rechnerisch eine deutlich stärkere Entlastung ergeben.

Die Vermutung liegt nahe, dass hier das offene Regenrückhaltebecken 4 nicht ausreichend beaufschlagt wird.

6.1.8 VARIANTE 6

Eine Anpassung/Vergrößerung der Wassermengen der „weichen Drossel“ (Schacht 4365307) für das Verbundsystem der Becken 4 und 4A führt zu einer Neubeantragung der Genehmigung des Entwässerungssystems K25 – K27. Die vorhandene Drossel/Drosseleinstellung ist so konzipiert, dass der unterhalb liegende Graben und der Wevelinghovener Entwässerungsgraben für 50-jährliche Gebietsabflüsse geschützt sind. Eine Vergrößerung des Drosselabflusses reduziert das Schutzziel.

Bei einer Anpassung/Vergrößerung sind dann auch die prognostizierten höheren Abflussbeiwerte, wie durch das IB Kisters AG ermittelt, zu berücksichtigen. Diese vergrößerten Abflussbeiwerte führen zu größeren Abflüssen, die dann ggf. trotz Vergrößerung der Drossel zu einer stärkeren Beaufschlagung der Regenrückhaltebecken führen.

Das „freigewordene“ Beckenvolumen wird damit durch ein vergrößertes Abflussvolumen wieder aufgebraucht.

Die internen Lösungen nach Variante 2 und 3 benötigen keine neue Genehmigung, da das o. g. Schutzziel nicht angetastet wird. Maßgebend sind bei diesen Varianten lediglich die Einhaltung des Überstau-/Überflutungsschutzes nach Maßgabe der DWA-A 118 und der EN 752.

7 KOSTEN

Die nachfolgend aufgeführten Einheitspreise der Kostenschätzung basieren auf Herstellerangaben, Auswertungen von Submissionsergebnissen, Nachkalkulationen von abgeschlossenen Bauprojekten und eigenen Erfahrungen. Das Baugrundrisiko wird vernachlässigt, da sich im Rahmen der abgeschlossenen Baumaßnahmen im Bereich der Sanierungsstrecken keine Auffälligkeiten ergeben haben.

Die nachfolgenden Kosten beziehen sich auf beide Sanierungsvarianten (Varianten 2 und 3). In Kap. 7.3 müsste für die Variante 2 lediglich ein DN 400 kalkuliert werden.

7.1 MASSNAHMEN ZUR STÄRKEREN BEAUFSCHLAGUNG RRB 1 (KASKADE 1)

7.1.1 NEUBAU EINES KASTENPROFILS

Neubau eines Kastenprofils $b/h = 1 \text{ m}/1 \text{ m}$ auf einer Länge von 118 m einschließlich aller erforderlichen Arbeiten inklusive Straßenwiederherstellung:

$$118 \text{ m} * 2.000 \text{ €/m} = 236.000 \text{ € netto} / 280.840 \text{ € brutto}$$

7.1.2 UMBAU DES SCHACHTES 4366319 ALS SONDERSCHACHT

Zur Ableitung des Niederschlagswassers aus dem nordwestlichen Teil des Erschließungsgebietes muss eine Verbindung in Form eines Wehres/Überlaufes in Richtung Schacht 4366289 hergestellt werden. Der Ablauf in Richtung RRB 4 über den Hauptsammler DN 900 in der Straße „Am Gehöft“ soll künftig über einen Schieber gedrosselt werden. Der Umbau des Schachtes wird pauschal wie folgt kalkuliert:

1 Sonderschacht à 25.000 € = 25.000 € netto / 29.750 € brutto

7.2 MASSNAHMEN ZUR STÄRKEREN BEAUFSCHLAGUNG RRB 3 (KASKADE 3)

Zur stärkeren Beaufschlagung des Beckens wird die Vergrößerung des Querschnittes der Haltung 4366342 von DN 300 auf DN 400 erforderlich. Zusätzlich muss im Schacht 4366349 eine Verbindung zum Schacht 4366342 geschaffen werden.

7.2.1 VERGRÖßERUNG DER HALTUNG 4366342

36 m DN 400 à 550 €/m = 19.800 € netto / 23.562 € brutto

7.2.2 SONDERSCHACHT 4366342

pauschal 15.000 € netto / 17.850 € brutto

7.3 MASSNAHMEN ZUR STÄRKEREN BEAUFSCHLAGUNG RRB 4 (KASKADE 4)

Um eine stärkere Beaufschlagung des Regenrückhaltebeckens 4 zu erzielen, soll der vorhandene Kanal (Haltung 4366251) von DN 700 auf DN 200 verkleinert werden:

8,7 m DN 200 à 300 €/m = 2.610 € netto / 3.106 € brutto

Alternativ kann ein Schieber eingebaut werden:

pauschal 7.500 € netto / 8.925 € brutto

7.4 KOSTENSCHÄTZUNG RRB 4B

Aktuelle Vergleichskosten eines ähnlichen Projektes belaufen sich auf ca. 800 €/m³ [netto]. Für ein Volumen von ca. 2.400 m³ sind damit Kosten in Höhe von rd. 1.9 Mio. € [netto] zu veranschlagen.

8 FAZIT/ZUSAMMENFASSUNG

Die Studie zeigt, dass mit vergleichsweise geringem finanziellen Aufwand (im Vergleich zu einem Neubau des RRB 4B) eine deutliche Verbesserung des Überflutungsschutzes für *alle Varianten* erzielt werden kann. Hierzu müssen die o. g. Maßnahmen zur stärkeren Beaufschlagung der Regenrückhaltebecken 1, 3 und 4 baulich umgesetzt werden.

Die stärkere Beaufschlagung der Regenrückhaltebecken ist aus Sicht des Unfallverhütungsschutzes ohne Bedenken durchzuführen, da die Regenrückhaltebecken 1 und 3 im Gegensatz zur ursprünglichen Planung nachträglich eingezäunt wurden.

Für die stärkere Drosselung des offenen Regenrückhaltebeckens 4 ist im Rahmen der hydraulischen Berechnung eine Rohrdrossel DN 200 vorgesehen worden. Diese kann auch im Hinblick auf eine stärkere Flexibilität zur Anpassung der Weiterleitungsmengen durch einen Schieberschacht ersetzt werden.

Die Länge der Wehrschwellen in den neu geplanten Überläufen/Abschlägen zu den offenen Regenrückhaltebecken 1 und 3 kann auf $l = 1$ m begrenzt werden. Durch den höheren Einstau der Regenrückhaltebecken ergeben sich höhere Wasserspiegellagen in den Zuleitungskanälen in der Straße „Im Gehöft“ und „Im Weizenfeld“. Die Anlieger sollten darüber informiert und darauf hingewiesen werden, dass ggf. vorhandene Rückstausicherungen hier zu überprüfen sind.

Die Berechnungen zeigen, dass nach einer Umsetzung der geplanten Maßnahmen ein Überflutungsschutz sicher erzielt werden kann, wenn der westliche Teil des Gewerbegebietes nicht erschlossen wird. Sollte hier eine weitere Erschließung geplant sein, so ist auch vor dem Hintergrund einer prognostizierten stärkeren Flächenversiegelung von 10 % eine zusätzlich Rückhaltung zu empfehlen. Diese Rückhaltung kann sowohl im oberen Teil des Gewerbegebietes stattfinden (auch dezentrale Maßnahmen denkbar) oder aber das ursprüngliche Konzept eines weiteren Stahlbeton-Regenrückhaltebeckens 4B baulich umgesetzt werden.

Aufgestellt: Eh/dre
Aachen, im Oktober 2015

Ingenieurbüro
Achten und Jansen GmbH

Verfasser:
Dipl.-Ing. Diethart Ehms
Ingenieurbüro
Achten und Jansen GmbH
Charlottenburger Allee 11
52068 Aachen
Tel.: 0241/96870-0, Fax: 0241/96870-60
E-Mail: diethartehms@achtenjansen.de

ANLAGEN

	Wasser	Land	hörsicht
Fläche (m ²)			
Oberfläche	1571.523	3244.595	6.030
Unterwasser	1578.135		
Volumen (m ³)		335.172	

[Beschreiben](#)
[Voransicht Lageplan](#)



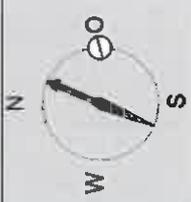
Übersicht

Einzelansicht

3D-Ansicht

2D-Ansicht

3D-Ansicht



Wasser:		Land	Gerüst
Fläche (m ²)			6.030
Oberfläche	2302,767	2574,191	
Unterrasser	2248,538		
Volumen (m ³)		2214,850	

Beschreibung
Verenicht Layer an



Digitale

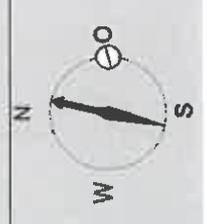
- ✓ Voreinstellungen
- ✓ Mengendefinition
- ✓ Ergebnis
- ✓ Wasser
- ✓ Gelände
- ✓ Bergrage
- ✓ DGM

Einstellungen speichern



Navigation icons: zoom in, zoom out, etc.

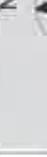
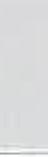
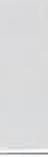
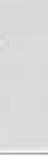
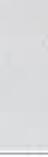
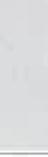
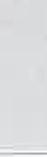
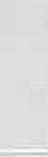
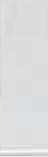
- Layer
- Transparenz
- Ausichtspunkte



Fläche [m²]	Lauf	Umfang
2327,000	2442,229	6,000
2380,570		
2645,154		

Fläche [m²]

Umfang



Schritte < Ergebnis

Vorbereitung

Daten

Massendefinition

Erhebung

Ergebnis

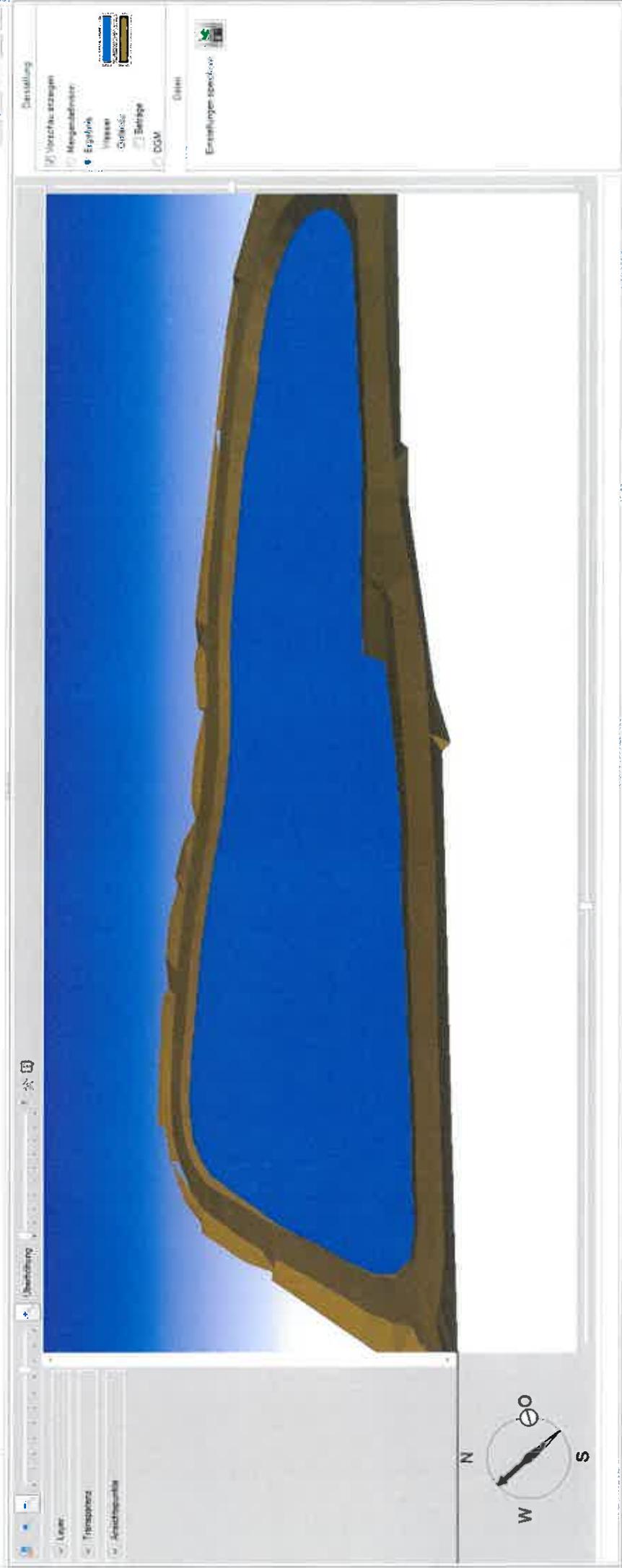
Abstände

Visualisierung

Mengendefinition: 219cm Oberlauf

Fläche [m²]	Massen	Länge	Identisch
2664,868	2798,957	0,300	
2798,957			
3897,404			

[Beschreibung](#)
[Voransicht Lageplan](#)



Volumenberechnung

Schritte

- Vorbereitung
- Daten
- Massenbestimmung
- Prüfung
- Ergebnis
- Ausgabe
- Maßstab

Ergebnis

Bestandteil

Voransicht Lageplan

	Wasser	Land	Wald
Fläche (m ²)			
Oberfläche	287.024	2256.794	2.000
Untervasser	302.266		
Volumen (m ³)		63.165	

Übersicht

Darstellung

- Voransicht anzeigen
- Massenbestimmung
- Ergebnisse
 - Wasser
 - Land
 - Wald
- DGM

Objekt

Einmalig speichern

**Beispiel:
Volumenermittlung über DGM-
Auswertung (VESTRA).
Die komplette Dokumentation ist
der beiliegenden CD zu entnehmen.**

Legende

- Land
- Transparent
- Anschaulichkeit

Compass rose showing North (N), South (S), East (O), and West (W).

	Wasser	Land	Identisch
Fläche [m²]	911,331	1851,998	0,000
Oberfläche	4007,653		
Untervasser			
Mauerkubik		583,634	

Berechnen
Voreinstellung Layerplan

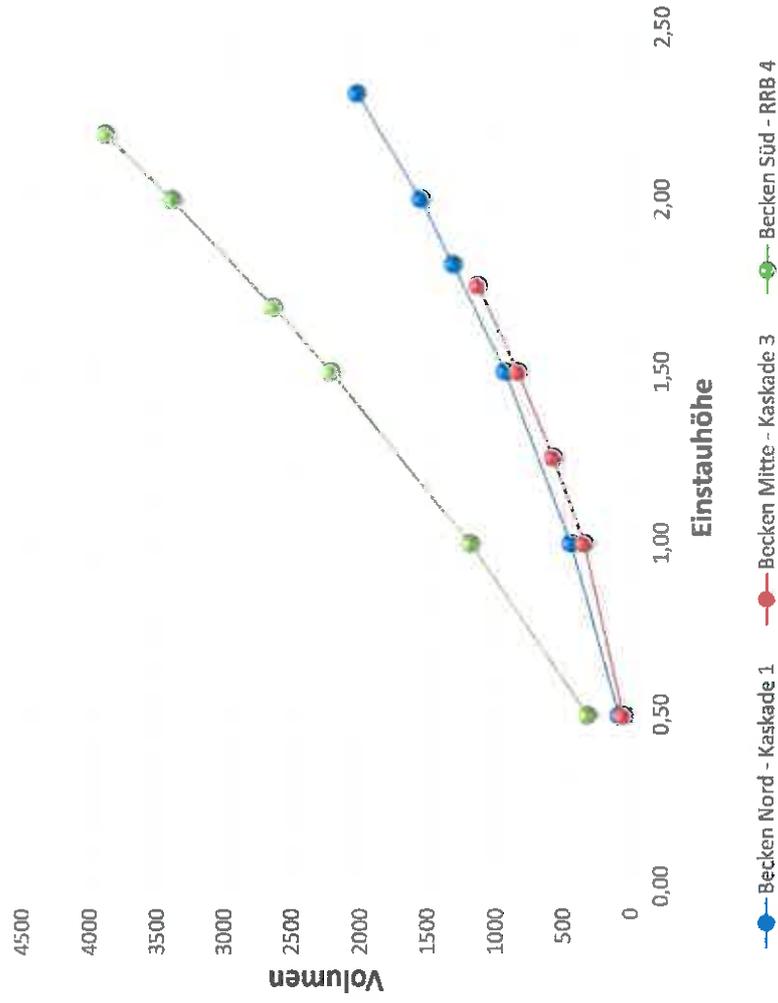


Becken Nord - Kaskade 1			
Einstau	Wasserspiegel	Volumen	Bemerkung
0,50	63,10	94,09	
1,00	63,60	452,25	
1,50	64,10	939,89	
1,81	64,42	1321,93	Freibord
2,00	64,60	1561,71	
2,31	64,92	2033,47	Überlauf

Becken Mitte - Kaskade 3			
Einstau	Wasserspiegel	Volumen	Bemerkung
0,50	54,90	63,17	
1,00	55,40	354,88	
1,25	55,65	583,60	Freibord
1,50	55,90	846,07	
1,75	56,15	1143,16	Überlauf

Becken Süd - RRB 4			
Einstau	Wasserspiegel	Volumen	Bemerkung
0,50	53,85	329,17	
1,00	54,35	1193,57	
1,50	54,85	2214,85	
1,69	55,04	2645,15	Freibord
2,00	55,35	3398,53	
2,19	55,54	3892,40	Überlauf

Beckeninhaltslinie aus Vermessung



Erggebnis

Stützstellenanzahl: 3000

	Wasser	Land	sechse:
Fläche [m ²]			
Oberfläche	845.362	1933.855	0.000
Unterwasser	866.116		
Volumen [m ³]		452.245	

Berechnen
 Voransicht Lageplan



Volumenberechnung allgemein

Schritte < Ergebnis

Vorgehen

Daten

Mengendefinition

Profilans

Ergebnis

Ausgabe

Maßstab/Verz.

Mengendefinition: 101cm Freibord

	Wasser	Land	Identifiz.
Fläche [m ²]			
Oberfläche	1271,739	1171,196	0,000
Untervasser	1321,529		
Volumen [m ³]			
	1321,529		

Berechnen
Vormacht Lageplan

Layer

- Transparenz
- Ausblenden

Übersicht

Darstellung

- Voreinstellung
- Hintergrund
- Ergebnis
- Wasser
- Gelände
- DGM

Datum

Ergebnis speichern



Neugendefinition: 250cm

Wasser

Land

Identisch

Fische (t/a)	1382,785	1094,404	0,232
Oberflächliche	1438,557		
Unterwasser			

1561733

Bezeichnung

Voransicht Lageplan

Layer

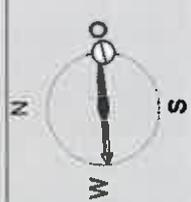
- Transparenz
- Anrichtepunkte

Überführung

Ergebnis

- Voransicht anzeigen
- Neugendefinition
- Ergebnis
- Wasser
- Land
- Ergebnis
- DGM

Einstellungen speichern



Mengendefinition: 231cm Überlauf

	Wasser	Land	Identisch:
Fläche [m²]			
Oberfläche	1656.345	872.615	0.000
Unterwasser	1626.998		
Volumen [m³]		2033.470	

Berechnen
 Voransicht Lageplan

Gerätekey

- Voransicht anzeigen
- Mengendefinition
- Ergebnis
- Oberfläche
- Gelände
- Berge
- DGM

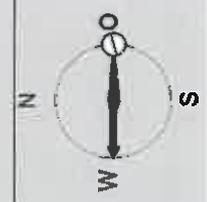
Datei

Einstellungen speichern

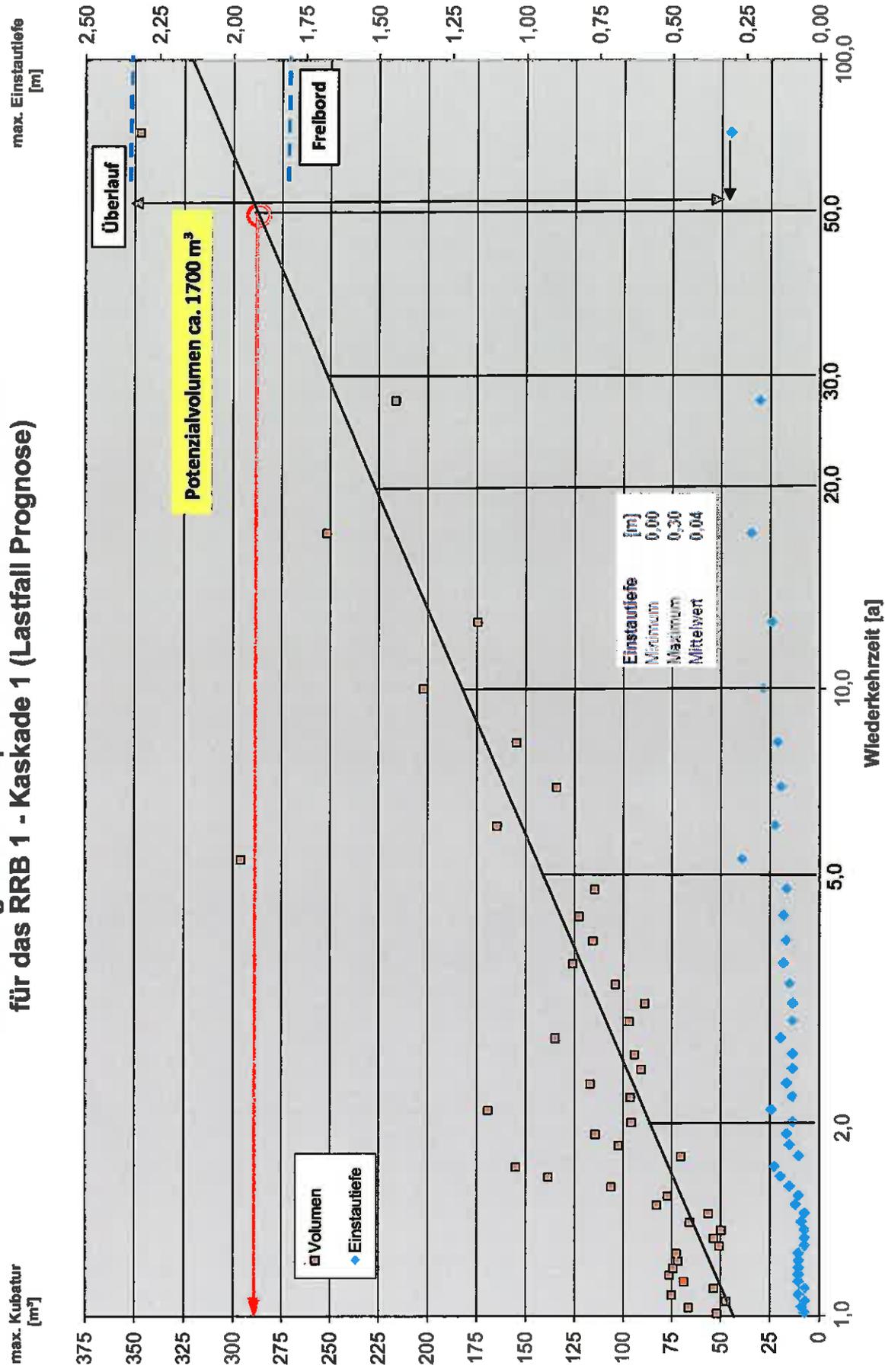


Layer

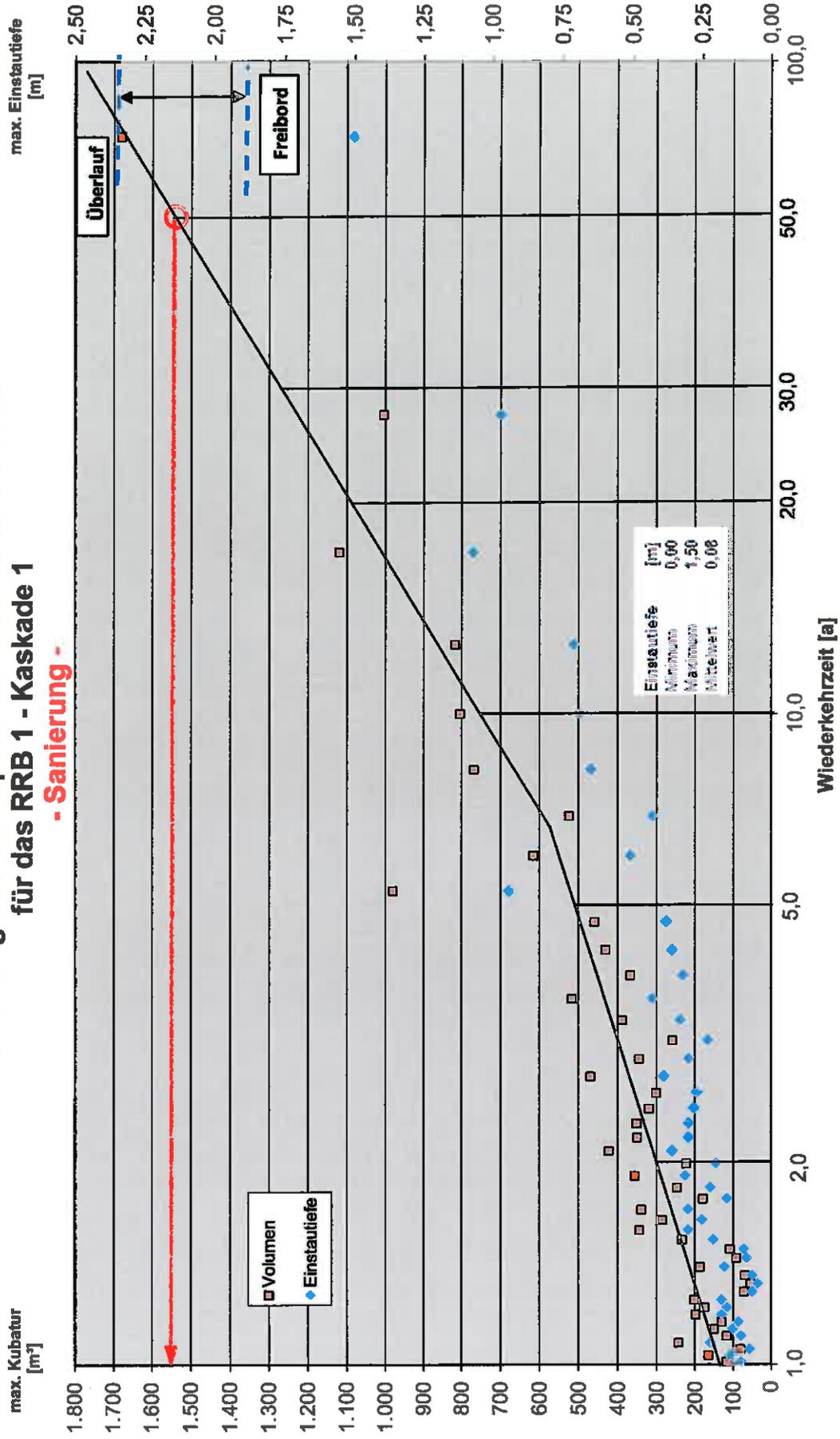
- Transparenz
- Ansichtspunkt



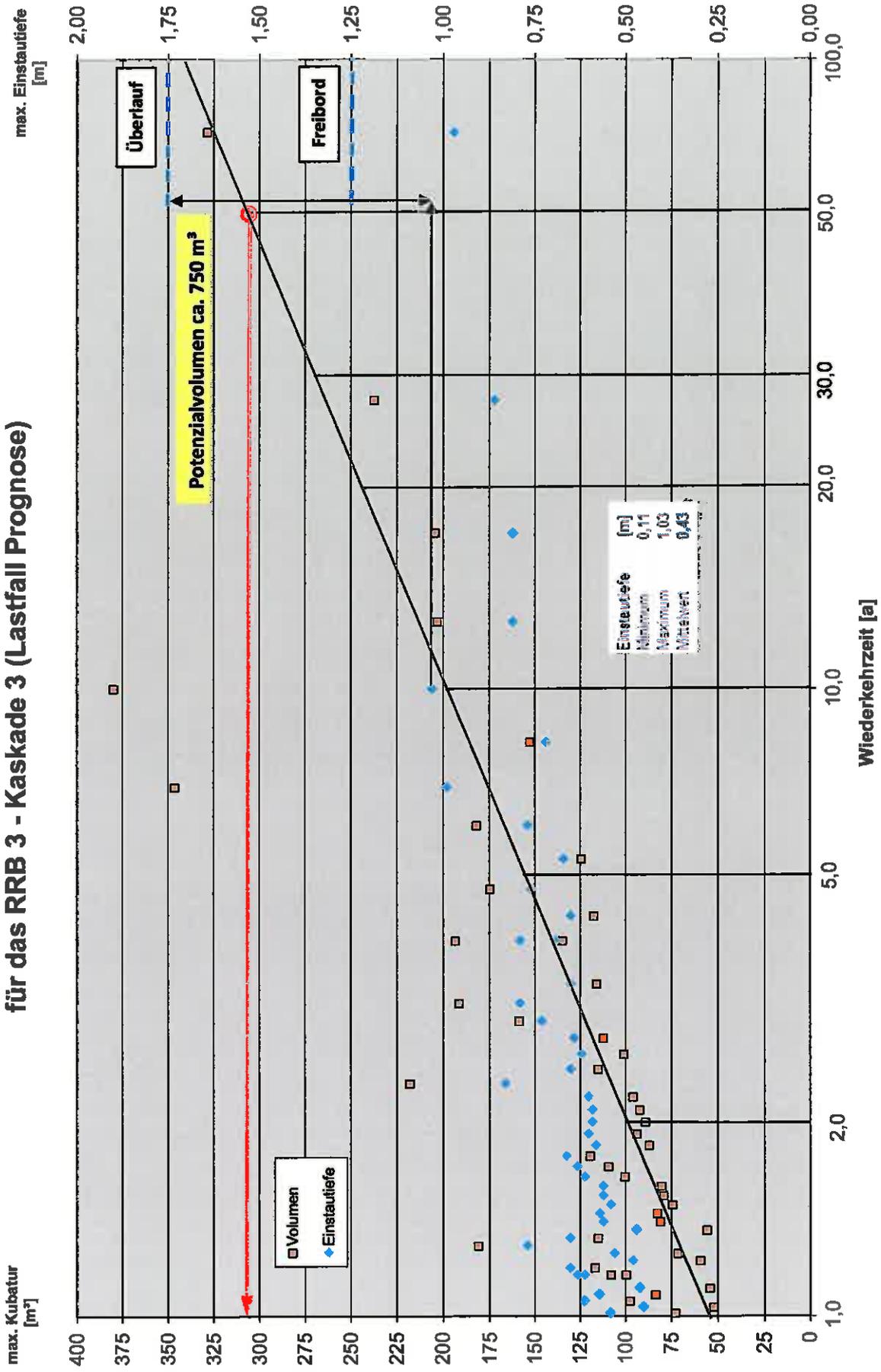
Auswertung des beanspruchten Rückhaltevolumens für das RRB 1 - Kaskade 1 (Lastfall Prognose)



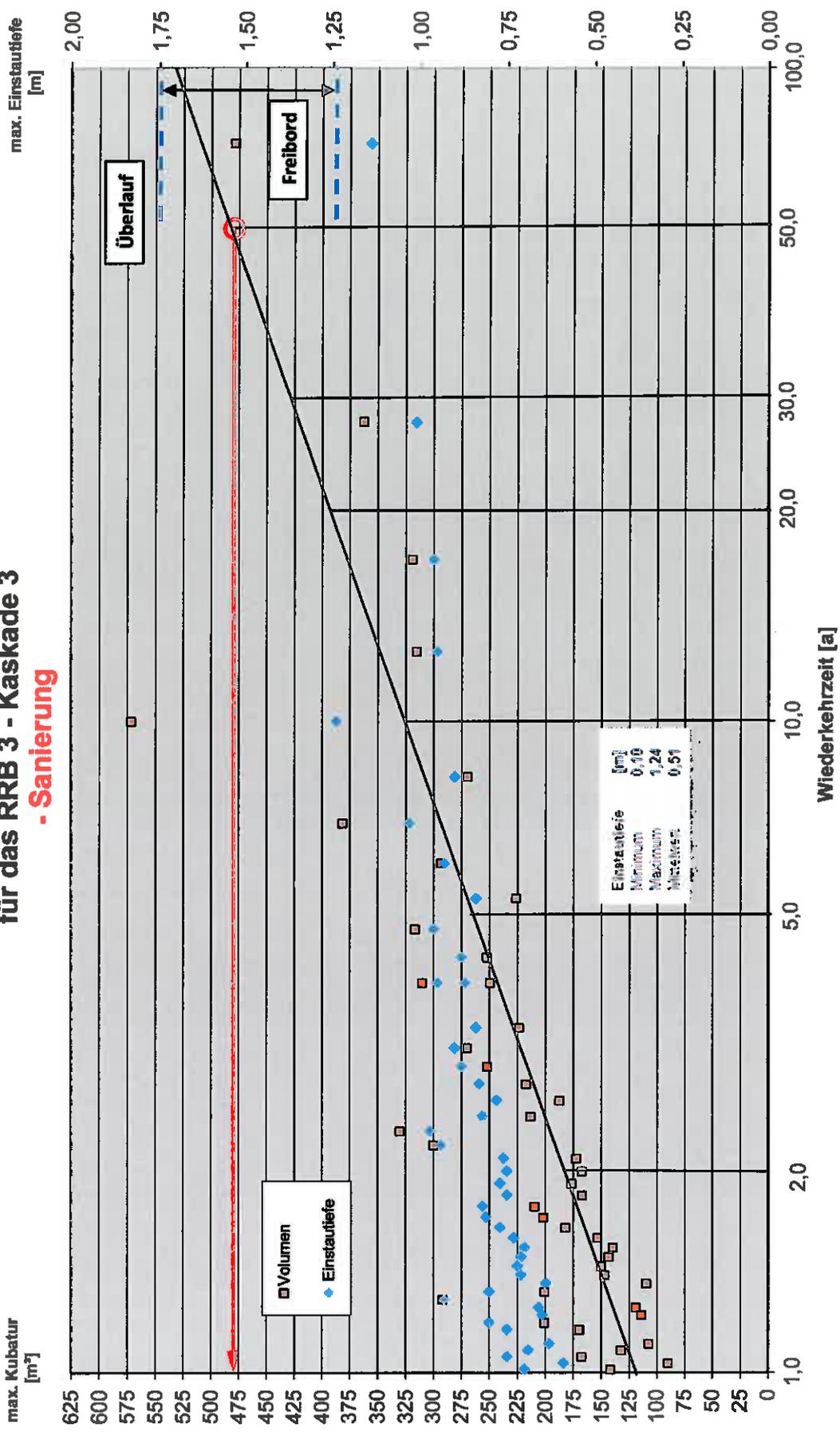
Auswertung des beanspruchten Rückhaltevolumens für das RRB 1 - Kaskade 1 - Sanierung -



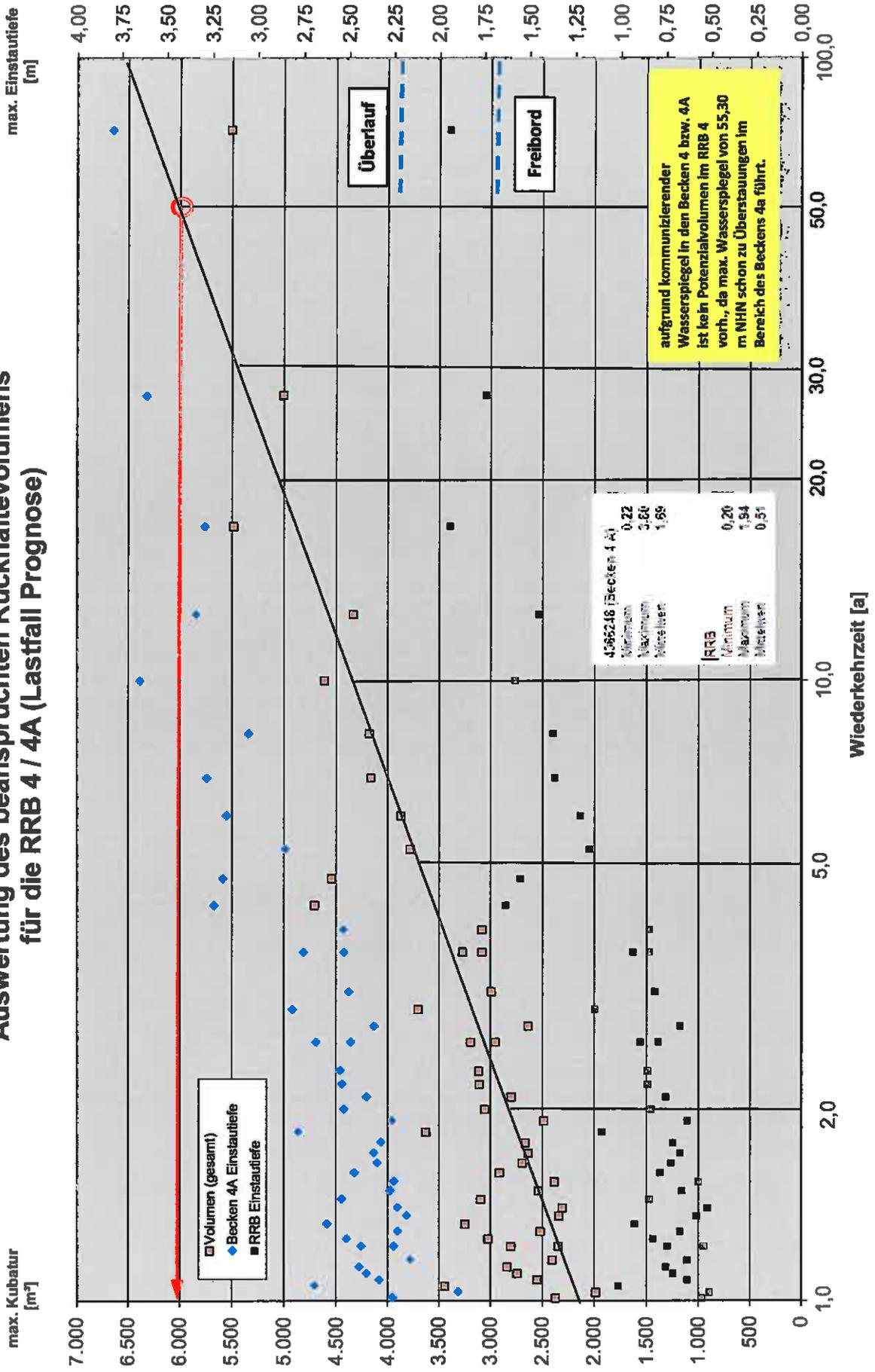
Auswertung des beanspruchten Rückhaltevolumens für das RRB 3 - Kaskade 3 (Lastfall Prognose)



Auswertung des beanspruchten Rückhaltevolumens für das RRB 3 - Kaskade 3 - Sanierung



Auswertung des beanspruchten Rückhaltevolumens für die RRB 4 / 4A (Lastfall Prognose)



Auswertung des beanspruchten Rückhaltevolumens für die RRB+4A

- Sanierung

