



Naturbad Gemeinde Maschwanden

Machbarkeitsstudie Sanierung mit biologischer Wasseraufbereitung

Technischer Bericht

Winterthur, 28. November 2025

Impressum

Auftraggeber: Gemeinde Maschwanden

Ansprechperson: Matthias Frei

Auftragnehmer: ASC SCHWEIZ
Neuburgstrasse 75A
CH-8408 Winterthur

Verfasser: Matthias Frei – MSc. ZFH in Umweltingenieurwesen
matthias.frei@ascschweiz.org

Bild Frontseite: Naturbad Maschwanden 2024, Foto M. Frei

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	1
1. Grundlagen	1
1.1. Gegenstand und Zweck	1
1.2. Abgrenzung	1
1.3. Pläne	1
1.4. Normen.....	1
2. Einleitung	2
1.1 Ausgangslage	2
1.2 Vorgehen	2
2.1. Zielsetzung	2
1.3 Beckenprogramm.....	3
2.2. Ausstattungen.....	3
2.3. Aussenklima	3
2.4. Öffnungszeiten & Spezielle Betriebsanforderung	3
2 Biologische Wasseraufbereitung.....	4
2.1 Ziele der biologischen Wasseraufbereitung.....	4
2.5. Badewasserqualität	4
2.6. Beschrieb der Funktionsweise	5
2.7. Belegung Badegäste.....	7
2.8. Wasserbilanz	8
2.8.1. Nachspeisung.....	8
2.8.2. Ausgleichsbecken	8
2.8.3. Wasserableitung.....	9
2.9. Diffuser Lufteintrag	9
2.10. Nährstoffeinträge	11
2.11. Nährstoffausträge, Dimensionierung Biofilter	11
2.12. Anforderungen Umwälzung	12
2.13. UVC-Anlage	12
2.14. Anforderungen Dosierung Nährstoffmanagement.....	12
2.15. Sauerstoffbilanz - Wasserbelüftung.....	13
2.16. Anforderungen an das Gebläse zur Rückspülung des Biofilters.....	13
3. Anlagenkomponenten & Bauwerk	14
3.1. Anlagenbestandteile Übersicht	14
3.2. Wasseraufbereitung.....	14
3.2.1. Vorfilter (Säcke)	14
3.2.2. Biofilter Bauwerk	14
3.2.3. Ausgleichsbecken	16
2.2 Hydraulischen System	16
3.2.4. Pumpen.....	16

3.2.5.	Düsen und Vorlauf.....	16
3.2.6.	Rinnen und Rücklaufleitungen.....	17
3.2.7.	Massnahmenskizze	18
3.3.	Steuer, Mess- und Regeltechnik	18
3.3.1.	Elektroschaltschrank	19
3.4.	Technikraum (Bestand).....	19
3.5.	Becken - Beton und Folienabdichtung.....	19
3.6.	Kanalisation	20
3.7.	Umgebungsarbeiten.....	20
3	Kostenschätzung	22
4	Verzeichnisse	23
4.1	Abbildungsverzeichnis	23
4.2	Tabellenverzeichnis	23

1. Grundlagen

1.1. Gegenstand und Zweck

Diese Studie beschreibt den aktuellen Zustand des Bades sowie die Ausgangslage hinsichtlich der angestrebten Badewasser- und Gewässerqualität, der definierten Nutzung durch Badegäste und der Nährstoffbelastung des Gewässers. Anschliessend werden die Grundlagen zur Dimensionierung der Wasseraufbereitungsanlage dargelegt, die Hauptkomponenten und die Funktionsweise der geplanten biologischen Wasseraufbereitung erläutert sowie eine Grobkostenschätzung der vorgesehenen Massnahmen aufgezeigt.

1.2. Abgrenzung

In der Machbarkeitsstudie nicht vertieft behandelt wurden insbesondere:

Bausubstanz und Statik, detaillierte Beckenhydraulik, Abdichtungskonzepte, umfassende regulatorische Anforderungen (Denkmalpflege, Naturgefahren, Erdbeben, Bodenbelastung, Störfall, Brandschutz, Arbeitssicherheit, Behindertengerechtigkeit, Gebäudeschadstoffe, Entsorgung, Energiestandards), geologische Baugrundanalysen, detaillierte Betriebskostenberechnungen, Umweltgutachten, sowie vertiefte Abklärungen mit allen Behörden und Fachinstitutionen. Diese Punkte sind Gegenstand der weiteren Projektierung.

1.3. Pläne

- Baueingabe, Schema Wasserkreislauf, Freibad mit biologischer Aufbereitung, Fachplaner Grafinger, 08.04.2013
- Baueingabe, Übersicht Leitungen, Situation 1:100, Freibad mit biologischer Aufbereitung, Fachplaner Grafinger, 09.04.2013
- 01.18d Übersicht Leitungen 1:200, Fachplaner Grafinger, 06.05.2014
- Baueingabe, Übersicht Leitungen, Regenwasser neu, Situation 1:200, Freibad mit biologischer Aufbereitung, Fachplaner Grafinger, 06.05.2014
- 00.01. Übersichtsplan, Situation 1:250, Freibad mit biologischer Aufbereitung, Fachplaner Grafinger, 22.07.2013
- Nachführung Abwasser, Situation 1:125, Rösch Wälter Wila, 12.02.2015
- Fotodokumentation Baustelle November 2023- April 2024

1.4. Normen

- EDI 2017: Verordnung über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen (TBDV)
- Norm für öffentlich zugängliche, biologisch aufbereitete Gemeinschaftsbäder - Anforderungen und ergänzende Bestimmungen an Projektierung, Bau und Betrieb - Herausgeber Schwimmteichverband Schweiz (StVS), Version 1.12, März 2024

2. Einleitung

1.1 Ausgangslage

Das Naturbad Maschwanden wurde 2013 von einer konventionellen Wasseraufbereitung mit Chlor auf eine biologische Wasseraufbereitung mit einem Pflanzenfilter umgebaut.

Die Umstellung wurde von den Nutzern seither geschätzt, jedoch hat sich in den letzten Jahren beim Betrieb der Anlage ein zunehmender Aufwand an Personalstunden ergeben und vermehrte Überschreitungen von *Pseudomonas aeruginosa* sind festgestellt worden. Der Pflanzensandfilter ist kolmatiert und kann die eingebrachten Nährstoffe nicht mehr aufnehmen, eine Möglichkeit zur Rückspülung fehlt.

Im Winter 2023/24 wurde beim Erstkontakt die folgende Situation geschildert und das Vorgehen sowie die Ziele definiert. Aufgrund Rückzugs des Bäder-Planers in das ferne Ausland fehlte eine Unterstützung bei Betrieb und Wartung. Die Unterhaltsarbeiten wurden nach bestem Wissen durchgeführt. Die Aufwände in den vergangenen Jahren wurden allerdings als übermässig hoch empfunden, um die Beckenqualität zu erhalten, sowie den Filterbereich zu warten. Einzelne Überschreitungen der mikrobiellen Richtwerte sorgten zu Unmut, es war nicht klar, wie diese interpretiert werden sollen, bzw. welche Massnahmen ergriffen werden sollen.

Im Allgemeinen wurde aber vermerkt, dass die Badegäste mit dem Naturbad sehr zufrieden sind und dieses geschätzt wird.

1.2 Vorgehen

Für die vorliegenden Untersuchung wurden das Bad während der Saison 2024 beobachtet, laufende Massnahmen zur und Betriebsoptimierung besprochen und die Funktionstüchtigkeit des Pflanzensandfilters überprüft. Die Wartungs- und Pflegearbeiten wurden in laufender Absprache mit den beteiligten Personen koordiniert und durch die Angestellten des Werkhofes sowie dem Unterhaltspersonal ausgeführt.

Weiter wurden mehrere mögliche Sofort-Massnahmen vorbesprochen, welche zu einer Verbesserung der Gewässerqualität bzw. Minimierung der Arbeitsaufwände führen können. Um eine Kostengrösse einer Sanierung der Wasseraufbereitungsanlage zu ermitteln, wurde die vorliegende Machbarkeitsstudie in Auftrag gegeben.

2.1. Zielsetzung

Konzeption und Grobkostenschätzung einer biologischen Wasseraufbereitung nach Stand der Technik 2025, als Ersatz für den bestehenden Pflanzensandfilter. Konzept für ein funktionales, attraktives und ökologisch betriebenes Bad mit biologischer Wasseraufbereitung.

Grundlegende Endziele:

- Konzept zur Sanierung der Wasseraufbereitung (Ersatz)
- Intelligente Wassersteuerung zur Gewährleistung von sicherem und ökonomischem Betrieb.
- Wassersparender Betrieb durch biologische Wasseraufbereitung.
- Einsatz energieeffizienter Pumpen und Steuerungstechnik so weit sinnvoll.
- Wasserqualität gem. Anforderungen an biol. aufbereitete Bäder in der TBDV.

1.3 Beckenprogramm

Tabelle 1: Auflistung der Beckenvolumen und Wasserflächen im Nutzungsbereich

Becken		Wasserfläche	Volumen
<u>Planschbereich</u>			
Fläche:	Rund Ø 6.5 m	70 m ²	
Wassertiefe:	0.0 m - 0.30 m		Ca. 10.5 m ³
<u>Nichtschwimmerbereich</u>			
Fläche:	rechteckig 12 m x 17.5 m	210 m ²	
Wassertiefe:	0.0 m – 0.85 m		Ca. 126 m ³
<u>Schwimmbereich</u>			
Fläche:	rechteckig 13.5 m x 25 m	340 m ²	
Wassertiefe:	1.40-1.85 m		Ca. 553 m ³
Total Wasserfläche		620 m ²	
Total Beckenvolumen			693 m ³

2.2. Ausstattungen

Das Planschbecken verfügt über einen Spielbach.

2.3. Aussenklima

- Klimastation Zürich-Meteo-Schweiz
- Höhe m.ü.M. 398 m
- Lufttemperatur Mittelwert 8-12 °C

2.4. Öffnungszeiten & Spezielle Betriebsanforderung

Die Anlage ist von Anfang Mai bis September nur am Tag in Betrieb und nutzbar.

2 Biologische Wasseraufbereitung

Im folgenden Kapitel werden informativ kurz und sehr allgemein die wichtigsten Grundlagen zur biologischen Wasseraufbereitung beschrieben.

2.1 Ziele der biologischen Wasseraufbereitung

Das Badewasser muss so beschaffen sein, dass durch seinen Gebrauch eine Schädigung der menschlichen Gesundheit, insbesondere durch Krankheitserreger nicht zu besorgen ist und die visuelle Qualität den definierten Anforderungen gerecht wird. Daraus ergeben sich für die Wasseraufbereitung folgende Kernaufgaben:

Kernaufgaben der biologischen Wasseraufbereitung:

- Die sichere Erfüllung der mikrobiologischen Anforderungen des Badewassers bei Badebetrieb gemäss definierter Nennbelastung.
- Die sichere Kontrolle der Nährstoffe im Wasser, um übermässiges Algenwachstum zu vermeiden. Im Zentrum steht die Stabilisierung des Phosphorgehalts auf tiefem Niveau.

2.5. Badewasserqualität

Die geforderte Wasserqualität für öffentliche, biologisch aufbereitete Bäder ist geregelt in nachfolgender Verordnung:

- EDI 2017: Verordnung über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen (TBDV)

Weiterreichende Anforderungen an ein öffentliches, biologisch aufbereitetes Bad und die entsprechenden Verfahrenskombinationen sind unter nachfolgender Norm geregelt:

- Norm für öffentlich zugängliche, biologisch aufbereitete Gemeinschaftsbäder - Anforderungen und ergänzende Bestimmungen an Projektierung, Bau und Betrieb - Herausgeber Schwimmteichverband Schweiz (StVS), Version 1.12, März 2024

Daraus resultieren Anforderungen an die Wasserqualität:

- Mikrobiologische Anforderungen (Hygiene)
- Chemische Anforderungen (Nährstoffgehalt, Phosphor)
- Physikalische Anforderungen (Trübung, Temperatur, etc.)

Visuelle Gewässerqualität:

Das per Definition oligotrophe Gewässer ist sehr nährstoffarm und weist daher eine geringe organische Produktion im Wasser auf. Die geringe Phosphatzufuhr und entsprechenden Ausstragswege von Phosphor über Biofilter begrenzen das Algenwachstum, Trübungen und die Belagsbildung. Leicht rutschige und sichtbare Biofilmbeläge auf Oberflächen sind weiterhin zu erwarten. Das Wasser ist im Normalfall sehr klar, die Sichttiefe ist in der Regel grösser als 6 m. Das Wasser erscheint visuell blau bis grünlich (je nach Untergrund abweichend). Um diesen nährstoffarmen Gewässerzustand langfristig zu erreichen ist eine entsprechend effiziente Wasseraufbereitungskette zu planen, die den Einträgen entgegenwirken kann.

2.6. Beschrieb der Funktionsweise

In biologisch aufbereiteten Badegewässern der technischen Kategorie 5 muss das Badegewässer langfristig nährstoffarm gehalten werden, um die Wasserqualität gewährleisten zu können. Dies geschieht durch eine mehrstufige, biologisch-technische Reinigungssequenz, jedoch ohne Pflanzen:

Eintrag von Nährstoffen

Nährstoffe gelangen über Badegäste, Umwelteinflüsse (z. B. Laubeintrag, Regen) und Nachfüllwasser in das System. Ohne Gegenmassnahmen würden diese Stoffe zur Algenbildung und biologischer Instabilität führen.

Beckenwasser

Das Badewasser von den Nutzungsbereichen wird über die bestehenden Überlaufrinnen abgeführt. Das Wasser gelangt über die bestehenden Leitungen und wird passiv in 5 parallel betriebenen Biofilter verteilt. Die bestehenden Filtersäcke und deren umständliche Reinigung sind nicht mehr erforderlich.

Mechanische Vorreinigung

Die in den Biofiltern integrierten, mechanischen Vorfiltergitter entfernen gröbere Stoffe > 5mm wie z.B. Haare und Blätterteile. Das Beckenwasser wird zunächst durch ein mechanisches Grobfiltersieb geleitet, um grobe Partikel wie Haare, Blätter oder grössere Schwebstoffe zu entfernen.

Biofilter: Nährstoffentfernung und -abbau

Anschliessend durchströmt das Wasser die Biofilter, welche mit einem Trägermaterial aus strukturierten Kunststoffkörpern hoher Oberfläche befüllt sind. Auf und zwischen diesen Körpern bildet sich ein aktiver Biofilm, in dem Mikroorganismen gelöste Nährstoffe wie Phosphor und Stickstoff aufnehmen und in Biomasse umwandeln (Zellaufbau). So wird das Wasser effektiv nährstoffarm gehalten.

Gezieltes Nährstoffmanagement

Da häufig Kohlenstoff als begrenzender Wachstumsfaktor für die Biofilmbildung fehlt, wird dieser gezielt in Form einer speziellen Nährlösung (z. B. Glukose) dosiert. Dies geschieht automatisch über Dosierpumpen. Je mehr Badegäste, desto höher der Nährstoffeintrag, desto mehr Nährlösung wird dosiert. Dies ermöglicht dem Biofilm eine deutlich erhöhte Abbauleistung und macht den Betrieb sehr anpassungsfähig.

Belüftung zur Sauerstoffversorgung

Der biologische Abbau benötigt Sauerstoff. Insbesondere bei Stillstand oder geringer Umwälzung würde sich dieser im Wasser erschöpfen. Daher wird das Wasser im System gezielt belüftet, um:

- Den Biofilm mit ausreichend Sauerstoff zu versorgen
- Anaerobe Prozesse (z. B. Gärung) zu vermeiden
- Die Luftmenge richtet sich nach dem chemischen oder biologischen Sauerstoffbedarf (CSB/BSB), der durch die zugegebene Nährlösung entsteht.

Rückspülung zur Filterrücksetzung

Mit zunehmendem Biofilmwachstum steigt der Widerstand im Filter. Eine Reinigung der Biofilter per Rückspülung erfolgt pro Filter je nach Belastung ca. alle 5-10 Wochen, bzw. wird maximal einer der 5 Filter pro Woche durch den technischen Dienst (Werkhof) rückgespült. Dazu muss der zu rückspülende Biofilter vom System abgekoppelt und mit Luft verwirbelt und rückgespült werden. Pro Rückspülung ist mit einem Wasserverbrauch von 5 m³ zu rechnen, dieser Verlust kann über das gespeicherte Wasservolumen im Ausgleichsbecken (in Flussrichtung nachfolgend) ausgeglichen werden. Das mit Nährstoffen angereicherte Rückspülwasser wird in die Kanalisation oder eine Sickerfläche geleitet.

Ein irreversibles Kolmatieren der Filterschichten, wie beim heutigen Pflanzensandfilter, ist nicht mehr zu befürchten, da das Filterbett mit schwimmendem Filtermedium durch Luftzufuhr komplett durchwirbelt werden kann (ähnlich wie in einem Sprudelbad). Auch komplett kolmatierte Biofilter können mit einem Spülgang zurückgesetzt werden. Optional ist eine vollständige Automatisierung der Vorgänge möglich. Nach der Rückspülung wird der jeweilige Biofilter intern betrieben, damit übergebliebene Biomasse als Starterkultur sich wieder im Filterbett einlagern kann (erwünscht), erst danach wird der Biofilter wieder in das Gesamtsystem eingebunden.

Um eine optimale Funktion zu gewährleisten, wird der Biofilter in regelmässigen Abständen bzw. bei Bedarf rückgespült:

- Das Filterbett wird mit Luft angehoben und durchgemischt
- Das Filterbett wird neu aufgelockert und geschichtet
- Rückstände und Biofilmflocken zwischen dem Filtermedium werden gelöst
- Ein Teil der Biomasse wird mit dem Wasserüberstand ausgespült
- Das dabei entstehende, nährstoffreiche Spülwasser wird der Kanalisation zugeführt.

UV-Desinfektion

Um auch unter hoher Belastung die hygienische Wasserqualität sicherzustellen, sind UVC-Lampen nachgeschaltet. Diese befinden sich nach der Biofiltereinheit, vor dem Rücklauf ins Ausgleichsbecken.

- Inaktivieren Keime kontaktlos
- Arbeiten ohne chemische Desinfektionsmittel
- Werden auch in der Trinkwasser- und Aquakulturtechnik eingesetzt

Ausgleichsbecken, Nachspeisung und Überlauf

Nach der biologischen und physikalischen Aufbereitung gelangt das gereinigte Wasser in ein Ausgleichsbecken. Mit dem Wasservolumen des Ausgleichsbeckens können Wasserschwankungen des Nutzungsbereichs aufgenommen werden (Badegast-Wasserverdrängung, Verdunstung, Regenwasser), sorgt für ein immer volles Badebecken mit gleichem Wasserniveau und verhindert ungewollte Wasserverluste. Wird ein minimaler Wasserstand im Ausgleichsbehälter erreicht, wird automatisiert Frischwasser nachgespiesen. Wird der maximale Wasserstand im Ausgleichsbecken überschritten, z.B. bei einem stärkeren oder längeren Regenereignis, gelangt das überschüssige Wasser per Überlauf in einen Retentionsweiher oder die Kanalisation. Dieses Wasser ist nicht chemisch oder mikrobiologisch belastet und kann daher ohne Bedenken in die Natur zurückgeführt werden. Lokale Rechte sind hierbei zu beachten.

Technischsacht und Rückführung ins Becken

Vom Ausgleichsbecken wird das Wasser von Pumpen im folgenden Technischsacht angesaugt und über die bestehenden Druckleitungen und Düsen in die Nutzungsbereiche zurückgeführt. Im Vergleich zum heutigen Bestand ist die Umwälzung höher angesetzt. Dies führt zu einem schnelleren abführen von den eingebrachten Feinstoffen und Nährstoffen aus dem Nutzungsbereich, hin zu der Wasseraufbereitungsanlage.

2.7. Belegung Badegäste

Die biologische Wasseraufbereitung ist auf die Spitzenwoche auszulegen (Tabelle 1) (StVS, 2024). Folgende Angaben basieren auf den Angaben der Betreiber-Gemeinde und stellen die Basis für alle weiteren Kalkulationen dar.

Tabelle 2: Belegung Maschwanden Vorprojekt (VP) und mit Erhöhung im Bauprojekt (BP)

Parameter	Einheit	Soll	Bemerkung
Gesamtbadegastanzahl Saison	Bg	24'889	Ausgangswert
Durchschnittliche Badegastanzahl Saison	Bg/d	199	Berechneter Wert
Durchschnittliche Badegastanzahl Spitzenwoche	Bg/d	560	Standard: 2.25% des Saisontotals
Badegastanzahl Spitzentag	Bg/d	1'058	Standard: 4.25% des Saisontotals

Plausibilisieren:

Um eine Plausibilisierung der Badegastbelastung und der Situation vor Ort ermöglichen zu können, werden folgend mit einigen Annahmen ein mögliches Belegungsszenario im Tagesverlauf aufgezeigt.

Tabelle 3: Möglicher Tagesverlauf der Belegung an einem Tag in der **Spitzenwoche** nach aktueller Belastungsabschätzung

Zeitfenster	Eintritte pro Zeitfenster	Badegäste in der Infrastruktur	Badegäste Gleichzeitig im Wasser	Vorhandene Fläche pro Bg im Becken in m ²
08-10 Uhr	62	62	21	30
10-12 Uhr	77	139	46	13
12-14 Uhr	138	216	72	9
14-16 Uhr	170	308	103	6
16-18 Uhr	85	255	85	7
18-20 Uhr	28	112	37	17

Annahmen Nutzung Spitzenwoche:

- Das Bad ist 12 Stunden geöffnet (720 Minuten).
- Jeder Badegast bleibt im Schnitt 2 h in der Infrastruktur
- Jeder Badegast badet im Schnitt 20 Minuten lang im Wasser
- Jeder Badegast wird nahtlos vom abgelöst
- Die Badegäste verteilen sich regelmässig auf zur Verfügung stehenden Wasserflächen

Fazit und Hinweise:

Die aktuellen Berechnungen auf Basis der Angaben der Betreiber-Gemeinde entsprechen einer gut genutzten Anlage, die genügend Platz bietet und nur am Spitzentag kurzfristig gedrängter sein kann. Eine erhöhte Badegastanzahl gegenüber heute wird durch die Attraktivierung des Beckens vermutlich stattfinden.

Die folgende Auslegung der Wasseraufbereitung und Umwälzung basiert auf der kalkulierten Badegastanzahl (*Tabelle 2*), eine permanente Übernutzung der Anlage kann zu Wasser-Qualitätsminderungen führen. Die effektive Nutzung im aktuellen Bad muss im Betrieb überprüft werden.

2.8. Wasserbilanz

2.8.1. Nachspeisung

Quantität

Ein Wasserwechsel oder permanenter Frischwasserzusatz zur Aufrechterhaltung der Wasserqualität oder Entfernung von akkumulierten Substanzen ist bei der biologischen Wasseraufbereitung nicht vorgesehen. Durch Badegäste kurzfristig verdrängtes Wasser wird im Ausgleichsbecken zwischengespeichert (*Tabelle 5*). Ein Ausgleich der Wasserverdunstung und Verluste über Badegäste mit Frischwasser während Trockenperioden ist einzuplanen.

Qualität

Bei grösseren Nachspeisemengen, hauptsächlich an heissen Tagen, kann ein erhöhter Phosphorgehalt im Frischwasser zu einer zusätzlichen Belastung des Gewässers führen. Daher ist dieser Wert relevant für die Konzeption. Referenzmessungen sind für ein Vorprojekt zu erheben und die Werte entsprechend in der Bilanz einzuplanen.

Tabelle 4: Überprüfung des Phosphorgehalts im Frischwasser

	Einheit	Saison Total	Bemerkung / Annahmen
Phosphorgehalt Frischwasser	µgP/l	20	Annahme, Messung ausstehend

Die Frischwasserwerte wurden zum Zeitpunkt der Berichterstellung nicht vor Ort gemessen. Für die Dimensionierung in der Machbarkeit (*Tabelle 7*) wurde zur Sicherheit ein Wert von <20 µgP/l eingesetzt.

2.8.2. Ausgleichsbecken

Das Ausgleichsbecken dient der Regulierung des Wasservolumens im Nutzungsbereich. Es nimmt überlaufendes Wasser auf, ermöglicht eine kontinuierliche Filtration und gewährleistet einen stabilen Wasserstand auf Höhe der Überlaufkannte – auch bei wechselnder Besucherzahl, bei Filterrückspülung und Wellenschlag.

Im vorliegenden Projekt wird diese Schwankungen vom Pflanzenfilterbereich aufgenommen. Bei Abkopplung dieses Bereichs wird ein neues Ausgleichsbecken erforderlich.

Tabelle 5: Kalkulation des erforderlichen Ausgleichsbeckenvolumens gem. StVS bzw. SIA385/9

	Einheit	Soll	
Beckentyp		Kombibecken	
Wasserfläche des Beckens	m ²	620	
personenbezogene Wasserfläche nach Beckentyp	m ² /Bg	3	
Personen Gleichzeitig	Bg	207	
Wasservolumen pro Person (0,075 m ³)	m ³	0.075	
Wasservolumen für def. Bade-gastanzahl	m ³	15.5	Nur während Nutzung
empirischer Faktor für Wellenaus-trag (0,052 m)	m	0.052	
Volumenstrom (Soll Neu)	m ³ /h	260	
Wasserfläche des Beckens	m ²	620	
Länge der Überlaufkante	m	34	(Grobe Annahme, Gesamt-länge Überlaufrinnen)
Schwallwasservolumen (Wellen-schlag)	m ³	2.6	Nur während Nutzung
Rückspülvolumen Biofilter	m ³	5	40cm WS Absenkung
Nutzvolumen (Minimumanforde-rung gem SIA385 im Betrieb)	m³	23.5	
Zusatzvolumen Beckenleerung	m³	14	(Planschbecken ohne Ver-wurf)
Erforderliches Gesamtvolumen AGB	m ³	37.1	
Gesamt-Nutzvolumen Ausgleichsbe-hälter geplant	m ³	40	
Reserve	m ³	2.9	

2.8.3. Wasserableitung

Es ist kein grosses zusätzliches Retentionsvolumen für Starkregenereignisse einkalkuliert, jedoch für die Entleerung des Planschbeckens. Regenwasser läuft bei vollem Ausgleichsbecken in den vorgesehenen Retentionsweiher oder die Kanalisation ab. Kurzfristig kann bei nicht vollem Ausgleichsbecken überschüssiges Wasser gespeichert werden.

Rückspülwasser der Biofilter wird direkt in die Kanalisation eingeleitet. Allfällige Einleitbedingungen sind mit den zuständigen Ämtern abzuklären.

2.9. Diffuser Lufteintrag

Diffuse Lufteinträge aus der Umgebung können mit Staub, Pollen oder anderen Schwebstoffen beladen sein, die beim Kontakt mit der Wasseroberfläche in das Becken gelangen. Diese Partikel enthalten oft Nährstoffe wie Phosphor, die das Gewässer belasten. Ein erhöhter Phosphoreintrag fördert das Algenwachstum und belastet die biologische Wasseraufbereitung. Besonders in naturbasierten Systemen ohne chemische Desinfektion ist die Kontrolle solcher Einträge entscheidend für eine stabile Wasserqualität. Daher werden diese Frachten in der Dimensionierung der biologischen Wasseraufbereitung miteinkalkuliert.

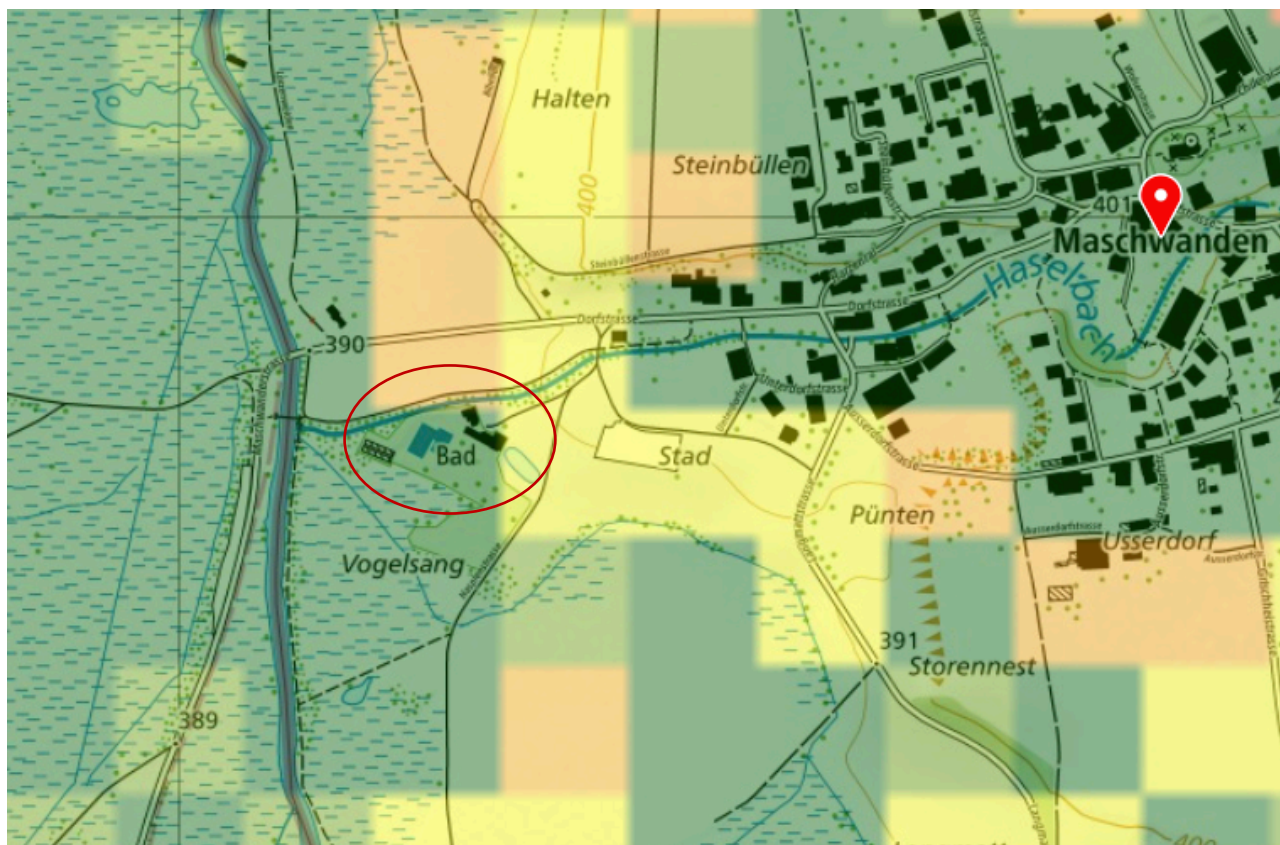


Abbildung 1: Karte der zu erwartenden, diffusen Gesamtphosphoreinträge Quelle: <https://map.geo.admin.ch/>

Aufgrund der Lage des geplanten Beckens – umgeben von Bäumen und Wiesen – sowie der Auswertung der Standortkarte (map.geo.admin.ch) ist mit einem mittleren Eintrag diffuser Luftverunreinigungen zu rechnen. Gegenüber dem Kartenwert wurde ein leicht erhöhter Wert in die Kalkulation übernommen. Der resultierende Eintrags-Wert entspricht bei der geringen Fläche ca. dem Eintragswert-äquivalent von 10 Badegästen.

Tabelle 6: Kalkulation der Nährstoffbelastung über diffuse Lufteinträge von Phosphor

Parameter	Einheit	Wert	Bemerkung
Phosphor-Eintrag diffus	kg/ha/a	1.2	
Umrechnungsfaktor		0.274	
Phosphoreintrag pro m2 Wasseroberfläche	mg/m2	0.33	
Beckenwasserfläche	m2	620	
Ptot=Phosphoreintrag	mg/d	203.9	

2.10. Nährstoffeinträge

Die Massgebenden Einträge durch Badegäste, Luftdeposition und Frischwasser müssen durch die biologische Wasseraufbereitung entfernt werden können. Die Leistung der gesamten Wasseraufbereitungskette muss entsprechend der Einträge durch Badegäste (Tabelle 1) und weiteren Belastungstoffen (Luftdeposition, Frischwasserzufuhr) dimensioniert werden.

Tabelle 7: Kalkulation der Nährstoffbelastung aufgrund der Belegung, Wasserfläche und Standardwerten.

Parameter	Einheit	Wert	Bemerkung
Badegasteinträge			
Phosphoreintrag pro Badegast	mg/Bg	20	
Geplante tägliche Badegastanzahl Spitzenwoche	BG/d	560	
Phosphoreintrag	mg/d	11'200	
Luftdeposition			
Phosphoreintrag pro m ² Wasseroberfläche	mg/m ²	0.33	
Beckenwasserfläche	m ²	260	
Phosphoreintrag	mg/d	203.9	
Nachfüllwasser			
Geschätzter max. täglicher Wasserverbrauch	m ³ /d	12.4	Max. 2 cm WS Verdunstung
Phosphorgehalt Füllwasser	mg/m ³ (=µg/l)	20	Annahme
Phosphoreintrag	mg/d	248	
Phosphoreintrag Total	mg/d	11'652	
Phosphoreintrag Total	g/d	11.7	

2.11. Nährstoffausträge, Dimensionierung Biofilter

In der Bilanz müssen alle durch Badegäste und andere Eintragsquellen in das Wasser eingebrachten Stoffe wieder aus dem System entfernt werden, damit keine Eutrophierung des Wassers stattfindet und die mikrobiologischen Anforderungen langfristig erfüllt werden können.

Tabelle 8: Nährstoffbelastung und Filterleistung

Parameter	Einheit	Wert	Bemerkung / Annahmen
Phosphoreintrag Total	mg/d	11'652	
Phosphorentzugsleistung Biofilter	mg/m ³ *d	178.6	Standardwert Filtertyp
Volumen Filtermaterial Soll	m ³	65.2	
Volumen Filtermedium IST	m ³	70	
Volumen Filtermedium Reserve	m ³	4.8	

2.12. Anforderungen Umwälzung

Die neuen Umwälzpumpen werden am Ende der Biofilter im Ausgleichsbecken angegliedert, können per Frequenzumformer (FU) eingestellt und so an die Betriebsbedingungen angepasst betrieben werden. Höhendifferenzen und Druckverluste (insbesondere saugseitig) werden minimiert, um möglichst energieeffizient viel Wasser fördern zu können.

Tabelle 9: Maximale Volumenströme und Umwälzraten (vereinfacht kalkuliert)

Volumenstrom Q	Einheit	Wert (IST)	Wert (SOLL)	Bemerkung / Annahmen
Kombibecken	m ³ h ⁻¹	100	260	IST: PB 20m ³ h ⁻¹ , NSB 30m ³ h ⁻¹ , SB 50m ³ h ⁻¹
Attraktionen	m ³ h ⁻¹	-	-	Wird von der Hauptumwälzung abgezweigt und je nach Bedarf eingestellt
Umwälzzeit				
Kombibecken	h	6.9	2.3	
Umwälzrate				
Kombibecken		3.6	9.0	

2.13. UVC-Anlage

Zur Unterstützung der biologischen Wasseraufbereitung wird der Einsatz einer UVC-Einheit eingeplant. Die Dimensionierung richtet sich nach dem Beckenvolumen, Nutzungsintensität und der entsprechenden Umwälzrate sowie der gewünschten hygienischen Sicherheit.

Ziel ist die Reduktion von Keimen und Reduktion von Schwebelagen, ohne die biologischen Prozesse im Regenerationsbereich negativ zu beeinflussen. Die Anlage wird so ausgelegt, dass sie selektiv auf das Umwälzwasser nach dem Biofilter bzw. im AGB wirkt.

2.14. Anforderungen Dosierung Nährstoffmanagement

Zur Unterstützung der biologischen Reinigungsprozesse im Filtersubstrat wird ein gezieltes Nährstoffmanagement eingesetzt. Dabei steht insbesondere die Zugabe von organischem Kohlenstoff im Fokus, um das Verhältnis von Kohlenstoff (C), Stickstoff (N) und Phosphor (P) – das sogenannte C:N:P-Verhältnis – in ein für Mikroorganismen günstiges Gleichgewicht zu bringen.

Durch die dosierte Zugabe einer Glucoselösung (z. B. Dextrose in Wasser gelöst) wird der leicht verfügbare Kohlenstoffanteil im System erhöht. Dies regt das Wachstum und die Aktivität heterotropher Bakterien an, die für den Abbau gelöster organischer Belastungen und Stickstoffverbindungen im Filterbett entscheidend sind. Insbesondere in Systemen mit niedrigem natürlichen Kohlenstoffeintrag (z. B. durch Regenwasserverdünnung oder geringer Badebetrieb) kann dies die Filterleistung deutlich steigern.

Die Zugabe erfolgt automatisiert über Dosierpumpen, die in Abhängigkeit von der Belastung zeitgesteuert betrieben werden. Die Dosierung erfolgt möglichst kontinuierlich in kleinsten Mengen, um Nährstoffspitzen zu vermeiden und eine gleichmässige Versorgung der Mikroorganismen sicherzustellen. Die Konzentration der Glucoselösung sowie die Dosiermenge werden individuell auf die Belastung und Wasserqualität abgestimmt. Ziel ist ein stabiler, nährstofflimitierter Zustand im Wasser, der Algenwachstum hemmt und gleichzeitig die mikrobiologische Aktivität im Filterbereich fördert.

Tabelle 10: Abschätzung der erforderlichen Nährstoffdosierung bei unterschiedlichen Belastungen

Parameter	Einheit	Wert	Bemerkung / Annahmen
Dosiermenge bei durchschn. Belastung	ml/d	2'217	
Dosiermenge in der Spitzenwoche	ml/d	5'826	
Maximale Dosiermenge am Spitzentag	ml/d	10'804	

2.15. Sauerstoffbilanz - Wasserbelüftung

Die Zugabe von Glukose ($C_6H_{12}O_6$) in ein biologisches System fördert das Wachstum von nützlichen Mikroorganismen auf dem Biofilter-Trägermaterial, da Glukose eine leicht verfügbare Kohlenstoffquelle ist. Damit diese Mikroorganismen die Glukose jedoch effizient abbauen können, benötigen sie ausreichend Sauerstoff für ihre Zellatmung. Ohne aktive Belüftung würde der Sauerstoff im Wasser sehr schnell verbraucht, was zu Sauerstoffmangel führt, insbesondere wenn das Wasser nicht mehr über das Becken zirkuliert. Die Intensität der Belüftung richtet sich nach der zugegebenen Glukosemenge (gemessen als chemischer oder biologischer Sauerstoffbedarf – CSB/BSB) und der biologischen Abbauleistung des Systems.

Tabelle 11: Abschätzung der erforderlichen Sauerstoffnachlieferung bei maximaler Belastung

Parameter	Einheit	Wert	Bemerkung / Annahmen
Sauerstoffzehrung	g		
Erforderliche Belüftung am Spitzentag	L/Min.	300	Richtwert bei 5% O ₂ Aufnahme
Wassertiefe (WT)	m	2	
Geplante Belüftung mit Membranteller	L/Min.	360	effektive Leistung bei WT

Grundlagen:

- **O₂-Bedarf: ca. 1698 g**
- **Luft enthält 23 % O₂, d. h. 7.39 kg Luft = 7389 Liter/Tag → bei 100 % Ausnutzung**
- Sauerstoffaufnahme Wasser:
 - 5–15% des enthaltenen O₂ in der eingetragenen Luft werden aufgenommen (realistisch)
 - bis zu 25–30% werden bei feinen Membranblasendiffusoren unter optimalen Bedingungen aufgenommen (optimistisch)

2.16. Anforderungen an das Gebläse zur Rückspülung des Biofilters

Diese definierte Luftmenge sorgt dafür, dass das Filtermaterial ausreichend aufgewirbelt wird, um Partikel zu lösen und auszutragen.

Tabelle 12: Abschätzung der erforderlichen Luftmenge bei Filtrerrückspülung

Parameter	Einheit	Wert	Bemerkung / Annahmen
Richtwert Luftmenge Filterbett	m ³ h ⁻¹ /m ²	30	
Fläche Filterbett	m ²	11.8	
Wassertiefe (WT)	m	2	
Gesamtluftmenge	m ³ h ⁻¹	354	effektiv nach Druckverlusten

3. Anlagenkomponenten & Bauwerk

3.1. Anlagenbestandteile Übersicht

Anlageaufbau und Technik zur biologischen Wasseraufbereitung

- 1 Stk. Umwälzpumpe Schwimmerbecken - Umwälzmenge 250 m³/h, mit FU
- 1 Stk. Umwälzpumpe N-Schwimmerbecken - Umwälzmenge ca 100 m³/h, mit FU
- 1 Stk. Umwälzpumpe Planschbecken - Umwälzmenge ca 30 m³/h, mit FU
- 5 Stk. Wasseraufbereitung Funktionsbecken inkl:
 Ventilschacht
 Biofilter
 UVC-Anlage
 Intern Rezirkulationspumpe à 50 m³/h
 Armaturen
- 1 Stk. Ausgleichsbecken
- 1 Stk. Technik-/Pumpenschacht
- 5 Stk. Dosierung Nährstoffmanagement
- 5 Stk. 10l Nährstoffmanagement Gebinde
- 1 Stk. Wasserbelüftung
- 1 Stk. Spülluftgebläse Biofilter
- 1 Stk. Automatische Messung, Steuerung, Regelung
- 1 Stk. Armaturen & Steuerung
- 1 Stk. Elektroschaltschrank

3.2. Wasseraufbereitung

Ventilschacht, Biofilter, Ausgleichsbecken und Technikraum werden in Teilen aus Polypropylen (PP) gefertigt. Die vorproduzierten PP Module werden einzeln auf eine zu erstellende Bodenplatte versetzt, die Rohrverbindung dazwischen vor Ort zusammengeschweisst. Die Aussenkonstruktion dient als verlorene Schalung bei der Hinterfüllung der Module mit Sickerbeton.

3.2.1. Vorfilter (Säcke)

Die bestehenden Beckenrückläufe bis zu den Feinfilterbecken aus dem Becken sollen allenfalls weiterverwendet werden, die Säcke werden jedoch nicht mehr eingesetzt. Die Biofilter verfügen über eine eigener Vorfilter. Anschliessend sollen abgangsseitig der Feinfilterbecken die neuen Biofilter-Zuläufe erstellt werden.

Massnahme	Bemerkung
Feinfilter adaptieren	Evt. Anschluss bereits vor Feinfilter
Anschlüsse anpassen mit Verteilung zu Biofiltern	

3.2.2. Biofilter Bauwerk

Am alten Standort des bestehenden Pflanzenfilters wird ein Teil des Bestandes Rückgebaut und eine neue erweiterter Bodenplatte errichtet, auf dem die Biofilter aufgestellt werden. Die Biofilter und das Ausgleichsbecken werden darauf aufgestellt, verrohrt und ummantelt. Ein Umgang um die Filter ermöglicht die einfache Wartung. Die Höhenlage der neuen Filteranlage

ist abzustimmen mit den hydraulischen Gegebenheiten und der Wartungszugang zu optimieren.

Eine Retentionsfläche, die teilweise weiterhin als Biotop genutzt wird, soll erhalten bleiben. Diese Fläche dient als Überlauf des Ausgleichsbeckens und erhält gleichzeitig wichtigen Lebensraum für die Biodiversität.

Das Filtervolumen wird mit 5 parallel betriebenen Biofiltern bereitgestellt. Diese werden aus PP (Polypropylen) oder PE (Polyethylen) gefertigt.

Flächenbedarf bei Biofilter 5 Stk. parallel aufgestellt (ohne Anschlüsse stirnseitig):

- Die Biofilterleistung ist auf die Spitzenwoche ausgelegt (Normvorgabe).
- Grobes Aussenmass pro 1 Stk. Biofilter (lxbxh) 7.5 m x 2.4 m x 2.4 m.
- Die Biofilter können freistehend aneinander auf eine Bodenplatte aufgestellt, verrohrt und hinterfüllt werden.
- Mit einer Folie abgedeckt, «on-Top»; nicht generell begehbar (aber Ertrinkungssicher). Optional Lichtschachtgitter oder Holzdeck möglich, für das Handling im Betrieb aber eher unpraktisch.



Abbildung 2: Referenzanlage - Biofilter in der Biobadi Biberstein und Poolabdeckung zur Filtersicherung.

Massnahme	Bemerkung
(Teil-) Rückbau Pflanzensandfilter und Leitungsverteilung	
Aushub für neuen Beckenkörper	
Erstellung Bodenplatte	
Anpassung Anschlüsse mit Verteilung zu Biofiltern	
Verrohrung Biofilter	
Anschluss an Kanalisation	
Abdeckung mit Kunststoffplane, Sicherheitszertifiziert	
Anschluss Überlauf an Rest-Biotop / Kanalisation	
Fest installierte Leiter im AGB und Pumpenschacht	

3.2.3. Ausgleichsbecken

Nach den Biofiltern überläuft das Wasser in ein Ausgleichsbecken. Das Ausgleichsbecken wird gebraucht, um das anfallende Schwallwasser der Badegäste aufzunehmen.

Massnahme	Bemerkung
Neues Ausgleichsbecken auf Bodenplatte Biofilter gestellt und hinterfüllt	
Autom. Minimum Netzwassernachspeisung, nach TBDV	
Belüftungsplatten (bei zu starker Sauerstoffzerrung)	
Abdeckung mit Kunststoffplane, Sicherheitszertifiziert	
Erschliessung der Netzwassernachspeisung	

2.2 Hydraulischen System

3.2.4. Pumpen

Für den Wasser-Kreislauf werden neue Pumpen eingerechnet (neuer, grösserer Volumenstrom, Drucksituation und Resilienz). Die bestehende Planschbecken-Pumpe kann evt. revidiert und weiterverwendet werden. Die Pumpen werden in einen neuen Schacht direkt am Ausgleichsbecken integriert.

Massnahme	Bemerkung
3 x Pumpen in neuem Technischacht nach Biofilter	
Hauptschieber Zuläufe	

3.2.5. Düsen und Vorlauf

Die Haupt-Zulaufleitung ab Pumpenhaus ist mit DN160 zu klein dimensioniert für die erforderliche Beschickungshöhe.

Variante 1: Da die Ringleitung um die Becken gleichermassen in DN160 ausgeführt ist, kann diese in mehrere Sektoren unterteilt werden, welche durch eine zusätzliche, neue Hauptzuleitungen erschlossen werden kann. Am Becken wird die Ringleitung somit in Sektoren aufgetrennt.

Variante 2: Eine der Ablaufleitungen wird neu als Zulaufleitung verwendet. Der südliche Sektor (leicht abgesenkter Teil) wird neu als Beschickungsleitung mit grossquerschnittigen Einläufen verwendet.

Die Machbarkeit beider Versionen müssen hydraulisch und kostenmässig im Vorprojekt genauer evaluiert werden.

Die Lage der Düsen ist einlagig und zwischen ca. 1.2 – 2 m tief im Becken gesetzt und sind für ein biologisch aufbereitetes Becken ausreichend, wenn auch zu tief im Becken positioniert. Die Sternenförmigen Ausströmer sind jedoch nicht optimal, da diese Wände und Boden direkt anströmen. Um einen breiten, möglichst langsamen Vorlauf bei den Düsen zu generieren und die Strömungsrichtung zu verbessern, werden neue Düseneinsätze auf die bestehenden DN 50 Bohrungen am Becken eingeplant. Aktuell verfügt jede Düse im Beckenumgang über einen Schieber (einbetoniert), diese sollen zukünftig stillgelegt und über einen zentralen Schieber bedient werden können.

Die Beckenhydraulik sowie die Leitungen sollten im Rahmen einer erweiterten Bestandsaufnahme im Vorprojekt überprüft werden. In der aktuellen Studie wird von einer vollen Funktionstüchtigkeit ausgegangen und kein Ersatz von Leitungen kalkuliert.



Abbildung 3: seitlich, sternförmig ausströmende Düse, mit angrenzender, verstärkter Belagsbildung

Massnahme	Bemerkung
Zusätzliche Zuleitung zu Beckenringleitung	
Grabenarbeiten für neue Erschliessung der Leitungen	
Ersatz der Düsenköpfe	Umsetzung muss geprüft werden
Einmaliges Einregeln der Handschieber am Becken	
Neuer Hauptschieber für alle Zuläufe	

3.2.6. Rinnen und Rücklaufleitungen

Die Vor- und Rücklaufleitungen sind aus PE, welche im Normalfall wenig anfällig für Defekte sind und mind. 50 Jahre im Boden bleiben können. Die Leitungen wurden bei der letzten Sanierung ersetzt. Im Rahmen der Machbarkeit wird keine Zustandsuntersuchung durchgeführt, für eine allfällige Sanierung wird aktuell kein Betrag kalkuliert.

Das Multifunktionsbecken verfügt über keine allseitige Überlaufrinne, sondern Rinnenstücke, ausgeführt in Chromstahl (CNS) von je ca. 2 m Länge mit je 2x DN 100 Abläufen. 100 % der Umwälzung erfolgt über dieses Rinnensystem, es gibt keine Bodenansaugstellen. Teilweise ist die Rinne durch einen Holzrost nicht zugänglich, auch nicht für die Reinigung.



Abbildung 4: v.l.n.r.; schlecht zugängliche Rinne unter dem Holzrost, Rinne im Flachwasserbereich, offen zugängliche Rinne am Schwimmerbecken

Die Rücklaufleitung ist mit 2 x DN 315 genügend gross dimensioniert, um das Schwallwasser aufnehmen zu können. Die vorhandenen Rinnenabläufe und Ablaufleitungen sind für das geplante biologisch aufbereitete Becken weiterhin ausreichend dimensioniert und positioniert.

Massnahme	Bemerkung
Keine Massnahmen bei den Beckenüberläufen	
Keine Massnahmen in der Rücklaufleitungen bis Feinfilter	

3.2.7. Massnahmenskizze



Abbildung 5: Grob-skizze der baulichen Massnahmen im Filterbecken-Bereich.

3.3. Steuer, Mess- und Regeltechnik

Ein neuer Schaltschrank wird für die Steuerung der Pumpen, elektrischen Klappen sowie Niveausensoren der Becken vorgesehen. Auch eine einfache Übersicht mit einem farbigen Touch-Panel wird geplant. Die Steuerung der Badewassertechnik beinhaltet neben dem Normalbetrieb auch einen Spar- und Nachtbetrieb der Pumpen, welcher über die Steuerung (und FU) geregelt wird und sich Tages- und Zeitabhängig einstellen lässt.

Im Biofilter, Ausgleichstank, Technikraum sowie im externen Gebäude (Bestand), sind Sensoren zur Überwachung und Akteure zur Steuerung des Gesamtsystems vorgesehen, um die Betriebssicherheit zu verbessern und die Betriebsaufwände zu minimieren.

Die erfassten Messwerte werden an die Regel- und Steuerungstechnik der Anlage weitergegeben.

3.3.1. Elektroschaltschrank

Der Elektroschaltschrank der Badwassertechnik in der vorhandenen Technikzentrale aufgestellt und versorgt die gesamte Bädertechnik. Ob und wie viel des Bestandes übernommen werden kann ist im Detail zu prüfen.

Alle Anlagenteile mit Schaltfunktion werden bei Betriebsstörungen in einer gemeinsamen Sammelstörmeldung erfasst und auf dem Schaltschrank angezeigt. Die Einzelstörung und Sammelstörungen werden an der entsprechenden Betriebsanzeige am Schaltschrank angezeigt.

Massnahme	Bemerkung
Schaltschrank mit Bedienpanel und Steuerung, Touchpanel mit einfacher Visualisierung. Dieser wird auf Sockel gestellt für den Wasserschutz.	

3.4. Technikraum (Bestand)

Der Vorlauf zum Becken wird in das Pumpenhaus geführt. Für die neue Erschliessung der Bestandleitungen wird ab der neuen Pumpe zum Technikraum und anschliessend zum Becken das Erdreich geöffnet, um die Anschlussstelle an der Ringleitung freizulegen und anzuschliessen. Um die Pumpen aufzustellen, wird ein neuer Pumpenschacht neben dem Ausgleichsbecken geplant. Das bestehende Pumpenhaus dient zur Unterbringung von Geräten, Schaltschrank und elektrischer Erschliessung.

Massnahme	Bemerkung
Demontage Bestand wo nötig	
Anpassungen Bauwerk, Verschluss Kernbohrungen	
Graben und Leitungsverbindung Ausgleichsbecken (AGB)	
Aushub für Anschluss Bestand	
Neuer Pumpenschacht neben dem AGB	

3.5. Becken - Beton und Folienabdichtung

Eine Zustandsuntersuchung des Beckens und der Abdichtung wurden im Rahmen dieser Machbarkeitsstudie nicht vorgenommen. Leichte Senkungen des Beckens sind von der Gemeinde beobachtet worden. Es wird aktuell davon ausgegangen, dass sowohl die Wände als auch die Bodenflächen des Beckens dennoch in gutem Zustand sind und die Senkungen nicht behoben werden müssen. Die Folie im Becken weist einige Abnutzungen auf, insbesondere an Ecken und Kanten. Es wird davon ausgegangen, dass ein Folienersatz notwendig ist. Dazu wird ein Betrag budgetiert.

Die bestehende Folie wurde hinter und unter den schweren Randabschlusssteinen verlegt. Dies erschwert eine einfache Auswechslung der Folie und verhindert einen unkomplizierten Farb- oder Produktwechsel. Im Rahmen des Vorprojekts sollen mit Herstellern und Unternehmern mögliche Detaillösungen erarbeitet und besprochen werden, eine möglich umsetzbare Variante ist auf der Skizze unten ersichtlich. Die Rinnenstücke werden beibehalten, es wird keine umlaufende Rinne geplant. Die Beton- und Folienbeschaffenheit sowie eventuelle Bodenverunreinigungen sollten im Vorprojekt genauer analysiert werden.

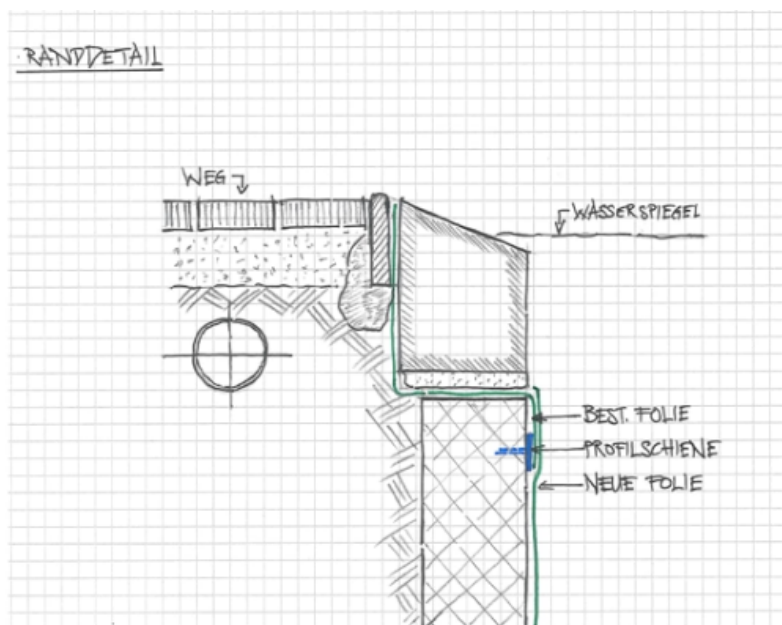


Abbildung 6: Mögliche Lösung für den Folienanschluss, ohne Entfernung der Randstein-Blöcke.

Massnahme	Bemerkung
Zurückschneiden der alten Folie	
Anschleifen der alten Folie	
Einsetzen neue Profilschiene	
Einbringung mittels Warmluftschweisverfahren der neuen Folie im Beckenkörper	
Revision und Unterhalt Kittfugen	
Lokale Sanierung des Vlies	

3.6. Kanalisation

Abwasseranschlüsse und -leitungen wurden nicht geprüft. Diese sollten je nach Alter und Zustand mit Kanal-TV inspiziert werden. Die Filterbecken werden alle paar Wochen für die Rückspülung teilentleert, dieses Wasser wird in die Kanalisation eingeleitet (alle 5-10 Wo., 5m³/Filter). Die Kotten müssen im Vorprojekt mit der Biofilterlage zusammen geprüft werden.

Massnahme	Bemerkung
Prüfen und Reparatur der Entwässerungsleitungen	(Nicht einkalkuliert)
Grabenarbeiten für neue Erschliessung der Leitungen	
Anschluss Entleerung auf Kanalisation, Erschliessungsleitung	

3.7. Umgebungsarbeiten

Der vorhandene Pflanzenfilter wird zum grossen Teil mit der neuen Technik überbaut. Beim verbleibenden Teil wird die Teichabtrennung wieder vorgenommen, so dass ein wassergefüllter Bereich vorhanden bleibt, welcher als Biotop und Retentionsbecken funktioniert. Wo es die Grabenarbeiten tangiert, werden Schächte und Leitungen entfernt und verschlossen. Für die Widererstellung von Rasen und Wegführungen ist eine Budgetannahme getroffen worden.

Massnahme	Bemerkung
Rückbau Teichfolie, Schächte, Leitungen	
Teilweise auffüllen der Fläche mit Erdreich vom Aushub Filterbecken	
Neubegrünung der Umgebung rund um das alte Filterbecken als Magerwiese	
Neues Retentionsbecken mit Biotopanteil	
Widererstellung, Ansaat Rasen	
Anpassungen Wege und Zäune Filterbereich	
Gehwegplatten um Biofilter	

3.8. Projektierung und Nachbetreuung (Baunebenkosten)

Neben den Baukosten wurden die Grobkosten für die ausführlichere Zustandsuntersuchung und die gesamte Projektierung (alle Phasen) einkalkuliert, sowie die Nachbetreuung über die ersten 3 Betriebsjahre zur Schulung, Qualitätssicherung und Wartung der Wasseraufbereitungsanlage, sowie eine Reserve für Unvorhergesehenes und mögliche Teuerungen.

Massnahme	Bemerkung
Honorare GP	
Bestandespläne erfassen	
Geologe	
Zustandsuntersuchung Becken	
Kanal TV	
Hydraulische Berechnung und Simulation	
Qualitätssicherung und Filtersystemwartung über 3 Jahre	

3 Kostenschätzung

Die Kostengenauigkeit liegt bei +/- 25% und ist nach Baukostenplan (BKP) gegliedert.

Bei den Kostenangaben handelt es sich um Kostenkennwerte mit Basis 2025. Bei Sanierungsobjekten ist eine Kostenverschiebung zwischen den Arbeitsgattungen zu erwarten. Je nach Ausführungsvariante und Detailgestaltung können sich die Kosten verändern.

Die Kosten in Schweizerfranken können wie folgt zusammengefasst werden:

KAG	Bezeichnung	Brutto	MWST	Netto
1	Vorbereitungsarbeiten	132'950	10'769	143'719
2	Gebäude	434'904	35'227	470'131
3	Betriebseinrichtungen	686'082	55'573	741'655
4	Umgebung	65'000	5'265	70'265
5	Baunebenkosten	485'070	39'291	524'361
9	Teuerung, Reserven, Unvorhergesehenes	250'000	20'250	270'250
	Gesamttotal	2'054'263	166'395	2'220'659

4 Verzeichnisse

4.1 Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1: Karte der zu erwartenden, diffusen Gesamtphosphoreinträge Quelle: https://map.geo.admin.ch/</i>	<i>10</i>
<i>Abbildung 2: Referenzanlage - Biofilter in der Biobadi Biberstein und Poolabdeckung zur Filtersicherung.....</i>	<i>15</i>
<i>Abbildung 3: seitlich, sternförmig ausströmende Düse, mit angrenzender, verstärkter Belagsbildung.....</i>	<i>17</i>
<i>Abbildung 4: v.l.n.r.; schlecht zugängliche Rinne unter dem Holzrost, Rinne im Flachwasserbereich, offen zugängliche Rinne am Schwimmerbecken</i>	<i>17</i>
<i>Abbildung 5: Grobskizze der baulichen Massnahmen im Filterbecken-Bereich.</i>	<i>18</i>
<i>Abbildung 6: Mögliche Lösung für den Folienanschluss, ohne entfernung der Randstein-Blöcke.</i>	<i>20</i>

4.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Auflistung der Beckenvolumen und Wasserflächen im Nutzungsbereich.....	3
Tabelle 2: Belegung Maschwanden Vorprojekt (VP) und mit Erhöhung im Bauprojekt (BP).....	7
Tabelle 3: Möglicher Tagesverlauf der Belegung an einem Tag in der Spitzenwoche nach aktueller Belastungsabschätzung	7
Tabelle 4: Überprüfung des Phosphorgehalts im Frischwasser	8
Tabelle 5: Kalkulation des erforderlichen Ausgleichsbeckenvolumens gem. StVS bzw. SIA385/9	9
Tabelle 6: Kalkulation der Nährstoffbelastung über diffuse Lufteinträge von Phosphor.....	10
Tabelle 7: Kalkulation der Nährstoffbelastung aufgrund der Belegung, Wasserfläche und Standardwerten.	11
Tabelle 8: Nährstoffbelastung und Filterleistung.....	11
Tabelle 9: Maximale Volumenströme und Umwälzraten (vereinfacht kalkuliert).....	12
Tabelle 10: Abschätzung der erforderlichen Nährstoffdosierung bei unterschiedlichen Belastungen	13
Tabelle 11: Abschätzung der erforderlichen Sauerstoffnachlieferung bei maximaler Belastung..	13
Tabelle 12: Abschätzung der erforderlichen Luftmenge bei Filterrückspülung	13