



Frank Eisele

Dipl.-Ing. / Dipl.-Wirtsch.-Ing.(FH)

Sachverständiger für Schwimmbad- und
Wellnesstechnik sowie Technische
Gebäudeausrüstung für Schwimmhallen

Von der IHK Region Stuttgart öffentlich
bestellt und vereidigt

GUTACHTEN

Objekt

**Freibad Babenhausen
Am Schwimmbad 7
64832 Babenhausen**

Auftraggeber

**Stadtverwaltung Babenhausen
Marktplatz 2
64832 Babenhausen**

Leinfelden-Echterdingen, den 06.11.2022

Inhaltsverzeichnis

1	Auftrag	5
2	Ortsbesichtigung	5
3	Verwendete Unterlagen	5
4	Allgemeine Darstellung Becken und Aufbereitungskreisläufe	6
5	Aufbereitungskreisläufe	10
6	Aufbereitungskreislauf 1	11
6.1	Beckenabmessung, -ausstattung und erforderliche Aufbereitungsvolumenstrom	11
6.1.1	Nennbelastung	12
6.2	Volumenstrom	12
6.3	Bewertung	14
6.3.1	Dimensionierung	14
6.3.2	Aktualität	15
7	Aufbereitungskreislauf 2	16
7.1	Beckenabmessung, -ausstattung und erforderliche Aufbereitungsvolumenstrom	17
7.1.1	Nennbelastung	20
7.2	Volumenstrom	20
7.3	Bewertung	20
7.3.1	Dimensionierung	20
8	Einfluss Belastung / Besucher	21
8.1.1	Aktualität	22
9	Planschbecken	22
9.1	Zustand Planschbecken	22
9.2	Beckenabmessung und -ausstattung	24



9.3	Erforderliche Aufbereitungsleistung	25
9.4	Nennbelastung.....	25
9.5	Einfluss auf Kreislauf 2 / Abhängigkeit.....	26
9.6	Bewertung.....	29
9.7	Beckenwassererwärmung.....	31
10	Zwischenfazit	32
11	Verbrauchswerte.....	33
11.1	Allgemeines	33
11.2	Betrachtung Stromverbrauch	34
11.3	Betrachtung Wasserverbrauch.....	36
11.4	Betrachtung Wärmebedarf.....	38
12	Verbrauch Wasserpflegemittel.....	40
12.1	Desinfektion (Chlorgas).....	40
12.2	pH-Korrektur	41
12.3	Flockungsmittel	41
12.4	Wertung Verbrauchsdaten	43
13	Wasserparameter	44
13.1	Kreislauf 1	44
13.2	Kreislauf 2.....	45
13.3	Planschbecken.....	46
13.4	Wertung	46
13.5	Brunnenwasser	48
14	Hinweise zu Energieeffizienz.....	49
14.1	Zu Volumenstromreduzierung.....	49



14.2	Rohrleitungsdimensionierung.....	49
15	Zusammenfassung	51
16	Formalien.....	54
16.1	Urheberschutz.....	54
16.2	Ausfertigungen.....	54



1 Auftrag

Aufnahme der Badewasseraufbereitung IST-Zustand aller 3 Schwimm - Badebeckenkreisläufe
Bewertung wo und in welchem Umfang Abweichungen zu a.a.R.d.T liegen
Ausführung von Maßnahmen, wo Anpassungen / Änderungen erforderlich sind

2 Ortsbesichtigung

Die Ortsbesichtigung fand nach Abstimmung mit dem Auftraggeber am 23.05.2022

Beginn: 09:00 Uhr

Ende: 17:00 Uhr

Anwesende Personen (die überwiegend oder umfänglich mit zugegen waren)

Herr Beck

Herr Frank Eisele

3 Verwendete Unterlagen

Verweise auf Regelwerke, Fachbücher oder Herstellerangaben werden an den entsprechenden Textstellen im Gutachtentext gemacht.

- [1] DIN 19643-1
Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser in öffentlichen Schwimmbädern, Stand 2012
- [2] DIN 19643-2
Verfahrenskombinationen mit Festbett- und Anschwemmfiltern, Stand 2012
- [3] DIN EN 13451-1
Sicherheitstechnische Anforderungen in Schwimmbädern – Allgemeine Anforderungen, Stand 2021



4 Allgemeine Darstellung Becken und Aufbereitungskreisläufe

Im Freibad Babenhausen, sind insgesamt 3 Schwimm- und Badebecken vorhanden

Sport/Schwimmerbecken mit Sprungbereich

Nichtschwimmer-/Spaßbecken

Planschbecken



Abbildung – Sportbecken



Abbildung – Sportbecken



Abbildung – Sportbecken / Sprungbereich



Abbildung – Nichtschwimmerbecken



Abbildung – Nichtschwimmerbecken



Abbildung – Planschbecken

5 Aufbereitungskreisläufe

Insgesamt gibt es 2 Aufbereitungskreisläufe bezeichnet als K1 und K2.

Hierbei ist die Besonderheit, dass der Kreislauf 1 nur zur Aufbereitung für das Sportbecken dient und der Kreislauf 2 für die Aufbereitung von Nichtschwimmerbecken und Planschbecken.



Abbildung – Blick auf Filteranlagen (links K2 / rechts K1)

6 Aufbereitungskreislauf 1

Bestehend aus

4 Filteranlagen, Fabrikat Aquila, Ausführung als „offene Schnellfiltration“

Gemäß Typenschild und Stichprobenmessung liegt eine Gesamtfilterfläche von 11 m² vor.



Abbildung – Typenschild

Die Filteranlagen sind als Mehrschichtfilteranlagen aufgebaut – bestehend aus den wirksamen Filterschichten Filterquarzsand und einem adsorbierenden Material auf der Basis Hydroanthrazit.

6.1 Beckenabmessung, -ausstattung und erforderliche Aufbereitungsvolumenstrom

Das Sportbecken mit Sprungbereich hat eine Wasserfläche von 750 m² gemäß Planungsunterlage sowie eine Wassertiefe > 1,35 m.

Nach [1] beträgt der erforderliche Aufbereitungsvolumenstrom

$$Q = 0,222 \times 750 \text{ m}^2 \div 0,5 = 333 \text{ m}^3/\text{h}$$



Hinweis: der spezifische Faktor für den jeweiligen Beckentyp ist für ein Schwimmerbecken identisch mit dem Springerbecken.

Weitere volumenstrombeeinflussende Ausstattungen sind nicht vorhanden.

6.1.1 Nennbelastung

Die maximale Nennbelastung beträgt nach [1]

$$N = 750 \text{ m}^2 \times 0,222 = 167 \text{ Personen je Stunde}$$

6.2 Volumenstrom

An den einzelnen Filtratpumpen befinden sich magnetisch induktive Durchflussmesser, die direkt anzeigen bzw. die Werte an die Steuerung im Schaltschrank übertragen.

Zur Plausibilitätsprüfung, ob die angezeigten Werte richtig sind, wurden an 2 Stellen der Volumenstrom mittels Ultraschallmessung vor Ort überprüft.

Kreislauf K1 Filtratpumpe (Zuordnung C4 – 2B1)





Abbildung – Messstelle K1

Messwert $Q = 84 \text{ m}^3/\text{h}$

Anzeige $Q = 87 \text{ m}^3/\text{h}$

Pumpe – Förderung zum Planschbecken nach Filtration



Abbildung – Messstelle Filtrat zum Planschbecken

Messwert $Q = 62 \text{ m}^3/\text{h}$

Anzeige $Q = 64 \text{ m}^3/\text{h}$

Es ist festzustellen, dass eine gute Übereinstimmung gegeben ist und geringe Abweichungen durch die Einbaulage und Messort schlichtweg nicht zu vermeiden sind.

Grundsätzlich müssen Volumenstrommessgeräte auch im Rahmen einer Prüfung kontrolliert und ggf. durch eine Vergleichsmessung auch justiert werden.

D.h. auch, dass die Anzeigen zum Zeitpunkt der Ortsbesichtigung als Grundlage herangezogen werden können.

6.3 Bewertung

6.3.1 Dimensionierung

Die vorhandene Filteranlagen mit einer Gesamtfläche von 11 m^2 lässt bei einer maximalen Filtrationsgeschwindigkeit von 30 m/h eine Aufbereitungsleistung von $Q = 11 \text{ m}^2 \times 30 \text{ m/h} = 330 \text{ m}^3/\text{h}$ zu.

Mit Bezug auf den erforderlichen Volumenstrom von $333 \text{ m}^3/\text{h}$ ist hier eine gute Übereinstimmung gegeben.

Der tatsächliche Volumenstrom vor Ort wurde mit $Q = 312 \text{ m}^3/\text{h}$ angezeigt.

Auch hierbei ist eine hinreichend gute Übereinstimmung gegeben (unter Berücksichtigung von Lage der Messgeräte, Messtoleranzen).

Einfach dargestellt, ist die Auslegung, die tatsächliche Filterfläche und der gemessene Volumenstrom in sich stimmig und fachlich als richtig zu bezeichnen.



Hinweis:

Der Sachverständige bewertet grundsätzlich zunächst die Dimensionierung der Filteranlagen und des tatsächlichen Aufbereitungsvolumenstromes, da diese mit Abstand die platzbestimmenden und kostenmäßig die größten Positionen darstellen.

6.3.2 Aktualität

Der Begriff der Aktualität ist an dieser Stelle erläuterungswürdig.

Der Sachverständige ist durch die Gremienarbeit über die Überarbeitung der DIN 19643 informiert.

Sowohl der Wert für die personenbezogene Wasserfläche a , der Belastbarkeitsfaktor k als auch der Berechnungsgang selbst bleibt unverändert, so dass die grundsätzliche Dimensionierung der Aufbereitungsleitung auch der zukünftigen Ausgabe des Regelwerkes DIN 19643-1 entspricht.

Dies gilt ebenfalls für die Betrachtung der maximal zulässigen Filtrationsgeschwindigkeit von 30 m/h für Schnellfilter im Über- oder Unterdruckbetrieb, so dass auch die „Größe“ bzw. Fläche der Filteranlagen dem zukünftigen Regelwerk entsprechen.



7 Aufbereitungskreislauf 2

Bestehend aus

4 Filteranlagen, Fabrikat Aquila, Ausführung als „Schnellfiltration im Unterdruckbetrieb“

Gemäß Typenschild und Stichprobenmessung liegt eine Gesamtfilterfläche von 12 m² vor.



Abbildung – Typenschild (K2)

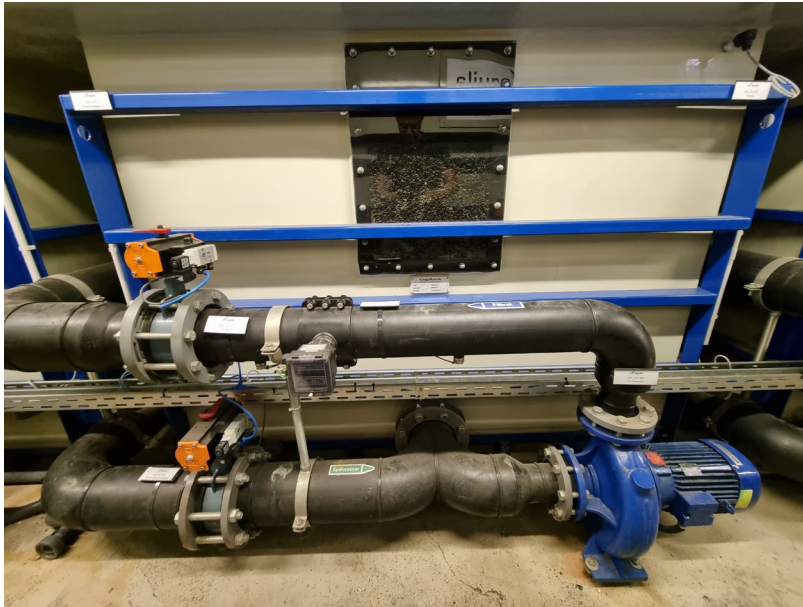


Abbildung – Ansicht einer Filteranlage

Die Filteranlagen sind als Mehrschichtfilteranlagen aufgebaut – bestehend aus den wirksamen Filterschichten Filterquarzsand und einem adsorbierenden Material auf der Basis Hydroanthrazit.

7.1 Beckenabmessung, -ausstattung und erforderliche Aufbereitungsvolumenstrom

Das Sportbecken mit Sprungbereich hat eine Wasserfläche von 485 m² gemäß Planungsunterlage sowie eine Wassertiefe < 1,35 m.

Nach [1] beträgt der erforderliche Aufbereitungsvolumenstrom

$$Q = 0,37 \times 485 \text{ m}^2 \div 0,5 = 359 \text{ m}^3/\text{h}$$

In dem Becken befinden sich folgende Ausstattungen

Rutschenanlage

Luftsprudelliege

Massagedüsen

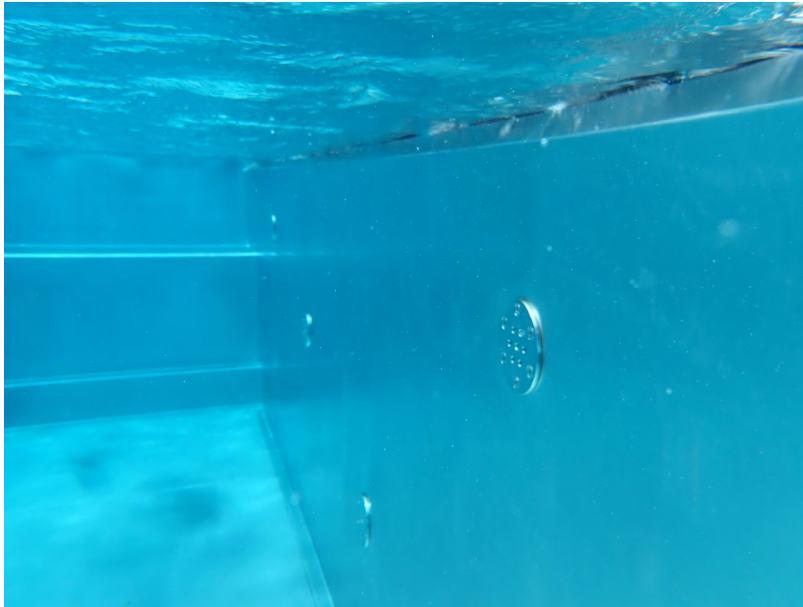


Abbildung – Massagedüsen



Abbildung – Luftsprudelliegen



Abbildung – Rutschenanlage

Die sogenannten Schwimmbadattraktionen nehmen Einfluss auf den erforderlichen Aufbereitungsvolumenstrom, da bei der Nutzung von einem höheren Belastungseintrag auszugehen ist.

Je gleichzeitig nutzbarem Attraktionsplatz sind $3 \text{ m}^3/\text{h}$ zuzurechnen. Für die Rutschenanlage sind $35 \text{ m}^3/\text{h}$ zuzuschlagen.

Der rechnerische Aufbereitungsvolumenstrom beträgt dann

4 Massagedüsen (Abstand so, dass 4 durch 4 Personen nutzbar) x $3 \text{ m}^3/\text{h}$	= $12 \text{ m}^3/\text{h}$
3 Luftsprudelliegen x $3 \text{ m}^3/\text{h}$	= $9 \text{ m}^3/\text{h}$
1 Rutschenanlage	= $35 \text{ m}^3/\text{h}$
Gesamtzuschlag	= $56 \text{ m}^3/\text{h}$

Der gesamte Aufbereitungsvolumenstrom beträgt dann $Q = 359 \text{ m}^3/\text{h} + 59 \text{ m}^3/\text{h} = 418 \text{ m}^3/\text{h}$

Weitere volumenstrombeeinflussende Ausstattungen sind nicht vorhanden.

7.1.1 Nennbelastung

Die maximale Nennbelastung beträgt nach [1]

$$N = 485 \text{ m}^2 \times 0,37 = 180 \text{ Personen je Stunde}$$

7.2 Volumenstrom

Hierzu wird auf die Ausführungen zu Kreislauf 1 verwiesen. Weitere Messungen / Kontrollmessungen wurden nicht durchgeführt.

7.3 Bewertung

7.3.1 Dimensionierung

Die vorhandene Filteranlagen mit einer Gesamtfläche von 12,4 m² lassen bei einer maximalen Filtrationsgeschwindigkeit von 30 m/h eine Aufbereitungsleistung von
 $Q = 12 \text{ m}^2 \times 30 \text{ m/h} = 360 \text{ m}^3/\text{h}$ zu.

Der Volumenstrom vor Ort am Schaltschrank, wurde mit $Q = 389 \text{ m}^3/\text{h}$ angezeigt.

Auch wenn der rechnerisch ermittelte Volumenstrom höher ist als der tatsächliche Volumenstrom, können bei Freibädern tatsächliche Belastungen zu Ansatz gebracht werden um eine wirtschaftliche und sinnvolle Dimensionierung vorzunehmen. Die Reduzierung hat hierbei Grenzen. Dies betrifft sowohl die Beckendurchströmung und allseitigem Überlauf in die Überlaufrinne als auch die Vorgaben nach [1] – Sonderfall bei Freibäder.

Weiterhin besteht die Möglichkeit, dass Schwimmbadattraktionen so geschaltet werden können, dass immer nur wenige Attraktionen (oder auch nur eine Attraktion) gleichzeitig in Betrieb sein können. Damit kann der entsprechende Zuschlag zum Volumenstrom reduziert werden.



Ausgehend von der folgenden Annahme:

Es läuft maximal eine Attraktion, dann wird diese mit dem höchsten Zuschlag (hier: Rutschenanlage) betrachtet.

D.h. der maximale Volumenstrom beträgt $Q = 359 \text{ m}^3/\text{h} + 35 \text{ m}^3/\text{h} = 394 \text{ m}^3/\text{h}$

8 Einfluss Belastung / Besucher

Dem Sachverständigen wurden die Besucherzahlen 2022 übermittelt.

Zieht man die besucherstärkste Zeit heran (August 2022) – 17701 Personen sowie den besucherstärksten Tag (19.06.2022) – 2.282 Personen kann man eine Spitzenbelastung hinreichend gut abschätzen und der Beckenbelastung im Schnitt zuordnen.

Bei einer täglichen Betriebszeit im Sommer von 9 Uhr – 20 Uhr (11 h) und einer durchschnittlichen Belastung von 2.300 Personen (aufgerundet) / 11 h, entspricht dies = 209 Personen / h.

Um eine sichere Bewertung zu haben, berücksichtigt der Sachverständige sogar einen Zuschlag von 25 % - so dass sich eine stündliche durchschnittliche Besucherzahl von rund 260 Personen ergibt.

Betrachtet man nun die vorhandenen Becken und ihre jeweilige „rechnerisch ermittelte“ maximale Nennbelastung

Sportbecken $N = 167 \text{ P / h}$

Nichtschwimmerbecken $N = 180 \text{ P/h}$

Gesamt $N = 347 \text{ P / h}$

Ist erkennbar, dass hierbei ein ausreichender Abstand gegeben ist und es vertretbar im Sinne nach [1] ist, die Aufbereitungsleistung zu reduzieren.



8.1.1 Aktualität

Der Begriff der Aktualität ist an dieser Stelle erläuterungswürdig.

Der Sachverständige ist durch die Gremienarbeit über die Überarbeitung der DIN 19643 informiert.

Sowohl der Wert für die personenbezogene Wasserfläche a , der Belastbarkeitsfaktor k als auch der Berechnungsgang selbst bleibt unverändert, so dass die grundsätzliche Dimensionierung der Aufbereitungsleitung auch der zukünftigen Ausgabe des Regelwerkes DIN 19643-1 entspricht.

Dies gilt ebenfalls für die Betrachtung der maximal zulässigen Filtrationsgeschwindigkeit von 30 m/h für Schnellfilter im Über- oder Unterdruckbetrieb, so dass auch die „Größe“ bzw. Fläche der Filteranlagen dem zukünftigen Regelwerk entsprechen.

9 Planschbecken

Das Planschbecken wird hierbei besonders behandelt, da es in Bezug auf die Aufbereitung in den Kreislauf 2 eingebunden ist.

Dazu wird nach der Filtration ein Teilstrom abgeführt in Richtung Planschbecken.

9.1 Zustand Planschbecken

Im Gegensatz zu den beiden großen Becken, erfolgte beim Planschbecken keine Erneuerung der Beckenkonstruktion.

Hier zeigen sich im Bereich der Überlaufrinne und Fliesen Abplatzungen und Beschädigungen mit der Folge scharfkantiger Bereiche.

Weiterhin sind Öffnungen im Becken vorhanden, die Abmessungen > 8 mm aufweisen und somit im Sinne nach [3] unzulässige Fangstellen aufweisen.



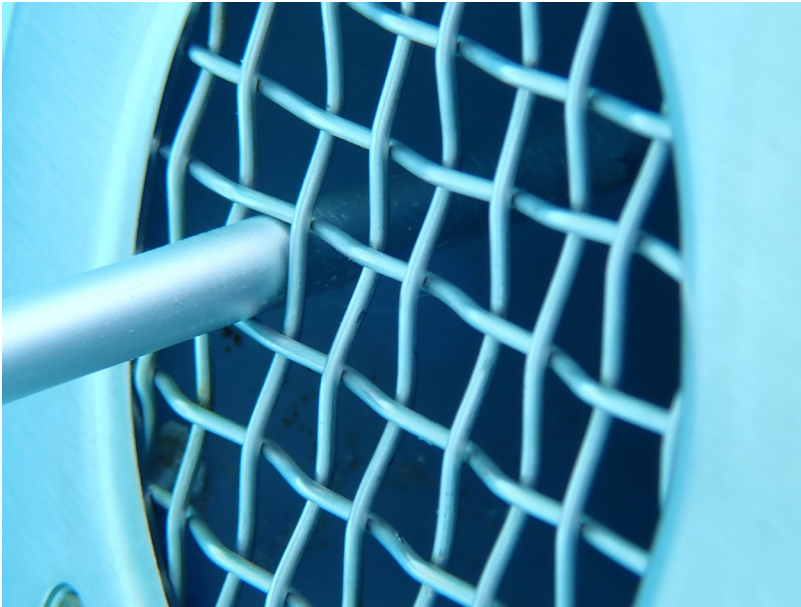


Abbildung – Kontrolle mit Prüfstab / Gitter / Einströmung



Abbildung – Kontrolle mit Prüfstab / Rinnenabdeckung



Abbildung – Kontrolle mit Prüfstab / Rinnenabdeckung

Der Zustand / Alter war auch mit Grund, weshalb der Sachverständige prüfen soll, ob ein Planschbecken in eine bestehende Aufbereitung einbezogen werden kann.

9.2 Beckenabmessung und -ausstattung

Der Sachverständige hat vor Ort die Außenabmessungen näherungsweise aufgenommen.

Die Beckensegmente können wie folgt abgeschätzt werden

Bereich 1	10 m x 4 m, Tiefe 0 – 0,25 m	Wasserfläche ca. 40 m ² , Volumen ca. 4,8 m ³
Bereich 2	7 m x 6 m, Tiefe ca. 0,37 m	Wasserfläche ca. 42 m ² , Volumen ca. 15 m ³
Bereich 3	7 m x 5 m, Tiefe ca. 0,5 m	Wasserfläche 35 m ² , Volumen ca. 18 m ³

Abzüglich Treppenbereich

Gesamt **Wasserfläche ca. 117 m², Volumen ca. 36 m³**

Das Volumen ist aufgrund der vorgenommenen Messung und Berechnung als gut übereinstimmend mit den Angaben auf dem ausgehängten Plan zu bezeichnen.



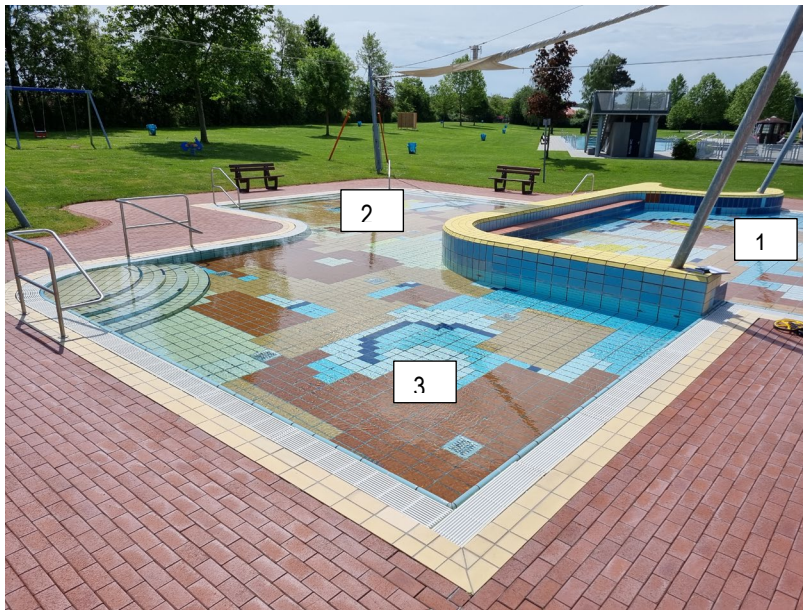


Abbildung – Zuordnung Beckenbereiche

Weitere Ausstattungen sind nicht vorhanden, die einen Zuschlag zur Aufbereitungsleistung erfordern.

9.3 Erforderliche Aufbereitungsleistung

Ausgehend von diesen Abmessungen und Heranziehung von [1], würde sich ein Aufbereitungsvolumenstrom von $Q = 36 \text{ m}^3 \times 2 = 72 \text{ m}^3/\text{h}$ ergeben

[Gegenprüfung $Q > 0,6 \times A = 0,6 \times 118 \text{ m}^2 = 70,8 \text{ m}^3/\text{h}$]

9.4 Nennbelastung

Die Nennbelastung für das Planschbecken beträgt nach [1] 36 Personen / h

9.5 Einfluss auf Kreislauf 2 / Abhängigkeit

Aus dem Aufbereitungskreislauf, wird nach der Filtration ein Teilstrom in Höhe von rund 62 m³/h Richtung Planschbecken geführt.

Dem Planschbecken wird über eine eigene Mess- und Regeltechnik das Desinfektionsmittel unterchlorige Säure (Basis aus Chlorgasanlage) zugeführt.

Das Planschbecken verfügt über einen eigenen Rohwasserspeicher in einem Schacht in Nähe des Planschbeckens.



Abbildung – Blick von Schachtzugang zum Planschbecken



Abbildung – Blick in Schacht mit alter nicht mehr in Betrieb bef. Filteranlage

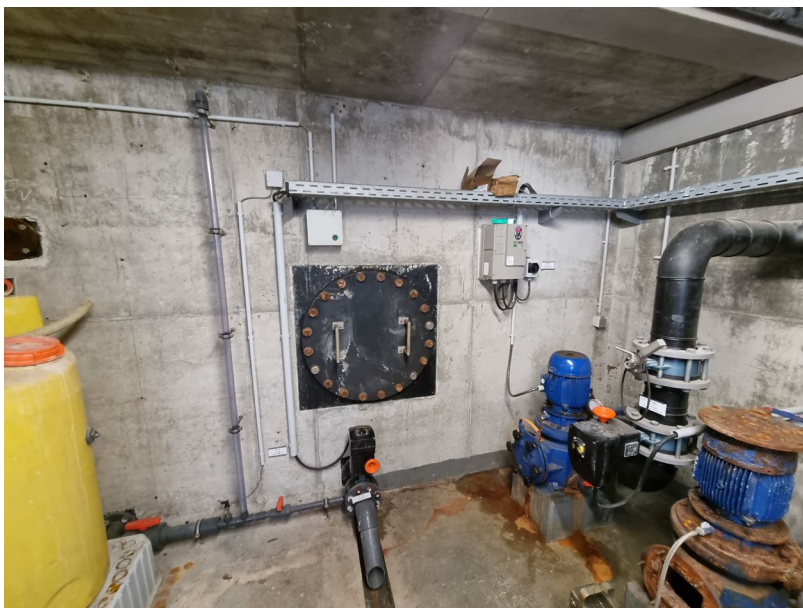


Abbildung – Blick zu Rohwasserspeicher



Abbildung – Blick zu Messwasser- und Chlorgasinjektorpumpe

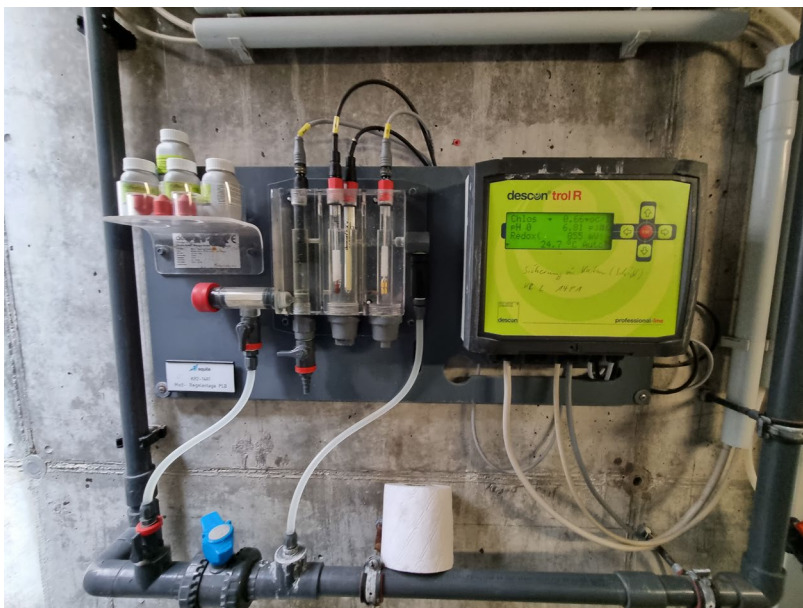


Abbildung – Mess-/Regeltechnik

Das Rohwasser wird aus dem Rohwasserspeicher zunächst über eine Förderpumpe in den Wasserspeicher für das Nichtschwimmerbecken gefördert und von dort aus aufbereitet und ein Teilstrom (wie beschrieben) nach der Filteranlage zum Planschbecken gefördert.

In der Draufsicht ist dies gut erkennbar, dass hierbei auch enorme Rohrleitungsstrecken zu bewältigen sind.

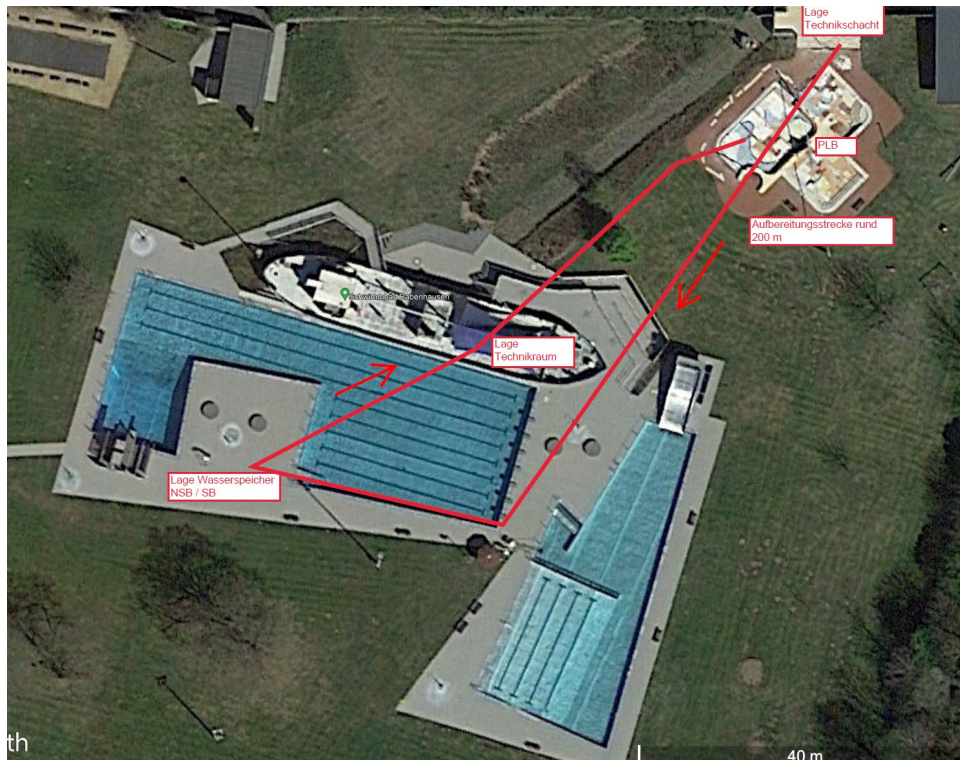


Abbildung – Geländeansicht mit schematischer Kreislaufdarstellung Planschbecken

9.6 Bewertung

Rein der Aufbereitungsvolumenstrom mit aktuell $62 \text{ m}^3/\text{h}$ ist für die Beckengröße und unter Betrachtung möglicher Messtoleranzen als gut zu bezeichnen.

Aber wie bereits zuvor aufgezeigt, wird dieser Teilstrom dem Aufbereitungskreislauf für das Nichtschwimmerbecken „entnommen“ und damit die Nettoaufbereitungsleistung für das Nichtschwimmerbecken weiter reduziert.

Einschub rechnerische Ermittlung - Kreislauf 2

Aufbereitungsvolumenstrom max. 360 m³/h (aufgrund Größe Filteranlagen)

Anteil zum Planschbecken 62 m³/h

Verbleibender Anteil für das Nichtschwimmerbecken 298 m³/h.

Abzüglich der größten Attraktion (Rutsche) mit 35 m³/h verbleiben Q = 264 m³/h.

Dies würde einer stündlichen maximalen möglichen Belastung von N = 132 Personen entsprechen.

Rechnerische Gesamtbelastung

Kreislauf 1	Sportbecken	N = 167 P/h
Kreislauf 2	Nichtschwimmerbecken	N = 132 P/h
	Planschbecken	N = 36 P / h
Gesamt		N = 335 P/h

Diese Darstellung soll zeigen, dass bei Freibädern durch den Ansatz der durchschnittlichen Belastung und Berücksichtigung der Attraktionen es durchaus möglich ist, dass eine Anpassung möglich ist.

Sollte angedacht werden, dass Planschbecken zu sanieren, würde der Sachverständige allerdings vorschlagen, die Aufbereitung für dieses Becken zu separieren und einen eigenen Kreislauf zu errichten.

Der Schacht am Planschbecken kann für eine neue Aufbereitungsanlage ausschließlich für das Planschbecken herangezogen werden.

Unter der Annahme, dass das Planschbecken in der Abmessung / Volumen so gewählt wird, dass eine maximale Aufbereitungsleistung von 60 m³/h berücksichtigt wird, könnte in dem Schacht eine Filteranlage mit einer Fläche von 2 m² installiert werden..

Hierbei bietet sich die Art und Weise der bisherigen Filtration an, so dass der Bauraum gut genutzt werden kann.

Damit der Zugang für das Personal sicherer wird, da eine häufigere Begehung erforderlich wird, ist eine sichere begehbare Treppe zu installieren (anstelle einer senkrecht verlaufenden Leiter).



Die Dosierung der Wasserpflgemittel könnte in einem Überbau am Abgang erfolgen, so dass Gebinde einfach zu transportieren / zu handhaben sind und keine Höhenunterschiede zu überwinden sind.

Hierzu müsste in der Detailplanung nur auf die Höhenlage und vorherrschende Druckdifferenzen geachtet werden, dass die Dosierung fachgerecht erfolgen kann.

Einzig ist dem Sachverständigen nicht sicher bekannt, wie die Abführung des Abwassers hierbei gestaltet ist. Es ist jedoch davon auszugehen, dass ein Anschluss entweder besteht oder eine Hebeanlage erforderlich ist (zumindest musste bei der vormals vorhandenen Filteranlage ebenfalls das Spülabwasser abgeführt werden).

Mit dieser Vorgehensweise wäre das Planschbecken in Bezug auf die Aufbereitung losgelöst und dem Nichtschwimmerbecken würde der erforderliche Aufbereitungsvolumenstrom zu Verfügung stehen.

Weitere Vorteile sind, dass im Falle von stärkerem Eintrag an Belastungsstoffe (z.B. auch fäkale Ausscheidungen), keine Verschleppung in das Nichtschwimmerbecken erfolgt.

9.7 Beckenwassererwärmung

Durch die aktuelle Einbindung des Planschbeckens in den Kreislauf K2, erfolgt die Erwärmung über die dort vorhandene direkte Gasbeheizung.

Durch eine Auftrennung wird die Einbindung in die vorhandene Gasbeheizung unterbrochen, sowie aufgrund der Entfernung / Lage nicht ohne weiteres einzubinden sein.

Generell wird die vorhandene Art der Beheizung grundsätzlich zu überdenken sein.

Aus diesem Grunde und des autarken Kreislaufes für das Planschbecken wird vorgeschlagen, die Erwärmung mittels Solartabsorber durchzuführen.

Der Nutzungszeitraum erfolgt in den Monaten Mai – September, so dass hier auch von einer durchschnittlichen Sonneneinstrahlung auszugehen ist die für die Wärmeerzeugung nutzbar ist.

Ausgehend von einer „neuen“ Wasserfläche von max. rund 100 m², würde erfahrungsgemäß eine Absorberfläche von ebenfalls rund 100 m² erforderlich sein.



Zweifelsohne ist bei der Beheizung über die Sonne ohne Speicherwirkung die Wassertemperaturkonstanz nicht durchgängig vorhersehbar und besonders bei schlechter Witterung oder längerer Bewölkungszeit geringer.

Hierbei muss dann im Rahmen einer Detailplanung abgeschätzt werden ob ggf. die Absorberfläche angepasst wird und /zusätzlich als Unterstützung eine Beheizung auf elektrischer Basis erfolgt (im Bereich einer Leistung von ca. 4 -7 kW), welche bedarfsabhängig aktiviert werden kann.

Mit dieser zusätzlichen Betrachtung zur Erwärmung könnte dann das Planschbecken völlig unabhängig von den Kreislauf K 2 betrieben werden.

10 Zwischenfazit

Es ist festzustellen, dass die vorhandenen Aufbereitungsanlagen in ihren bestimmenden Dimensionen für Schwimmbecken – Kreislauf 1 und für das Nichtschwimmerbecken – Kreislauf 2, als ausreichend und auch Berücksichtigung der Besucherzahl, fachgerecht zu bezeichnen sind.

Im Zuge einer Sanierung des Planschbeckens wird vorgeschlagen, eine separate Aufbereitungsanlage nahe am Becken zu installieren.

Hierbei ist eine sinnvolle Größe des Beckens und der Aufbereitungsleistung zu wählen.

Des Weiteren wird vorgeschlagen, die Beheizung primär über Solarabsorber (Durchfluss mit Beckenwasser) durchzuführen.



11 Verbrauchswerte

11.1 Allgemeines

Bei der Bewertung von Verbrauchsdaten, können hier Variationen nicht immer ausgeschlossen werden, da die Erhebung / Zuordnung oder das Treffen von Annahmen hier großen Einfluss hat.

Der Sachverständige geht hierbei wie folgt vor

Stromverbrauch

Die wesentlichen Verbraucher sind die installierten Pumpen.

Hierbei wird unterschieden welche Pumpen und wie lange in Vollast und Teillast betrieben werden.

Die Leistungsaufnahme einer Pumpe erfolgt in den seltensten Fällen im Maximum. D.h. es ist ausreichend gut und sicher, die auf dem Plan angegebenen Leistungen P2 (abgegebene Leistung) auch als die im jeweiligen Betriebspunkt aufgenommene Leistung zu betrachten.

Weiterhin werden im Teillastbetrieb die Leistungen üblicherweise um rund 50% abgesenkt. Der Zusammenhang zwischen Änderung Drehzahl / Volumenstrom und Leistungsaufnahme ist nicht proportional, so dass eine Leistungsreduktion im Bereich 50-60 % angenommen werden kann.

Die Berechnung erfolgt ebenfalls unter der Aufteilung 14 h Vollast und 10 h Teillast wie vor Ort zum Zeitpunkt der Ortsbesichtigung eingestellt.

Wasserverbrauch

Der Wasserverbrauch in einem Freibad wird wesentlich bestimmt durch den Wasserverlust bei Filterspülung und Erstfiltratverwerfung sowie der Verdunstung.

Bei der Filterspülung wird ein spezifischer Spülwasserbedarf von 4 m³/m² Filterfläche angesetzt. Die Filterspülhäufigkeit wird nach [1] mit 2 x wöchentlich angegeben. Tatsächlich wird aus Erfahrung immer wieder eine zusätzliche Spülung erforderlich werden, so dass hier objektiv und im Vergleich zur Praxis eine Spülhäufigkeit von 2,5 anzusetzen ist.

Die Verdunstung wird ermittelt unter Berücksichtigung mittlerer Temperatur-, Luftfeuchtigkeits- und Winddaten.

Die Berechnung selbst erfolgt auf dem Ansatz nach Dalton und wird ebenfalls in dem Fachbuch für Sanitärtechnik Recknagel & Sprenger aufgeführt.



Wärmebedarf

Bei dem Wärmebedarf ist das Wasservolumen anzusetzen, welches „aufzuheizen“ ist bzw. wieder auf das gewünschte Temperaturniveau zu bringen. Bei Außenbäder im Saisonbetrieb (Mai-September) ist eine tägliche Auskühlung je nach Witterung von 0,5 – 2 K realistisch. Bei länger anhaltenden Hochtemperaturen und auch einer nächtlichen Absenkung auf immer noch > 20°C, erfolgt eher eine Aufheizung über Sonneneinstrahlung. Für eine Abschätzung wird daher ein Wert von 1 K angesetzt.

11.2 Betrachtung Stromverbrauch

Der Sachverständige hat grundsätzlich den Zeitraum Mai – September betrachtet.

Betrachtet man für die Jahre 2017 – 2021 die zur Verfügung gestellten Daten und bereinigt diese auf die Zeiträume Mai – September sind diese wie folgt

2017	157.000 kWh
2018	159.000 kWh
2019	142.000 kWh
2020	105.000 kWh
2021	123.000 kWh

Die Berechnung / Abschätzung des Sachverständigen liegt bei 147.000 kWh

Aus Sicht des Sachverständigen ist der Stromverbrauch aufgrund der installierten Pumpen als realistisch zu bezeichnen und zu erwarten.

Objektiv ist auszuführen, dass neben den Pumpen noch weitere Verbraucher (Attraktionspumpen mit zeitweisem Betrieb, Gebläse, Licht, Steuerungssysteme, Gebäudeversorgung, Ladegeräte, etc). vorhanden sind. Diese sind in der Summe von untergeordneter Bedeutung im Vergleich zu den betrachteten Pumpenanlagen.

Das Jahr 2020 darf pandemiebedingt nicht umfänglich berücksichtigt werden. In diesem Zeitraum lagen nachweislich Einschränkungen vor, die auch zu einer reduzierten Aufbereitungsleistung führten.

Ebenfalls können veränderte Einstellungen zu Aufteilung Voll- oder Teillastbetrieb sowie generelle Volumenstromanpassungen zu veränderten Leistungsaufnahmen führen.



In diesem Zusammenhang ist auch auszuführen, dass gerade bei Schwachlastzeiten auch tagsüber (z.B. bei Schlechtwetterlagen) die Aufbereitungsleistung ebenfalls reduziert werden kann, so dass sich hier durchaus Einsparungen bzw. Leistungsreduktionen ergeben können.

Kreislauf 1									GESAMT
VOLLAST					TEILLAST				
Filtratpumpen	Leistungsangabe P2 [kW]	Leistungsaufnahme P1 [kW]	Laufzeit [h]	Verbrauch /d [kWh]	Leistungsaufnahme [kW]	Laufzeit [h]	Verbrauch /d [kWh]		
1	3	2,65	14	37,1	1,325	10	13,25		
2	3	2,65	14	37,1	1,325	10	13,25		
3	3	2,65	14	37,1	1,325	10	13,25		
4	2,2	2	14	28	1	10	10		
Rohwasserpumpe									
1	5,5	6	14	84	3	10	30		
2	5,5	6	14	84	3	10	30		
Messwasserpumpe									
1	0,37		14	5,18	0,37	10	3,7		
Injektorpumpe									
1	0,55		14	7,7	0,55	10	5,5		
Tagesverbrauch									
				320,18					439,13 kWh
Kreislauf 2									
VOLLAST					TEILLAST				
Filtratpumpen	Leistungsangabe P2 [kW]	Leistungsaufnahme P1 [kW]	Laufzeit [h]	Verbrauch /d [kWh]	Leistungsaufnahme [kW]	Laufzeit [h]	Verbrauch /d [kWh]		
1	3	2,65	14	37,1	1,325	10	13,25		
2	3	2,65	14	37,1	1,325	10	13,25		
3	3	2,65	14	37,1	1,325	10	13,25		
4	3	2,65	14	37,1	1,325	10	13,25		
Rohwasserpumpe									
1	5,5	6	14	84	3	10	30		
2	5,5	6	14	84	3	10	30		
3	5,5	6	14	84	3	10	30		
Pumpe zu Plischbecken									
1	1,5		14	21	0,6	10	6		
Messwasserpumpe									
1	0,37		14	5,18	0,37	10	3,7		
2	0,37		14	5,18	0,37	10	3,7		
Injektorpumpe									
1	0,55		14	7,7	0,55	10	5,5		
2	0,55		14	7,7	0,55	10	5,5		
Tagesverbrauch									
				447,16					614,56 kWh
Tagesverbrauch									
Wochenverbrauch									
Monatsverbrauch									
Verbrauch Mai-Sept.									
									1.054 kWh
									7.376 kWh
									29.503 kWh
									147.517 kWh

Abbildung – Berechnung Leistungsaufnahmen der Pumpen



11.3 Betrachtung Wasserverbrauch

Hier wurden der Vergleichbarkeit wegen, die Monate April – Oktober betrachtet

Als Verbrauchsdaten wurden die „kontrollierten“ Nachspeisemengen in Nichtschwimmer- und Schwimmerbeckenkreislauf herangezogen

Jahr	NSB	SB	Gesamt
2016	5786	3405	9191
2017	6692	5854	12546
2018	8265	5845	14110
2019	8258	3411	11669
2020	5262	2453	7715
Eigene Rechnung			10000

Angaben [m³]

Die Wasserverbräuche variieren im Bereich bis zu 40% wenn man das Jahr 2020 pandemiebedingt herausnimmt. Allerdings sind hier die Besucherzahlen und die Witterung maßgeblich in der Beeinflussung.

Hier ist bei Vergleich der Wetteraufzeichnung als genereller Sommerverlauf eine Übereinstimmung dahingehend, dass 2016 die Anzahl an Sommer- und Hitzetage deutlich geringer waren sowie im Jahr 2018 deutlich höher. Dies führt zwangsläufig zu generell höheren Besucherzahlen sowie damit verbunden einem höheren Wassereinsatz.



Filterspülungen					
Kreislauf 1					
Filteranlage	Filterfläche	Spülwasserbedarf	Spülwasser je Spülung		
	[m²]	[m³/m²]	m³		
1	3	4	12		
2	3	4	12		
3	3	4	12		
4	2	4	8		
Kreislauf 2					
Filteranlage	Filterfläche	Spülwasserbedarf	Spülwasser je Spülung		
	[m²]	[m³/m²]	m³		
1	3	4	12		
2	3	4	12		
3	3	4	12		
4	3	4	12		
Spülwasserbedarf			92		
Spülhäufigkeit je Woche		2,5			
Spülwasserbedarf		je Woche	230 m³		
		je Monat	920 m³		
		je Saison (April-Oktober)		6440 m³	
Verdunstung					
Mittelwertbetrachtung					
Wassertemperatur		24 °C			
Lufttemperatur		16 °C	(Tag/Nacht)		
relative Luftfeuchtigkeit		70 %			
Mittlere Windgeschwindigkeit		1,2 m/s			
Beckenwasserfläche	Nichtschwimmer	485 m²			
	Schwimmerbecken	750 m²			
	Planschbecken	118 m²			
	Gesamt	1353 m²			
Verdunstungsrate	ca.	0,72 m³/h			
		17,28 m³/d			
		120,96 m³/w			
		483,84 m³/m			
		je Saison (April-Oktober)		3386,88 m³	
Gesamtwasserverbrauch				9826,88 m³	

Abbildung – Berechnung Spülwasserbedarf/Verdunstung



11.4 Betrachtung Wärmebedarf

Die folgenden Daten zeigen die Wärmemengen der dargestellten Jahre.

Für das Jahr 2018 wurden die Aufzeichnungen nicht umfänglich dargestellt, weshalb dieser Wert herauszunehmen ist.

Jahr	Gesamt
2016	276556
2017	170.814
2018	(127.446)
2019	143.154
2020	44984
2022 (nur August)	45.000 *)
Eigene Rechnung	372.000

Angaben [kWh]

*) der mitgeteilte Wert ist 4.500 m³ Gasverbrauch im August 2022. Die Wärmemenge kann mit dem Faktor 10 hierbei in ausreichender Näherung berechnet werden.

Wie zuvor ausgeführt, hat hier die Witterung einen erheblichen Einfluss. Die Daten sind mit den Witterungen der einzelnen Jahre in Übereinstimmung zu bringen.

Für das Jahr 2016 mit den wenigsten Sommer-/Hitzetage ergibt sich zwangsläufig ein höherer Bedarf an zugesetzter Wärmeenergie.

Auch das Jahr 2020 ist pandemiebedingt und durch längere Schließzeiten nicht repräsentativ.

Interessant ist, dass die Berechnung des Sachverständigen einen deutlich höheren Wert ergibt. Obwohl hierbei bereits erfahrungsgemäß ein nur geringer Temperatursausgleich angesetzt wurde (0,7 K) und die Aufheizung durch die Sonne berücksichtigt wurde, ergibt sich immer noch ein deutlich höherer Wert als die tatsächliche Wärmemenge.

Dies ist erst einmal für den Betrieb von Vorteil. Gleichwohl müsste hier auch geprüft werden, ob ggf. die Zieltemperaturen geringer sind als angenommen.



Denn je geringer diese ist, desto kleiner wird die Differenz zu Außentemperaturen und damit geringerer Wärmeentzug.

Im Gegensatz dazu ist der zur Verfügung gestellte Wert für August 2022 mit umgerechnet rund 45.000 kWh in einem Bereich, der sich auch „rechnerisch“ zuordnen lässt.

Der Sachverständige hat einen monatlichen durchschnittlichen Wert von 74.000 kWh ermittelt.

Der August 2022 war durchgehend sehr warm, so dass genaugenommen nur eine geringe Nachheizung erfolgte. Damit müsste der Wert für August den unteren Wert darstellen, wenn man monatliche Verläufe betrachten würde und was zur Folge hat, dass ein mittlerer Wert von 74.000 kWh durchaus nachvollziehbar ist.

Das bedeutet im Umkehrschluss, dass die übrigen Werte / Aufzeichnungen genauer nachzuvollziehen sind, woher diese tatsächlich stammen.

Hierzu müsste man die tatsächlichen Gasverbräuche ermitteln.

Abschätzung Wärmebedarf							
Schwimmerbecken							
Wassertemperatur		24 °C					
Auskühlung je Tag		1 K					
Wasservolumen		1620 m³		inkl. Wasser in Speicher, Filter, Rohrleitungen			
Nichtschwimmer-/Planschbecken							
Wassertemperatur		24 °C					
Auskühlung je Tag		1 K					
Wasservolumen		515 m³		inkl. Wasser in Speicher, Filter, Rohrleitungen			
Wasservolumen gesamt		2.135,00					
Wärmemenge		je Tag	2.483,01 kWh				
		je Monat	74.490,15 kWh				
		je Saison	372.450,75 kWh				

Abbildung – Berechnung / Abschätzung Wärmebedarf (Mai-September)



12 Verbrauch Wasserpflegemittel

Hier werden die wesentlichen Stoffe / Zubereitungen für Desinfektion, pH-Korrektur und Flockungsmittel betrachtet.

12.1 Desinfektion (Chlorgas)

Die Betrachtung geht stets von dem Aufbereitungsvolumenstrom aus.

Gesamtaufbereitungsvolumenstrom

Vollast $Q = 720 \text{ m}^3/\text{h}$

Teillast (ca.) $Q = 400 \text{ m}^3/\text{h}$

Chlorbedarf im Mittel

Vollast

$$m = 720 \text{ m}^3/\text{h} \times 2 \text{ g/m}^3 \times 14 \text{ h} = 20 \text{ kg}$$

Teillast

$$m = 400 \text{ m}^3/\text{h} \times 2 \text{ g/m}^3 \times 10 \text{ h} = 8 \text{ kg}$$

D.h. es wird je Tag rund 28 kg Chlor benötigt. Auch dieser Wert unterliegt Schwankungen je nach Witterung und Besucherzahl. D.h. in einfacher Näherung ist davon auszugehen, dass eine Chlorgasflasche (65 kg) rund 3 Tage ausreicht.

Ausgehend von einer Gesamtbetriebszeit Mai bis September (5 Monate / 150 Tage) entspricht dies $150/3 \times 65 \text{ kg} = 3250 \text{ kg}$ Chlorgas je Saison.

Tatsächlich verbraucht laut Übermittlung sind

2020 Gesamt 2340 kg

2021 Gesamt 2275 kg

2022 Bis Juni 2022 1300 kg

Die berechnete Menge ist deutlich höher als die tatsächlich bezogene / eingesetzte Menge. Gleichwohl darf die mittlere Zugabemenge von 2 g/m^3 als nicht übermäßig hoch bezeichnet werden. Für die Auslegung von



Chlorgasanlagen werden üblicherweise, wesentlich höhere Werte angesetzt (für Außenbäder in der Regel 3-5 g/m³).

Zudem waren die Besucherzahlen und Öffnungszeiten 2020 und 2021 reduziert / eingeschränkt, so dass in diesen Jahren ein geringerer Chloreinsatz gegeben war.

In jedem Fall sind für diese Beckengrößen Chlorgasmengen im Bereich > 3.000 kg realistisch.

12.2 pH-Korrektur

Unter der Voraussetzung, dass im Beckenwasser bzw. Füllwasser keine Säurekapazität vorhanden wäre, würde je kg Chlorgas rund 0,7 kg Marmorkies zur Neutralisation der entstehenden Salzsäure erforderlich werden. Dies würde hochgerechnet auf den Zeitraum Mai – September rund 2.100 kg entsprechen.

Tatsächlich werden nur rund 1000 kg / Saison verbraucht.

Dies ist darin begründet, dass sowohl die Säurekapazität im Brunnenwasser > 4 mmol/l liegt sowie zusätzlich Dosieranlage für die Zugabe von Natronlauge (NaOH, ca. 45 %ig) installiert sind.

Die Menge an Natronlauge beträgt rund 1000 – 2000 kg/ Saison.

D.h. zusammenfassend in der Mischung des Verbrauches an Marmorkies und Natronlauge sowie der Berücksichtigung einer hohen Säurekapazität im Füllwasser, sind die vorliegenden Daten als plausibel zu bezeichnen.

12.3 Flockungsmittel

Vor Ort wurde im Kreislauf 1 und 2 die Flockungsmitteldosierung in der Menge geprüft d.h. „ausgelitert“.

Kreislauf 1	80 ml/h
Kreislauf 2	90 ml/h



Gesamt 170 ml/h bzw. 4 l/ Tag oder rund 600 L für den Zeitraum Mai – September.

Hierbei handelt es sich um eine Gesamtverbrauchsmenge. Die Dosierung an Wirkstoff ist hierbei nicht bekannt, da auf dem Gebinde keine aussagekräftigen Angaben gemacht werden (z.B. g Al / l).

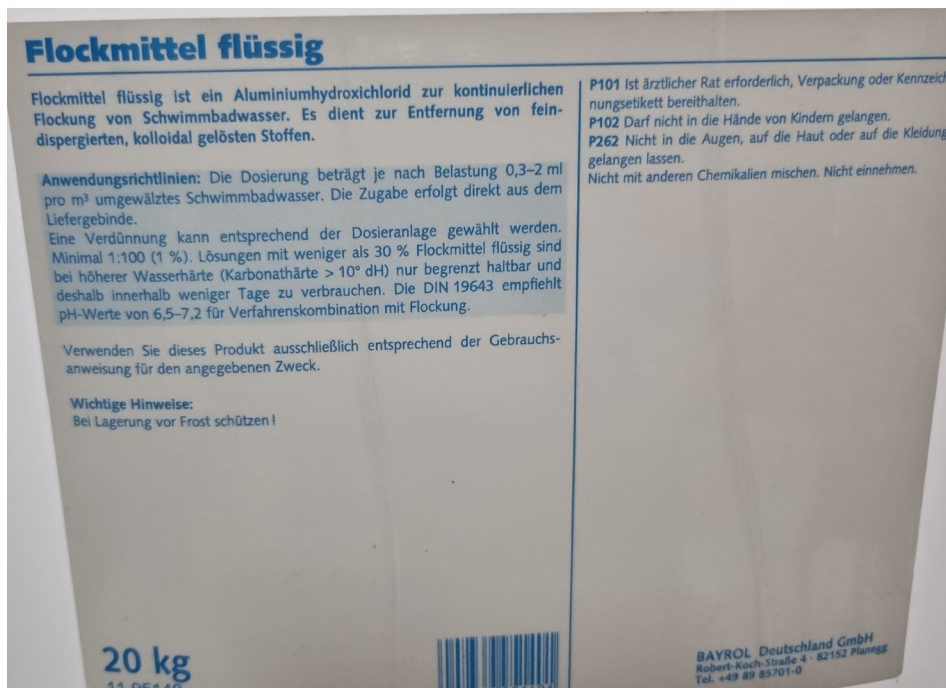


Abbildung – Angaben auf Flockungsmittelgebinde

Zumindest decken sich grob die Verbrauchsmengen an Flockungsmittel mit den hier gemachten Betrachtungen.

Ggf. kann die Menge insgesamt gesenkt werden, da außerhalb der Badebetriebszeit die Möglichkeit besteht die Flockungsmitteldosierung abzuschalten, sofern die Qualität des Beckenwassers davon nicht betroffen wird.

Wichtig ist hierbei, dass die Wirkstoffkonzentration tatsächlich durch den Hersteller/Lieferant mitgeteilt wird. Denn nur dann ist eine fachgerechte Einstellung und Prüfung möglich.

Die Dosiermengen aktuell sind zumindest in Bezug auf die Dosierbereichsangabe auf dem Gebinde (0,3-2ml/m³) dem unteren Bereich zuzuordnen.

12.4 Wertung Verbrauchsdaten

In Bezug auf den Einsatz an Wasserpfleagemittel ist objektiv auszuführen, dass die Verbrauchsmengen nicht hoch sind oder gar überzogen hoch sind. Im Vergleich zu üblichen Auslegungsgrundlagen sowie Einfluss der Wasserqualität sind die eingesetzten Mengen als vernünftig zu bezeichnen bzw. auch zu erwarten.

Rein in Bezug auf die Chlorgasmenge, kann sogar noch eine geringfügige Reduktion erfolgen, wenn die automatische Messung richtig eingestellt und justiert ist.

Damit verbunden wird auch zwangsläufig die Menge an Marmorkies und Natronlauge wenn auch nur geringfügig reduziert werden können.

Die Flockungsmitteldosierung – ohne die Wirkstoffkonzentration zu kennen, ist vermutlich eher zu erhöhen, wenngleich dies durch Reduzierung / Abschaltung außerhalb der Badebetriebszeit kompensiert werden kann. Dies jedoch nur dann, wenn die sonstigen Wasserparameter und Beckenwasserqualität eingehalten wird.



13 Wasserparameter

Einige wichtige Wasserparameter wurden vor Ort durch den Sachverständigen gemessen um einen Eindruck der Einstellungen und Qualität der automatischen Messung zu bekommen.

Hinweis:

Zum Zeitpunkt der Messung, bzw. des Ortstermins generell, war die Anzahl an Badenden als gering zu bezeichnen. Zeitweise waren die Becken ohne Badende. Damit war der Einfluss auf mögliche Instabilitäten bei der Regelung als gering zu bezeichnen.

13.1 Kreislauf 1

Messstelle an der Messzelle

Freies Chlor	0,7 mg/l	Anzeige MSR	0,6 mg/l
Geb. Chlor	0,05 mg/l		
pH-Wert	6,61	Anzeige MSR	7,01
Temperatur	23,9 °C		
Säurekapazität	< 0,1 mmol/l		
Phosphat	0,06 mg/l		
Chlorid	500 mg/l	(Hinweis: Messung erfolgt in 50mg/l Schritte)	
Leitfähigkeit	970 µS/cm		





Abbildung – Mess-/Regeltechnik K1

13.2 Kreislauf 2

Messstelle an der Messzelle

Freies Chlor	0,9 mg/l	Anzeige MSR	0,59 mg/l
Geb. Chlor	0,07 mg/l		
pH-Wert	7,02	Anzeige MSR	7,11
Temperatur	23,0 °C		
Säurekapazität	< 0,47 mmol/l		
Chlorid	550 mg/l	(Hinweis: Messung erfolgt in 50mg/l Schritte)	
Leitfähigkeit	1091 µS/cm		



13.3 Planschbecken

Freies Chlor	0,76 mg/l	(gemessen im Becken)
Geb. Chlor	0,09 mg/l	
pH-Wert	7,03	
Temperatur	24 °C	

13.4 Wertung

Wohlweislich, dass die Messungen nur eine Momentaufnahme darstellen, jedoch die Messbedingungen ideal waren, ist festzustellen, dass insbesondere bei dem Gehalt an Freiem Chlor Abweichungen zwischen manueller Messung und automatischer Messung vorliegen die als sehr groß zu bezeichnen sind.

Die Anzeigen zeigen geringere Werte, was zur Folge haben kann, dass dann die automatische Nachführung von Chlor höher ausfallen kann als beabsichtigt.

Die gemessenen Werte stellen aus Sicht des Sachverständigen keine unmittelbare Gefährdung für den Badegast dar, führen aber dazu, dass der Chlorverbrauch insgesamt damit ansteigen kann und damit in der Folge Bildung von Chloride als Salzbestandteil begünstigt wird.

Da die beiden großen Becken aus Edelstahl bestehen, nimmt der Sachverständige dies zum zwingenden Anlass, auf diesen Umstand hinzuweisen.

Die genaue Materialqualität des Edelstahles ist nicht bekannt. Rein aus Erfahrung könnte es sich um den häufig verwendeten Werkstoff 1.4404 handeln.

Ausgehend davon sind die garantierten Einsatzgrenzen häufig auf ca. 400 – 500 mg/l Chloride begrenzt (Gewährleistungsausschluss).



Durch den höheren Gehalt an freiem Chlor und der damit zunehmenden Bildung von Chloride, kann damit der zulässige Dauergrenzwert von 400 – 500 mg/l schnell erreicht oder gar überschritten werden (wie vom Sachverständigen selbst festgestellt).

Dies hat zur Folge, dass bei unkontrolliert zu hoher Chloridkonzentration die Wahrscheinlichkeit von Korrosionen bei Edelstahlbecken und –einbauten zunehmen kann.

Der hohen Chloridkonzentration könnte „theoretisch“ mit einer höheren Füllwasserzugabe entgegengewirkt werden.

Aufgrund des bereits hohen Wertes an freiem Chlor im Beckenwasser (gegenüber der automatischen Mess- und Regeltechnik) wäre diese Maßnahme fachlich nicht richtig, da die Ursache der abweichenden manuellen Messung und automatischen Messung nicht beseitigt ist.

In der Folge muss daher zunächst darauf geachtet werden, dass die manuelle Messung und automatische Messung übereinstimmt, so dass der Sollwert des freien Chlors möglichst gut eingehalten wird und damit eine Überdosierung an Chlor vermieden wird und in der Folge der Gesamteintrag an Chloride reduziert wird. Erst dann, ist es sinnvoll und richtig, weitere höhere Salzkonzentrationen mit Füllwasser zu verdünnen.

Es muss also darauf geachtet werden, dass die Messsonden regelmäßig justiert werden, bzw. auch die manuelle Messung bzw. die verwendeten Geräte vorsorglich geprüft werden.

Auch die Leitfähigkeitswerte deuten auf den höheren Salzgehalt im Beckenwasser hin – wenngleich dies ein sog. Summenparameter darstellt.

Nur kurzfristig kann der Gehalt an Chloride mittels erhöhter Füllwasserzufuhr reduziert werden bevor die Maßnahmen einer fachgerechten Messung / Kontrolle und Dosierung auch Wirkung zeigen.

Auch beim pH-Wert zeigen sich beim Kreislauf K1 große Abweichungen, die eine Justierung zwingend erforderlich machen.

Die Gehalte an gebundenem Chlor sind als sehr gering zu bezeichnen. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass die Badebelastung zum Messzeitpunkt gering bis gar nicht vorhanden war.



Die Säurekapazität ist im Kreislauf K1 zu gering. Ein möglicher Einfluss / Zusammenhang ist hier mit dem pH-Wert durchaus gegeben.

Dadurch, dass der pH-Wert geringer ist als angezeigt (also Zuführung von Säure und deren nicht korrekten pH-Messung) wird auch zwangsläufig die Säurekapazität in größerem Maße reduziert.

13.5 Brunnenwasser

Da die Beckenkreisläufe mit Brunnenwasser befüllt werden, wurden die relevanten Parameter ebenfalls gemessen

pH-Wert	7,6
Säurekapazität	> 4 mmol/l
Gesamthärte	20 °dH
Leitfähigkeit	970 µS/cm
Chlorid	80 – 100 mg/l

Hierbei zeigt sich, dass die Leitfähigkeit im Vergleich zu „üblichem“ Trinkwasser erhöht ist. Dies ist bei Brunnenwässern die nicht weiter aufbereitet werden zu erwarten. Wesentlich ist auch, dass der Gehalt an Chloride beachtet wird und nachweislich als ausreichend gering zu bezeichnen ist.

D..h. auch die in den Becken gemessenen Leitfähigkeiten sind auch bereits durch das Brunnenwasser begründet.

Weiterhin weist das Brunnenwasser eine hohe Säurekapazität auf, so dass hiermit grundsätzlich ein Großteil der „Säurebindung“ stattfinden kann – neben dem Einsatz an Marmorkies und Natronlauge.

Diese Säurekapazität ist gerade beim Einsatz von Chlorgas zur Desinfektion von hohem Nutzen.



14 Hinweise zu Energieeffizienz

14.1 Zu Volumenstromreduzierung

Es wurde bereits zuvor ausgeführt, dass eine Reduktion des Aufbereitungsvolumenstromes möglich ist. Vor Ort ist dies durch Einstellung möglich und wird nach Mitteilung auch angewendet / umgesetzt.

In diesem Zusammenhang muss nur sichergestellt sein, dass auch bei dem beabsichtigten reduzierten Aufbereitungsvolumenstrom die Beckendurchströmung sicher gegeben ist.

Es wurden im Vorfeld Berichte zu Färbeversuche (Stand Mai 2011) übermittelt.

Die Volumenströme bei diesen Messungen / Prüfungen waren jedoch die maximalen Volumenströme.

Um Sicherzugehen, dass der reduzierte Aufbereitungsvolumenstrom „noch“ eine ausreichende Durchströmung sicherstellen kann, ist anzuraten, diesen Test bei den reduzierten Bedingungen vorzunehmen.

Die Volumenstromreduzierung stellt bei einem Freibad gerade in Zeiten mit geringeren Besuchern eine anlagentechnisch einfache und wirkungsvolle Möglichkeit zur Einsparung an elektrischer Energie dar.

14.2 Rohrleitungsdimensionierung

Hier wurden die relevanten Rohrleitungsabschnitte betrachtet.

Eine fachgerechte Auslegung einer Rohrleitung erfolgt unter dem Grundsatz einer maximalen Fließgeschwindigkeit von 2 m/s.

Abschnitt Rohwasserpumpen zu Filteranlagen

K1 DN 280 / 330 m³/h 1,5 m/s

K2 DN 300 / 360 m³/h 1,4 m/s

Filtratleitungen / Reinwasserleitungen



Abzweig Filtrat zum Planschbecken

DN 125 / 62 m³/h 1,5 m/s

Reinwasserhauptleitung zum Nichtschwimmerbecken

DN 250 / 300 m³/h 1,7 m/s

Achtung: Abzweig zu Planschbecken bereits erfolgt

Reinwasserhauptleitung zum Schwimmerbecken

DN 250 / 330 m³/h 1,9 m/s

D.h. die bestimmenden Rohrleitungsabschnitte (auch in Bezug auf Längen) sind in der Dimension als fachgerecht zu bezeichnen.



15 Zusammenfassung

Der Sachverständige stellt fest, dass

Allgemeine Dimensionierung

- die Badewasseraufbereitungstechnik für den Kreislauf 1 und Kreislauf 2 in Bezug auf Dimensionierung fachgerecht im Sinne der a.a.R.d.T ist.
- auch unter Heranziehung des Entwurfes der DIN 19643 (aktuell kurz vor der Veröffentlichung) die Dimensionierung weiterhin / zukünftig fachgerecht ist
- auch in Bezug auf sonstige Ausstattungen (Dosierung, Betrieb Pumpen mit FU) ist aufgrund des Alters nach wie vor eine Entsprechung zu den a.a.R.d.T gegeben ist
- unter Einbeziehung der tatsächlichen Besucherzahlen der Betrieb des Kreislaufes 2 für Nichtschwimmer- und Planschbecken möglich ist
- die Lage des Technikraumes für Filter als auch Wasserspeicher üblich und nicht auffällig ist. Das Schwimmerbecken durch die unmittelbare Lage am Technikraum kure Reinwasserleitungen aufweist und dies in Bezug auf den Druckverlust einen Vorteil darstellt. Bei Außenbädern durch die großen Beckenabmessungen die Lage der Technikräume und Wasserspeicher stets in einer größeren Entfernung angeordnet werden.

Planschbecken

- bei einer zukünftigen Sanierung des Planschbeckens eine eigener Aufbereitungskreislauf empfohlen wird (mit gleichzeitiger Beckenwassererwärmung mittels Solarabsorber im Direktdurchfluss)
- das Planschbecken unabhängig davon Beschädigungen und unzulässige Öffnungsgrößen im Sinne der a.a.R.d.T. aufweist und in jedem Falle damit begründet mindestens einer Sanierung bedarf
- aufgrund der bisherigen Entfernungen und Transportleitungen ein eigener Aufbereitungskreislauf für das Planschbecken als wirtschaftlicher anzusehen ist



Verbrauchsdaten Energie / Wasser

- die übermittelten Verbrauchsdaten für Strom, Wasser und Wärme mittels eigener Betrachtungen geprüft wurden und in Bezug auf Strom und Wasser eine gute Nachvollziehbarkeit und Plausibilität gegeben ist
- die Prüfung mit Hilfe von Erfahrungs- und Dimensionierungswerte sowie Leistungsdaten der Betriebsmittel erfolgte
- In Bezug auf die Wärmemenge der tatsächliche Gasverbrauch vorsorglich heranzuziehen ist, da die Berechnung des Sachverständigen einen deutlich höheren Wert (trotz „günstiger“) Annahmen zur Folge hat.

Verbrauchsdaten Wasserpflegemittel

- die übermittelten Verbrauchsdaten für Chlor, Marmorkies, pH-Korrektur und Flockungsmittel als stimmig zu bezeichnen sind. Dies auch unter Betrachtung des Einflusses der Chlorungsart auf pH-Wert und Säurekapazität.
- die Angabe der Wirkstoffkonzentration auf dem Flockungsmittel fehlt um eine sichere Einstellung vorzunehmen (die Angabe ist durch den Hersteller / Lieferant anzugeben)

Wasserparameter / Edelstahl

- in Bezug auf Messung der Wasserparameter der Gehalt an freiem Chlor im Beckenwasser höher war als automatisch gemessen / angezeigt bzw. generell als der Sollwert.
- dies dazu führt, dass unnötig Chlor zugeführt wird und die Chloridkonzentration in der Folge ansteigt
- bei Schwimmbecken aus Edelstahl gewährleisteten Einsatzgrenzen üblicherweise bei 400 – 500 mg/l Chlorid liegen und Chlorid eine korrosionschemische Bedeutung aufweist
- die vor Ort gemessenen Werte bereits eine Erreichung des Grenzwertes bzw. Überschreitung (≥ 500 mg/l) aufzeigen
- die automatische Messung durch eine täglich mehrfach durchzuführende manuelle Messung zu kontrollieren und zu justieren ist und kurzfristig der Chloridgehalt durch Füllwasser zu reduzieren ist



Energieeffizienz

- grundsätzliche eine Volumenstromreduzierung möglich ist, jedoch hierbei die fachgerechte Beckendurchströmung weiterhin gegeben sein muss (ggf. Färbetest bei reduzierten Volumenströme)
- die Rohrleitungsdimensionierung bereits gute / geringe Fließgeschwindigkeiten aufweisen (bei Nennvolumenstrom) und dies in Bezug auf die Entfernungen (vorzugsweise Technikraum zum Nichtschwimmerbecken / Planschbecken und Rohwasserspeicher zu den Filteranlagen) als günstig zu bewerten ist, da hierbei die größten Längen zu überwinden sind

Allgemein

- trotz des Alters ist auszuführen ist, dass auch gemessen an den heutigen und absehbaren Neuerungen die Dimensionierung fachgerecht ist.
- mit Sicherheit bei einzelnen Einrichtungen Änderungen / Erneuerungen nicht ausbleiben. Dies ist sowohl dem Alter als auch der Erfahrung geschuldet. Das kann der Austausch von Pumpen beinhalten, Erneuerung von Dosierpumpen, Chlorgasregler, etc.



16 Formalien

Der Sachverständige erklärt hiermit, dass das Gutachten unparteiisch erstellt wurde und keine persönlichen Interessen am Ausgang des Rechtsstreites bestehen.

Das Gutachten habe ich unter Berufung auf den von mir geleisteten Sachverständigeneid nach bestem Wissen und Gewissen erstellt.

16.1 Urheberrecht

Der Verfasser dieses Gutachtens beansprucht für dieses Gutachten sämtliche Urheberrechte. Das Gutachten darf ausschließlich vollständig und in direktem oder indirektem Bezug zum vorstehenden Thema der Begutachtung verwendet werden.

Vervielfältigungen jeglicher Art sind nur im oben genannten Bezug gestattet. Über diesen Umfang hinausgehende Duplikate dürfen nur mit vorheriger schriftlicher Zustimmung des Verfassers erstellt werden.

16.2 Ausfertigungen

Das vorliegende Gutachten besteht aus

54 Seiten Titelseite, Inhaltsverzeichnis, Gutachtentext
Abbildungen und Anlagen sind im Text aufgeführt

Leinfelden-Echterdingen, den 06.11.2022




Dipl.-Ing. / Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH) Frank Eisele

