

Klimaresiliente Hasenheide

Machbarkeitsstudie - Betriebswassernutzung aus dem Sommerbad Neukölln zur Bewässerung der Hasenheide

Auftraggeber

Bezirksamt Neukölln

Stadtentwicklung, Umwelt und Verkehr

Straßen- und Grünflächenamt

Fachbereich Grün- und Freiflächen

SGA I 1

Dorothea Hokema

Karl-Marx-Straße 83

12040 Berlin

Bearbeiter

Sven Hänichen, Juls Klomfaß, Nina Röttgers

Stand

20.12.2024 mit Nachträgen von 09/2025 und 01/2026 (s. Anhang)

Inhalt

1	Veranlassung	9
2	Ausgangssituation	10
2.1	Anfallendes Wasser Mengen und Zeiträume	11
2.2	Wasserbedarf	12
2.2.1	Grünflächen.....	13
2.2.2	Rixdorfer Teich.....	15
2.3	Vergleich von Ertrag und Bedarf.....	18
3	Anforderungen an die Wasserqualität.....	19
3.1	Anforderungen Bewässerung.....	19
3.2	Anforderungen Einleitung in Oberflächengewässer und Regenwasserkanal	23
3.3	Anforderungen Einleitung in das Grundwasser	25
4	Inhaltsstoffe im Bade- und Betriebswasser	29
4.1.1	Rückspülwasser	31
4.1.2	Spülwasser Frühjahr	33
4.1.3	Überwinterungswasser.....	34
4.1.4	Regelmäßige Untersuchungen des Badewassers	35
4.1.5	Regenwasser.....	36
4.2	Zusammenfassung Einträge und kritische Parameter	37
5	Vergleichbare Projekte.....	38
5.1	Verwendung von Wasser aus dem Chlorbad-Betrieb für die Bewässerung von Grünflächen	38

5.2	Nutzung von Oberflächenwasser für die Bewässerung von Grünflächen	38
5.3	Einleitung von Bäderwasser in Oberflächengewässer	38
6	Aufbereitungskonzept	39
6.1	Betriebsweise und Verteilung der Volumenströme.....	39
6.2	Wasseraufbereitung.....	40
6.2.1	Vorbehandlung.....	43
6.2.2	Hauptstufe – Option A	43
6.2.3	Hauptstufe – Option B	45
6.3	Beprobung	45
7	Bauliche Umsetzung	47
7.1	Speicher/Zisterne	47
7.1.1	Speicherauslegung.....	47
7.1.2	Zukünftige Optimierung des Speichervolumens	52
7.1.3	Verortung des Speichers & technische Umsetzung	52
7.1.4	Anschluss an Medien.....	53
7.1.5	Nutzung stillgelegter Rohrleitungsbestand.....	54
7.2	Kreuzung des Columbiadamms mit einer Druckleitung	56
7.2.1	Leitungsführung.....	56
7.2.2	Querung in offener Bauweise	58
7.2.3	Querung mit grabenlosem Verfahren	61
7.2.4	Kampfmittelfreiheit	62
7.3	Dimensionierung Hebeanlage & Druckrohr.....	62
8	Alternative Standortnahe Versickerung.....	64

9	Grundstücksübergreifende Lösung (GÜL).....	65
10	Kostenüberschlag	68
10.1	Investitionskosten	69
10.2	Betriebskosten	70
11	Fazit.....	73
12	Weiteres Vorgehen	74
13	Referenzen.....	75
14	Anhang	77
14.1	Inhaltsstoffe Trinkwasser Berline Neukölln BWB [2024]	77
14.2	Technische Zeichnung Rixdorfer Teich	78
14.3	Daten Ermittlung Zisterne Variante A.....	79
14.4	Daten Ermittlung Zisterne Variante B.....	80
14.5	Lageplan der Bodenprofile und Belastung der Auffüllungshorizonte nach LAGA [BOLAB, 2022] 81	
14.6	Kampfmittelauskunft	82
14.8	Lageplan mit möglichem Leitungsverlauf	84
14.9	Vollständige Liste der Grenzwerte Merkblatt Grundwasserebenutzung bei Baumaßnahmen im Land Berlin SenUVK [2017]	85
14.10	Vollständige Liste der Schwellenwerte LAWA [2017] und Kommentare	87

Nachträge

1. Hygienische Risiken: Bewässerung Hasenheide mit Wasser aus dem Sommerbad Neukölln (Nachtrag vom 10.09.2025)
2. Bewertung Ökotoxizität (Nachtrag vom 08.01.2026)

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Volumenströme aus dem Sommerbad Neukölln.....	12
Abbildung 2: Wasserstand Rixdorfer Teich, 2024	16
Abbildung 3: Fläche Rixdorfer Teich.....	16
Abbildung 4: Einlaufbauwerk und Uferrandbereich Rixdorfer Teich, Frühjahr 2024.....	17
Abbildung 5: Abschätzung Wasseranfall und Bedarf Sommerbad Neukölln/Hasenheide inkl. Regenwasser.....	18
Abbildung 6: Abschätzung Wasseranfall und Bedarf Sommerbad Neukölln/Hasenheide ohne Regenwasser.....	19
Abbildung 7 Grenzwerte Hauptparameter für die Bewässerung.....	22
Abbildung 8: Grenzwerte aus dem Merkblatt für Grundwasserbenutzung bei Baumaßnahmen im Land Berlin	24
Abbildung 9: Kritische Parameter für die Einleitung ins Grundwasser Kritische Parameter für die Einleitung ins Grundwasser	28
Abbildung 10 Foto der Sandfilter im Sommerbad Neukölln	31
Abbildung 11 Algizid, Sommerbad NK	35
Abbildung 12: Potentieller Regenwasseranfall Sommerbad	36
Abbildung 13: Schema Ein- und Austräge im Badewasser.....	37
Abbildung 14: Kritische Parameter und mögliche Aufbereitung.....	42
Abbildung 15: Füllstand Zisterne bei 1000/1500/2000 m³ Speichervolumen und Betriebsweise A	48
Abbildung 16: Füllstand Zisterne bei 1000/1500/2000 m³ Speichervolumen und Betriebsweise B	49
Abbildung 17: Füllstand Zisterne + Rixdorfer Teich bei 1000/1500 m³ Speichervolumen Zisterne, 1000 m³ Speichervolumen Rixdorfer Teich und einmaligem Zufluss Überwinterungswasser.....	51

Abbildung 18: Füllstand Zisterne + Rixdorfer Teich bei 1000/1500 m³ Speichervolumen Zisterne, 1000 m³ Speichervolumen Rixdorfer Teich und optimiertem Zufluss Überwinterungswasser	51
Abbildung 19 Schematische Darstellung der Grundstücksübergreifenden Betriebswassernutzung, Speicherung und Aufbereitung	55
Abbildung 20: Lage des Anschlusses an den R-Kanal und der Leitungen der BWB im Straßenraum (R-Kanal in dunkelblau Anschlüsse in grün, Schmutzwasser in braun, Trinkwasser in hellblau)	57
Abbildung 21: Lage der Leitungen von Stromnetz Berlin, Leitungsauskunft 2022	57
Abbildung 22: Schematische Darstellung der Lage der BWB Leitungen im Straßenquerschnitt .	59
Abbildung 23: Detailausschnitt des Leitungsplans Stromnetz an der möglichen Querungsstelle, mit den Leitungsquerschnitten an den gekennzeichneten Stellen.....	60
Abbildung 24 Ausschnitt Blatt Nr. 413B, D/ Stand 2023 E-Nr. 0581/2024 Teil 2 von 2	82
Abbildung 25 Ausschnitt Blatt Nr.413B,D / Stand: 2021 E-Nr.: 1272/2022 Teil 3 von 4	82

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Wasseranfall Sommerbad Neukölln	14
Tabelle 2: Wasserbedarf Hasenheide, Grünflächen	14
Tabelle 3: Höchstwerte Desinfektionsnebenprodukte [UBA 2014]	29
Tabelle 4 Analysedaten Rückspülwasser 2024 und Vergleich mit Grenzwerten	31
Tabelle 5 Analytik Spülwasser Filter 9.4.2024 und Vergleich mit den Grenzwerten.....	33
Tabelle 6 Analytik Überwinterungswasser 2022,2023,2024 und Vergleich mit den Grenzwerten	34
Tabelle 7: Möglicher Monitoring Plan, Aufbereitetes Betriebswasser Sommerbad Neukölln	45
Tabelle 8: Annahme Einsparung der Gebühren (Trinkwasser, Abwasser, Niederschlagswasser) pro Jahr	68
Tabelle 9: Kostenüberschlag klimaresiliente Hasenheide, Nutzung Betriebswasser Sommerbad Neukölln	69

Tabelle 10: Abschätzung Betriebskosten Wasseraufbereitung mittels AK/Zeolith	71
Tabelle 11: Abschätzung Betriebskosten Wasseraufbereitung mittels Umkehrosmose	72

1 Veranlassung

Der Klimawandel hat spürbare Auswirkungen auf die urbanen Parks und Bäume in Berlin. Höhere Temperaturen und zunehmende Trockenperioden schwächen die Gesundheit vieler Stadtbäume. In Berlins Parks und Straßen leidet fast die Hälfte der Bäume unter Trockenstress, Hitze und Schädlingsbefall. (SenUVK, 2021 & SenUVK, 2020)

Gleichzeitig sinkt der Grundwasserspiegel im Raum Berlin-Brandenburg über die letzten Jahrzehnte kontinuierlich, was auf den Klimawandel und eine zunehmende Nutzung durch Industrie und Bevölkerung zurückzuführen ist. Studien zeigen, dass die Grundwasserstände seit den 1990er Jahren in weiten Teilen Brandenburgs zurückgehen. Besonders betroffen ist das Berliner Umland, wo intensive Landwirtschaft, Wasserentnahmen durch Industrieanlagen wie beispielsweise das Tesla-Werk und steigender Wasserbedarf der Bevölkerung zu einem erheblichen Rückgang führen. In einigen Regionen sank der Grundwasserspiegel sehr stark um mehr als 1% pro Jahr, wobei sechs der bundesweit 25 am stärksten sinkenden Grundwasserpegel (6700 Messtellen wurden analysiert) liegen in Brandenburg. [correctiv.org, 2022] Das Brandenburger Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz (MLUK) [2022] gibt an, dass in einem Großteil der Bilanzgebiete klimafolgebedingt die Grundwasserneubildung langfristig um bis zu 25 % sinken kann. Da Berlin auf Grundwasser (und Uferfiltrat) als Hauptquelle für die Trinkwasserversorgung angewiesen ist, führt der Rückgang des Grundwassers zu einer geringeren Verfügbarkeit. Besonders in trockenen Sommermonaten könnte es in Zukunft zu Versorgungsengpässen kommen. Bereits jetzt werden in einigen Regionen Maßnahmen diskutiert, um den Wasserverbrauch zu regulieren. Dazu könnten Bewässerungsverbote für private Gärten oder Einschränkungen für industrielle Großverbraucher gehören. Besonders die Bewässerung von Grünflächen könnte in Trockenperioden stark eingeschränkt werden, was wiederum Auswirkungen auf die urbane Vegetation hat (correctiv.org). Die Erschließung zusätzlicher (Grund)Wasserressourcen wird mit zusätzlichen Investitionen verbunden sein. Dies kann sich perspektivisch auf den Wasserpreis auswirken.

In Hinblick auf einen ressourcenschonenden Umgang soll geprüft werden, inwieweit Wasser aus dem Betrieb des Sommerbad Neukölln für die Bewässerung der Parkanlage Hasenheide verwendet

werden kann. Hier ist sowohl das Wasser aus der regelmäßigen Filtrerrückspülung zu betrachten, als auch das Wasser aus der Beckenentleerung.

2 Ausgangssituation

Aktuell erfolgt die Bewässerung der Grünanlage Hasenheide mit Trinkwasser. Gleiches gilt für die Befüllung des Landschaftsteichs Rixdorfer Teich. Der jährliche Verbrauch liegt bei ca. 19.000 m³ Trinkwasser pro Jahr. Im Zuge von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel, zu denen auch die vorliegende Studie gehört, werden 600 zusätzliche Bäume gepflanzt und die Bewässerungstechnik im Park ausgebaut. Die Jungpflanzen erhöhen hier den Wasserbedarf der Parkanlage für einen Zeitraum von ca. 10 Jahren. In Hinblick auf die Dürre der letzten Jahre, sinkende Grundwasserstände und die Notwendigkeit eines sparsamen Umgangs mit der Ressource Trinkwasser, sollen hier Alternativen für die Bewässerung entwickelt werden.

In dieser Machbarkeitsstudie prüfen wir inwieweit das Wasser aus dem Betrieb des Sommerbads Neukölln für die Bewässerung genutzt werden kann. Das Freibad liegt direkt südlich der Hasenheide auf der gegenüber liegenden Seite des Columbiadamms. Hier kommt es regelmäßig zur Abgabe von Rückspülwasser an die Schmutzwasserkanalisation. Im Rahmen der Inbetriebnahme im Frühjahr wird Wasser aus der Beckenentleerung in den Regenwasserkanal geleitet und es fällt zusätzliches Spülwasser an. Diese Volumenströme stellen eine potentielle Ressource für die Bewässerung dar und sind in Hinblick auf die jeweilige Wasserqualität bezüglich ihrer Eignung getrennt zu betrachten.

Insgesamt kann mit ca. 20.000 m³ potentiell nutzbarem Wasser pro Jahr gerechnet werden.

Die anfallenden Volumenströme variieren stark über die Zeit. Um eine optimale Nutzung zu gewährleisten, muss ein Zwischenspeicher geschaffen werden. Eine erste Abschätzung hierzu wird im Rahmen der Machbarkeitsstudie durchgeführt (siehe Kapitel 7.1.1)

Da es sich beim Freibad Columbiadamm um ein Chlor Bad nach DIN 19643 handelt, besteht eine entsprechende Belastung des Wassers. Insbesondere AOX und Chlorid Konzentrationen sowie die Leitfähigkeit als Indikator für Salze müssen hier in Hinblick auf die Verwendung als Wasser für die Bewässerung berücksichtigt werden. In Abhängigkeit von der Art der Ausbringung, sind auch

Hygieneparameter zu berücksichtigen. Die zu erwartenden Belastungen werden in Kapitel 4 dargestellt und diskutiert.

Anhand der einzuhaltenden Grenzwerte (Kapitel 3) werden mögliche Aufbereitungsmaßnahmen vorgestellt. Kapitel 6.

Um die Machbarkeit auch finanziell zu beziffern, wird eine erste Kostenabschätzung vorgenommen.

Die vorgeschlagene Maßnahme umfasst eine Grundstücksübergreifende Lösung (GÜL), die eine enge Zusammenarbeit zwischen den Berliner Bäderbetrieben, als Betreiber des Sommerbads, und dem Bezirk Neukölln, insbesondere dem Straßen- und Grünflächenamt (SGA), erfordert. Die spezifischen Anforderungen und Herausforderungen, die mit dieser Kooperation verbunden sind, werden in Kapitel 9 ausführlich erläutert.

2.1 Anfallendes Wasser Mengen und Zeiträume

Im Sinne einer möglichst effizienten Nutzung der Ressource Wasser, werden sowohl die Volumenströme aus dem Betrieb als auch das auf der Fläche Sommerbad Neukölln anfallende Regenwasser als potentiell für die Bewässerung der Hasenheide zur Verfügung stehend betrachtet. Grundlegend können vier unterschiedliche Volumenströme unterschieden werden. Diese unterscheiden sich durch ihren Ursprung und damit in ihrer erwarteten Belastung.

Betriebswasser Sommerbad Neukölln				
Volumenströme	Regenwasser	Überwinterungswasser	Filterrückspülwasser	Spülwasser
Mengen	3800 m ³	5000 m ³	15.000 m ³	800 m ³
Zeitpunkt des Anfalls	Über das Jahr verteilt	Im Frühjahr	Verteilt über die Saison, stark variierend*	Im Frühjahr

*ca. 200 m³ pro Spülung In der Hauptsaison täglich, sonst wöchentlich abhängig von der Auslastung

Abbildung 1: Volumenströme aus dem Sommerbad Neukölln

Das Überwinterungswasser beschreibt das Wasser welches über den Winter im Becken (u.a. wegen Frostschäden an Fliesen) verbleibt. Dieses wird im Rahmen der Saisonvorbereitung im Frühjahr abgelassen und in den Regenwasserkanal abgeleitet.

Vor Saisonbeginn werden die Sandfilter mit Trinkwasser durchgespült, um Rückstände aus dem System zu entfernen. Während der Saison wird das Badewasser über vier große Sandfilter gereinigt. Die Filter setzen sich je nach Belastung unterschiedlich schnell zu und müssen daher abhängig von der Auslastung zwischen 1 bis 7 mal pro Woche rückgespült werden.

Das für eine weitere Nutzung zu erfassende Regenwasser fällt auf den Dächern (2237 m²) und den befestigten Außenflächen (4522 m²) an. Rasenflächen sind hier nicht als abflusswirksam berücksichtigt.

Tabelle 1 schlüsselt die erwarteten Volumina nach Monaten auf.

2.2 Wasserbedarf

Der Wasserbedarf setzt sich aus dem Bewässerungsbedarf des Parks, dem Wasserverlust des Rixdorfer Teichs und dem Bewässerungsbedarf für die neuen Baumpflanzungen zusammen. Eine Berücksichtigung der Bedarfe infolge des Klimawandels findet derzeit noch keine Betrachtung.

Im Rahmen der Anpassung an die Folgen des Klimawandels sollten die Landschaftsarchitekt*innen für eine genauere Simulation die Bedarfswerte ermitteln, um die Investition in Anlage und Speicher auch für die Zukunft anzupassen.

2.2.1 Grünflächen

Datengrundlage für die Abschätzung des Bewässerungsbedarfs, sind die bisher erfassten jährlichen Zählerstände für Trinkwasser. Überschlägig wurde der Bewässerungsbedarf auf die Monate März bis September verteilt und in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** dargestellt.

Der Bewässerungsbedarf wird in diesen Monaten aufgrund unterschiedlicher Regenereignisse und hitzebedingter Verdunstungsraten variieren. Dies wurde für die vorliegende Betrachtung als Ansatz mit einem Faktor berücksichtigt. Zusätzlich ist der Wasserbedarf für neu angepflanzte Jungbäume berücksichtigt. Da lediglich Jahresdaten des bisherigen Wasserverbrauchs zur Verfügung stehen, ist eine detailliertere Betrachtung aktuell nicht möglich.

Tabelle 1: Wasseranfall Sommerbad Neukölln

		Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
Erträge													
Überwinterungswasser	1 mal im Frühjahr			5000 m³									
Filterrückspülwasser (Season)	50m³/Filter					1200 m³	1600 m³	4800 m³	4800 m³	1600 m³			
Filterdurchspülwasser					800 m³								
Wasser Schwimmbad		0 m³	0 m³	5000 m³	800 m³	1200 m³	1600 m³	4800 m³	4800 m³	1600 m³	0 m³	0 m³	0 m³
Niederschlagswerte Tempelhof (durchschnitt 1993-2023) [l/m²]		49 l/m²	37 l/m²	39 l/m²	29 l/m²	53 l/m²	58 l/m²	70 l/m²	59 l/m²	48 l/m²	43 l/m²	41 l/m²	41 l/m²
Regenwasser Dachfläche 2237m²	2237 m²	109 m³	83 m³	87 m³	65 m³	119 m³	130 m³	157 m³	132 m³	107 m³	97 m³	92 m³	92 m³
Regenwasser Außenfläche 4522m²	4522 m²	220 m³	167 m³	175 m³	132 m³	240 m³	262 m³	318 m³	266 m³	217 m³	196 m³	185 m³	185 m³
Summe Erträge		329 m³	250 m³	5262 m³	997 m³	1559 m³	1992 m³	5275 m³	5198 m³	1924 m³	293 m³	277 m³	277 m³

Tabelle 2: Wasserbedarf Hasenheide, Grünflächen

		Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
Bedarf													
Hasenheide													
Bewässerungsmonate													
Rixdorfer Teich	48m³ 2x20h = 1920 m³ Zeitpunkt unklar												
400 Baumpflanzungen (10 a Pflege)	400*15*100l = 600 m³			80 m³	80 m³	80 m³	80 m³	120 m³	80 m³	80 m³			
Stäucher Bäume Rasen - dauerhafter Bedarf	17000 m³			1000 m³	2000 m³	3000 m³	3000 m³	3000 m³	3000 m³	2000 m³	0 m³		
Faktor Bewässerung Fläche				1	2	3	3	3	3	2	0		
Summe Bedarf		0 m³	0 m³	1080 m³	2080 m³	3080 m³	3080 m³	3120 m³	3080 m³	2080 m³	0 m³	0 m³	0 m³

2.2.2 Rixdorfer Teich

Neben dem Wasserbedarf für die Grünflächen, fällt ein zusätzlicher Bedarf für die Nachspeisung des Rixdorfer Teichs an.

Der Rixdorfer Teich wurde zu Beginn der 1990er Jahre als künstliches Gewässer angelegt und mit einer Kunststoffolie abgedichtet. Die Abdichtungsebene ist bis auf 45,00 m ü. NHN gezogen, was dem damals geplanten Wasserspiegel (WSP) entspricht. An seinem tiefsten Punkt weist das Gewässer gemäß Planunterlagen eine Ausbautiefe von 3,00 m auf. Der Rixdorfer Teich ist ein stehendes Gewässer 2. Ordnung, welches bei Bedarf mit Trinkwasser nachgespeist wird. Das entsprechende Einlaufbauwerk ist aus Findlingen gestaltet. Wie in Abbildung 4 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zu erkennen ist, liegt der aktuelle WSP deutlich unter dem Plan-Soll. Über die letzten Jahre wurde der Teich nur selten vollgefüllt. 2023 wurden einmalig ca. 1900 m³ Trinkwasser eingeleitet. 2024 erfolgte die einmalige Nachspeisung mit 788 m³, wobei es durch einen nicht vollständig geschlossenen Schieber vermutlich dauerhaft einen Zulauf an Trinkwasser gab. Ab 2024 erfolgt die Erfassung des Pegels. Das Ergebnis ist in Abbildung 2 dargestellt. Da es in diesem Jahr zu einer kontinuierlichen Nachspeisung gekommen ist, lässt sich keine Aussage über Verluste über die Saison treffen. Der Anstieg Anfang Oktober ist mit einer zusätzlichen Befüllung zu erklären. Hier wurde über die Abdichtungsebene hinaus Wasser in den Teich gleitet. Ein sichtbarer Pegel als Orientierung für die Mitarbeitenden scheint hier sinnvoll. Der Wasserbedarf des Teichs wird für die Auslegung der Zisterne im Weiteren nicht berücksichtigt. Es wird angedacht, überschüssiges Wasser aus der Zisterne in den Teich einzuleiten. Damit ließe sich der Trinkwasserbedarf des Teiches reduzieren.

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Seite 15 von 89

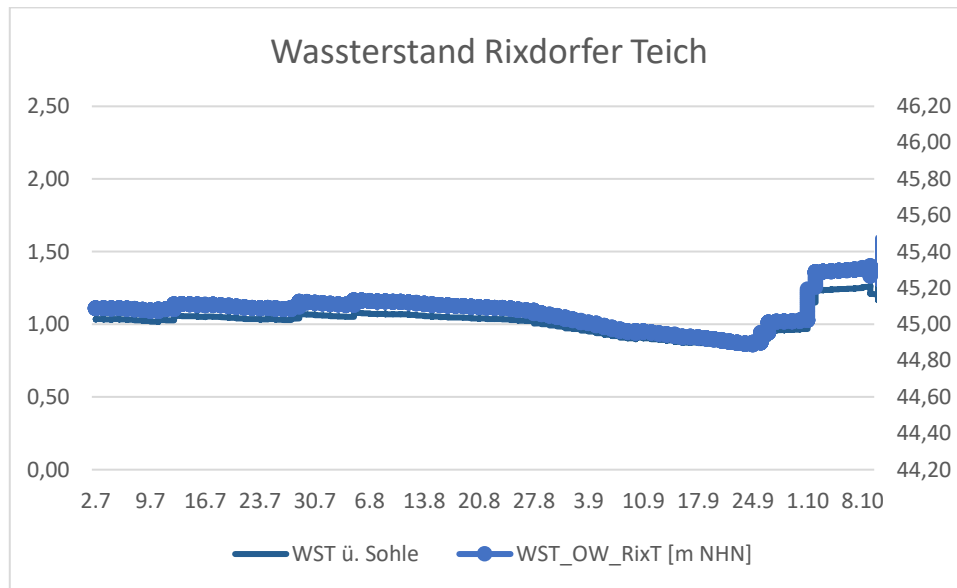


Abbildung 2: Wasserstand Rixdorfer Teich, 2024

Soll der Rixdorfer Teich als Zwischenspeicher genutzt oder mit Betriebswasser gefüllt werden, so ist entsprechend der Einstufung als Gewässer Kategorie 2 eine Genehmigung erforderlich. Die vorhandene Fläche von ca. 2.590 m² würde bereits bei 10 cm Wasserstands Schwankung ein mögliches Speichervolumen von 259 m³ bilden. Arbeitet man mit Schwankungen von bis zu 50 cm ergeben sich bereits über 1000 m³. Dieses Potential könnte zusätzlich zu einer Zisterne genutzt werden.



Abbildung 3: Fläche Rixdorfer Teich

Durch die im Erdreich verbliebenen Altlasten in der Hasenheide, ist bei etwaigen Maßnahmen zu berücksichtigen, dass es nicht zu einem Durchspülen des Untergrunds insbesondere im Bereich Schuttberg kommen darf. Der Maximale WSP von 45 m ü. NHN ist daher zwingend zu halten.

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024



Abbildung 4: Einlaufbauwerk und Uferrandbereich Rixdorfer Teich, Frühjahr 2024

In Hinblick auf die Funktion als Teich, ist ein stabiler Zustand des Gewässers ohne starke Schwankungen und hohe Zuströme erstrebenswert. Dies ist bei einer Nutzung als zusätzlicher Puffer zu berücksichtigen. Wird der Teich als Zwischenspeicher genutzt, so muss bei einer Entnahme gewährleistet werden, dass die Wasserqualität den Anforderungen des Bewässerungssystems entspricht. Eine Anbindung könnte mittels Druckerhöhung und automatisiertem Scheibenfilter erfolgen. Hierdurch ließe sich eine auch für z.B. Versenkgrenier geeignete Qualität erzielen.

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

2.3 Vergleich von Ertrag und Bedarf

In den Abbildung 5 und Abbildung 6 ist das Ergebnis der Abschätzung von potentiell anfallendem Wasser (mit und ohne Berücksichtigung von Regenwasser) und bestehendem Bedarf grafisch dargestellt. Ohne die Berücksichtigung etwaiger Speichervolumen wird deutlich, dass es in den Monaten April, Mai, Juni und September nicht möglich wäre, den Wasserbedarf der Hasenheide mit dem anfallenden Wasser hinreichend abzudecken. Betrachtet man die Volumenströme über das Jahr, wären diese Defizite theoretisch auszugleichen. Durch die zusätzliche Nutzung des auf den Dachflächen des Schwimmbads anfallenden Regenwassers kann das Wasserdefizit reduziert werden. Im Vergleich zu den Volumenströmen aus dem Freibadbetrieb ist der Anteil des

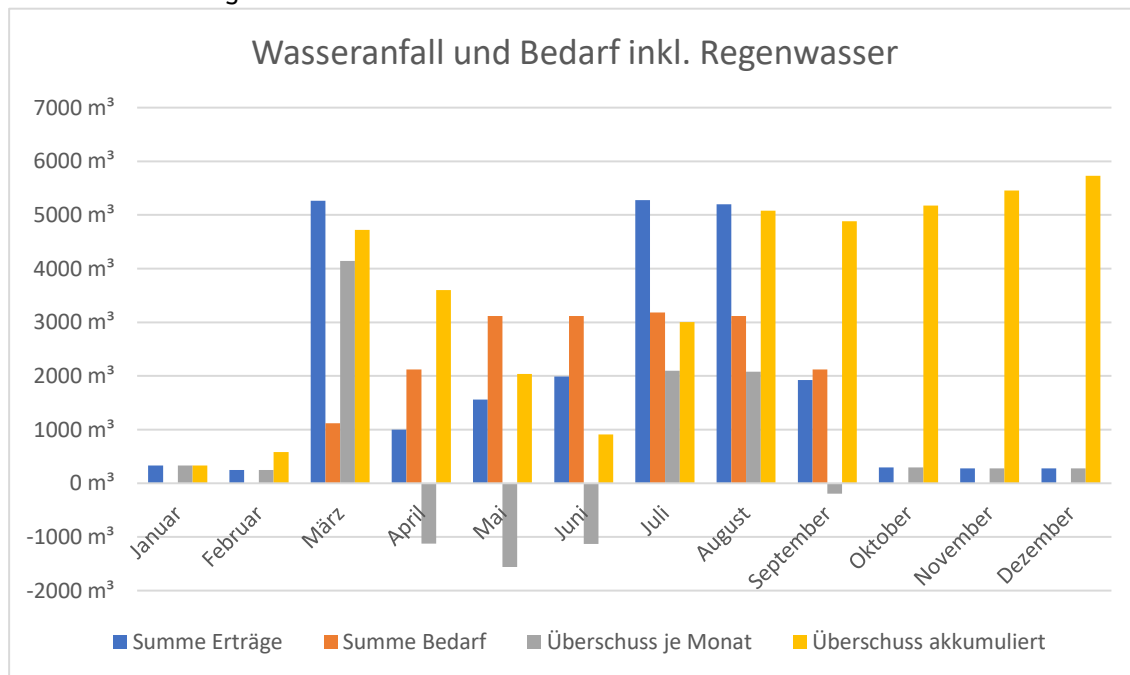


Abbildung 5: Abschätzung Wasseranfall und Bedarf Sommerbad Neukölln/Hasenheide inkl. Regenwasser

Regenwassers jedoch als gering zu bewerten.

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

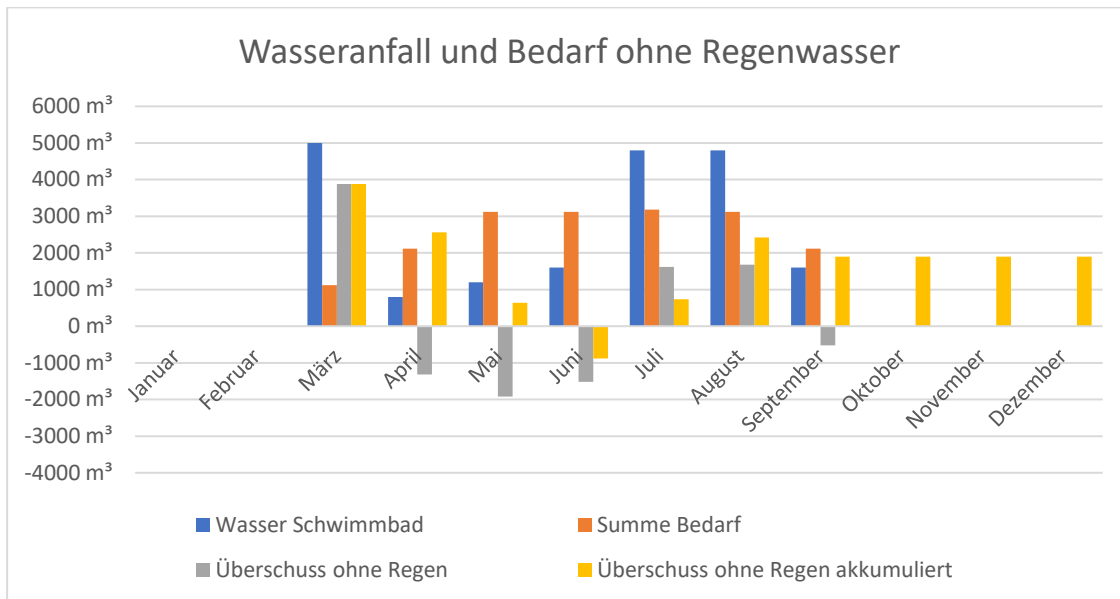


Abbildung 6: Abschätzung Wasseranfall und Bedarf Sommerbad Neukölln/Hasenheide ohne Regenwasser

3 Anforderungen an die Wasserqualität

Die Komplexität in der Darstellung der Anforderungen an die Wasserqualität liegt in den unterschiedlichen Betrachtungswinkeln. Je nachdem, ob die Qualität des Bewässerungswassers für die Pflanzen, die Einleitung in ein Oberflächengewässer bzw. den Regenwasserkanal oder die Qualität für die Einleitung des Grundwassers (über Versickerung) im Fokus steht ergeben sich unterschiedliche Anforderungen.

3.1 Anforderungen Bewässerung

Zunächst werden die gängigen DIN-Normen für den Einsatz von Wasser zur Bewässerung betrachtet und die wichtigsten Parameter herausgestellt. Eine Übersicht aller Parameter ist den Normen selber zu entnehmen. Als maßgebliche DIN-Normen bezüglich der Bewässerung werden die DIN 19645-:2016-07 (Einleitung von Betriebswasser Typ 3 Nutzung für die Bewässerung von Außenanlagen Typ 2) sowie DIN 19650 (Bewässerung öffentliche Parkanlagen), welche sich auf die Gefährdung von Menschen durch mikrobiologische Verunreinigungen beziehen und DIN

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Seite 19 von 89

19684-10 (Empfohlene Qualitätsparameter für Bewässerungswasser) herangezogen. Die Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft hat eigene Richtwerte für Bewässerungswasser herausgegeben, die in Kombination mit der DIN 19684-10 einen größeren Rahmen für die notwendige Qualität aus Pflanzensicht bilden. Die sich hieraus ergebenden Hauptparameter sind in Abbildung 7 aufgeführt.

Gemäß DIN 19645:2016-07 sind die in DIN 19650 geforderten Hygieneparameter erfüllt, wenn eine Aufbereitung mittels Chlorung oder UV Bestrahlung mit einem Chlorgehalt von $> 0,3 \text{ mg/l}$ stattgefunden hat. Theoretisch erfüllen sämtliche Wässer aus dem Badebetrieb die in DIN 19645:2016-07 geforderte Aufbereitung mittels Chlorung oder UV Bestrahlung in Hinblick auf die Hygiene, da es sich in jedem Fall um gechlortes Wasser handelt. Insbesondere das Wasser aus der Filterrückspülung ist dahingehend allerdings zu überprüfen. Eine Messung der mikrobiologischen Parameter müsste entsprechend in der Zisterne vor der Ausbringung stattfinden. Hier ist in Hinblick auf den Arbeitsschutz abzustimmen, welche Kriterien angelegt werden sollen. Ein Monitoring Ansatz kann sein, für den Zeitraum der Betriebsnahme eine engmaschige Analytik vorzusehen, auf die bei Einhaltung der geforderten Richtwerte im weiteren Verlauf verzichtet werden kann.

Die in der DIN 19684-10 und der TLL-Richtlinie aufgeführten Parameter sind Salzgehalt, Chloridgehalt, Nitratgehalt sowie Schwermetalle. Die Schwermetalle werden hier außen vorgelassen, da es sich bei Badewasser, um gechlortes Trinkwasser handelt, in welchem keine expliziten Einträge von Schwermetallen zu erwarten sind. (Siehe Kapitel 4 zu erwarteten Einträgen). Auch im Regenwasser von den Dachflächen sind keine Schwermetalle zu erwarten.

Die elektrische Leitfähigkeit liegt im Trinkwasser mit dem momentan die Bewässerung stattfindet bei max. $960 \text{ } \mu\text{S/cm}$ [BWB, 2024 Anhang 0] und dementsprechend oberhalb der Werte aus der DIN 19684-10. Für die Beurteilung der Eignung als Wasser für die Bewässerung wird davon ausgegangen, dass ein Einhalten der Trinkwasserwerte hinreichend ist. Dementsprechend kann eine Leitfähigkeit von $\sim 1000 \text{ } \mu\text{S/cm}$ akzeptiert werden. In der TLL Richtlinie wird die Konzentration von $2000\text{--}3000 \text{ } \mu\text{S/cm}$ als obere Konzentration angegeben, je nachdem, ob es sich um Salzempfindliche oder unempfindlichere Pflanzen handelt. Als Referenz für die Chlorid

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Seite 20 von 89

Konzentration wird der Richtwert der Thüringer Landesanstalt für Bewässerungswasser herangezogen. Dieser beläuft sich auf 250-500 ml/l.

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

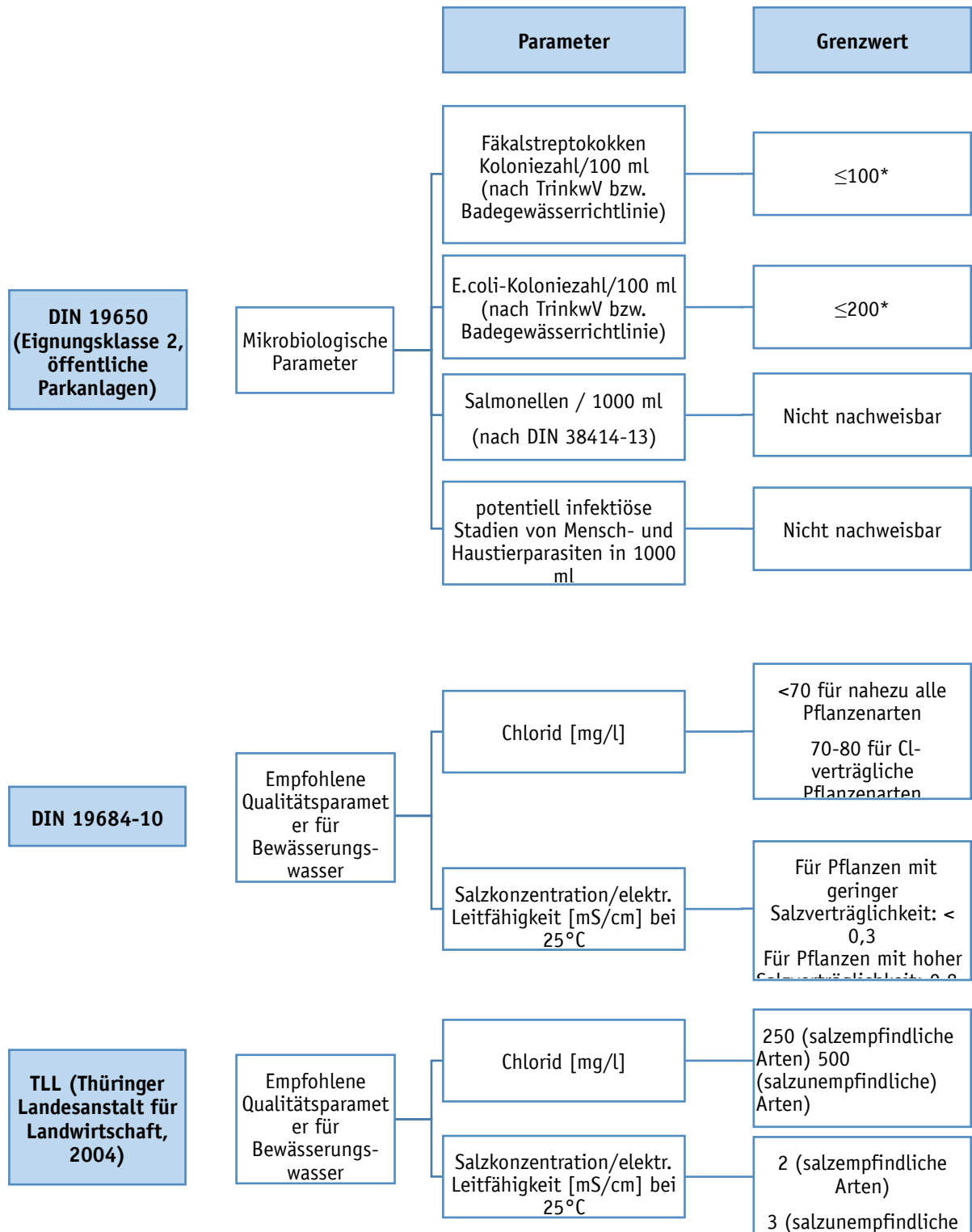


Abbildung 7 Grenzwerte Hauptparameter für die Bewässerung

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Seite 22 von 89

3.2 Anforderungen Einleitung in Oberflächengewässer und Regenwasserkanal

Momentan gibt es eine Einleitgenehmigung für einen Teilstrom in den Regenwasserkanal. Hierfür ist die Abwasserverordnung Anhang 31 bzw. die DIN 19645:2016-07 Typ 3 maßgeblich. AFS, CSB und AOX sind entsprechend zu überwachen.

	Parameter	Grenzwert
Abwasserverordnung Anhang 31 (Filterrückspülwasser nicht Entleerung)	Abfiltrierbare Stoffe [mg/l]	50
	CSB [mg/l]	30
	AOX [mg/l]	0,2
DIN 19645:2016-07 Typ 3 Einleitung in R-Kanal = Anhang 31 AWV	Abfiltrierbare Stoffe [mg/l]	≤ 50
	CSB [mg/l]	≤ 30
	AOX [mg/l]	≤ 0,2

Abbildung 6 Kritische Parameter für die Einleitung ins Oberflächengewässer oder den R-Kanal

Einen vom SGA Neukölln vorgeschlagenen Referenzrahmen könnte zusätzlich das von der Senatsverwaltung für Umwelt Verkehr und Klimaschutz herausgegebene „Merkblatt zur Grundwasserbenutzung bei Baumaßnahmen und Eigenwasserversorgungsanlagen im Land Berlin“ [SenUVK, 2017] darstellen.

Hier sind explizite Grenzwerte für weitere Parameter angegeben. Diese gelten sowohl für die Einleitung in die R-Kanalisation bzw. in ein Oberflächengewässer, als auch für die unmittelbare Einleitung in das Grundwasser.

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Es finden sich einige Parameter die für den vorliegenden Fall keine Bewandtnis haben, wie z.B. PAK, Schwermetalle oder andere Stoffe aus der Industrie. Zu diskutieren ist ggf. der, im Vergleich mit Abbildung 6, um eine Potenz schärfere Grenzwert für AOX (0,025 mg/l). Des Weiteren sind LCKW und Chlorid zu betrachten, da diese im Betriebswasser des Sommerbads vorhanden sind.

Parameter	Grenzwert
	Merkblatt Grundwasserbenutzung bei Baumaßnahmen im Land Berlin
Absetzbare Stoffe [ml/l]	0,3
Abfiltrierbare Stoffe [mg/l]	30
pH	6,5 - 8,5
Salzkonzentration/elektr. Leitfähigkeit [mS/cm] bei 25°C	1,8
Chlorid [mg/l]	250
Nitrat [mg/l]	50
Sulfat [mg/l]	400
CSB [mg/l]	k.A.
AOX [mg/l]	0,025
Summe LCKW [µg/l]	10

Abbildung 8: Grenzwerte aus dem Merkblatt für Grundwasserbenutzung bei Baumaßnahmen im Land Berlin

Der Rixdorfer Teich ist ein Gewässer 2. Ordnung, sodass hier die entsprechenden Vorgaben des Berliner WHG zu berücksichtigen sind. Ein entsprechender Antrag für die Nutzung wäre zu stellen und in diesem ein Monitoring vorzusehen. Das Gewässer verfügt abgesehen von der bestehenden Hydrobotanik über keinerlei Wasseraufbereitung. Dahingehend ist bei einer Nutzung als Zwischenspeicher und der Verwendung von Betriebswasser als Nachspeisung nicht nur der Eintrag potentieller Schadstoffe, sondern auch der von Nährstoffen in das Gewässer zu berücksichtigen. Insbesondere das Rückspülwasser verfügt über ein erhöhtes Potential an Phosphor und

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Seite 24 von 89

Kohlenstoffen, die zu einer Eutrophierung beitragen könnten. Auswirkungen auf die Wasserqualität können entsprechend nicht ausgeschlossen werden. Als hier weiter betrachtete Grenzwerte dienen die Werte aus dem „Merkblatt Grundwasserbenutzung bei Baumaßnahmen und Eigenwasserversorgungsanlagen im Land Berlin“ (siehe Kapitel 3.3).

3.3 Anforderungen Einleitung in das Grundwasser

In der Grundwasserverordnung Anlage 7 und Anlage 8 sind Schadstoffe aufgeführt, deren Eintrag in das Grundwasser verhindert bzw. begrenzt werden soll (§13 (1) & (2) GrwV).¹ Die GrwV enthält keine Grenzwerte für die Einleitung. Daher werden hier die Geringfügigkeitsschwellenwerte für das Grundwasser aus dem Bericht der Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) von [2017] verwendet.

Nach Rücksprache mit Herrn Dr. Jens Bölscher (SenMVKU) kann die Genehmigung zur Verwendung des Abwassers aus dem Schwimmbad nur erteilt werden, wenn nachgewiesen wird, dass alle grundwassergefährdenden Stoffe und deren Abbauprodukte, die potenziell beim Schwimmbadbetrieb anfallen, beseitigt werden. Dazu ist eine Liste aller im Schwimmbadbetrieb eingesetzten Chemikalien (Reinigungsmittel, Desinfektionsmittel, Fällungsmittel etc.) zu erstellen. Auf Grundlage dieser Liste muss in jedem Verfahrensschritt zweifelsfrei nachgewiesen werden, an welcher Stelle die Stoffe und deren Abbauprodukte entfernt bzw. abgebaut wurden. In diesem Fall spielt auch die biogene Zone, die nach der Bewässerung durchquert wird, eine Rolle. Letztendlich wird das Wasser jedoch aus Sicht der Behörde in den Grundwasserleiter eintreten, und an dieser Stelle müssen alle schädlichen Stoffe vollständig entfernt sein.

Die Geringfügigkeitsschwellenwerte sind beim Eintritt in das Grundwasser (Immissionsansatz) einzuhalten. Hierzu ist zu beachten, dass die Hasenheide wo das Wasser zur Bewässerung ausgebracht werden soll eine starke Hanglage hat. Am nördlichen Rand beträgt der Abstand zum

¹ Zu den Stoffen, deren Eintrag verhindert werden soll, gehören organohalogene Verbindungen und Stoffe, die im Wasser derartige Verbindungen bilden können, organische Phosphorverbindungen, organische Zinnverbindungen, Stoffe die karzinogene oder mutagene Eigenschaften haben oder die das endokrine System beeinträchtigen, persistente Kohlenwasserstoffe oder anderen persistente und bioakkumulierende Stoffe, Zyanide, Metalle und Metallverbindungen. Begrenzt werden sollen weiterhin Pflanzenschutzmittel sowie Biozide, Schwebstoffe, eutrophierende Stoffe, Stoffe die die Sauerstoffbilanz nachhaltig beeinflussen, Fluoride, Ammonium und Nitrit, Mineralöle und Kohlenwasserstoffe.

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

„zu erwartenden höchsten Grundwasserstand“ (zeMHGW) 3 m [Geoportal Berlin, 2016], während am südlichen Ende (Columbiadamm) der Abstand zum zeMHGW mehr als 15 m beträgt. Vor Eintritt in das Grundwasser kommt es also zu einer intensiven Bodenpassage. Daher wird nachfolgend kurz auf den Boden eingegangen.

Ein Bodengutachten [BOLAB Analytik, 2022] zeigt, dass der Boden in der Hasenheide großflächig durch anthropogene Auffüllungen beeinflusst ist. Auffüllungen sind an allen Bohrpunkten vorzufinden, wobei sieben von 16 Sondierpunkten nur Z0-Werte vorweisen. In den meisten Fällen ist der darunter anstehende Boden sandig (Mittelsand, schluffiger Feinsand). Bei vier Bohrungen reichen die Auffüllungshorizonte bis zum Bohrende bei – 3 m u GOK. Bei sieben von 16 Sondierbohrungen liegen schwach durchlässige Geschiebelehm- bzw. Tonschichten, mit k_f -Werten im Bereich 10^{-7} bis 10^{-8} m/s, vor. Die Mächtigkeit der schwach durchlässigen Schichten reicht von 0,4 m bis > 2,5 m und ist damit stark variabel. Eine Karte mit den Bohrpunkten, Bohrprofilen und Verunreinigungskategorien nach LAGA findet sich im Anhang Kapitel 14.5. Sie zeigt, dass sich die stark verunreinigten Bodenprofile vor allem im Bereich des Schuttbergs und im südlichen und westlichen Bereich befinden. Das Gutachten der Firma BOLAB Analytik aus dem Jahr 2022 wurde vom SGA zur Verfügung gestellt, und die Analysen können in diesem detailliert nachvollzogen werden. Es gibt vom Umwelt- & Naturschutzamt die Anforderung, dass bei der Beregnung beachtet werden muss, dass es nicht zu einer Durchdringung der schadstoffhaltigen Schichten kommt. Es soll in den restlichen Bereichen der Hasenheide auch nicht mehr als momentan mit Trinkwasser bewässert werden, da hierfür keine Kapazitäten zur Verfügung stehen (Aussage SGA, 25.4.24).

Bei einer bedarfsgerechten Bewässerung in der Wachstumsperiode und einem Grundwasserabstand von 3-15 m durch teilweise geschiebehaltigen Untergrund ist es fragwürdig, ob es zu einem Eindringen des Bewässerungswasser in das Grundwasser kommt. Im Vorzugsszenario ist deshalb keine gezielte Versickerung des überschüssigen Wassers vorgesehen. Wenn für die Beregnung allerdings die gleichen Anforderungen an das Wasser notwendig sind, wie bei der Versickerung und diese durch die geplante Behandlung erreicht werden können, kann auch die Versickerung angedacht werden. Das hätte den Vorteil, dass das gesamte Wasser dem lokalen natürlichen Wasserkreislauf zugeführt werden könnte.

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Vom Bezirksamt Neukölln Abteilung Grundwasserschutz wurde uns zusätzlich das „Merkblatt Grundwasserbenutzung bei Baumaßnahmen und Eigenwasserversorgungsanlagen im Land Berlin“ zur Verfügung gestellt, mit dem Hinweis, die hier aufgeführten Grenzwerte als Referenz zu nutzen.

Hierin wird unterschieden zwischen der Einleitung in die R-Kanalisation bzw. in ein Oberflächengewässer und die unmittelbare Einleitung in das Grundwasser.

In Abbildung 9 sind einige der Parameter und die angegebenen Geringfügigkeitsschwellenwerte bzw. Grenzwerte aus dem o.g. Merkblatt angegeben. Eine vollständige Auflistung kann im Anhang den Kapiteln 14.9 und 14.10 entnommen werden. Hier gibt es auch eine kurze Einschätzung warum die anderen Schadstoffe als nicht relevant angesehen werden. Von besonderem Interesse ist demnach Chlorid, Salzkonzentration, AOX, Wirkstoffe in Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukten einschließlich der Abbauprodukte (PSMBP), Leichtflüchtige Halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW) bzw. Leichtflüchtige Chlorierte Kohlenwasserstoffe (LCKW) insbesondere Dichlormethan

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Seite 27 von 89

Parameter	Grenzwert	Grenzwert
	Merkblatt Grundwasserbenutzung bei Baumaßnahmen im Land Berlin	Geringfügigkeits- schwellenwert
Absetzbare Stoffe [ml/l]	0,3	0,3
Abfiltrierbare Stoffe [mg/l]	30	30
pH	6,5 - 8,5	k.A.
Salzkonzentration/elektr. Leitfähigkeit [mS/cm] bei 25°C	1,8	k.A.
Chlorid [mg/l]	250	250
Fluorid [mg/l]	k.A.	0,9
Nitrat [mg/l]	50	k.A.
Sulfat [mg/l]	240	250
AOX [mg/l]	0,025	0,025
PSMBP, einzeln [µg/l]	k.A.	0,1
PSMBP, gesamt [µg/l]	k.A.	0,5
LHKW, gesamt [µg/l]	k.A.	20
Tri- und Tetrachlorethen, Summe [µg/l]	k.A.	10
Trichlormethan [µg/l]	k.A.	2,5
Summe LCKW [µg/l]	5	k.A.
Kohlenwasserstoffe [µg/l]	k.A.	100
Nonylphenol [µg/l]	k.A.	0,3

Abbildung 9: Kritische Parameter für die Einleitung ins Grundwasser Kritische Parameter für die Einleitung ins Grundwasser

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Seite 28 von 89

4 Inhaltsstoffe im Bade- und Betriebswasser

Als Nebenprodukte der Chlorung im Bäderbetrieb entstehen diverse Nebenprodukte mit unterschiedlichen Wirkungspfaden und Verweilzeiten. Hierzu wurden durch das UBA [2014] Parameterhöchstwerte für Desinfektionsnebenprodukte und Arsen im Beckenwasser (Tabelle 3) festgelegt.

Tabelle 3: Höchstwerte Desinfektionsnebenprodukte [UBA 2014]

Parameter	Oberer Wert [mg/l]	Bemerkungen
Gebundenes Chlor	0,20	Die Bestimmung hat unmittelbar nach der Probenahme vor Ort zu erfolgen. Berechnung anhand der Differenz freies Chlor/Chlor gesamt. Bei bromid- oder jodhaltigen Wässern wird gebundenes Halogen als Chlor bestimmt
Trihalogenmethane THM	0,02	Berechnung als Chloroform
Summe Chlorit & Chlorat	30,00	
Bromat	2,00	
Arsen	0,20	Bestimmung nur notwendig bei Verwendung von Füllwasser mit erhöhtem Arsengehalt

Eine Gruppe wird hier von den Trihalogenmethanen (THM), die leicht aus dem Wasser entweichen, gebildet. Eine weitere stellen die gebundenen Chloramine dar, von denen insbesondere Trichloramin reizend auf Menschen wirken kann. Es entsteht durch die Reaktion von Chlor mit Harnstoff und führt zu dem üblichen Hallenbadgeruch, der im Freibadbetrieb eine untergeordnete Rolle spielt. Sowohl die THM als auch die Chloramine stellen ein Potential für die Belastung der ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Seite 29 von 89

Raumluft (Hallenbad) dar. In Hinblick auf den Verbleib von Abbauprodukten im Wasser besteht insbesondere in Freibädern ein erhöhtes Potential für die Bildung von Chlorit und Chlorat. Liegt das für die Desinfektion zugesetzte Chlor als hypochlorige Säure und Hypochlorit-Ion vor, zerfallen die Hypochlorit-Ionen zunächst zu Chlorit und reagieren sofort weiter zu Chlorat. Dieser Zerfall wird unter anderem durch Wärme und UV-Strahlung begünstigt. Liegt ausreichend Chlor vor, wird das Zwischenprodukt Chlorit kontinuierlich zu Chlorat umgewandelt und es liegt kein Chlorit vor. Chlorat kann auch durch für die Reinigung verwendete Chlorbleichlauge in das Betriebswasser gelangen.

Wird Ozon als Teil des Desinfektionsverfahrens eingesetzt, so kann es zur Bildung von Bromat kommen. Die Konzentration darf hier gemäß UBA [2014] 2 mg/l nicht überschreiten. Bromatbildung ist für die Prozesse im Sommerbad Neukölln vernachlässigbar, da es keine Ozonierung gibt.

Weitere Einträge von Chemikalien können durch den Einsatz von pH-Stabilisierung und Flockungshilfsmitteln erfolgen. Diese sind in Hinblick auf die potentielle Wasserverwendung in der Bewässerung bezüglich ihrer chemischen und ökotoxikologischen Eigenschaften zu prüfen.

Für den Standort Sommerbad Neukölln werden die vom UBA angegebenen Höchstwerte der Desinfektionsnebenprodukte eingehalten. Für das Überwinterungswasser kommt es darüber hinaus zu einem Eintrag von Algizid. Hier wird das Produkt „SBF Super Blau Spezial“ verwendet.²

Im Folgenden sind die verschiedenen Abwasserströme unterteilt betrachtet und vorliegende Analysen zusammengefasst. Es liegen die Ergebnisse der kontinuierlich erfolgenden Untersuchungen im Bäderbetrieb, sowie zusätzlich im Rahmen dieser Studie durchgeführte Analysen vor. Da der Badebetrieb hinsichtlich der Wasserqualität konstant überwacht wird und hier klare Anforderungen bestehen, wird davon ausgegangen, dass die vorliegende Ergebnisse für eine Abschätzungen der Frachten auch zu anderen Zeitpunkten übertragbar sind.

² Es handelt sich um einen Wassergefährdenden Stoff (Aquatic Acute 1, H400, Sehr giftig für Wasserorganismen mit kurzfristiger Wirkung), dessen Wirkpotential gesondert betrachtet werden muss.

4.1.1 Rückspülwasser



Abbildung 10 Foto der Sandfilter im Sommerbad Neukölln

Das Wasser aus der regulären Rückspülung der Filter, stellt den für die Bewässerung maßgeblichen Volumenstrom dar. Die vier Sandfilter (Abbildung 10) werden genutzt um im laufenden Betrieb insbesondere Partikel aus dem Beckenwasser zu entfernen. Je nach Beaufschlagung, setzen sich die Filter zu und müssen entsprechend rückgespült werden. Hierbei werden pro Filter 40-50 m³/Vorgang verwendet, wodurch während der Saison im Sommer das größte Wasservolumen anfällt. Im Rückspülwasser sind relativ hohe Belastungen an Chlorid, AOX, AFS. Organik und

Rückstände aus Sonnencreme etc. zu erwartet. Das Wasser wird im Regelbetrieb als Abwasser in den Abwasserkanal entsorgt.

Algizide sind im Rückspülwasser nicht zu erwarten, da diese während der Saison nicht eingesetzt werden.

Im Juli 2024 wurden im Rückspülwasser folgende Parameter gemessen:

Tabelle 4 Analysedaten Rückspülwasser 2024 und Vergleich mit Grenzwerten

Parameter	Konzentration	Grenzwert (höchste)
Abfiltrierbare Stoffe [mg/L]	36	30 ^{2,3}
Salzkonzentration/elektr. Leitfähigkeit [µS/cm]	1000	300 - 1600

³ 1,2,3,4 steht für die Ausbringungsart bei der die Anforderung an das Wasser besteht. Wobei 1 für die Bewässerung steht, 2 für die Einleitung ins Oberflächengewässer und 3 für die Einleitung ins Grundwasser, 4 bezieht sich auf die TLL. 5 ergibt sich aus den Anforderungen für Bäder gemäß UBA.

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Hydrogencarbonat [mg/l]	53,1	¹
Chlorid [mg/l]	340	250 ⁴
Nitrat [mg/l]	17	50 ^{2,3}
Sulfat [mg/l]	92	240 ³
B [mg/l]	0,061	0,18 ³
Nitrit [mg/l]	0,128	-
CSB [mg/L]	29	30 ²
AOX [mg/L]	0,25	0,025 ^{2,3}
Chlorat [mg/l]	13,6	Summe Chlorit & Chlorat
Chlorit [mg/l]	<0,04	
		< 30 ⁵

Die Analysedaten zeigen, dass AFS, Chlorid und AOX erhöht sind und diese für eine weitere Nutzung entsprechend reduziert werden müssen.

Die Leitfähigkeit scheint leicht erhöht zu sein, wenn die DIN 19684-10 (Empfohlene Qualitätsparameter für Bewässerungswasser) herangezogen wird. Der Grenzwert für salzempfindliche Pflanzen liegt bei 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$, befindet sich jedoch im akzeptablen Bereich für Pflanzen mit hoher Salzverträglichkeit (800-1600 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Werden die Grenzwerte der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) berücksichtigt, liegt der Bereich der Leitfähigkeit sogar bei 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ für empfindliche und bei 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ für salzunempfindliche Pflanzen. Somit wäre der gemessene Leitfähigkeitswert deutlich im Rahmen.

Die Leitfähigkeit des Trinkwassers am Standort des Columbiabads liegt laut Auskunft der Berliner Wasserbetriebe für die PLZ 10965 (Adresse Columbiabad) bei:

- Elektrische Leitfähigkeit (25 °C) nach DIN EN 27888 (C08)
 - Minimum: 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$
 - Maximum: 960 $\mu\text{S}/\text{cm}$
 - Mittelwert: 858 $\mu\text{S}/\text{cm}$

Dieses Wasser wird aktuell für die Bewässerung der Grünanlage verwendet. Insofern ist der gemessene Wert als akzeptabel einzuordnen.

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

4.1.2 Spülwasser Frühjahr

Als Teil der Saisonvorbereitung werden die Sandfilter mit Trinkwasser klargespült. Dieser Vorgang erfolgt über mehrere Tage mit insgesamt ca. 800 m³ und kann zeitlich beeinflusst werden. Es ist davon auszugehen, dass hier beim ersten Rückspülvorgang erhöhte Konzentrationen vorliegen, die über den Reinigungsprozess abnehmen. Die Ergebnisse der am 09.04.2024 durchgeführten Probenahme weisen eine leicht erhöhte Leitfähigkeit auf, ohne dass hier weitere Auffälligkeiten festgestellt werden konnten. Der recht hohe Härte Wert entspricht dem Berliner Trinkwasser. Das Spülwasser aus dem Frühjahr erscheint in Hinblick auf eine Verwendung zur Bewässerung gut geeignet.

Tabelle 5 Analytik Spülwasser Filter 9.4.2024 und Vergleich mit den Grenzwerten

Parameter	Konzentration	Grenzwert (höchste Anforderung ^{1,2,3}) ⁴
Abfiltrierbare Stoffe [mg/L]	5,1	30 ^{2,3}
Salzkonzentration/elektr. Leitfähigkeit	640	300-1600 ¹
Chlorid [mg/l]	60	250 ⁴
Nitrat [mg/l]	5	50 ^{2,3}
Sulfat [mg/l]	86	240 ³
B [mg/l]	0,045	0,18 ³
Nitrit [mg/l]	<0,016	-
CSB [mg/L]	<15	30 ²
AOX [mg/L]	0,14	0,025 ^{2,3}

⁴ 1,2,3,4 steht für die Ausbringungsart bei der die Anforderung an das Wasser besteht. Wobei 1 für die Bewässerung steht, 2 für die Einleitung ins Oberflächengewässer und 3 für die Einleitung ins Grundwasser. 4 bezieht sich auf die TLL

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Seite 33 von 89

Der Wert für AOX ist leicht erhöht. Hier muss vor der Einleitung ins Grundwasser eine Aufbereitung stattfinden. Zur Einleitung in den R-Kanal gelten momentan die Grenzwerte der AWW Anhang 31 bzw. der DIN 19645:2016-07, die bei 0,2 mg/L liegen und damit eingehalten werden.

4.1.3 Überwinterungswasser

Über den Winter wird das Wasser in den Becken des Freibads Columbiadamm stehen gelassen und jeweils im Rahmen der Saisonvorbereitung abgelassen. Um das Algenwachstum zu hemmen, wird ein Algizid („SuperBlau“) zugegeben. Laut Aussage der Berliner Bäderbetriebe wird dieses für gewöhnlich drei Mal hinzugegeben. Das erste Mal, wenn die Saison beendet wird, einmal vor dem Frost und im Januar auf Sicht (nach Bedarf). Auf die letzte Dosierung kann evtl. verzichtet werden. Auch an das Produkt sei man nicht gebunden. Jedoch könne man momentan nicht komplett auf das Mittel verzichten da Braunalgen sonst die Geräte und Fugen schädigen. Das Wasser darf in den Regenwasserkanal eingeleitet werden und wird dahingehend regelmäßig (1 Mal pro Jahr vor Einleitung) analysiert.

Tabelle 6 Analytik Überwinterungswasser 2022,2023,2024 und Vergleich mit den Grenzwerten

	Gemessene Konzentrationen			Grenzwert (höchste Anforderung ^{1,2,3}) ⁵
Parameter	2022	2023	2024	
Abfiltrierbare Stoffe [mg/L]	-	-	7,5	30 ^{2,3}
Salzkonzentration/elektr. Leitfähigkeit [μ S/cm] bei	1060- 1530	1250	1000	300-1600 ¹

⁵ 1,2,3,4 steht für die Ausbringungsart bei der die Anforderung an das Wasser besteht. Wobei 1 für die Bewässerung steht, 2 für die Einleitung ins Oberflächengewässer und 3 für die Einleitung ins Grundwasser. 4 bezieht sich auf die TLL.

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Chlorid [mg/l]	252-405	319	230	250 ⁴
Nitrat [mg/l]	-	-	8,5	50 ^{2,3}
Sulfat [mg/l]	-	-	63	240 ³
B [mg/l]	-	-	0,04	0,18 ³
Nitrit [mg/l]	-	-	0,02	-
CSB [mg/L]	-	-	<15	30 ²
AOX [mg/L]	0,02-	0,04-	0,03	0,025 ^{2,3}

In den Jahren 2022 und 2023 wurden beide Becken (Sportbecken und Familienbecken) unabhängig voneinander beprobt. Wenn die Werte der beiden Proben auseinander gehen, sind beide Werte angegeben.

In der Beprobung einer Rückstellprobe am 09.04.2024, zeigten sich erhöhte Leitfähigkeits- und Chlorid Werte. Die Leitfähigkeit ist im Vergleich zum Trinkwasser (s.o.) geringfügig erhöht. Eine Nutzung für die Bewässerung erscheint vor dem Hintergrund der Leitfähigkeit des Trinkwassers akzeptabel.

Das Algizid ist als umwelt-toxisch gekennzeichnet (siehe Abbildung 11). Inwieweit diese Wirkung zum Zeitpunkt der Beckenleerung noch vorliegt, ist zum aktuellen Zeitpunkt nicht bekannt.

Für die weitere Betrachtung wird die Dosierangabe des Herstellers angenommen. Hier wird 1 Liter pro 100 m³ empfohlen. Die Konzentration der quartären Ammoniumverbindung liegt laut Produktdatenblatt bei 10%. Hieraus ergibt sich eine Konzentration von 1 ml pro 1 m³. Eine Verifizierung der akuten Biotoxizität ist nur durch eigene Bio-Tox Tests und Modellierungen möglich.



Abbildung 11 Algizid,
Sommerbad NK

4.1.4 Regelmäßige Untersuchungen des Badewassers

Von den Berliner Bäderbetrieben wurden einige Analysedaten der regelmäßigen Beprobung zur Ermittlung der Badewasserqualität zur Verfügung gestellt.

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Seite 35 von 89

Es wurde festgestellt, dass die Mikrobiologischen Belastungen hierin gering sind. 2024 wurden einige LHKW gemessen. Hierbei ist auffällig, dass die Werte für Trichlormethan (Chloroform) um ca. eine Potenz höher sind als die Geringfügigkeitsschwellenwerte für die Einleitung in das Grundwasser. Dieser Wert wurde in den Abwasserströmen nicht gemessen. Da der Stoff aber leicht flüchtig ist, ist nicht damit zu rechnen, dass der Stoff in den Abwasserströmen noch mit der gleichen Konzentration vorzufinden ist.

4.1.5 Regenwasser

Es ist nicht davon auszugehen, dass das Regenwasser auf dem Gelände Sommerbad Neukölln etwaige kritische Belastungen aufweist. Sowohl die Dach- als auch die versiegelten Gelände Flächen bieten sich als abflussrelevante Flächen an. Wie in Abbildung 12 ersichtlich wird, stellt das Gelände dabei das höhere Potential dar.

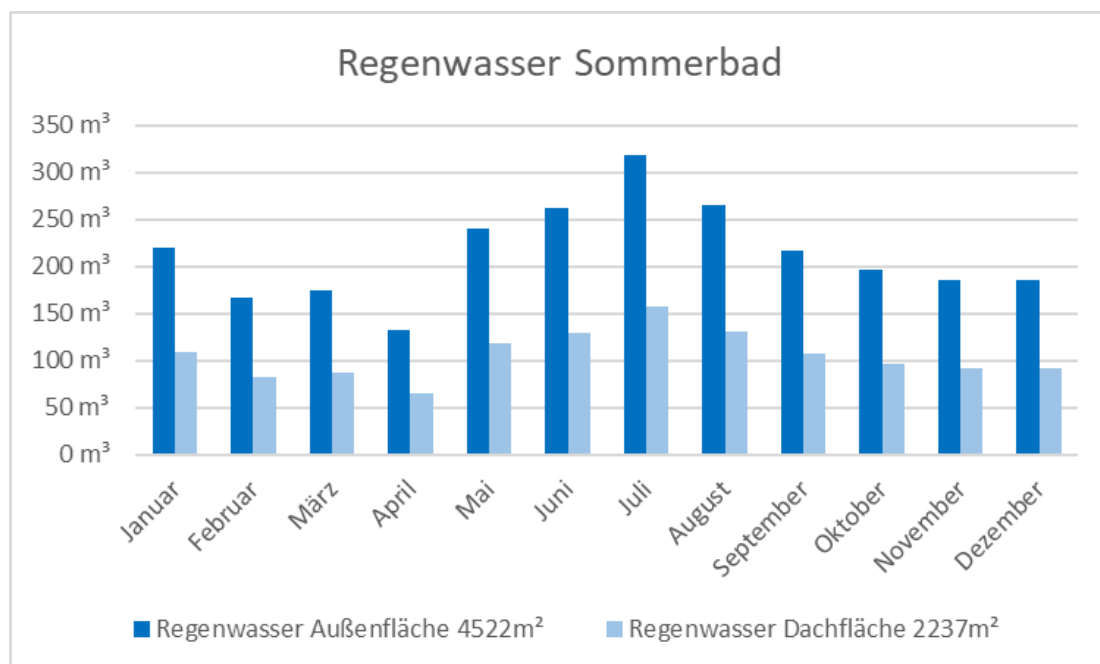


Abbildung 12: Potentieller Regenwasseranfall Sommerbad

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

4.2 Zusammenfassung Einträge und kritische Parameter

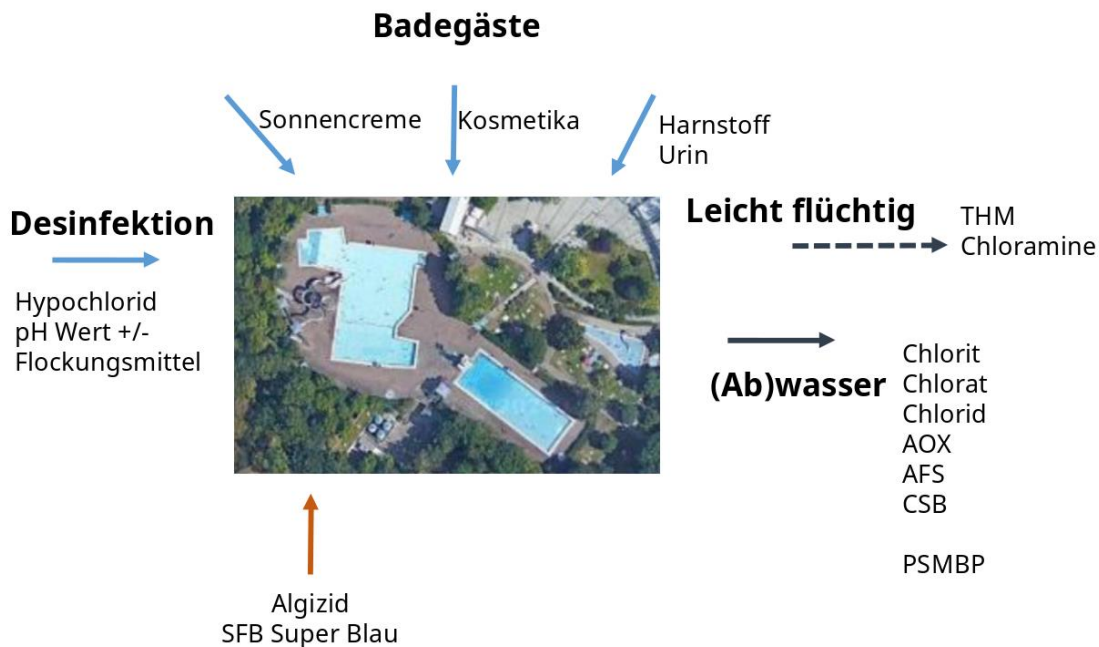


Abbildung 13: Schema Ein- und Austräge im Badewasser

Abbildung 13 gibt eine Übersicht über die prinzipiellen Ein- und Austräge für das Betriebswasser Sommerbad Neukölln. Alle drei für das hier betrachtete Konzept der Nutzung als Bewässerungswasser kritischen Abwasserströme (Überwinterungswasser, Spülwasser und Rückspülwasser) weisen erhöhte Konzentrationen an AOX für den potentiellen Eintritt ins Grundwasser/Oberflächengewässer auf. Im Filterrückspülwasser sind auch die höheren Grenzwerte der AWW überschritten. Hier ist entsprechend eine Behandlung erforderlich. Weiterhin sind im Überwinterungswasser und im Filterrückspülwasser die Konzentration von Chlorid leicht erhöht. Im Überwinterungswasser liegen zudem unbekannten Konzentrationen des Algizids vor. AFS sind lediglich im Rückspülwasser als erhöhte Konzentration erfasst worden. Chlorit und Chlorat entstehen als Teile der Desinfektion des Badewassers. Hier gelten für den Badebetrieb in Hinblick auf die Gesundheit der Badegäste die Empfehlungen des Umweltbundesamtes. Die Konzentration beider Parameter zusammen, darf 30 mg/l nicht überschreiten. Dieser Wert wird von den Berliner Bädern eingehalten.

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Seite 37 von 89

5 Vergleichbare Projekte

5.1 Verwendung von Wasser aus dem Chlorbad-Betrieb für die Bewässerung von Grünflächen

Nach aktuellem Kenntnisstand gibt es nur wenige Praxisbeispiele für den Einsatz von Wasser aus DIN Chlor Bädern für die Bewässerung. Die Stadt Würzburg hat einmalig saisonal Wasser aus den Becken eines Freibads für die Bewässerung von insbesondere Rasenflächen verwendet. Die Aufbereitung des chlorhaltigen Wassers erfolgte in diesem Fall über Aktivkohle, wurde aber nicht verstetigt.

In Berlin gab es unter der Beteiligung der Hydrotec GmbH Bemühungen Wasser aus Privatpools in Kleingärten für die Bewässerung einzusetzen. Auch hier war der Einsatz von Aktivkohle als Aufbereitungsmethode vorgesehen. Eine Umsetzung in die Praxis erfolgte hier auf Grund der vielschichtigen Genehmigungslage nicht. Technisch wäre eine Umsetzung möglich gewesen.

Es konnten keine kontinuierlich umgesetzten Referenzprojekte mit ähnlicher Ausgangslage identifiziert werden.

5.2 Nutzung von Oberflächenwasser für die Bewässerung von Grünflächen

Aus verschiedenen Berliner Bezirken ist die Nutzung von Oberflächenwasser für die Bewässerung öffentlicher Parks bekannt. In Mitte-Tiergarten wird anscheinend der Tiergarten sowie der Park beim Kanzleramt mit Wasser aus der Spree bewässert. Auch der Bezirk Spandau scheint Havelwasser für die Bewässerung zu nutzen. Hier könnten die Behörden untereinander abstimmen inwiefern und in welcher Regelmäßigkeit z.B. Hygieneparameter oder weitere Anforderungen an das Bewässerungswasser geprüft werden.

5.3 Einleitung von Bäderwasser in Oberflächengewässer

Für die Einleitung von Schwimmbadwasser in Oberflächengewässer, liegt für das Sommerbad Neukölln die Einleitgenehmigung für das Überwinterungswasser & Spülwasser in den R-Kanal vor, welcher in den Teltowkanal einleitet. Für das Helene-Weigel-Bad bestand die Erlaubnis im Sommer 2024 2000 m³ Beckenwasser (mit maximal 25l/s) in den Springpfuhl einzuleiten. Hierbei bestand z.B. die Anforderung über eine hinreichende Standzeit von mindestens 2 Tagen keine

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Seite 38 von 89

Reinigungs- oder Desinfektionsmittel einzusetzen. Einzuhaltende Grenzwerte bestanden für freies Chlor, Perchlorat und AOX. Diese konnten eingehalten werden.

6 Aufbereitungskonzept

6.1 Betriebsweise und Verteilung der Volumenströme

Das Konzept zur Aufbereitung des Betriebswassers im Sommerbad Neukölln ist eng mit der Betriebsführung verknüpft, da diese den Umfang der zu behandelnden Wassermengen maßgeblich beeinflusst. Um eine effiziente Wassernutzung zu gewährleisten, wäre es sinnvoll, die Entleerung der Becken zeitlich zu staffeln. Aktuell wird dies jedoch aus betrieblichen Gründen als nicht realisierbar eingeschätzt. Sollte eine Anpassung möglich werden, wird die folgende Betriebsführung empfohlen.

Beckenwasser	Rückspülwasser	Spülwasser
• Aufteilung des Volumenstroms über einen möglichst langen Zeitraum • Verzicht auf Algiziddosierung ab Januar	• Fällt betriebsbedingt an, keine Veränderung	• „First Flush“; Verwerfen der ersten Spülung • Zeitlich möglichst auf den Mai legen

Durch eine zeitliche Staffelung, insbesondere der Beckenentleerung, könnte das Nutzungspotenzial des Wassers deutlich gesteigert werden. Die Planung der Wasseraufbereitung erfolgt dabei unabhängig von den betrieblichen Abläufen.

Da das Abwasser, bestehend aus Beckenwasser, Rückspülwasser und Spülwasser, teilweise mit hohen Durchflussraten anfällt, wird empfohlen, die Aufbereitung nachgelagert durchzuführen, anstatt sich an den Spitzenvolumenströmen zu orientieren. Dies würde den Aufwand und die Kosten für die Anlage erheblich reduzieren.

Es wird vorgeschlagen, die 1500 m³ große Zisterne zu teilen. Ein Hauptvolumen von 1000 m³ dient dabei als Zwischenspeicher für Rohwasser, also das noch nicht aufbereitete Abwasser.

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Dieses Wasser wird aus der Rohwasserzisterne durch die Aufbereitungsanlage zu Klarwasser aufbereitet.

Das aufbereitete Klarwasser dient dann als Betriebswasser, etwa zur Bewässerung oder zur Befüllung des Teichs. Um die Qualität des Wassers in dieser Phase der Aufbereitung zu kennzeichnen, wird es als „Klarwasser“ bezeichnet.

Das Rohwasser aus der 1000 m³ Rohwasserzisterne wird in einen von zwei Klarwasserzisternen zu je 250 m³ gespeichert, die abwechselnd befüllt werden. Das gesamte Volumen für die Klarwasserspeicherung beträgt somit 500 m³. Durch die abwechselnde Befüllung der Klarwasserzisternen kann jede Zisterne nach entsprechender Probenahme und Analyse freigegeben werden. Dies stellt die Betriebssicherheit sicher und ermöglicht die Dokumentation der Wasserqualität, falls diese gegenüber Behörden nachgewiesen werden muss.

Die Installation einer ausreichend dimensionierten Klarwasserzisterne ermöglicht zudem die Planung der Wasseraufbereitungsanlage. Wenn Probenahme und Analytik zeitlich eingegrenzt sind und eine tägliche Entnahmemenge festgelegt ist, können Zisternenvolumen und Aufbereitungsanlage mittels Simulation präziser dimensioniert werden. Nach aktuellem Stand wird von einer Aufbereitungsleistung von ca. 10 m³/h ausgegangen.

6.2 Wasseraufbereitung

In Hinblick auf die vorliegenden Belastungen des Betriebswassers wird eine Aufbereitung für den Einsatz als Bewässerungswasser notwendig. Größte Relevanz haben hier AOX, das Chlorid, mögliche Nebenprodukte aus dem Abbau von freiem Chlor und die Rückstände aus den Filtern (AFS) sowie das eingesetzte Algizid. Die verschiedenen Volumenströme weisen unterschiedlich hohe Belastungen auf. Während z.B. abfiltrierbare Stoffe in Bezug auf das Überwinterungswasser geringe Relevanz haben, sind diese in Regenwasser und Filterrückspülwasser erhöht zu erwarten. Es sind entsprechend Verdünnungseffekte zu erwarten. Durch die Speicherung in der Zisterne und Ableitung über die Regenwasserleitung, wird es zu einer kontinuierlichen Vermischung kommen. Entsprechend werden für eine Aufbereitung die potentiell vorliegenden Parameter aus sämtlichen Volumenströmen betrachtet. Eine Aufteilung der Volumenströme ist nicht vorgesehen. Die Möglichkeit einzelne Stufen der Aufbereitung nach Bedarf zu-/abzuschalten ist vorzusehen. In ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Seite 40 von 89

Hinblick auf die sich aus DIN19650 ergebenden Anforderungen an die Hygiene von Wasser, welches zur Bewässerung öffentlicher Parkanlagen verwendet wird, ist anzunehmen, dass es durch die Desinfektion im Bäderbetrieb und die entsprechenden Chlorkonzentrationen zu einer hinreichenden Hygienisierung kommt. Diesbezüglich werden im Rahmen dieser Betrachtung keine weiteren Maßnahmen vorgesehen.

Bezüglich der beschriebenen kritischen Parameter, erfolgt eine Unterteilung in Vorbehandlung und Hauptstufe. Für die Hauptstufe werden zwei alternative Ansätze vorgeschlagen. Zum einen der Einsatz von Aktivkohle und Zeolith, zum anderen der Einsatz einer Umkehrosmose. Eine Schematische Darstellung der kritischen Pfade ist in Abbildung 14 gegeben. Basierend auf den vorliegenden Daten und Anforderungen ergibt sich, dass die Parameter Chlorid, AOX, Chlor gesamt, PSMPB sowie AFS für eine Nutzung in der Grünfläche reduziert werden müssten. Die vorgeschlagenen Aufbereitungsoptionen Filtration, Adsorption bzw. Umkehrosmose werden im Folgenden erläutert.

Bezüglich der notwendigen Infrastruktur ergeben sich in jedem Fall folgende Anforderungen:

- Stellfläche, befahrbar
- Stromanschluss
- Anschluss Trinkwasser
- Anschluss Schmutzwasser

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Seite 41 von 89

Wasser Sommerbad Neukölln										
Einträge	Flockungshilfsmittel	Chlor			pH Stabilisator			Algizid	Eintrag Gäste	
Frachten Abwasser	k.A.	Chlorit	Chlorat	Chlorid	AOX	Chlor ges.	k.A.	Potentiell Ökotox	CSB	AFS
Kritische Konzentrationen für Nutzung Bewässerung		250 mg/l	Lf 300-1600 µS/cm	<0,025 mg/l	0,3 mg/l			PSMBP 0,1 µg/l	30 mg/l	30 mg/l
Maßnahmen Behandlung	Ggf. Teilstrombehandlung mittels Umkehrosmose				AK Filter	AK Filter		Zeolith Adsorber	Filter	

Abbildung 14: Kritische Parameter und mögliche Aufbereitung

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

6.2.1 Vorbehandlung

Die Vorbehandlung zielt auf die Reduktion der AFS und eine entsprechende Entlastung der nachfolgenden Stufen ab. Hierfür wird ein grober Vorfilter gefolgt von einem Trommel- oder Scheibenfilter mit einer Trennschärfe von 100-130 µm vorgesehen. Eine Ausführung als vollautomatisch oder manuell rückspülbar ist möglich. Die entsprechende Infrastruktur (Anschluss Schmutzwasser, Trinkwasser und ggf. Druckluft sowie Strom) ist herzustellen. Die Installation kann hier entweder als Teil der Wasseraufbereitung zwischen Hauptkammer Zisterne und Reinwasserkammer erfolgen, oder bereits vorgeschaltet vor der Zisterne. Im Falle einer vorgeschalteten Filtration, wird diese auf einen größeren Volumenstrom auszulegen sein. Der Vorteil wäre, dass der Eintrag von Partikeln in die Zisterne reduziert wird und es entsprechend zu geringeren Ablagerungen kommt.

6.2.2 Hauptstufe – Option A

Reduktion AOX

In Hinblick auf die Belastung mit möglichen Chlor Abbauprodukten sowie Chlorid werden unterschiedliche Maßnahmen erforderlich. Es kann davon ausgegangen werden, dass ein Großteil des freien Chlors aus dem Beckenwasser bis zur Ableitung bereits abreagiert hat. Es kommt zu entsprechender Umwandlung in Chlornebenprodukte, die teilweise als Schadstoffe (AOX) betrachtet werden müssen. Die vorliegenden Analysen für das Becken- und Spülwasser Sommerbad Neukölln weisen hier keinerlei Richtwert/Grenzwert Überschreitungen an AOX in Hinblick auf die Nutzung als Wasser für die Bewässerung auf. Bezüglich des möglichen Kontakts mit Grundwasser, besteht allerdings die Notwendigkeit einer weiteren Reduktion. Eine erprobte Option stellt hier der Einsatz von Aktivkohle dar. Es kann eine notwendige Kontaktzeit von ~8 Minuten angenommen werden. Hierfür wäre ein Aktivkohlefilter von 2 m³ ausreichend.

Da es sich bei der Aktivkohle um Verbrauchsmaterial handelt, wird diese regelmäßig auszutauschen sein. Dahingehend empfiehlt sich eine größere Dimensionierung um die Intervalle für den Austausch der Aktivkohle zu reduzieren. Welche Standzeiten hier zu erwarten sind, sollte

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Seite 43 von 89

ggf. im Vorfeld experimentell bestimmt werden. Für die weitere Abschätzung wird ein 5 m³ AK-Filter angesetzt.

Reduktion Algizid

Für die Betrachtung wird die Dosierangabe des Herstellers angenommen. Es werden 1 Liter pro 100 m³ empfohlen. Die Konzentration der quartären Ammoniumverbindung liegt laut Produktdatenblatt bei 10%. Hieraus ergibt sich eine Konzentration von 1 ml pro 1 m³.

Für die Entfernung von Ammoniumverbindungen wurden in der Praxis gute Erfahrungen mit Adsorbern auf Zeolith-Basis gemacht. Hier kann eine Beladungskapazität von 2-4% erwartet werden. Alternativ könnte auch der Einsatz von Aktivkohle oder die Passage durch einen Bodenfilter geeignet sein. Bei Einsatz des Algizids für das gesamte Überwinterungswasser wäre ohne Berücksichtigung etwaiger Abbauprozesse etc. für die anfallenden 5000 m³ mit einer Fracht von 5 kg zu rechnen. Entsprechend würden 125 – 250 kg Adsorber je Saison notwendig. Für die Verifizierung dieser Methoden sind Laborversuche notwendig. Durch diese ließe sich sowohl die tatsächliche Beladungskapazität ermitteln, als auch die optimale Kontaktzeit aus der sich dann die Betriebsweise ableiten lässt. Es empfiehlt sich hier ebenfalls zu prüfen, wie weit sich die Konzentrationen mittels Aktivkohle bzw. Bodenfilter reduzieren lassen. Eine Teilstrombehandlung ist denkbar. Die Behandlungsstufe für das Algizid sollte nach Bedarf zu-/abzuschalten sein, da diese nur für das Überwinterungswasser betrieben werden muss.

In Hinblick auf die Biotoxizität des eingesetzten Produkts besteht die Möglichkeit mittels einer Modellierung Aussagen zu der zu erwartenden Endkonzentration zu treffen. Eine solche Modellierung kann z.B. durch das UBA (Umwelt-Bundes-Amt) erfolgen. Da in der Praxis mit schwankenden Konzentrationen, je nach Zeitpunkt der Beckenentleerung auszugehen ist, könnte hiermit allerdings lediglich eine Annäherung an die realen Bedingungen ermittelt werden.

Im Falle der Kombination von Vorbehandlung mittels Filtration, Aktivkohlefilter und Adsorber wäre zu prüfen, ob alle kritischen Richtwerte eingehalten werden. Hier ist insbesondere Chlorid zu berücksichtigen.

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Seite 44 von 89

6.2.3 Hauptstufe – Option B

Ein alternatives Aufbereitungskonzept stellt der Einsatz einer Umkehrosmose Anlage dar, durch die eine vollständige Aufbereitung der kritischen Parameter – insbesondere der Salze – erfolgen kann. Hier ist in Hinblick auf die Anlagengröße und Betriebskosten ein Teilstrom zu behandeln. Vor dem Hintergrund der vorliegenden Analyse Daten und den sich aus der angedachten Nutzung ergebenden Anforderungen wird eine Aufbereitung von 70% des Betriebswassers anvisiert. Dies entspricht einem Volumenstrom von ca. 7,00 m³. Das Wasser ist nach Passage der UO Reinstwasser. In wie weit hier eine Re-Mineralisierung zu erfolgen hat, ist zu prüfen. Sollte dies notwendig sein, ließe sich das entsprechende Modul ergänzend an der Umkehrosmose Anlage integrieren. Der zusätzliche Flächenbedarf wäre gering und die Anlage von Beginn an so zu konzipieren, dass eine Re-Mineralisierungsstufe möglich ist.

Auf Grund der hohen Trennschärfe der Membranen, kann es hier bei höheren Partikel Frachten schnell zur Bildung einer Deckschicht kommen. Inwieweit Fouling und Scaling den Betriebsaufwand (Rückspülung, Reinigung) beeinträchtigen, hängt stark von der Vorbehandlung ab. Evtl. empfiehlt sich hier der zusätzliche Einsatz einer Ultrafiltration.

6.3 Beprobung

In Hinblick auf die vielfältigen Anforderungen an das aufbereitete Wasser, ist vor allem zu Beginn des Betriebs ein intensives Monitoring vorzusehen. Die Dokumentation wäre hier insbesondere auch als Referenz für andere Standorte von Relevanz. Die Intensität des Monitorings könnte im Lauf der Zeit reduziert werden. Ein Vorschlag hierfür ist in Tabelle 7 aufgeführt.

Tabelle 7: Möglicher Monitoring Plan, Aufbereitetes Betriebswasser Sommerbad Neukölln

1 Betriebsjahr	
Parameter aus DIN 19684-10/ TLL	Jeden Volumenstrom (Filterrückspülwasser, Überwinterungswasser ggf. auch Regenwasser) 1x auf relevante Parameter

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Seite 45 von 89

Parameter aus den Geringfügigkeitschwellenwerten ⁶	Ja nach Anforderung der Wasserbehörde: - Durch den unterteilten Klarwassertank kann jede Kammer einzeln beprobt werden und freigegeben werden. Dies hat zur Folge das längere Wartenzeiten für die Analyse dazu führen können, dass das Wasser nicht so effeizient genutzt werden kann. - Wöchentliche Beprobung der im Rohwasser nachgewiesenen relevanten Parameter
Hygiene-Anforderungen nach DIN 19650 & DIN 19645:2016 TYP 2	Wöchentlich
2 Betriebsjahr	
Parameter aus DIN 19684-10/ TLL	Nur auf Verdacht
Parameter aus den Geringfügigkeitschwellenwerten ⁶	Wenn möglich Abschaffung des Batch-Betriebs: 14 Tägiges Monitoring der relevanten Parameter in der Bewässerungsphase
Hygiene-Anforderungen nach DIN 19650 & DIN 19645:2016 TYP 2	Alle 14 Tage
3 Betriebsjahr	
Anpassung des Monitorings entsprechend der vorhandenen Ergebnisse	

Die Kapazität der Adsorber wird nach den Frachten berechnet. Entsprechend lässt sich abschätzen, wann hier ein Ersatz des Materials notwendig wird. Zeigen sich in den Analysedaten des Monitorings Tendenzen einer Konzentrationserhöhung, ist eine Beprobung am Adsorber vorzunehmen.

⁶ Hier ist zunächst eine Beprobung des Rohwassers vorzusehen. Die weitere Analytik bezieht sich dann auf hier nachgewiesenen, den Geringfügigkeitsschwellenwert überschreitenden Parameter

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Für den Fall von Grenz-/Richtwertüberschreitungen ist ein Maßnahmenplan zu entwickeln. Die Maßnahmen sind hier entsprechend des jeweiligen Parameters zu definieren und können bis hin zur Ableitung des Wassers in den Abwasserkanal reichen.

7 Bauliche Umsetzung

7.1 Speicher/Zisterne

Sowohl das Betriebswasser als auch das Regenwasser sollten für eine optimierte Nutzung in der Bewässerung zwischengespeichert werden. Hierfür wird eine Zisterne vorgeschlagen. Zusätzlich besteht die Möglichkeit den Rixdorfer Teich mit einzubinden. Hier könnte ein Puffer von ca. 1000 m³ genutzt werden, wenn der Wasserspiegel um bis zu 50 cm variiert. Es gibt ein Interesse der BBB, z.B. Regenwasser auch auf dem Gelände des Sommerbades zu nutzen. Bisher stehen hier keinerlei Speicherkapazitäten zur Verfügung. Die folgende Betrachtung geht zunächst nicht von einer Nutzung auf dem Gelände Sommerbad aus. Ergibt sich hier im Rahmen von Baumaßnahmen eine Möglichkeit, Wasser auch auf dem Gelände verfügbar zu machen, sollte dies in Erwägung gezogen werden.

7.1.1 Speicherauslegung

Die Auslegung des Speichervolumens richtet sich nach dem Bedarf und den lokalen Gegebenheiten. Um auf Grundlage der aktuell vorliegenden Daten ein hinreichendes Speichervolumen zu Deckung des kompletten Bedarfs zu realisieren, müssten die vor der Saison anfallenden 5000 m³ vollständig gespeichert und aufbereitet werden. Dies wird in Hinblick auf Zisternenvolumen und Investitionskosten als kaum zu realisieren eingeschätzt. Es werden drei Zisternenvolumina und die Auswirkung von zwei unterschiedlichen Betriebsweisen Schwimmbad betrachtet. Variante A sieht vor, dass das gesamte Überwinterungswasser – entsprechend der aktuellen Praxis - in einem Schwung abgelassen wird. Variante B sieht vor, dass eine geteilte, auf die Bedarfe des Parks angepasste, Abgabe des Wassers über zwei Termine bis in den April möglich ist. Variante C berücksichtigt ein mögliches zusätzliches Puffervolumen von 1000 m³ im

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Seite 47 von 89

Rixdorfer Teich. Momentan wird ein schrittweises Ablassen des Wassers in Hinblick auf den Personalaufwand als nicht möglich angesehen.

Variante A

Wie in Abbildung 15 ersichtlich wird, kommt es bei Betriebsweise A zu 7-9 Wochen, in denen der Bewässerungsbedarf der Hasenheide das über die Zisterne verfügbare Wasser übersteigt. Die Größe der Zisterne hat hier nur relativ geringe Auswirkung. So lassen sich über eine Vergrößerung von 1000 m³ auf 2000 m³ lediglich zwei zusätzliche Wochen abdecken.

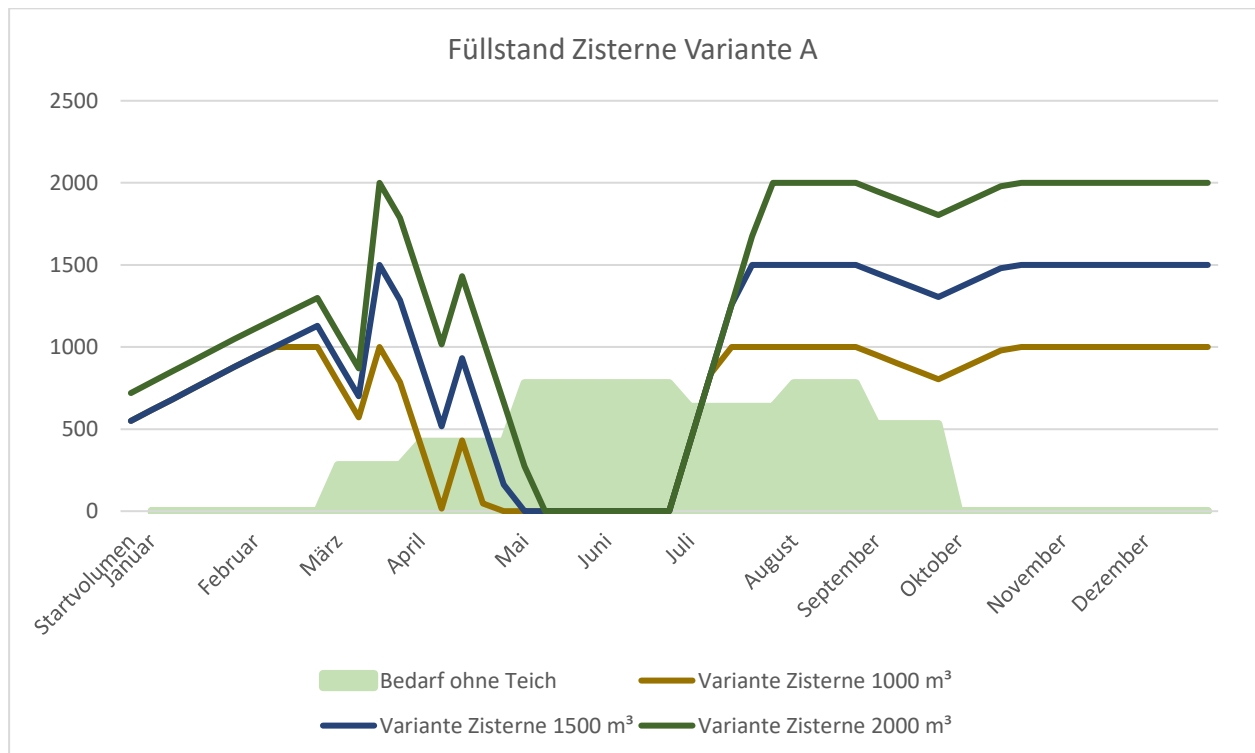


Abbildung 15: Füllstand Zisterne bei 1000/1500/2000 m³ Speichervolumen und Betriebsweise A

Speichervolumen Zisterne	1000 m ³	1500 m ³	2000 m ³
Defizit (gerundet)*	3000 m ³	2700 m ³	2300 m ³
Überschuss (gerundet)*	8300 m ³	7300 m ³	6500 m ³

*ohne Rixdorfer Teich

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Seite 48 von 89

Variante B

Abbildung 16 zeigt, dass es durch eine veränderte Betriebsweise zu einer Reduktion der Trockenphase auf 3-6 Wochen kommen kann. Bei einem Zisternenvolumen von 2000 m³, würde der Zeitraum in dem der Bedarf nicht gedeckt ist lediglich drei Wochen im Sommer betragen. Es wird deutlich, dass der Effekt einer veränderten Betriebsweise gegenüber einem erhöhten Speichervolumen deutlich überwiegt.

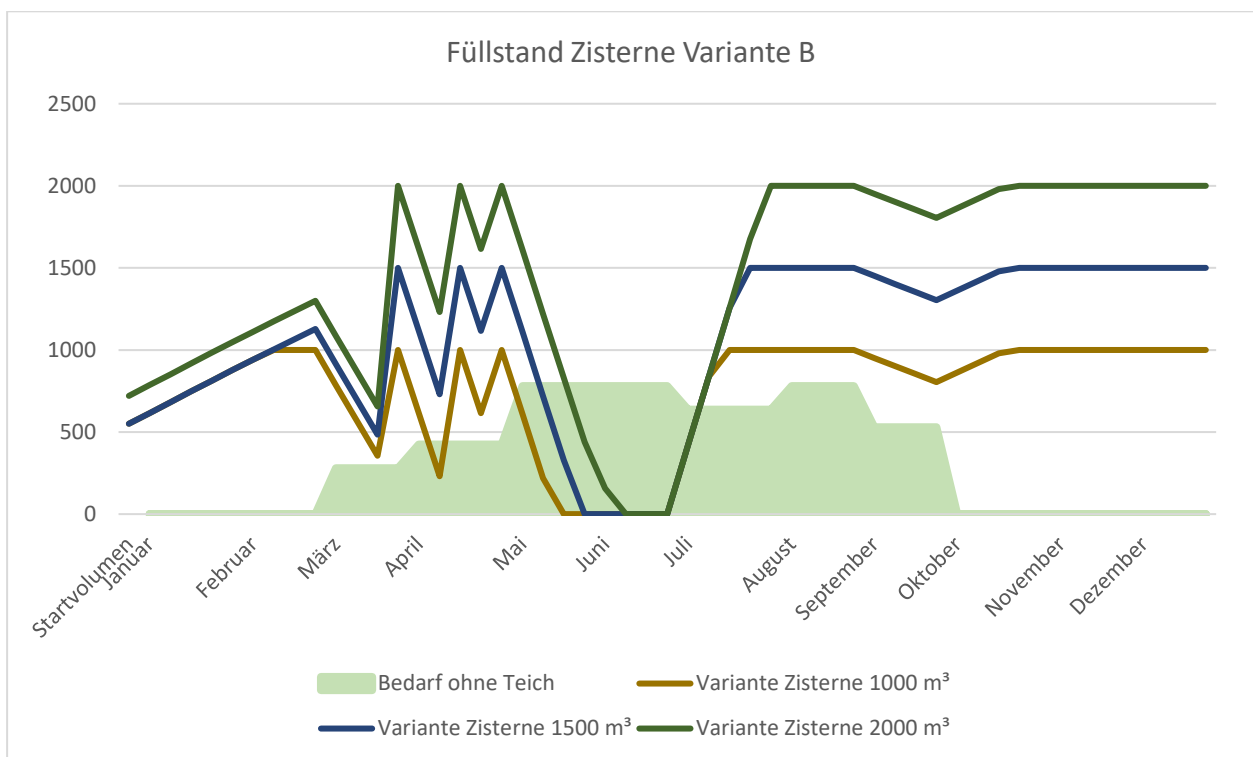


Abbildung 16: Füllstand Zisterne bei 1000/1500/2000 m³ Speichervolumen und Betriebsweise B

Speichervolumen Zisterne	1000 m ³	1500 m ³	2000 m ³
Defizit (gerundet)*	1900 m ³	1500 m ³	850 m ³
Überschuss (gerundet)*	7000 m ³	6000 m ³	5100 m ³

*ohne Rixdorfer Teich

Der Teich kann als zusätzlicher Speicher zu Verfügung stehen, in dem er bei Wasserverfügbarkeit immer vollgefüllt wird. In wie weit eine Entnahme aus dem Teich in Dürrephasen möglich ist,

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Seite 49 von 89

müsste abhängig vom Pegelstand entschieden werden. Durch eine solche Betriebsweise, könnte sich der Bedarf an Trinkwasser vollständig abdecken lassen.

Variante C

Für Variante C ist der Ansatz, immer dann, wenn überschüssiges Wasser an der Zisterne anfällt dieses (bis zum max. Wasserspiegel) in den Rixdorfer Teich zu leiten. In längeren Dürrephasen, kann dann auf dieses Volumen zurückgegriffen werden, um die Bewässerungsanlage zu speisen. Damit ließe sich nicht nur die Ausbeute aus dem Wasser Sommerbad Neukölln optimieren, sondern auch auf die aktuell noch erfolgenden Nachspeisung des Rixdorfer Teichs mit Trinkwasser verzichten. Abbildung 17 und Abbildung 18 zeigen, dass durch eine Nutzung des Rixdorfer Teichs eine verbesserte Versorgungslage für die Bewässerung hergestellt werden kann. Die Lücke in der Bedarfsdeckung lässt sich hier weiter reduzieren. Wie zuvor, hat ein optimiertes Ablassen des Überwinterungswassers hier einen deutlichen Effekt. In Abbildung 18 wird deutlich, dass sich durch eine Kombination aus optimiertem Wasserdargebot und erhöhter Speicherkapazität durch Einbindung des Rixdorfer Teichs die Versorgungslücke fast vollständig geschlossen werden kann. Die Variante wurde erst zu Ende des Projekts mit aufgenommen und wird daher hier nur im Hinblick auf die Deckung des Wasserbedarfs betrachtet.

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Seite 50 von 89

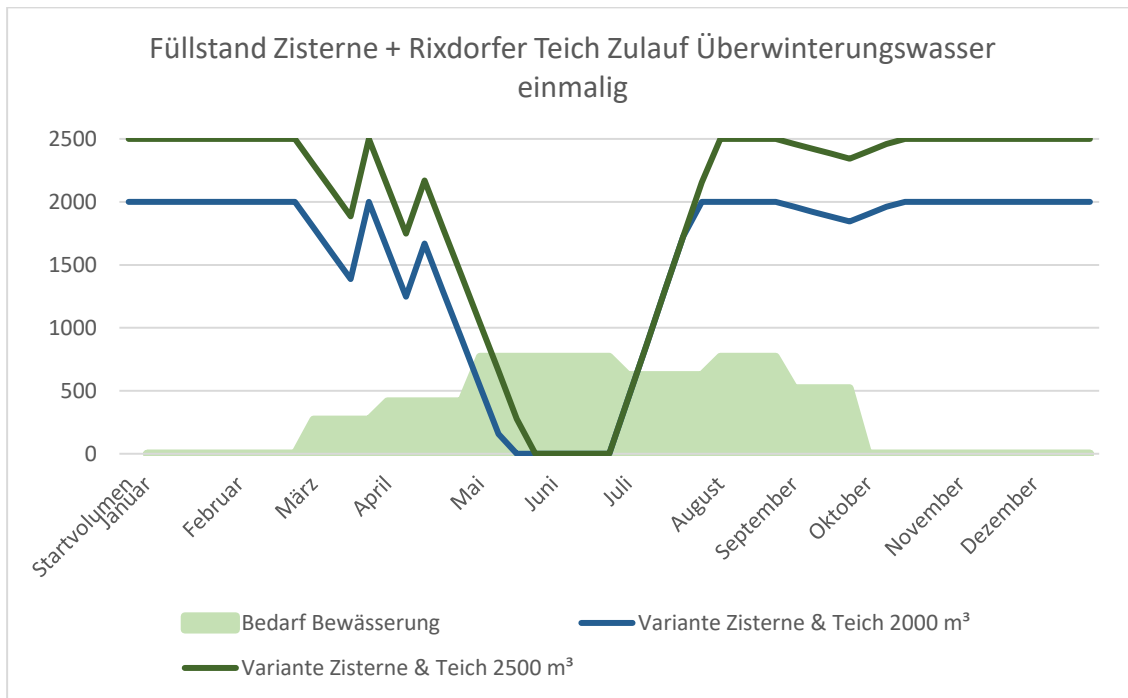


Abbildung 17: Füllstand Zisterne + Rixdorfer Teich bei 1000/1500 m³ Speichervolumen Zisterne, 1000 m³ Speichervolumen Rixdorfer Teich und einmaligem Zufluss Überwinterungswasser

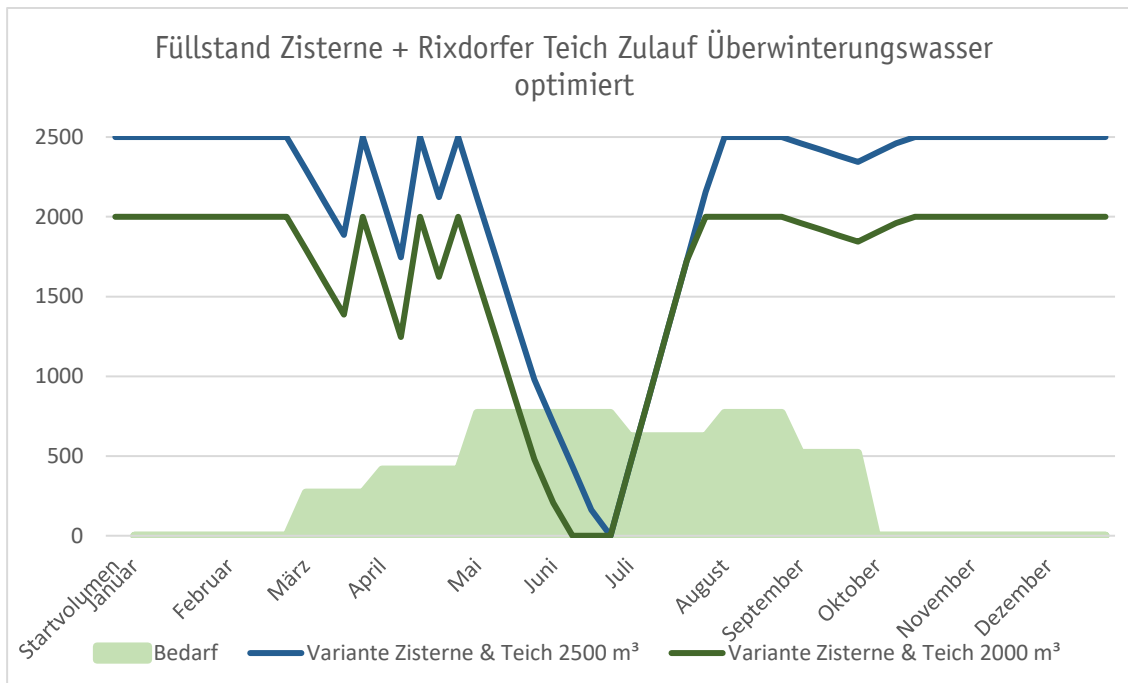


Abbildung 18: Füllstand Zisterne + Rixdorfer Teich bei 1000/1500 m³ Speichervolumen Zisterne, 1000 m³ Speichervolumen Rixdorfer Teich und optimiertem Zufluss Überwinterungswasser

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

7.1.2 Zukünftige Optimierung des Speichervolumens

Die Größe des Speichers muss noch optimiert und an die örtlichen Gegebenheiten angepasst werden. Mit den vorliegenden Daten kann nur eine Annäherung an die Auslegung nach DIN erfolgen. Für eine Ermittlung des Speichervolumens müssten tagesgenaue Ertrags- und Bedarfsdaten erhoben werden, um anschließend eine Simulation gemäß DIN 1986-100 bzw. DIN EN 16941-1:2024 durchführen zu können. Tagesgenaue Bedarfsdaten liegen nicht vor, entsprechend wird hier auch in der weiteren Auslegung nur eine Annäherung an den IST Zustand möglich sein.

Das hier theoretisch ermittelte Speichervolumen steht zunächst unabhängig von der bautechnisch zu realisierenden Größe. Es dient der Orientierung für die weitere Abschätzung.

7.1.3 Verortung des Speichers & technische Umsetzung

Für den Speicher wird eine unterirdische Zisterne angedacht, damit das Wasser möglichst kühl gelagert wird und dadurch nicht in seiner Qualität negativ beeinflusst wird. Eine solche Zisterne würde bei der Verortung unter einer offenen Fläche als Versiegelung gelten. Daher ist ein Standort der schon versiegelt ist, wie der Basketballplatz, der Skatepark oder der Betriebshof als optimal anzusehen.

Durch die Lage der vorgeschlagenen Standorte direkt am Columbiadamm, ist davon auszugehen, dass sich bauliche Maßnahmen gut umsetzen lassen. Die Regenwasserzisterne ist ein wesentlicher Baustein um das Wasser zwischen zu speichern, um es bei Bedarf zur Verfügung stellen zu können. Für die Bauausführung der Regenwasserzisterne empfiehlt sich die Prüfung einer an die örtlichen Gegebenheiten angepassten Bauform aus Ortbeton oder aus mit PE-Folien ummantelten Kunststoff-Rigolen. Aus unserer Erfahrung ist eine nach Zeichnungen und mit einem Statiker geprüfte, auf den Standort angepasste Zisterne aus Ortbeton kostengünstiger zu bauen. Zudem bietet sie den Vorteil, einen Pumpensumpf und technische Einbauten in das Zisternenbauwerk zu integrieren und die Wartungsmöglichkeiten zu optimieren. Aber auch eine aus Füllkörperrigolenblöcken gebaute Rigole hat Vorteile, z.B. ist sie sehr variabel und es ist kein größeres Gerät notwendig um sie zu bauen. Ihre Lebensdauer wird von Herstellern bei über 50 Jahren angesetzt. Um temporäre Regenwasserdefizite ausgleichen zu können, sollte die Zisterne ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Seite 52 von 89

mit einer automatischen Trinkwassernachspeisung versehen sein. Ein Technischacht sollte Pumpentechnik, Sensortechnik und Nachspeisung beinhalten.

Momentan ist angedacht, dass ein Teil des Speichers als Schmutzwasserspeicher fungiert und ein Teil als Klarwasserspeicher. Für die Aufbereitung ist ein entsprechender Technikraum sowie Stellfläche vorzusehen.

In folgender Grafik ist eine schematische Darstellung des Systems gezeigt. Diese beinhaltet das Sommerbad, mit einer Pumpe auf der einen Seite der Straße und die Zisterne mit Wasseraufbereitung und der Pumpentechnik exemplarisch unterhalb des Basketball- und Skateplatzes auf der anderen Seite der Straße. Der Rixdorfer Teich und die Bewässerung sind ebenfalls exemplarisch dargestellt. Der Standort der Aufbereitungsanlagen wird parkseitig vorgeschlagen. Dies hat den Vorteil, dass die Aufbereitungsanlagen nicht an den hohen Volumenströmen des Schwimmbads ausgerichtet sein müssen. Im Fall von Starkregenereignissen, ist eine Ableitung überschüssiger Wassermassen zu realisieren. Auf der Seite des Schwimmbads ist entsprechend weiterhin ein Anschluss an den Regenwasserkanal vorzuhalten. Ein manuelles Umschalten auf den Schmutzwasserkanal ist ebenfalls vorzusehen. Beide Anschlüsse liegen bereits vor und können entsprechend genutzt werden.

7.1.4 Anschluss an Medien

Folgende Medienanschlüsse werden benötigt:

Trinkwasser:

Hier lässt sich an die im Bereich westlich des Skateparks liegende Trinkwasserleitung anschließen.

Schmutzwasser:

Ein Schmutzwasseranschluss konnte in der Leitungsauskunft der BWB am Columbiadamm nicht vorgefunden werden. Es wird davon ausgegangen, dass ein solcher als Teil der Infrastruktur Hasenheide besteht. Die Anbindung Eignung ist zu prüfen.

Strom:

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Alle technischen Anlagen (Aufbereitung & Pumpen) benötigen Strom. Der Netzanschluss ist entsprechend mit dem Netzbetreiber abzustimmen.

7.1.5 Nutzung stillgelegter Rohrleitungsbestand

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie wurde die Möglichkeit der Nutzung von stillgelegten Bestandsleitungen der BWB vorgeschlagen. Laut Leitungsauskunft liegt auf der der Hasenheide zugewandten Seite des Columbiadamms ein stillgelegter Trinkwasserkanal aus Stahl der teilweise DN 300 teilweise DN 350 aufweist. Er startet etwa auf Höhe des Bolzplatzes. Pro 100 m würde man hierdurch einen Speicherraum von 7- 10 m³ gewinnen. Vom Anfang der Leitung bis zur Stelle der vorgeschlagenen Straßenquerung sind maximal 300 m Leitungslänge. Der Zustand dieser Leitungen ist ungewiss. Da der Gewinn an Speicherraum relativ gering ist, wird zum jetzigen Zeitpunkt von einer Nutzung und Verhandlung mit den BWB abgesehen. Eine weitere Möglichkeit wäre die Nutzung des stillgelegten Kanals um die Druckleitung als Inliner zu verlegen. Um dies zu prüfen muss mit den BWB Kontakt aufgenommen werden.

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Seite 54 von 89

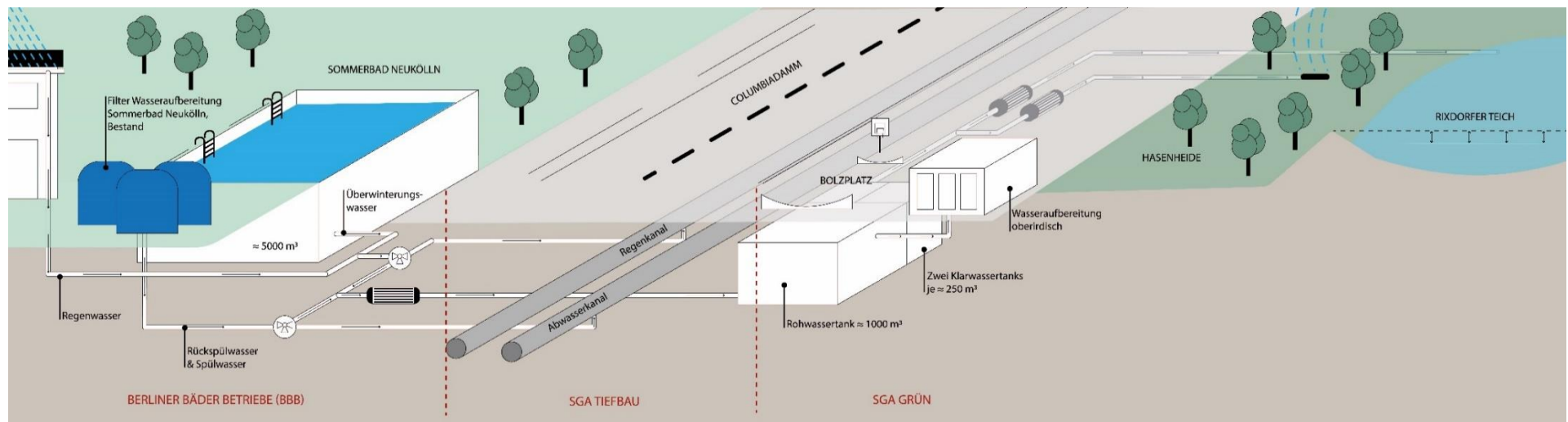


Abbildung 19 Schematische Darstellung der Grundstücksübergreifenden Betriebswassernutzung, Speicherung und Aufbereitung

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Seite 55 von 89

7.2 Kreuzung des Columbiadamms mit einer Druckleitung

7.2.1 Leitungsführung

Eine Idee, den Bauaufwand im Sommerbad so gering wie möglich zu halten, ist die Nutzung der vorhandenen Regenwasserleitung. Da sowohl das Regenwasser über diese Leitung läuft, als auch das Überwinterungswasser in dieser Leitung in den R-Kanal eingeleitet wird, muss im Technikraum unterhalb der Becken ein Anschluss an die Regenwasserleitung bestehen.

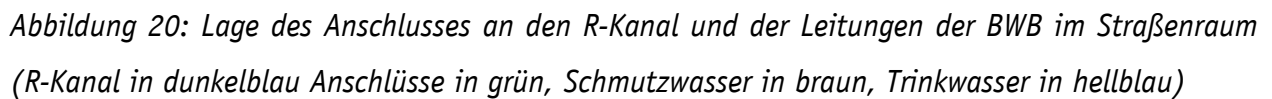
Der Anschluss an den R-Kanal ist aus den Leitungsabfragen bei den BWB nicht sofort eindeutig ersichtlich. Ein Telefonat mit der zuständigen Betriebsstelle Lichterfelde (30.5.2024) hat ergeben, dass ein Anschluss am westlichen Ende des Grundstücks besteht. Ein Leitungsplan des Sommerbades bestätigt diese Zuleitungsstelle zum R-Kanal, die aber in der Leitungsabfrage nicht mehr auf dem Grundstück des Sommerbades liegt.

Diese Stelle liegt ca. 230 m westlich von dem angedachten Zisternenstandort unter dem Bolzplatzfeld. Zur Straßenquerung sind nochmals ca. 30 m zu überwinden.

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024



Seite 57 von 89

Eine Querung des Columbiadamms an dieser Stelle wurde am 14.6.2024 mit dem Straßen- und Grünflächenamt – Abteilung Straßen (namentlich Thomas Marquardt) besprochen.

Herr Marquardt sieht die Stelle der Kreuzung als vorteilhaft gegenüber z.B. einer Kreuzung in der Nähe der Lichtsignalanlage (LSA) in der Nähe des Schwimmbadeingangs.

Es werden zwei Möglichkeiten zur Querung diskutiert.

7.2.2 Querung in offener Bauweise

Diese birgt die Vorteile, dass man einen besseren Einblick in den Untergrund bekommt und nicht blind durch den Untergrund geht.

Nachteilig ist hier, dass eine Kreuzung verschiedener Leitungsträger mitberücksichtigt werden muss. Außerdem ist eine verkehrsrechtliche Anordnung bei der SenMVKU (Abteilung 6) zu beantragen. Hierzu muss ein Verkehrssicherungskonzept vorgelegt werden. Herr Marquardt als Vertreter des Straßenbaulastträgers, rät spontan zu einer Umsetzung der Maßnahme in drei Abschnitten, mit jeweils anteiliger Straßensperrung. Wird hierzu eine LSA benötigt ist dies recht teuer.

Bei einer Analyse der Medienträger fällt auf, dass 1&1 Versatel (im Park, parallel zur Straße), Vodafone & Telekom, Stromnetz Berlin und BWB Leitungen an dieser Stelle liegen haben, wobei fast alle Leitungen längs zum Straßenverlauf liegen. Eine Stromleitung kreuzt genau an dieser Stelle die Straße (Abbildung 21). Von den BWB befinden sich zwei Trinkwasserleitungen, ein Abwasserkanal, ein Regenwasserkanal, eine totgelegte TW-Leitung und ein verschlammter R-Kanal im Straßenquerschnitt. Eine grobe Verortung der (aktiven) Leitungen und Kanäle der BWB im Straßenraum ergibt, dass zwischen den Höhen 45,19 m ü. NHN (Regenwasserkanal) – 46,72 m ü. NHN (Trinkwasserleitung) über den Straßenquerschnitt hinweg vermutlich Leitungen anzutreffen sind (siehe Abbildung 22: Schematische Darstellung der Lage der BWB Leitungen im Straßenquerschnitt). Die Geländeoberkante wird bei 47,7 -47,95 m ü. NHN erwartet (abgeleitet aus den Deckelhöhen im BWB Leitungsplan). Demnach wird oberhalb der Trinkwasserleitung nur ca. 1 m bis zur GOK erwartet, was wahrscheinlich die Tiefe ist, in der auch Medien der andere

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Seite 58 von 89

Leitungsträger liegen. Hinzu kommt, dass ein geplanter Leitungsverlauf oberhalb der TW-Leitung, bei einem vertikalen Abstand von 0,3 m zur BWB Leitung, nicht mehr im frostfreien Bereich liegen würde. Hieraus folgt der Schluss, dass eine querende Leitung unterhalb der Bestandsleitungen durchzuführen wäre. Horizontal muss zu Druckleitungen der BWB 0,4 m Abstand eingehalten werden.

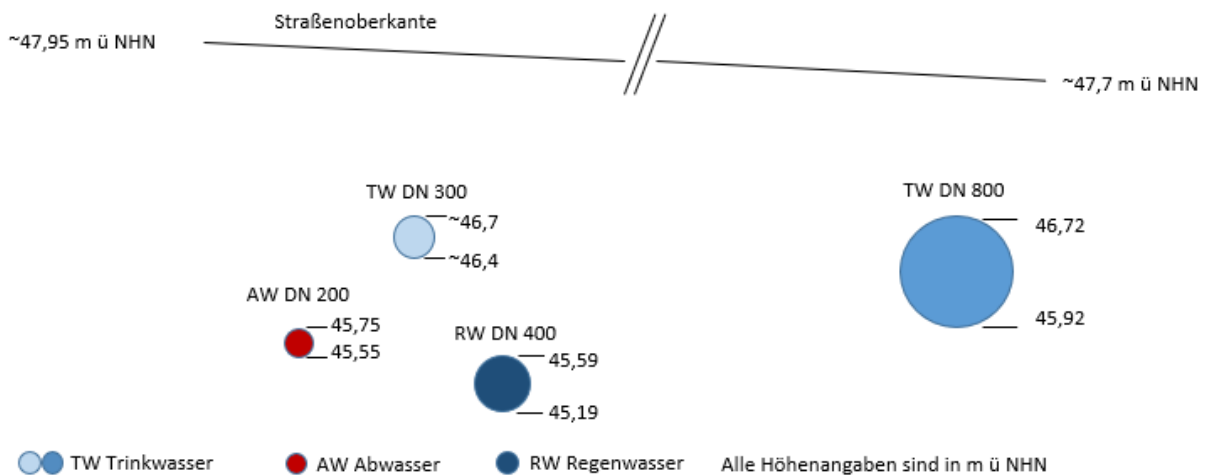


Abbildung 22: Schematische Darstellung der Lage der BWB Leitungen im Straßenquerschnitt

Auch das Stromnetz Berlin hat als einzelner Leitungsträger viele Leitungen in der Straße liegen. Diese sind im Detail mit den relevanten Schnitten in Abbildung 23: Detailausschnitt des Leitungsplans Stromnetz an der möglichen Querungsstelle, mit den Leitungsquerschnitten an den gekennzeichneten Stellen dargestellt. Die Leitungen liegen in Tiefen von 0,7 bis 1,9 m u. GOK auf der nördlichen Straßenseite. Die Leitungen auf der südlichen Straßenseite (ca. 0,8 m u. GOK) und die querende Leitung (1,2 m u. GOK) liegen in der Höhe dazwischen.

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Seite 59 von 89

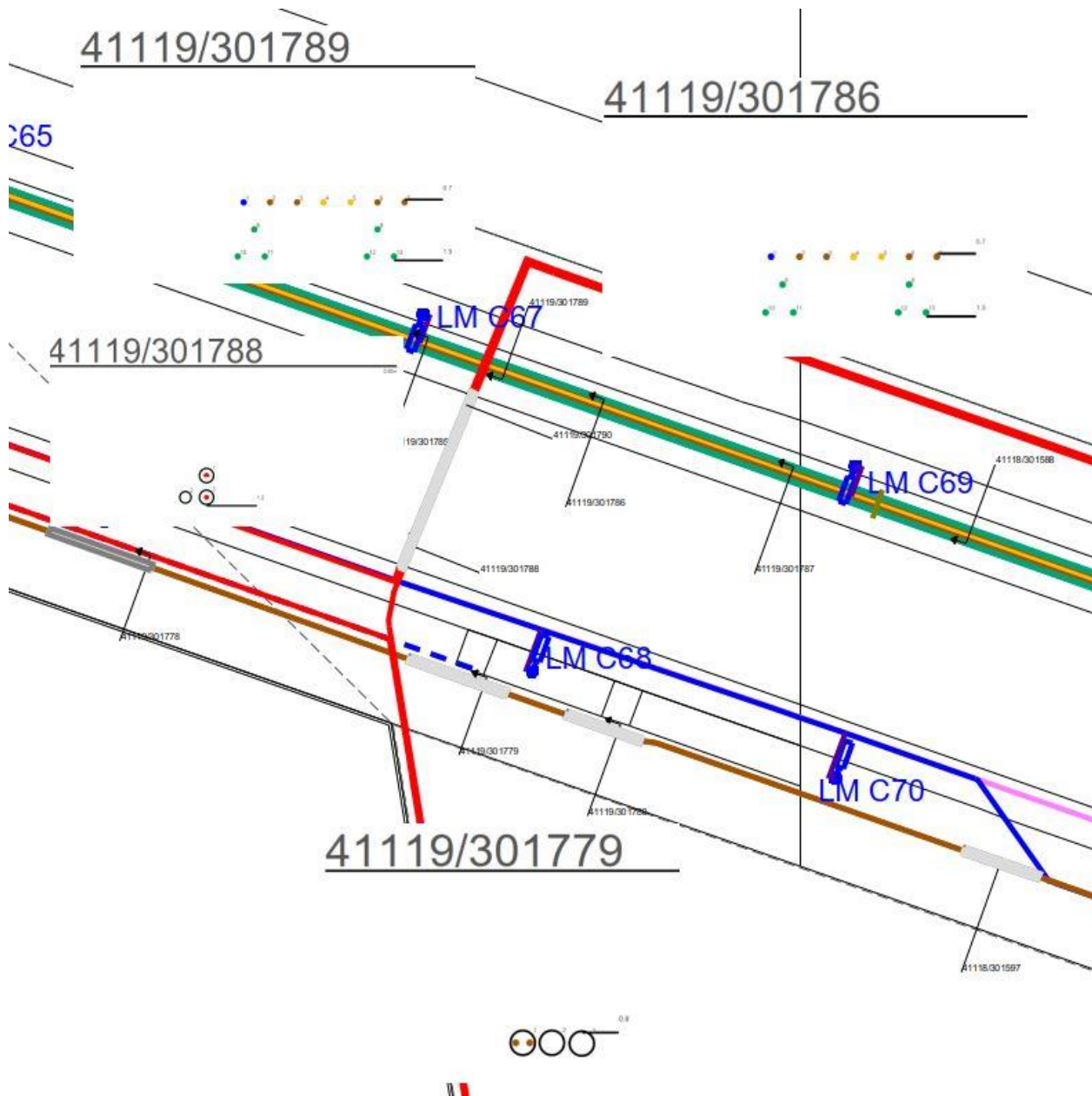


Abbildung 23: Detailausschnitt des Leitungsplans Stromnetz an der möglichen Querungsstelle, mit den Leitungsquerschnitten an den gekennzeichneten Stellen

Zum einzuhaltenden Abstand zu ihren Leitungen gibt Stromnetz Berlin an, dass parallel verlegte Leitungen seitlich 0,4 m Abstand einhalten müssen und bei Kreuzungen 0,2 m (bei offener

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Seite 60 von 89

Bauweise). Bauwerke mit Fundamentgründung sollen 1,5 m Abstand einhalten und Baugruben mit Holzverschalung 0,8 m.

7.2.3 Querung mit grabenlosem Verfahren

Hierzu stehen mehrere Verfahren zur Verfügung; Bodenverdrängungsverfahren mittels ungesteuerter Erdrakete, das Rammverfahren oder das Horizontale Spülbohrverfahren (HDD). Das erste Verfahren hat beschränkte Rohrdurchmesser und Bohrlängen bis 40 m. Die Tiefe der Rohrleitung scheint auf die Tiefe der Anfangs- und Endbaugrube beschränkt.

Im Rammverfahren können Stahlrohre bis zu 80 m Länge unterqueren. Der Kanal kann einen Durchmesser von 4000 mm haben. Auch hier kann das Rohr nur Horizontal und gerade verlegt werden.

Das HDD-Verfahren ermöglicht das Unterbohren von sehr langen Strecken (500m), die auch Steigungen und Kurven enthalten können, da der Bohrkopf über elektromagnetische Signale gesteuert wird. Einschränkungen gibt es bei Einlagerungen von Bauschutt, großen Steinen oder Böden mit sehr groben Bestandteilen.

Generell kann ein Nachteil des Grabenlosen Rohrverlegens sein, dass der Altbestand an Leitungen nicht immer bekannt ist, und kein Einblick in den Untergrund möglich ist.

Eine Genehmigung der SenMVKU ist für diese Verlegeweise nicht erforderlich. Der Straßenbaulastträger muss nur einbezogen werden sofern die Anfangs- und Endgruben im öffentlichen Straßenraum liegen. Wird z.B. vom Grundstück des Sommerbads bis zum Park gebohrt, ist die Einholung einer Genehmigung nicht notwendig. In jedem Fall ist ein Sondernutzungsrecht zu beantragen.

Die Gebühren die hierfür anfallen, sind eher zu vernachlässigen und entfallen evtl. komplett.

In der Leitungsauskunft der BWB im Bereich des Columbiadamms ist die tiefste Sohlhöhe beim Regenwasserkanal vorzufinden. Sie ist bei 45,17 m ü NHN zu erwarten (ca. 2,5 m u GOK). Die Abstände zu Leitungsträgern sind einzuhalten, z.B. ist von Leitungen der BWB ein vertikaler

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Mindestabstand von 30 cm einzuhalten. Die Sohlhöhe im Übergabeschacht liegt bei 45,59 m ü. NHN (bzw. 2,36 m u. GOK).

Es ist also davon auszugehen, dass eine Leitung die bei ca. 3 m u. GOK (Scheitelhöhe) die Straße quert den notwendigen Abstand zu den Leitungen einhalten sollte. Evtl. werden für einzelne Verfahren mehr Sicherheitsabstand erforderlich. Das Vorhaben muss auf jeden Fall mit den Leitungsträgern, speziell mit den BWB, abgestimmt werden, da davon auszugehen ist, dass diese Leitungen am tiefsten liegen (s.o.) und dem Stromnetz da diese Leitung parallel und auch auf dem Grundstück in der Nähe des zu bauenden Pumpenschachts, liegt.

7.2.4 Kampfmittelfreiheit

Es liegt eine Kampfmittelauskunft für die Haseneide vor (Anhang 14.6). Demnach sind im Bereich des Zisternenstandorts mehrere Bombentrichter und einige Erdlöcher verzeichnet. Es wurden große Teile der Haseneide geräumt, auch im Umkreis des angedachten Zisternenstandortes aber nicht direkt darauf. Ebenfalls in Anhang 15.6. dargestellt ist eine Kampfmittelauskunft für den Columbiadam. Auf der Fahrbahn selber sind Bombenblindgänger geborgen. Weiterhin wird im Bericht darauf hingewiesen, dass ein Vorkommen von Kampfmitteln nicht ausgeschlossen werden kann und dass die Luftbilddauswertung durch zerstörte Gebäude, Verschattung und Vegetation gestört war.

Zur genauen Beurteilung der Lage sollten Spezialisten herangezogen werden. Die grabenlose Bauweise kann hierdurch erschwert werden oder sollte nur da wo unbedingt notwendig eingesetzt werden.

7.3 Dimensionierung Hebeanlage & Druckrohr

Es gibt mehrere limitierende Faktoren die hier Beachtung finden sollten.

Im Bestand kommt eine Freigefälle-Grundleitung mit einem Durchmesser DN 300 am Übergabeschacht des Regenwasserkanals an.

Laut Din 1986-100 (2016) ist bei Vollfüllung unter der Annahme, dass das Rohr mit 1% Gefälle verlegt wurde, ein maximaler Durchfluss von 94,9 l/s möglich. Dies betrachtet nicht, ob vorher ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Seite 62 von 89

schon Einschränkungen durch den Rohrquerschnitt gegeben sind und evtl. gar kein Abfluss von 94,9 l/s ankommt. Würde man eine Regenwasserleitung für die versiegelten Flächen (für einen 2-jährlichen, 5-minütigen Abfluss) auslegen, würde ungefähr ein benötigtes Abflussvermögen von 178 l/s (bei Teilfüllung) notwendig. Entweder die Leitung hat also ein stärkeres Gefälle, oder ist aus dem Grund, dass Sie schon etwas älter ist, auf anderen Grundlagen dimensioniert worden. Auf der anderen Seite ist bekannt, dass die 5000 m³ Überwinterungswasser in ca. 3 Tagen abgelassen werden. Das bedeutet, dass ca. 70 m³/h (19,5 l/s) abgelassen werden.

Für einen Volumenstrom von 20 l/s, ist für die Länge von 260 m ein Druckrohrdurchmesser von DN150 sinnvoll. Wenn man die gesamte Menge an Regenwasser (Berechnungsregen 5-jährlich) auch in die Zisterne pumpen wollen würde, wäre ein Rückhaltevolumen von 85 m³ notwendig. Da im jetzigen Szenario keine Versickerungsanlage in der Hasenheide vorgesehen ist, muss Regenwasser bei Starkregen über einen Überlauf weiter in den R-Kanal laufen. Daher kann auch der jetzige Übergabeschacht an den R-Kanal beibehalten werden, um eine direkte Ableitung bei Starkregen zu gewährleisten. Momentan wird das Rückspülwasser in den Abwasserkanal eingeleitet. Während das Überwinterungswasser, das Spülwasser und das Regenwasser in den Regenwasserkanal bzw. mittelbar in den Teltowkanal eingeleitet werden. Hierbei müssen nach Abwasserverordnung Anhang 31 Grenzwerte für AOX (Adsorbierbare organisch gebundene Halogene), AFS (Abfiltrierbare Stoffe) und CSB (Chemischer Sauerstoffbedarf) eingehalten werden.

Da es nach momentaner Logik sinnvoll erscheint, die Aufbereitungsanlagen ebenfalls auf der Parkseite zu positionieren, muss darauf geachtet werden, dass kein unaufbereitetes Abwasser (Filterrückspülwasser) in den R-Kanal gepumpt wird. Im Technikraum, in dem die Beckenabläufe in die unterschiedlichen Abwasser- (Schmutzwasser und Regenwasser) -leitungen gepumpt werden, sind eine Hebeanlage und mehrere Schieber vorzufinden. Dementsprechend wird davon ausgegangen, dass ein Ablassen des Filterrückspülwassers auch in Zukunft in den Schmutzwasserkanal erfolgen kann, sollte es z.B. gleichzeitig regnen oder die Pumpe ausfallen.

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Seite 63 von 89

Es empfiehlt sich, trotzdem einen Retentionsraum vor der Pumpe auf Seite Sommerbad anzulegen, damit kleinere Mengen Abwasser zurückgehalten werden können. Dieses Retentionsvolumen sollte sich z.B. daran orientieren, dass wenn die Filterrückspülung, oder Filterspülung schneller als 20l/s erfolgt, die Mengen zurückgehalten werden können. Außerdem legt der unterirdische Platzbedarf die Größe des Retentionsraumes fest. Der nord-westliche Bereich des Sommerbads, also dort, wo die Regenwasserleitung in den Kanal einleitet, ist zum einen ein Hang mit relativ steiler Böschung, zum anderen befindet sich dort ein dichter Baumbestand. An der nord-westlichen Ecke befindet sich eine ebene Fläche. Gemäß Angaben der BBB (Frau Silberbach) ist sämtlicher Baumbestand zu erhalten. Eine weitere Möglichkeit ist die Planung eines Retentionsraumes unterhalb der gepflasterten Fläche im Bad selber. In diesem Fall müsste die Druckleitung hier ansetzen.

8 Alternative Standortnahe Versickerung

Wie schon beschrieben sieht das aktuelle System keine Versickerung des überschüssigen Wassers vor, sondern dies wird vorerst weiter über einen Überlauf in den Kanal geleitet. Dementsprechend gibt es ein Signal, wenn die Zisterne voll ist, damit kein weiteres Wasser in die Zisterne gepumpt wird.

Da davon ausgegangen wird, dass das Betriebswasser des Schwimmbades mit einer geringeren Leistung als 20 l/s abgegeben wird, würde der Überlauf in den Kanal im Regelfall nur das Niederschlagswasser betreffen.

Es bestünde die Möglichkeit durch eine Retentionszisterne vor der Pumpenanlage auch den Regelabfluss (KOSTRA Starkregen 5-jährlich, 5-minütig) in den Park zu pumpen. In diesem Fall muss das gesamte Wasser aufbereitet und versickert werden.

Hier ist dann zwischen einer oberflächigen Versickerung (0,3 m tiefe Versickerungsmulde ca. 630 m²; 0,1 m tiefe flächige Versickerung ca. 1730 m²) oder einer unterirdischen Versickerungsanlage zu unterscheiden. Die oberirdische Versickerungsanlage hat den Vorteil, dass das Wasser durch die bewachsene Oberbodenschicht weiter gereinigt wird. Da eine Mulde aber eine technische Anlage ist, muss diese auch entsprechend gepflegt werden. Eine intensive Nutzung ist hier ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Seite 64 von 89

unangemessen. Bei einer flächigen Versickerung ist eine Nutzung schon möglich, trotzdem muss der Oberboden immer bewachsen sein.

Es ist möglich, dass die Wasserbehörde auch einer unterirdischen Versickerung zustimmen würde, da das Wasser aufwendig aufbereitet ist.

Der Vorteil der Versickerung überschüssigen Wassers besteht in einer weiteren Reduktion der Einleitgebühren und in einer weiteren Optimierung des lokalen Wasserkreislaufes.

Der Nachteil besteht darin, dass eine Retentionszisterne auf Seiten des Sommerbads gebaut werden müsste, die Aufbereitung auf einen größeren Volumenstrom ausgelegt werden muss und eine Versickerung zusätzlich genehmigungspflichtig ist. Wenn die Versickerungsanlage oberirdisch sein muss, entsteht eine zusätzliche Flächenkonkurrenz.

9 Grundstücksübergreifende Lösung (GÜL)

Für dieses Projekt wird Wasser über Grundstücksgrenzen hinweg geleitet, wodurch zusätzliche Regelungen beachtet werden müssen im Vergleich zu Maßnahmen auf dem eigenen Grundstück. Die Berliner Bäderbetriebe sind eine landeseigene Anstalt des öffentlichen Rechts und der Park Hasenheide liegt im Verwaltungsbereich des Bezirksamts Neukölln, das wiederum vom bezirkseigenen Straßen- und Grünflächenamt Neukölln (SGA Neukölln) verwaltet wird. Zudem soll der Columbiadamm mit einer Druckleitung unterquert und anschließend etwa 260 Meter straßenparallel im Straßenland geführt werden.

Es besteht die Möglichkeit, die Druckrohrleitung in einer unter dem Columbiadamm verlegten alten Grundrohrleitung der Berliner Wasserbetriebe (BWB) zu nutzen. Insbesondere bei Berücksichtigung der grabenlosen Verlegung der Druckrohrleitung entsteht hier ein kostenreduzierendes Potenzial.

Für eine erfolgreiche grundstücksübergreifende Lösung empfehlen wir die Berücksichtigung der Studie „Grundstücksübergreifende Lösungen zur Regenwasserbewirtschaftung“ [GÜL] 12/2023, die von der Berliner Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt (SenMVKU) erstellt wurde und in der oikotec involviert war. Weitere Informationen sind unter [Link](#) verfügbar.

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

<https://www.berlin.de/sen/uvk/umwelt/wasser-und-geologie/regenwasser/regenwasserbewirtschaftung/grundstuecksuebergreifend/>

Im derzeitigen Konzeptstand stellt sich das Projekt im Hinblick auf die grundstücksübergreifende Lösung wie folgt dar:

Die Hauptprojektpartnerschaft wird bei den Berliner Bäderbetrieben (BBB) und dem Bezirksamt Neukölln liegen.

Geberfläche: Die Berliner Bäderbetriebe, konkret das Sommerbad Neukölln, stellen die Geberfläche zur Verfügung. Als Anstalt des öffentlichen Rechts sind die Berliner Bäderbetriebe eine eigenständige juristische Person und können mit dem Bezirksamt Neukölln vertragliche Vereinbarungen treffen. Ein erstes gemeinsames Gespräch ergab, dass die Berliner Bäderbetriebe möglicherweise einen erweiterten Auftrag vom Senat benötigen, der über den ordentlichen Betrieb von Schwimmbädern hinausgeht. Obwohl die Berliner Bäderbetriebe den Wunsch äußern, einen Beitrag zu leisten, sind sie finanziell und kapazitätstechnisch nicht in der Lage, den Betrieb einer Anlage, die regelmäßige Wartungen und Arbeiten erfordert, zu übernehmen.

Nehmerfläche: Der Bezirk Neukölln ist verantwortlich für den Volkspark Hasenheide und wird vom Straßen- und Grünflächenamt Neukölln (SGA Neukölln) verwaltet. Das Grünflächenamt hat ein berechtigtes Interesse an einer nachhaltigen Bewässerung des Volksparks. Da die Bewässerung mit Trinkwasser keine nachhaltige Lösung darstellt, werden alternative Wasserquellen gesucht. Die Verwendung von aufbereitetem Abwasser aus dem Schwimmbadbetrieb ist eine nahegelegene Möglichkeit. Der Bezirk Neukölln und die Berliner Bäderbetriebe sind juristisch in der Lage, Verträge miteinander abzuschließen.

Columbiadamn: Der Columbiadamn ist öffentliches Straßenland und wird ebenfalls vom SGA Neukölln verwaltet. Da der Bezirk eine Verwaltungseinheit ist, müssen interne Vereinbarungen in den Ämtern verwaltungsrechtlich geklärt werden. Eine vertragliche Vereinbarung im

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

privatrechtlichen Sinne ist nicht möglich. Die Abteilungen, die für die Genehmigungen im Rahmen der Straßenquerung und der parallelen Druckrohrleitungsführung zuständig sind, müssen frühzeitig in die Planung und gegebenenfalls in die Vereinbarungen einbezogen werden. Eine erfolgreiche Umsetzung ist konzeptionell ohne die Unterstützung des Straßen- und Tiefbauamts nicht möglich.

Weitere Stakeholder:

Berliner Wasserbetriebe (BWB): Derzeit ist der Betrieb oder die Übernahme der Anlage durch die Berliner Wasserbetriebe nicht möglich. Es finden Verhandlungen über die Erweiterung der Aufgaben der BWB statt, die in einem Rahmenvertrag zwischen dem Senat und den BWB geregelt werden sollen. In diesen Verhandlungen wird auch der mögliche Betrieb von Zisternen und damit verbundenen technischen Anlagen durch die BWB thematisiert. Zeitlich ist derzeit keine Einschätzung möglich, ob dieses Projekt bei einer möglichen Umsetzung bereits auf die BWB zurückgreifen kann. Sollten sich der Bezirk und die Berliner Bäderbetriebe auf eine zeitnahe Umsetzung einigen, sollte parallel geprüft werden, welche Möglichkeiten bestehen, den Betrieb einer solchen Anlage auch ohne die BWB sicherzustellen.

Die BWB sollten dennoch in die Querung der Straße und die parallele Führung der Druckrohrleitung einbezogen werden, da eine im Columbiadamm existierende, stillgelegte DN300-Leitung eine kostengünstige Alternative für die grabenlose Verlegung der Druckrohrleitung darstellen könnte.

Empfehlungen: Auf Basis von Erfahrungen aus anderen GÜL-Projekten empfehlen wir die Beauftragung einer Projekt- bzw. Prozesssteuerung, die gleichzeitig die Weiterentwicklung der technischen Lösung und der daraus resultierenden vertraglichen Grundlagen sowie die gleichberechtigte Behandlung der Projektpartner überwacht. Hierbei kann die Regenwasseragentur eine Rolle spielen, sollte jedoch gegebenenfalls durch ein Ingenieurbüro unterstützt werden. Zudem wird eine Rechtsanwaltskanzlei benötigt, die bei Fragen zum Vertragsrecht und gegebenenfalls zum Verwaltungsrecht beratend zur Seite steht.

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

10 Kostenüberschlag

Die Kosten für eine Umsetzung hängen stark von Zisternenvolumen und vom Grad der Aufbereitung ab. Unter der Annahme einer Zisternengröße von 1500 m³ sowie einer Aufbereitung, die auf einen Volumenstrom von 10 m³/h und den Einsatz von Aktivkohle & Adsorber ausgelegt ist, erfolgt ein erster Kostenüberschlag. Betriebskosten werden maßgeblich von der Wahl der Wasseraufbereitung und Intensität des Monitorings abhängen. Beides kann zum aktuellen Zeitpunkt nicht hinreichend konkretisiert werden, um hierzu eine Aussage treffen zu können. Den Investitions- und Betriebskosten steht das Einsparungspotential von insgesamt ca. 60.000 € auf Seiten SGA (Trinkwassergebühren) und BBB (Abwassergebühren) gegenüber.

Eine erste Übersicht zu den potentiellen Kosten wird gesondert übermittelt.

Tabelle 8: Annahme Einsparung der Gebühren (Trinkwasser, Abwasser, Niederschlagswasser) pro Jahr

Sommerbad Neukölln		
	Menge	Kosten
Überwinterungswasser	5000 m³	Gebühren werden erlassen
Filterspülwasser	800 m³	Gebühren werden erlassen
Filterrückspülwasser	14.000 (- 18.000) m³	2,155 €/m³ = 30.170 (- 38.790)€
Regenwasser	6759 m² (=754 m³) ⁷	1,809 €/m² versiegelte Fläche = 12.227 € ⁸ 10% = 1.222,7 € ⁹
Volkspark Hasenheide		

⁷ Annahme, dass die gesamte bebaute & befestigte Fläche vollständig versiegelt ist.

⁸ Bei vollständiger Versickerung ohne Einleitung in die Kanalisation.

⁹ Bei verbleibendem Anschluss an die Kanalisation wird abhängig von dem Anteil des Speichervolumens nur ein Anteil der Niederschlagswassergebühr reduziert. Im geringsten Fall würden nur 10% der Kosten eingespart.

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Seite 68 von 89

Bewässerungswasser aktuell	17.000 m³	1,813 €/m³ = 30.820 €
Bewässerung Baumneupflanzungen	900 m³	1,813 €/m³ = 1.630 €
Auffüllen Rixdorfer Teich	1920 m³	1,813 €/m³ = 3.480 €

Die eingesparten Gebühren betragen pro Seite mindestens 30.000 €/a.

10.1 Investitionskosten

Ein erster Kostenüberschlag basiert auf der Annahme, dass ein Zisternenvolumen von 1500 m³ geschaffen wird. Je nach Aufbereitungsverfahren, werden sich die Kosten Invest Wasseraufbereitung voneinander unterscheiden. Auch die Entscheidung für eine Anbindung Rixdorfer Teich, etwaige Schaffung von Speicherkapazitäten auf dem Gelände Sommerbad Neukölln und Automatisierungsgrad werden Auswirkungen auf die Investitionskosten haben.

Tabelle 9 fasst die zu erwartenden Investitionskosten zusammen. Die Schaffung des Speichervolumens stellt hier den zentralen Kostenfaktor dar. Sollte der Untergrund im Bereich der geplanten Zisterne Schadstofffrachten aufweisen, so ist davon auszugehen, dass zusätzliche Kosten für die Entsorgung des Bodenaushubs anfallen.

Tabelle 9: Kostenüberschlag klimaresiliente Hasenheide, Nutzung Betriebswasser Sommerbad Neukölln

Position	Beschreibung	Einheit	Menge	EP [€]	GP [€]
0.	Baustelleeinrichtung	psch	1	100.000 €	100.000 €
01.	Abbruch der Oberfläche des Sportplatzes, Entsorgung und Wiederherstellung	m²	688	92 €	63.296 €
02.	Zisterne inkl. Aushub, Entsorgung, Einbau	m³	15000		1.500.000 €
03.	Druckerhöhungsanlage Sommerbad inkl. Sacht und Schaltschrank	psch			45.000 €
04.	Wassertechnische Anlagen				

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Seite 69 von 89

04.01.	Pumpen, Steuerung und Technikgebäude	psch	1	77.000 €	77.000 €
04.02.	Vorfiltration & Hauptstufe	Stk	1	53.000 €	53.000 €
04.03.	Optional Umkehrosmose, Teilstrombehandlung	Stk	NEP	50.000 €	
05.	Rohrleitungsbau größtenteils in grabenloser Bauweise	m	280	279 €	78.100 €
06.	Sonstiges				
06.01.	Anschluss Medien	psch	1	15.000 €	15.000 €
06.02.	Offene Wasserhaltung	d	NEP	500 €	
Summe Kosten netto					1.931.396 €
	zzgl. 19% Mwst.				366.965 €
Summe Kosten brutto					2.298.361 €
	Unvorhergesehenes 10%				229.836 €
Bruttokosten inkl. Unvorhergesehenes					2.528.197 €

Kostensteigerung 8% pro Jahr

zzgl. Baunebenkosten und Planungskosten

Die weiteren Planungskosten werden auf 25 % der Baukosten geschätzt

632.050 €

10.2 Betriebskosten

Vor dem Hintergrund der offenen Entscheidung zur Wasseraufbereitung und Ausgestaltung Zisterne/Anbindung Rixdorfer Teich sowie durch das Monitoring entstehende Kosten, lassen sich die Betriebskosten nur bedingt abschätzen. In den Tabelle 10 und Tabelle 11 wird zwischen Wasseraufbereitung mittels Adsorber bzw. Umkehrosmose unterschieden. Der Umfang der Analytik lässt sich zum aktuellen Zeitpunkt nicht festlegen. Insbesondere bezüglich des Algizids besteht hier weiterer Klärungsbedarf, so dass diese Position nicht betrachtet wird.

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Seite 70 von 89

Tabelle 10: Abschätzung Betriebskosten Wasseraufbereitung mittels AK/Zeolith

Position	Beschreibung	Einheit	Menge	EP [€]	GP [€]
1.	Betriebspersonal				
1.1.	Betriebsüberwachung an der Anlage, Kontrollgang 1* wöchentlich, 1 h*	h	52	70,00 €	3.640 €
1.2.	Reinigung Schächte, Filter, etc., Annahme 1* Monat (4 h)	Stück	8	280,00 €	2.240 €
1.3.	Wartung der Anlage, 1* Jahr	psch	1	1.500,00 €	1.500 €
2.	Verbrauchsmaterial				
2.1.	Aktivkohle & Zeolith Adsorber, Austausch Material nach Bedarf**	psch	1	5.000,00 €	5.000 €
2.2.	Strom Wasseraufbereitung AK/Zeolith (5 kW, 1500 h Laufzeit)	kW	7500	0,25 €	1.875 €
2.3.	Strom Wasseraufbereitung UO (10 kW, 1500 h Laufzeit)	kW	NEP	0,25 €	
2.4.	Strom Druckerhöhung Zulauf Zisterne inkl. Vorfilter & Anbindung Bewässerung (15 kW, 500 h Laufzeit)	kW	7500	0,25 €	1.875 €
2.5.	Reparatur und Ersatzteile Druckerhöhung	psch	1	1.000,00 €	1.000 €
2.6.	Abwassergebühren bei Einsatz Umkehrosmose (Annahme 8 m³ Feed, Ausbeute 80%, Laufzeit 1500 h)	m³	NEP	2,16 €	
3.	Analytik				0 €
	Erst nach Abstimmung zu Prüfparametern abzuschätzen (insbesondere bzgl. Biozid)		NEP		
Summe Kosten netto					17.130 €
	zzgl. 19% Mwst.				3.255 €
Summe Kosten brutto					20.385 €
	Unvorhergesehenes 10%				2.038 €
Bruttokosten inkl. Unvorhergesehenes					22.423 €

Kostensteigerung 8% pro Jahr

*Für die Position 1.1. Betriebsüberwachung wird angenommen, dass diese nicht dauerhaft wöchentlich ausgeführt werden muss und in andere Tätigkeiten integriert werden kann. In wie weit dies möglich ist, hängt allerdings auch davon ab, wer letztendlich Betreiber der Anlage wird.

**Eine Abschätzung der Standzeiten insbesondere für den Zeolith Adsorber kann erst nach Durchführung von Vorversuchen erfolgen.

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Tabelle 11: Abschätzung Betriebskosten Wasseraufbereitung mittels Umkehrosmose

Abschätzung Betriebskosten					
Position	Beschreibung	Einheit	Menge	EP [€]	GP [€]
1.	Betriebspersonal				
1.1.	Betriebsüberwachung an der Anlage, Kontrollgang 1* wöchentlich, 1 h*	h	52	70,00 €	3.640 €
1.2.	Reinigung Schächte, Filter, etc., Annahme 1* Monat (4 h)	Stück	8	280,00 €	2.240 €
1.3.	Wartung der Anlage, 1* Jahr	psch	1	1.500,00 €	1.500 €
2.	Verbrauchsmaterial				
2.1.	Aktivkohle & Zeolith Adsorber, Austausch Material nach Bedarf**	psch	NEP	6.000,00 €	
2.2.	Strom Wasseraufbereitung AK/Zeolith (5 kW, 1500 h Laufzeit)	kW	NEP	0,25 €	
2.3.	Strom Wasseraufbereitung UO (10 kW, 1500 h Laufzeit)	kW	15000	0,25 €	3.750 €
2.4.	Strom Druckerhöhung Zulauf Zisterne inkl. Vorfilter & Anbindung Bewässerung (15 kW, 500 h Laufzeit)	kW	7500	0,25 €	1.875 €
2.5.	Reparatur und Ersatzteile Druckerhöhung	psch	1	1.000,00 €	1.000 €
2.6.	Abwassergebühren bei Einsatz Umkehrosmose (Annahme 8 m³ Feed, Ausbeute 80%, Laufzeit 1500 h)	m³	2400	2,16 €	5.172 €
3.	Analytik				
	Erst nach Abstimmung zu Prüfparametern abzuschätzen (insbesondere bzgl. Biozid)		NEP		
Summe Kosten netto					19.177 €
	zzgl. 19% Mwst.				3.644 €
Summe Kosten brutto					22.821 €
	Unvorhergesehenes 10%				2.282 €
Bruttokosten inkl. Unvorhergesehenes					25.103 €

Kostensteigerung 8% pro Jahr

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

11 Fazit

Die Verwendung von Betriebswasser und Niederschlagswasser aus dem Sommerbad Neukölln zur Bewässerung des Volksparks Hasenheide wird als möglich bewertet.

Es wird davon ausgegangen, dass eine Zisterne von 1500 m³ unterhalb des versiegelten Standortes gebaut werden kann. Diese kann, wenn eine optimierte Beschickung (Speicher Typ B) durch Ablassen des Überwinterungswassers in zwei Schritten erfolgen kann, zu einem Deckungsgrad von > 90% führen. Das bedeutet, dass durch die ungleiche Verteilung des Wassers nicht 100% des Wasserbedarfs gedeckt werden können, da Bedarf und Ertrag nicht gleichzeitig anfallen. Durch einen ausreichend großen Speicher und eine optimierte Beschickung, kann allerdings ein Großteil des Bedarfs gedeckt werden (Deckungsbeitrag). Der Rixdorfer Teich wird bei Bedarf zusätzlich beschickt, wenn Wasser zur Verfügung steht und kann durch die Möglichkeit eines schwankenden Wasserpegels (im Bestand schon üblich) als weiterer Wasserspeicher genutzt werden. Die Betrachtung ist auf Grund der erst zum Projektende verfügbaren Pegelstandsmessungen nur quantitativ erfolgt, verspricht aber eine weitestgehende Schließung der Versorgungslücke.

Die Grenzwerte für Bewässerung, Einleitung in Oberflächenwasser/Regenwasserkanal und ins Grundwasser sind unterschiedlich. Ein Gespräch mit der Hydrogeologie der SenMVKU ergab, dass auch eine bedarfsorientierte Bewässerung eine Einleitung ins Grundwasser darstellt. Daher sind die Grenzwerte (Geringfügigkeitsschwellenwerte für den Eintritt ins Grundwasser) einzuhalten. Die Immission ist durch die bewachsene Bodenzone und weitere Bodenpassage zwar weiter eingeschränkt, lässt sich aber nicht quantifizieren.

Eine entsprechende Aufbereitung des Wassers aus dem Betrieb Sommerbad Neukölln ist daher orientiert an diesen Vorgaben vorzusehen.

Eine Aufbereitung aller Abwasserströme durch Kombination verschiedener Behandlungsarten (Scheibenfilter, Aktivkohlefilter, Adsorbern auf Zeolith-Basis / Alternativ Einsatz Umkehrosmose) ist möglich. Hierdurch sollten alle Konzentrationen soweit gesenkt werden, dass die entsprechenden Grenzwerte eingehalten werden.

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Ob nur ein Teil des Wassers in die Zisterne geleitet und aufbereitet wird (bedarfsorientiert) oder das gesamte Wasser gepumpt, behandelt und dann das überschüssige Wasser einer Versickerung zugeführt wird ist abzuwägen und mit der zuständigen Behörde abzustimmen.

12 Weiteres Vorgehen

Für eine weitere Konkretisierung sind sowohl in Hinblick auf die Aufbereitungsverfahren als auch die Genehmigungsfähigkeit offene Punkte zu klären.

Mittels Vorversuches ist die Effizienz der vorgeschlagenen Aufbereitungsschritte zu verifizieren. Insbesondere die Reduktion des Algizids mittels Zeolith-Adsorber, Aktivkohle und Bodenfilter ist hier zu prüfen. Ebenso gilt es zu überprüfen, welche Einschränkungen es ggf. für den Einsatz einer Umkehrosmose Anlage gibt und in wie weit die hier vorgesehene Vorbehandlung dafür ausreichen würde.

Mit der **Wasserbehörde** müssen weiterhin die **Anforderungen an die Einleitung in das Grundwasser** besprochen werden. Entsprechend sind Monitoring Parameter und Häufigkeit festzulegen

Außerdem sollten die **Gespräche mit den Berliner Bäderbetrieben** weitergeführt werden. Es ist essentiell das bei einem solchen Projekt beide Parteien eine Partnerschaft gründen.

Hierzu ist für die Berliner Bäderbetriebe als Anstalt öffentlichen Rechts notwendig, dass sie von der Stadt den Auftrag erhalten in Anbetracht des Klimawandels ein nachhaltiges Wassermanagement zu verfolgen, um hierfür Ressourcen bereitstellen zu dürfen.

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

13 Referenzen

AbwV [2022]: Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer (Abwasserverordnung-AbwV) Ausfertigungsdatum 21.3.1997, letzte Änderung 20.1.2022

BOLAB Analytik [2022]: BOLAB Analytik Ingenieurgesellschaft mbH, Umweltanalytischer Bericht- Klimaresiliente Hasenheide, Berlin 2022

BWB [2024]: Analysedaten Trinkwasser nach Postleitzahlen, online unter: <https://www.bwb.de/de/analysedaten-nach-postleitzahlen.php?PLZ=10967&send=Suche+starten>, zuletzt besucht am 20.05.2024

correctiv.org [2022] Grundwasser-Atlas lokal: Welche Regionen besonders betroffen sind, online unter: <https://correctiv.org/aktuelles/klimawandel/2022/11/02/grundwasser-atlas-lokal-welche-regionen-besonders-betroffen-sind/?lang=de>, 2022, Zugriff September 2024

Geoportal [2016]: Geoportal Berlin, Zu erwartender mittlerer höchster Grundwasserstand (zeMHGW), 2016, Zugriff 9.2.2024

GrV [2010]: Verordnung zum Schutz des Grundwassers, geändert 2010

MLUK [2022]: Aus dem Vollen schöpfen? Axel Vogel stellt zum Weltwassertag Bilanz, Trends und Maßnahmen zur Grundwasserbewirtschaftung in Brandenburg vor, online unter <https://mluk.brandenburg.de/mluk/de/aktuelles/presseinformationen/detail/~21-03-2022-grundwasserbewirtschaftung-in-brandenburg#>, 2022, Zugriff September 2024

LAWA [2017]: Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser, Aktualisierte und überarbeitete Fassung, 2016, Stuttgart, 2017

DIN Deutsches Institut für Normung e.V., DIN 19645:2016-07- Aufbereitung von Spülabwässern aus Anlagen zur Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser, Berlin 2016

DIN Deutsches Institut für Normung e.V., DIN 19650:1999-02- Bewässerung -Hygienische Belange von Bewässerungswasser, Berlin 1999

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

DIN Deutsches Institut für Normung e.V., DIN 19684-10: 2009, Bodenbeschaffenheit - Chemische Laboruntersuchungen - Teil 10: Untersuchung und Beurteilung des Wassers bei Bewässerungsmaßnahmen, Berlin 2009

SenUVK [2017]: Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz, Merkblatt für Grundwasserbenutzungen bei Baumaßnahmen und Eigenwasserversorgungsanlagen im Land Berlin, Berlin 2017

SenUVK [2020]: Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz. Referat Freiraumplanung und Stadtgrün, STRAßENBAUM-ZUSTANDSBERICHT BERLINER INNENSTADT 2020, Berlin 2020

SenUVK [2021]: Senatsverwaltung Umwelt, Verkehr und Klimaschutz. Berliner Forsten, WALDZUSTANDSBERICHT 2021 des Landes Berlin, Berlin 2021

TLL[2009]: Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Dr. Ingrid Pfleger, Beregnungswasserqualität- Hygienische und Chemische Parameter, Jena 2009, erschienen in Thünen Institut, Landbauforschung Sonderheft 328 Walter Dirksmeyer, Heinz Sourell (Hrsg.)

UBA [2014]: Hygieneanforderungen an Bäder und deren Überwachung, Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz 2

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

14 Anhang

14.1 Inhaltsstoffe Trinkwasser Berline Neukölln BWB [2024]

Versorgungszone 3					
Wassertemperatur ^a	DIN 38404-C04	9,6	15,6	11,5	°C
pH-Wert ^a	DIN 38404-C05	7,2	7,7	7,4	-
pH-Wert der Calcitsättigung	DIN 38404-C10-R3	7,2	7,4	7,3	-
Calcitlösekapazität	DIN 38404-C10-R3	-30,2	2,5	-9,0	mgCaCO ₃ / l
el. Leitfähigkeit (25 °C) ^a	DIN EN 27888 (C08)	750	960	858	µS/cm
Säurekapazität K _{s 4,3}	DIN 38409-H07-1/2	3,43	5,08	4,10	mmol/l
Basekapazität K _{B 8,2}	DIN 38409-H07-2	0,24	0,68	0,43	mmol/l
Summe Erdalkalien	errechnet	3,27	4,30	3,60	mmol/l
Calcium	DIN EN ISO 11885-E22	2,77	3,64	3,04	mmol/l
Magnesium	DIN EN ISO 11885-E22	0,50	0,66	0,55	mmol/l
Natrium	DIN EN ISO 11885-E22	0,96	2,04	1,57	mmol/l
Kalium	DIN EN ISO 11885-E22	0,12	0,23	0,15	mmol/l
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1 (D20)	1,30	2,00	1,65	mmol/l
Nitrat	DIN EN ISO 10304-1 (D20)	0,01	0,09	0,06	mmol/l
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1 (D20)	1,00	1,87	1,52	mmol/l
Phosphor ges.	DIN EN ISO 11885-E22	0,01	0,02	0,02	mg/l
Silicium gelöst ^b	DIN EN ISO 11885-E22	7,0	8,8	7,9	mg/l
TOC	DIN EN 1484 (H03)	1,9	6,0	3,6	mg/l
Aluminium	DIN EN ISO 11885-E22	<10	<10	<10	µg/l
Sauerstoff gel.	DIN EN 25814 (G22)	5,8	10,7	8,0	mg/l

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Seite 77 von 89

14.2 Technische Zeichnung Rixdorfer Teich



ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

14.3 Daten Ermittlung Zisterne Variante A

Monat	KW	Freibad	Regenzulauf	Zufluss	Bedarf ohne Teich	Differenz		Variante Zisterne 1000 m³	Variante Zisterne 1500 m³	Variante Zisterne 2000 m³
Startvolumen								550	550	720
Januar	1	0	66	66	0	66		616	616	786
	2	0	66	66	0	66		681	681	851
	3	0	66	66	0	66		747	747	917
	4	0	66	66	0	66		813	813	983
	5	0	66	66	0	66		879	879	1049
Februar	6	0	63	63	0	63		941	941	1111
	7	0	63	63	0	63		1000	1004	1174
	8	0	63	63	0	63		1000	1066	1236
	9	0	63	63	0	63		1000	1129	1299
März	10	0	65	65	280	-215		785	914	1084
	11	0	65	65	280	-215		571	700	870
	12	5000	65	5065	280	4785		1000	1500	2000
	13	0	65	65	280	-215		785	1285	1785
April	14	0	39	39	424	-385		401	901	1401
	15	0	39	39	424	-385		16	516	1016
	16	800	39	839	424	415		432	932	1432
	17	0	39	39	424	-385		47	547	1047
	18	0	39	39	424	-385		0	162	662
Mai	19	300	90	390	780	-390		0	0	272
	20	300	90	390	780	-390		0	0	0
	21	300	90	390	780	-390		0	0	0
	22	300	90	390	780	-390		0	0	0
Juni	23	400	98	498	780	-282		0	0	0
	24	400	98	498	780	-282		0	0	0
	25	400	98	498	780	-282		0	0	0
	26	400	98	498	780	-282		0	0	0
Juli	27	960	95	1055	636	419		419	419	419
	28	960	95	1055	636	419		838	838	838
	29	960	95	1055	636	419		1000	1257	1257
	30	960	95	1055	636	419		1000	1500	1676
	31	960	95	1055	636	419		1000	1500	2000
August	32	1200	99	1299	780	519		1000	1500	2000
	33	1200	99	1299	780	519		1000	1500	2000
	34	1200	99	1299	780	519		1000	1500	2000
	35	1200	99	1299	780	519		1000	1500	2000
September	36	400	81	481	530	-49		951	1451	1951
	37	400	81	481	530	-49		902	1402	1902
	38	400	81	481	530	-49		853	1353	1853
	39	400	81	481	530	-49		804	1304	1804
Oktober	40	0	59	59	0	59		862	1362	1862
	41	0	59	59	0	59		921	1421	1921
	42	0	59	59	0	59		979	1479	1979
	43	0	59	59	0	59		1000	1500	2000
	44	0	59	59	0	59		1000	1500	2000
November	45	0	0	0	0	0		1000	1500	2000
	46	0	0	0	0	0		1000	1500	2000
	47	0	0	0	0	0		1000	1500	2000
	48	0	0	0	0	0		1000	1500	2000
Dezember	49	0	69	69	0	69		1000	1500	2000
	50	0	69	69	0	69		1000	1500	2000
	51	0	69	69	0	69		1000	1500	2000
	52	0	69	69	0	69		1000	1500	2000

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Seite 79 von 89

14.4 Daten Ermittlung Zisterne Variante B

Monat	KW	Freibad	Regenzulauf	Zufluss	Bedarf ohne Teich	Differenz		Variante Zisterne 1000 m³	Variante Zisterne 1500 m³	Variante Zisterne 2000 m³
Startvolumen								550	550	720
Januar	1	0	66	66	0	66		616	616	785,719283
	2	0	66	66	0	66		681	681	851,438566
	3	0	66	66	0	66		747	747	917,15785
	4	0	66	66	0	66		813	813	982,877133
	5	0	66	66	0	66		879	879	1048,59642
Februar	6	0	63	63	0	63		941	941	1111,16077
	7	0	63	63	0	63		1000	1004	1173,72513
	8	0	63	63	0	63		1000	1066	1236,28949
	9	0	63	63	0	63		1000	1129	1298,85384
	10	0	65	65	280	-215		785	914	1084,30168
März	11		65	65	280	-215		571	700	869,749508
	12	0	65	65	280	-215		356	485	655,197341
	13	2500	65	2565	280	2285		1000	1500	2000
	14	0	39	39	424	-385		615	1115	1615,38535
April	15	0	39	39	424	-385		231	731	1230,77069
	16	2500	39	2539	424	2115		1000	1500	2000
	17	0	39	39	424	-385		615	1115	1615,38535
	18	800	39	839	424	415		1000	1500	2000
	19	300	90	390	780	-390		610	1110	1609,64998
Mai	20	300	90	390	780	-390		219	719	1219,29996
	21	300	90	390	780	-390		0	329	828,949933
	22	300	90	390	780	-390		0	0	438,59991
	23	400	98	498	780	-282		0	0	156,634544
Juni	24	400	98	498	780	-282		0	0	0
	25	400	98	498	780	-282		0	0	0
	26	400	98	498	780	-282		0	0	0
	27	960	95	1055	636	419		419	419	419,018458
Juli	28	960	95	1055	636	419		838	838	838,036916
	29	960	95	1055	636	419		1000	1257	1257,05537
	30	960	95	1055	636	419		1000	1500	1676,07383
	31	960	95	1055	636	419		1000	1500	2000
August	32	1200	99	1299	780	519		1000	1500	2000
	33	1200	99	1299	780	519		1000	1500	2000
	34	1200	99	1299	780	519		1000	1500	2000
	35	1200	99	1299	780	519		1000	1500	2000
September	36	400	81	481	530	-49		951	1451	1950,9165
	37	400	81	481	530	-49		902	1402	1901,83299
	38	400	81	481	530	-49		853	1353	1852,74949
	39	400	81	481	530	-49		804	1304	1803,66598
Oktober	40	0	59	59	0	59		862	1362	1862,20793
	41	0	59	59	0	59		921	1421	1920,74988
	42	0	59	59	0	59		979	1479	1979,29184
	43	0	59	59	0	59		1000	1500	2000
	44	0	59	59	0	59		1000	1500	2000
November	45	0	69	69	0	69		1000	1500	2000
	46	0	69	69	0	69		1000	1500	2000
	47	0	69	69	0	69		1000	1500	2000
	48	0	69	69	0	69		1000	1500	2000
Dezember	49	0	69	69	0	69		1000	1500	2000
	50	0	69	69	0	69		1000	1500	2000
	51	0	69	69	0	69		1000	1500	2000
	52	0	69	69	0	69		1000	1500	2000

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Seite 80 von 89

14.5 Lageplan der Bodenprofile und Belastung der Auffüllungshorizonte nach LAGA [BOLAB, 2022]



ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

14.6 Kampfmittelauskunft



Abbildung 25 Ausschnitt Blatt Nr.413B,D / Stand: 2021 E-Nr.: 1272/2022
Teil 3 von 4

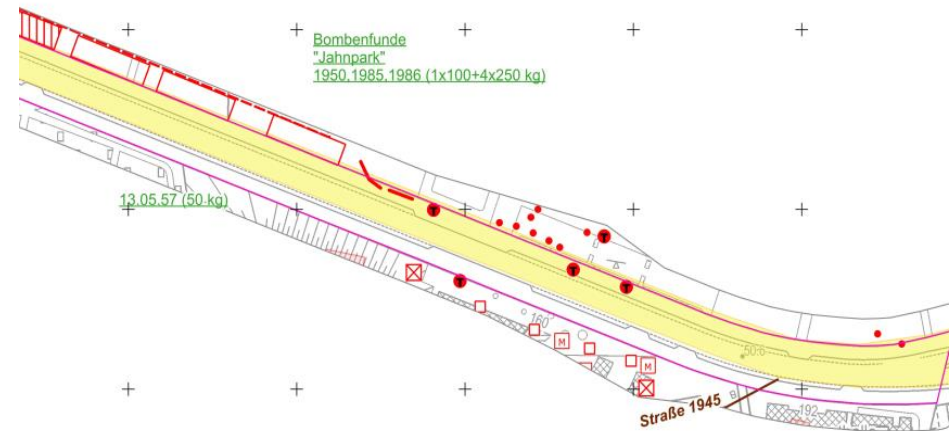


Abbildung 24 Ausschnitt Blatt Nr. 413B, D/ Stand 2023 E-Nr. 0581/2024
Teil 2 von 2

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

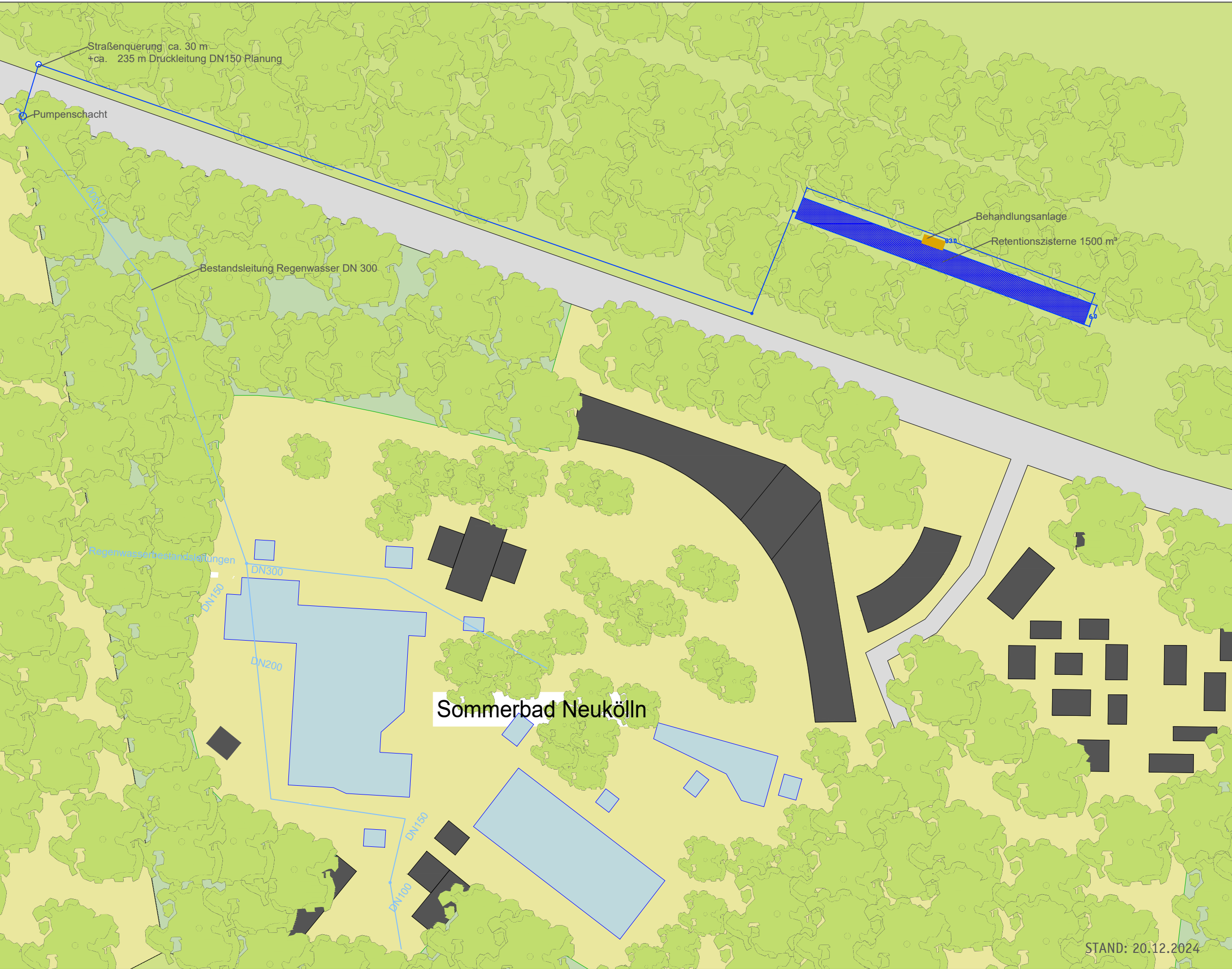
Datum: 20.12.2024

14.8 Lageplan mit möglichem Leitungsverlauf (siehe nächste Seite)

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024



1. Pläne nicht skalieren. Maßgeblich ist die Bemaßung.

2. Alle Maße sind in Meter angegeben, soweit nicht anders gekennzeichnet.

3. Alle Maße sind am Bau zu prüfen.

Legende

Retentionszisterne

Behandlungsanlage in Container oberirdisch

Druckleitung

Bestandsleitung Freigefälle

HINWEIS

Xxxx xxx.

PROJEKT

Klimaresiliente Hasenheide

Grundstücksübergreifende Betriebswassernutzung

-

Machbarkeitsstudie

BAUHERR

Bezirksamt Neukölln Straßen- & Grünflächenamt

POLYPLAN

KREIKENBAUM

oikotec

Ingenieur*innen

Fachplanung

OIKOTEC Ingenieur*innen GmbH

Polyplan Kreikenbaum Gruppe GmbH

PLANINHALT

Lageplan

STATUS

Machbarkeit

GEZEICHNET

JK

SLK

GEPR/FREIG

NR

FORMAT

DIN A3

STAND:

20.12.2024

MASSSTAB

1/1000

ERSTELL-DAT:

07.03.2024

STAND: 20.12.2024

14.9 Vollständige Liste der Grenzwerte Merkblatt Grundwasserebenutzung bei Baumaßnahmen im Land Berlin SenUVK [2017]

Parameter	Merkblatt Grundwasserebenutzung bei Baumaßnahmen im Land Berlin		Anmerkungen zu einzelnen Stoffen
	Einleitung in R-Kanal o Oberflächengewässer	unmittelbare Einleitung ins Grundwasser	
Absetzbare Stoffe [ml/l]	0,3	0,3	Durch den Zweck als Badewasser zu erwarten, einfache Reduzierung möglich
Abfiltrierbare Stoffe [mg/L]	30	30	Durch den Zweck als Badewasser zu erwarten, einfache Reduzierung möglich
pH	6,5-8,5	6,5-8,5	Unkritisch
Salkonzentration/elektr. Leitfähigkeit [μ S/cm] bei 25°C	1800	1800	Gem. vorliegender Analytik unkritisch
DOC [mg/l]	10	10	Unkritisch da Wasser den Badewasseranforderungen entspricht
Chlorid [mg/l]	250	250	Evtl. leicht erhöht (siehe Analytik)
Ammonium [mg/l]	5	0,5	Unkritisch da Wasser den Badewasseranforderungen entspricht
Nitrat [mg/l]	50	50	
Sulfat [mg/l]	400	240	Unkritisch da Wasser den Badewasseranforderungen entspricht
As [mg/l]	0,2	0,1	Metalle: In Hinblick auf die Verwendung von Trinkwasser zur Beckenfüllung und Verwendung als Badewasser mit der entsprechenden Aufbereitung werden am Standort keine erhöhten Konzentrationen erwartet.
Pb [mg/l]	0,2	0,01	
Cd [μ g/l]	5	0,5	
Chrom [mg/l]	0,05	0,01	
Fe [mg/l]	2	2	
Cu [mg/l]	0,2	0,014	
Ni [mg/l]	0,05	0,014	
Hg [μ g/l]	1	0,2	
Zn [mg/l]	0,5	0,058	
AOX [mg/L]	0,025	0,025	Gem. Analytik sind durch die Badewasseraufbereitung erhöhte Konzentrationen zu erwarten

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Seite 85 von 89

PAK [$\mu\text{g/l}$]	20	1	PAK entsteht bei der unvollständigen Verbrennung. Es gibt keine Anzeichen, dass dies als Quelle hier vorliegt. ¹⁰
Parameter	Merkblatt Grundwasserebenutzung bei Baumaßnahmen im Land Berlin		Anmerkungen zu einzelnen Stoffen
	Einleitung in R-Kanal o Oberflächengewässer	unmittelbare Einleitung ins Grundwasser	
leicht freisetzbare Cyanid mg/l	0,01	0,005	Cyanide werden ausschließlich technisch erzeugt, Benötigt werden Cyanide in großen Mengen zur Härtung von Stahl sowie zur Synthese organischer Verbindungen. Cyanide werden außerdem in der Galvanikindustrie und als Schädlingsbekämpfungsmittel benutzt ¹¹ . Entsprechend nicht zu erwarten
Vinylchlorid [$\mu\text{g/l}$]	5	0,5	Grundsatz zur Herstellung von PVC in der chemischen Industrie. Es lassen sich keine relevanten Eintragspfade identifizieren
Summe LCKW [$\mu\text{g/l}$]	10	5	Es lassen sich keine relevanten Eintragspfade identifizieren
BTEX	10	10	v.a. in Abgasen, leicht flüchtig Es lassen sich keine relevanten Eintragspfade identifizieren
MKW [mg/l]	1	0,1	Mineralöle, Benzin, Heizöl, Diesel, Lösungsmittel, Schmieröle – entsprechend werden hier keine relevanten Einträge erwartet.

¹⁰ <https://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/persistente-organische-schadstoffe-pop/polycyclische-aromatische-kohlenwasserstoffe-pak>

¹¹

https://www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/themen/wasser/grundwasser/grundwasserbericht_niedersachsen/grundwasserbeschaffenheit/guteparameter/erganzungsprogramm_des_nlwkn/cyanid/cyanid-137657.html

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Seite 86 von 89

14.10 Vollständige Liste der Schwellenwerte LAWA [2017] und Kommentare

Parameter	Geringfügig- keitsschwellenwert	
Absetzbare Stoffe	0,3	Durch den Zweck als Badewasser zu erwarten, einfache Reduzierung möglich
Abfiltrierbare Stoffe [mg/L]	30	Durch den Zweck als Badewasser zu erwarten, einfache Reduzierung möglich
Chlorid [mg/l]	250	Evtl. leicht erhöht (siehe Analytik)
Fluorid [mg/l]	0,9	Konzentration in Berliner Trinkwasser liegen für gewöhnlich zwischen 0,2 – 0,3 mg/L. Entsprechend werden hier keine Überschreitungen erwartet.
Sulfat [mg/l]	250	Konzentration in Berliner Trinkwasser liegen für < 180 mg/L. Entsprechend werden hier keine Überschreitungen erwartet.
As [mg/l]	0,0032	Metalle: In Hinblick auf die Verwendung von Trinkwasser zur Beckenfüllung und Verwendung als Badewasser mit der entsprechenden Aufbereitung werden am Standort keine erhöhten Konzentrationen erwartet.
At [mg/l]	0,0005	
Ba [mg/l]	0,175	
Pb [mg/l]	0,0012	
B [mg/l]	0,18	
Cd [µg/l]	0,3	
Chrom [mg/l]	0,0034	
Kobalt [mg/l]	0,0002	
Cu [mg/l]	0,0054	
Mo [mg/l]	0,035	
Ni [mg/l]	0,007	
Hg [µg/l]	0,1	
Se [mg/l]	0,0003	
Zn [mg/l]	0,06	
AOX [mg/L]	0,025	Gem. Analytik sind durch die Badewasseraufbereitung erhöhte Konzentrationen zu erwarten
PAK [µg/l]	0,2	PAK entstehen bei der unvollständigen Verbrennung. Es gibt keine Anzeichen, dass dies als Quelle hier vorliegt. ¹²
Benzol [µg/l]	1	In Kraftstoff, entweicht beim Tanken und unvollständigen Verbrennungen. Es gibt keine Anzeichen, dass dies als Quelle hier vorliegt
Benzol und alkylierte Benzole, gesamt [µg/l]	20	

¹² <https://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/persistente-organische-schadstoffe-pop/polycyclische-aromatische-kohlenwasserstoffe-pak>

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Seite 87 von 89

Cyanid mg/l	0,01/0,05 (leichtfreisetz- bar/ komplex)	Cyanide werden ausschließlich technisch erzeugt, Benötigt werden Cyanide in großen Mengen zur Härtung von Stahl sowie zur Synthese organischer Verbindungen. Cyanide werden außerdem in der Galvanikindustrie und als Schädlingsbekämpfungsmittel benutzt. ¹³
Benzo(a)pyren [µg/l]	0,01	PAK, aus Verbrennungsprozessen und Zigaretten. Es werden keine kritischen Konzentrationen erwartet.
Summe Benzo[b]fluoranthene und Benzo[k]fluoranthene [µg/l]	0,03	PAK. Es werden keine kritischen Konzentrationen erwartet.
Summe Benzo[ghi]perylen und Indeno[123-cd]pyren [µg/l]	0,002	PAK. Es werden keine kritischen Konzentrationen erwartet.
Anthracen [µg/l]	0,1	PAK, aus Verbrennungsprozessen und Farbstoff z.B. Pyrotechnik. Es werden keine kritischen Konzentrationen erwartet.
Dibenz[a,h]anthracen [µg/l]	0,01	PAK. Es werden keine kritischen Konzentrationen erwartet.
Fluoranthene [µg/l]	0,1	PAK, Zwischenprodukt Drogen und Pharmazeutika. Es werden keine kritischen Konzentrationen erwartet.
Naphthalin u. Methylnaphthaline, gesamt [µg/l]	2	Färbereihilfsmittel, Lösemittel, Zündwilligkeit von Diesel, Wärmeübertragungsöl. Es werden keine kritischen Konzentrationen erwartet.
Chlorethen (Vinylchlorid) [µg/l]	0,5	Grundsubstanz zur Herstellung von PVC, Einsatz in der chemischen Industrie. Es lassen sich keine relevanten Eintragspfade identifizieren
Tri-und Tetrachlorethen, Summe [µg/l]	10	Lösungsmittel, Vorkommen aktuell vornehmlich in Altlasten, Es lassen sich keine relevanten Eintragspfade identifizieren
1,2-Dibromethan [µg/l]	0,02	Produkt der chemischen Industrie, Lösungsmittel und Herstellung Arzneimittel. Es lassen sich keine relevanten Eintragspfade identifizieren
1,2-Dichlorethan [µg/l]	3	Produkt der chemischen Industrie, Herstellung von Vinylchlorid. Es lassen sich keine relevanten Eintragspfade identifizieren
Trichlormethan [µg/l]	2,5	Nebenprodukt der Chlorung, leichtflüchtig, im Wasser sind keine erhöhten Konzentrationen zu erwarten
Polychlorierte Biphenyle (PCB), gesamt [µg/l]	0,01	Anwendung in Elektro und Kunststoffindustrie, z.B. als Weichmacher aber seit 1989 generell verboten
Kohlenwasserstoffe [µg/l]	100	Als Summenparameter zu prüfen
Etheroxygene (insb. MTBE, ETBE und TAME), gesamt [µg/l]	5 , davon max. 2,5 µg/l ETBE	MTBE Klopfschutzmittel in Ottokraftstoffen, ETBE, TAME Ottokraftstoffe und Lösungsmittel in organischer Chemie. Es lassen sich keine relevanten Eintragspfade identifizieren
Epichlorhydrin [µg/l]	0,1	Zur Herstellung von Epoxidharzen, bei der Herstellung von Papier und Zweikomponenten Kleber. Herstellung Durch Umsetzung von

¹³https://www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/themen/wasser/grundwasser/grundwasserbericht_niedersachsen/grundwasserbeschaffenheit/guteparameter/erganzungsprogramm_des_nlwkn/cyanid/cyanid-137657.html

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Seite 88 von 89

		Allylchlorid mit Hypochlorit und anschließender Behandlung mit NaOH. Es lassen sich keine relevanten Eintragspfade identifizieren
Phenol [µg/l]	8	Zur Herstellung von Kunststoffen. Phenol wirkt sowohl lokal als auch systemisch stark toxisch; bei dermalen Exposition besitzt es eine reizende bis ätzende Wirkung auf Schleimhäute, Haut und Augen. Es lassen sich keine relevanten Eintragspfade identifizieren.
Nonylphenol [µg/l]	0,3	Zur Produktion von Kunststoffen, Textilien, Leder, Paper, Reinigungsmittel, Desinfektionsmittel. Lebensmittel-verpackungen, Pestiziden, Farben, teilweise in Pflegeprodukten. Es lassen sich keine relevanten Eintragspfade identifizieren
Chlorphenole, gesamt [µg/l]	1	Organochlorpestizid, Holzschutzmittel, Herbizid, Fungizid, Bleichen von Zellstoff in der Papierherstellung. Es lassen sich keine relevanten Eintragspfade identifizieren
Pentachlorphenol [µg/l]	0,1	PCB ist seit 1989 in Dtl. Verboten
Chlorbenzole, gesamt [µg/l]	1	Chlorbenzol entsteht beim Chlorieren von Benzol mit Chlor in Gegenwart von Eisen oder Eisenchlorid. Chlorbenzol wird als Lösungsmittel verwendet für Öle, Fette, Harze, Kautschuk, Ethylcellulose und Phenolharze. ¹⁴ Es lassen sich keine relevanten Eintragspfade identifizieren
Trichlorbenzole [µg/l]	0,4	
Pentachlorbenzol [µg/l]	0,007	
Hexachlorbenzol [µg/l]	0,01	
PSMBP,einzeln [µg/l]	0,1	Ist in Hinblick auf den Einsatz von Algizid für das Überwinterungswasser zu prüfen.
PSMBP, gesamt [µg/l]	0,5	Ist in Hinblick auf den Einsatz von Algizid für das Überwinterungswasser zu prüfen.

¹⁴ <https://www.spektrum.de/lexikon/chemie/chlorbenzol/1778>

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 20.12.2024

Seite 89 von 89

Für

Bezirksamt Neukölln

Stadtentwicklung, Umwelt und Verkehr

Straßen- und Grünflächenamt

Fachbereich Grün- und Freiflächen

SGA I 1

und

*GÜL-Projekt Partner*innen*

2) Berliner Bäderbetriebe

Berlin, den 10.09.25

Hygienische Risiken: Bewässerung Hasenheide mit Wasser aus dem Sommerbad Neukölln

Dieses Gutachten bewertet die hygienischen Risiken der geplanten Bewässerungsanlage im Park Hasenheide unter Verwendung von aufbereitetem Wasser aus dem Sommerbad Neukölln. Es berücksichtigt den aktuellen Planungsstand der Sammel- und Bewässerungsanlagen sowie unterschiedliche Bewässerungssysteme und deren spezifische Hygienierisiken. Besondere Beachtung finden Aerosolbildung, Biofilmbildung und relevante Krankheitserreger wie E. coli, intestinale Enterokokken, Pseudomonas aeruginosa und Legionellen. Empfehlungen zur zeitgesteuerten Bewässerung, Wartung und einem Monitoringkonzept sollen die Exposition von Parkbesuchern minimieren. Stoffliche Verunreinigungen aus der Schwimmbadwasseraufbereitung werden nicht betrachtet.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	3
1.1. Zeitliche Einordnung dieser Betrachtung.....	3
1.2. Planungsstand der Bewässerungsanlage und der Sammelanlage.....	3
1.3. Einordnung der folgenden Stellungnahme (Stand: 04/2025).....	3
2. Gefährdungspotential durch Verwendung einer Bewässerungsanlage.....	3
2.1. Rechtlicher Haftungswechsel durch wechselnden Betreiber im Technikraum?.....	3
2.2. Hygienische Gefährdungspotentiale unterschiedlicher Bewässerungssysteme:.....	3
2.2.1. Regner.....	4
2.2.2. Wasserentnahmestandrohre (Wasserhähne).....	4



2.2.3. Tröpfchenbewässerung.....	4
2.3. Zeitsteuerung der automatischen Bewässerung.....	4
2.3.1. Zusammenfassung.....	5
3. Rechtliche Anforderungen an Betriebswasserleitungen und Entnahmestellen.....	5
4. Einordnung der hygienischen Parameter aus unterschiedlichen Richtlinien.....	5
4.1. DIN 19650 Bewässerung Hygienische Belange von Bewässerungswasser.....	5
4.2. Empfehlung für Betriebswassernutzung der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung.....	6
4.3. EG Badegewässerrichtlinie.....	7
Binnengewässer:.....	8
4.4. Zusätzliche Parameter.....	8
4.5. Exkurs: Gefährdungspotential von Betriebswasserspeichern als Brutstätte für Stechmücken sowie die daraus resultierende Übertragung krankheitserregender Viren.....	8
5. Überwachung der Betriebswasseranlage.....	9
5.1. Anlagentechnische Sensoren zur Prüfung der Funktionsfähigkeit der Betriebswasseranlage.....	9
5.2. Hygienische Parameter.....	10
5.3. Monitoringkonzept.....	10
5.3.1. Messstellen – Vorschlag zur Probenahme von Wasserproben.....	10
5.3.2. Erstmonitoring.....	11
5.3.3. Dauerhaftes Monitoring.....	11
5.3.4. Monitoring im Rahmen von Forschungsprojekten.....	11



1. Einleitung

1.1. Zeitliche Einordnung dieser Betrachtung

Das Gesundheitsamt soll frühzeitig in das Gesamtkonzept der zu planenden Anlage für das Sammelsystem von Schwimmbadwasser aus dem Sommerbad zur Nutzung in der Bewässerungsanlage zur Bewässerung der Hasenheide eingebunden werden.

1.2. Planungsstand der Bewässerungsanlage und der Sammelanlage

Für die Sammelanlage, die im wesentlichen Wasser aus aufbereitetem Schwimmbadwasser des Sommerbad Neuköllns speichert, reinigt und für die Bewässerung des Parks zur Verfügung stellt, ist im Jahr 2024 eine Machbarkeitsstudie mit noch offenen Fragen erstellt worden.

Die Bewässerungsanlage in der Hasenheide hat einen deutlich höheren Planungsstand, da die Parkneugestaltung und die Bewässerung bereits seit einigen Jahren in Bearbeitung und schon zu einem Teil umgesetzt sind.

1.3. Einordnung der folgenden Stellungnahme (Stand: 04/2025)

Da eine genaue Planung und die Auswahl der Komponenten der Anlage noch nicht abgeschlossen sind, können viele Fragen derzeit nicht abschließend beantwortet und noch nicht final in ein Hygienekonzept überführt werden. Vielmehr können lediglich Vorüberlegungen und Einordnungen vorgenommen werden, um dem Gesundheitsamt eine Grundlage für weitere Überlegungen zu bieten.

2. Gefährdungspotential durch Verwendung einer Bewässerungsanlage

Mit Regenwasser oder Betriebswasser betriebene Bewässerungsanlagen sind marktübliche Anwendungen die in vielen Kommunen, Ländern oder im Privaten kein übergeordnetes Interesse oder Sicherheitsbedürfnis erzeugen. Im öffentlichen Raum bestehen andere Regularien als im Privaten Bereich, deshalb ist auch eine Risikoanalyse der Bewässerungsanlage und der eingesetzten Bewässerungstechnik notwendig. Je nach eingesetzter Bewässerungstechnik entstehen andere zu beachtende vor allem Hygienische Risiken.

2.1. Rechtlicher Haftungswechsel durch wechselnden Betreiber im Technikraum?

Innerhalb des in der Machbarkeitsstudie erarbeiteten Konzepts findet ein Übergang des Wassers von einem Betreiber/Besitzer (den BBB zum SGA Neukölln) statt.



Bezugnehmend auf die Anlage im Park ist eine rechtliche Klärung notwendig an welcher Stelle der Haftungsübergang statt findet und wie damit umgegangen wird. Je nach Einigung kann hier ein hoher Monitoringgrad entstehen, damit die Haftungsaufteilung konkret nachgewiesen werden kann.

2.2. Hygienische Gefährdungspotentiale unterschiedlicher Bewässerungssysteme:

Bewässerungsanlagen unterliegen aus hygienischer Sicht besonderen Anforderungen, da sie den Kontakt zwischen Wasser, Umwelt, Menschen und Pflanzen ermöglichen. Dabei ist es wichtig, dass das verwendete Wasser frei von gesundheitsschädlichen Erregern ist und dass die Systeme so gestaltet und gewartet werden, dass keine Biofilme oder stagnierende Wasseransammlungen entstehen, die als Nährboden für Mikroorganismen dienen können. Unterschiedliche Bewässerungssysteme – etwa Regner, Wasserentnahmestandrohre (Wasserhähne) und Tröpfchenbewässerung – weisen jedoch spezifische hygienische Gefährdungspotenziale auf, die im Folgenden kurz erläutert werden.

2.2.1. Regner

- **Aerosolbildung:**
Regner versprühen Wasser in Form von feinem Sprühnebel, wodurch verunreinigtes Wasser in Form von Aerosolen in die Luft gelangen kann. Dadurch besteht ein potenzielles Risiko einer inhalativen Exposition. Krankheitserreger die bei einem solchen Expositionsweg relevant werden könnten sind Legionellen.
- **Biofilm und Stagnation:**
In den Leitungen und an den Düsen können sich Biofilme bilden, insbesondere wenn das Wasser nicht regelmäßig gewechselt oder das System nicht ausreichend gewartet wird.
- Die zeitlich in die Nachtstunden verlegte Bewässerung mit Regnern, reduziert den möglichen Kontakt mit Menschen.

2.2.2. Wasserentnahmestandrohre (Wasserhähne)

- **Biofilm und Stagnation:**
Wasserhähne bzw. Entnahmestandrohre sind oft an Stellen eingesetzt, an denen Wasser kurzfristig gelagert wird, bevor es genutzt wird. Wird das Wasser zu lange in diesen Leitungen belassen, kann dies zu einer Vermehrung von Mikroorganismen und Biofilm-Bildung führen.
- **Geringeres Aerosolrisiko:**
Im Vergleich zu Regnern erfolgt bei der Entnahme aus Standrohren via Schlauch, je nach Strahleinstellung, in der Regel keine Aerosolbildung, was das Risiko einer inhalativen Exposition reduziert. Mit Schlauch lässt sich zudem direkt bewässern, das bedeutet, dass der Kontakt bei der Bewässerung selbst durch den Bewässernden kontrollierbar ist.

2.2.3. Tröpfchenbewässerung

- **Geringeres Kontaktisiko:**

Tröpfchenbewässerungssysteme geben Wasser direkt an den Wurzeln der Pflanzen ab, wodurch das Risiko einer Exposition für den Menschen deutlich geringer ist.

- **Biofilm- und Verstopfungsrisiko:**

Aufgrund der oft kleinen Durchmesser der Leitungen können sich Biofilme und Ablagerungen leichter bilden, was zu einer Verstopfung der Tropfer führen kann. Dies beeinträchtigt nicht nur die Wasserverteilung, sondern kann auch als Nährboden für Mikroorganismen dienen. Regelmäßige Wartung und Reinigung sind wichtig, um Verunreinigungen in den Schläuchen und Anschlüssen zu minimieren.

2.3. Zeitsteuerung der automatischen Bewässerung

Wenn es die Möglichkeit gibt eine automatische Bewässerung über eine Zeitsteuerung zu implementieren, kann das die Exposition von Menschen erheblich verringern. Zum einen ist kein Personal notwendig, dass mit dem Wasser in Berührung kommt. Zum anderen, wird durch nächtliche Bewässerung eine starke Reduzierung der betroffenen Personen vorgenommen. Das Bewässerungssystem soll zwischen 3 Uhr und 6 Uhr aktiv sein, da in diesem Zeitraum der geringste Nutzungsdruck des Parks herrscht. Gegebenenfalls müssen sommerliche Wochenenden mit nächtlichem Publikumsverkehr in der Bewässerungsplanung berücksichtigt werden.

Die zeitgesteuerte Bewässerung ist mit Tröpfchenbewässerung sowie mit Versenkgattern möglich.

2.3.1. Zusammenfassung

- **Regner** stellen vor allem wegen ihrer zusätzlichen Aerosolbildung und der Möglichkeit der Aufnahme von Umweltschadstoffen ein höheres Risiko für die Übertragung von Krankheitserregern dar.
- **Wasserentnahmestandrohre (Wasserhähne)- Bewässerung mit Schlauch** sind weniger aerosolbildend, Exposition ggf. durch direkten Kontakt mit dem Wasser.
- **Tröpfchenbewässerung** bietet den Vorteil einer direkten Wasserversorgung an den Pflanzenwurzeln und reduziert Expositionsrisiken. Sie ist jedoch anfällig für Biofilmbildung und Verstopfung, was regelmäßige Wartungsmaßnahmen erfordert.

Jedes dieser Systeme erfordert also spezifische Maßnahmen in Bezug auf Wartung und Reinigung, um hygienische Risiken möglichst gering zu halten.

Die Tröpfchenbewässerung wird von Straßen- und Grünflächenämtern als kritisch angesehen, da sie vandalismusanfällig ist und hohe Wartungskosten verursacht, wenn Teile der Anlage defekt sind.



3. Rechtliche Anforderungen an Betriebswasserleitungen und Entnahmestellen

Rohrleitungen und Entnahmestellen sind dauerhaft entsprechend der gültigen Vorschriften zu kennzeichnen, dass es sich hier nicht um Trinkwasser handelt. Außerdem dürfen Betriebswasserleitungen nicht mit Trinkwasserleitungen verbunden werden. Der Hintergrund ist, dass es nicht zu einer Rückverkeimung des Trinkwassernetzes kommt. Trinkwassernachspeisungssysteme sind nach den geltenden Technischen Regeln (nach DIN 1988) auszuführen.

Das Betriebswassernetz soll so gesichert sein, dass nicht berechtigtes Personal keinen Zugang hat. Das bedeutet z.B., dass Standleitungen nicht mit einem einfachen Wasserhahn versehen sind, den jede Person öffnen kann.

4. Einordnung der hygienischen Parameter aus unterschiedlichen Richtlinien

Im Hinweisblatt H202 des Fachverbandes für Betriebs- und Regenwassernutzung (fbr) das inhaltsgleich dem DWA-M 277 ist, wird für die Nutzung zur Bewässerung nur die DIN 19650 als relevant angegeben.

Aus gegebenem Anlass werden hier zwei weitere Quellen herangezogen, da diese von verschiedenen Gesundheitsämtern genannt wurden. Wir diskutieren diese im Folgenden.

4.1. DIN 19650 Bewässerung Hygienische Belange von Bewässerungswasser

Der Anwendungsbereich der DIN 19650 gilt für die hygienischen Belange von Bewässerungswasser in Landwirtschaft, Gartenbau, Landschaftsbau sowie von Park- und Sportanlagen.

Die Gültigkeit dieser DIN 19650 definiert sich des Weiteren aus den verwendeten Wasserarten, welche für die Bewässerung verwendet wird und bezieht sich auf natürlich vorkommende ober- und unterirdische Gewässer und unterscheidet dabei in Oberflächenwasser und Grundwasser. Darüber hinaus definiert sich die Gültigkeit auch für Regenwasser, Trinkwasser und u.U. unterschiedlich behandeltem Abwasser (z.B. Klarwasser). Da es sich bei dem hier verwendeten Wasser um Regenwasser und behandeltes Abwasser handelt, sehen wir die DIN 19650 hier als relevanteste Norm an. Der Bezug ist in der folgenden Tabelle rot markiert.

Tabelle 1: Hygienisch-mikrobiologische Klassifizierung und Anwendung von Bewässerungswasser

Eignungs- klasse	Anwendung	Fäkal- streptokokken- Koloniezahl/ 100 ml (nach TrinkwV [3] bzw. Bade- gewässer- richtlinie ¹⁾)	E. coli- Koloniezahl/ 100 ml (nach TrinkwV [3] bzw. Bade- gewässer- richtlinie ¹⁾)	Salmonellen/ 1000 ml (nach DIN 38414-13)	potentiell infektiöse Stadien von Mensch- und Haustier- parasiten ²⁾ in 1000 ml
1 (Trinkwasser)	— alle Gewächshaus- und Freilandkulturen ohne Einschränkung	nicht nachweisbar	nicht nachweisbar	nicht nachweisbar	nicht nachweisbar
2 ³⁾	— Freiland- und Gewächshauskulturen für den Rohverzehr — Schulsportplätze, öffentliche Parkanlagen	≤ 100 ⁴⁾	≤ 200 ⁴⁾	nicht nachweisbar	nicht nachweisbar
3 ⁴⁾	— nicht zum Verzehr bestimmte Gewächshaus- kulturen — Freilandkulturen für den Rohverzehr bis Frucht- ansatz bzw. Gemüse bis 2 Wochen vor der Ernte — Obst und Gemüse zur Konservierung — Grünland bzw. Grünfütterpflanzen bis 2 Wochen vor dem Schnitt oder der Beweidung — alle anderen Freilandkulturen ohne Einschränkung — sonstige Sportplätze ⁵⁾	≤ 400	≤ 2000	nicht nachweisbar	nicht nachweisbar
4 ^{3), 5)}	— Wein- und Obstkulturen zum Frostschutz — Forstkulturen, Polterplätze und Feuchtbiothope — Zuckerrüben, Stärkekartoffeln, Ölfrüchte und Nichtnahrungspflanzen zur industriellen Verarbei- tung und Saatgut bis 2 Wochen vor der Ernte — Getreide bis zur Milchreife (nicht zum Rohverzehr) — Futter zur Konservierung bis 2 Wochen vor der Ernte	Abwasser, das mindestens eine biologische Reinigungsstufe durchlaufen hat			— für Darm- Nematoden keine Standard- empfehlung möglich — für Stadien von Taenia: nicht nachweisbar

¹⁾ Mikrobiologische Untersuchungen nach den für Badegewässer üblichen Verfahren; z. B. [9]

²⁾ Soweit dies für die Sicherung der Gesundheit von Mensch und Tier erforderlich ist, kann eine Untersuchung des vorgesehenen Bewässerungswassers auf Darm-Nematoden (Ascaris- und Trichuris-Arten sowie Hakenwürmer) und/oder Bandwurm-Lebensstadien (insbesondere Taenia) nach WHO-Empfehlung [1] angeordnet werden.

³⁾ Wenn durch das Bewässerungsverfahren eine Benetzung der zum Verzehr geeigneten Teile der Ernteprodukte ausgeschlossen ist, entfällt eine Einschränkung nach hygienisch-mikrobiologischen Eignungsklassen.

⁴⁾ Richtwert, der analog der TrinkwV § 2 Abs. 3 [3] so weit unterschritten werden sollte, „wie dies nach dem Stand der Technik mit vertretbarem Aufwand unter Berücksichtigung der Umstände des Einzelfalles möglich ist“. Zur Verbesserung der Wasserqualität siehe 5.4.

⁵⁾ Bei der Beregnung muß durch Schutzmaßnahmen sichergestellt werden, daß Personal und Öffentlichkeit keinen Schaden nehmen.

Tabelle 1: Geltungsbereich aus DIN 19650

Erläuterungen zu der Eignungsklassen aus der DIN 19650

- Fäkalstreptokokken: Dies sind normal vorkommende Darmbakterien. Sie dienen als Indikator für fäkale Kontamination des Wassers. Je nach Art gelten sie als fakultativ pathogen. Präferentiell werden oft Intestinale Enterokokken als Parameter verwendet, da sie widerstandsfähiger sind als Fäkalstreptokokken. Fäkalstreptokokken können stärker als E.Coli Hinweise auf tierische Fäkalkontamination geben.

- E.Coli: Ist der Standardparameter mit dem fäkale Kontamination von Wasser nachgewiesen wird. Der Erreger selbst ist nicht pathogen, gibt aber einen Hinweis auf pathogene Keim und ist ein guter, etablierter Indikator.
- Salmonellen: Erkrankungen durch Salmonellen werden fast immer durch den Verzehr von kontaminierten Lebensmitteln hervorgerufen. Sie lösen starke Darmerkrankungen aus. Da die genannten Grenzwerte nicht nur öffentliche Parks sondern auch für den für den Verzehr bestimmte Freiland und Gewächshauskulturen gilt, gehen wir davon aus, dass der Erreger aus diesem Grund in der DIN festgehalten wurde.

4.2. Empfehlung für Betriebswassernutzung der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung

Die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung hat 2007 ein Dokument für innovative Wasserkonzepte herausgegeben. Hier geht es allerdings um die Betriebswassernutzung in Gebäuden und es gibt keine Begründung oder Quellenangabe für die angegebenen Grenzwerte und relevanten Erreger. Dennoch wurde bereits in einem anderen Projekt dieses Dokument herangezogen. Daher nehmen wir es hier mit auf.

Qualitätsziele für Betriebswasser

Qualitätsziele	Beurteilungskriterien / Begründung									
nahezu schwebstofffrei, nahezu geruchlos, farblos und klar	damit Armaturen einwandfrei funktionieren und kein Komfortverlust für die Nutzer eintritt									
möglichst sauerstoffreich	> 50 % Sättigung, damit das Betriebswasser lagerfähig ist									
niedriger BSB ¹	BSB ₇ unter 5 mg/l, um sicherzustellen, dass das Grauwasser weitgehend gereinigt ist									
hygienisch / mikrobiologisch einwandfrei ²	<table> <tr> <td>Gesamtkoliforme Bakterien</td> <td>0 / 0,01 ml</td> <td>(< 100/ml)</td> </tr> <tr> <td><i>Escherichia coli</i></td> <td>0 / 0,1 ml</td> <td>(< 10/ml)</td> </tr> <tr> <td><i>Pseudomonas aeruginosa</i></td> <td>0 / 1,0 ml</td> <td>(< 1/ml)</td> </tr> </table>	Gesamtkoliforme Bakterien	0 / 0,01 ml	(< 100/ml)	<i>Escherichia coli</i>	0 / 0,1 ml	(< 10/ml)	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0 / 1,0 ml	(< 1/ml)
Gesamtkoliforme Bakterien	0 / 0,01 ml	(< 100/ml)								
<i>Escherichia coli</i>	0 / 0,1 ml	(< 10/ml)								
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0 / 1,0 ml	(< 1/ml)								

1) Der BSB₇ (biochemischer Sauerstoffbedarf gemessen über einen Zeitraum von 7 Tagen) ist ein geeigneter Wirkungsparameter, der Auskunft über die Menge der vorhandenen biologisch abbaubaren Verschmutzung des Wassers gibt. Aus messtechnischen Gründen kann gegebenenfalls auch der gesamte organisch gebundene Kohlenstoff (TOC) oder der chemische Sauerstoffbedarf (CSB) als geeigneter Parameter herangezogen werden.

2) Bei der Grauwasseraufbereitung – insbesondere wenn mehr als eine Wohneinheit angeschlossen ist – und bei der Nutzung von Ablaufwasser von befestigten Verkehrswegen sollte eine UV-Desinfektion mit einer Mindestdosis von 250 – 400 J/m² erfolgen.

[SenStadt, 2007 http://www.berlin.de/sen/bauen/_assets/baurecht-und-bauplanung/nachhaltiges-bauen/betriebswasser_senstadt2007.pdf]

- BSB: Der BSB ist der biologische Sauerstoffbedarf und ist ein Indikator dafür wie viel biologisch abbaubare Organik in Abwässern vorhanden ist. Üblicherweise wird der BSB₅ gemessen.
- *Pseudomonas aeruginosa*: Hierbei handelt es sich um ein ubiquitär verbreitetes Umweltbakterium das sehr anspruchslos ist und daher überall vorkommen und sich verbreiten kann. Es handelt sich um ein fakultativ pathogenen Krankheitserreger. Er kann besonders für Menschen mit angeschlagenem Immunsystem oder bei Eintrag von Körperfremden Materialien (z.B. Blasenkatheter, Beatmungstuben etc.) sehr gefährlich sein und zeigt schon deutliche Resistenzen gegen Antibiotika, weswegen es zu häufigen Infektionen in Krankenhäusern kommt. Außerhalb von Krankenhäusern kommt es hauptsächlich zu Infektionen über die Haut bei offenen oder wunden Stellen und kann hier zu schlimmer Sepsis führen. Weiterhin kann es zu Ohr- oder



Bindehautinfektionen kommen wenn z.B. in schmutzigem Wasser gelagerte Kontaktlinsen verwendet werden. Der Haupteintragsweg ist über kontaminiertes Wasser in direktem Kontakt mit der Haut. Badewasser im Schwimmbad unterliegt daher eigenen Grenzwerten. Diese werden in den regelmäßigen Messungen im Beckenwasser überwacht. Im Badewasser des Sommerbades dürfen dementsprechend keine *Pseudomonas aeruginosa* vorhanden sein. Ob es zu Aufwuchs in den Sandfiltern kommt und sich hier *Pseudomonas aeruginosa* ansiedeln ist aber unbekannt. Je nach Bewässerungsart ist ein Kontakt mit der Haut möglich aber wahrscheinlich weniger intensiv als beim Schwimmen/Baden.

Die Schärfe des Grenzwertes ist also ebenso zu diskutieren wie die Notwendigkeit einer regelmäßigen Messung. In einer Veröffentlichung des UBA [2017] „Empfehlung zur erforderlichen Untersuchung auf *Pseudomonas aeruginosa*, zur Risikoeinschätzung und zu Maßnahmen beim Nachweis im Trinkwasser“ steht, dass *P. aeruginosa* in 100 ml Trinkwasser nicht nachweisbar sein (< 1 KBE/100 ml) soll. In der Trinkwasserverordnung (Stand 2023) sind die Grenzwerte für Trinkwasser in abgefüllten Behältnissen 0/250 ml festgehalten für Trinkwasser aus Leitungen gilt keine regelmäßige Überwachung [TWVO, 2023].

4.3. EG Badegewässerrichtlinie

Die Gültigkeit der Badegewässerrichtlinie [2006/7] bezieht sich auf Binnen- und Küstengewässer und dient der Vermeidung von gesundheitlichen Problemen beim Baden in natürlichen Badegewässern. Sie ist allerdings neben der Trinkwasserverordnung die einzige gesetzliche Grundlage und wurde bisher von einigen Gesundheitsämtern als relevant angesehen. Allerdings, war dies meistens aus Unkenntnis anderer Richtlinien wie z.B. der DIN 19650. Hier sind Indikatororganismen definiert, die einen Hinweis auf eine fäkale Verunreinigung geben (E.Coli und Intestinale Enterokokken). E.Coli und Intestinale Enterokokken sind in der Regel harmlose Bakterien die im Darm von Mensch und Tier vorkommen (genauer Warmblütlerfäkalien wie Nutztiere und Vögel).

Binnengewässer:

	A	B	C	D
	Parameter	Ausgezeichnete Qualität	Gute Qualität	Ausreichende Qualität
1	Intestinale Enterokokken (cfu/100 ml)	200 (*)	400 (*)	330 (**)
2	Escherichia coli (cfu/100 ml)	500 (*)	1 000 (*)	900 (**)

(*) Auf der Grundlage einer 95-Perzentil-Bewertung. Siehe Anhang II.

(**) Auf der Grundlage einer 90-Perzentil-Bewertung. Siehe Anhang II.

Tabelle: Entnommen aus Anhang 1 der EU Badegewässerrichtlinie 2006/7

Die Grenzwerte sind hier also weit weniger streng als für die Bewässerung in der DIN 19650 und auch in der Empfehlung der SenStadt von 2007. *Pseudomonas aeruginosa* werden für Badegewässer nicht gemessen, obwohl sie durch ihre ubiquitäre Verbreitung und ihre Antibiotikaresistenz auch hier mehr in den Fokus zu rücken scheinen.

4.4. Zusätzliche Parameter

Wegen der in Kapitel 2.2 beschriebenen Möglichkeit, dass es bei einigen Bewässerungsarten zur Aerosolbildung kommen kann, wird hier der Krankheitserreger Legionellen (*Legionella* spp.) diskutiert. Die am häufigsten für Krankheiten verantwortliche Art ist *Legionella pneumophila*. Die durch Einatmen von Aerosolen in den Organismus gelangt.

Legionellen sind weit verbreitete Umweltkeime bzw. Wasserbakterien. Sie vermehren sich bei Temperaturen unter 20°C nicht nennenswert. Ideal sind Temperaturen von 25°C-45°C. Da Bewässerungsleitungen oft oberflächennah verlegt werden, wird dass zunächst kühle Wasser aus dem Speicher in den Leitungen bei längerer Standzeit im Sommer möglicherweise erwärmt.

In der Trinkwasserverordnung (2023) ist für *Legionella spec.* ein Technischer Maßnahmenwert von 100KBE/100 ml genannt. In den gewerblichen Fällen ist ein Untersuchungsintervall von 1x/3 Jahren vorgesehen. Bei öffentlichen Anlagen ist ein Untersuchungsintervall von 1x jährlich gefordert (§31 TrinkwV).

Dies ist ein Problem, das auch bei der Verwendung von Trinkwasser auftreten kann.

4.5. Exkurs: Gefährdungspotential von Betriebswasserspeichern als Brutstätte für Stechmücken sowie die daraus resultierende Übertragung krankheitserregender Viren

In letzter Zeit wird in Anbetracht des Klimawandels und der Verbreitung tropischer Krankheiten und Mückenarten in Deutschland vermehrt über das Risiko, welches Regenwasserspeicher darstellen diskutiert. In Deutschland wird vermehrt über Fälle von Viruserkrankungen, wie beispielsweise das West-Nil-Virus,



berichtet. Zudem hat sich das Auftreten der asiatischen Tigermücke verstärkt, was darauf hindeutet, dass sich das deutsche Klima zunehmend als attraktiv für diese Mückenarten erweist. Mehrere Berliner Bezirke befassen sich intensiv mit diesem Gefährdungspotential.

Die Mückenarten legen ihre Eier in offene Wasseransammlungen. Durch die steigenden Temperaturen sind die Entwicklungszyklen der Larven kürzer, weswegen auch temporäre Wasseransammlung problematisch werden können.

Hierbei geht es allerdings, wie z.B. das Bezirksamt Tempelhof-Schöneberg auf ihrer offiziellen Webseite schreiben z.B. um Behälter wie z. B. Gießkannen, Blumentöpfen. Das zeigt, dass es sich hierbei um ein Problem von allgemeiner Ausbreitung handelt. Sicherlich sind offene Regentonnen hier auch ein Teil der Problematik.

Die Betriebswassernutzungsanlage der Hasenheide wird unterirdisch ausgeführt. Der Hauptspeicher ist mit einer Erdüberdeckung von etwa 1 m versehen, und die Zisternentiefe beträgt ca. 3 bis 4 m. Bei extremen Sommertemperaturen ist mit einer Wassertemperatur von ca. 10 bis maximal 15 °C zu rechnen, während offen aufgestellte Regentonnen deutlich höhere Temperaturen von 25 bis über 35 °C erreichen können.

Die optimalen Temperaturen für die Entwicklung der Larven liegt bei 20-30°. Bei 10-15° kann es zwar je nach Mückenart noch zu einer Entwicklung kommen allerdings ist diese deutlich langsamer, weswegen sie Ausbreitung der Mücken dadurch stark begrenzt ist.

Des Weiteren muss die Zugänglichkeit für die adulten Mücken gegeben sein um ihre Eier in die Zisterne zu legen. Eigene Beobachtungen aus mehr als 100 unterirdischen Zisternen in 25 Jahren ergaben keine Auffälligkeiten als Mückenbrutstätte. Üblicherweise sind handelsübliche Entlüftungsabschlüsse, die für die Belüftung von Versickerungsanlagen und Regenwasseranlagen benötigt werden, nicht mit Sieben oder Netzen ausgestattet. Verschiedene Studien z.B. aus Brasilien, Indien oder Australien zeigen Anhand der Aedes Mücke aber, dass Mücken in unterirdische Wasserspeicher eindringen und diese dann geeignete Brutstätten werden. Alle Studien berichten ebenfalls das das Problem durch geeignete Abdeckung erfolgreich bekämpft wurde.

5. Überwachung der Betriebswasseranlage

5.1. Anlagentechnische Sensoren zur Prüfung der Funktionsfähigkeit der Betriebswasseranlage

Zur Sicherstellung der Funktionsfähigkeit der Betriebswasseranlage sollte ein sensorgesteuertes Monitoringkonzept entwickelt werden, das Fernzugriff durch Betreiber oder Dritte ermöglicht.

Über die zentrale Steuerung (z. B. SPS) werden üblicherweise folgende Betriebsparameter überwacht:



- Pumpen- und Ventilzustände (Ein/Aus)
- Volumenstrom
- Stromaufnahme
- Füllstände

Diese technische Überwachung ist anlagenspezifisch und sollte in Abstimmung zwischen Planungsbüro und Anlagenhersteller erfolgen.

Ergänzend sollten Sensoren zur **Qualitätsüberwachung des Wassers** eingesetzt werden. Die hier gemessenen Parameter können durch online Messung Hinweise auf eine Veränderung der Wasserqualität geben. Wichtige Parameter sind:

- **Trübungsmessung:** Gibt Hinweise auf Filterdurchbrüche oder Verschmutzung in der Zisterne.
- **Sauerstoff- und Gassensoren (z. B. CO₂):** Deuten auf biologische Prozesse hin; anaerobe Zustände sind zu vermeiden.
- **pH-Wert:** Gibt Auskunft über die chemische Stabilität des Wassers.

Bereits in der Planungsphase sind die für das Monitoring relevanten Parameter gezielt festzulegen.

5.2. Hygienische Parameter

Wie in Kapitel 4 beschrieben gibt es verschiedene Indikatorbakterien die auf eine fäkale Verunreinigung hindeuten. In Absprache mit dem Gesundheitsamt sollte eine sinnvolle Auswahl getroffen werden. Hierbei sollte ein maßgebliches Entscheidungskriterium sein, dass die Verunreinigung zuverlässig und schnell gemessen werden kann. Beispielweise dauert eine Messung von E.Coli nach dem Standardverfahren 48-72 Stunden, für Intestinale Enterokokken/ Fäkalstreptokokken und Pseudomonas Aeruginosa dauert ein Nachweis ebenfalls 48 Stunden. Es gibt auch Schnelltests die aber z.B. in der Trinkwasserverordnung nicht zugelassen sind. Der Nachweis von Salmonellen dauert mit 3-5 Tagen deutlich länger.

Die Messung von BSB₅ bzw. BSB₇ dauert 5 bzw. 7 Tage. Weswegen andere Methoden um Organik im Wasser nachzuweisen ggf. sinnvoller sein können.

Eine sinnvolle Auswahl könnten z.B. sein:

- E.Coli
- Intestinale Enterokokken/Fäkalstreptokokken
- ggf. Pseudomonas aeruginosa in der Anfangsphase und danach nach Bewertung
- ggf. Legionellen wenn Regner eingesetzt werden



Es muss außerdem geklärt werden, ob das Wasser bis zum Ergebnis genutzt werden kann. Im Konzept gibt es die Möglichkeit eines Batchverfahrens.

Im Vergleich mit Schwimmbadwasser oder Badegewässerwasser, welches weiter genutzt wird während auf die Ergebnisse der Untersuchung gewartet wird, ist abzuwägen, ob durch die Ausbringung zur Bewässerung ein höheres Gesundheitsrisiko besteht.

5.3. Monitoringkonzept

Es wird zwischen drei Typen des Monitorings unterschieden:

Qualitätssicherndes, dauerhaftes Monitoring zur Sicherstellung des langfristigen Betriebs und der Einhaltung hygienischer Anforderungen.

Erstmonitoring das zeitlich befristet durchgeführt wird, um initiale Fragestellungen zu beantworten. Dieses kann nach einer gewissen Betriebszeit reduziert oder eingestellt werden.

Darüber hinaus können aus **Forschungsinteresse** zusätzliche Monitoringmaßnahmen erforderlich werden, die separat zu finanzieren sind.

5.3.1. Messstellen – Vorschlag zur Probenahme von Wasserproben

Zur Bestimmung hygienisch relevanter Parameter werden folgende **Messstellen** empfohlen:

Messstelle Rohwasser (BBB-Zulauf): Ermittlung der Qualität des unbehandelten Wassers.

Messstelle Klarwassertank (nach der Reinigung): Kontrolle des gereinigten Betriebswassers.

Entfernte Entnahmestellen der Bewässerungsanlage: Um mögliche Rückverkeimung (z. B. durch Hundekot, Biofilme oder durch sommerlich erwärmte Leitungen) zu erfassen, sollten ggf. mehrere Messpunkte eingerichtet werden.

5.3.2. Erstmonitoring

In der Startphase nach Inbetriebnahme ist ein engmaschiges Monitoring vorgesehen:

Die Parameter können hier etwas umfangreicher sein als im dauerhaften Monitoring.

Messfrequenz:

Alle 7-14 Tage über einen Zeitraum der 1. Badesaison.

Anschließend Anpassung des Intervalls (z. B. Monatlich) in Abstimmung mit den Beteiligten

Messstellen:

An allen oben empfohlenen Punkten

5.3.3. Dauerhaftes Monitoring

Das dauerhafte Monitoring soll kostenoptimiert gestaltet werden, ohne die notwendige Sicherheit zu vernachlässigen.

- **Parameter (Mindestumfang, regelmäßig):**
 - *intestinale Enterokokken/ Fäkalstreptokokken*
 - *Escherichia coli*
 - (Optional: *Pseudomonas aeruginosa* – abhängig von Erfahrungen und Risikobewertung)
 - (Optional: *Legionella spec.* – abhängig von Erfahrungen und Risikobewertung (nur wenn Aerosolbildung, in der Regel wird nach TrinkwV für öffentliche Tätigkeiten eine jährliche Untersuchung gefordert))
- **Messfrequenz und -stellen:**
 - Flexibel je nach Betriebserfahrung
 - Reduktion auf essentielle Messstellen möglich (z. B. Entnahmestelle zur Bewässerung und Betriebswasserübergabepunkt)
 - Frühere Messstellen wie das Rohwasser können bei stabiler Qualität ggf. entfallen

5.3.4. Monitoring im Rahmen von Forschungsprojekten

Im Kontext von Forschungsprojekten erfolgt die Gestaltung des Monitorings durch das Forschungsteam. Dabei gilt:

Die Steuerung der Anlage bleibt in der Verantwortung des **beauftragten Drittanbieters**.

Eingriffe durch das Forschungsteam erfolgen **nur in Absprache**, um eine **klare Zuständigkeit** für den Anlagenbetrieb zu gewährleisten.

Für Rückfragen stehen wir Ihnen gern zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Sven Hänichen".

Sven Hänichen Dipl.-Ing.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "J. Kломфаß".

Juls Kломфаß Dipl.-Ing.

Klimaresiliente Hasenheide

Machbarkeitsstudie - Betriebswassernutzung aus dem Sommerbad Neukölln zur Bewässerung der Hasenheide

Bewertung Ökotoxizität

Auftraggeber	Bezirksamt Neukölln
	Stadtentwicklung, Umwelt und Verkehr
	Straßen- und Grünflächenamt
	Fachbereich Grün- und Freiflächen
	SGA I 1

Dorothea Hokema
Karl-Marx-Straße 83
12040 Berlin

Bearbeiter Sven Hänichen, Juls Klomfaß, Nina Röttgers

Stand 08.01.2026

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 08.01.2026

Inhalt

1	Veranlassung	3
2	Versuchsaufbau	3
3	Auswertung	5
3.1	Algen Test	5
3.2	Daphnien Test	6
3.3	Lemna Test	6
4	Fazit	6

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht Testergebnisse	5
---	---

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 08.01.2026

1 Veranlassung

Die hier vorliegende Untersuchung des Überwinterungswassers Sommerbad Neukölln schließt an die 2024 durchgeführte Machbarkeitsstudie „Betriebswassernutzung aus dem Sommerbad Neukölln zur Bewässerung der Hasenheide“ an.

Das Überwinterungswasser des Sommerbads Neukölln wird zur Reduktion von Algenwachstum mit Algizid (SuperBlau) versetzt. Dieses ist als biotoxisch eingestuft und enthält quartäre Ammoniumverbindungen. In wie weit das Wasser zum Zeitpunkt der Beckenentleerung im Frühjahr noch eine potentiell ökotoxische Wirkung hat, ist zum aktuellen Zeitpunkt unbekannt. In Hinblick auf eine mögliche Verwendung für die Bewässerung von Parkanlage soll untersucht werden, in wie weit die toxische Wirkung im Wasser durch eine Filtration mittels Aktivkohle und Zeolith reduziert werden kann.

Da keine Vorgaben zu untersuchenden Modellorganismen vorliegen, wurde sich für die Betrachtung der folgenden Indikatoren entschieden:

Algenwachstumshemmtest: Als Indikator für den Einsatzbereich als Algizid und in Hinblick auf eine mögliche Einleitung in Oberflächengewässer

Daphnientest: Als Indikator für die Auswirkung auf Zooplankton

Wasserlinsentest: Als Indikator für die Auswirkung auf Wasserpflanzen

Leuchtbakterientest: Als Indikator für die akute Toxizität

2 Versuchsaufbau

Für den Modellversuch wurde Beckenwasser (Nichtschwimmerbecken) entnommen, gemäß der Herstellerangabe mit Algizid versetzt und für drei Wochen in einem offenen Behälter stehen gelassen. Am 29.09.25 wurden Proben dieses Wassers genommen und für die weiteren Betrachtungen verwendet.

Die Standzeit von lediglich drei Wochen liegt hier unterhalb der zu erwartenden Standzeit des Überwinterungswassers zum Zeitpunkt des Ablassens im Frühjahr. Dahingehend ist davon auszugehen, dass die Wirkung des Algizids über den Verlauf des Winters weiter abnimmt. Laut Betreiber wird nach Bedarf nachdosiert, wenn es über die Standzeit zu erhöhtem Algenwachstum kommt.

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 08.01.2026

Es wurden drei Adsorptionsversuche durchgeführt:

- Filtration mittels Aktivkohle
- Filtration mittels Zeolith
- Filtration mittels Aktivkohle und Zeolith

Material	Spezifikation	Kontaktzeit
Aktivkohle	aktiwa®-k 0,6–2,4 mm auf Basis von Kokusnussschale	20 min (500 ml AK / 5 l Beckenwasser)
Zeolith	Zeomax Plus	20 min (250 ml Zeolith / 2,5 l Beckenwasser)

Die vier Proben (1* ohne Filtration, 3* mit Filtration) wurden durch das Labor Hydrotox untersucht.
Folgende Methoden wurden eingesetzt:

Algen-Test DIN 3841 2-33, März 1991

Daphnien-Test DIN EN SO 6341, Anhang F (2012)

Lemna-Test DIN EN ISO 20079, Annex B (1212006)

Leuchtbakterien-Test DIN EN ISO 11348-2 (2023)

Der Laborbericht liegt diesem Schreiben bei.

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 08.01.2026

3 Auswertung

In Tabelle 1 ist eine Übersicht der Testergebnisse dargestellt

Tabelle 1: Übersicht Testergebnisse

Proben- Bezeichnung.	Interner PG-Code	Algen-Test	Daphnien-Test	Lemna-Tes*	Leuchti-Test
Sommerbad Neukölln Rohwasser vom 29.09.25	25/8290 25/8294	$G_A > 6$	$G_D > 3$	$G_W > 4$	$G_L \leq 2$
Sommerbad Neukölln Rohwasser mit Aktivkohle	25/8323	$G_A > 6$	$G_D = 2$	$G_W = 4$	$G_L \leq 2$
Sommerbad Neukölln Rohwasser mit Zeolith	25/8324	$G_A > 6$	$G_D > 3$	$G_W = 2$	$G_L \leq 2$
Sommerbad Neukölln Rohwasser mit Aktivkohle & Zeolith	25/8325	$G_A \leq 2$	$G_D = 1$	$G_W = 1$	$G_L \leq 2$

* angegebene Werte für die Hemmung der spezifischen Wachstumsrate der Frondzahl

3.1 Algen Test

Als Testergebnis gilt der kleinste Wert der Verdünnungsstufe G (G_A -Wert), bei dem erstmalig eine Hemmung des Algenwachstums von $< 20\%$ gemessen wird.

Für die Proben Rohwasser, Filtration mit Aktivkohle und Filtration mit Zeolith ergibt sich hier, dass auch bei einer Verdünnungsstufe von 6 noch eine Wachstumshemmung $>20\%$ vorliegt. Die hemmende Wirkung auf die Algen ist entsprechend als hoch zu bewerten.

Die mittels Aktivkohle und Zeolith aufbereitete Probe weist in keiner der getesteten Verdünnungsstufen eine relevante Toxizität auf. In allen getesteten Verdünnungsstufen konnte ein positives Algenwachstum festgestellt werden.

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 08.01.2026

Seite 5 von 6

3.2 Daphnien Test

Im Daphnien Test wird die Anzahl der schwimmunfähigen Tiere als Bewertungskriterium verwendet. Für die Proben Rohwasser und Filtration mit Zeolith konnte hier in allen Verdünnungsstufen eine relevante Toxizität festgestellt werden. Im Fall der mittels Aktivkohle aufbereiteten Probe ist eine relevante Toxizität in der ersten Verdünnungsstufe festzustellen, in den weiteren Stufen liegt keine relevante Hemmung der Daphien vor.

Die mittels Aktivkohle und Zeolith aufbereitete Probe weist keinerlei Toxizität auf.

3.3 Lemna Test

Wasserlinsen sind ein Modellorganismus für aquatische Süßwasserpflanzen. Im Rahmen des Tests wird die Auswirkung auf das Wachstum über einen Zeitraum von 7 Tagen betrachtet.

Hier ist die Hemmung für die Rohwasserprobe am höchsten. Die aufbereiteten Proben weisen geringere Hemmung des Wachstums auf; während für die durch Aktivkohle filtrierte Probe für die 4te Verdünnungsstufe ein Rückgang der Toxizität festgestellt werden kann, setzt dieser Rückgang für die mit Zeolith aufbereitete Probe bereits bei Verdünnungsstufe 2 ein. Die mittels Aktivkohle und Zeolith aufbereitete Probe weist bereits im einfachen Ansatz lediglich eine Hemmung von < 10% auf.

Leuchtbakterien Test

Sämtliche Proben weisen keine relevante Toxizität auf.

4 Fazit

Wie zu erwarten war die Toxizität für die Indikator Organismen Algen, Daphnien und Wasserlinsen im Rohwasser hoch. Die Überprüfung der Wirkung von Aktivkohle und Zeolith bestätigt die Annahme, dass eine Kombination beider Materialien geeignet ist, um die toxische Wirkung des Algizids zu reduzieren. Etwaige Rückstände von AOX können über die Aktivkohle adsorbiert werden, während das Zeolith Material für die Entfernung der quartären Ammoniumverbindungen geeignet scheint. Die in der Machbarkeitsstudie vorgeschlagene technische Aufbereitung des Überwinterungswassers kann entsprechend weiter als Möglichkeit zur Erreichung der gewünschten Wasserqualität betrachtet werden, wenn der hier gewählte Ansatz zum Nachweis der Reduktion der Toxizität durch die beteiligten Akteure als hinreichend angesehen wird.

ARGE:

oikotec Ingenieur*innen GmbH & Polyplan Kreikenbaum GmbH

Datum: 08.01.2026