



STADT RECKLINGHAUSEN

- FACHBEREICH 62 - INGENIEURWESEN -

Stadtentwicklungsgesellschaft Recklinghausen mbH



ISEK HILLERHEIDE – BAU DES HILLERSEES IN RECKLINGHAUSEN –

Heft 1: Antrag auf Planfeststellung nach § 68 WHG Seeplanung



BjörnSEN Beratende Ingenieure GmbH
Niederlassung Dortmund
Freie-Vogel-Straße 369, 44269 Dortmund
Telefon +49 231 5677099-0, bce-dortmund@bjoernsen.de
März 2021 -PB/2016352.15

Ingenieurbüro H. Berg &
Partner GmbH
Gewerbepark Brand 48
52078 Aachen

Inhaltsverzeichnis

Erläuterungsbericht

1	Einleitung	1
2	Grundlagen und Restriktionen	2
2.1	Allgemeines	2
2.2	Beschreibung des Planungsraums	2
2.3	Planerische Vorhaben und Vorgaben Dritter	2
2.4	Nutzungen	3
2.5	Landschaftsplanerische Randbedingungen	3
2.6	Baugrund	4
2.6.1	Baugrundeigenschaften	4
2.6.2	Altlasten und Bodenverunreinigungen	6
2.6.3	Kampfmittel	8
2.6.4	Bauhindernisse	8
2.7	Wasserwirtschaftliche Grundlagen	9
2.7.1	Qualität (physikalisch-chemisch)	9
2.7.2	Grundwasser	10
2.7.3	Regenwasser	16
2.7.4	Trinkwasser	16
2.7.5	Oberflächengewässer	17
2.7.6	Kanalbestand	17
2.8	Grundeigentumsverhältnisse	19
2.9	Höhenverhältnisse	19
2.9.1	Geländehöhen	19
2.9.2	Gewässer	19
3	Entwurfsbeschreibung	20
3.1	Ziele	20
3.2	Planfeststellungsumfang	21

3.3	Variantenstudium (in Anlehnung an die „Blaue Richtlinie NRW“)	21
3.2.1	Bautechnische Variantenbeschreibung	21
3.2.2	Variantenvergleich in Anlehnung an die „Blaue Richtlinie NRW“	24
3.4	Bautechnische Gestaltung	29
3.4.1	Randbedingungen	29
3.4.2	Wassertiefe	30
3.4.3	Ufereinfassung	30
3.4.4	Seesohle	31
3.5	Erstbefüllung	32
3.6	Rezirkulation	33
3.7	Überlauf See – Ablaufgraben zum Bärenbach	34
3.8	Wasserbilanz	35
3.8.1	Grundlagen	35
3.8.2	Bilanzierung	39
3.9	Grundwasserdrainage	41
3.10	Gewässergüte	42
3.11	Seebetrieb	47
4	Kostenberechnung	52
4.1	Investitionskosten	52
4.2	Betriebskosten	52
5	Ergebnisse der weiteren Fachplanung	53
5.1	Entwässerungsplanung	53
5.2	Umweltverträglichkeitsprüfung	54
5.3	Artenschutz	55
5.4	Umweltfachplanung	56
5.5	Hydrogeologie	57
5.5.1	Berechnungsgrundlagen und -annahmen	57

5.5.2	Berechnungsergebnisse	57
5.6	Gewässergüte	61
5.7	Bodenmechanik und Erdstatik	61
5.8	Tragwerksplanung	63
6	Bauausführung	63
6.1	Bauablauf	63
6.2	Bauzeitliche Grundwasserhaltung	64
7	Zeitliche Projektabwicklung	64
8	Zusammenfassung	64

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Ausschnitt Masterplan mit zentraler Darstellung des „Hillersees“ auf dem Areal der ehemaligen Trabrennbahn (Stand Feb 2021)	1
Abbildung 2:	Lageplan Altablagerungen Flur 447, Flurstück 202 und Flur 541, Flurstück 453 [17] (Grundlage Untere Bodenschutzbehörde, Kreis Recklinghausen, Stand: 15.01.2016)	7
Abbildung 3:	Kampfmittelverdachtsflächen (rot schraffiert) und Verdachtspunkte (orange-ne Kreise)	8
Abbildung 4:	Lage der Aufschlüsse und Grundwassermessstellen (GWM) auf dem Areal:[17]	11
Abbildung 5:	Grundwasserganglinie im Norden des geplanten Sees und GWM 2 (grün)	13
Abbildung 6:	Grundwasserganglinie im Süden des geplanten Sees	13
Abbildung 7:	Feststoff Konzentration in mg/l im Seewasserkörper	15
Abbildung 8:	Ausschnitt Lageplan Kanalbestand (zur Verfügung gestellt durch Stadtentwässerung Recklinghausen (Sachgebiet 62/41, Stand: 29.01.2020)	18
Abbildung 9:	Variante 1 unabgedichteter See mit Ortbetonwand	22
Abbildung 10:	Variante 2 Uferwand mit Kunststoffdichtungsbahn als Abdichtung	23
Abbildung 11:	Variante 3, Uferumfassung aus Ortbeton und mineralische Abdichtung	23
Abbildung 12:	Regressionsanalyse zwischen P-Konzentration und Chlorophyll, aus LAWA (1999) [29], rot = Variante 1 und 2, blau = Variante 4, grün = Variante 3	26
Abbildung 13:	Gesamtlageplan [Plan B-1.1 Seeplanung]	30
Abbildung 14:	Seesohle Bereich Nord [Schnitt A-A Plan B-2.2.2 Seeplanung]	31
Abbildung 15:	Seesohle Flachwasserzone Bereich Süd, [Schnitt I-I Plan B-2.2.4 Seeplanung]	31
Abbildung 16:	Mineralische Abdichtung [Schnitt G-G, Plan B-2.2.3]	32

Abbildung 17:	Verteilung Niederschlag und Verdunstung nach DWA-M 504 und Emscher Lippe Wassertechnik	36
Abbildung 18:	Verteilung und Bilanz Niederschlag und Verdunstung für das Jahr 2018	36
Abbildung 19:	Darstellung der Grundwasserbilanz bei verschiedenen Wasserspiegelnhöhen (EW Stand 16.03.2020)	38
Abbildung 20:	Ergebnisse der instationären Grundwassermodellierung [45]	39
Abbildung 21:	Wasserhaushalt für mittlere hydrologische Verhältnisse, Szenario a	40
Abbildung 22:	Wasserhaushalt für mittlere hydrologische Verhältnisse, Szenario b	40
Abbildung 23:	Wasserhaushalt für mittlere Verhältnisse ohne angeschlossene Baugebietler, Variante 3	41
Abbildung 24:	Wasserhaushalt für das Jahr 2018, Variante 3 / Szenario b	41
Abbildung 25:	Abflussspende (= Überschuss bzw. negativer Wert) und Stützwasserbedarf (positive Werte)	58
Abbildung 26:	Vergleich der Grundwassergleichen Ist-Zustand (rechts) und Planungszustand (links)	59
Abbildung 27:	Berechnete Veränderung des mittleren, stationären GW-Spiegels durch den See (Planungszustand)	60
Abbildung 28:	Ganglinie der EGLV Messstelle 2435320 der letzten 10 bzw. 3 Jahre	60
Abbildung 29:	Massenbilanz Stand 26.02.2021 (Quelle HPC)	63

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Anforderungen an den guten ökologischen Zustand + ökologisches Potenzial für ausgewählte Para-meter nach OGewV für den See Typ 14	10
Tabelle 2:	Grundwasserstände für die erste Jahreshälfte 2020 [39]	12
Tabelle 3:	Ergebnisse relevanter Parameter der Grundwasseranalytik vom 24.01.2020 für GWM 1 0	14
Tabelle 4:	Jährliche Niederschlagsmengen (Minimum, Mittelwert, Maximum) [38]	16
Tabelle 5:	Ergebnisse relevanter Parameter der Regenwasseranalytik	16
Tabelle 6:	Ergebnisse relevanter Parameter der Trinkwasseranalytik	17
Tabelle 7:	Bewertungsmatrix Variantenbetrachtung Seeplanung	29
Tabelle 8:	Aufteilung der Flächen gemäß Kanalnetzberechnung	37
Tabelle 9:	Varianten zur Senkung der P-Konzentrationen	43
Tabelle 10:	Messprogramme zur Wassergütebewirtschaftung	49
Tabelle 11:	Wartungsarbeiten und Kontrolltätigkeiten der baulichen Anlagen	51
Tabelle 12:	Zusammenstellung Betriebskosten	53

Anlagen

Reihe A: Anlagen

A-1	Grundlagenverzeichnis
A-2	Analytik
A-3	Seebilanz
A-4	Variantenvergleich mit Wertzahlmatrix
A-5	Bemessung Rezirkulationspumpen
A-6	Datenblätter Rezirkulationspumpen
A-7	Bemessung Wehrüberfall Ablaufbauwerk
A-8	Hydraulische Berechnung Ablaufgraben zum Bärenbach
A-9	Kostenberechnung
A-10	Massenermittlung
A-11	GW-Monitoring
A-12	Berechnung Frachten GW-Zustrom.

Reihe B: Pläne

Maßstab

B-1	Lagepläne	
B-1.1	Gesamtlageplan	1 : 1000
B-1.2	Lageplan Seeplanung	1 : 1000
B-1.3	Lageplan Planfeststellungsbereich	1 : 1000
B-2	Schnitte	
B-2.1	Schnitte a bis c	1 : 1.000 / 200
B-2.2.1	Uferwände Grundriss	1 : 50
B-2.2.2	Uferwände Schnitte A bis D	1 : 50
B-2.2.3	Uferwände Schnitte E bis H	1 : 50
B-2.2.4	Uferwände Schnitte I bis J	1 : 50
B-2.3	Stegkonstruktion West	1 : 100 / 50
B-2.4	Stegkonstruktion Ost	1 : 100 / 50
B-2.5	Zulaufgraben zum Bärenbach LP und LS	1 : 500 / 50
B-2.6.1	Zulaufgraben zum Bärenbach QP 1 bis QP 6	1 : 100
B-2.6.2	Zulaufgraben zum Bärenbach QP 7 bis QP 9	1 : 100
B-3	Detailpläne	
B-3.1	Rezirkulationsbauwerke West und Ost	1 : 50
B-3.2	Ablaufbauwerk	1 : 50
B-3.3	Auslauf Durchlass DN 1000	1 : 50
B-3.4.1	Slipanlage Grundriss und LS	1 : 50
B-3.4.2	Slipanlage Querschnitt	1 : 50
B-3.5	Bepflanzung Armelechteralgen	1 : 1000 / 50
B-3.6	Detail Drainageleitung	1 : 1000 / 50

Weitere Hefte zum Antrag auf Planfeststellung

- Heft 2: Erläuterungsbericht Kanal- und Entwässerungsplanung
- Heft 3: Umweltverträglichkeitsprüfung
- Heft 4: Artenschutzfachbeitrag
- Heft 5: Landschaftspflegerischer Begleitplan
- Heft 6: Hydrogeologisches Grundwassermodell
- Heft 7: Gewässergütemodell
- Heft 8: Bodenmechanische Untersuchung und Setzungsberechnung
- Heft 9: Tragwerksplanung
- Heft 10: Mikroklimatische Untersuchung
- Heft 11: Untersuchung der Auswirkung des Vorhabens auf den CKW Schaden – Maybacher Heide

Verwendete Unterlagen

- [1] DWA Regelwerk DWA A 110
Hydraulische Dimensionierung und Leistungsbachweis
von Abwasserkanälen und Leitungen
2006
- [2] DIN EN 752
Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden,
Teil 2: Anforderungen
2017
- [3] Arbeitsblatt DWA-A 117
Bemessung von Regenrückhalteräumen
Dezember 2013
- [4] DWA Regelwerk DWA A 118
Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen
März 2006
- [5] ATV-DVWK (2004)
Bewertung der hydraulischen Leistungsfähigkeit bestehender Entwässerungssysteme, Ar-
beitsbericht DWA-AG ES-2.1 „Berechnungsverfahren“. In: KA Abwasser Abfall, Heft 1/2004,
S. 69-76
- [6] Arbeitsblatt DWA-A 128
Richtlinie für die Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungsanlagen in Mischwasser-
kanälen
April 1992

- [7] Arbeitsblatt DWA-A 166
 Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und –rückhaltung, Konstruktive Gestaltung und Ausrüstung
 2013

- [8] Arbeitsblatt DWA-A 262
 Grundsätze für Bemessung, Bau und Betrieb von Pflanzenkläranlagen mit bepflanzten Bodenfiltern zur biologischen Reinigung kommunalen Abwassers

- [9] Merkblatt DWA-M 153
 Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser
 August 2007

- [10] Arbeitsblatt DWA-A 178
 Retentionsbodenfilteranlagen
 Juni 2019

- [11] Retentionsbodenfilter
 Retentionsbodenfilter - Handbuch für Planung, Bau und Betrieb
 Juni 2015

- [12] Anforderungen an die Niederschlagsentwässerung im Trennverfahren
 RdErl. d. Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz – IV-9 031 001 2104 -, vom 26.05.2004

- [13] Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg
 Handbuch Altlasten und Grundwasserschadensfälle: „Grundwasserreinigung bei der Bearbeitung von Altlasten und Schadstoffen“
 1995

- [14] IndVO
 Indirekteinleitung in öffentliche Abwasseranlagen wird geregelt durch die Verordnung des Umweltministeriums über das Einleiten von Abwasser in öffentliche Abwasseranlagen (Indirekteinleiterverordnung – IndVO) vom 19.04.1999

- [15] Merkblatt DWA-M 606
 Grundlagen und Maßnahmen der Seentherapie
 Dezember 2006

- [16] DIN EN 15029
 Produkte zur Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch – Eisen(III)hydroxid; Deutsche Fassung EN 15029:2006
 Juni 2006

- [17] Baugrunduntersuchungen Ahlenberg Ingenieure GmbH
Entwicklung Trabrennbahn Recklinghausen - Geländerückbau, orientierende Bodenuntersuchung, Bauschadstoffuntersuchung, Rückbau- und Verwertungskonzept
Oktober 2016
- [18] Manny, B. A.; Johnson, W. C.; Wetzel, R. G.
Nutrient additions by waterfowl to lakes and reservoirs: predicting their effects on productivity and water quality. In: *Hydrobiologia* 279/280, pp. 121-132
1994
- [19] Marion, L.; Clergeau, P.; Brient, L.; Bertru, G.
The importance of avian-contributed nitrogen (N) and phosphorus (P) to lake Grand-Lieu, France. In: *Hydrobiologia* 279/280, pp. 133-147
1994
- [20] Tappenbeck, L. & Raschewski, U. Einfluss von Wassergeflügel auf den Nähr- und Sauerstoffhaushalt im Arendsee (Land Sachsen-Anhalt)
1993
- [21] Emschergenossenschaft
Bärenbach Siemensstraße in Recklinghausen-Hillerheide – Konzeptionelle Planung eines Grundwasserersatzsystems – Heft 2: Grundwassermodell
März 2016
- [22] Lampert, W. & Sommer, U.
Limnökologie – 2. überarbeitete Auflage
1999
- [23] Schiechl, H. M. & Stern, R.
Naturnaher Wasserbau – Anleitung für ingenieurbio-logische Bauweisen
2002
- [24] DWD
Hydrometeorologie Berlin-Buch
März 2015
- [25] Eurofins Umwelt West GmbH
Probennahmeprotokolle und Grundwasseranalytik
März 2017
- [26] Baugrunduntersuchungen Ahlenberg Ingenieure GmbH
Ergebnisse der Rammkernsondierungen
April 2017

- [27] Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG)
Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung in der Fassung der Bekanntmachung vom 24. Februar 2010 (BGBl. I S. 94), das zuletzt durch Artikel 10 des Gesetzes vom 25. Juli 2013 (BGBl. I S. 2749) geändert worden ist.
Juli 2013
- [28] Wetzel, R. G. (Academic Press, ISBN 0-12-744760-1):
Limnology, Lake and River Ecosystems
2001
- [29] LAWA (Kulturbuchverlag Berlin, 1999):
Gewässerbewertung – stehende Gewässer. Vorläufige Richtlinie für die Erstbewertung von natürlich entstandenen Seen nach trophischen Kriterien
1999
- [30] KLS Planungsbüro für Gewässerschutz, Hamburg
Rantzauer See – Machbarkeitsstudie zur Verbesserung der Wasserqualität
2014
- [31] Imhoff, K. & K.
Taschenbuch der Stadtentwässerung
Oldenbourg Industrieverlag, ISBN-10: 3-8356-3094-6
2007
- [32] DWA Fachbeiträge Gewässer und Boden (KW Korrespondenz Wasserwirtschaft, 2014 (7) Nr. 1):
Das Konzept PHOENIX See: Nachhaltiges Management von Makrophyten-Massenentwicklungen durch eine Kombination nährstoffarmer Standortbedingungen und Bepflanzung mit Armleuchteralgen
2017
- [33] Weyer, K. (LANUV NRW): Rote Liste der Armleuchteralgen (Characeae) in Nordrhein-Westfalen: in Rote Liste der gefährdeten Pflanzen, Pilze und Tiere in Nordrhein-Westfalen LANUV-Fachbericht 36: 273 – 283, Recklinghausen
November 2010
- [34] HPC AG
Hydrogeologische Untersuchungen:
Ergebnisse der Grundwasseranalytik
Ergebnisse der Regenwasseranalytik
Ergebnisse der Trinkwasseranalytik
Januar und Februar 2020

- [35] DWA Merkblatt M 504
Ermittlung der Verdunstung von Land und Wasserflächen
31. August 2016
- [36] Emscher Lippe Wassertechnik
Grundwassermodell für die Trabrennbahn Hillerheide
15.01.2020
- [37] Emscher Lippe Wassertechnik
Grundwassermodell für die Trabrennbahn Hillerheide
16.03.2020
- [38] Björnson Beratende Ingenieure GmbH
Machbarkeitsstudie Trabrennbahnsee
Juli 2017
- [39] HPC AG
Entwicklung der ehemaligen Trabrennbahnareals Recklinghausen – Baugrunduntersuchungen im Bereich des geplanten See
Juni 2020
- [40] DIN 19700-11
Stauanlagen, Teil 11: Talsperren
Juli 2004
- [41] FROELICH & SPORBECK GmbH & CO. KG
Recklinghausen-Hillerheide – Zukunftskonzept ehemalige Trabrennbahn, UVP-Bericht
August 2020
- [42] Uwedo – Umweltplanung Dortmund
Entwicklung der ehemaligen Trabrennbahn in Recklinghausen – Artenschutzprüfung Stufe II (Vertiefende Prüfung der Verbotstatbestände)
Dezember 2017
- [43] Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, MUNLV NRW
Richtlinie für die Entwicklung naturnaher Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen („Blaue Richtlinie“, 6. Auflage)
2010

- [44] ARGE Hillerheide Björnsen Beratende Ingenieure GmbH und Ingenieurbüro H. Berg & Partner GmbH
ISEK Hillerheide, See- und Entwässerungsplanung – Erläuterungsbericht zur Leistungsphase 2
April 2020
- [45] Emscher Wassertechnik GmbH
Grundwassermodell für die Trabrennbahn Hillerheide
Februar 2021
- [46] HPC AG
Konzeptionierung der Wasserhaltung im Zuge der Herstellung der Baugrube für die Seeherstellung
Januar 2021
- [47] Froelich & Sporbeck
Recklinghausen-Hillerheide – Zukunftskonzept ehem. Trabrennbahn – Landschaftspflegerischer Begleitplan
März 2021

Abkürzungsverzeichnis

AFS	Abfiltrierbare Stoffe
AK	Abwasserkanal
BBodSchV	Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung
BSB	Biologischer Sauerstoffbedarf
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf
EG	Emschergenossenschaft
EGLV	Emschergenossenschaft / Lippeverband
Fe	Eisen
GP	Gesamtphosphor
GOK	Geländeoberkante
GW	Grundwasser
GWM	Grundwassermessstelle
KMBD	Kampfmittelbeseitigungsdienst
LFischVO	Landesfischereiverordnung
LG NW	Landschaftsgesetz Nordrhein-Westfalen
LWG	Landeswassergesetz
NRW	Nordrhein-Westfalen
NW	Nennweite
OECD	Organisation for Economic Cooperation and Development
OGewV	Oberflächenverordnung

P	Phosphor
PAK	Polyaromatische Kohlenwasserstoffe
RBF	Retentionsbodenfilter
PEA	Phosphoreliminationsanlage
PW	Pumpwerk
RRA	Regenrückhalteanlage
RRB	Regenrückhaltebecken
RW	Regenwasserkanal
SKU	Stauraumkanal mit untenliegender Entlastung
SW	Schmutzwasserkanal
TA	Technische Ausrüstung
TOC	Total organic carbon
TS	Trockensubstanz
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
UVPG	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung
UWB	Untere Wasserbehörde
VM	Versickerungsmulde
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
z epi	theoretische Durchmischungstiefe
z max	maximale Wassertiefe

1 Einleitung

Im Zuge der Umwidmung des Geländes des ehemaligen Trabrennbahnareals in Recklinghausen sieht der Masterplan im Zentrum die Herstellung eines Sees vor. Der See wird nach Westen durch private Wohnsiedlungen sowie öffentliche Einrichtungen eingefasst. Nördlich des Sees entsteht Kleingewerbe. Nach Osten schließen sich Wohnsiedlungen und Gewerbeflächen an. Nach Süden wird der See von einem Grünstreifen, der auch als Lärmschutzwall zur angrenzenden BAB A2 dienen soll, gesäumt.



Abbildung 1: Ausschnitt Masterplan mit zentraler Darstellung des „Hillersees“ auf dem Areal der ehemaligen Trabrennbahn (Stand Feb 2021)

Der geplante See hat als städtebauliches Element gestaltende Funktion. Das Gewässer soll insbesondere optischen Ansprüchen gerecht werden, d. h. „sauberes“, algenfreies Wasser bei möglichst konstanter Wasserspiegellage aufweisen.

Die Stadtentwicklungsgesellschaft Recklinghausen mbH (SER GmbH) hat die Björnsen Beratende Ingenieure GmbH und das Ingenieurbüro Berg mit der See- und Entwässerungsplanung beauftragt. Die Planung ist mit den weiteren Fachdisziplinen, u. a. die Freianlagenplanung, Masterplanung und Straßenplanung abzustimmen.

Mit den folgenden Unterlagen wird die Entwurfsplanung für die Ingenieurbauwerke (See und Entwässerungsanlagen) vorgelegt. Weiterhin wird mit Vorlage der Planfeststellungsunterlagen Heft 1 bis Heft 11 die Planfeststellung nach § 68 WHG zur Herstellung des Hillersees beantragt.

2 Grundlagen und Restriktionen

2.1 Allgemeines

Eine vollständige Übersicht über die zusammengestellten und berücksichtigten Grundlagen ist in **Anlage A-1** gegeben.

Nachfolgend werden die wesentlichen Grundlagen und Restriktionen kurz dargestellt.

2.2 Beschreibung des Planungsraums

Der Planungsraum befindet sich im Stadtteil Recklinghausen-Hillerheide zwischen der im Norden angrenzenden Blitzkuhlenstraße und der im Süden anschließenden Autobahn BAB A2. Die Zugänglichkeit zum Planungsraum erfolgt von der Blitzkuhlenstraße über die nord-westliche Toranlage oder über die Zufahrtsstraße „An der Rennbahn“ sowie im Westen über die Toranlage an der „Theodor-Esch-Straße“. Im Osten wird das Projektgebiet durch das Gewerbegebiet an der Blitzkuhlenstraße und das sogenannte „Sturmwäldchen“ begrenzt, welches sich bis zur Siemensstraße erstreckt.

Es handelt sich bei der rund 34 ha großen Fläche um ein ehemaliges Trabrennbahnareal. Im westlichen Bereich des Geländes befinden sich die ehemaligen Tribünenanlagen sowie weitere Gebäude (u.a. Garagen, Lagerhallen, Werkstatt- und Wohngebäude). Derzeit wird die oberirdische Gebäudesubstanz rückgebaut. Im Zentrum des Geländes befinden sich die Rennbahn und das Trainingsgeläuf. Im südlichen Bereich des Geläufs befindet sich ein runder Teich.

2.3 Planerische Vorhaben und Vorgaben Dritter

Durch die Planungsbüros reicher haase assoziierte GmbH und club L94 Landschaftsarchitekten GmbH wurde im Auftrag der Stadt Recklinghausen eine Rahmenplanung für die zu entwickelnde Fläche entworfen. Das entsprechende städtebaulich-freiraumplanerische Konzept sieht "Wohnen am Wasser" auf dem Gelände der ehemaligen Trabrennbahn vor. Im Zuge der weiteren Planung wurde die Rahmenplanung durch den Masterplaner De Zwarte Hond GmbH überarbeitet, aktualisiert und konkretisiert. Dies erfolgte unter Einbeziehung der Ergebnisse der beteiligten Fachplanungen im Rahmen von Planerworkshops und entsprechenden Projektbesprechungen mit der SER GmbH, deren Projektsteuerung, vertreten durch das Büro DU Diederichs Projektmanagement, sowie weiteren Vertretern der Stadt Recklinghausen. In diesem Rahmen werden auch die Themen Lärmschutz (Pöyry Deutschland GmbH (Jetzt: AFRY)), Verkehrskonzept (BPR-Dipl. Ing. Bernd F. Kühne & Partner Beratene Ingenieure mbB), Freiraumplanung (Björnsen Beratende Ingenieure GmbH mit Landschaft planen und bauen), Landschafts- und Umweltplanung (Froehlich & Sporbeck GmbH & Co. KG), Baureifmachung (HPC AG) sowie See-, Kanal-, Entwässerungsplanung (Björnsen Beratende Ingenieure

GmbH mit Ingenieurbüro H. Berg & Partner GmbH) inhaltlich bearbeitet. Weiterhin sind die klimaangepasste Planung durch K. PLAN Klima. Umwelt & Planung GmbH, die CEF-Maßnahmenplanung und ökologische Baubegleitung durch Landschaft + Siedlung AG, das Energieversorgungskonzept durch DFIC – Dr. Fromme International Consulting sowie das Nahmobilitätskonzept durch das Planungsbüro Stadtkinder – Dr. Apel, vertreten.

Im Zuge früherer Planungsschritte wurde das Büro Ahlenberg Ingenieure GmbH von der SER GmbH mit der Durchführung und Auswertung erster Bodenerkundungen und Grundwasseruntersuchungen (einschließlich Errichtung von Grundwassermessstellen), der Erstellung eines Abbruch- und Entsorgungskonzeptes für die aufstehenden Gebäude sowie eines Massenmanagements für das zu entwickelnde Areal beauftragt.

2.4 Nutzungen

Die oberirdische und unterirdische Bausubstanz wird derzeit rückgebaut. In einem folgenden Baulos werden die Auffüllungen durch die vorgreifende Geländeherrichtung aufgenommen und die vorhandene Infrastruktur (u. a. Leitungen) zurückgebaut. Es kann nach Aussagen der SER GmbH von Leitungsfreiheit auf dem Gelände vor Herstellung des Sees ausgegangen werden.

2.5 Landschaftsplanerische Randbedingungen

Im Rahmen der Planung werden durch FROELICH & SPORBECK GmbH & Co. KG eine landschaftspflegerische Bergleitplanung, die UVP und zugehörige Umweltgutachten erstellt. Die Ergebnisse sind in Heft 3 bis 5 sowie in den Kapiteln 5.2 bis 5.4 des vorliegenden Erläuterungsberichts dargelegt. Nachfolgend werden die Grundzüge zur Betrachtung der Bestandssituation dieses Planungsteils kurz zusammengefasst.

Die heutige Bestandssituation auf dem ehemaligen Trabrennbahn Standort ist in der Kartendarstellung des Landesentwicklungsplans großflächig als Freiraum gekennzeichnet [41].

Randlich im Westen ist das Gebiet als Siedlungsbereich dargestellt. Im Norden, Osten und Westen schließen an das Areal der ehemaligen Trabrennbahn großflächig Siedlungsräume inkl. großflächiger Infrastruktureinrichtungen an [41].

Im gültigen Regionalplan sind der westliche Randbereich des Untersuchungsgebiets, welcher die ehemaligen Tribünen einschließt, sowie der Grünstreifen nördlich der Trabrennbahn, sowie die daran angrenzenden Flächen als Allgemeine Siedlungsbereiche deklariert [41]. Nordöstlich des Untersuchungsgebiets befindet sich ein großflächiger Bereich für gewerbliche und industrielle Nutzungen. Die südlich angrenzende A2 dient als Straße für den vorwiegend großräumigen Verkehr. Der überwiegende Teil des Untersuchungsgebiets, der gesamte Bereich der Trabrennbahn inklusive der östlichen Stallungen und leerstehenden Gebäude sowie die Schrebergärten werden als Allgemeiner Freiraum- und Agrarbereich ausgewiesen. Hinzukommt eine schraffierte Kennzeichnung als Fläche zum Schutz der Landschaft [41].

Der gültige Flächennutzungsplan der Stadt Recklinghausen vom 27. März 2013 stellt verschiedene Nutzungen im Bereich der ehemaligen Trabrennbahn dar. Der überwiegende Teil wird als Grünfläche nach § 5 Abs. 2 Nr. 5 BauGB dargestellt. Die Trabrennbahn, die südlich angrenzenden Gehölze sowie die Stallungen fallen in diese Kategorie. Die Trabrennbahn ist darüber hinaus als „Sportlichen Zwecken diende Einrichtung“ gekennzeichnet. Eine überlagernde Darstellung besteht ebenfalls für die Dauerkleingärten im Südosten des Untersuchungsgebietes, die als Grünfläche dargestellt sind. Weiterhin ist noch eine Wasserfläche im zentralen Bereich der Trabrennbahn dargestellt. Der nördliche Streifen des Untersuchungsgebiets wird als Gewerbliche Baufläche nach § 5 Abs. 2 Nr. 1 BauGB ausgewiesen, welche in östlicher Richtung weiterverläuft. Der westliche Teil, das Tribünengelände, dient gemäß Flächennutzungsplan als Gemischte Baufläche nach § 5 Abs. 2 Nr. 1 BauGB. Der Änderungsbereich schließt in dieser Richtung mit einer weiteren schmalen Grünfläche nach § 5 Abs. 2 Nr. 5 BauGB ab, welche gemäß der überlagernden Darstellung eine Zweckbestimmung als Parkanlage hat.

Der Landschaftsplan des Kreises Recklinghausen „Nr. 5, Emscherniederung“ umfasst nur für den äußersten westlichen Randbereich des zu beplanenden Gebiets sowie einen kleinen Bereich im Südosten. Für diese Areale trifft die Festsetzungskarte des Landschaftsplans keine Festsetzungen. Die Entwicklungskarte sieht hier kleinflächig eine Entwicklung zur „Erhaltung der Freiraumfunktion der städtischen Grünzüge“ vor. Die nächstgelegenen Landschaftsschutzgebiete befinden sich rd. 650 bis 800 Meter entfernt [41].

Die Informationen zu den Schutzgebieten und schutzwürdigen Bereichen können nach [41] den Fachinformationssystemen des LANUV (2020) sowie des Bundesamtes für Naturschutz entnommen werden. Innerhalb des Untersuchungsgebiets befinden sich keine Schutzgebiete [41]. Die nächstgelegenen Landschaftsschutzgebiete befinden sich ca. 650 bis 800 Meter westlich bzw. nordöstlich der ehemaligen Trabrennbahn. In der unmittelbar an das Untersuchungsgebiet angrenzenden Theodor-Esch-Straße und Maybachstraße befinden sich gesetzlich geschützte Alleen.

2.6 Baugrund

2.6.1 Baugrundeigenschaften

Die Recherchen zu Aufschlusspunkten und die verschiedenen Bohrkampagnen, die im Rahmen dieser Untersuchung durchgeführt werden, liefern insgesamt 85 Rammkernsondierungen, 50 Rammsondierungen mit leichter / mittelschwerer Rammsonde und 5 Rammsondierungen mit schwerer Rammsonde [17][39].

Seitens der Ahlenberg Ingenieure GmbH wurden im Auftrag der SER Baugrunduntersuchungen im September 2016 insgesamt 80 Rammkernsondierungen und 50 Rammsondierungen mit leichter / mittelschwerer Rammsonde durchgeführt. Im Rahmen der geotechnischen Untersuchungen wurden auf dem Areal der ehemaligen Trabrennbahn Rammkernsondierungen durchgeführt. Hieraus ergibt sich folgende stratigraphische Abfolge [18]:

- Auffüllungen
- Quartäre schluffige Feinsande und feinsandige Schluffe

- Emschermergel

Das Untersuchungsgebiet liegt am Nordrand des Verbreitungsgebietes der Niederterrassenablagerungen der Emscher und ihrer Nebengewässer (Hellbach, Bärenbach). In den durchgeführten Aufschlüssen (RKS) des Zentralbereiches der ehemaligen Trabrennbahn stehen künstliche Auffüllungen an, deren Mächtigkeiten zwischen 0,60 und 1,70 m liegen. Die Auffüllungen setzen sich i. W. aus umgelagerten Böden (Sand und Schluff) sowie aus Bauschutt, Asche, Rote Halde, Bergematerial und Schlacke mit mineralischen Anteilen (Beimengungen an Asphalt, Beton und Kohle) zusammen. Unterhalb der Auffüllungen wurden quartäre schluffige Feinsande und feinsandige Schluffe erbohrt. Darunter folgt der Emschermergel in Form von grauen Mergel- und Tonmergelsteinen der Kreide, die im oberflächennahen Bereich z. T. stark geklüftet und verwittert sind [18].

Der oberste Grundwasserleiter wird von den geringmächtigen Sanden/Schluffen des Quartärs gebildet (Porengrundwasserleiter). Das Grundwasser innerhalb der quartären Sande/Schluffe bewegt sich generell in südliche bis südwestliche Richtung auf die als Vorfluter dienende Emscher zu. Der darunter folgende Grundwasserleiter wird vom Festgestein der Oberkreide bzw. Emschermergel aufgebaut (Kluftgrundwasserleiter). Dort fließt das Grundwasser vorwiegend entlang der geöffneten Spalten, Klüfte und Schichtfugen [18]. Für das Untersuchungsgebiet ist, nach Aussagen des IB Ahlenberg, das Vorkommen von artesisch gespanntem Grundwasser bisher nicht bekannt. Dies sollte im Rahmen der weiteren Aufschlüsse geprüft werden.

Wasserzutritte während der Feldarbeiten, die durch Ahlenberg Ingenieure durchgeführt worden sind, konnten in den Sondierungen zumeist innerhalb des gewachsenen Bodens (RKS 12, 13, 21, 22, 37, 38, 46) bzw. auch innerhalb der Auffüllungen (RKS 47) festgestellt werden.

Zur Bestimmung der Körnungslinien der Untergrundschichten wurden im Zuge der Baugrunduntersuchungen an 10 Bodenproben kombinierte Sieb- und Schlämmanalysen gemäß DIN 18123 durchgeführt. Anhand der Laborversuche sind die Böden überwiegend als Sand, schluffig, teilweise schwach tonig bis tonig, vereinzelt schwach humos anzusprechen.

Die Aufschlüsse reichen nur zum Teil in den Mergelhorizont, darüber hinaus sind die Grundwassermessstellen nicht bis in den Mergel ausgebaut worden. Es konnte damit nicht ausgeschlossen werden, dass beim Eingriff in den Mergel gespanntes Grundwasser angetroffen wird.

In der weiteren Projektabwicklung wurde seitens SER die HPC AG mit der Erstellung eines geotechnischen Gutachtens beauftragt [40]. Im Rahmen der Erstellung des geotechnischen Gutachtens wurden zu den durch IB Ahlenberg bereits durchgeführten Sondierungen, weitere 5 Rammkernsondierungen und 5 schwere Rammsondierungen sowie 3 Schürfe auf der geplanten Seefläche ausgeführt. Die Sondierungen sollten auf eine Tiefe von 10 m unter GOK Bestand heruntergebracht werden. Diese konnte aufgrund der hohen Festigkeit des Mergelsteins nur an einer Stelle erreicht werden.

Aus den Rammkernsondierungen und Schürfen wurden Konsistenzbestimmungen, Proctordichtenbestimmungen, Sieb- und Schlämmanalysen sowie Durchströmungsversuche durchgeführt.

Prinzipiell zeigen die Profile der beiden Untersuchungskampagnen den gleichen Schichtaufbau von Auffüllungen, Sand, Schluff/Ton und Mergel. Auch die Tendenz des nach Süden abfallenden Mergelhorizontes wird durch die neuerlichen Baugrunderkundungen bestätigt. Vergleicht man einzelne benachbarte Aufschlüsse miteinander (z.B. RKS 12 von AI und RKS 1 von HPC) ergeben sich Abweichungen die durch die verbleibende räumliche Entfernung erklärbar sind.

HPC fasst den vorgefundenen Schichtaufbau wie folgt zusammen:

- Auffüllungen bis 0,2 und 1,3 m unter GOK
- Terrassensedimente (Quartär) Sande von UK Auffüllungen bis 2,2 m und 2,8m unter GOK sowie darunter liegende Schluffe und Tone bis 3,6 m – 4,7m unter GOK
- Mergel verwittert bis mäßig zersetzt

Gemäß [40] stellen die bindigen Materialien des Quartärs keine ausreichende Tragfähigkeit für die Gründung aus, so dass ein Bodenaustausch notwendig ist.

In den 2016 errichteten Grundwassermessstellen werden seit Januar 2020 die Wasserstände durch HPC täglich erfasst. Die Grundwasserspiegel schwanken im Norden zwischen ca. 59,6 mNHN und 60,30 mNHN (GWM 2). Im Süden (GWM 13) sind kaum Grundwasserschwankungen zu beobachten. Der Grundwasserspiegel liegt hier ca. bei 56,3 mNHN. Weitere Untersuchungen zu gespannten Grundwasserverhältnisse wurden nicht getätigt, so dass diese weiterhin nicht ausgeschlossen werden können.

In der Baugrunduntersuchung von HPC [40] wurden folgende Durchlässigkeitsbeiwerte ermittelt

- Auffüllungen $k_f = 10^{-3}$ bis 10^{-5} m/s
- Feinsande $k_f = 10^{-6}$ bis 10^{-8} m/s
- Schluffe $k_f = 10^{-9}$ bis 10^{-11} m/s
- Mergel verwittert $k_f = 10^{-6}$ bis 10^{-8} m/s
- Festgestein Fels (Kluftleiter)

2.6.2 Altlasten und Bodenverunreinigungen

In dem Untersuchungsgebiet sind gemäß Kataster über Altlasten und altlastenverdächtige Flächen drei Verdachtsflächen in Form von Aufschüttungen bekannt. Die Verdachtsflächen sind in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

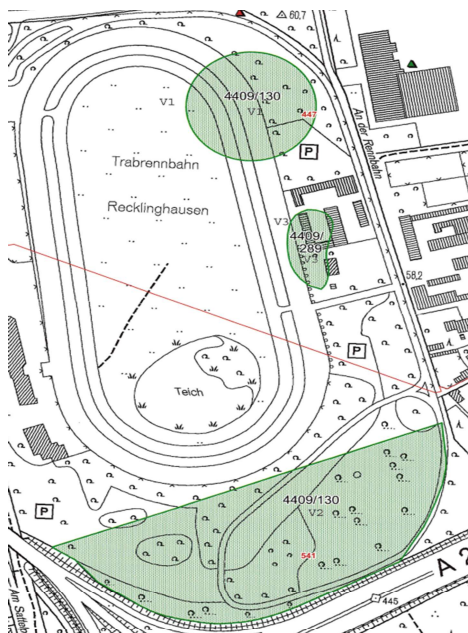


Abbildung 2: Lageplan Altablagerungen Flur 447, Flurstück 202 und Flur 541, Flurstück 453 [17] (Grundlage Untere Bodenschutzbehörde, Kreis Recklinghausen, Stand: 15.01.2016)

Die Grundstücke Gemeinde Recklinghausen, Gemarkung Recklinghausen, Flur 447, Flurstück 202, Trabrennbahn Hillerheide sowie Flur 541, Flurstück 453, Trabrennbahn sind teilweise im Kataster über Altlasten und altlastverdächtige Flächen unter der Bezeichnung 4409/130 Deponie und 4409/289 AA Trabrennbahn erfasst. Von 1975 bis 1976 wurde Bauschutt, Hausmüll und Bodenaushub in den Baugrund geführt. Inwieweit Belastungen durch nicht genehmigte Entsorgung von Hausmüll entstanden sind, wurde bisher nicht untersucht. 1952 wurde diese Fläche u.a. als wilde Kippe gebraucht. 2015 wurde auf Flur 541, Flurstück 455 eine Sondierung im Nordwesten des Grundstückes veranlasst, welche eine Anschiebung von 1,50 m aus Ziegel aufzeigt.

Im Rahmen einer Projektbesprechung mit den Behörden des Kreises Recklinghausen wurde auf eine Altlastenverdachtsfläche (CKW-Schaden-II) nördlich der Blitzkuhlenstraße hingewiesen. Vor dem Hintergrund der Frage, ob der Bau des Hillersees eine schädliche Auswirkung auf den Zustand des Grundwasserkörpers hat, sollte eine Betrachtung mit dem vorhandenen Grundwassermodell durchgeführt werden. Hierzu wurde eine Transportsimulation mit dem vorliegenden Grundwassermodell durchgeführt. Die vollständige Dokumentation und Ergebnisse zur Untersuchung des CKW-Schaden sind dem Heft 11 zu entnehmen. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Grundwasserströmung von der Schadensfläche aus nach Osten gerichtet ist. Die Strömungsrichtung wird nach den Ergebnissen des Grundwassermodells durch den Hillersee nicht wesentlich verändert. Die größten Einwirkungen auf die lokale Grundwasserströmung werden für den Zeitraum des Baus erwartet. Gemäß der Simulation des Strömungszustandes während der Bauphase erfolgt dann eine Ablenkung der Strömungsrichtung nach Süden in Richtung auf die Baugrube zu. Aufgrund der geringen hydraulischen Durchlässigkeit des Emschermergels und der quartären Auflage ist nur von sehr geringen Transportraten bei der Verlagerung der Schadstofffahne auszugehen. Es wurde eine Größenordnung von einigen Metern abgeschätzt. Im Bereich der Schadensfläche wird die Absenkung des Grundwassers nach

dieser Betrachtung weniger als 1 m betragen. Es wird daher eingeschätzt, dass keine verstärkte Mobilisierung und Verlagerung der Schadstoffe stattfinden wird.

2.6.3 Kampfmittel

Mit Schreiben vom 27.08.2015 der Stadt Recklinghausen, Bürger- und Ordnungsangelegenheiten, wird mitgeteilt, dass gemäß vorliegender Stellungnahme des Staatlichen Kampfmittelbeseitigungsdienstes (KBD) eindeutige Hinweise auf eine Kampfmittelbelastung, entsprechend Indikator 3, für das Planungsgebiet vorliegen. Es handelt sich gemäß Schreiben um eine teilweise Bombardierung, Stellungsbereiche, Schützenlöcher, Laufgräben, teilweise Artilleriebeschuss sowie Blindgängerverdachtspunkten (siehe nachfolgende Abbildung).

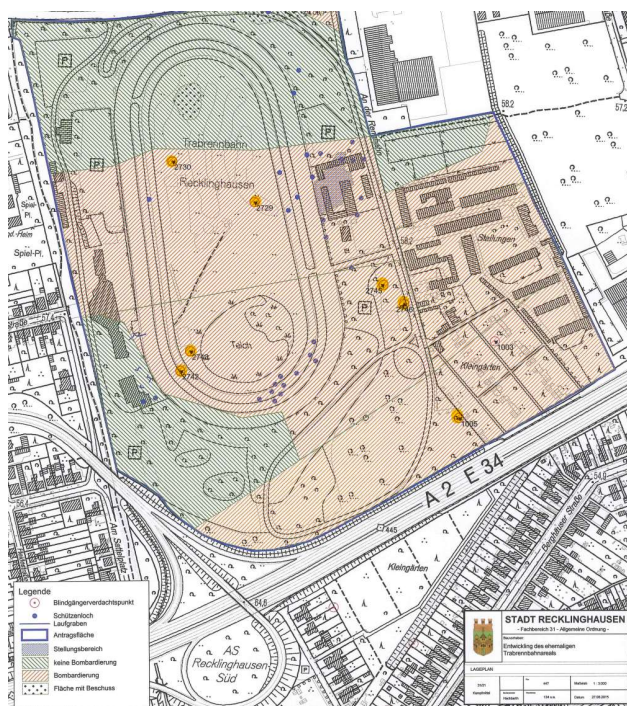


Abbildung 3: Kampfmittelverdachtsflächen (rot schraffiert) und Verdachtspunkte (orange-ne Kreise)

Gemäß Schreiben ist die Bearbeitung der vermutlichen Blindgängereinschlagsstellen vor Baubeginn erforderlich. Der KBD empfiehlt das Absuchen der zu bebauenden Flächen sowie die Anwendung der Anlage 1 der Technischen Verwaltungsvorschrift für die Kampfmittelbeseitigung (TVV KpfMiBesNRW).

In der weiteren Projektabwicklung sind durch den Bauherren im Vorfeld die konkreten Maßnahmen zu veranlassen, so dass davon auszugehen ist, dass das Baufeld zum Baubeginn zur Herstellung des geplanten Sees als kampfmittelfrei eingestuft sein wird.

2.6.4 Bauhindernisse

Die vorliegenden Ergebnisse aus den Voruntersuchungen hinsichtlich allgemeiner Baugrundverhältnisse, erhoben durch Ahlenberg Ingenieure, geben keine Hinweise auf mögliche Hindernisse (z.B.

grobstückige Einlagerungen oder Bauwerksreste) im Baugrund. Auch seitens HPC wird nicht auf Hindernisse hingewiesen.

2.7 Wasserwirtschaftliche Grundlagen

2.7.1 Qualität (physikalisch-chemisch)

Anforderungen Wasserqualität

Der für die Gewässergüteentwicklung eines Standgewässers maßgebliche Prozess ist die Eutrophierung, d. h. die (anthropogen beschleunigte) Zunahme des Trophiegrades, die eine erhöhte Primärproduktion verursacht [22]. Neben der Verfügbarkeit von Nährstoffen hängt die Intensität der Primärproduktion von weiteren Faktoren ab, insbesondere dem Lichtdargebot und der Temperatur [22]. Phosphor ist in Standgewässern typischerweise der wachstumslimitierende Nährstoff. Gesamtphosphor (P_{ges}, Summe aller Phosphorverbindungen) wird daher in der Regel als wichtiger Indikator für die Gewässerbeschafftheitsentwicklung herangezogen. Über gewässerinterne Umsatzprozesse können nicht-pflanzenverfügbare Bindungsformen des Phosphor in pflanzenverfügbare Formen (Orthophosphat, PO₄-P) umgewandelt werden, so dass eine gute Korrelation zwischen Gesamtphosphor und der Gewässerproduktivität besteht [22]. Weitere nach Oberflächengewässerverordnung 2016 für die Wasseranalytik empfohlene Parameterschwerpunkte sind der Nährstoff- pH-Wert und Salzgehalt, der Versauerungszustand und der Sauerstoffhaushalt (gelöster Sauerstoff).

Der geplante See unterscheidet sich insofern von natürlichen Gewässern, als dass kein natürliches oberirdisches Einzugsgebiet vorhanden ist. Bestimmend für die Seewasserqualität ist damit allein die Nährstoffzufuhr aus Zufluss des Grundwassers, des direkten Niederschlags, Zufluss aus der Regenwasserkanalisation, durch Tiere und Menschen sowie die Umsetzungsprozesse im See selbst. Daher wurden Beprobungen für das Grundwasser, Regenwasser und Trinkwasser (zur Erstbefüllung) durchgeführt und analysiert.

Als Leitbild wurde ein oligotropher bis mesotropher urbaner See, in Anlehnung an den Gewässertyp 14 „polymiktischer Tieflandsee mit relativ kleinem Einzugsgebiet“, in Abstimmung mit der Unteren Wasserbehörde Recklinghausen am 05.12.2019 festgelegt.

Hierzu werden folgende Anforderungen an den guten ökologischen Zustand und das gute ökologische Potenzial nach OGewV an den geplanten See Typ 14 definiert:

Tabelle 1: Anforderungen an den guten ökologischen Zustand + ökologisches Potenzial für ausgewählte Parameter nach OGewV für den See Typ 14

Parameter	Einheit	Maximalwert/Jahr
Biochemischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen (BSB ₅)	mg/l	< 4
Gesamter organischer Kohlenwasserstoff (TOC)	mg/l	< 7
Chlorid (Cl ⁻)	mg/l	≤ 200
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	mg/l	≤ 140
pH-Wert	ohne	6,5 – 8,5
Eisen (Fe)	mg/l	≤ 1,80
Ortho-phosphat-Phosphor (o-PO ₄ -P)	mg/l	≤ 0,07
Gesamt-Phosphor (Gesamt-P)	mg/l	≤ 0,10
Ammonium-Stickstoff (NH ₄ -N)	mg/l	≤ 0,10
Ammoniak-Stickstoff (NH ₃ -N)	µg/l	≤ 1
Nitrit-Stickstoff (NO ₂ -N)	µg/l	≤ 30

2.7.2 Grundwasser

a) Grundwassermessstellen

Zur Ermittlung der hydrogeologischen Verhältnisse wurden im Rahmen einer Grundwassererkundung im Einzugsbereich des Trabrennbahnareals im Dezember 2016 insgesamt 13 Grundwassermessstellen errichtet. Darüber hinaus gibt es in der Umgebung verschiedene Grundwassermessstellen der Emschergenossenschaft. Einen Ausschnitt zeigt die folgende Abbildung. Hier wurden nur die GWM welche für die Nachkalibrierung des Modells angesetzt wurden dargestellt.



Abbildung 4: Lage der Aufschlüsse und Grundwassermessstellen (GWM) auf dem Areal:[17]

Die Grundwassermessstellen im Planungsraum wurden nicht mit Datenloggern ausgerüstet. In der Zeit von Dez 2016 bis Dez 2019 wurden keine Messungen in den Grundwassermessstellen vorgenommen, sodass keine Daten für die Kalibrierung des Grundwassermodells zur Verfügung standen. Seitens der SER wurde HPC mit der Ausrüstung und Messung der Grundwassermessstellen beauftragt, so dass seit Mitte Januar 2020 die Grundwasserstände auf dem Gelände aufgezeichnet werden. Zum Stand der Entwurfsplanung lagen Auswertungen der GWM 2, 5, 6, 7 und 9 für den Zeitraum von Anfang bis Ende 2020 vor.

b) Flurabstände und Gleichen

Im Baugrundgutachten von Juni 2020 der HPC werden folgende Grundwasserstände aufgeführt:

Tabelle 2: Grundwasserstände für die erste Jahreshälfte 2020 [39]

GW-Messstation [-]	Lage [-]	Messzeitraum [-]	niedrigster GW-Stand [m NN]	mittlerer GW-Stand [m NN]	höchster GW-Stand [m NN]
GWM 2	N	17.01.2020 - 22.05.2020	59,00	59,59	60,28
GWM 5	SO		56,38	57,06	57,60
GWM 6	W		55,84	57,06	57,81
GWM 7	SW		55,12	55,70	56,30
GWM 9	SO	05.02.2020 - 22.05.2020	54,61	55,06	55,62
GWM 11	Zentrum	14.05.2020 - 22.05.2020	56,76	56,78	56,80
GWM 13	S		56,26	56,29	56,32

Es zeigt sich, dass die Grundwasserstände von Norden nach Süden fallen. Dies deckt sich mit den Grundwassergleichenkarte der Region. Die Messungen wurden für die Kalibrierung des Grundwassermodells verwendet.

Seitens der Emschergenossenschaft sind im Rahmen der Erstellung des Grundwassermodells Bärenbach - Siemensstraße - in Recklinghausen-Hillerheide Erhebungen zu den Grundwasserständen durchgeführt worden. Das Modellgebiet umfasst ebenso die Fläche des gegenwärtigen Untersuchungsgebietes.

Die langjährigen Auswertungen außerhalb des Areals sowie die der Datenlogger auf dem Gelände der ehemaligen Trabrennbahn zeigen Abbildung 5 und Abbildung 6.

Stadtentwicklungsgesellschaft Recklinghausen mbH
 Entwicklung des ehemaligen Trabrennbahnareals
 Heft 1: Antrag auf Planfeststellung nach § 68 WHG - Seeplanung



Abbildung 5: Grundwasserganglinie im Norden des geplanten Sees und GWM 2 (grün)

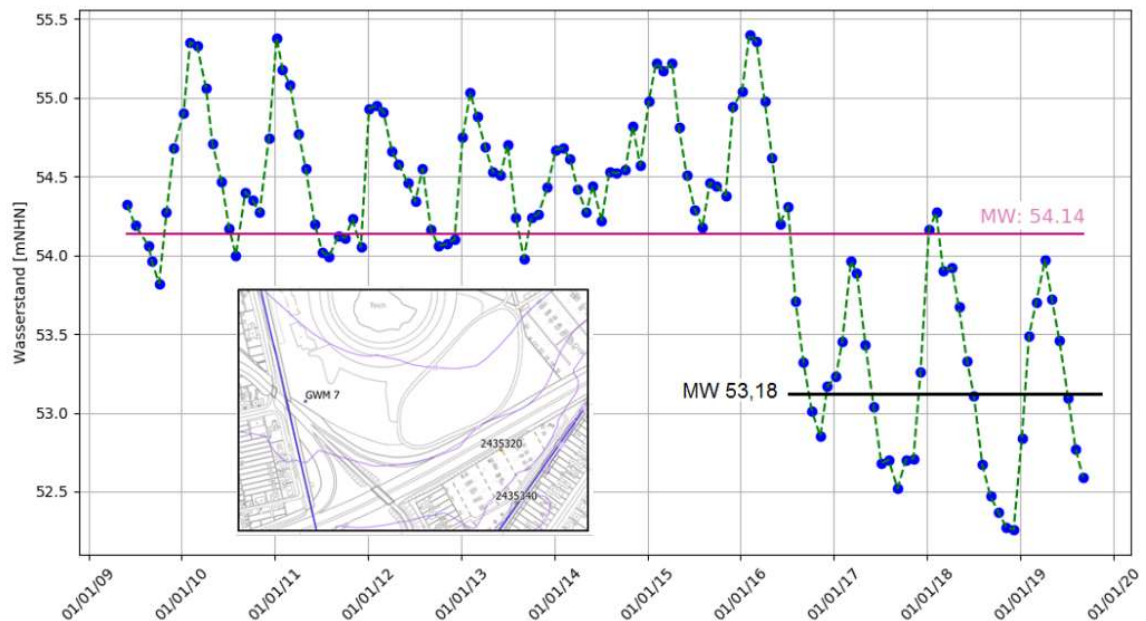


Abbildung 6: Grundwasserganglinie im Süden des geplanten Sees

Damit ergibt sich ein deutliches Abwärtsgefälle des Grundwasserspiegels von Norden nach Süden. Die Darstellung der Ganglinien zeigen jahreszeitliche Schwankungsbreiten von bis zu 2 m im Norden und etwa 1 bis 1,5 m für die Messstellen im Süden. Der dortige Versprung im Jahr 2016 ist auf die Inbetriebnahme einer Drainage durch die Emschergenossenschaft zu erklären.

Für die Untersuchung der Grundwasserstände wurde für das Untersuchungsgebiet das regionale Grundwassermodell RE-Siemensstraße verwendet, welches zuletzt 2015 im Rahmen der Simulatio-

nen zur Konzeptionellen Planung eines Grundwasserersatzsystems in der Siemensstraße und zur Ökologischen Verbesserung des Bärenbachs aktualisiert wurde.

c) Analytik

Die Beprobung und Analyse des Grundwassers wurde von HPC an diversen Grundwassermessstellen im Projektgebiet im Januar, Februar und November / Dezember 2020 vorgenommen. Die Ergebnisse der hydrogeologischen Untersuchungen der durchgeführten Beprobungen sind der Anlage A-2.1 zu entnehmen.

Im Folgenden sind die Ergebnisse der Grundwasser Untersuchung am 23./24.01.2020 exemplarisch für die Grundwassermessstelle 1 (GWM 1) zusammengestellt.

Tabelle 3: Ergebnisse relevanter Parameter der Grundwasseranalytik vom 24.01.2020 für GWM 1 0

Prüfparameter	Einheit	Analyseergebnisse
Phosphor gesamt (P _{ges})	mg/l	< 0,05
Ammonium-Stickstoff (NH ₄ -N)	mg/l	< 0,03
Nitrit-Stickstoff (NO ₂ -N)	mg/l	< 0,006
Nitrat-Stickstoff (NO ₃ -N)	mg/l	nicht bestimmt
Wassertemperatur	°C	11,40
Sauerstoff	mg/l	1,70
Leitfähigkeit	µS/cm	1051
Eisen [aus GWM 12]	mg/l	4,9
pH-Wert	ohne	7,10

Eine weitere Kontrollmessung am 04./05.02.2020 bestätigte die Ergebnisse der Analytik vom 23./24.01.2020. Die Ergebnisse der Beprobung am 04./05.02.2020 sind ebenfalls der Anlage A-2.1 zu entnehmen.

Die vorliegenden Beobachtungen zeigen, dass in einigen Messstellen hohe Eisengehalte auftreten. Daher wurde eine weitere Messkampagne im November 2020 veranlasst. Hierbei wurde bei der Probenahme gezielt darauf geachtet, ob bereits absetzbare bzw. sedimentierbare Partikel oder Trübstoffe vorliegen.

Die Ergebnisse sowie die Fotodokumentation und die Probennahmenprotokolle können der Anlage A-2.1 entnommen werden.

Im Zuge der Bewertung der erhobenen Grundwasseranalysen wurde festgestellt, dass der Chemismus des Grundwasser komplex zu sein scheint und das Spektrum heterogen ist. Daher wurden weitere Parameter im Grundwasser beprobt und die Ergebnisse am 09.12.2020 durch HPC vorgelegt. Zur Bewertung der hydrochemischen Verhältnisse wurden seitens BCE Modellrechnungen mittels PhreeqC durchgeführt. Die Ergebnisse der exemplarischen Auswertungen der anorganischen Stoffmatrix zeigten, dass das Grundwasser übersättigt ist und zu Ausfällungen von oxidischen und

carbonatischen Mineralphasen neigt. Die Inhaltsstoffe des Grundwassers können zu ungewünschten Kolmationen der Seesohle und der geplanten Drainage im Nordbereich führen. Das Grundwasser enthält zudem oxidierbare organische Stoffe, sodass ein Biomassewachstum sowie negative Begleiteffekte u.a. auf den Sauerstoffhaushalt zu erwarten sind. Die gewonnenen Grundwasserproben waren teilweise stark eingetrübt. Diese Trübstoffe könnten auf die erschwerten Probennahmebedingungen (geringe Grundwasserstände) zurückzuführen sein, so dass die Trübstoffe durch Partikel-Mobilisierungseffekte in die Proben eingetragen worden sein könnten. Vor diesem Hintergrund wurde festgelegt, dass eine Kontrollmessung des Grundwassers durch HPC, mit dem Ziel unter optimierten Probennahmebedingungen repräsentative Grundwasserproben zu gewinnen, durchgeführt wird.

Die Ergebnisse sowie die Auswertung der neuerlichen Grundwasserbeprobung von März 2021 sind in **Anlage A-11** dargestellt.

Auf Grundlage der Analyseergebnisse von März 2021 wurde die Feststofffracht, die Calciumcarbonat (Calcit) Fracht, sowie die Frachten für Eisen-/ Manganoxide aus dem Grundwasserzustrom berechnet (**Anlage A-12**). Die Feststofffracht beträgt rd. 2.950 kg/a (rd. 8 kg/d) für einen Grundwasserzustrom von 9.000 m³/a (24,66 m³/d). Um den Effekt der Trübung auf den geplanten See abzuschätzen wurde eine Massenbilanz aufgestellt. Hierbei wurden folgende Annahmen zur Wasserbilanz berücksichtigt:

- Zufluss Grundwasser 24,66 m³/d
- Zufluss Regenwasserkanalisation 198,72 m³/d
- Niederschlag Datenreihen des DWD von 2015 bis 2019 [24]
- Abfluss 223,38 m³/d (Summe aus Zufluss Grundwasser und Regenwasserkanalisation zur näherungsweise ausgeglichenen Volumenbilanz des Sees)

Abbildung 7 zeigt die Feststoff Konzentration in mg/l innerhalb des Seewasserkörpervolumens verteilt über Zeitraum von 0 bis 16 Jahren. Die maximale Feststoff Konzentration im Seewasserkörper beträgt rd. 40 mg/l. Unter Annahme eines vollständig durchmischten Sees ist der Effekt der Trübung auf den geplanten See als gering einzustufen.

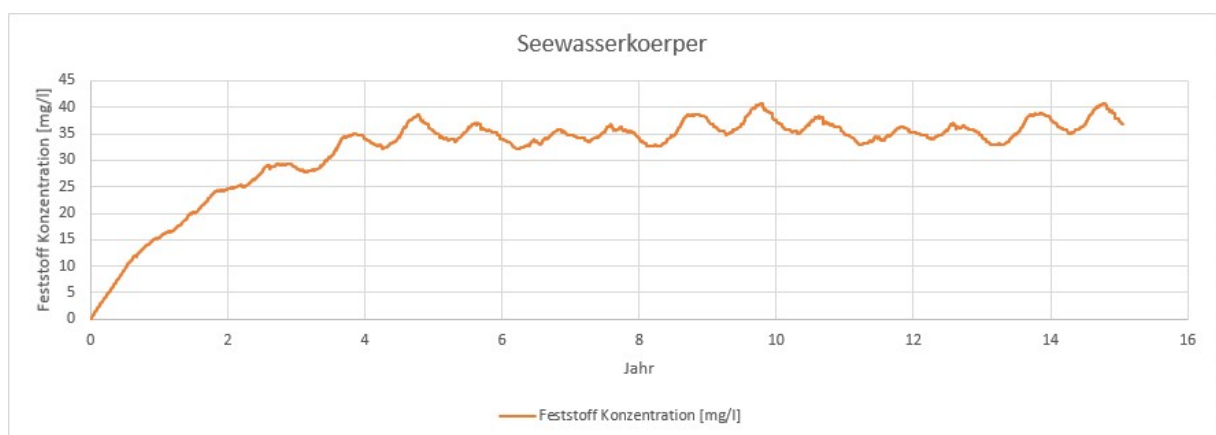


Abbildung 7: Feststoff Konzentration in mg/l im Seewasserkörper

2.7.3 Regenwasser

Der geplante See wird durch direkten Niederschlag gespeist. Hierzu wurden im Heft 7 – Gewässergütemodell die Datenreihen des DWD nach [14] der zum Planungsgebiet nahegelegenen Stations-Kennzeichnungen Essen-Bredeneby (Stations-ID 1303) und Waltrop-Abdinghof (Stations-ID 13696) von 2015 bis 2019 für den Niederschlag aufbereitet.

Die jährlichen Niederschlagsdaten können zusammengefasst für Recklinghausen wie folgt angegeben:

Tabelle 4: Jährliche Niederschlagsmengen (Minimum, Mittelwert, Maximum) [38]

Jährliche minimale Niederschlagshöhe	Jährliche mittlere Niederschlagshöhe	Jährliche maximale Niederschlagshöhe
$H_{N,min}$	$H_{N,m}$	$H_{N,max}$
mm/a	mm/a	mm/a
550	825	1000

Durch die stoffliche Beschaffenheit des Regenwassers besteht ein direkter Zusammenhang zwischen dem Niederschlag und der Gewässergüte des Sees. Daher wurde das Regenwasser durch HPC im Februar, Juli und Oktober 2020 beprobt und analysiert. Die Analyseergebnisse sind der Anlage A-2.2 zu entnehmen.

Im Folgenden sind die Ergebnisse der Regenwasseruntersuchung zusammengestellt.

Tabelle 5: Ergebnisse relevanter Parameter der Regenwasseranalytik

Prüfparameter	Einheit	Analyseergebnisse
Phosphor gesamt (P_{ges})	mg/l	< 0,05
Ammonium-Stickstoff (NH_4-N)	mg/l	0,71
Nitrit-Stickstoff (NO_2-N)	mg/l	nicht bestimmt
Nitrat-Stickstoff (NO_3-N)	mg/l	0,2
Wassertemperatur	°C	nicht bestimmt
Sauerstoff	mg/l	nicht bestimmt
Leitfähigkeit	$\mu S/cm$	nicht bestimmt
ph-Wert	ohne	8,10

2.7.4 Trinkwasser

Zur Beschleunigung der Erstbefüllung kann eine Unterstützung mit Trinkwasser sinnvoll sein. Aus diesem Grund wurde neben der Beprobung des Grundwassers und des Regenwassers auch das Trinkwasser durch HPC im Januar und Juli 2020 beprobt und analysiert. Die Analyseergebnisse sind der Anlage A-2.3 zu entnehmen.

Im Folgenden sind die Ergebnisse der Trinkwasseruntersuchung zusammengestellt.

Tabelle 6: Ergebnisse relevanter Parameter der Trinkwasseranalytik

Prüfparameter	Einheit	Analyseergebnisse
Phosphor gesamt (P _{ges})	mg/l	0,14
Ammonium-Stickstoff (NH ₄ -N)	mg/l	< 0,03
Nitrit-Stickstoff (NO ₂ -N)	mg/l	nicht bestimmt
Nitrat-Stickstoff (NO ₃ -N)	mg/l	2,60
Wassertemperatur	°C	8,20
Sauerstoff	mg/l	10,30
Leitfähigkeit	µS/cm	497
ph-Wert	ohne	7,90

2.7.5 Oberflächengewässer

Östlich der Trabrennbahn verläuft der Bärenbach, der nach einem Abschnitt parallel zur BAB A2 Richtung Süden schwenkt. Am Bärenbach wurde eine Maßnahme zur ökologischen Verbesserung durchgeführt und zudem eine Drainage angelegt, mit der die Grundwasserstände nach Sanierung und Abdichtung des Kanalnetzes im Bereich Leibnitzstr./Siemensstr. kontrolliert werden. Die Lage des Bärenbach ist im Lageplan B-1.1 dargestellt.

Westlich der Trabrennbahn verläuft in der Straße „Am Sattelplatz“ eine Drainage in Nord-Süd-Richtung, die als Teil des Grundwasserbewirtschaftungssystems anfallendes Sumpfungswasser nach Süden in die Emscher ableitet. Dieser im südlichen Teil offene Graben (Hauptkanal) wurde in den 1980er Jahren aufgegeben, aber aufgrund eines Grundwasseranstiegs erfolgt derzeit die Reaktivierung. Der Verlauf der Drainage ist im Lageplan B-1.1 dargestellt.

2.7.6 Kanalbestand

Im Rahmen der Vorplanung wurde durch die Stadtentwässerung Recklinghausen ein Auszug aus dem öffentlichen Kanalinformationssystem zur Verfügung gestellt (Stand 29.01.2020). Demnach befinden sich auf dem unmittelbaren Areal der ehemaligen Trabrennbahn keine Kanäle.

Im nördlichen Bereich, der Blitzkuhlenstraße, verläuft ein städtischer Mischwasserkanal DN 500. Die Sohlhöhen liegen zwischen 54 und 58 mNHN. Der nach Westen fließende Teil dieses Kanals leitet im Nordwesten des Plangebiets in eine städtische Haltung DN 2000 „Am Sattelplatz“ ein.

Unterhalb dieser noch städtischen Haltung verläuft dann westlich des Untersuchungsgebietes „Am Sattelplatz“ der Haupt-Mischwasserkanal der Emschergenossenschaft DN 1800. Die Sohlhöhen des Kanals liegen zwischen 52 und 54 mNHN. Hierdurch erreicht der Mischwassersammler Schachttiefen bis zu knapp 4 m.

In der östlich angrenzenden Straße „An der Rennbahn“ verlaufen Abwasserleitungen DN 500, 600 und 700, welche aber nicht mehr in Betrieb sind und somit nicht zum Anschluss von Schmutz- und oder Regenwasser herangezogen werden können.

Südlich der ehemaligen Trabrennbahn verläuft ein Regenwasserkanal DN 300, der in den Autobahnkanal DN 600 einleitet. Sohlhöhen und Gefälle für die Schächte und Haltungen sind keine angegeben. Das Bestandskanalnetz ist dem unten beigefügten Lageplan Ausschnitt zu entnehmen.

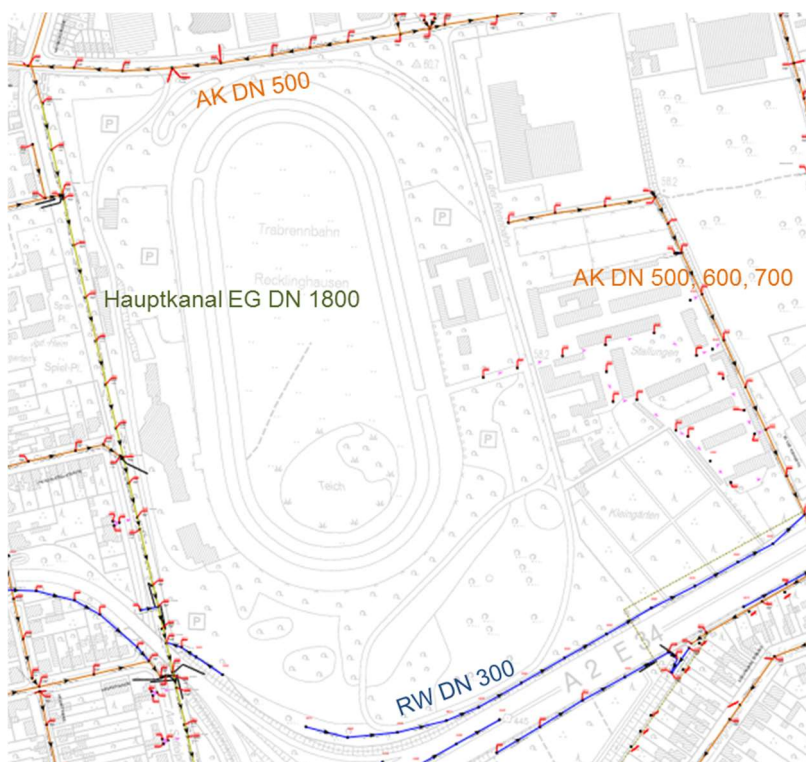


Abbildung 8: Ausschnitt Lageplan Kanalbestand (zur Verfügung gestellt durch Stadtentwässerung Recklinghausen (Sachgebiet 62/41, Stand: 29.01.2020)

Mit Datum vom 11.03.2020 wurde die Stadt Recklinghausen gebeten, ergänzende Vermessungen entlang des Mischwasserhauptkanals durchzuführen, um die ggf. unterschiedlichen Höhensysteme des o.g. öffentlichen Kanalinformationssystems und der örtlichen Vermessung überein zu bringen. Zudem sollten Unstimmigkeiten in angegebenen Höhen im Bereich der Theodor-Esch-Straße auf-geklärt werden. Mit Datum vom 31.03.2020 teilte die Stadt Recklinghausen mit, dass aufgrund der coronabedingten Pandemie die Ergänzungsvermessung nicht in einem Zug durchgeführt werden kann und die endgültige Fertigstellung der Vermessung bis etwa Ende April 2020 in Anspruch nehmen wird.

Im Behördentermin am 05.12.2019 wurde seitens der Unteren Wasserbehörde und seitens der Stadtentwässerung Recklinghausen mitgeteilt, dass die Mischwasserkanalisation grundsätzlich nicht zum Anschluss von Regenwasser genutzt werden kann.

Da somit lediglich das Schmutzwasser des Plangebiets in die umliegenden Mischwasserkanäle eingeleitet wird, ist eine Prüfung der hydraulischen Leistungsfähigkeit nicht durchzuführen.

Hierbei ist noch zu klären, ob die Schmutzwasserhausanschlüsse für die einzelnen Gebäude direkt anzuschließen sind oder über Schmutzwassersammelkanäle abgeleitet und gebündelt anzuschließen sind. Bei den Kosten sind die Hausanschlussleitungen nach Aussage der SER zu berücksichtigen.

Die Kanal- und Entwässerungsplanung ist dem Erläuterungsbericht Heft 2 zu entnehmen.

2.8 Grundeigentumsverhältnisse

Die Flächen im Planungsraum befinden sich vollständig im Eigentum der Stadt Recklinghausen.

2.9 Höhenverhältnisse

2.9.1 Geländehöhen

Die Geländehöhen im Planungsgebiet variieren im Bestand zwischen ca. 56,50 mNHN bis 62,50 mNHN. Im nördlichen Bereich des Trabrennbahnareals weist das Gelände Höhen von etwa 60,50 mNHN auf. Die geringsten Geländehöhen von ca. 56,50 mNHN sind im Südosten an der Berghäuser Straße sowie im Bereich des Teiches auf dem Trabrennbahnareal anzutreffen. In Richtung der Auffahrt zur BAB A2 steigt das Gelände bis ca. 58,50 mNHN an. Im westlichen Bereich des Untersuchungsgebietes liegt das Gelände auf einem Niveau von über 60 mNHN.

Die Planungshöhen liegen vorwiegend unterhalb des Bestandsgebietes. Die nördliche Promenade liegt auf einer Höhe von 58,00 mNHN, die südliche Promenade auf einer Höhe von 57,67 mNHN. Die Seesohle kommt bei 53,60 mNHN zu liegen. In den Uferbereichen an der Uferwand sowie im östlichen Ohr, welches vom östlichen Steg eingegrenzt wird, liegt die Seesohle bei 55,50 mNHN. Im Süden sind Flachwasserzonen geplant, die auf einer Höhe von 56,00 mNHN liegen.

Im Zuge der Entwurfsplanung wurde zusätzlich eine Vermessung entlang der südlichen Kleingartenanlage durchgeführt.

2.9.2 Gewässer

Das Bestandsgebiet fällt vom südlichen Retentionsbodenfilter nach Süden zum Bärenbach hin ab, weshalb der Überlauf aus dem See sowie den östlichen Versickerungsmulden im Freispiegelabfluss in einen Graben zum Bärenbach eingeleitet wird. Bei dem Bärenbach handelt es sich um ein verrohrtes Gewässer, welches im Zuge der Erschließung des neuen Baugebietes renaturiert werden soll. An der geplanten Einleitstelle weist der Bärenbach planmäßig eine Sohlhöhe von 52,19 mNHN auf. Der Überlauf des Sees liegt bei 57,00 mNHN.

3 Entwurfsbeschreibung

3.1 Ziele

Das übergeordnete Ziel der Seeplanung ist das Erreichen eines guten ökologischen und chemischen Zustandes sowie ein gutes ökologisches Potenzial des Sees, der möglichst vollständig die infolge des herangezogenen Leitbildes vorgegebenen Entwicklungsziele umsetzt.

Die Planungsziele in Anlehnung an die „Blaue Richtlinie NRW“ sind ausführlicher und mit ihrer jeweiligen Gewichtung in Anlage A-3 dargestellt. Diese sind bereits mit der Genehmigungsbehörde im Vorfeld abgestimmt und mit E-Mail vom 21.08.2020 freigegeben worden. In Summe werden an den hier geplanten See die folgenden Planungsziele aufgestellt:

1. Sicherstellung einer guten Wasserqualität / Trophiegrad
2. Korrespondenz zum Leitbild nach OGWV
3. Sicherstellung der Dauerhaftigkeit des Systems
4. Vermeidung von Neozoen
5. Mikroklimatische Verbesserung
6. Erhaltung der ökologischen Funktion des Teichs
7. Vermeidung von schädlichen Grundwasseränderungen
8. Möglichst geringer Unterhaltungsaufwand
9. Möglichst geringe Investitionskosten
10. Möglichst geringe Betriebskosten

Die Entwicklungsziele für die Herstellung des geplanten Hillersees leiten sich aus den gewässertypischen Merkmalen des angestrebten Leitbilds ab. Die leitbildorientierten Entwicklungsziele wurden aus der Vorplanung [44] übernommen und sind nachfolgend kurz zusammengefasst:

Die Entwicklungsziele für die Herstellung des geplanten Hillersees leiten sich aus den gewässertypischen Merkmalen des angestrebten Leitbilds ab. Die leitbildorientierten Entwicklungsziele wurden aus der Vorplanung [44] übernommen und sind nachfolgend kurz zusammengefasst:

- Möglichst geringer Nährstoffeintrag
- Sicherstellung dauerhaft günstige Wasserqualität (oligotropher bis mesotropher urbaner See)
- Durchmischung und Belüftung (ausreichende Sauerstoffgehalte im gesamten Wasserkörper)
- Nährstoffaustrag bzw. Nährstoffentzug oder Nährstofffixierung
- Vermeidung des Algenwachstums (Fadenalgen und toxische Blaualgen)
- Sicherstellung einer vielfältigen gewässertypischen Flora und Fauna
- Ausreichende Sichttiefe
- Möglichst geringe Betriebskosten der Gütebewirtschaftung

Weitere Ausführungen zu den Entwicklungszielen sind dem Heft 7 Gewässergütemodell zu entnehmen.

3.2 Planfeststellungsumfang

Im Rahmen der Gewässerumnutzung wird nur die Herstellung des Seekörpers einschließlich Ufereinfassung und Mönchbauwerk beantragt. Die folgenden begleitenden Ingenieurbauwerke sind nicht Bestandteil zum Antrag auf Planfeststellung, sie sind ebenso wie die Retentionsbodenfilter (siehe Heft 2) in der Entwurfsbeschreibung bzw. Plandarstellung aufgenommen um die Gesamtkonzeption verständlich darzustellen:

- Ablaufgraben zum Bärenbach
- Rezirkulationsbauwerke
- Schilfpolder Nord
- Drainage Nord
- Slipanlage

3.3 Variantenstudium (in Anlehnung an die „Blaue Richtlinie NRW“)

3.2.1 Bautechnische Variantenbeschreibung

Im Rahmen der Vorplanung wurden drei bautechnische Varianten entwickelt.

1. Variante 1: unabgedichteter See, Ortbetonwand, Seetiefe von maximal 2,5 m
2. Variante 2: Abdichtung mittels Kunststoffdichtungsbahn (KDB), Betonfertigteilverwand, Seetiefe von maximal 1,8 m
3. Variante 3: mineralische Abdichtung, Ortbetonuferwand, Seetiefe von maximal 2,5 m

Die Varianten unterscheiden sich hinsichtlich der Ufereinfassung, der Wassertiefe und der Abdichtung der Seesohle. Allen gemeinsam ist die oberste Schicht der Seesohle, die mit einem 20 cm mächtigen Sohlsubstrat und Besatz von Armleuchteralgen ausgeführt wird.

Variante 1: Unabgedichteter See, Ortbetonwand, Seetiefe von maximal 2,5 m

Diese Variante erhält am Rand eine höher liegende Zone in einer Breite von 3 m, um die Aufbauhöhe der Ortbetonwand gering zu halten. Diese Ausführung ist auch bei der Varianten 2 vorgesehen. Prinzipiell lässt sie sich auch auf die Variante 3 übertragen.

Variante 1
Keine Abdichtung, Ortbetonwand
M 1:50

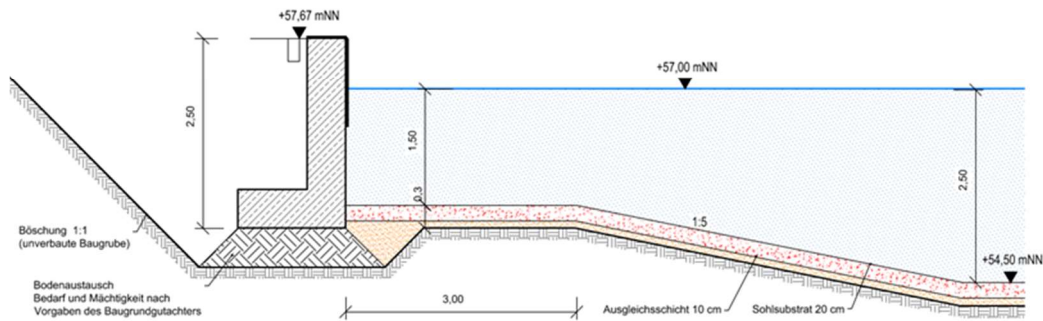


Abbildung 9: Variante 1 unabdichteter See mit Ortbetonwand

Variante 2: Abgedichteter See, Fertigteilwand, Seetiefe von maximal 1,8 m

Die Variante sieht die komplette Abdichtung der Seesohle mit einer Kunststoffdichtungsbahn vor. Um diese realisieren zu können muss das Grundwasser während der Bauzeit sicher dauerhaft mindestens 50 cm unterhalb der Gründungssohle abgesenkt werden.

Die bauliche Umsetzung eines unabdichteten Sees ist im Hinblick auf die zuvor geschilderten problematischen Böden von deutlichem Vorteil. In diesem Fall muss die Sohle nur profiliert und mit einer Sand- bzw. Substratschicht belegt werden. Gewisse Wasserzutritte können im Gegensatz zu Abdichtungsarbeiten toleriert werden. Damit birgt die Verlegung der KDB in Hinblick auf die anstehenden Böden und den hohen Grundwasserstand das größte Ausführungsrisiko. Seitens der Geotechnischen Beratung ist diesbezüglich ein strukturiertes Konzept zur Wasserhaltung zu erarbeiten. Ggf. ist die unter der KDB liegende Schutzschicht in ihrer Mächtigkeit deutlich zu verstärken und mit Drainagerohren zu versehen, so dass darüber die KDB trocken verlegt und verschweißt werden kann. Darüber hinaus kann der See nicht ohne eine Grundwasserabsenkung geleert werden, da die Folie gegenüber den hohen Grundwasserständen nicht auftriebssicher ist.

Der Vorteil dieser Lösung ist, dass die Fertigteile in der Herstellung günstiger sind und schneller gesetzt werden können als eine Ortbetonwand. Dies ist insbesondere bei der Ausführung vor Ort im Hinblick auf die vermutlich aufwendige Wasserhaltung hilfreich. Nachteilig ist, insbesondere im Hinblick auf die Kosten der Freianlagenplanung, dass an das Fertigteil aus optischen Gründen eine Vorhangschale als Verblendung vor der KDB und der Klemmschiene montiert werden muss.

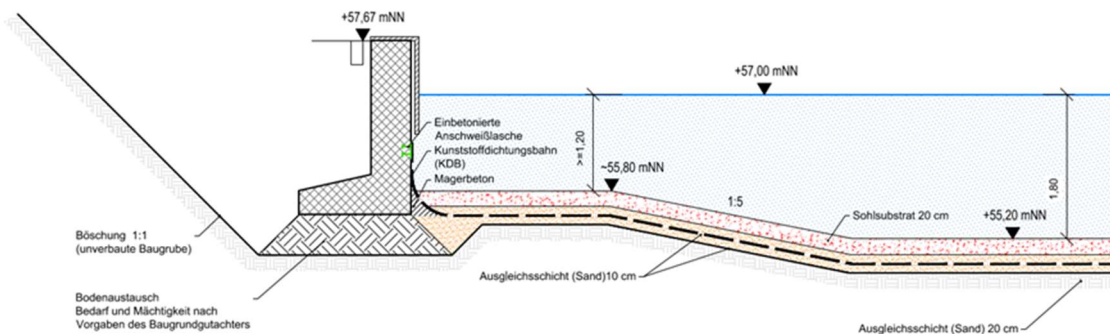


Abbildung 10: Variante 2 Uferwand mit Kunststoffdichtungsbahn als Abdichtung

Variante 3: Mineralische Abdichtung, Ortbetonuferwand, Seetiefe von maximal 2,5 m

Als Alternative zur Kunststoffdichtungsbahn wurde die Abdichtung mit Hilfe der anstehenden bindigen Böden entwickelt. Hierbei muss der gewonnene Schluff ausgebreitet und mit Bentonit verbessert werden. Alternativ kommt auch die Anlieferung von Tonmaterial in Betracht. Die Schichtstärke der mineralischen Abdichtung wurde mit 50 cm abgeschätzt. Sie ist durch den geotechnischen Fachgutachter, für den Fall das diese Variante weiter verfolgt werden sollte, zu bestätigen.

Variante 3 Mineralische Dichtung, Ortbetonwand M 1:50

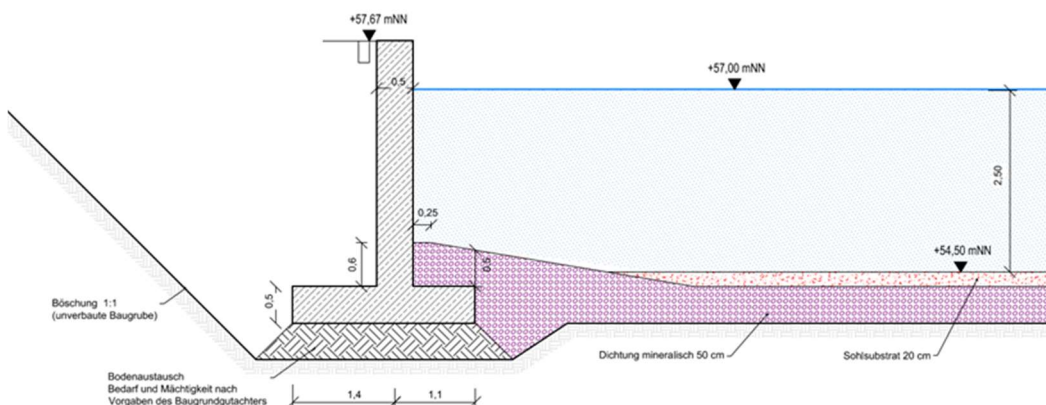


Abbildung 11: Variante 3, Uferfassung aus Ortbeton und mineralische Abdichtung

Um einen dichten Anschluss zwischen Wand und Erdbaustoff zu erreichen, wird der Fuß in Richtung See verlängert. Damit vergrößert sich der hydraulische Gradient bzw. die Umläufigkeit.

Vorzugsvariante

Im Rahmen der weiteren Planung wurde die Südhälfte des Sees mit einer naturnäheren Uferzone ausgebildet. Diese soll insbesondere Amphibien Lebensraum verschaffen. Damit der Wasserkörper nicht signifikant verringert wird, wurde die maximale Seewassertiefe auf 3,4 m vergrößert. Außerdem wurde die eigentliche Vorzugsvariante 1 – unabgedichteter See- mit der Variante 3 zu einer Teilabdichtung des Abstrombereichs verbunden. Durch die Teilabdichtung soll insbesondere in den Sommermonaten eine zu starke Absenkung des Wasserspiegels vermieden werden. Im folgenden Variantenvergleich wird diese als Variante 3 fortgeführt. Auf die einzelnen bautechnische Lösungen wird im Kapitel 3.3 näher eingegangen.

Außerdem wurde die empfohlene Variante aus der Machbarkeitsstudie [38] in der Betrachtung mit aufgenommen.

Es ergibt sich somit folgender Variantenvergleich:

1. Variante 1: unabgedichteter See, Ortbetonwand, Seetiefe von maximal 2,5 m
2. Variante 2: Abdichtung mittels Kunststoffdichtungsbahn (KDB), Betonfertigteiluferwand, Seetiefe von maximal 1,8 m
3. Variante 3: mineralische Teilabdichtung, Ortbetonuferwand, Seetiefe von maximal 3,4 m
4. Variante 4: geböschtes Ufer, keine Abdichtung, Seetiefe maximal 3,5 m

Zu beachten ist das der Wasserspiegel bei der Variante der Machbarkeitsstudie der Seewasserspiegel auf 56 mNHN angesetzt wurde. Für die Wasserhaushaltsbilanz und das Grundwassermodell wurde dieser gedanklich und rechnerisch auf 57 mNHN angehoben.

3.2.2 Variantenvergleich in Anlehnung an die „Blaue Richtlinie NRW“

In Anlehnung an die „Blaue Richtlinie NRW“ [44] wird gemäß Abstimmung mit der Unteren Wasserbehörde Kreis Recklinghausen am 10.07.2020 das Planungsvorhaben des geplanten Hillersees mittels Wertzahlenmatrix geführt, gleichwohl die Anwendung im eigentlichen Sinne auf Fließgewässer bezogen ist. Doch auch für das geplante Stehgewässer gestaltet dies den Entscheidungsweg hin zur gewählten Vorzugslösung transparent und wird daher im Folgenden beschrieben und begründet. Die aufgestellte Wertzahlmatrix für den Variantenvergleich ist dabei der **Anlage A-4** zu entnehmen. Die betrachteten Varianten sind in Kapitel 3.2.1 dargestellt. Die Planungsziele sind in Kapitel 3.1 beschrieben. Zu den im Rahmen des Abstimmungstermins am 16.07.2020 verteilten Planungszielen und entsprechenden Zielgewichten (ZG) wurde seitens der UWB mit E-Mail vom 21.08.2020 die Freigabe verteilt. Im Folgenden erfolgt eine schriftliche Begründung der Verteilung der Zielrealisierungsgrade (ZR).

Wasserqualität / Trophiegrad

Der Trophiegrad des geplanten Sees wurde in Abstimmung mit der Unteren Wasserbehörde Kreis Recklinghausen als oligotroph (0-15 µg/l P) bis mesotroph (15-45 µg/l P) festgelegt. In Anlehnung an den herangezogenen Gewässertyp 14 „polymiktischer Tieflandsee mit relativ kleinem Einzugsgebiet“ wird nach Riedmüller et al. (2013) die Trophie als mesotroph bei Chlorophyll a Gehalten (Saisonmittel

Vegetationsperiode von 1. April bis 31. Oktober eines Jahres) kleiner 7 µg/l und Gesamtphosphor im Saisonmittel kleiner 30 µg/l und Frühjahrswerten kleiner 32 µg/l beschrieben.

Im Zuge der Vorplanung wurden für verschiedene Varianten und Lastfälle Betrachtungen nach Vollenweider durchgeführt. Von einer Wiederholung der getroffenen Annahmen im Zuge der Vorplanung wird im gegenwärtigen Bericht abgesehen und auf die Vorplanung verwiesen [44]. Im Rahmen der Fortführung der Planung wurden dabei die erweiterten Erkenntnisse aus der fortgeschriebenen Grundwassermodellierung und der Einzugsgebietsberechnung berücksichtigt. Dabei wurden mittlere hydrologische Verhältnisse (825 mm Niederschlag und 720 mm Verdunstung) angesetzt. Die Vollenweider-Betrachtung ergab für mittlere Jahre für Variante 1 P-Gehalte von 22 µg/l P, Variante 2 22 µg/l P, Variante 3 21 µg/l P und im Zuge der Machbarkeitsstudie für Variante 4 20 µg/l P. Die Genauigkeit des exakten Wertes nach Vollenweider darf jedoch nicht überbewertet werden, da die Betrachtung nach Vollenweider eine Unterschätzung der gewässerinternen P-Rücklösungen als Belastungsgröße aufweist. Daher ist die Abschätzung jeweils der Größenordnung nach ausreichend.

Trägt man die ermittelten P-Gehalte in das Diagramm zu Regressionsanalysen zwischen P-Konzentrationen und dem Chlorophyll a als Maß für die Phytoplanktonbiomasse ein, erhält man einen Chlorophyll Mittelwert zwischen 4 und 6 µg/l (Abbildung 12).

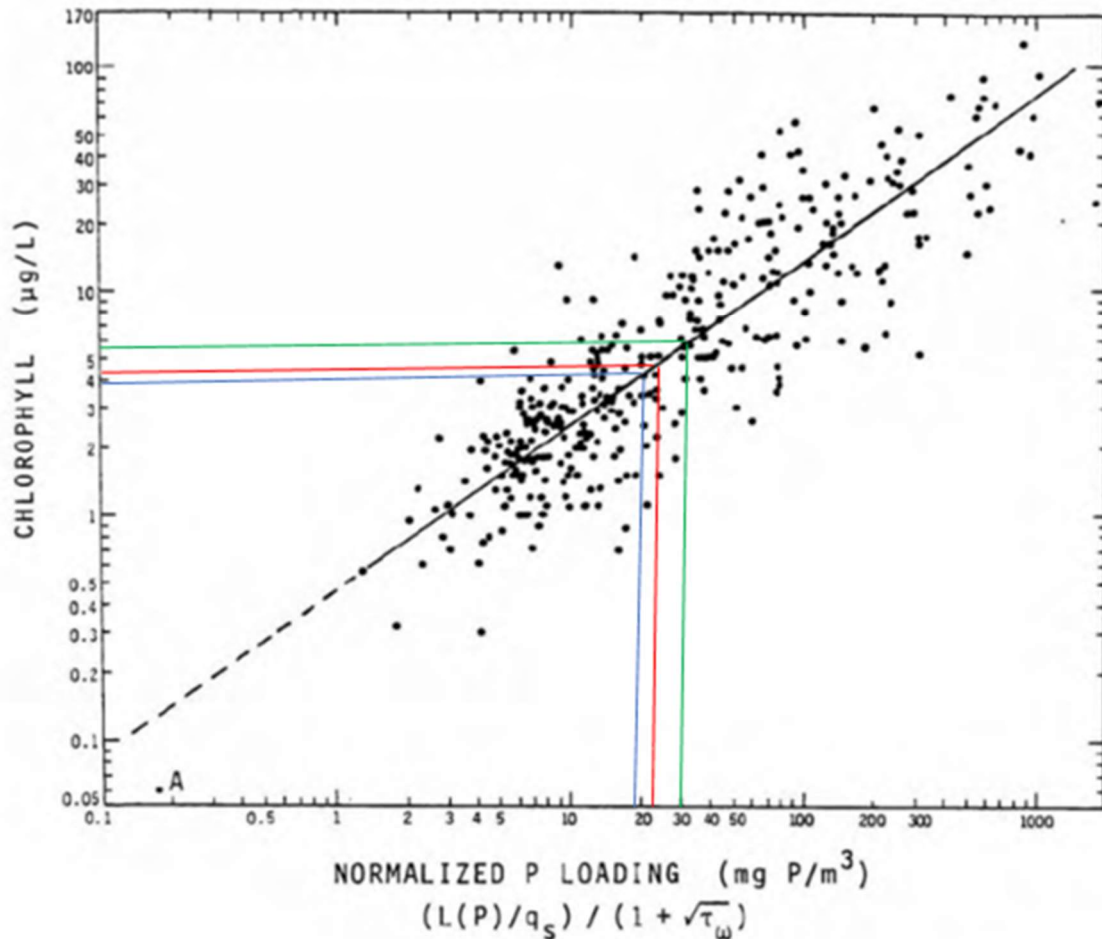


Abbildung 12: Regressionsanalyse zwischen P-Konzentration und Chlorophyll, aus LAWA (1999) [29], rot = Variante 1 und 2, blau = Variante 4, grün = Variante 3

Alle ermittelten P-Gehalte sowie die Chlorophyll a Gehalte liegen im mesotrophen Bereich, daher werden hinsichtlich der Zielerreichung die Varianten 1 bis 4 als gut (ZR = 4) bewertet.

Korrespondenz zum Leitbild nach OGewV

Es handelt sich bei dem geplanten See um den Typ 99 "Sondertyp künstlicher See" nach OGewV. Hierzu werden keine konkreten Anforderungen an den Zustand / Potenzial definiert. Daher wird behelfsweise das potenziell natürlich vorkommende Leitbild Gewässertyp 14 „polymiktischer Tieflandsee mit relativ kleinem Einzugsgebiet“ in Abstimmung mit der Unteren Wasserbehörde Recklinghausen am 05.12.2019 herangezogen.

In Riedmüller et al. (2013) sind die Steckbriefe der deutschen Seetypen nach OGewV zusammengestellt. Ein charakteristisches Typenmerkmal ist, dass die Seen, aufgrund der geringen Tiefen (mittlere Tiefe 3 bis 6 m) keine länger anhaltenden thermischen Schichtungsphasen aufweisen oder nur solche, die weniger als drei Monate andauern. Die Uferzone ist mit Schilf und Gehölzsäumen versehen, teils auch vegetationsfreie Ufer durch Wellenschlag bei Windexposition. Die Makrophytengemeinschaft besteht u. a. aus verschiedenen Gattungen der Armleuchteralgen (bspw. *Chara contraria*,

Chara globularis, *Chara vulgaris*). Die Fischfauna ist gekennzeichnet durch benthische und litorale Fischarten (u. a. Rotfeder, Hecht). Das Ufer ist ausgedehnt und bietet Habitat und Laichplatz für Rotfeder und Schleie.

Aufgrund der fehlenden Uferbereiche mit Schilf und der geringen Tiefe werden die Variante 1 und Variante 2 hinsichtlich der Erreichung des Planungsziels nur als gering (ZR = 2) bewertet.

Aufgrund des ausgedehnten Schilfbesatzes im Norden und südlichen Ufer des geplanten Sees und der Initialbepflanzungen mit Armleuchteralgen und Fischbesatz liegt in Variante 3 eine bessere Zielerreichung vor, die als sehr gut (ZR = 5) eingestuft wird.

Bei Variante 4 findet kein Austausch mit der umgebenden Ökologie statt. Der See ist als zentrales Element ohne Durchlässigkeiten für Amphibien zu schaffen getrennt und daher wird die Zielerreichung mit mäßig (ZR = 3) bewertet.

Dauerhaftigkeit

Unter dem Planungsziel „Dauerhaftigkeit“ wird u. a. die Widerstandsfähigkeit der geplanten Bauteile und Baustoffe gegenüber äußeren Einflüssen wie Durchfeuchtung, Wechselfeuchte, Hitze und Kälte, Temperaturwechsel und Frost, Sonneneinstrahlung (UV-Licht) oder chemischem Angriff (bspw. saurer Regen) gefasst. Weiterhin wird darunter gefasst, dass die Seequalität nahezu dem Initialzustand entspricht, sodass das System See dauerhaft „funktioniert“.

Der vorgesehene Ort beton in Variante 1 wird mit der Zeit sanierungsbedürftig und wird daher hinsichtlich der Zielerreichung als gut (ZR = 4) bewertet.

Variante 2 sieht die vollständige Abdichtung des Sees mittels Kunststoffdichtungsbahn (KDB) vor. Die Lebensdauer der Kunststoffdichtungsbahnen ist begrenzt, so dass Variante 2 hinsichtlich der Dauerhaftigkeit als mäßig (ZR = 3) eingestuft.

Variante 3 sieht die Herstellung von Flachufern vor. Diese werden hinsichtlich der Dauerhaftigkeit als vorteilhaft gesehen, so dass Variante 3 als sehr gut (ZR = 5) eingestuft wird.

In Variante 4 ist keine Rezirkulation des Seewassers vorgesehen, sodass davon auszugehen ist, dass die Seequalität mit der Zeit beeinflusst wird. Variante 4 wird hinsichtlich der Zielerreichung als mäßig (ZR = 3) eingestuft.

Vermeidung von Neozoen

Die Vermeidung von nichtheimischen Arten, vor allem Wasservögel (Kanada- Nilgänse) soll gestärkt werden. Durch den Eintrag von Fäkalien wird Phosphor in den See eingetragen und kann die Trophie des Sees maßgeblich beeinflussen.

Eine Möglichkeit zur Vermeidung sind steile Uferwände auszubilden, damit die Attraktivität hinsichtlich Ruhe- und Brutflächen im See nicht gegeben ist. Dies ist bei Variante 1 und 2 zutreffend, sie werden daher zur Erreichung des Planungsziel mit sehr gut (ZR = 5) bewertet.

Eine weitere Möglichkeit ist, eine Barriere durch umlaufende Schilf-Röhrichtbeständen zu schaffen. Variante 3 wird daher als gut (ZR = 4) eingestuft.

Variante 4 sieht zwar einen umlaufenden Schilfgürtel vor, jedoch keinen nördlichen Schilfpolter, so dass eine größere Wasserfläche zur Verfügung steht und insgesamt drei Steganlagen und eine Rampe als Zugang ins Gewässer führen. Die Zielerreichung wird daher mit mäßig (ZR = 3) bewertet.

Mikroklimatische Verbesserung

Durch den See wird eine mikroklimatische Verbesserung gem. Betrachtung nach EPC und K. PLAN Klima, Umwelt & Planung GmbH (Heft 10) erzielt und wird für alle Varianten 1 bis 4 mit sehr gut (ZR = 5) bewertet.

Erhaltung der ökologischen Funktion des Teichs

Variante 1 und 4 werden hinsichtlich der Zielerreichung als gut (ZR = 4) eingestuft.

Gegenüber der Variante 1 und 4 wird für Variante 2 die Erreichung des Planungsziels als mäßig (ZR = 3) betrachtet.

Durch die Ausgestaltung der Uferzonen in Variante 3 wird die Zielerreichung mit sehr gut (ZR = 5) bewertet.

Kein negativer Einfluss auf den Grundwasserkörper

Die Variante 1 und 4 sehen keine Abdichtung der Seesohle vor, daher findet ein Eingriff in den Grundwasserkörper statt, der aber grundsätzlich nicht als negativ gemäß der UVP gewertet wird. Variante 1 und 4 werden zur Planungszielerreichung als gut (ZR = 4) bewertet.

Variante 2 greift nicht in den Grundwasserkörper ein, da der See vollständig vom Grundwasserkörper abgedichtet ist und wird daher als bestmöglich (ZR = 6) bewertet.

Variante 3 sieht im GW-Abstrombereich (südlicher Bereich des geplanten Sees) eine Abdichtung vor. Durch die Teilabdichtung wird Variante 3 als sehr gut (ZR = 5) bewertet.

Unterhaltungsaufwand

Die Bewirtschaftung des Sees und dessen baulichen Anlagen erfordern eine Unterhaltung. Als Planungsziel sollte der Unterhaltungsaufwand möglichst gering sein, daher der Zielrealisierungsgrad möglichst hoch.

Der Unterhaltungsaufwand für Variante 1 und 2 wird als mäßig (ZR = 3) eingestuft.

Variante 4 sieht insgesamt 14 Bodenfilter zur Beschickung des Sees mit kanalisiertem Regenwasser vor. Da die Unterhaltung von 14 Bodenfilter aufwendiger als bei zwei Bodenfilter (Variante 1 bis 3) ist, wird für Variante 4 nur ein Zielerreichungsgrad von gering (ZR = 2) angesetzt.

Für Variante 3 wird die Zielerreichung mit gut (ZR = 4) bewertet.

Investitionskosten

Die Investitionskosten zur Herstellung des Sees und den baulichen Anlagen sind in den Varianten 1 bis 3 im gleichen Kostenrahmen und werden daher für die Varianten 1 bis 3 als gut (ZR = 4) bewertet.

Die Variante 4 ist gemäß Kostenrahmen der Machbarkeitsstudie günstiger und wird daher als sehr gut (ZR = 5) eingestuft

Betriebskosten

Die betrieblichen Kosten werden für Variante 1, 2 und 4 mit mäßig (ZR = 3) bewertet.

Für Variante 3 werden die Betriebskosten mit gut (ZR = 4) bewertet.

Das Ergebnis der Variantenbetrachtung zeigt die folgende Tabelle.

Tabelle 7: Bewertungsmatrix Variantenbetrachtung Seeplanung

Planungsziel	Zielgewicht	Variante 1		Variante 2		Variante 3		Variante 4		Kommentar
	ZG	ZR	WZ	ZR	WZ	ZR	WZ	ZR	WZ	
1 Wasserqualität / Trophiegrad	20	4	80	4	80	4	80	4	80	Als Leitbild wurde ein oligotropher bis mesotropher urbaner See (Trophiegrad 0-15 µg/l P, 15-45 µg/l P), in Anlehnung an den Gewässertyp 14 „polymiktischer Tiefandsee mit relativ kleinem Einzugsgebiet“, in Abstimmung mit der Unteren Wasserbehörde Recklinghausen am 05.12.2019 festgelegt.
2 Korrespondenz zum Leitbild nach OGEW	10	2	20	2	20	5	50	3	30	Es handelt sich bei dem geplanten See um den Typ 99 "Sondertyp künstlicher See" nach OGEW. Hierzu werden keine Anforderungen an den Zustand / Potenzial definiert. Daher wird befallsweise das potenziell natürlich vorkommende Leitbild Gewässertyp 14 „polymiktischer Tiefandsee mit relativ kleinem Einzugsgebiet“ herangezogen.
3 Dauerhaftigkeit	10	4	40	3	30	5	50	3	30	
4 Vermeidung von Neozoen	5	5	25	5	25	4	20	3	15	Nicheinmische Arten sollen vermieden werden, vor allem Wassenvögel (Kanadagänse oder Nilgänse) tragen durch Fäkalien zum P-Eintrag in Seen bei.
5 Mikroklimatische Verbesserung	10	5	50	5	50	5	50	5	50	
6 Erhaltung der ökologischen Funktion des Teichs	10	4	40	3	30	5	50	4	40	
7 kein negativer Einfluss auf den Grundwasserkörper	5	4	20	6	30	5	25	4	20	
8 Unterhaltungsaufwand	10	3	30	3	30	4	40	2	20	
9 Investitionskosten	10	4	40	4	40	4	40	5	50	Die Investitionskosten berücksichtigen sämtliche Baukosten zur Herstellung des geplanten Sees sowie der erforderlichen baulichen Anlagen.
10 Betriebskosten	10	3	30	3	30	4	40	3	30	
Summe der Wertzahlen		100		375		365	445		365	
Rangfolge der Lösungsmöglichkeiten				4		3	1		2	

Aufgrund der durchgeführten Variantenbetrachtung wird die Variante 3 als Vorzugvariante definiert.

3.4 Bautechnische Gestaltung

3.4.1 Randbedingungen

Im Rahmen der Vorplanung wurde die Vorzugsvariante einer harten Uferkante und einem Wasserspiegel von 57,00 mNHN herausgearbeitet, welche nun Gegenstand des vorliegenden Entwurfs ist.

Im Norden des Sees ist eine geschwungene Steganlage geplant, an der sich im nördlichen Kopf ein Schilfgürtel und der nördliche Retentionsbodenfilter anschließen. Zum See schließt sich in Teilen eine

Stufenanlage an. In der südlichen Hälfte des Sees sind in Anlehnung an einen naturnahen See Flachwasserschilfzonen vorgesehen.

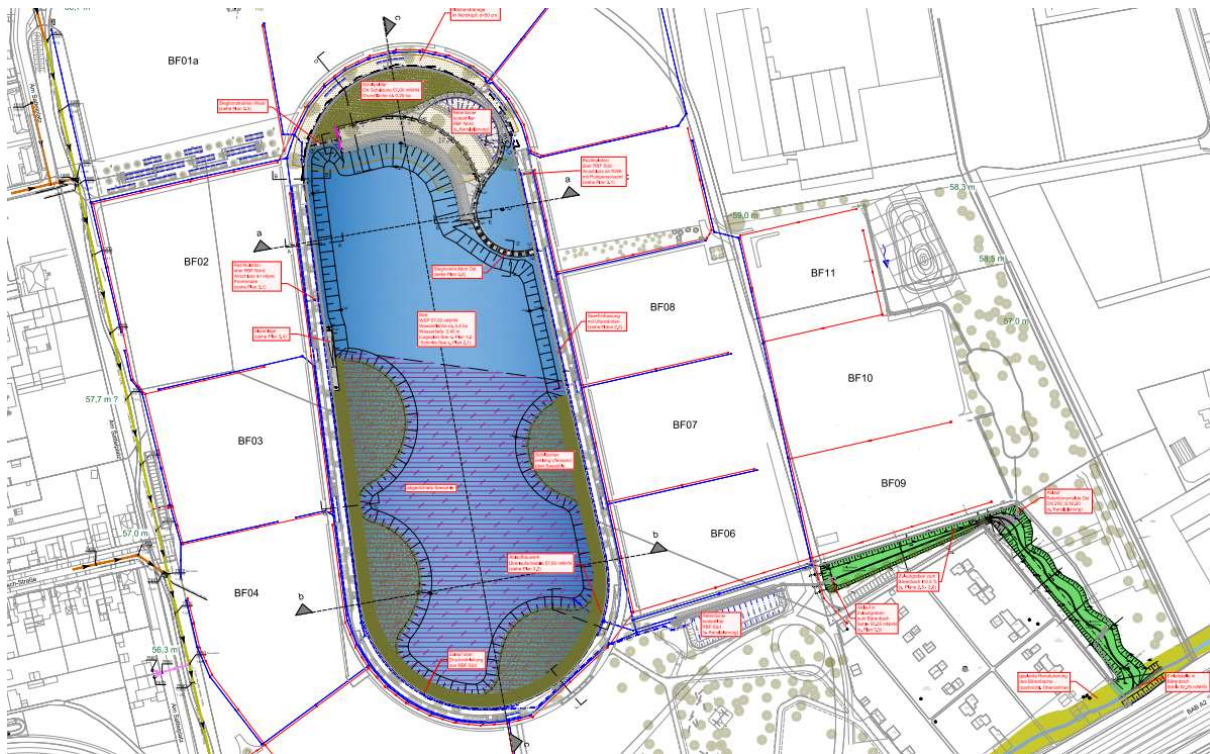


Abbildung 13: Gesamtlageplan [Plan B-1.1 Seeplanung]

Der geplante See weist eine Fläche von ca. 5,4 ha auf.

3.4.2 Wassertiefe

Die maximale Seetiefe beträgt 3,40 m. Geringere Seetiefen bestehen in einem 3 m breiten Streifen entlang der Ufermauer im nördlichen Teil des Sees sowie im nördlichen Ohr, welches durch den östlichen Steg begrenzt wird. Hier weist der See eine Tiefe von 1,50 m auf. In den südlichen Flachwasserzonen werden Plateaus angelegt, welche die Seetiefe auf 1,00 m reduzieren. Die Böschungsneigungen im See liegen zwischen 1: 3,5 und 1: 5.

3.4.3 Uferneigung

Die vorliegende Planung sieht die Ausführung der Ufer als harte urbane Uferkante in Form einer Stahlbetonwinkelstützwand in Ortbetonbauweise vor. Diese Ausführung wird im Süden des Sees durch die entstehenden Flachwasser- und Schilfzonen aufgelockert. Die senkrechte Uferwand besteht auch hier, jedoch in einer kleineren Ausführung, da durch die entstehenden Böschungen der Schilfzone eine höhere Gründung möglich ist.

3.4.4 Seesohle

a) Aufbau Seesohle

Die Seesohle besteht aus einem 20 cm starken Sohlsubstrat (s. Abbildung 14), im Bereich der südlichen Flachwasserzonen (s. Abbildung 15) wird dieses aufgrund des Bewuchses mit mind. 30 cm ausgeführt. Im nördlichen, nicht abgedichteten Bereich des Sees wird unterhalb des Sohlsubstrats eine ca. 10 cm dicke Ausgleichsschicht zur Herstellung des Planums eingebracht.

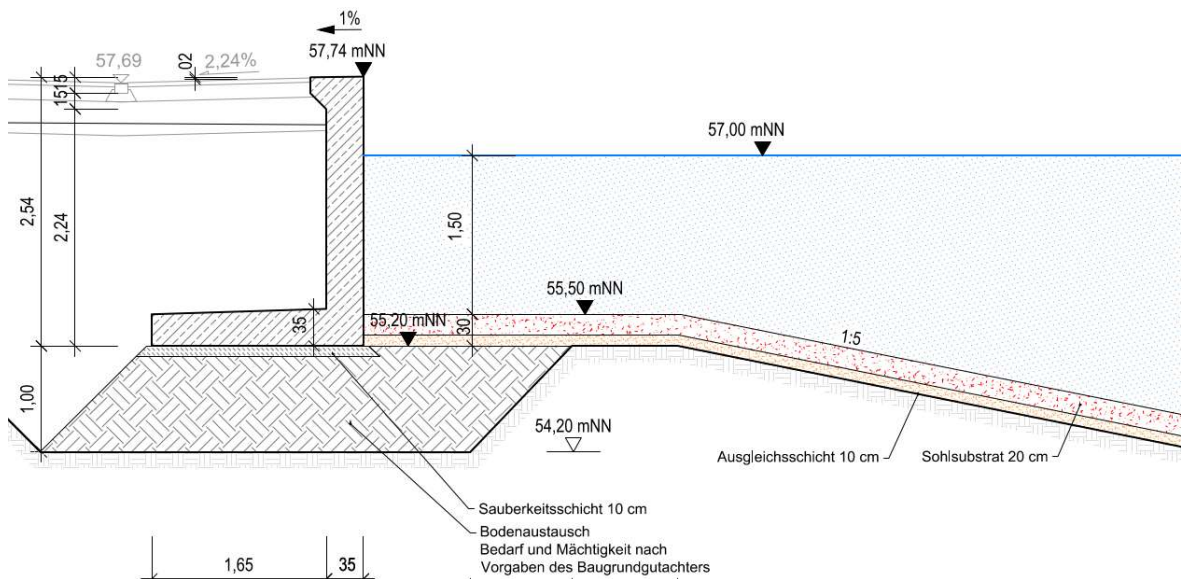


Abbildung 14: Seesohle Bereich Nord [Schnitt A-A Plan B-2.2.2 Seeplanung]

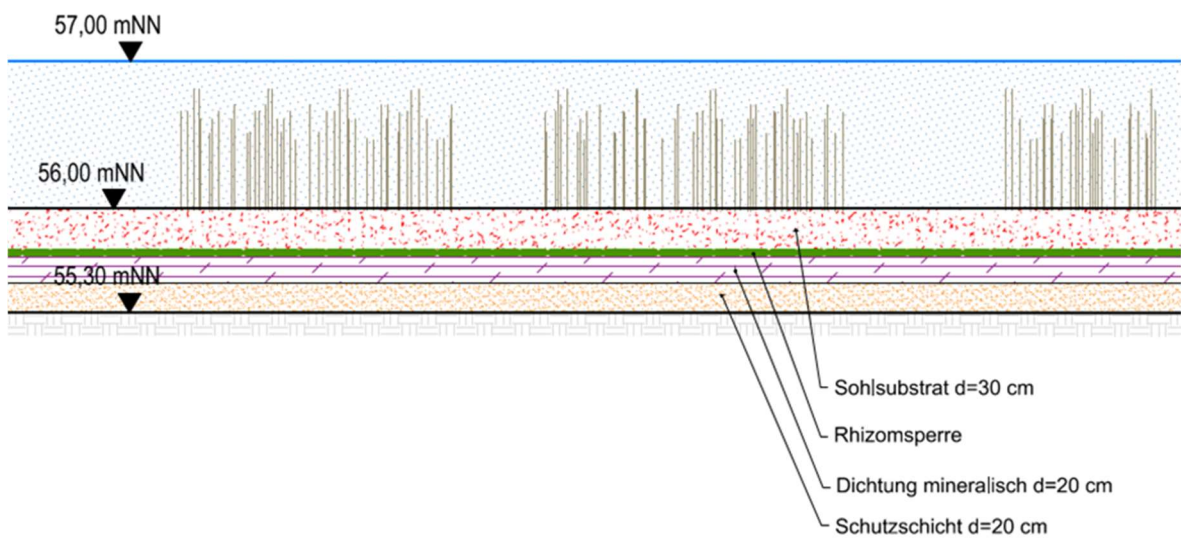


Abbildung 15: Seesohle Flachwasserzone Bereich Süd, [Schnitt I-I Plan B-2.2.4 Seeplanung]

b) Teilabdichtung

Der südliche Teil des Sees erhält zur Verringerung des Grundwasserabstroms unterhalb des Sohlsubstrats eine 40 cm starke mineralische Dichtung sowie ebenfalls eine 10-20 cm dicke Schutz- und Ausgleichsschicht (s. Abbildung 16). Im Bereich der bewachsenen Flachwasserzonen wird eine Rhizomensperre in Form einer Kunststoffdichtungsbahn (KDB) zur Verhinderung einer Durchwurzelung der Dichtung vorgesehen. Diese kann z. B. an einen in die Uferwand einbetonierten PE-Winkel angeschweißt werden. Unterhalb der Rhizomensperre wird die mineralische Dichtung in geringerer Stärke bis an die Uferwand gezogen.

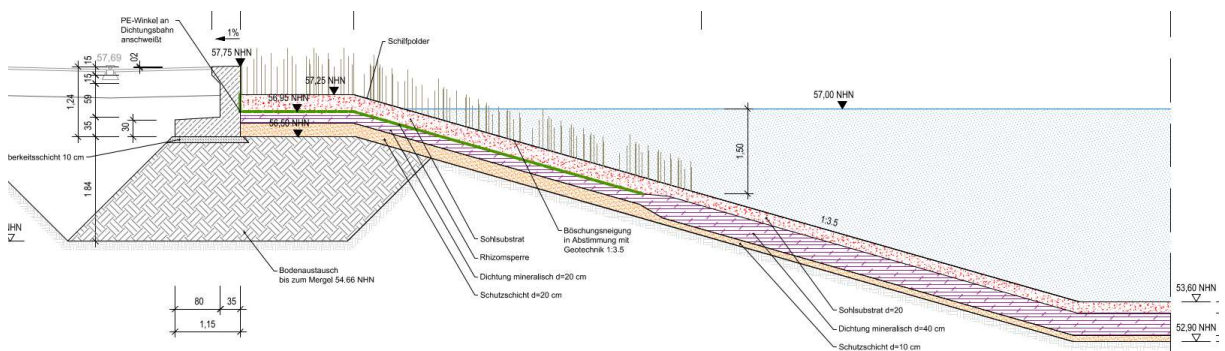


Abbildung 16: Mineralische Abdichtung [Schnitt G-G, Plan B-2.2.3]

Für die Vorzugsvariante wurde in der Grundwassermodellierung auf der Südhälfte eine Abdichtung der Mächtigkeit $d_1=10$ cm mit einem k_{f1} -Wert von 1×10^{-8} m/s angesetzt. Bautechnisch ist dieser schmaler Aufbau nicht sicher dicht herstellbar. Es wird die Herstellung in zwei Lagen mit einer Stärke von jeweils 20 cm und somit einer Gesamtdicke von $d_2=40$ cm empfohlen. Da das Verhältnis zwischen Lagenstärke und k_f -Wert proportional in Hinblick auf die Durchströmung ist ergibt sich aus $k_{f1}:d_1 = k_{f2}:d_2$ eine notwendiger k_f -Wert des Abdichtungsmaterials von k_{f2} -Wert von 4×10^{-8} m/s. Gemäß Grundwassermodellierung liegt der Verlust durch Grundwasserabstrom bei rd. 37.000 m³/a.

Zu bedenken ist, dass die Seesohlabdichtung im Süden unter Auftrieb steht. Eine Entleerung des Sees ohne eine aktive Grundwasserhaltung würde zum Aufbrechen der Seesohlenabdichtung führen. Die abdichtende Wirkung würde sich damit deutlich verschlechtern.

3.5 Erstbefüllung

Das Volumen des Sees beträgt überschlägig 135.000 m³. Unter dem Ansatz, dass Verdunstung und Niederschlag sich im Jahr ungefähr die Waage halten (siehe auch Kapitel Wasserhaushalt) hilft der direkte Regen auf den See nicht in Bezug auf eine Erstbefüllung.

Aus den Bebauungsgebieten werden bei mittleren Verhältnissen ca. 80.000 m³/a dem See zugeführt. Dies erfolgt aber erst wenn die Bebauung realisiert ist. Die Baugebiete werden erst nach der Herstellung des Sees realisiert. Damit steht auch dieses Wasser erst Jahre nach dem Bau des Sees zur Verfügung.

Der Grundwasserzustrom beträgt gemäß Grundwassermodell ca. 9.000 m³/a. Die Speisung würde damit selbst bei einem linearen Ansatz fünfzehn Jahre dauern.

Um den Befüllungsprozess zu beschleunigen ist eine Zuspeisung von Trinkwasser geplant. Die Analyse des Trinkwassers hat erhöhte P-Gehalte (siehe Kapitel 2.7.4) ergeben, so dass dieses vor der Einleitung behandelt werden sollte. Es stehen hierfür prinzipiell zwei Möglichkeiten zur Verfügung:

- Einleitung über einen vorher hergestellten Bodenfilter. Dies hätte keine zusätzlichen Kosten zur Folge, führt aber dazu, dass das Eisenhydroxid ggf. früher getauscht werden muss. Darüber hinaus müsste der Bodenfilter relativ früh, vor dem Beginn der Bebauung hergestellt werden, was zu einer Belastung des Filters führt. Diese entsteht aber vermutlich ohnehin da die Bodenfilter spätestens mit der Fertigstellung des Kanalnetzes in Betrieb gehen müssen und dies ist vor dem Baubeginn Dritter.
- Einleitung über gemietete Reaktoren. Dies würde zusätzliches Invest bedeuten, verhindert aber eine „Vorbelastung“ des Retentionsbodenfilters (RBF).

Im Rahmen der Kostenberechnung wurde ein Reaktor berücksichtigt. Dieser hat den Vorteil das die Befüllung unabhängig von der Herstellung der Retentionsbodenfilter ausgeführt werden kann.

3.6 Rezirkulation

Starkregenereignisse führen zu Spülstößen aus dem Regenüberlauf des nördlichen Retentionsbodenfilters. Diese begünstigen ggf. hohe P-Belastungen im See hervor. Um diesem Vorgang vorzubeugen, wird eine Rezirkulation im See vorgesehen. Hierfür werden im Westen sowie im Osten des Sees jeweils eine Rezirkulationspumpe eingerichtet, welche das Wasser aus dem See entnehmen und in die Kanalisation der oberen Promenade fördern. Von hier erfolgt ein Freispiegelabfluss zu den Retentionsbodenfiltern, wo das Wasser gereinigt und anschließend wieder dem See zugeführt wird.

Zur Feststellung des P-Gehalts im See sollten in regelmäßigen Abständen manuelle Wasseranalysen durchgeführt werden. Je nach Ergebnis kann dann der Regelbetrieb der Pumpen erfolgen.

Die Sohlhöhen des Kanals in der oberen Promenade liegen unterhalb des Seewasserspiegels von 57,00 mNHN. Der Einbau der Pumpen ist erforderlich um einen geregelten Abfluss zu den Retentionsbodenfiltern zu erhalten und auch bei niedrigerem Seewasserspiegel eine Rezirkulation zu ermöglichen. Die geodätische Förderhöhe wurde somit geringfügig durch eine Einleitung bei 57,05 mNHN in die Kanalschächte erhöht. Die erforderliche Gesamtförderhöhe ergibt sich durch die Rohrreibungsverluste in den 8 m langen Druckrohrleitungen DN 100.

Die vorgesehenen Tauchmotorpumpen sind auf die Drosselleistung des jeweiligen Retentionsbodenfilters ausgelegt und dürfen damit nur bei Trockenwetter betrieben werden um eine Überlastung der Filter zu vermeiden. Hierfür müssen entsprechende Messsonden in den Retentionsbodenfiltern angebracht werden, die mit den Pumpen gekoppelt sind und dazu führen, dass diese im Regenwetterfall ausschalten und nach einer festgesetzten Nachlaufzeit des Regenereignisses wieder einschalten.

Die Rezirkulation West hat damit eine Förderleistung von 23 l/s über den Bodenfilter Nord und die Rezirkulation Ost eine Förderleistung von 40 l/s. Mit einer Gesamtförderleistung von 63 l/s und einem Seevolumen von rd. 135.000 m³ beträgt die Dauer einer Umwälzung bei Dauerbetrieb beider Pumpen ca. 25 Tage. Die Bemessung der Pumpen ist **Anlage A-5** zu entnehmen. Dem vorliegenden Entwurf und der Kostenberechnung liegen die Tauchmotorpumpen gem. **Anlage A-6** zugrunde.

Die Pumpen werden in begehbaren Fertigteilschächten eingebaut, welche in der unteren Promenade liegen. Für Wartungszwecke können die Zuläufe zum Schacht mit einem Handschieber innerhalb des Schachtes abgesperrt werden und der Schacht mittels einer mobilen Pumpe restentleert werden. Hierfür ist ein Pumpensumpf mit Gitterrostabdeckung vorgesehen. Um den Eintrag von Grobstoffen/Schwemmgut in den Pumpenschacht zu vermeiden, wird seeseitig ein Rechen mit entsprechend kleinem Stababstand angeordnet.

3.7 Überlauf See – Ablaufgraben zum Bärenbach

Der Seeüberlauf befindet sich im Südosten des Sees in Form eines Ablaufbauwerks in der Promenade. Der Ablauf erfolgt dann über eine Verrohrung in das Ablaufgerinne des Retentionsbodenfilters Süd und anschließend über einen ca. 300 m langen offenen Ablaufgraben zum Bärenbach.

Das Bauwerk besteht aus einem tiefen Bauwerksteil, in den das Seewasser einströmt bzw. darin aufstaut sowie einem höher liegenden Bauwerksteil hinter der Überfallschwelle. Der Seeablauf erfolgt durch eine Rohrleitung DN 500 vom Grund des Sees aus. Eine vollständige Entleerung des Sees wäre somit unter Einsatz von Pumpen im Ablaufbauwerk möglich. Das Ablaufbauwerk kann im Wartungsfall von innen mit einem Schieber DN 500 abgesperrt werden.

An der Schwelle zum Ablauf ist ein höhenverstellbares Blech als scharfkantige Überfallschwelle vorgesehen. Der Einstellbereich liegt zwischen 57,00 mNHN und 57,20 mNHN. Die Einleitmenge in den Bärenbach wurde seitens der Genehmigungsbehörden mit 15 l/s angegeben. Eine Drosseleinrichtung wird abstimmungsgemäß nicht vorgesehen. Bei einer Überfallhöhe von 3 cm beträgt der Abfluss über das Wehr 14,3 l/s (s. Bemessung **Anlage A-7**) und liegt damit noch unterhalb der Einleitbegrenzung von 15 l/s. Im See befindet sich damit ein Rückstau-/Überfallvolumen von rd. 1.620 m³. Bei einer Überfallhöhe von 5 cm am Wehr beträgt der Abfluss 30,7 l/s. Bei steigendem Seewasserspiegel steigt somit auch die Ablaufmenge in Richtung Bärenbach.

Nach dem Durchlass DN 1000 hinter dem Retentionsbodenfilter Süd beginnt der offene Ablaufgraben zum Bärenbach. Dieser verläuft auf den ersten 150 Metern entlang der südlichen Promenade südlich des Baufeldes 09 und verschwenkt dann an der nordöstlichen Ecke der Kleingartenanlage im 90°-Bogen in Richtung Bärenbach. Das Sohlgefälle liegt bei 0,5 % und im letzten Abschnitt bis zum Bärenbach auf ca. 105 m bei 2,5 %.

Der Ablaufgraben ist aus gestalterischen Gründen als eingetieft und teilweise mäandrierende Fläche mit wechselnden Sohlbreiten von 2,5 bis 14 m geplant. Die Böschungsneigung liegt bei 1: 3, in Teilbereichen, in denen die Platz- und Höhenverhältnisse dies erfordern, bei 1: 2. Im Bereich der Engstelle und dem 90°-Bogen wird eine Sohl- und Böschungssicherung aus Wasserbausteinen in Beton

vorgesehen. Um auch bei geringen Überlaufmengen aus dem See und dem RBF Süd einen sichtbaren Abfluss im Graben zum Bärenbach zu erreichen, wird eine Niedrigwasserrinne von 60 cm Breite und 30 cm Tiefe aus tonig-schluffigem Material vorgesehen, welche den Abfluss konzentriert und eine direkte Versickerung verhindert.

Für den hydraulischen Nachweis über die Leistungsfähigkeit des Grabens wurde eine Berechnung mit der Simulationssoftware Jabron durchgeführt. Für die Rauigkeit wurde in der Böschung und Sohle außerhalb der Niedrigwasserrinne ein starker Bewuchs mit mehrjährigen Sträuchern sowie die Steinschüttung am „Knickpunkt“ des Grabens angesetzt. Der Abfluss wurde wie folgt ermittelt:

$Q_{\text{Überlauf, RBF Süd}} = 1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ (100-jährliches Regenereignis)

$Q_{\text{Seeablauf, VolfüllungRohr}} = 64 \text{ l/s}$

$Q_{\text{Dr, südl.Landschaft}} = 6 \text{ l/s}$

$Q_{\text{gesamt}} = 1,57 \text{ m}^3/\text{s} \sim 1,6 \text{ m}^3/\text{s}$

Die Ergebnisse sind dem Längsschnitt der **Anlage A-8** zu entnehmen. Der kritischste Punkt befindet sich an der Engstelle bei Station 0+113 km. Hier liegt der Wasserstand bei einem Abfluss von $1,6 \text{ m}^3/\text{s}$ rd. 15 cm unterhalb der rechten Böschungsoberkante. Da die Berechnung für den ungünstigsten Fall durchgeführt wurde, wird dieses Freibord als ausreichend betrachtet.

Die Sohle des Bärenbachs liegt an der Einleitstelle planmäßig bei 52,19 mNHN. Die Einleitstelle wird mit einer Steinschüttung gesichert.

3.8 Wasserbilanz

3.8.1 Grundlagen

a) Regen und Verdunstung auf der Seefläche

Die Kombination der möglichen natürlichen Zuflüsse aus Grundwasser, Niederschlag und Regenwasserbewirtschaftung der Entwicklungsflächen werden für die vier Varianten (siehe Kapitel 3.2.1) für mittlerer hydrologische Verhältnisse betrachtet, wobei Niederschlag und Verdunstung auf der Seefläche immer mitbilanziert wird.

Prinzipiell wurden für alle Varianten mit mittleren hydrologischen Niederschlags- und Verdunstungsmengen berücksichtigt:

- Mittleres Jahr: 825 mm Regenspende und 720 mm Verdunstungsrate

Bei der Vorzugsvariante wurde zusätzlich das trockene Jahre 2018 (Niederschlag) kombiniert mit 720 mm Verdunstungsrate nach DWA-M 504 gerechnet.

Die Verteilung kann der folgenden Grafik entnommen werden:

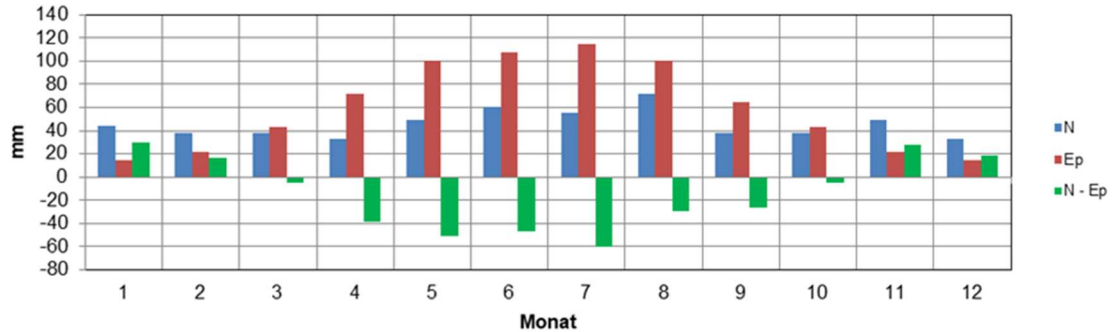


Abbildung 17: Verteilung Niederschlag und Verdunstung nach DWA-M 504 und Emscher Lippe Wassertechnik

Für die Niederschläge des Jahres 2018 wurde mit der gemessenen jährlichen Verteilung der Regensmengen gerechnet. Die Verdunstung wurde in der Höhe und in der Verteilung nicht verändert, da hierüber keine lokalen Daten vorlagen.

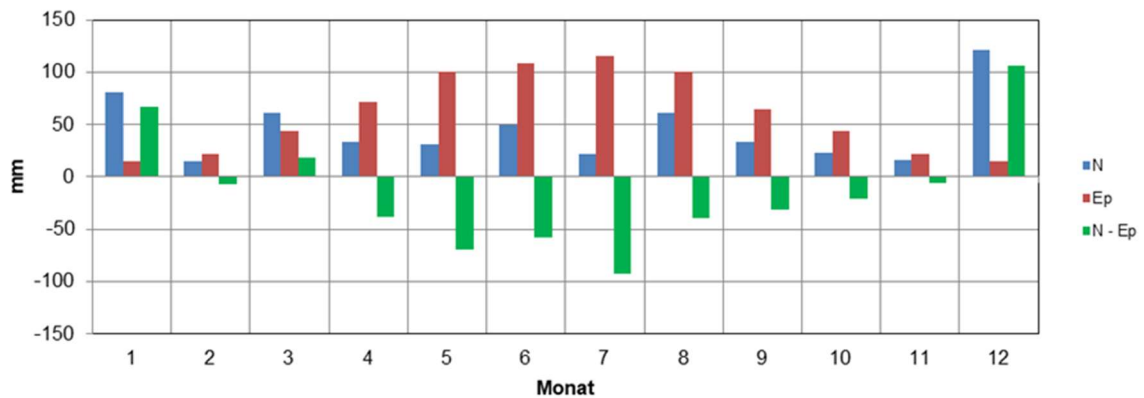


Abbildung 18: Verteilung und Bilanz Niederschlag und Verdunstung für das Jahr 2018

b) Regen auf das Einzugsgebiet des Sees

Bei der Berechnung der Wasserhaushaltsbilanz wurde bei allen Varianten die Einleitung des Regens aus den Baufeldern berücksichtigt. Die befestigten Flächen wurden dabei aus dem aktuellen Masterplan (Stand: Januar 2021) für die Kanalnetzberechnung ermittelt. Diese gehen in die Speisung des Sees ein. Dabei wurde angesetzt, dass 90 % des Regenwassers den See erreicht. Unbefestigte Flächen wurden nicht angesetzt.

Tabelle 8: Aufteilung der Flächen gemäß Kanalnetzberechnung

Bauwerk	A _{ges}	A _{bef}		A _{unbef}	
		Gesamt	davon Dachfläche	Davon sonstige bef. auf Baufelder	Gesamt
	[ha]	[m ²]	[m ²]		[m ²]
RBF_Nord	64.245	48.073	21.920	8.102	16.172
RBF_Süd	83.561	58.465	22.007	14.521	25.097
Gesamt See	147.807	106.538	43.926	22.622	41.269

c) Grundwasser

Der Vergleich der Varianten erfolgt auch beim Grundwasser auf Basis mittlerer hydrologischer und hydrogeologischer Verhältnisse. Die jährlichen Zu- und Abflüsse des Grundwasserstroms wurden dabei in gleicher Höhe auf die Monate verteilt.

Für die Variante 1 wurde die stationären Berechnungen aus dem Grundwassermodell (Stand März 2020) mit folgenden Zu- und Abstrom angesetzt:

- Zustrom 18.400 m³/a
- Abstrom 47.300 m³/a

Bei der abgedichteten Variante 2 wurde kein Grundwasser- Zu- oder Abstrom in der Wasserhaushaltsbilanz berücksichtigt.

Bei der Variante 3 sind die Ergebnisse aus den stationären Berechnungen in die Wasserhaushaltsbilanz mit folgenden Werten eingegangen:

- Zustrom 9.000 m³/a
- Abstrom 37.000 m³/a

Darüber hinaus wurden für das Jahr 2018 (= sehr trockenes Jahr gemäß Grundwassermodellierung) die instationäre Berechnungsergebnisse in die Gesamtbilanzierung mit monatlicher Zuordnung der Differenzbeträge eingebettet.

Für die Variante 4 ergibt sich aufgrund des bei 56 mNHN liegenden Wasserspiegels ein deutlich günstigere Bilanz zwischen Zu- und Abstrom.

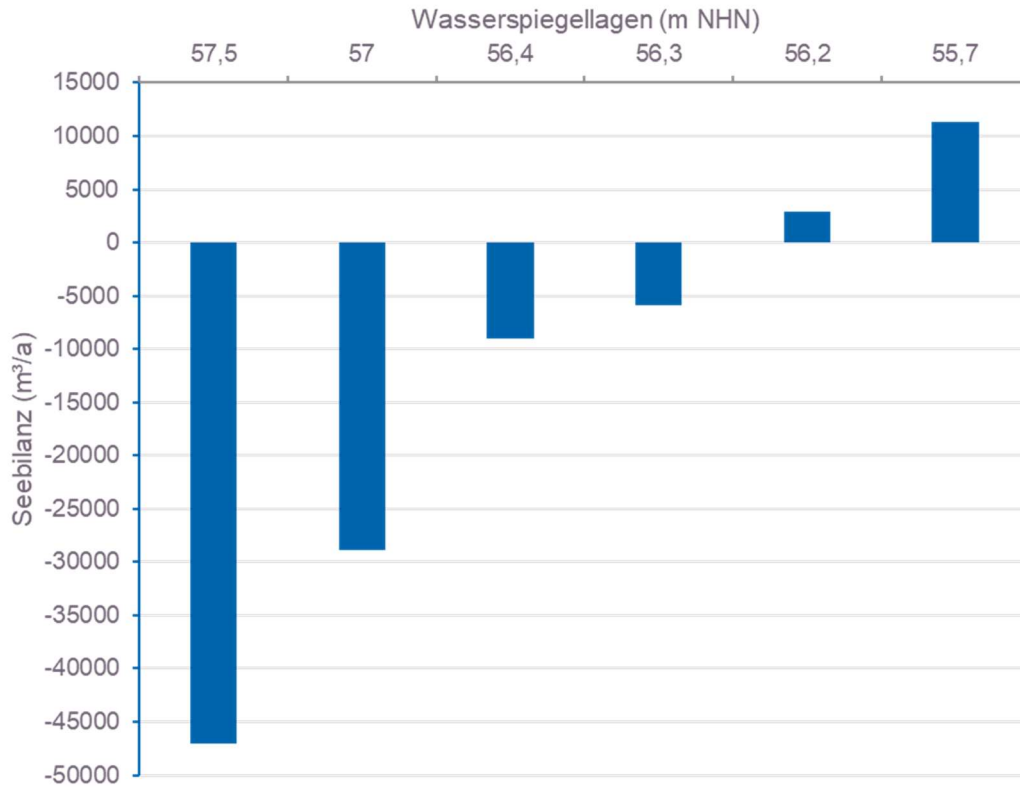


Abbildung 19: Darstellung der Grundwasserbilanz bei verschiedenen Wasserspiegellagen (EW Stand 16.03.2020)

Auf Basis der Grafik wird eine positiv jährliche Bilanz des Grundwasserstrom von 4.000 m³/a abgeschätzt. Diese wird gleichmäßig über das Jahr verteilt angenommen.

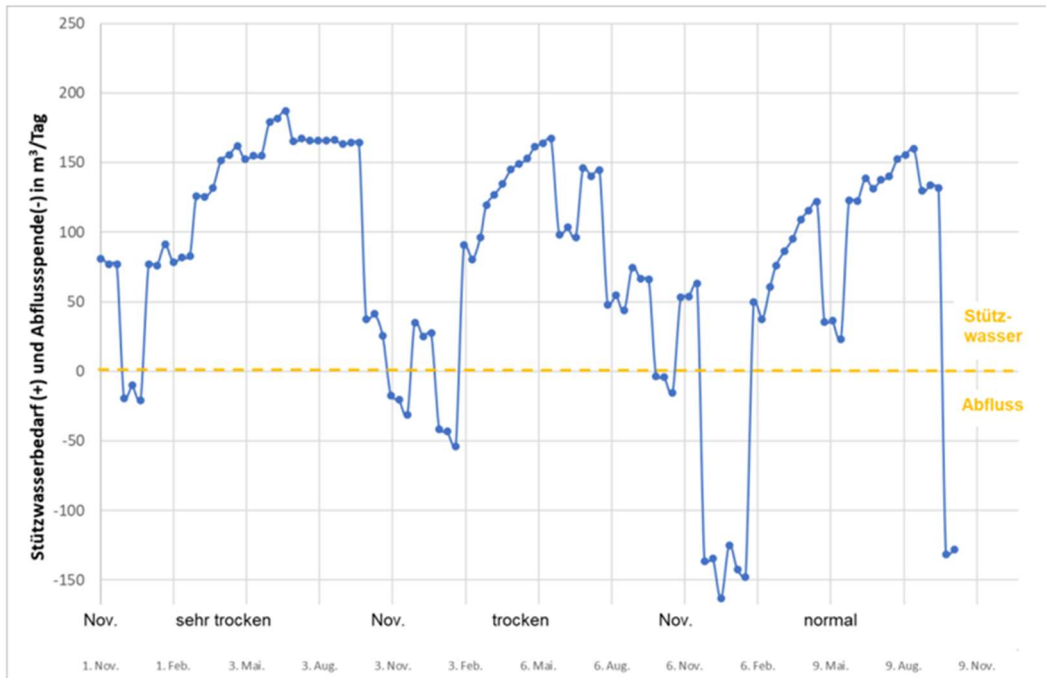


Abbildung 20: Ergebnisse der instationären Grundwassermodellierung [45]

3.8.2 Bilanzierung

Die jährliche Bilanzierung erfolgte auf Basis der Annahme, dass der See zum Jahresanfang auf Sollhöhe von 57 m NHN gefüllt ist. Die Berechnung der monatlichen Werte wird in zwei Szenarien unterschieden:

- Monatliche Bilanz mit Überlauf in den Bärenbach mit monatlicher Zuspeisung aus weiterer Quelle (Drainage, Trinkwasser, etc.). Dabei wird angenommen, dass ggf. entstehende Defizite am Monatsende durch Zuspeisung egalisiert werden und der Seewasserspiegel stets wieder bei 57 m NHN liegt.
- Monatliche Bilanz mit Überlauf in den Bärenbach (bei Überschuss), aber ohne monatliche Zuspeisung aus weiteren Quellen. Hier ergeben sich dann summarische Defizite für aufeinander folgende Monate mit negativer Bilanz

Die Ergebnisse auf Basis der stationären Berechnungen der Grundwassermodellierung sind in **der Anlagengruppe 3.1 bis 3.4** detailliert dargestellt. Für das Szenario (a) zeigt die folgende Abbildung. Die abgedichtete Variante 2 zeigt durchgehend eine positive Bilanz auf. Bei der Variante 1 ergibt sich insbesondere im Jahr 2018 ein deutlicher Verlust von 6.000 m³ im Monat August. Dies entspricht einer Wasserspiegeldifferenz von ca. 12 cm.

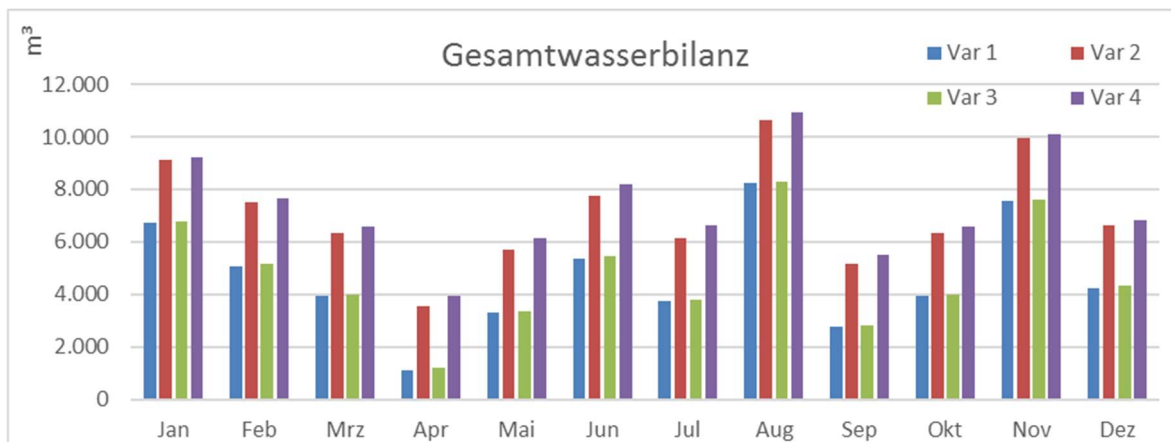


Abbildung 21: Wasserhaushalt für mittlere hydrologische Verhältnisse, Szenario a

Die Wasserhaushaltsbilanz ist bei allen Varianten durchgehend positiv. Da die monatlichen Gesamtzuflüsse immer positiv sind, verändert sich das Bild auch nicht, wenn nicht künstlich zugespeist wird (Szenario b).

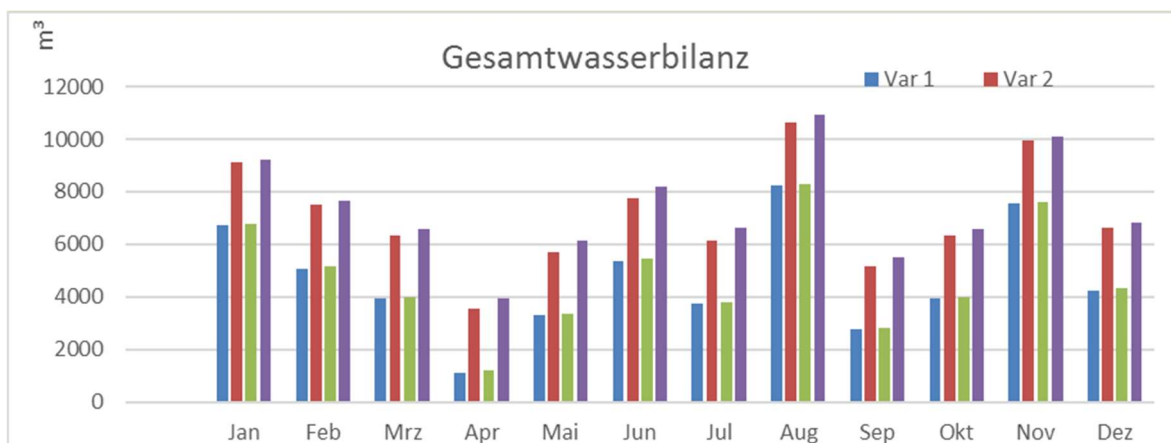


Abbildung 22: Wasserhaushalt für mittlere hydrologische Verhältnisse, Szenario b

Das heißt, dass auch ohne eine künstliche Zuspelung der Wasserspiegel über das gesamte Jahr konstant bleibt.

Stehen die Einzugsgebiete zu Anfang nicht zur Verfügung, weil die Gebiete nicht gebaut sind ergibt sich eine deutlich ungünstigere Jahresbilanz, welche die folgende Grafik für die Variante 3 bei mittleren Verhältnissen gerechnet worden ist. Es ergibt sich ein Defizit von ca. 20.000 m³ (= Absinken des Wasserspiegels um ca. 37 cm). Dieses Defizit ist dann auch Basis für das Folgejahr so das hier eine Zuspelung extern notwendig ist um ein weiteres Absinken des Wasserspiegels im nächsten Jahr zu vermeiden. Ohne eine Zuspelung stellt sich ein Wasserspiegel in diesem Fall auf ca. 56,25 mNHN ein.

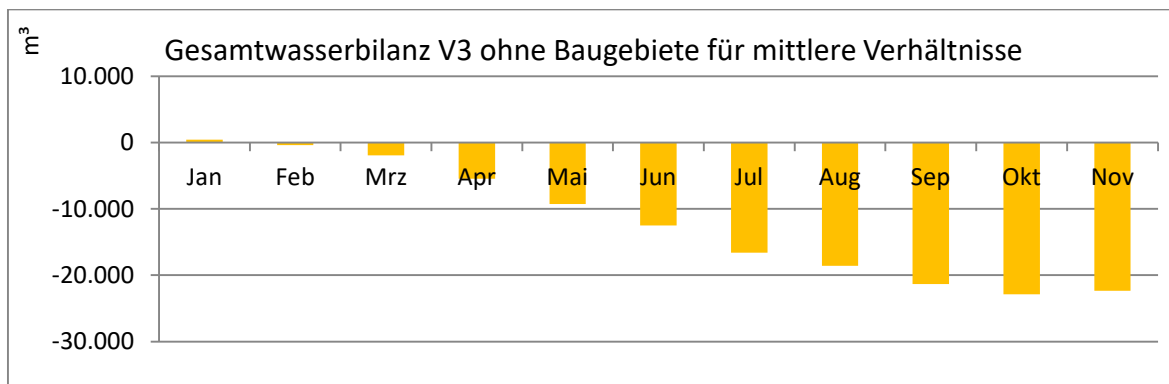


Abbildung 23: Wasserhaushalt für mittlere Verhältnisse ohne angeschlossene Baugebieter, Variante 3

Darüber hinaus wurde das sehr trockene Jahr 2018 für eine Bilanzierung betrachtet. Dabei wurden die Baugebiete angeschlossen. Für die Planungsvariante (= Variante 3) wurde dieses unter Berücksichtigung der instationären Grundwassermodellierung berechnet.

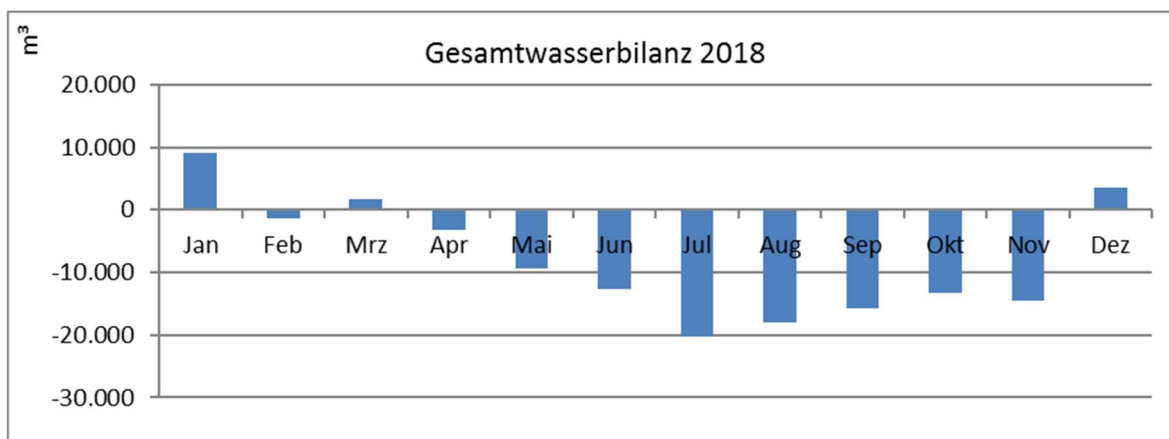


Abbildung 24: Wasserhaushalt für das Jahr 2018, Variante 3 / Szenario b

Die vorherige Abbildung zeigt, dass bei trockenen bis sehr trockenen Verhältnissen auch bei Anschluss der Regenwasserkanalisation Verluste entstehen, die zu einer Absenkung des Wasserspiegels in der Spitze um bis zu 40 cm führen. Positiv zu vermerken ist, dass am Ende des Jahres wieder ein positive Bilanz vorherrscht, so dass keine negativen Anfangsverhältnisse für das Folgejahr entstehen.

3.9 Grundwasserdrainage

Der mittlere Grundwasserstand liegt im Norden des Sees im Bereich der Promenade bei ca. 58,50 mNHN (Messung an GWM 2 seit Mai 2020). Die Promenade am Nordkopf des Sees liegt planmäßig auf einer Höhe von 58,04 mNHN und damit unterhalb der o. g. Grundwasserstände. Auch wenn sich der Grundwasserspiegel durch die Geländemodellierung absenken wird, ist ohne weitere Maßnahmen mit einem Austritt von Grundwasser aus Böschungen sowie Überflutungen der geplanten

Promenaden im Nordkopf des Sees zu rechnen. Als Lösung ist eine Grundwasserabsenkung durch eine Drainage im Nordkopf des Sees vorgesehen (s. Plan B-3.6).

Im Grundwassermodell [45] wurde eine Flächendrainage unterhalb des Nordkopfes mit einer Stärke von 50 cm und einer Durchlässigkeit von 10-4 m/s berücksichtigt. Diese führt rein rechnerisch zu der beabsichtigten Grundwasserabsenkung im Norden bzw. dem Ausgleich zwischen Grundwasserstand im Norden und Seewasserspiegel.

Zusätzlich wird eine rd. 220 m lange Ringdrainage DN 200 entlang der Uferwand Schilfpolder eingeplant, welche im Bereich der Vorstufe zum RBF Nord unterbrochen ist und an den jeweiligen Endschächten in den See mündet. Die Drainageleitung wird zu den Endschächten hin nach oben gezogen um eine Spülung der Drainage zu ermöglichen (s. Plan B-3.6). Dies vor dem Hintergrund, dass das Grundwasser eine relativ heterogene Beschaffenheit aufweist (vgl. **Anlage A-11**). Daher kann es vor allem bei Mischung der unterschiedlichen Grundwässer in der Drainage oder auch beim Eintritt der Wässer in die Drainage und Einleitung in den See (Belüftung) bereichsweise zu Fällungsreaktionen kommen. Die Wassermengen und Stoffgehalte lassen jedoch keine so großen Mengen an Fällungsprodukten zu (vgl. **Anlage A-12**), dass ein kurzfristiges unwirksam werden der Drainage befürchtet werden muss. Bei Herstellung der Drainage ist diese so anzulegen, dass in der Drainage noch keine Belüftung der eintretenden Grundwässer erfolgt. Auch eine Ausführung der Drainage in Teilabschnitten könnte das Risiko für Ausfällungsreaktionen durch die Mischung unterschiedlicher Wässer vermindern.

Im Bereich des Bodenaustauschs, auf dem die Uferwände gegründet sind, werden alle 4 m einzelne Stichelungen als Vollrohr mit beidseitigen Filterendstücken zur Überbrückung der Unterbrechung in der Flächendrainage eingebaut. Der Übergangsbereich der Flächendrainage in den See wird mit einem Steinsatz vor Erosion geschützt.

3.10 Gewässergüte

Im Rahmen der Vorplanung erfolgte die Ersteinschätzung und Bewertung der trophischen Situation des geplanten Sees nach dem empirischen Ansatz nach Vollenweider (OECD, 1982). Zur weitergehenden Betrachtung der Gewässergüte im geplanten See wurde eine Gewässergütemodellberechnung von der Stadtentwicklungsgesellschaft Recklinghausen mbH beauftragt. Die Dokumentation ist dem Heft 7 Gewässergütemodell zu entnehmen. Im Folgenden erfolgt eine kurze Zusammenfassung der Betrachtungen zu Maßnahmen der Gewässergüte aus der Vorplanung sowie der Heftung 7.

Beschreibung der Maßnahmen

Durch die Gütebewirtschaftung ist eine dauerhaft günstige Wasserqualität sicherzustellen. Da der geplante See durch verschiedene Nutzungsarten von Wohnsiedlungen sowie öffentlichen Einrichtungen eingefasst wird, steht für die Wasserqualität insbesondere die Vermeidung des Algenwachstums (Fadenalgen und toxische Blaualgen) im Vordergrund. Weitere Anforderungen an die Gütebewirtschaftung sind, dass die Maßnahmen möglichst geringe Betriebskosten und einen geringen Wartungsaufwand nach sich ziehen.

Grundsätzlich ergeben sich folgende Maßnahmen:

Tabelle 9: Varianten zur Senkung der P-Konzentrationen

Maßnahme	Methode
G1	Durchströmung des Wasserkörpers
G2	Animpfung mit Armleuchteralgen
G3	Nahrungsnetzsteuerung (Biomanipulation)
G4	Abfischen der Algenblüte/ Mechanische Entkrautung
G5	Röhrichtzone
G6	Rezirkulation mit Einsatz eines Bodenfilters
G7	Phosphoreliminationsanlage
G8	Durchmischung und Belüftung des Hypolimnions
G9	Durchmischung und Belüftung des Epilimnions

Maßnahme G1: Durchströmung des Wasserkörpers

Durch die Schaffung von Zu- und Abläufen soll u. a. die Wasserbilanz reguliert werden. Durch Steuerungssysteme (bspw. Drainagen) kann gewährleistet werden, dass der Zulauf zu den gewünschten Zeiten mit der entsprechenden Wassermenge beschickt wird. Ein Absinken des definierten Sollwasserspiegels im See wird erfasst und die notwendige Wassermenge nachgespeist. Durch den Zufluss kann dem See frisches, phosphorarmes Grundwasser zugeführt und die P-Konzentration im See somit gesenkt werden. Dadurch, dass Zu- und Ab-läufe an gegenüberliegenden Seiten des Sees (Norden und Süden) installiert werden, wird eine Durchströmung des Sees angeregt und der Wasseraustausch verbessert [44].

Maßnahme G2: Animpfung mit Armleuchteralgen

Um die Entwicklung und Verbreitung von Armleuchteralgen (Characeae) zu fördern und folglich die Massenentwicklungen aquatischer Neophyten (z. B. Elodea nuttallii) zu unterdrücken, kann eine Animpfung durch Armleuchteralgen sinnvoll sein. Die unterschiedlichen Arten der Gattungen der Armleuchteralgen zählen aus Sicht des Gewässer- und Naturschutzes zu den Zielarten eines Stehgewässers [44].

Maßnahme G3: Nahrungsnetzsteuerung (Biomanipulation)

Die Biomanipulation beruht darauf, dass eine Reduktion des Bestandes an planktivoren Fischen (durch Einsatz von Raubfischen) zu mehr und größerem Zooplankton (vor allem durch Daphnien), stärkerem Grazing und klarem Wasser führt. Der Einsatz von Raubfischen hat somit zur Folge, dass sich der Effekt über mehrere trophische Ebenen zieht, sodass sich langfristig der gesamte See verändert, nicht nur das Plankton.

Durch eine Nahrungsnetzmanipulation wird so eine Abnahme der Sedimentation von Algen und algenbürtigem Detritus erzeugt und führt zu einer Verminderung der Sauerstoffzehrung und folglich zu einer Verbesserung der Redox-Bedingungen im Hypolimnion und weiter zu einer Erhöhung der Immobilisierung von Phosphor im Gewässer [22].

Maßnahme G4: Abfischen der Algenblüte/ Mechanische Entkrautung

Bei Aufrahmungen von Algenblüten (Aufreiben der Algen an die Wasseroberfläche) ist es sinnvoll, diese dem Gewässer zu entnehmen, um einen Austrag von Biomasse und folglich von Nährstoffen zu erreichen. Hierzu eignet sich der Einsatz von Booten um die Algenblüten auf der gesamten Seefläche mittels Netzen/ Keschern abzufischen.

Als weitergehende Maßnahme dient der Einsatz eines Mähbootes zur Biomasseentnahme (mechanische Entkrautung) im Herbst. Hierbei können Makrophyten aus dem Gewässer mittels Schneidvorrichtungen entnommen werden. Das anfallende Mähgut kann weitgehend gehäckselt und direkt in einem am Ufer stehen-den Transportcontainer entladen werden [44].

Maßnahme G5: Röhrlichtzone

Neben einer gestalterischen Funktion kann eine Röhrlichtzone der weitergehenden Nährstoffelimination der Seewasserzirkulation dienen. Das über eine Seewasserzirkulation entnommene Wasser kann über diese Röhrlichtzone zugeführt werden, diese durchfließen und wieder in den See gelangen [44].

Maßnahme G6: Rezirkulation mit Einsatz eines Bodenfilters

In Bodenfiltern werden partikuläre und gelöste Wasserinhaltsstoffe während der Durchsickerung auf Grund von Filtration, Sorption und biologischem Abbau reduziert [22].

Grundsätzlich kann ein Bodenfilter zur Reinigung des Seewassers mittels Rezirkulation installiert werden. Dabei kann das Seevolumen vollständig filtriert werden, wodurch in den Bodenfiltern die zufließende Phosphor-Konzentration reduziert werden kann. Hierbei kann in das Filtersubstrat Eisenhydroxidgranulat beige-mischt werden, welches ein hohes Adsorptionsvermögen hinsichtlich Phosphor aufweist [44].

Maßnahme G7: Phosphoreliminationsanlage (PEA)

Das Prinzip der PEA beruht auf der Phosphatelimination durch Flockenfiltration mit Eisensalzen (oder Eisenhydroxidgranulat). Durch die Verbindung des Eisens und des Phosphates sedimentieren diese als Flocken und können dem Gewässer durch Abschöpfung entzogen werden [15].

Maßnahme G8: Durchmischung und Belüftung des Hypolimnions

Durch den Eintrag einer grobblasigen Begasung wird eine Gewässerschichtung aufgebrochen, wodurch die Algen in das Hypolimnion transportiert werden und so mittels einer künstlich erzeugten Lichtlimitation sich weniger reproduzieren [22].

Alternativ kann durch den Eintrag von Sauerstoff ins Tiefenwasser durch feinblasige Begasung mit reinem Sauerstoff (kein Aufbrechen der Gewässerschichtung) oder Belüftung mittels Rohrsystem im Hypolimnion aerobe Verhältnisse erzeugt werden und somit eine Remobilisierung von P aus der Sedimentoberfläche verhindert werden [22].

Maßnahme G9: Durchmischung und Belüftung des Epilimnions

Durch den Eintrag von Sauerstoff (bspw. durch einen Schaumspudler) in das Epilimnion kann die Gesamtsauerstoffkonzentration im See verbessert werden, da eine Durchmischung des Wasserkörpers gegeben ist. Dadurch wird die Remobilisierung des Phosphors aus dem Sediment eingeschränkt [44].

Bewertung der untersuchten Maßnahmen nach technischen und umweltfachlichen Kriterien

Die Variantenuntersuchung im Rahmen der Vorplanung diente der qualitativen Ermittlung der Vor- und Nachteile verschiedener technischer Lösungsmöglichkeiten. Unter Berücksichtigung der definierten Planungsziele und der Kostenstrukturen der einzelnen Lösungsvorschläge wurde ein transparenter Vorschlag für die zu realisierende Vorzugsvariante aufgezeigt und durch die Ergebnisse der Gewässergütemodellsimulation (Heft 7) bestätigt.

Unter Berücksichtigung des zuvor definierten Güteziels des geplanten Sees werden folgende zuvor beschriebenen Maßnahmen als Vorzug definiert:

Maßnahme G1: Durchströmung Wasserkörper

Durch den Zufluss von „frischem“ Grundwasser wird die Durchmischung im Wasserkörper des Sees bezogen auf die P-Konzentration günstiger, da der P-Gehalt des Grundwassers geringer als die gewählte kritische P-Konzentration (50 µg/l Bestimmungsgrenze) ist. Die Maßnahmen werden ohnehin im Zuge der Regulierung des Seewasserspiegels ausgeführt und sind auch aus Sicht der Gewässergüte sinnvoll.

Maßnahme G2: Animpfung mit Armelechteralgen

Grundsätzlich können sowohl lebende Armelechteralgen als auch deren Oosporen (Fortpflanzungsorgane) im See ausgebracht werden. Die Pflanzung lebender Armelechteralgen hat den Vorteil, dass die Pflanzen relativ schnell anwachsen und sich ausbreiten können. Der Nachteil besteht darin, dass aus logistischen Gründen nur kleine Flächen bepflanzt werden können. Zudem ist die Bepflanzung nur im flachen Wasser ohne größeren Aufwand möglich (ansonsten z. B. Einsatz von Tauchern notwendig).

Die flächige Beimpfung des Gewässers ist mit Oosporen möglich, hierbei stellt die Tiefe des Gewässers keine Restriktion dar. Ein zeitlicher Nachteil ist hingegen, dass die Oosporen zunächst keimen müssen. Grundsätzlich muss dem Anspritzverfahren vorangeschaltet sein, dass aus einem „Spendergewässer“ ein Wasser-Sediment-Gemisch entnommen wird, welches die Oosporen der Armelechteralgen beinhaltet. Dies erfolgt erfahrungsgemäß von der Gewässersohle durch Taucher, die einen Sauger einsetzen. Durch einen Schlauch wird das Gemisch in einen Container gepumpt. Dabei wird das Gemisch gefiltert, damit keine unerwünschten Spross-Teile anderer Pflanzenarten in das Zielgewässer eingetragen werden. Das gefilterte Gemisch muss anschließend auf den Oosporen-Gehalt analysiert werden. Die Ausbringung kann dann mittels Anspritzverfahren durchgeführt werden.

Das Konzept zur Animpfung mit Armelechteralgen wurde bereits erfolgreich im Projekt „Phoenix See Dortmund“ umgesetzt [32]. Die Ergebnisse im Zuge des durchgeführten Monitorings zeigen, dass die Besiedlung in den ersten beiden Jahren nach Installierung in 2011 schnell vorangeschritten ist. Die Bedeckung des Seebodens mit Armelechteralgen nahm von rd. 25 % im Jahr 2011 auf 35 % im Jahr

2012 zu [32]. Neben der flächigen Ausbreitung hat sich auch eine Art (Streifhaarige Armleuchteralge (*Chara hispida*)) entwickelt, die in der Roten Liste von Nordrhein-Westfalen als „vom Aussterben bedroht“ eingestuft ist [32]

Aufgrund der im Vergleich zu technischen Maßnahmen geringen Investitionskosten und der Minimierung bzw. der Entbehrung des regelmäßigen Unterhaltungsaufwand (ergo keine betrieblichen Ewigkeitskosten) sowie der abgeschätzten Trophie des Sees ist die Animpfung mit Armleuchteralgen besonders gut geeignet.

Maßnahme G3: Nahrungsnetzsteuerung (Biomanipulation)

Gemäß Literatur lassen sich die guten Erfolgsaussichten für eine Nahrungsnetzsteuerung in kleinen Flachseen an vielen Praxisbeispielen belegen [15]. Demnach lassen sich in 16 der untersuchten niederländischen Seen deutliche Verbesserungen – Erhöhung der Sichttiefe, Verringerung der Chlorophylla-konzentration erzielen [15].

Ein Neubesatz nach Herstellung des Sees kann so gesteuert werden, dass sich positive Auswirkungen auf die P-Konzentration ergeben.

Aufgrund der guten Erfolgsaussichten und der im Vergleich zu anderen Maßnahmen moderaten Investitionskosten wird die Maßnahme als Vorzugsmaßnahme definiert. Die Kosten von Besatzmaßnahmen richten sich nach den jeweiligen Preisen für die Satzische. Grundsätzlich steigen die Kosten mit dem Trophiegrad des zu behandelnden Gewässers.

Maßnahme G4: Abfischen der Algenblüte/ Mechanische Entkrautung

Bei der Maßnahme handelt es sich um eine Pflegemaßnahme. Es wird damit jedoch keine nachhaltige Wirkung erzielt. Vielmehr wird die Wirkung, nicht die Ursache bekämpft. Eine Umsetzung der Maßnahme kommt in Betracht, wenn es trotz der Umsetzung der Vorzugsmaßnahmen bei Auftreten besonderer Randbedingungen (sehr hoher Nährstoffeintrag, hohe Temperaturen, Verringerung des Wasserkörpervolumens) zu einem vermehrten Algenwachstum kommt.

Maßnahme G5: Röhrlichtzone

Anhand verschiedener Erfahrungswerte aus der Praxis ist die positive Wirkung bzgl. der Nährstoffelimination, vor allem die Reduktion von P-Verbindungen mittels Röhrlichtbeständen als gering einzustufen. Für den im Projektgebiet vorkommenden Teichrohrsänger ist ein Habitat im geplanten See zu schaffen, hierzu ist im nördlichen Bereich ein Schilfpolter geplant und im südlichen Seekopf eignet sich die geplante Uferzone die als Flachwasserzone mit Schilfbewuchs ausgebildet werden soll.

Maßnahme G6: Rezirkulation mit Einsatz eines Bodenfilters

Zur Reduzierung der P-Konzentration wird über die Zuläufe kontinuierlich Wasser eingeleitet. Das durch die Überläufe abfließende Wasser wird über einen Bodenfilter geleitet und anschließend über die Zuläufe wieder in den See eingeleitet. Der Einsatz eines Bodenfilters im Rahmen einer Rezirkulation des Seewassers wird als Maßnahme der Gütebewirtschaftung als sinnvoll erachtet.

Die Maßnahmen G7, G8 und G9 sind mit zusätzlichen Baumaßnahmen verbunden, die zu negativen bauzeitlichen Auswirkungen auf die Umwelt führen können. Diese sollten daher nur umgesetzt werden, wenn es im Regelbetrieb zu erheblichen Belastungen kommt. Mit der Umsetzung der schonenderen Maßnahmen ist dies aber nicht zu erwarten.

Von den Maßnahmen G1 bis G4 gehen keine negativen bzw. nur sehr geringe Auswirkungen auf die Umwelt aus. Durch die Maßnahme G5 wird die Habitatsstruktur für den Teichrohrsänger im See gewährleistet.

3.11 Seebetrieb

Nach der Inbetriebnahme des Sees beginnen die regelmäßigen Arbeiten zur langfristigen Pflege und Unterhaltung des Hillersees, die maßgeblichen Einfluss auf den ökologischen Zustand des Sees haben. Die dann zu erbringenden Leistungen sollten in Form eines Betriebs- und Beckenbuchs als zentrale Sammlung aller notwendigen Unterlagen beschrieben werden. Im Folgenden wird, in Anlehnung der Richtlinien und Verordnungen für Talsperren, die Darstellung einer Gliederungsstruktur des Beckenbuchs vorgenommen. Eine endgültige Version eines Beckenbuchs kann erst nach Fertigstellung der Gesamtanlage erstellt werden, da erst dann die Ausführungsunterlagen und Bestandsdokumentationen nach Bau aller Anlagen vorhanden sein werden.

Der Inhalt des Betriebsbuches orientiert sich an den Vorgaben von Punkt 11.2 der DIN 19 700, Teil 11 – Talsperren [40]. Der geplante See besitzt aufgrund seiner Bauweise als Abgrabungssee eindeutig geringeres Sicherheitsrisiko als eine normale Talsperre. Insofern entfallen einige Anforderungen, die an Talsperren zu stellen wären.

Das Betriebs- und Beckenbuch besteht aus den folgenden Bausteinen:

- Teil A: Allgemeine Beschreibung der Anlagen und Aufgaben des Hillersees
- Teil B: Betrieb des Hillersees

Das Betriebsbuch ist in dauerhafter Ausführung mit Inhaltsverzeichnis bei der Aufsichtsbehörde, dem Betreiber und dem Betriebspersonal an der Betriebsstelle vorzuhalten und zu pflegen.

Gemäß Punkt 11.2 der DIN 19 700, Teil 11 sind im Betriebsbuch folgende Angaben zu Teil A zu machen:

- a) Bauherr und Betreiber des Hillersees
Hier ist es sinnvoll eine Seebetreiber-gesellschaft zu gründen, damit alle erforderlichen Gewässerunterhaltungsmaßnahmen aus einer Hand koordiniert werden können.
- b) Historie der Vorplanung, Planungs- und Ausführungszeitraum
- c) Zusammenstellung der Antragsunterlagen und der Genehmigungsbescheide zum Bau- und Betrieb des Hillersees
- d) Darstellung der Gesamtanlage

Die Gesamtanlage des Hillersees ist zu beschreiben. Dabei sind Angaben zum Zweck des Sees und zur Situation in geologischer, baulicher, städtebaulicher, wasserwirtschaftlicher und in ökologischer Hinsicht und den Grundzügen des Betriebs zu machen.

- e) Kurzcharakteristik des Hillersees
Angaben zu meteorologischen und hydrologischen Verhältnissen, des Wasserdargebotes, Ausbaudaten, Retentionswirkungen, Angaben über die Leistungsfähigkeit der baulichen Anlagen
- f) Beschreibung der Einzelbauwerke und Anlagenbereiche des Hillersees

In Teil B werden die Aufgaben der Unterhaltung des Sees und die Zuständigkeiten (zwischen der Stadt Recklinghausen, dem Betreiber, dem Betriebspersonal und den Genehmigungsbehörden) festgelegt. Darüber hinaus werden die regelmäßig wiederkehrenden Aufgaben zur Unterhaltung des Hillersees in Form von Betriebsplänen und Dienstanweisungen beschrieben. Dies sind u. a.:

- Betriebsplan für die Wassermengenbewirtschaftung
- Betriebsplan für die Wassergütebewirtschaftung
- Hochwassermelde- Alarmplan
- Dienstanweisungen für das Betriebspersonal
- Verzeichnis der zu unterhaltenden Bauwerke und Anlagen

Der Betriebsplan Wassermengenbewirtschaftung sollte sich in die Teile:

- Erstbefüllung
- Regelbetrieb

untergliedern, wobei die Wasserentnahme für die Erstbefüllung u. a. aus dem Trinkwassernetz erfolgen kann.

Die Wassergüte des Hillersees wird durch chemische und biologische Parameter bestimmt. Die in den vorgenannten Kapiteln beschriebenen Ziele sind durch ein umfangreiches Biomonitoring zu überwachen und ggf. durch eine entsprechende Steuerung der Nährstoffbilanz zu erreichen. Mit Hilfe der folgenden Messprogramme können die Grundlagen der Nährstoffbilanz gewonnen werden:

Tabelle 10: Messprogramme zur Wassergütebewirtschaftung

Parameter	Ausführender Sachverständiger	Kontrollintervall und Ort der Probennahme
Chemische Parameter		
z. B. Phosphor, Sauerstoff, Eisen, Mangan, Sulfatgehalt, Nitrat	Zertifiziertes Labor für Wasseranalytik	4 x pro Jahr an verschiedenen Stellen im See
Schadstoffe	Zertifiziertes Labor für Wasseranalytik	1 x pro Jahr an verschiedenen Stellen im See
Physikalische Parameter		
z. B. Sichttiefe, Wassertemperaturprofile über die Seetiefe, pH-Wert, Leitfähigkeit	Eigenkontrolle	Monatlich, im Sommer häufiger an verschiedenen Stellen im See
Biologische Parameter		
z.B. Chlorophyllgehalt, ggf. Bestimmung der Algen	Sachverständiger Gewässerbiologie	3x pro Jahr in Abhängigkeit von der Vegetationsphase an verschiedenen Stellen im See
Kontrolle der Initialbepflanzungen in und am See	Sachverständiger Gewässerbiologie	1x pro Jahr nach Bepflanzungsplänen
Algenwachstum, Fischbesatz	Fischersachverständiger	1x pro Jahr nach Bepflanzungs- und Fischbesatz und Hegeplänen
Biomasseentnahme durch Mähen des Schilfs und der Wasserpflanzen	Betreiber	Nach Erfordernis
Biomasseentnahme im Bodenfilter	Betreiber	Monatlich, im Sommer öfters
Gehölzpflege (bspw. Baumallee an Uferpromenade)	Betreiber	2x pro Jahr
Beseitigung Müll im und am See	Betreiber	Ganzjährig, im Sommer öfters
Allgemeine Kontrollen		
Kontrolle des Badeverbots und der Beschilderung	Betreiber	Im Sommer

Die Ergebnisse der Wassergütebewirtschaftung (Biomonitoring und Biomassemanagement) sind in Jahresberichten zu dokumentieren.

Die Dienstanweisung für das Betriebspersonal enthält u. a. Anweisungen für das Verhalten bei Unfällen und im Gefahrenfall sowie eine Anleitung zur Führung des Betriebstagebuches. Ergänzend können in der Dienstanweisung für das Betriebspersonal Anweisungen für die Durchführung von Mess- und Kontrollprogrammen aufgenommen werden. Weiterhin werden in der Betriebsanweisung die

Bedienungsanleitungen und Wartungsvorschriften der für die Sicherheit des Betriebes notwendigen Messeinrichtungen zusammengestellt.

In einem Wartungs- und Kontrollplan werden die zur Unterhaltung des Sees nach Aufgabenbereichen untergliedert und die erforderlichen Tätigkeiten zusammengestellt. Die nachfolgend genannten Beobachtungsrhythmen sind zunächst als Anfangsempfehlung zu betrachten. Nach Vorliegen einer ausreichenden Betriebserfahrung können die Beobachtungsintervalle in Abstimmung mit den Genehmigungsbehörden ggf. modifiziert werden.

Teil 1: Allgemeine Aufgaben:

- Wöchentlicher Beobachtungsrhythmus
 - regelmäßige Ablesung der automatischen Aufzeichnungen des Beckeninhaltspegels und ggf. der Ablaufmessung
 - optional: Auslesen der automatischen Aufzeichnungen der Klimadaten (Niederschlag, Temperatur, etc.)
 - regelmäßige optische Überprüfung des Wassers auf Verunreinigungen
 - regelmäßige optische Überprüfung der Uferwege und der Betriebsanlagen
- Monatlicher Beobachtungsrhythmus
 - Kontrolle der Ufer auf Verunreinigungen und Böschungsausbrüche mit dem Boot von der Wasserseite aus
 - Ereignisabhängige Kontrollen
 - Kontrolle des Uferbereichs des Sees, bspw. nach lokalen Großveranstaltungen am See

Teil 2: Bauliche Anlagen:

Die Wartungsarbeiten (Instandhaltungsplan) und Kontrolltätigkeiten (Überprüfungsplan) werden in der nachstehenden Tabelle zusammengestellt:

Tabelle 11: Wartungsarbeiten und Kontrolltätigkeiten der baulichen Anlagen

Bauliche Anlage	Wartungsarbeiten und Tätigkeiten	Kontrollintervall
Überlaufschwelle Schilfpolter – See	Sichtkontrolle	1x pro Jahr
Slipanlage	Sichtkontrolle	1x pro Jahr
Steg	Sichtkontrolle	1x pro Jahr
Bodenfilter	Sichtkontrolle	2x pro Woche
	Funktionskontrolle der Pumpen, Schieber, Klappen	1x pro Woche
	Messung der Beschickungsmenge	Kontinuierlich, Auswertung der Aufzeichnungen des Pumpetriebs im Zu- Ablauf
	Mechanische und elektrische Anlagenteile	Nach Angaben des Herstellers
Ablaufschacht und Ablaufkanal	Sichtkontrolle	1x pro Jahr
	Funktionskontrolle der Schieber	1x pro Quartal
	Mechanische und hydraulische Anlagenteile	Nach Angaben des Herstellers
	Kanalbefahrung des Ablaufkanals	1x pro 5 Jahre
Auslauf Durchlass DN 1000	Sicht- und Funktionskontrollen	Nach DIN EN 1610 Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen

Die auf den Vorgaben der Dienstanweisungen erhobenen Daten und Ergebnisberichte werden im Betriebstagebuch zusammengestellt. Im Hinblick auf die regelmäßig erforderlich werdenden Auswertungen und dem ständig steigenden Datenumfang wird empfohlen, die Daten digital in einem elektronischen Betriebsbuch zu speichern.

Die regelmäßig für den täglichen Betrieb benötigten Planunterlagen sollten getrennt von den Planungsunterlagen zusammengestellt werden. Dies sind bspw. Lageplan der Gesamtanlage, Bauwerkverzeichnis, Bestandspläne von ausrüstungstechnischen und elektrischen Einrichtungen, einschließlich Schalt- und Steuerpläne.

4 Kostenberechnung

4.1 Investitionskosten

Für die vorliegende Entwurfsplanung ergeben sich folgende Baukosten gem. **Anlage A-9**:

netto	6.905.884,90 €
Zzgl. MwSt. 19 %	1.312.118,13 €
brutto	8.218.003,03€

Die zugehörige Massenermittlung ist der **Anlage A-10** zu entnehmen.

Es ist zu beachten, dass bei der Kostenberechnung die Gesamtkosten für den See einschließlich Begleitbauwerk und Seeablaufgraben ermittelt wurden. Diese werden jedoch nicht zur Planfeststellung beantragt.

Nicht eingeflossen sind Kosten für Unvorhergesehenes und Baunebenkosten. Kosten, die im Rahmen der Erschließung des Planungsgebietes auch ohne den See anfallen würden, sind nicht Gegenstand der Kostenberechnung. Hierzu zählen u. a.

- Abtrag, Konditionierung, Transport und Verwertung der anthropogenen Auffüllungen, da diese gemäß Bodenmanagementkonzept ohnehin abzutragen sind
- Geländeaufhöhungen und -anpassungen
- Verwertung bzw. Entsorgung sowie Aufbereitung der Aushubböden, da diese gemäß Massenmanagement als Lärmschutzwall benötigt werden (insb. Brechen von Fels und Kalken von Schluff)
- Kosten für Niederschlagsbehandlung, wie der Bau von Regenklärbecken, Retentionsbodenfiltern

Durch die Vorgaben der Master- und Freianlagenplanung ergibt sich im Uferbereich infolge der harten Uferkante eine Kostensteigerung gegenüber der Machbarkeitsstudie. Im Abgleich zur Vorplanung gilt für die Teilabdichtung des Sees um den Abstrom zu verringern und den Seewasserspiegel in den Sommermonaten möglichst konstant zu halten sowie für die Etablierung einer Flächendrainage um den Grundwasserspiegel im Norden unterhalb der Geländeoberkante zu halten.

4.2 Betriebskosten

Neben den reinen Bau- und Baunebenkosten fallen ebenso betriebliche Kosten zur Unterhaltung des geplanten Sees an. In Anlehnung an Kapitel 3.1 Seebetrieb werden hierzu die Kosten wie folgt abgeschätzt. Hierbei ist zu beachten, dass die in unten aufgestellter Tabelle benannten Kosten lediglich eine erste Orientierung bieten sollen und diese im Zuge der weiteren Planung ggf. zu konkretisieren sind.

Tabelle 12: Zusammenstellung Betriebskosten

Beschreibung	Menge	ME	Intervall [-/a]	EP [€]	GP [€]
Messprogramm Seewasser (Nährstoffe)	1	psch	4	500,00	2.000,00
Messprogramm Seewasser (Schadstoffe)	1	psch	1	500,00	500,00
Messprogramm Seewasser (physikalische Parameter)	1	psch	18	100,00	1.800,00
Monitoring (Chlorophyllgehalt)	1	psch	3	250,00	750,00
Erstellung Monitoring Bericht	1	psch	1	2.500,00	2.500,00
Kontrolle Initialpflanzungen und Fischbesatz	1	psch	2	2.000,00	4.000,00
Biomasseentnahme	1	psch	18	500,00	9.000,00
Gehölzpflege	1	psch	2	1.200,00	2.400,00
Beseitigung Müll	1	psch		250.000,00	250.000,00
Anlagenwartung (sämtliche Anlagen)	1	psch	1	15.000,00	15.000,00
Summe, laufende Kosten pro Jahr					287.950,00

Laufende Energiekosten etwaiger technischer Anlagen (Pumpen) werden in der Zusammenstellung nicht ausgewiesen. Dies vor dem Hintergrund des frühen Planungsstandes der TA. Die Energiekosten sind maßgeblich von der Auswahl der Pumpleistung und dem intermittierenden Betrieb der Pumpen abhängig.

5 Ergebnisse der weiteren Fachplanung

5.1 Entwässerungsplanung

Das Heft 2 Kanal- und Entwässerungsplanung umfasst die Planung der Entwässerung des neuen Quartiers inklusive der Regenwasserbehandlungsanlagen. Als nachrichtliche Information ist der Erläuterungsbericht der Kanal- und Entwässerungsplanung im Heft 2 beigefügt. Anlagen zum Erläuterungsbericht sind nicht beigefügt, da diese nicht Gegenstand des Planfeststellungsantrags darstellen. Nachfolgend erfolgt eine kurze Zusammenfassung:

Das Entwässerungsnetz wird im Trennsystem für Schmutz- und Regenwasser ausgebildet.

Das Schmutzwasserkonzept sieht eine Ableitung des gesamten häuslichen Abwassers im Freispiegelgefälle und den Anschluss an zwei Übergabepunkten in den Mischwasserkanal der Emschergenossenschaft vor.

Das Regenwasserkonzept sieht für die insgesamt fünf definierten Einzugsgebiete des Quartiers differenzierte Lösungen vor.

Die beiden größten Einzugsgebiete im Norden und Süden des Quartiers bilden den Großteil des Erschließungsgebiets aus. Das dort anfallende Regenwasser wird nach einer Regenwasserbehandlung durch jeweils einen Retentionsbodenfilter in den See eingespeist. Die entsprechenden Einzugsgebiete wurden zur Erzielung einer positiven Seewasserbilanz hierzu möglichst abflusswirksam gestaltet.

Das Regenwasser des östlich gelegenen Einzugsgebiets des neuen Quartiers wird aus topografischen Gründen nicht in Richtung See abgeleitet, sondern dirigiert sich über oberflächen- und naturnahe Ableitungselemente zu einer zentralen Retentionsmulde. Da hier im Gegensatz zu den vorgenannten, seespeisenden Gebieten keine Anforderungen an eine möglichst große Regenwasserabflussmenge, sondern eher Vorgaben zur Abflussbegrenzung zum Bärenbach bestehen, können die entsprechenden Baufelder mit abflussreduzierenden Bauweisen (z. B. Gründächer und versickerungsfähige Beläge) konzipiert werden.

Ein Einzugsgebiet im Westen des neuen Quartiers wird ebenfalls aus topografischen Zwängen nicht zum See geleitet, sondern in den Mischwasserkanal der Emschergenossenschaft eingeleitet. Für dieses Einzugsgebiet ist ebenfalls eine abflussreduzierende Bauweise mit Gründächern und versickerungsfähigen Belägen vorgesehen.

Das Einzugsgebiet der nördlich gelegenen Blitzkuhlenstraße wird unverändert an die städtische Mischwasserkanalisation angeschlossen. Hier findet keine wesentliche Abflussveränderung statt.

Die geplante Regenwasserkanalisation wurde gemäß DWA A-118 in einem ersten Schritt bemessen und dann für eine Überstauhäufigkeit von $T = 3$ a nachgewiesen.

Im Rahmen einer Überflutungsprüfung konnten keine Gefährdungspunkte für eine schadhafte Überflutung festgestellt werden. Überstauendes Regenwasser kann im Regelfall schadlos in Richtung See abfließen, der über ein umfangreiches Retentionsvermögen verfügt. Die wenigen Überstaupunkte, die nicht in Richtung See abfließen können, rufen keine schadensbehafteten Überflutungen hervor.

Die beiden Retentionsbodenfilter im Norden und Süden des Gebiets dienen insbesondere der Erhaltung der Seewasserqualität und werden zur weitergehenden Phosphorelimination mit dem Phosphor-Absorbens Eisenhydroxid melioriert. Eine Rezirkulation ermöglicht im Trockenwetterfall die Rückführung und Reinigung von Seewasser über die Bodenfilter.

5.2 Umweltverträglichkeitsprüfung

Im Rahmen der Planung wurde durch FROELICH & SPORBECK GmbH & Co. KG die UVP erstellt. Die Ergebnisse sind im Heft 3 dargelegt. Nachfolgend werden die Grundzüge zur Betrachtung dieses Planungsteils kurz zusammengefasst.

Der UVP-Bericht beschreibt und bewertet die Auswirkungen des Vorhabens auf die Schutzgüter Menschen, einschließlich der menschlichen Gesundheit, Tiere, Pflanzen und die biologische Vielfalt, Fläche, Boden, Wasser, Luft / Klima, Landschaft, kulturelles Erbe und sonstige Sachgüter einschließlich der Wechselbeziehungen zwischen den vorgenannten Schutzgütern.

Der UVP-Bericht kommt zu dem Ergebnis, dass erhebliche Umweltauswirkungen bezogen auf die Schutzgüter Pflanzen, Tiere und die biologische Vielfalt, Boden und Fläche, Luft und Klima, Landschaft sowie kulturelles Erbe und sonstige Sachgüter unter Berücksichtigung von entsprechenden Maßnahmen ausgeschlossen werden können [41]

Im weiteren Planungsverlauf, auf Ebene der verbindlichen Bauleitplanung, erfolgt die Abarbeitung der Eingriffsregelung, um die Eingriffe in Biotope zu bilanzieren und ggf. auszugleichen.

5.3 Artenschutz

Das Plangebiet wurde als Grundlage für eine Eingriffs-/ Ausgleichsbilanzierung erstmals im Jahr 2016 durch die Uwedo Umweltplanung Dortmund kartiert. Die Ergebnisse der Biotoptypenaufnahme sind einem Kartierbericht mit beiliegender Planunterlage dokumentiert [42]. Weiterhin wurde Uwedo Umweltplanung Dortmund mit der faunistischen Kartierung im Untersuchungsraum und einer Artenschutzprüfung Stufe II (Vertiefende Prüfung der Verbotstatbestände) beauftragt, die im Dezember 2017 vorgelegt wurde [42]. Die Ergebnisse werden im Folgenden kurz zusammengefasst.

Zur Beurteilung der artenschutzrechtlichen Belange wurden faunistische Kartierungen der Artengruppen Avifauna, Fledermäuse, Amphibien, Reptilien und Libellen durchgeführt. Zusätzlich wurden Daten zu Vorkommen planungsrelevanter Arten aus externen Quellen in die Betrachtung miteinbezogen [42].

Im Rahmen der Artenschutzprüfung der Stufe I wurde zunächst dargestellt, für welche Messtischblattquadranten 4409/1 (Herne) genannten planungsrelevanten Arten (LANUV 2016) geeignete Lebensräume im Untersuchungsraum vorhanden sind bzw. welche Arten bereits nachgewiesen wurden. Die Arten, für die eine Lebensraumfunktion nachgewiesen oder nicht ausgeschlossen wurde, wurden anschließend unter Berücksichtigung der zu erwartenden Wirkfaktoren dahingehend betrachtet, ob artenschutzrechtliche relevante Auswirkungen durch das Projekt möglich sind.

Nach [42] konnten im Ergebnis artenschutzrechtliche Konflikte im Hinblick auf die Verbotstatbestände des § 44 Abs. 1 i. V. m. Abs. 5 BNatSchG für die Fledermausarten (Großer Abendsegler, Kleiner Abendsegler, Mückenfledermaus, Flughörnchen, Wasserfledermaus und Zwergfledermaus), die Vogelarten Flussregenpfeifer, Haussperling, Kiebitz, Rauchschwalbe und Teichrohrsänger sowie der Amphibienart Kreuzkröte nicht ausgeschlossen werden. Daher wurde für diese Arten eine Art-für-Betrachtung im Rahmen einer Artenschutzprüfung der Stufe II durchgeführt.

Für die genannten Fledermausarten sind eine Zerstörung von Quartieren im Rahmen einer Inanspruchnahme von Höhlenbäumen bzw. Gebäudequartieren und damit verbundene baubedingte Tötungen nicht auszuschließen. Durch entsprechende Maßnahmen zur Vermeidung von Tötungen, zur Vermeidung von Lebensraumverlusten (z. B. Erhalt von Höhlenbäumen) und vorgezogene Ausgleichsmaßnahmen (z. B. Installation von Fledermauskästen, Altholzsisicherung) kann eine Erfüllung von Verbotstatbeständen (§ 44 Abs. 1 Nr. 1 und 3 i. V. m. Abs. 5 BNatSchG) vermieden werden [42].

Bezüglich der Avifauna sind baubedingte Tötungen durch eine Baufeldräumung außerhalb der Brut- und Aufzuchtzeiten vermeidbar. Für den Flussregenpfeifer und den Kiebitz ist eine Ansiedlung während der Bauarbeiten durch geeignete Maßnahmen zu vermeiden. Betriebsbedingte Individuenverluste sind nicht in relevantem Maße zu erwarten, sodass der Verbotstatbestand der Tötung (§ 44 Abs. 1 Nr. 1 i. V. m. Abs. 5 BNatSchG) nicht erfüllt wird [42].

Ein projektbedingter Verlust der ökologischen Funktion von Lebensstätten ergibt sich für die Arten Teichrohrsänger, Rauchschwalbe und Haussperling. Durch geeignete vorgezogene Ausgleichsmaßnahmen (z. B. Anbringung von Nisthilfen und Nahrungshabitaten, Schaffung von Schilfbeständen) kann diese Funktion jeweils im räumlichen Zusammenhang erhalten werden, so dass der Verbotstatbestand der Zerstörung (§ 44 Abs. 1 Nr. 3 i. V. m. Abs. 5 BNatSchG) nicht erfüllt wird [42]. Das Ersatzhabitat für den Teichrohrsänger wurde inzwischen im Osten des Gebietes umgesetzt.

Darüber hinaus sind nach [42] keine weiteren erheblichen Störungen, die sich auf den Erhaltungszustand der Arten auswirken könnten, nicht zu erwarten. Eine Erfüllung des Verbotstatbestands der Störung (§ 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG) ist daher auszuschließen.

Baubedingte Tötungen der Kreuzkröte werden durch entsprechende Maßnahmen so weit wie möglich vermieden. Ein signifikant erhöhtes betriebsbedingtes Tötungsrisiko besteht nicht. Somit wird der Verbotstatbestand der Tötung (§ 44 Abs. 1 Nr. 1 i. V. m. Abs. 5 BNatSchG) nicht erfüllt. Zudem sind Maßnahmen zur Optimierung von Landhabitaten im räumlichen Zusammenhang vorzusehen. Die ökologische Funktion der Lebensstätte im räumlichen Zusammenhang bleibt unter Berücksichtigung von Maßnahmen weiterhin erfüllt. Auch Störungen, die sich auf den Erhaltungszustand der lokalen Population der Art auswirken könnten, sind nicht nach [42] nicht zu erwarten. Die Verbotstatbestände der Störung (§ 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG) sowie der Zerstörung (§ 44 Abs. 1 Nr. 3 i. V. m. Abs. 5 BNatSchG) werden demnach ebenfalls nicht erfüllt.

Insgesamt kommt die vertiefende Prüfung der Verbotstatbestände (Stufe II) zu dem Schluss, dass unter der Berücksichtigung geeigneter Vermeidungsmaßnahmen und vorgezogener Ausgleichsmaßnahmen (bereits realisiert) artenschutzrechtliche Konflikte ausgeschlossen werden können und in diesem Fall keine Verbotstatbestände gem. § 44 Abs. 1 Nr. 1 bis 3 BNatSchG erfüllt werden [42].

5.4 Umweltfachplanung

Zur Ermittlung des erforderlichen Kompensationsbedarfs wurde der derzeitige Ausgangszustand des Planfeststellungsbereichs dem Planzustand gegenübergestellt. Die Bilanzierung erfolgte unter Anwendung der „Eingriffsregelung im Kreis Recklinghausen und Gelsenkirchen“. Die Gegenüberstellung von Ausgangs- und Planzustand ergibt einen Kompensationsüberschuss von 134.581,5 Biotopwertpunkten [47]. Die artenschutzrechtlichen relevanten Konflikte sowie die daraus resultierenden Maßnahmen sind dem Landschaftspflegerischen Begleitplan (Heft 5) des Büro FROELICH & SPORBECK GmbH & Co. KG [47] zu entnehmen.

5.5 Hydrogeologie

5.5.1 Berechnungsgrundlagen und -annahmen

Auf Basis der Wasserspiegellage von 57 m NHN und einer Seetiefe von maximal 3,4 m wurde das Grundwassermodell zur Bilanzierung der Zu- und Abstrommengen abschließend im Februar 2021 erstellt.

Die Simulation des Planungszustands wurde für folgende Randbedingungen aufgestellt:

- stationäre und instationäre Verhältnisse,
- keine Verdunstung von der Seefläche,
- Grundwasserneubildung wie im Ist-Zustand (1989-2019),
- komplette Einbindung des Sees in die Kreide,
- halbseitige Abdichtung der Seesohle auf der Südseite Schichtstärke 10 cm, $k_f=1 \cdot 10^{-8}$ m/s
- Drainage auf der Nordseite des Sees

Die Kalibrierung des Modells erfolgt anhand der Grundwasserstände an den Messtellen. Dabei werden die Durchlässigkeitsbeiwerte innerhalb vorgegebener Grenzen für jede Schicht iterativ geändert.

Es wurden sowohl stationäre als auch instationäre Berechnungen durchgeführt. Die stationäre Berechnung erfolgte auf Basis mittlerer hydrologischer Verhältnisse und entsprechenden Grundwasserneubildungsraten.

Für die instationären Berechnungen wurden Monatswerte verwendet, die von realen Jahren abgeleitet wurden, um keine synthetischen Wetterdaten zu verwenden. Es wird ein sehr trockenes Jahr, gefolgt von einem trockenen Jahr und ein normales Jahr berechnet.

5.5.2 Berechnungsergebnisse

Die Ergebnisse der Grundwassermodellierung können dem Heft 6 entnommen werden.

Für die stationäre Berechnung ergibt sich eine mittlere jährliche Stützwassermenge von rund 28.000 m (netto). Der berechnete GW-Zustrom zum See beträgt rund 9.000 m³/a (brutto), der berechnete Abstrom rund 37.000 m³ (brutto).

Für eine Zeitreihe von drei Jahren wurde nach vorausgegangener Einstellung von quasistationären Zuständen eine Zeitreihe mit Neubildungswerten simuliert, die aus einem sehr trockenen Jahr, einem trockenen Jahr und einem Normaljahr bestand. Es ergeben sich die in der folgenden Abbildung dargestellten Austauschraten zwischen Grundwasser und Oberflächenwasser. Die Ergebnisse des Grundwassermodells weisen einen Verlust von Grundwasser als negative Rate und den Gewinn an Grundwasser als positive Rate aus. Die Stützwasserrate hat daher ein positives Vorzeichen, die Abflussspende ein Negatives. Im Mittel ergibt sich in der instationären Berechnung ein vergleichbarer Stützwasserbedarf, wie er für die stationäre Berechnung ausgewiesen wurde. In den Monaten März bis

Oktober treten Stützwassermengen von 2.000 bis 5.000 m³/Monat auf. In den Monaten Januar und Februar wird ein Abfluss von bis zu 4.500 m³/Monat erzeugt.

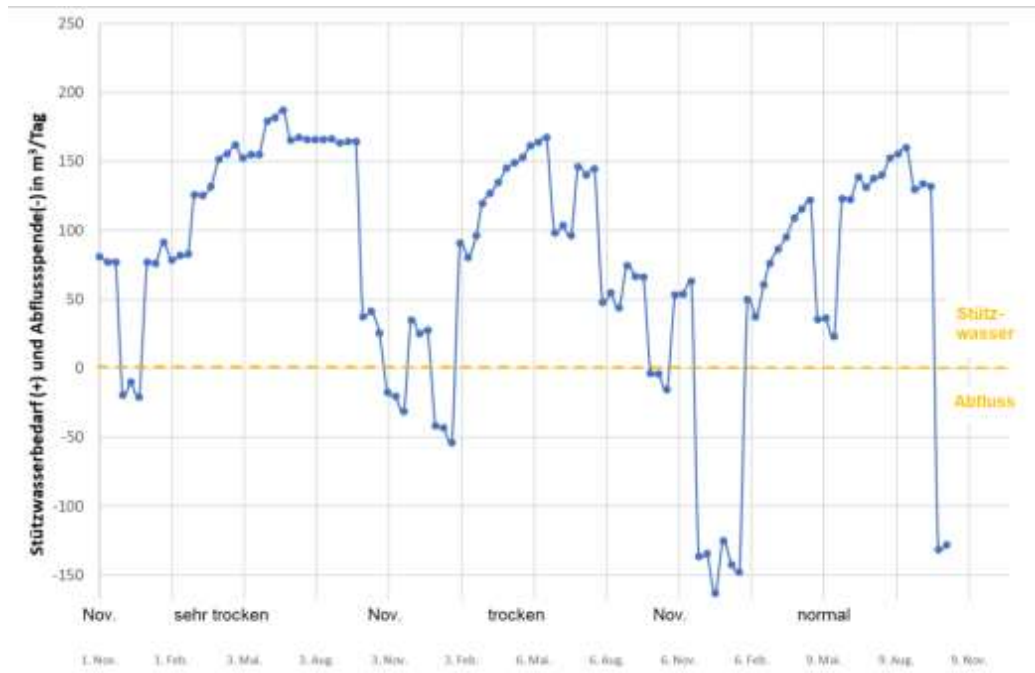


Abbildung 25: Abflussspende (= Überschuss bzw. negativer Wert) und Stützwasserbedarf (positive Werte)

Gegenüber dem Istzustand ergibt sich im nördlichen Bereich des Sees (GW-Zustrom) eine Absenkung von bis zu 1,7 m und im südlichen Bereich (GW-Abstrom) eine Aufhöhung des Grundwassers um bis zu 2,9 m. Die Bereiche maximaler Änderung befinden sich jeweils innerhalb des geplanten Sees. Außerhalb des Sees ergeben sich Änderungen von 0,25 bis 1,0 m. Basis für die Berechnungen an dieser Stelle ist die stationäre Berechnung.



Abbildung 26: Vergleich der Grundwassergleichen Ist-Zustand (rechts) und Planungszustand (links)

Im Vergleich zur Bestandssituation ergeben sich durch den See mit Grundwasseranschluss bei einem Wasserspiegel von 57 m NHN Anstiege des mittleren, stationären Grundwasserspiegels im Süden von bis zu 1,0 m im Bereich des Teichs bis zu 2,9m) und Absenkungen im Norden von bis zu 1,7 m. Die Absenkungen im Bereich der bestehenden Bebauung nördlich der Blitzkuhlenstraße betragen dabei maximal 1,0 cm.

Bei der Geländemodellierung ist auf die veränderten Grundwasserstände zu achten. Trotz der grundwasserabsenkenden Wirkung liegt der Grundwasserspiegel im Norden des Sees in der Nähe der geplanten Geländeoberkante.

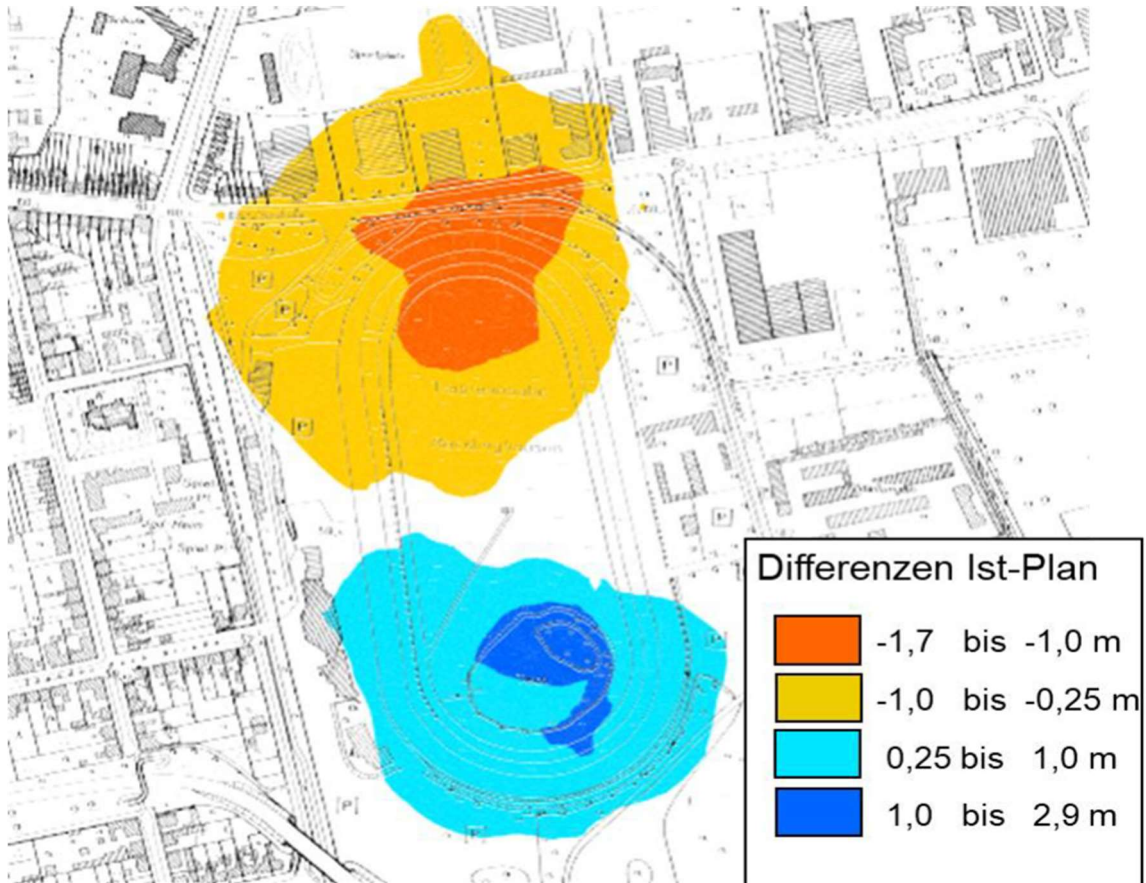


Abbildung 27: Berechnete Veränderung des mittleren, stationären GW-Spiegels durch den See (Planungszustand)

Die Absenkungen im Norden liegen somit im natürlichen Schwankungsbereich des Grundwassers.

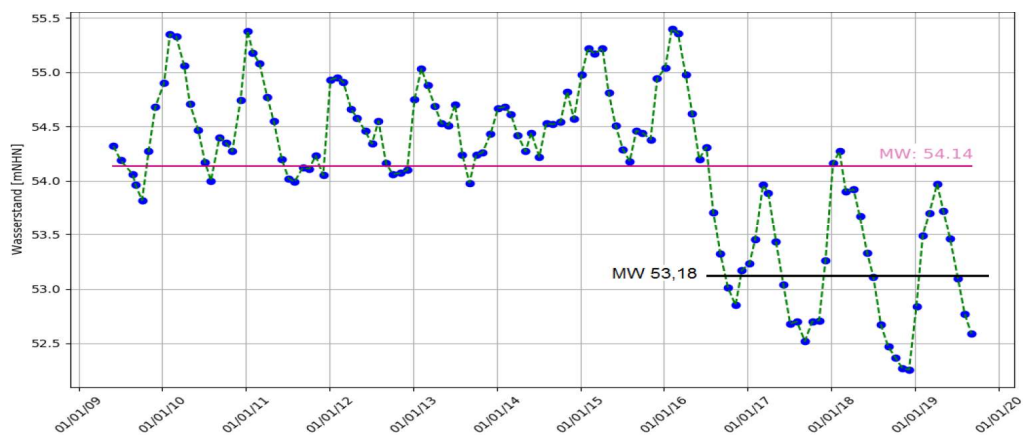


Abbildung 28: Ganglinie der EGLV Messstelle 2435320 der letzten 10 bzw. 3 Jahre

Der Versprung im Jahre 2015 ist auf die Inbetriebnahme einer Drainage durch die Emschergenossenschaft in der Straße Am Sattelplatz zu erklären.

In der Folge wurden Berechnungen mit unterschiedlichen Seewasserspiegellagen durchgeführt, um den Einfluss auf die Grundwasserbilanz zu untersuchen. Bei einer Wasserspiegellage von ca. 56,4 m NHN ergibt sich ein ausgeglichener Wasserhaushalt. Der Seewasserspiegel liegt somit ca. 0,6 m über dem Gleichgewichtswasserspiegel, der sich ohne eine Steuerung durch die natürlichen Grundwasser-Zu- und Abströme einstellen würde

5.6 Gewässergüte

Im Rahmen der Vorplanung erfolgte die Ersteinschätzung und Bewertung der trophischen Situation des geplanten Sees nach dem empirischen Ansatz nach Vollenweider (OECD, 1982). Zur weitergehenden Betrachtung der Gewässergüte im geplanten See wurde eine Gewässergütemodellberechnung von der Stadtentwicklungsgesellschaft Recklinghausen mbH beauftragt. Die Dokumentation ist dem Heft 7 Gewässergütemodell zu entnehmen. Im Folgenden wird eine Kurzzusammenfassung der Ergebnisse aufgeführt.

Anhand einer numerischen Simulation wurde der voraussichtliche spätere Trophiegrad des Sees (Szenario A, Normalbedingungen) abgeschätzt und der mögliche Verlauf der Seewassergüte nach einem Starkregenereignis (Szenario B, Starkregenereignis) prognostiziert. Die Abschätzung wurde anhand einer numerischen Simulation der wesentlichen physikalischen, chemischen und biologischen Prozesse in einem See vorgenommen. Die Simulation erfolgte mit dem Programm WASP (Water Quality Analysis Simulation Program) der United States Environmental Protection Agency (U. S: EPA) in der Version 8.32.

Bei den angenommenen Frachten, insbesondere von Phosphor, sollte es im See nicht zu einer übermäßigen Algenentwicklung kommen.

Nach einem Starkregenereignis steigen die Nährstofffrachten sprunghaft an und erreichen temporär höhere Nährstoffgehalte im See, die an der oberen Grenze des mesotrophen Bereich liegen. Trotz der höheren Einträge scheinen die Sauerstoffgehalte ausreichend hoch zu bleiben. Die Wasserqualität im See stellt sich nach rd. einem Jahr gemäß Qualität vor dem Starkregenereignis wieder ein.

Insgesamt zeigt die Abschätzung der möglichen Stofffrachten und die darauf basierende Simulation der Gewässergüte, dass der See in einem mesotrophen Zustand gehalten werden kann. Für einen typischen Flachwassersee entspricht dies den natürlichen Verhältnissen. Bei entsprechender Bewirtschaftung und sorgfältiger Information der Öffentlichkeit können die diffusen Frachten erheblich reduziert werden, sodass dies auch positive Auswirkungen auf die Gewässergüte haben kann.

5.7 Bodenmechanik und Erdstatik

Die Untersuchungen und Berechnungen zum Baugrund sind im Heft 8 zusammengetragen. Die durchgeführten Schürfe und Aufschlussbohrungen weisen folgenden Bodenaufbau auf:

Auffüllungen

Die Basis der Auffüllungen liegt zwischen 0,2 und 1,3 m unter GOK.

Terrassensedimente/verwitterter Lehme (Quartär)

Meist quartäre Feinsande mit unterlagerten Schluffen und Tonen (Verwitterungslehme). Die Basis der Feinsande liegt bei 2,2 bis 2,8 m unter GOK, die der Schluffe bei 3,5 bis 4,7 m unter GOK

Mergel (Kreide)

Im Liegende des Quartärs schließt sich Mergel der Kreide an, wobei der Mergelstein in stark bis mäßig zersetzter Form vorliegt.

Weitere Aussage zum Grundwasser sind dem Kapitel 2.7.2 zu entnehmen. Gemäß geotechnischem Bericht können u. U. gespannte Grundwasserverhältnisse auftreten. Für die Herstellung der Seesohle wird eine flächige Grundwasserabsenkung notwendig. Diesbezüglich wird eine Kombination aus Schwerkraftentwässerung und Vakuumlanzen oder das Einfräsen einer Tiefendrainage mit Kiesschüttung empfohlen. Für die Grundwasserabsenkung ist eine Genehmigung nach § 8 WHG zu beantragen.

Gründungen auf dem unverwitterten Mergel können ohne Zusatzmaßnahmen vorgenommen werden. Von höher liegende Gründungen innerhalb des Schluffe und Tone wird abgeraten. Hier soll ein Bodenaustausch durch frostunempfindliches Material bis auf den unverwitterten Mergel vorgenommen werden. Als Austauschmaterial wird die Verwendung eines Splitt/Schotter Gemischs mit Unterlagerung durch ein Geotextil empfohlen.

Die Baugruben können frei geböscht unter eine Böschungswinkel von maximal 45° ausgeführt werden. Zu erwarten sind in den wassersensitiven Böden nur Böschungswinkel bis 30°. Die Verfüllung der Baugruben ist mit angeliefertem Material (Splitt/Schottergemisch) vorzunehmen.

Um den Boden zu schützen und die Befahrbarkeit zu ermöglichen werden Baustraßen empfohlen. Das Seeplanum soll dabei rückschreitend hergestellt werden.

Das Bodenmanagement sieht vor die im See gewonnen Massen möglichst standortintern zu verwerten. Die Auffüllungen werden in das südlich angeordnete Landschaftsbauwerk integriert. Die natürlichen Böden werden zu Geländemodellierung der Baufelder verwendet. Es verbleibt ein Überschuss von ca. 20 % des Seeaushubs der extern zu verwerten oder entsorgen ist.

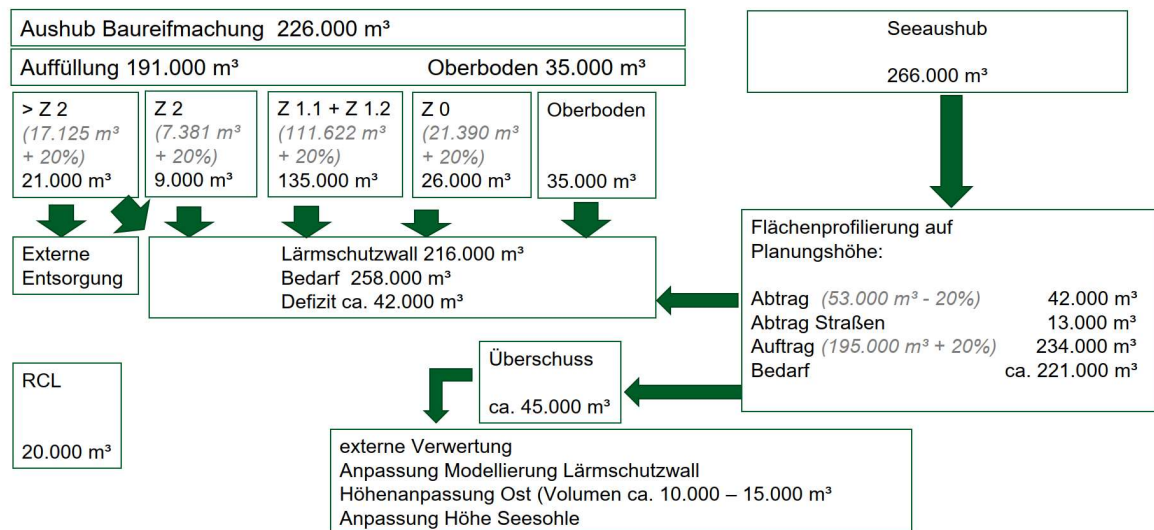


Abbildung 29: Massenbilanz Stand 26.02.2021 (Quelle HPC)

5.8 Tragwerksplanung

Die im Zusammenhang mit dem Bau des Sees geplanten konstruktiven Ingenieurbauwerke wurden im Rahmen von Vorstatiken vordimensioniert. Siehe hierzu Heft 9 zur Entwurfsplanung.

Im Einzelnen wurden folgende Bauwerke tragwerksplanerisch bearbeitet:

- Heft 9.1: Uferwände und Stegkonstruktion
Uferwände als Stahlbeton-Winkelstützwände
Stegkonstruktionen als Stahlbetonplatten, aufgelagert auf Stahlbetonwänden, bzw. Stahlbetonstützen
- Heft 9.2: Slipanlage
Stahlbetonrampe in Verbindung mit der Stahlbetonuferwand
- Heft 9.3: Ablaufbauwerk
Stahlbetonschacht mit befahrbarer Gitterrostabdeckung

6 Bauausführung

6.1 Bauablauf

Die detaillierte Abfolge der einzelnen Schritte ist im Rahmen der Ausführungsplanung insbesondere mit der Planung der Baureifmachung und Geländemodellierung abzustimmen. Hier gilt es insbesondere den Massenfluss so zu steuern, dass die Zwischenlagerungen minimiert werden.

Der „innere Bauablauf“ zur Seegestaltung wird wie folgt konzipiert:

- Baustraßen und Baustelleneinrichtung inklusive ggf. notwendiger Aufbereitungs- und Zwischenlagerfläche
- Herstellung Einleitstelle in den Bärenbach und Profilierung des Ablaufgrabens von unten nach oben (ggf. mit provisorischem Anschluss an die Grundwasserhaltungsanlage)
- Grundwasserabsenkung einrichten und betreiben
- Herstellung Ablaufbauwerk und Rezirkulationsbauwerke
- Seeaushub und Flächenprofilierung
- Einbau Flächendrainage und Rohrdrainage im Nordkopf
- Herstellung Ufermauer und Slipanlage
- Herstellung Steganlage und RBF Nord (Ggf. Einbau der Wärmetauscher)
- Einbau Seeabdichtung und Profilierung im südlichen Teil des Sees
- Herstellung Seesohle im nördlichen Teil des Sees
- Herstellung RBF Süd
- Befüllung des Sees

6.2 Bauzeitliche Grundwasserhaltung

Für die Herstellung der Uferwand und den maßgeblichen Seeaushub wird eine Grundwasserabsenkung im Schwankungsbereich von 59,10 (Bemessungswasserstand) bis ca. 53 mNHN (Aushubsohle) mit einer Förderrate von ca. 12,4 m³/h (3,5 l/s) erforderlich [46]. Gemäß des Wasserhaltungskonzepts des Büros HPC [46] sind hierfür Tiefendrainagen DN 100 vorgesehen, welche in Abständen von ca. 10 – 15 m in den Untergrund eingefräst werden. Aufgrund der teilweise stark tonigen Böden ist der Einsatz einer Pumpe als Ergänzung zur reinen Schwerkraftentwässerung erforderlich.

7 Zeitliche Projektabwicklung

Das Gesamtprojekt wird durch das Büro DU Diederichs gesteuert. Mit Stand vom 14.07.2020 hat dieses einen Projektterminplan aufgestellt. Aus diesem sind die folgenden Eckpfeiler entnommen:

1. Seeplanung: Einreichung zur Planfeststellung Herbst 2021
2. Baureifmachung und Lärmschutzwall Herbst 2021 bis Herbst 2022
3. Seeaushub und Flächenprofilierung Herbst 2022 bis Ende 2023
4. Bau See und Sonderbauwerke sowie Ablauf zum Bärenbach Anfang 2024 bis Ende 2024
5. Befüllung See Anfang 2025

8 Zusammenfassung

Mit dem vorliegenden Entwurf wurde die Konzeption eines urbanen Stillgewässers in Abstimmung auf den Masterplan und die Freianlagenplanung umgesetzt. Der See stellt den Kern des neuen Quartiers ISEK Hillerheide. Der Gewässerausbau folgt am Nordkopf und insbesondere auf der südlichen Hälfte naturnahen Zielen, welche im Süden durch eine Uferzone und einen Schilfgürtel erreicht werden.

Dieser bietet durch die Schaffung zweier Unterquerungen (Steganlagen) Amphibien auch den Zugang zu dem im Süden anschließenden Landschaftsbereich. Damit wird die Spange zwischen urbanen Leben und naturnahem Gewässer geschlossen.

Aufgestellt:

Dipl.-Ing. Patrick Blase

Dip.-Ing. Axel Mehren

M. Eng. Kristin Nußbaum

M. Sc. Anna Hörter

Dortmund, Mai 2021

Björnsen Beratende Ingenieure GmbH



Dipl.-Ing. Ulrich Krath



ppa. Dipl.-Ing. Patrick Blase