



*Deponie Heßheim
Antrag auf Änderungsgenehmigung
temporäre Sickerwasserreinigungsanlage*

INGENIEURBÜRO
ROTH & PARTNER 



BITControl

Anlage 2:

Erläuterungsbericht



SÜD-MÜLL GmbH & Co.KG
für Abfalltransporte und Sonderabfallbeseitigung
Willersinnstraße 1
67258 Heßheim

INGENIEURBÜRO
ROTH & PARTNER 



BITControl

SÜD-MÜLL GmbH & Co.KG
für Abfalltransporte und Sonderabfallbeseitigung

- CPB Anlage Heßheim -

**Erläuterungsbericht zum Antrag auf Bau und Betrieb einer
biologischen Reinigungsanlage**



BITControl

INHALTSVERZEICHNIS

TABELLENVERZEICHNIS	- 4 -
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	- 4 -
1. Veranlassung	- 5 -
2. Standort.....	- 5 -
2.1 Anlagenstandort.....	- 5 -
2.2 Oberflächenentwässerung.....	- 5 -
3. Betriebsbeschreibung	- 6 -
3.1 Beschreibung der eingehenden Stoffmengen	- 7 -
3.1.1 Industrielle Abwasser aus der chemisch-physikalischen Behandlung	- 7 -
3.1.2 Deponiesickerwasser	- 7 -
3.2 Labor für Abwasseranalysen	- 8 -
4. Biologische Reinigungsanlage.....	- 8 -
4.1 Anlagenbemessung	- 8 -
4.2 Einleitgrenzwerte	- 9 -
4.3 Funktionsbeschreibung	- 11 -
4.3.1 Zulauf zur Anlage	- 11 -
4.3.2 BIOMEMBRAT®-Verfahren	- 11 -
4.3.2.1 Denitrifikation	- 13 -
4.3.2.2 Nitrifikation	- 13 -
4.3.2.3 Ultrafiltration.....	- 14 -
4.3.2.4 Nanofiltration.....	- 16 -
4.3.2.5 Aktivkohleadsorption	- 16 -
4.3.3 Ablauf der Anlage.....	- 17 -
4.4 Bemessung und Verfahrenserläuterung.....	- 18 -
4.4.1 Auslegungsdaten	- 18 -
4.4.2 Ermittlung der Zulaufmengen.....	- 18 -
4.4.3 Ermittlung des Bioreaktorvolumens	- 19 -
4.4.4 Bemessung des Überschussschlammanfalls	- 20 -
4.4.5 Bemessung Sauerstoffversorgung.....	- 21 -
4.4.6 Bemessung Ultrafiltration	- 21 -
4.4.7 Nachgeschaltete Membraneinheit als Nanofiltration	- 22 -
4.4.8 Behandlung des Nanofiltrationskonzentrates	- 24 -
4.5 Schadstoffbetrachtung.....	- 25 -
4.5.1 Kohlenstoffverbindungen	- 25 -
4.5.2 Stickstoffverbindungen.....	- 26 -
4.5.3 Organische Halogenverbindungen	- 26 -



BITControl

4.5.4	Schwermetalle	- 26 -
4.5.5	Salze	- 26 -
4.6	Bauteilspezifikationen	- 26 -
4.6.1	Elektrische Aggregate	- 26 -
4.6.2	Behälter	- 28 -
4.6.3	Rohrleitungen	- 29 -
4.6.4	Sicherheitstechnik / Überwachung	- 30 -
4.7	Stoffstrombetrachtung, Emissionen	- 30 -
4.7.1	Überschussschlammentsorgung	- 30 -
4.7.2	Aktivkohlereaktivierung	- 31 -
4.7.3	Abluft	- 31 -
4.7.4	Eingesetzte Chemikalien	- 31 -
4.8	Umgang mit wassergefährdenden Stoffen	- 31 -
4.9	Lärm	- 32 -
4.10	Sicherheitseinrichtungen und Anlagensicherheit	- 32 -
5.	Baumaßnahmen	- 32 -
6.	Arbeitssicherheit	- 32 -
7.	Überwachung der Anlage	- 32 -
7.1	Betrieb / Wartung	- 32 -
7.2	Eigen- und Fremdüberwachung der Ablaufparameter	- 33 -
7.3	Störmeldungen	- 34 -
7.4	Datenvisualisierung und Datendokumentation	- 34 -
8.	Stromversorgung und elektrische Anschlussleistung	- 35 -
9.	Investitionskosten	- 35 -



CPB-Anlage Heßheim
Antrag auf Bau und Betrieb einer
Biologischen Reinigungsanlage
Erläuterungsbericht

INGENIEURBÜRO
ROTH & PARTNER 



BITControl

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Abflussbeiwerte Einzugsgebiet RÜB	- 5 -
Tabelle 2: Maximale Konzentrationen und Frachten im Zu- und Ablauf der Anlage.....	- 9 -
Tabelle 3: Grenzwerte und abgestimmte Einleitwerte für Indirekteinleitung.....	- 10 -
Tabelle 4: Eigen- und Fremdüberwachung des Anlagenablaufs	- 33 -
Tabelle 5: Überwachung der Betriebsparameter.....	- 34 -
Tabelle 6: Online Parameter.....	- 35 -

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Verfahrensschema BIOMEMBRAT®-Plus Verfahren	- 11 -
Abbildung 2: Ejektorbelüftung.....	- 14 -
Abbildung 3: Schematische Darstellung der Cross-Flow Anströmung.....	- 14 -
Abbildung 4: Beispiel einer Ultrafiltrationsstraße.....	- 15 -

1. Veranlassung

In Rheinland- Pfalz und den angrenzenden Bundesländern besteht aktuell Bedarf für eine neue Anlage zur Aufbereitung von industriellen Abwässern. Zu den industriellen Abwässern zählen flüssige und pastöse, wässrige Abfälle. Zudem wird für den Deponiestandort Heßheim eine Lösung für das anfallende Deponiesickerwasser benötigt.

Zur Aufbereitung von industriellen Abwässern und Deponiesickerwasser vor Einleitung in das öffentliche Kanalnetz plant die Firma SÜD-MÜLL GmbH & Co. KG für Abfalltransporte und Sonderabfallbeseitigung am Standort Heßheim die Errichtung und den Betrieb einer chemisch- physikalischen Behandlungsanlage mit nachgeschalteter biologischer Reinigungsstufe (CPB-Anlage).

Gegenstand dieses Antrags und der folgenden Erläuterungen ist die biologische Behandlung innerhalb der CPB-Anlage über die biologische Reinigungsanlage. Die chemisch-physikalische Behandlungsanlage und die bauliche Errichtung der Gesamtanlage wurde im Rahmen des Antrags nach §16 BImSchG beantragt.

2. Standort

2.1 Anlagenstandort

Die chemisch-physikalischen Behandlungsanlage sowie die biologische Nachbehandlung über die biologische Reinigungsanlage sollen auf dem Grundstück der Gemarkung Heßheim Flurstück-Nr. 994/2+3 als Nebenanlage zum bestehenden Sonderabfallzwischenlager errichtet werden. Die Lage der Anlage ist im Ausschnitt aus dem Lageplan (Anlage 1) dargestellt. Das Grundstück liegt im Geltungsbereich des Bebauungsplans am Bergweg.

Eine genaue Beschreibung des Anlagenstandorts ist Anlage 4 des Änderungsantrags nach §16 BImSchG zu entnehmen.

2.2 Oberflächenentwässerung

Auf der CPB-Anlage fällt Oberflächenwasser aus Dachflächen und befestigten Flächen an. Dieses wird über ein neues Leitungssystem gesammelt und anschließend den Löschwasserteichen zugeleitet. Die relevanten Abflussflächen und -beiwerte sind in Tabelle 1 zusammengefasst dargestellt.

Tabelle 1: Abflussbeiwerte Einzugsgebiet RÜB

		$A_{E,i}$ [ha]	ψ_m	$A_{U,i}$ [ha]
Dachflächen	$A_{E,B}$	0,308	0,9	0,277
Befestigte Flächen	$A_{E,B}$	0,092	0,9	0,083
Gesamtfläche Einzugsgebiet RÜB		0,400	0,9	0,360

Die resultierende Spitzenabflussmenge berechnet sich mit dem KOSTRA-Wert für ein einjähriges, fünfzehnminütiges Regenereignis.

Abflussmenge nach KOSTRA (2010) $r_{15,1}$	q_R	113,9	$\left[\frac{l}{s \cdot ha} \right]$
--	-------	-------	---------------------------------------



BITControl

Der Spitzenabfluss aus den relevanten Flächen der CPB-Anlage ergibt sich mit der folgenden Formel zu:

$$Q = \sum A_{E,B} * \psi_m * q_R = A_U * q_R = 0,360 \text{ ha} * 113,9 \frac{\text{l}}{\text{s} * \text{ha}} = 41 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

Bei den Löschwasserteichen handelt es sich um Verdunstungsbauwerke. Diese besitzen keinen Überlauf. Das Wasser wird bei trockener Witterung zur Befeuchtung der Verkehrsflächen genutzt. Die genannten Entwässerungseinrichtungen sind im Entwässerungsplan unter Anlage 1 dargestellt. Die Abflüsse aus den restlichen an die Löschwasserteiche angeschlossenen Flächen bleiben unverändert.

Die Funktion des Löschteiches ist in der immissionsschutzrechtlichen Genehmigung der SGD Süd zur „Modernisierung und Sanierung des Sonderabfallzwischenlagers mit - behandlungsanlage in Heßheim“ vom 21.04.1998 (Az.: 568-314 He 74/86). beschrieben.

3. Betriebsbeschreibung

Die biologische Reinigungsanlage ist als nachgeschaltete biologische Reinigungsstufe der chemisch-physikalischen Behandlungsanlage geplant. Die biologische Reinigungsanlage wird eine Kapazität von maximal 40.000 m³/a haben, aufgeteilt in:

- Industrielle Abwasser aus der chemisch-physikalischen Behandlungsanlage:
max. 25.000 m³/a
- Deponiesickerwasser der Deponie Heßheim: max. 15.000 m³/a

Die biologische Reinigungsanlage besteht im Wesentlichen aus drei Teilbereichen, die über verschiedene Rückführungen miteinander verbunden sind:

1. Bioreaktoren (Biologischer Behandlungsstufen) zur Denitrifikation und Nitrifikation
2. Ultrafiltration
3. Nanofiltration mit nachgeschaltetem Aktivkohle-Adsorber

Die Aufstellung der Anlage sowie zugehörige Schnitte und Ansichten sind in den Planunterlagen in Anlage 1 zu finden. Die Funktionsweise der biologischen Reinigungsanlage sowie eine Übersicht der einzelnen Einrichtungen ist im RI-Fließbild (siehe Anlage 3) dargestellt.

Das zu reinigende Abwasser (industrielles Abwasser und Deponiesickerwasser) wird in einem Abwassertank (B610) gesammelt und der biologischen Reinigungsstufe zugeführt. Die Biologie besteht aus drei emaillierten Tanks, dem o.g. Sammel tank (B610) und jeweils einem Tank für Nitrifikation (B630) und Denitrifikation (B620). Bei den Tanks handelt es sich um nicht bauartzugelassene Behälter, die entsprechenden statischen Nachweise werden vor Ausführungsbeginn nachgeliefert.

Nachgeschaltet sind zwei Membranstufen, die Ultrafiltration (F600) und die Nanofiltration (F610) sowie 3 Aktivkohlefilter als Schadstoffsенке. Die Ultrafiltration steuert den Schlammgehalt in der Biologie und die Nanofiltration bindet mittels Aktivkohle die organischen Stoffe.



BITControl

Die biologisch abbaubaren Stoffe werden durch verschiedene Mikroorganismen in CO₂, H₂O und N₂ umgewandelt. Die nur schwer oder nicht abbaubaren Bestandteile werden durch Ultra- und Nanofiltration gefiltert, konzentrieren sich in der Aktivkohle auf und sind somit an einer definierten Stelle fest gebunden. Damit wird die geforderte Wasserqualität dauerhaft und zuverlässig gewährleistet. Die maximal in die öffentliche Kanalisation abgeleitete Abwassermenge beträgt 1,4 l/s. Dies entspricht Abwassermengen von 5 m³/h und 120 m³/d.

3.1 Beschreibung der eingehenden Stoffmengen

3.1.1 Industrielle Abwasser aus der chemisch-physikalischen Behandlung

Bei den in der chemisch-physikalischen Behandlungsanlage aufbereiteten industriellen Abwässern handelt es sich v.a. um Abwässer aus metallverarbeitenden Betrieben, der Wartung von Automobilen und verschiedenen anderen Bereichen der Industrie. Zu den industriellen Abwässern zählen flüssige und pastöse, wässrige Abfälle.

Alle Anlieferungen werden nach ihrer Herkunft in Stoffgruppen für unterschiedliche Behandlungen unterteilt, wobei jeder Stoffgruppe eine Behandlungsrezeptur zugeordnet ist. Das industrielle Abwasser durchfließt zunächst die chemisch-physikalischen Behandlungsstufen, bis es in einem Zwischenspeicher (Speicher B610) gefasst wird. Es fallen ca. 25.000 m³/a industrielles Abwasser aus der chemisch-physikalischen Behandlungsanlage an. Eine genaue Beschreibung der einzelnen Stoffgruppen, deren Anlieferung und dem Annahmevergange sowie der anschließenden physikalischen und chemischen Behandlung inkl. RI-Schemata sind dem zugehörigen Änderungsantrag nach §16 BImSchG zu entnehmen.

3.1.2 Deponiesickerwasser

Das Deponiesickerwasser fällt in folgenden Bereichen an:

1) Aktuell – Bereich bestehende Basisabdichtung:

Deponiesickerwasser fällt aus dem Bereich der bestehenden Basisabdichtung des Deponieabschnitts „Ost“ an. Bis zur Errichtung der chemisch-physikalischen Behandlungsanlage mit nachgeschalteter biologischer Reinigungsstufe sollen die Deponiesickerwasser der bestehenden Basisabdichtung über eine temporäre Sickerwasserreinigungsanlage gereinigt werden. Diese wird derzeit beantragt.

2) Aktuell - Dichtwandtopf:

Die Deponie ist von einer Dichtwand umschlossen, die in den Schluffhorizont zwischen dem 1. und dem 2. Grundwasserstockwerk eingebunden ist. Um eine nach innen gerichtete Grundwasserfließrichtung zu erreichen, wird das Grundwasser innerhalb des Dichtwandtopfs in Abhängigkeit von den Wasserspiegeln abgepumpt. Im Normalfall wird das abgepumpte Grundwasser auf der Deponie infiltriert. Sollte im Rahmen des Deponie-Messprogramms festgestellt werden, dass die Infiltration des Grundwassers aufgrund zu hoher Belastung nicht mehr möglich ist, wird es gemeinsam mit dem Deponiesickerwasser in der CPB-Anlage behandelt.

3) Zukünftig (voraussichtlich ab dem 2. Halbjahr 2018):

Zusätzlich wird Deponiesickerwasser in dem Bereich der geplanten Basisabdichtung des Projektes „Erweiterung der Deponie Heßheim“, für welches zurzeit das Planfeststellungsverfahren im Gange ist, entstehen. Dieser Erweiterungsabschnitt schließt östlich des Abschlussdamms an den Deponieabschnitt „Ost“ an und hat eine Flächengröße von insgesamt ca. 9 ha.



Sämtliche aufgezählten Wässer werden südlich der Deponie in Speichertanks gefasst und sollen rohrliehungsgebunden über eine Druckleitung zur biologischen Reinigungsanlage gepumpt werden. Wie erläutert wird dabei das abgepumpte Grundwasser nur bei Bedarf der Anlage zugeführt. Es wird von einem Volumenstrom von 8.000 m³/Jahr ausgegangen, wobei Reserven von bis zu 15.000m³ in der Anlage existieren.

Im Normalfall werden die Wässer direkt der biologischen Reinigungsanlage zugeführt. Um den Verschmutzungsgrad die Deponiesickerwässer aus dem Bereich der bestehenden Basisabdichtung und zukünftig der geplanten Erweiterung der Deponie Heßheim festzustellen, werden diese im Rahmen des Deponie-Messprogramms beprobt und analysiert. Sollten dabei Rückstände in Form von Schwermetallen oder aufschwimmenden Öl-Phasen nachgewiesen werden, werden die Deponiesickerwässer über die chemisch-physikalische Behandlungsanlage vorbehandelt.

Das Grund- und Sickerwasser der Deponie GBS Gerolsheim ist hydraulisch von dem der Deponie Heßheim getrennt und fließt daher auch nicht in die Betrachtung mit ein. Von der Art und der Zusammensetzung, soweit bekannt, wäre es möglich, auch diese Wässer in die geplante Anlage einzuführen um sie dort zu behandeln.

3.2 Labor für Abwasseranalysen

Neben den Eingangsanalysen der industriellen Abwässer zur Behandlung in der chemisch-physikalischen Behandlungsanlage wird das gereinigte Abwasser aus der biologischen Reinigungsanlage untersucht. Die Abwasserchargen werden vor der Einleitung analysiert, um die Einhaltung der Grenzwerte zu bestätigen und Fehleinleitungen zu verhindern (Abwasseranalysen, siehe Punkt 7.2). Zudem werden, wie unter Kapitel 7.1 beschrieben, verschiedene Betriebsparameter zur Überprüfung der Reinigungsleistung analysiert.

Nach der Behandlung der Abwässer in der biologischen Reinigungsanlage, wird das gereinigte Abwasser in die beiden Speichertanks B600 und B601 zwischengespeichert. Die beiden Tanks für gereinigtes Abwasser werden im Wechsel gefüllt. Sobald einer der Behälter voll ist, wird eine Probe gezogen und auf die Einleitparameter hin untersucht. Befinden sich die Konzentrationen innerhalb der zulässigen Grenzwerte wird der Batch vom Labor schriftlich freigegeben und die Betriebsmannschaft kann das Abwasser nach Maßgaben der Kläranlage einleiten. In dieser Zeit wird der zweite Tank gefüllt. Sollten bei der Beprobung Überschreitungen von Einleitgrenzwerten festgestellt werden, wird die gesamte Charge zurückgeführt und nachbehandelt.

4. Biologische Reinigungsanlage

4.1 Anlagenbemessung

Bei der Deponie Heßheim ist von einem Sickerwasseranfall von max. 15.000 m³/a auszugehen. Zusätzlich fallen noch ca. 25.000 m³/a industrielles Abwasser aus der chemisch-physikalischen Behandlungsanlage an. Die maximale hydraulische Durchsatzleistung der zu errichtenden Anlage beträgt daher 5,0 m³/h.

- | | |
|--|--------------------------|
| - Jährlich zur reinigende Abwassermenge | 40.000 m ³ /a |
| - max. tägliche abzuarbeitende Abwassermenge | 120 m ³ /d |
| - max. stündliche abzuarbeitende Abwassermenge | 5 m ³ /h |



Die geplante Anlage muss in der Lage sein, die im Folgenden aufgeführten maximalen Mengen und Frachten zu verarbeiten. Dabei werden die maximalen täglichen Frachten im Zulauf zur Anlage, die maximalen täglichen Frachten bei Übergabe von der ersten biologischen Stufe zur zweiten adsorbierenden Stufe, und die maximalen täglichen Frachten im Ablauf der Behandlungsanlage zur Einleitung in den Abwasserkanal dargestellt.

Während nach der biologischen Stufe (Bioreaktoren Denitrifikation und Nitrifikation) und der anschließenden Ultrafiltration die Einleitparameter für den BSB₅ und die Stickstoffverbindungen erreicht werden, erfolgt hinsichtlich der Parameter AOX und CSB zwar eine Reduzierung der Frachten, jedoch keine Einhaltung der geforderten Grenzwerte für die Indirekteinleitung (siehe Tabelle 3).

Tabelle 2: Maximale Konzentrationen und Frachten im Zu- und Ablauf der Anlage

Parameter	Zulauf Konz.	Bioreaktoren Fracht	Ablauf Konz.	Bioreaktoren Fracht
BSB ₅	100 mg/l	12 kg/d	20 mg/l	2,4 kg/d
CSB	7.000 mg/l	840 kg/d	1 500 mg/l	180 kg/d
N _{anorg} -N	1.250 mg/l	150 kg/d	100 mg/l	9,6 kg/d
NH ₄ -N	1.000 mg/l	120 kg/d	10 mg/l	1,2 kg/d
AOX	700 µg/l	67,2 g/d	650 µg/l	62,4 g/d

Zur Erreichung der Indirekteinleiterkonzentrationen ist neben der biologischen Behandlung eine Reduzierung dieser Frachten durch die nachgeschaltete Nanofiltration erforderlich.

Die erwarteten maximalen Konzentrationen im Zulauf und im Ablauf der Nanofiltration sind im Folgenden aufgeführt.

- CSB im UF-Permeat / Zulauf Nanofiltration = 1500 mg/l
- AOX im UF-Permeat/ Zulauf Nanofiltration = 0,65 mg/l
- CSB im Nanofiltrationspermeat ≤ 400 mg/l
- AOX im Nanofiltrationspermeat ≤ 0,5 mg/l

4.2 Einleitgrenzwerte

Die in Tabelle 3 angegebenen Werte stellen die Einleitgrenzwerte nach Stand der Technik gemäß AbwV Anhang 27, AbwV Anhang 51 sowie des DWA Merkblatts DWA M 115 Teil 2 für die dort aufgeführten Parameter dar. Bei den Einleitgrenzwerten für u.a. Schwermetalle verpflichtet sich die Fa. SÜD-MÜLL GmbH & Co. KG für Abfalltransporte und Sonderabfallbeseitigung in Hinblick auf die Sicherstellung der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung der Kläranlage Heßheim strengere Anforderungen einzuhalten.

Auf Basis des Gutachtens der BeGU (Behrendt Gesellschaft für Umweltberatung mbH, Neuhofen, vom 27.07.2015, ergänzt am 16.06.2016 und am 29.09.2016) werden durch den Betrieb der geplanten Anlage die geforderten Grenzwerte sicher eingehalten.

Maßgeblich für die Anlagenauslegung ist dabei jeweils die strengste Anforderung. Diese ist in Tabelle 3 rot markiert.

Das Gutachten vom 27.07.2015 ist Anlage 12 der Antragsunterlagen nach §16 BImSchG zu entnehmen. Die o.g. Ergänzungen sind in Anlage 4 zu finden.

Tabelle 3: Grenzwerte nach Stand der Technik und mit KA Heßheim abgestimmte Einleitwerte für Indirekteinleitung

Parameter	AbwV Anh. 51	AbwV Anh. 27	DWA-M 115-2	Kläranlagen- betreiber	Einheit
Temperatur:	-	-	35*	-	°C
pH-Wert:	-	-	6,5 – 10*	-	-
Schwerflüchtige lipophile Stoffe:	-	-	300*	-	mg/l
Kohlenwasserstoffindex:	-	20	20	-	mg/l
AOX:	0,5	1	1	-	mg/l
LHKW:	-	-	0,5	-	mg/l
CSB:	400	-	-	-	mg/l O ₂
Phenolindex:	-	-	100	-	mg/l
Org. halogenfreie Lösemittel:	-	-	10*	-	g/l TOC
Antimon:	-	-	0,5	-	mg/l
Arsen:	0,1	0,1	0,5	0,03	mg/l
Blei:	0,5	0,5	1	-	mg/l
Cadmium:	0,1	0,2	0,5	0,001	mg/l
Chrom ges:	0,5	0,5	1	-	mg/l
Chrom IV:	0,1	0,1	0,2	0,002	mg/l
Cobalt:	-	-	2	-	mg/l
Kupfer:	0,5	0,5	1	-	mg/l
Nickel:	1	1	1	0,06	mg/l
Quecksilber:	0,05	0,05	0,1	0,001	mg/l
Zinn:	-	-	5	-	mg/l
Zink:	2	2	5	-	mg/l
Cyanid leicht freisetzbar:	0,2	0,1	1	-	mg/l
Sulfid leicht freisetzbar:	1	1	2	-	mg/l
Sulfat:	-	-	600	-	mg/l
Thallium:	-	-	-	0,002	mg/l
Chlor, freies:	-	0,5	-	-	mg/l
Benzol, Derivate:	-	1	-	-	mg/l
PCB:	-	-	-	0,002	mg/l
PCDD / PCDF:	-	-	-	0,5	ng/l TE
PCDD / F+ dl PCB:	-	-	-	0,25	ng/l TE
PFT:	-	-	-	0,5	µg/l
Ges. geb. Stickstoff T N _b :	-	-	-	100	mg/l N
Org. geb. Stickstoff N _{org} :	-	-	-	15	mg/l N
Ammoniumstickstoff, NH ₄ -N:	-	-	-	50	mg/l N
Nitratstickstoff, NO ₃ -N:	-	-	-	25	mg/l N
Nitritstickstoff, NO ₂ -N:	-	-	10*	10	mg/l N
Phosphor, gesamt:	-	-	50*	20	mg/l P
Spontane Sauerstoffzehrung:	-	-	100*	-	mg/l
Absetzbare Stoffe	-	-	1-10	-	ml/l
Fluorid gelöst	-	-	50	-	mg/l

* Gilt für die Einleitstelle in die Kläranlage

4.3 Funktionsbeschreibung

4.3.1 Zulauf zur Anlage

Die eigenen Deponiewässer sollen rohrleitungsgebunden zur Anlage geführt werden. In dem Rohrleitungssystem befindet sich ein Durchflusszähler um die Menge des behandelten Sickerwassers festzuhalten und eine Probenahmestelle um die Qualität des Sickerwassers zu überprüfen.

Das industrielle Abwasser durchfließt zunächst die chemisch-physikalischen Behandlungsstufen. Vor der Zuleitung zur biologischen Reinigungsstufe befindet sich ebenfalls eine Durchflussmessung sowie eine Probenahmestelle zur Ermittlung der Menge und der Qualität des Abwassers.

Anschließend werden die Abwasserströme „Deponiesickerwasser“ und „industrielle Abwasser“ in einem Zwischenspeicher (Speicher B610) gefasst, welcher über ein Fassungsvermögen von 250 m³ verfügt. Die Zuleitung erfolgt in zwei getrennten Leitungen. Die Lage des Speichertanks B610 ist in den beigefügten Planunterlagen dargestellt. Bevor die Abwässer die sich anschließenden biologischen Reinigungsstufen durchlaufen, können Wasserproben aus dem Speichertank entnommen werden. Dies ist über einen Probenahmehahn im Leitungssystem möglich – die Lage der Probnahmestelle ist im RLSchema in Anlage 3 dargestellt.

Über eine Füllstandmessung wird sowohl die Beschickungspumpe für den Zwischenspeicher als auch die Zulaufpumpe zur Biologie gesteuert. In der Zulaufleitung zur Biologie erfolgt eine Entnahme der Grobstoffe über einen drucküberwachten Beutelfilter. Die Abwasserzulaufmenge wird mit einem magnetisch-induktiven Durchflussmesser erfasst.

4.3.2 BIOMEMBRAT®-Verfahren

Das von der WEHRLE Umwelt GmbH vorgeschlagene Anlagenkonzept zur Reinigung des Sickerwassers der Deponie Heßheim und der industriellen Abwasser sieht die biologische Schadstoffdestruktion mit dem BIOMEMBRAT®-Plus Verfahren vor. In Abbildung 1 ist das Verfahrensschema des BIOMEMBRAT®-Plus Verfahrens dargestellt.

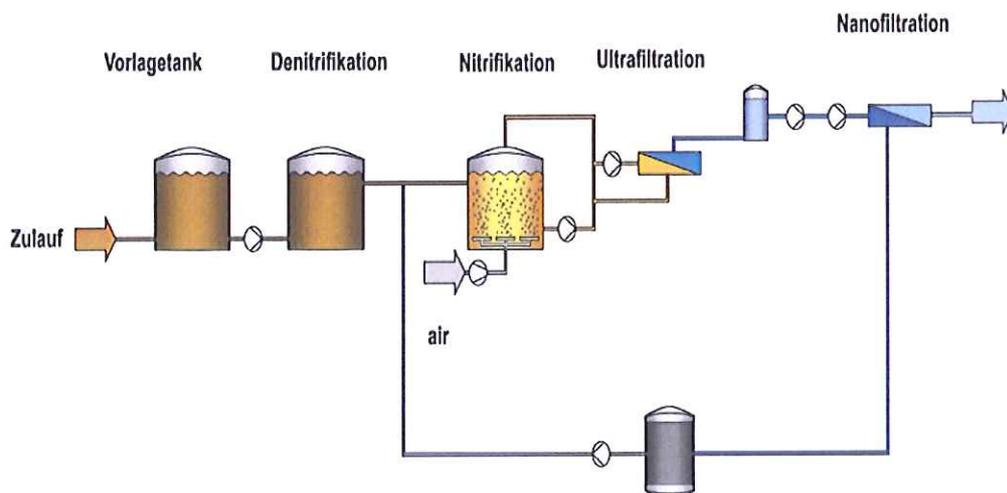


Abbildung 1: Verfahrensschema BIOMEMBRAT®-Plus Verfahren



BITControl

Beim BIOMEMBRAT®-Plus Verfahren handelt es sich um ein biologisches Abwasserreinigungsverfahren für die Behandlung hochbelasteter Industrie- und Deponiesickerwasser. Bei der biologischen Abwasserbehandlung werden hauptsächlich die Kohlen- und Stickstoffverbindungen abgebaut. Es ist im Allgemeinen von einer CSB-Elimination zwischen 50 - 90 % und einer NH₄-N-Entnahme > 95 % auszugehen.

Das BIOMEMBRAT®-Verfahren unterscheidet sich von konventionellen Belebungsanlagen grundsätzlich in zwei wesentlichen Punkten.

Bei dem BIOMEMBRAT®-Verfahren wird die Biomasse nicht über Sedimentationsvorgänge (Konventionelle Biologie KB) oder über Aufwuchsflächen (Festbett-Biologie FB) sondern durch eine Membranfiltration zurückgehalten. Der Rückhalt ist dabei aufgrund der Membrantrenngrenze von ca. 20-30 nm erheblich konsequenter als der Rückhalt der beiden anderen genannten biologischen Systeme (KB oder FB).

Des Weiteren sind ein Schwebstoffaustrag und damit eine Verminderung der Abbauleistungen aus der Biologie nicht mehr möglich. Dadurch gewinnt zum einen der biologische Prozess erheblich an Betriebsstabilität, und zum anderen werden dadurch nachfolgende Verfahrensstufen von Störstoffen konsequent entlastet.

Aufgrund der Umwandlung der für die Membranfiltration erforderlichen Pumpenergie in Wärme erhöht sich die Betriebstemperatur im Reaktor und damit auch die Prozessstabilität bei niedrigen Temperaturen. Aufgrund der durch die Stoffumwandlung erhöhten Temperaturen der Biologie in den Sommermonaten ist daher eine Kühlung vorgesehen. Der Wärmeeintrag ermöglicht eine Reduzierung des Reaktionsvolumens, da die Bemesungstemperatur einen erheblichen Einfluss auf die Reaktorbaugröße nimmt.

Aufgrund der Membranfiltration ist die Feststoffkonzentration im biologischen Reaktionsraum nicht mehr durch Absetz- oder Aufwuchseigenschaften limitiert. Wie praktische Ergebnisse zeigen, lassen sich mit einer in Rohrmodulbauweise realisierten Membrananlage Feststoffkonzentrationen bis 15-18 g/l abtrennen. Diese Biomassekonzentration muss natürlich nicht nur zurückgehalten, sondern auch mit Sauerstoff versorgt werden. Somit wird die maximale Biomassekonzentration durch die Versorgung der Organismen mit Sauerstoff limitiert.

Bei der BIOMEMBRAT®-Anlage wird die Belebung in zwei drucklosen Bioreaktoren betrieben. Die Abtrennung der Bakterienmasse vom gereinigten Wasser erfolgt mit einer Membranfiltration. Diese ermöglicht einen vollständigen Biomasserückhalt, so dass der Abbauprozess im Vergleich zu konventionellen Reinigungssystemen gesteigerter Biomasse-Konzentration (ca. 15 kgTS/m³) und hohem Schlammalter erfolgt.

Der Ablauf der Membranfiltration ist je nach Membranauswahl viren- und keimfrei. Das Permeat ist frei von Schwebstoffen. Dies stellt eine wichtige Voraussetzung für die folgende Nachbehandlung dar. Ein weiterer Vorteil der Membranfiltration besteht darin, dass die Absetzeigenschaften der Biomasse das Reinigungsverhalten des biologischen Prozesses nicht mehr negativ beeinflussen können.

Aus der Tatsache, dass beim BIOMEMBRAT®-Plus-Verfahren (System Bioreaktor / Feststoffabtrennung) hohe und schlanke Behälter mit einem speziellen Lufteintragungssystem eingesetzt werden, ergeben sich gegenüber einem konventionellen Verfahren wesentliche Vorteile.



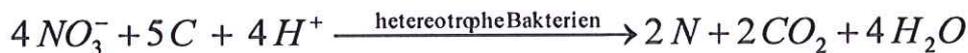
BITControl

Diese Vorteile bestehen darin, dass durch eine erheblich verbesserte Sauerstoffversorgung der Luftdurchsatz vermindert wird. Daraus folgt wiederum eine Minderung des Strippeffektes im Hinblick auf leichtflüchtige, im Wasser gelöste Schadstoffe. Ein weiterer wesentlicher Vorteil ist in der Tatsache zu sehen, dass durch das relativ hohe Schlammalter bei diesem Verfahren die Produktion von Biomasse, ausgedrückt als Überschussschlamm, reduziert wird.

4.3.2.1 Denitrifikation

Das Abwasser (Feed) wird in den Denitrifikationsreaktor geleitet, wo die Umsetzung von Nitrat zu molekularem Stickstoff (Nitratatmung) stattfindet. Dies erfolgt unter anoxischen Bedingungen durch heterotrophe Bakterien (siehe nachfolgende Gleichung). Anoxisch beschreibt einen Zustand, in dem Sauerstoff nicht gelöst sondern ungelöst oder chemisch gebunden z.B. in Form von Nitrat oder Nitrit vorliegt.

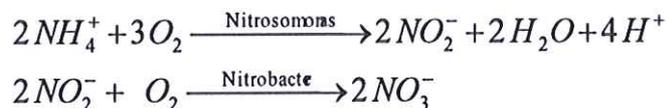
In einem solchen Milieu liegen oxidierte Verbindungen vor, die anstelle von Sauerstoff als Elektronenakzeptoren bei der anaeroben Atmung als Energielieferanten für den Stoffwechsel benutzt werden können. Liegt auch kein ungelöster Sauerstoff vor, dann handelt es sich um ein anaerobes Milieu. Liegt dagegen gelöster Sauerstoff vor, ist das System aerob.



4.3.2.2 Nitrifikation

Das Abwasser wird von der Denitrifikation in den Nitrifikationsbehälter weitergeleitet, indem unter aeroben Bedingungen ein Abbau von organischen Inhaltsstoffen und von Stickstoffverbindungen erfolgt.

Durch den biologischen Abbau von Proteinen entsteht grundsätzlich auch toxisches Ammonium (Ammonifikation), das aus dem Abwasser entfernt werden muss. Ammonium wird durch Nitrifikation d. h. mikrobielle Oxidation über Nitrit zu Nitrat umgewandelt (siehe nachfolgende Gleichung). Durch Kreislaufführung kann das entstandene Nitrat im Denitrifikationsbehälter weiter zu molekularem Stickstoff umgewandelt werden.



Zur optimalen Sauerstoffversorgung wird als Belüftungssystem eine Ejektorbelüftung (siehe Abbildung 2) eingesetzt. Dieses Belüftungssystem zeichnet durch einen besonders guten Sauerstoffeintrag aus. Damit wird die zur Belüftung benötigte Energie verringert (in Vergleich zu Membranbelüftern oder Oberflächenlüftern). Weiterhin sind diese Belüfter wartungsarm, alle Verschleißteile befinden sich außerhalb des Behälters, daher muss der Behälter zur Wartung nicht entleert werden. Durch die hohe Effizienz des Ejektorbelüftungssystems wird die benötigte Luftmenge zum Abbau der Kohlenstoffverbindungen reduziert, was wiederum die Schaumbildung verringert.



Abbildung 2: Ejektorbelüftung

Die Abtrennung des Belebtschlammes von der gereinigten Flüssigkeit (Permeat) findet in einer Ultrafiltrationsanlage (siehe nachstehendes Kapitel 4.3.2.3) statt. Bakterien und die am Belebtschlamm adsorbierten Schadstoffe werden im System sicher zurückgehalten. Der Belebtschlamm bzw. das Schlammkonzentrat aus der Ultrafiltration wird direkt zurück in den Bioreaktor gefördert, wo er erneut dem biologischen Schadstoffabbau unterliegt. Ein Teil des stetig wachsenden Belebtschlammes wird dem System regelmäßig als Überschussschlamm entzogen.

Durch Regelung von Temperatur, pH-Wert und Konzentration des gelösten Sauerstoffs können optimale Milieubedingungen für die empfindlichen Nitrifikanten geschaffen werden. Das beim biologischen Abbau entstehende CO_2 kann Schaumbildung verursachen, was die Aktivität der Bakterien und die anschließende Ultrafiltration beeinflussen kann. Daher wird ebenso eine Dosiereinrichtung für den Entschäumer installiert. Das gereinigte Wasser (Permeat) wird in einem Permeatbehälter gesammelt und kann von dort aus wieder in den Prozess eingeschleust werden.

4.3.2.3 Ultrafiltration

Durch die Ultrafiltration wird ein vollständiger Biomasserückhalt, und damit eine weitest gehende Entnahme ungelöster Verunreinigungen bis zur Partikelgröße $<0,05 \mu\text{m}$ erreicht. Das von der Membran zurückgehaltene Fluid wird als Retentat bezeichnet.

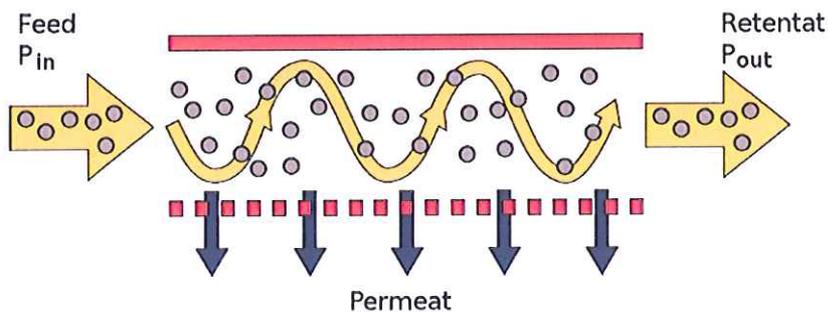


Abbildung 3: Schematische Darstellung der Cross-Flow Anströmung



BITControl

Die von Wehrle angebotene Ultrafiltration basiert auf einer Cross-Flow-Membranfiltration, wobei das Abwasser vom Bioreaktor über die Rohrmodule geleitet wird (siehe Abbildung 3). Durch die Cross-Flow-Anströmung wird das gereinigte Abwasser von der Biomasse abgetrennt, ohne eine Verblockung der Membranen zu verursachen. Dabei durchdringt das Permeat die Filterröhrchen, während sich die Biomasse aufkonzentriert und wieder zurück in den Bioreaktor geleitet wird. Neben der Biomasse werden außerdem gelöste Feststoffpartikel und Makromoleküle sicher zurückgehalten.

Im Gegensatz zur konventionellen Dead-End-Filtration, kann eine Cross-Flow-Filtration durch seitliche Anströmung der Membranen bei höheren Feststoffgehalten (TR) und somit bei höheren Biomassekonzentrationen gefahren werden. Infolgedessen können Kosten durch Nutzung kleinerer Bioreaktoren und Verringerung des zu entwässernden Schlammvolumens reduziert werden.

Je nach Abwasserzusammensetzung und Einleitanforderungen besteht ein Ultrafiltrationsstraße (UF-Loop) aus 2-6 in Reihe geschalteten Rohrmodulen. Je nach gefordertem Durchsatz werden auch mehrere UF-Loops parallel gefahren.



Abbildung 4: Beispiel einer Ultrafiltrationsstraße

Dabei wird für jede UF-Straße eine eigene Zirkulationspumpe benötigt, die die benötigte Cross-Flow-Geschwindigkeit erbringt. Dabei gilt, je höher die Anströmungsgeschwindigkeit, desto geringer ist das Risiko von Fouling und desto höher ist der Permeat-Flux. Auf Grund der optimierten Einstellungen der Wehrle Ultrafiltrationsanlagen, kann ein besonders hoher Flux bei geringem Membranflächenbedarf im Vergleich zu konventionellen Ultrafiltrationsanlagen erreicht werden. Dadurch ergeben sich wiederum Kosteneinsparungen.

Um Verblockungen zu vermeiden und eine lange Lebensdauer der Membranmodule zu erreichen, muss in regelmäßigen Abständen eine Spülung bzw. Reinigung der Ultrafiltrationseinheit erfolgen. Unsere Ultrafiltrationsanlagen sind standardmäßig mit einem automatisierten Spülkreislauf ausgestattet.

Zur Spülung kann Permeat, das in den Spültank überführt wird, genutzt werden. Alle 3-4 Monate muss eine chemische Reinigung erfolgen. Hierfür können die benötigten Chemikalien direkt in den Spültank dosiert werden. Der weitere Vorgang ist vollständig automatisiert. Sind mehrere UF-Loops installiert, so kann der Betrieb während der Reinigung dennoch über die anderen UF-Loops weiter erfolgen.



BITControl

4.3.2.4 Nanofiltration

Die biologische Reinigung des Abwassers in der ersten, vorgeschalteten Stufe erweist sich in vielfacher Hinsicht vorteilhaft für alle nachfolgenden Nachbehandlungsverfahren, da das Abwasser bereits erheblich entfrachtet ist und die Ultrafiltration über einen schwebstofffreien Ablauf verfügt. Zur Entnahme der biologisch nicht oder nur schwer abbaubaren Restfracht bieten sich eine Aufkonzentrierung mittels Nanofiltration und eine Schadstoffentnahme durch Aktivkohleadsorption an.

Die Membrantechnik wird heute ausschließlich zur selektiven Trennung bzw. Aufkonzentrierung der Schadstoffe in der Abwasserreinigung eingesetzt. Über druckgetriebene Lösungs-Diffusions-Prozesse erfolgt in den Modulen die Abtrennung der Schadstoffe aus dem Abwasser unter Erhöhung der Schadstoffkonzentration im zurückgehaltenen Konzentratstrom.

Die Wickelmodule der Nanofiltrationsanlage zeichnen sich durch hohe Permeatflüsse bei niedrigerer, transmembraner Druckdifferenz (3 - 5 bar) aus. Die Nanofiltrationsmembranen besitzen ein geringeres Rückhaltevermögen insbesondere gegenüber einwertigen Salzkationen (z. B. Cl⁻), wobei im Vergleich zu Umkehrosmose-Membranen eine annähernd gleich hohe Entnahmerate für die Summenparameter CSB und AOX erzielt wird.

Der höhere Permeatvolumenstrom des biologisch vorgereinigten Abwassers ermöglicht in Nanofiltrationsmembranen eine höhere Aufkonzentrierung des Substrates und reduziert letztlich die zu entsorgende Reststoffmenge deutlich. Über die biologische Vorbehandlung vermindert sich der Chemikalienbedarf zur Ansäuerung des Zulaufs (Feed) für den optimalen Betrieb der Nanofiltrationsanlage.

Die Abwasserreinigungsanlage wird mit einer einstufigen Nanofiltrationseinheit ausgestattet. Das Permeat der Ultrafiltration wird in den Wickelmodulen der Nanofiltration durch Aufkonzentrierung der Schadstoffe im Konzentrat einer weiteren Reinigung unterzogen.

Der Aufkonzentrierungsfaktor der Nanofiltration berechnet sich in Abhängigkeit vom Rückhalt wie folgt:

$$CF = \frac{100}{100 - \text{Rückhalt (\%)}}$$

Jede NF-Membran weist für die einzelnen Schadstoffe spezifische Rückhaltevermögen auf. Es wird angestrebt, den Ablauf der Ultrafiltration unter Einhaltung der Einleitgrenzwerte für die in der biologischen Stufe nicht abgebauten Reststoffe im Permeat 5 - 7-fach in der Nanofiltration auf zu konzentrieren. Das Konzentrat der Nanofiltration wird über eine Aktivkohleadsorption zur weiteren Schadstoffentnahme in die biologische Stufe zurückgeführt.

4.3.2.5 Aktivkohleadsorption

Im Konzentratstrom der Nanofiltration liegen insbesondere die CSB und AOX verursachenden Inhaltsstoffe in aufkonzentrierter Form vor. Um eine Aufkonzentrierung dieser Stoffe in der Biologie zu vermeiden, wird das Konzentrat zur Entfrachtung über drei in Reihe geschaltete Aktivkohleadsorber geführt. Hier werden dem System insbesondere die biologisch nicht abbaubaren Anteile der Summenparameter CSB und AOX entnommen.



BITControl

Eine hohe Beladung der Aktivkohle ist gewährleistet durch die Tatsache, dass die Adsorber sich im Konzentratstrom der Nanofiltration befinden und mit erhöhten CSB- und AOX-Konzentrationen beschickt werden. Die Beladbarkeit der Aktivkohle steigt mit der Zulaufkonzentration. Die Aktivkohle wird vom Lieferanten im Austausch gewechselt. Dabei können zwei der drei Adsorber immer in Betrieb bleiben. Die beladene Kohle wird im Hochtemperaturofen des Kohlelieferanten thermisch reaktiviert.

Die Verwendung reaktivierter Kohle in dieser Verfahrenskombination ist unproblematisch, da die Aktivkohle lediglich als Schadstoffsenke im System dient und nicht für die Einhaltung von Ablauf- und Einleitwerten verantwortlich ist.

4.3.3 Ablauf der Anlage

Im Anschluss an die oben beschriebenen Reinigungsstufen fließt das Abwasser in die beiden Speichertanks B600 und B601. Bei diesen Speichertanks handelt es sich um zwei jeweils ca. 100-150 m³ große Tanks aus Stahl mit Innenbeschichtung (nach DIN 6616). Entsprechende statische Nachweise werden vor Ausführungsbeginn nachgereicht.

Die Speichertanks dienen dazu, das Abwasser aus der CPB-Anlage vor der Einleitung in den Kanal zwischen zu speichern und zu beproben. Die Lage der beiden Tanks mit der Bezeichnung B600 und B601 ist in den beigegeführten Planunterlagen Anlage 1 ersichtlich. Die Tanks werden immer wechselweise befüllt und entleert.

Von den Abwassertanks B600 und B601 wird für jedes Abwasser-Batch eine Probe zur Analyse genommen. Die genaue Lage der Probenahmestelle wird der SGD Süd zur Messstellenfestlegung (offizielle Probenahmestelle für die behördliche Überwachung) bis spätestens nach deren Einbau mitgeteilt.

Eine Rückstellprobe wird in den Kühlschrank im Labor eingelagert und der andere Teil wird im Betriebslabor analysiert. Nachdem die Analyseergebnisse vorgelegt und geprüft worden sind und eine diesbezügliche Freigabe erteilt worden ist, wird das gereinigte Abwasser über HDPE Druckleitungen vor dem Messschacht auf dem Betriebsgelände der Willersinnguppe in die Freispiegelleitung geführt, die das Wasser an der Kreuzung Gerhard-Hauptmann-Straße/ Gerolsheimer Straße in Heßheim in die öffentliche Kanalisation leitet. Die Ablaufmenge wird über ein Durchflussmessgerät ermittelt.

Ab und inklusive dem Messschacht befindet sich der Kanal (DN 200, I=0,4%) im Eigentum der Gesellschaft zur Beseitigung von Sonderabfällen in Rheinland-Pfalz mbH (GBS). Gemäß einer Vereinbarung mit der Willersinnguppe, wird der Kanal gemeinschaftlich genutzt und die entstehenden Kosten anteilig aufgeteilt (siehe Anlage 6). Die Lage des Einleitpunkts ist dem Planausschnitt aus dem Lageplan (Anlage 1) zu entnehmen. Die hydraulische Belastbarkeit des Abwasserkanals wurde für eine maximale Einleitmenge von 120 m³/d nachgewiesen. Der Nachweis der hydraulischen Berechnung für o.g. Kanal (DN 200, I= 0,4%) liegt dem Antrag unter Anlage 7 bei.

Die Koordinaten des Einleitpunkts (Gauß-Krüger) sind:

- Rechtswert: 3449468,86
- Hochwert: 5490284,67

Zur Einleitung in den öffentlichen Kanal wird eine Einleitmenge in Höhe von durchschnittlich Q = 1,4 l/s beantragt. Diese Einleitmenge soll über 24 Stunden pro Tag und über sieben Tage pro Woche einleitbar sein.

Die Kläranlage möchte das Wasser zu bestimmten lastenarmen Tageszeiten entgegennehmen, um ihre Kapazitäten gleichmäßig auszunutzen. Die Drosselung erfolgt über die Steuerung der genannten Pumpe. Dies bedingt aber, dass die Einleitmengen höher als 1,4 l/s bzw. höher als 5 m³/h sein können. Die Tagesmenge von 120 m³ bleibt konstant.

4.4 Bemessung und Verfahrenserläuterung

Die Bemessung der biologischen Reinigungsanlage erfolgt unter Annahme der maximalen hydraulischen Menge und der maximalen Konzentration. In der Anlage 5 ist ein Ausdruck der Bemessung beigefügt. Aus dieser Bemessung ergibt sich das erforderliche Bioreaktorvolumen. Im weiteren Text werden Hinweise auf diese Bemessung mit Fettdruck gekennzeichnet.

Zur Erläuterung des folgenden Textes ist es sinnvoll, die Anlage 5 (Bemessung) und Anlage 3 (RI-Schema) sowie Anlage 1 (Plananlagen) vorliegen zu haben. Es werden im Folgenden die einzelnen Kapitel des Bemessungsprogramms, sowie deren verfahrenstechnische Umsetzung erläutert.

4.4.1 Auslegungsdaten

Die Darstellung der maximalen Konzentrationen und die Herleitung der maximalen Frachten ist in Kapitel 4.1 erläutert worden.

Der erforderliche Denitrifikationsgrad **(6)** errechnet sich aus den zugeführten Stickstofflaufkonzentrationen und der geforderten Ablaufkonzentration des Parameters Summe anorganischer Stickstoff. Da der im Abwasser vorliegende BSB₅ nicht ausreicht um die erforderliche Denitrifikation zu erzielen ist die Zugabe einer externen Kohlenstoffquelle erforderlich. Der Anteil des über externe Kohlenstoffquellen zu denitrifizierenden Stickstoffs liegt bei > 90 % **(8)**.

Die CSB Elimination **(9)** wird aufgrund der abgeschätzten Ablaufkonzentration **(5)** zu ca. 79% berechnet. Wie Sauerstoffeintragsversuche an verschiedenen Anlagen gezeigt haben, ist bei einer Einblastiefe von ca. 7 - 8 m mit einer Sauerstoffausnutzung **(11)** von > 20 – 35 % zu rechnen. Die Anströmungsgeschwindigkeit der Ultrafiltration **(12)** wird mit 3,5 – 3,8 m/sec gewählt. Es hat sich gezeigt, dass bei dieser Geschwindigkeit für Membrananlagen ein wirtschaftlicher Betriebspunkt erreicht wird. Energetisch ungünstige höhere Druckverluste werden durch höhere Filterleistung und Verlängerung der Spülintervalle abgefangen. Des Weiteren wird noch ein Sicherheitsfaktor **(13)** von 10 % bei der Ermittlung der erforderlichen Membranfläche vorgegeben.

4.4.2 Ermittlung der Zulaufmengen

Unter diesem Punkt werden die Frachten zur Ermittlung des Bioreaktorvolumens hergeleitet. Dabei wird die eliminierte CSB Fracht aus dem zu reinigenden Abwasser und die eliminierte CSB Fracht aus der externen Kohlenstoffquelle zur Denitrifikation aufsummiert **(18)**.

Die mikrobielle Denitrifikation ist dadurch gekennzeichnet, dass die meisten der heterotrophen Bakterien in der Lage sind, bei Fehlen von gelöstem Sauerstoff ihre Atmung auf die Nutzung von an Stickstoff gebundenem Sauerstoff umzustellen. Notwendig hierzu ist jedoch, dass ausreichende Mengen an leicht abbaubaren, organischen Substanzen vorhanden sind. Als externe Kohlenstoffquelle wird Essigsäure eingesetzt. Die zum Einsatz kommende Essigsäure ist dem Kapitel 4.7.4 zu entnehmen.

Je kg Stickstoff werden ca. 3,75 kg BSB₅ oder eliminierbarer CSB benötigt **(14)**. Der BSB₅ von Essigsäure (100 %) beträgt 1,06 kg BSB₅/kg. Die Essigsäure wird in mehreren IBC-Gebinden auf entsprechenden Auffangwannen neben den Bioreaktoren und der Ultrafiltration gelagert. Die Essigsäuredosiermenge wird manuell durch den Betreiber entsprechend der Zulaufmenge und Stickstoffkonzentration eingestellt. Das Essigsäurelager wird nach den vorgesehenen Richtlinien ausgeführt.

Eine Phosphorversorgung der Organismen kann bei der biologischen Abwasserbehandlung erforderlich werden, um das optimale Nährstoffverhältnis zu gewährleisten. Die eingesetzte Säure ist Kapitel 4.7.4 zu entnehmen. Der Verbrauch **(17)** wird mit maximal 0,08 l/m³ Abwasser angenommen. Bei der Verbrauchsangabe wurde der Phosphorgehalt im Abwasser nicht berücksichtigt, so dass die tatsächlich zudosierte Phosphorsäuremenge im laufenden Betrieb geringer sein dürfte.

Wie die CSB Zulaufmengen unter **(18)** zeigen, besteht ein hoher Anteil der gesamten eliminierten CSB Fracht aus der externen Kohlenstoffquelle. Hier macht sich die hohe Denitrifikationsrate bemerkbar. Die zu nitrifizierenden Stickstofffracht und die daraus resultierende zu denitrifizierende Nitratfracht sind ebenfalls unter **(18)** aufgeführt.

4.4.3 Ermittlung des Bioreaktorvolumens

Das Bioreaktorvolumen wird unter Vorgabe der maximalen Biomassekonzentration **(21)** und der Betriebstemperatur **(19)** berechnet. Die Herleitung des Reaktionsvolumens erfolgt dabei auf Grundlage des Arbeitsberichtes der ATV Arbeitsgruppe 7.2.26 „Abwässer aus Abfalldeponien“.

Die Bemessung der Denitrifikation erfolgt über die von der Temperatur **(19)** und von der Nitratschlammabbauleistung **(20)** errechnete maximale Nitratschlammbelastung **(25)** und der vorgegebenen Nitratfracht **(18)**. Das Nitrifikationsvolumen ermittelt sich aus dem Biomassenanfall aus dem Kohlenstoffabbau, dem Biomassenanfall aus dem Stickstoffabbau und der Biomassenzerfallsrate. Im Einzelnen sind die Herleitungen dem oben erwähnten Arbeitsbericht zu entnehmen.

Aus der Dimensionierung ergibt sich ein erforderliches Denitrifikationsvolumen **(29)** von 56 m³ und ein erforderliches Nitrifikationsvolumen **(31)** von 328 m³. Gewählt werden für die Denitrifikation 100 m³ **(32)** Nutzvolumen und für die Nitrifikation 350 m³ **(33)** Nutzvolumen.

Das Abwasser wird aus der Vorlage mittels zweier redundant angeordneten Beschickungspumpen zunächst in den anoxischen Denitrifikationsreaktor gefördert. Hier wird das durch Kreislaufführung aus der Nitrifikationszone mittels einer Nitratrückförpumpen bzw. der UF-Einspeisepumpe das zurückgeführte Nitrat durch mikrobielle Umsetzung unter Rückgewinnung des Sauerstoffs in molekularen Stickstoff überführt. Des Weiteren bewirkt die Eindosierung der Kohlenstoffquelle im Eingang des Reaktors eine hohe BSB₅ Schlammbelastung. Diese wiederum bewirkt eine hohe Nitrat-Abbauleistung.

Aufgrund der Zulaufmenge und der Nitratrückführung aus dem aeroben Reaktor werden der Denitrifikation stündlich 100 m³ zugeführt. Daraus errechnet sich eine Verweilzeit von ca. 60 Minuten. Anschließend gelangt der Volumenstrom in den ersten Nitrifikationsreaktor.



BITControl

Die zwei Reaktoren sind frei kommunizierend, so dass zwischen der Denitrifikation und der Nitrifikation keine Pumpen erforderlich sind. Die Nitrifikation des im Abwasser befindlichen Ammoniumstickstoffs vollzieht sich ebenso wie der Abbau der Kohlenstoffverbindungen in den angeordneten Nitrifikationsreaktoren, welche dem Denitrifikationsreaktor nachgeschaltet sind. Der Nitrifikationsreaktor ist als volldurchmischer Reaktor zu betrachten. Die Durchmischung des Reaktors ergibt sich aufgrund der eingetragenen Luftmenge sowie aufgrund der zu- und abfließenden Belebtschlammengen.

Die Sauerstoffkonzentration in den Nitrifikationsreaktoren liegt zwischen 1 und 4 mg/l. In dem aeroben Bioreaktor werden die Kohlenstoffverbindungen und die nicht in oxidierte Form vorliegenden Stickstoffverbindungen des Abwassers weitestgehend mikrobiell umgesetzt.

Eine aufgrund der Nitrifikation eintretende pH-Wert-Absenkung ist durch den für die Anlage Deponie Heßheim hohen Denitrifikationsgrad und den damit verbundenen Rückgewinn an Säurekapazität nicht zu erwarten. Das hohe Rückführverhältnis bewirkt einen gleichbleibenden pH-Wert in allen Reaktoren. Eine Zugabe von Neutralisationsmittel ist daher nicht erforderlich.

Der Nitrifikationsreaktor ist mit einer Treibstrahlbelüftung ausgestattet. Die Treibstrahlbelüftung besteht aus der Treibstrahlpumpe und zwei Drehkolbengebläsen der Luftzuführung von den Gebläsen zum Injektor und dem im Reaktor angeordneten Injektor selbst, der die Aufgabe hat, die eingetragene Luft mit dem Belebtschlamm zu vermischen.

Vom Nitrifikationsreaktor erfolgt eine Nitratrückführung zur Denitrifikation über die Membranstufe. Dabei werden vom Nitrifikationsreaktor ca. 100 m³/h Belebtschlamm (39) der Denitrifikation zugeführt. Diese Rückführung wird von der Einspeisepumpe der UF bewerkstelligt. Aus diesem Nitratrückführvolumenstrom errechnet sich ein Rückführverhältnis gesamt von insgesamt 15 - 20. Mit diesem Rückführverhältnis sind Denitrifikationsraten von 90 - 95 % möglich.

Die Rückführung von physikalisch gelöstem Sauerstoff in die Denitrifikation beträgt bei einer Nitratrückführmenge von ca. 100 m³/h und einer O₂ Konzentration von 2g/m³ etwa 200 g O₂/h. Diese Sauerstofffracht spielt gegenüber der zugeführten CSB Fracht eine untergeordnete Rolle. Die O₂-Rückführung kann gegenüber den zugeführten Substratfrachten vernachlässigt werden, da sie lediglich ca. 0,5 % der abgebauten CSB-Fracht ausmacht.

4.4.4 Bemessung des Überschussschlammanfalls

Der durch die biologische Elimination der organischen Abwasserinhaltsstoffe zuwachsende Belebtschlamm wird dem System entnommen. Der mittlere Biomassenanfall, bezogen auf die mittlere Zulaufmenge und die mittleren Konzentrationen, berechnet sich zu ca. 100 L/m³ (46).

Der Überschussschlamm wird wöchentlich bei Bedarf abgezogen und in ein Silofahrzeug abgefüllt und dann extern entsorgt. Der Belebtschlamm wird aus der Retentatleitung direkt an dem Ultrafiltrationskreislauf entnommen.



4.4.5 Bemessung Sauerstoffversorgung

Der Sauerstoffbedarf wird durch die Kohlenstoffatmung, die endogene Atmung und den O₂-Verbrauch für die Nitrifikation bestimmt. Der Sauerstoffverbrauch der kohlenstoffabbauenden Organismen ergibt sich aus folgender Gleichung:

$$OV_c = 0,7 * B_{D,CSB} + V_{BB} * 0,02 * TS_{BB} \text{ (kg O}_2\text{/d)}$$

mit	$B_{D,CSB}$	= Fracht des abgebauten CSB (kgO ₂ /d) (18)
	V_{BB}	= Bioreaktorvolumen $V_{DN} + V_N$ (m ³)
	TS_{BB}	= Trockensubstanz im Bioreaktor (kg TS/m ³) (21)

Der für Belebungsanlagen gültige Abminderungsfaktor von 0,7 wird aufgrund des hohen Feststoffgehaltes und des hohen Schlammalters in Membranbioreaktoren mit 1,0 angesetzt, sodass keine Abminderung erfolgt. Somit ergibt sich ein Sauerstoffverbrauch der Kohlenstoffabbauer von 1050 kg O₂/d. **(47)**

Nach der Ermittlung der Stickstofffrachten **(18)** berechnet sich der Sauerstoffbedarf für die Stickstoffabbauer zu **(48)**:

$$OV_N = Q * (4,6 * NO_3-N_e + 1,7 * NO_3-N_D) / 1000 \text{ (kgO}_2\text{/d)}$$

mit	NO_3-N_e	= Nitratstickstoff im Anlagenablauf (kg/d)
	NO_3-N_D	= denitrifizierter Nitratstickstoff (kg/d)

Somit errechnet sich der maximale Sauerstoffbedarf zu 310 kgO₂/d. Unter der Voraussetzung einer 25 %-igen Sauerstoffausnutzung und eines Stoßfaktors von 1,0 berechnet sich die erforderliche Luftmenge zu 944 m³/h. **(49)** Es werden zwei Drehkolbengebläse mit der Liefermenge von ca. 1.000 m³/h vorgesehen.

Die für die Sauerstoffversorgung der Nitrifikation notwendige Luft wird durch die Gebläse bereitgestellt und direkt in die Nitrifikation eingeblasen. Der Eintrag der erforderlichen Luft erfolgt über einen Flüssigkeitsstrahl-Gasmischer, bei dem die einzutragende Luft an den Belebtschlamm-Treibstrom herangeführt wird. Die aus der Biologie austretende Abluft mit einem Volumen von ca. 1.000 m³/h wird ins Freie abgegeben.

4.4.6 Bemessung Ultrafiltration

Die Ultrafiltrationsanlage zur Abtrennung der Biomasse besteht im Wesentlichen aus einer Einspeisung, den Modulen mit den Membranen, der Beschleunigerpumpe, den Spüleinrichtungen und der Permeatsammlung mitsamt der Ableitung.

Der Belebtschlamm wird aus der Nitrifikation mit der Einspeisepumpe in den Kreislauf der UF gefördert. Die Einspeisemenge beträgt ca. 100 m³/h. Da der Ultrafiltrationsanlage über die Membrane bei maximaler Auslastung 5,0 m³/h entnommen werden, gehen die überschüssigen 95 m³/h plus 5 m³/h Abwasser zur vorgeschalteten Denitrifikation zurück.

Ein Ultrafiltrationsmodul ist 3 m lang. Innerhalb eines jeden Moduls sind ca. 27 m² Ultrafiltrationsmembran untergebracht. Um die erforderliche Membranfläche von ca. 78 m² **(62)** zu installieren, sind konstruktiv insgesamt 3 Module erforderlich. Diese Modulanzahl wird in einer UF-Linie **(68)** mit 4 seriell angeordneten Modulen installiert. Die UF-Linie ist mit einer Beschleunigerpumpe versehen, welche die erforderliche Anströmung über der Membran erzeugt.

Innerhalb des Ultrafiltrationskreislaufes fördert zur Erzielung einer ausreichenden Anströmgeschwindigkeit eine Beschleunigerpumpe den Belebtschlamm über die 4 seriell angeordneten Ultrafiltrationsmodule. Aufgrund der Anströmgeschwindigkeit wird eine Deckschichtbildung auf der Membran verhindert, beziehungsweise effektiv der Bildung von Belägen auf den Membranen, die eine Minderung des Permeatflusses bewirken würden, vorgebeugt.

Der Filtereingangsdruck der Ultrafiltration setzt sich zusammen aus Systemdruck, Wassersäule und dem notwendigen Druck zur Überwindung der Reibungsverluste in der Filtrationsanlage. Er beträgt maximal 5 bar. Innerhalb der Straße erfolgt ein Druckverlust von ca. 2,4 – 3,2 bar, so dass der gesamte Kreislauf unter ca. 0,8 -1,0 bar Vordruck arbeitet. Der mittlere Transmembrandruck beträgt ca. 2,5 bar.

Der hydraulische Durchsatz der biologischen Behandlungsstufe wird von der Permeatleistung der Ultrafiltration bestimmt. Die Ultrafiltration besteht aus einer Straße, die 5,0 – 6,5 m³/h produziert.

Wie sich im mehrjährigen Betrieb bestehender Anlagen gezeigt hat, ist die Ultrafiltration äußerst robust und betriebsstabil. Aufgrund der hohen Anströmgeschwindigkeit in der Ultrafiltration und des damit verbundenen Selbstreinigungseffektes ist eine chemische Spülung der Membranen nur etwa 4- bis 6 Wochen erforderlich.

Dazu wird in der Spülvorlage eine Spüllösung vorbereitet. Eine Vorspülung der Membranen erfolgt durch Umpumpen von Ultrafiltrationspermeat mit Hilfe der Spülpumpe. Dieses Permeat gelangt wieder zurück in den Bioreaktor.

Danach wird die Spüllösung mittels der Spülpumpe und der Kreislaufpumpe über die UF-Membranen zirkuliert. Nach Abschluss der Reinigung wird die Spüllösung der Abwasservorlage bzw. der Biologie zugeleitet. Zum Ansetzen der Spüllösung wird Frischwasser verwendet. Die eingesetzten Membranreiniger sind in Kapitel 4.7.4 dargestellt.

Das ablaufende Permeat der einzelnen Module gelangt im freien Gefälle in den Permeattank. Mit der NF-Zulaufpumpe wird das Permeat der Nanofiltration zugeführt. Überschüssiges Permeat wird mit Hilfe der Permeatrückförderpumpe zurück in die Biologie gepumpt. Auch bei Überschreitung der geforderten Ammoniumstickstoffablaufkonzentration tritt die Permeatrückführung in Kraft.

4.4.7 Nachgeschaltete Membraneinheit als Nanofiltration

Aufgrund der erforderlichen Entnahme der Rest-CSB- und der AOX - Verbindungen wird eine zweite Reinigungsstufe zwingend erforderlich. Wegen der bei Indirekteinleitung geforderten hohen Betriebsstabilität, und aufgrund der Auslegungskonzentrationen wird für die Anlage eine nachgeschaltete Membraneinheit gewählt.

Für diese Membraneinheit sind Nanofiltrationsmembranen optimal, da diese bezüglich der organischen Inhaltsstoffe einem hohen Rückhalt, bei den anorganischen Inhaltsstoffen jedoch eine weitestgehende Durchlässigkeit bieten. So werden bei den bisher in Betrieb befindlichen großtechnischen Anlagen Ausbeuten zwischen 75 und 90 % erreicht. Dabei werden CSB Rückhalteleistungen > 93% erzielt. Der Rückhalt bezüglich der AOX verursachenden Inhaltsstoffe liegt zwischen 80 und 98 %, so dass eine konsequente Einhaltung der Indirekteinleitergrenzwerte gegeben ist.



BITControl

Im Gegensatz zur Ultrafiltration werden in der Nanofiltration kostengünstige Wickelmodule eingesetzt. Dieses ist aufgrund der optimalen Fest-Flüssig Trennung beim BIOMEMBRAT®-Verfahren möglich. Der maximale Anlagendurchsatz in der Nanofiltration setzt sich zusammen aus der maximalen Anlagenleistung der ersten Stufe zuzüglich der rückgeführten Konzentrate.

$$5,0 \text{ m}^3/\text{h} + 1,25 \text{ m}^3/\text{h} = 6,25 \text{ m}^3/\text{h}$$

In der Summe ergibt dies einen Q_{\max} von $150 \text{ m}^3/\text{d}$ entsprechend $6,25 \text{ m}^3/\text{h}$. Bei einer Fluxleistung von $15 - 20 \text{ l/m}^2\text{h}$ bei 25 °C und $5-15 \text{ bar}$ Betriebsdrucks errechnet sich eine erforderliche Membranfläche nach:

$$\frac{\text{max. Permeatmenge}}{\text{Permeatleistung}} = \frac{5000 \text{ l/h}}{18 \text{ l/m}^2\cdot\text{h}} = 280 \text{ m}^2$$

Die Wickelmodule werden seriell auf einem Modulblock angeordnet.

- Membranfläche je Element 37 m^2
- erforderliche Modulanzahl $\frac{\text{erforderliche Membranfläche } 280 \text{ m}^2}{\text{Membranfläche je Element } 37 \text{ m}^2} = 7,5$
- gewählte Modulzahl $8 \text{ Stück insgesamt}$
- gesamte Membranfläche 296 m^2

Die Leistungsreserve der Nanofiltration liegt in der gewählten Membranfläche, einer Druckerhöhung auf 15 bar sowie einer größeren Permeatleistung bei höheren Temperaturen.

Der Ablauf der Ultrafiltration wird in der Vorlage Nanofiltration (Permeattank UF) gesammelt. Aus der Vorlage wird das biologisch vorgereinigte Abwasser entnommen und der pH-Wert mittels Säurelösung auf $\text{pH } 6,3 - 6,5$ eingestellt. Diese pH-Wert Absenkung ist erforderlich um Ausfällungen anorganischer Stoffe innerhalb der Nanofiltration zu vermeiden. Die Säure wird im Säurebehälter gelagert und über die Dosierpumpe der Mischstrecke zugegeben.

Vom Vorlagebehälter wird das biologisch vorgereinigte Abwasser mittels der Einspeisepumpe über die Mischstrecke und die Filter (Feststoffentnahme) zur Saugseite der Hochdruckpumpe gefördert. Die Hochdruckpumpe setzt den Nanofiltrationskreislauf unter den gewünschten Betriebsdruck.

Die Nanofiltrationskreislauf besteht aus einem internen Rezirkulationskreislauf, der über eine Beschleunigerpumpe beschickt werden. Durch diese Pumpe ist eine konstante Anströmung der Module gewährleistet, unabhängig von der der Stufe zugeführten Feedmenge.

Das Konzentrat wird der Aktivkohleadsorption zugeführt.

Das An- und Abfahren der Nanofiltrationsanlage erfolgt automatisch. Nach dem Abfahren der Anlage wird die Spülung der Nanofiltration automatisch vorgenommen. Aufgrund von Deckschichtbildung auf der Membranoberfläche müssen die Module gereinigt werden.



Die Spülung wird automatisch eingeleitet, wenn ein vorgegebener minimaler Permeatfluß pro Stufe unterschritten wird, bzw. wenn die Anlage abgefahren wird.

Die Reinigungslösung wird im Spülvorlagebehälter angesetzt. Dazu werden die Chemikalien je nach Bedarf aus den Vorlagebehältern (saurer bzw. alkalischer Reiniger) zugegeben. Als Verdünnungswasser für die Reinigungslösung wird Frischwasser benutzt. Die Reinigungslösung wird über die Spülpumpe in die Module gepumpt. Bei der Reinigung werden das Permeat und das Konzentrat in den Spülbehälter zurückgeführt. Somit entsteht ein geschlossener Kreislauf, die Reinigungszeit ist frei wählbar.

Die Steuerung der Anlage ist so konzipiert, dass mehrere Reinigungen/Spülungen nacheinander automatisch möglich sind, z. B. Spülung mit Permeat, Reinigung mit saurer Reinigungslösung, Reinigung mit alkalischer Reinigungslösung Spülung mit Permeat.

4.4.8 Behandlung des Nanofiltrationskonzentrates mittels Aktivkohleadsorption

Die Entfrachtung (CSB, AOX) der Nanofiltrationskonzentrate erfolgt mittels Aktivkohle-Adsorption. Durch das relativ hohe Konzentrationsniveau dieses Abwasserstromes können hohe Beladungsraten erreicht werden, so dass der Verbrauch an Aktivkohle reduziert wird. Der Ablauf der Aktivkohleanlage wird der Biologie wieder zugeführt.

Das Aktivkohleadsorptionsverfahren basiert auf der physikalischen Adsorption von CSB- und AOX-Komponenten an Aktivkohle. Dabei stehen die Konzentrationen der Inhaltsstoffe an der Aktivkohleoberfläche im Gleichgewicht zu den Konzentrationen in der wässrigen Phase. Merkmal von Aktivkohle ist ein stark ausgebildetes Porensystem und die daraus resultierende sehr große innere Oberfläche, welche durch entsprechende exotherme Behandlung von Kohle entsteht. Typische innere Oberflächen bewegen sich im Bereich von 800 - 1000 m²/g Aktivkohle.

Bei der Adsorption von Molekülen handelt es sich um die Kompensation von Massenanziehungskräften, einer Art der van der Waals Kräfte, in der Aktivkohle.

Der Bedarf an Aktivkohle errechnet sich aus den jährlich zu adsorbierenden mittleren CSB- und AOX-Frachten, sowie der Beladungshöhen der einzelnen Parameter. Die Beladungshöhen sind konzentrationsabhängig, d.h. bei höheren Zulaufkonzentrationen sind höhere Beladungen zu erwarten. Die Beladungsangaben stammen aus dem Betrieb großtechnischer Anlagen.

	Zu adsorbierende maximale Fracht	Beladung
CSB	132 kg CSB/d	0,50 kg CSB/kg AK
AOX	30 g AOX/d	0,50 g AOX/kg AK

Aus den genannten Werten ergeben sich aufgrund der AOX Frachtadsorption unter Zugrundelegung der maximalen Zulaufkonzentrationen Verbrauchswerte von maximal 2,2 kg AK je m³ Abwasser.

Unter der Annahme, dass die Zulaufkonzentration im Jahresmittel ca. 25 % geringer ist als die maximale Zulaufkonzentration, ergibt sich die jährliche Aktivkohleverbrauchsmenge zu:

$$2,2 \text{ kg AK/m}^3 \cdot 40.000 \text{ m}^3/\text{a} \cdot 0,75 = 66.000 \text{ kg/a}$$



BITControl

Die Kontaktzeit der Aktivkohle liegt bei der Serienschaltung von 2 x 15 m³ Aktivkohle und einem Volumenstrom von im Mittel 0,8 m³/h bei 37 Stunden. Diese Kontaktzeit liegt weit im Bereich der notwendigen Kontaktzeiten von mindestens 6 Stunden. Diese langen Kontaktzeiten sind bei geringen Wassermengen mit hohen Konzentrationen nicht unüblich, da sich das Adsorbervolumen in diesen Fällen zumeist an die logistischen Mengen des Kohlewechsels orientiert. Bei geringerer Schadstofffracht verlängert sich die Standzeit der Aktivkohlefilter entsprechend.

Das Nanofiltrationskonzentrat durchfließt in Serienschaltung von oben nach unten zwei Festbettadsorber mit jeweils 15 m³ (je ca. 6,5 t) granulierter Aktivkohle. Die Adsorber sind als Stahlbehälter innen beschichtet ausgeführt. Ein weiterer Adsorber steht als Transferadsorber zur Verfügung.

Die Beladung der Aktivkohle erfolgt in Fließrichtung, während die Beladungszone der Aktivkohle mit fortwährendem Betrieb der Anlage durch die einzelnen Filter wandert. Die Betriebskontrolle der Anlage erfolgt im Ablauf des letzten Adsorbers. Der Beladungszustand jedes einzelnen Filters wird in dessen Ablauf gemessen, wobei als Kontrollparameter der CSB-Wert aussagefähig ist.

Sobald der erste Adsorber erschöpft ist, d. h. die Ablaufwerte sich nur noch unwesentlich von den Zulaufwerten unterscheiden, erfolgt der Austausch dieser Kohlefüllung. Die neu angelieferte Kohlefüllung wird dann in der Serienschaltung an das Ende gesetzt, so dass im Ablauf immer die neue unbeladene Kohlefüllung wirken kann. Dieses Prinzip der rollenden Serienschaltung gewährleistet hohe Kohlebeladungen bei gleichzeitig hohen Entnahmegraden. Die Verrohrung der Anlage ermöglicht eine Betriebsweise in Serien- und Parallelschaltung. Aufgrund der längeren Verweilzeit empfiehlt sich die serielle Betriebsweise.

Bei einer Füllmenge von ca. 6.500 kg Aktivkohle je Adsorber und einem jährlichen Aktivkohleverbrauch von 66.000 kg/a ergeben sich ca. 10 Kohlewechsel pro Jahr. Bezogen auf die zugeführte Abwassermenge (40.000 m³/a / 10) ist ein Aktivkohlewechsel nach einer verarbeiteten Abwassermenge von ca. 4000 m³ erforderlich. Der Aktivkohlewechsel erfolgt mittels Druckluft (2 bar). Die Aktivkohle wird als Aufschlammung durch die Druckluft vom Filter in den Silozug und vom Silozug in den Filter gefördert. Die Druckluftversorgung erfolgt vom Silofahrzeug. Die gesamte Verrohrung ist so vorgesehen, dass ein kontakt- und staubfreier Wechsel der Aktivkohle in kürzester Zeit möglich ist.

Es steht ein Transferbehälter zum Kohlenwechsel zur Verfügung. Die Lieferanten der Aktivkohle stellen Fachpersonal zur Verfügung, so dass lediglich die Stellung einer weiteren Person für Hilfeleistungen benötigt wird. Zum Austrag der Aktivkohle vom Adsorber zum Transportfahrzeug wird Ultrafiltrationspermeat eingesetzt. Zum Eintrag der frischen Aktivkohle vom Transportfahrzeug in den Adsorber wird Frischwasser eingesetzt. Das beim Kohlewechsel anfallende Wasser wird der Abwasservorlage zugeführt.

4.5 Schadstoffbetrachtung

4.5.1 Kohlenstoffverbindungen

In der biologischen Stufe erfolgt der aerob anoxische Kohlenstoffabbau bis hin zum Kohlendioxid. In den Hochleistungs-Bioreaktoren wird ein größtmöglicher Abbau und Verwertung der Kohlenstoffverbindungen angestrebt, um die externe Zudosierung einer für die Denitrifikation notwendigen Kohlenstoffquelle auf ein Minimum zu beschränken.

In der biologischen Stufe werden 50 - 90 % des CSB im Abwasser destruiert. Die verbleibenden CSB-Restfrachten im Ablauf der Biologie werden über die nachfolgende Nanofiltration aufkonzentriert und über die Aktivkohleadsorption entnommen. Die geforderten Ablaufqualitäten bezüglich CSB und AOX lassen sich über diese biologisch-chemische Verfahrensverknüpfung sicher und wirtschaftlich effizient erreichen.

4.5.2 Stickstoffverbindungen

Die Stickstoffverbindungen im Abwasser (TKN, NH₄-N) werden in der biologischen Stufe über die mikrobiellen Prozesse Nitrifikation - Denitrifikation biochemisch zu Nitrit, Nitrat und elementarem Stickstoff umgesetzt. Die Nitrifikation des Abwassers erfolgt bei einer ungehemmten Nitrifikation bis zu einem NH₄-Gehalt < 10 mg/l.

Die Denitrifikationsrate von Nitratstickstoff wird bei Bedarf über Nährstoffzugaben (externe C-Quelle, externe P-Quelle) sowie das Rückführverhältnis optimiert. Es wird eine hohe Denitrifikationsrate angestrebt. Der geforderte Grenzwert für die anorganischen Stickstoffverbindungen von 100 mg/l im Ablauf der Anlage kann sicher eingehalten werden.

4.5.3 Organische Halogenverbindungen

Die AOX-Werte im Zulauf liegen im Abwasser bei maximal 0,7 mg/l. Erfahrungsgemäß reicht die biologische Reinigung zur Einhaltung der gesetzlichen Mindestanforderung für AOX von 0,5 mg/l nicht immer aus. Die Betriebsergebnisse bei der Verfahrenskombination von BIOMEMBRAT-Anlagen mit Aktivkohlestufen ergaben jedoch, dass der Einleitgrenzwert von 0,5 mg/l sicher eingehalten wird.

Die Auslegung der Aktivkohlereaktoren erfolgt nach der zu behandelnden CSB-Fracht, da hierfür relativ gesehen ein höherer Mitteleinsatz erforderlich ist. Die AOX-Verbindungen werden hierbei in jedem Fall adsorbiert, da weniger Aktivkohle als bei der CSB-Adsorption benötigt wird.

4.5.4 Schwermetalle

Die Schwermetallkonzentrationen im Abwasser liegen unter den geforderten Einleitgrenzwerten nach Tabelle 3 Kapitel 3.2.

4.5.5 Salze

Die im Abwasser gelösten Salze verlassen die Anlage vollständig. Es erfolgt keine Aufsalzung in der Abwasserreinigungsanlage.

4.6 Bautellspezifikationen

4.6.1 Elektrische Aggregate

Im Folgenden wird auf die Funktion der einzelnen Pumpen und Aggregate näher eingegangen.

Zulaufpumpen Biologie

Die Zulaufpumpen Biologie fördern das Abwasser aus der Vorlage in die Denitrifikation.

Ausführung: Exzentrerschneckenpumpe

Anzahl: 2 Stk.



BITControl

Einspeisepumpe UF

Mit dieser Pumpe wird die Rücklaufschlammmenge aus der Nitrifikation in die Denitrifikation gefördert. Dabei dient dieser Volumenstrom als Einspeisung für den Ultrafiltrationskreislauf.

Ausführung: Kreiselpumpe

Anzahl: 1 Stk.

Treibstrahlpumpe

Mit dem Förderstrom werden die Injektoren der Nitrifikation angetrieben.

Ausführung: Kreiselpumpe

Anzahl: 1 Stk.

Gebälse

Das Gebälse versorgt die Biologie mit dem notwendigen Sauerstoff.

Ausführung: Drehkolbengebläse

Anzahl: 2 Stk.

Kühlung

Zur Kühlung der Biologie während der warmen Jahreszeit ist ein Nasskühlturm vorgesehen.

Ausführung: Nasskühlturm mit Wärmetauscher

Anzahl: 1 Stk.

Beschleunigerpumpe - Ultrafiltration

Mit dieser Pumpe wird die zur Filtration erforderliche Anströmgeschwindigkeit erzielt.

Ausführung: Kreiselpumpe

Anzahl: 1 Stk.

Spülpumpe Ultrafiltration

Diese Pumpe dient der Spülung der Ultrafiltrationsstraße. Ausführung: Kreiselpumpe

Anzahl: 1 Stk.

Permeatpumpe

Mit dieser Pumpe wird das überschüssige Permeat der Ultrafiltration zurück in die Biologie geführt.

Ausführung: Kreiselpumpe

Anzahl: 1 Stk.

Zulaufpumpe NF

Mit dieser Pumpe wird das UF-Permeat der NF zugeführt.

Ausführung: Kreiselpumpe

Anzahl: 1 Stk.

Zirkulationspumpe NF

Mit dieser Pumpe wird die zur Filtration erforderliche Anströmgeschwindigkeit erzielt.

Ausführung: Kreiselpumpe

Anzahl: 1 Stk.

Hochdruckpumpe NF

Mit dieser Pumpe wird der erforderliche Filtrationsdruck erbracht.

Ausführung: Kreiselpumpe

Anzahl: 1 Stk.



BITControl

Steuerluftkompressor

Der Steuerluftkompressor versorgt die pneumatischen Armaturen mit Druckluft.

Ausführung: Kolbenkompressor

Anzahl: 1 Stk.

Dosierung Reiniger

Die Pumpe dient zur Dosierung von Reinigern in die Spülvorlagen UF/NF.

Ausführung: Fasspumpe

Anzahl: 2 Stk.

Dosierung Entschäumer

Die Pumpe dient zur Dosierung von Entschäumer in die Biologie.

Ausführung: Membrandosierpumpe

Anzahl: 1 Stk.

Dosierung Essigsäure

Die Pumpe dient zur Dosierung von Essigsäure in die Biologie.

Ausführung: Membrandosierpumpe

Anzahl: 1 Stk.

Dosierung Phosphorsäure

Die Pumpe dient zur Dosierung von Phosphorsäure in die Biologie.

Ausführung: Membrandosierpumpe

Anzahl: 1 Stk.

4.6.2 Behälter

Reaktor Vorlage

Der Zulaufspeicher wird durch eine Zulaufpumpe beschickt.

Volumen: 250 m³

Ausführung: emaillierter Stahl-Behälter

Anzahl: 1

Reaktoren Biologie

In den zwei Reaktoren der Biologie laufen die biologischen Prozesse Denitrifikation, Nitrifikation und CSB-Abbau ab.

Volumen: Deni. ca. 100 m³, Volumen Nitri. ca. 350 m³

Ausführung: emaillierter Stahl-Behälter

Anzahl: 2

Permeattank UF (Permeatvorlage NF)

Dient als Pumpenvorlage für die Permeatpumpe bzw. der NF-Zulaufpumpe

Volumen: ca. 1,0 m³

Ausführung: PE-Behälter

Spülvorlage Ultrafiltration

Dieser Behälter dient zum Ansetzen der Reinigungslösungen zum Spülen der Ultrafiltration und ist derselbe Behälter wie die Permeatvorlage

Volumen: ca. 1,0 m³

Ausführung: PE-Behälter



BITControl

Spülvorlage Nanofiltration

Dieser Behälter dient zum Ansetzen der Reinigungslösungen zum Spülen der Nanofiltration.

Volumen: ca. 0,5 m³
Ausführung: PE-Behälter

Wechselgebinde Phosphorsäure

Die Phosphorsäure dient der Bereitstellung eines ausreichenden Angebotes an Phosphor zum Aufbau der Zellsubstanz des Belebtschlammes.

Volumen: ca. 35 Liter
Ausführung: Wechselgebinde

Lagertank Essigsäure

Dient zur Lagerung der als Kohlenstoffquelle für den biologischen Prozess eingesetzten Essigsäure.

Volumen: ca. 2 x 1,0 m³
Ausführung: IBC-Wechselgebinde aus PE auf Auffangwanne

Wechselgebinde Entschäumer

Der Entschäumer wird direkt in den Belebtschlamm dosiert, falls Schaum auftritt.

Volumen: ca. 0,2 m³
Ausführung: Wechselgebinde

Reiniger 1

Die Dosierung in den Spülbehälter erfolgt direkt aus dem Anlieferungsgebinde, um ein Umfüllen vor Ort zu vermeiden.

Art: Saurer Reiniger
Volumen: ca. 20 Liter
Ausführung: Anlieferungsgebinde

Reiniger 2

Die Dosierung in den Spülbehälter erfolgt direkt aus dem Anlieferungsgebinde, um ein Umfüllen vor Ort zu vermeiden.

Art: Alkalischer Reiniger
Volumen: ca. 22 Liter
Ausführung: Anlieferungsgebinde

Aktivkohle-Adsorber

Volumen: ca. 15 m³
Ausführung: Stahl-Behälter
Anzahl: 3

4.6.3 Rohrleitungen

Die Verrohrung ist zum größten Teil aus Abwasserbeständigem Polyäthylen (PE-HD; PVC) in PN10 gefertigt. Alle PE-Rohrverbindungen sind geschweißt, die PVC-Leitungen geklebt. Die Armaturen werden mit Flanschverbindungen und Verschraubungen befestigt.

Die Ultrafiltration ist teilweise in Edelstahl 1.4571 verrohrt. Abhängig von dem jeweiligen maximalen Druck erfolgt die Verrohrung in PN10 oder in PN25.



BITControl

Beim Verlegen der Rohrleitungen wird auf einfache Befüllung, Entleerung und Entlüftung aller Behälter und Rohrleitungen geachtet. Sämtliche abwasserführenden Teile (Prozessseite) sind korrosionsbeständig ausgeführt.

4.6.4 Sicherheitstechnik / Überwachung

Die Steuerung der Anlage beruht auf dem Prinzip der Speicher-Programmierbaren-Steuerung (SPS), welches sich als sehr zuverlässig erwiesen hat. In der SPS laufen alle Informationen aus der Anlage zusammen, d.h. die Betriebszustände der Aggregate und sämtliche Messgrößen wie Füllstände, Drücke, pH, usw.

Über die Programme der SPS werden diese Daten verarbeitet und daraufhin entsprechende Befehle an die Aggregate gegeben, zum Beispiel eine Pumpe auszuschalten, weil der Füllstand den oberen Grenzwert erreicht hat.

Auch Sequenzen von Schaltvorgängen wie das An- und Abfahren einer Straße der Ultrafiltration wird von der SPS ausgeführt.

Über die SPS sind zusammenfassend folgende Aufgaben zu realisieren:

- Schaltfunktionen
- Steuer- und Regelaufgaben
- alle für den Handbetrieb benötigten Verriegelungen
- Alarmfunktionen

Ein Operator Panel dient als Bedienoberfläche der Anlage, über das sämtliche Aggregate mit der Wahlmöglichkeit zwischen Automatikbetrieb und Handbetrieb dargestellt werden und betrieben werden können. Steht ein Schalter auf Automatik, hat die SPS Zugriff auf das betreffende Aggregat.

Folgende Messwerte werden auf dem Operator Panel angezeigt:

- Fließbild der Anlage mit Behältern, Pumpen, Filtern, Modulen, Ventilen, Rohrleitungen und Messstellen
- Volumenströme
- Füllstände
- Drücke
- Stellung aller motorisch betriebenen Ventile
- Pumpen an/aus

4.7 Stoffstrombetrachtung, Emissionen

4.7.1 Überschussschlammentsorgung

Überschussschlamm aus der Biologie fällt als Reststoff an. Die zu entsorgende Menge beträgt pro Jahr ca. 4.360 m³ Belebtschlamm. Dieser Überschussschlamm wird periodisch in ein Silofahrzeug abgelassen und anschließend extern entsorgt.

Für den Überschussschlamm wird eine Analytik erstellt. Derzeit wird aufgrund von Erfahrungswerten der Fa. Wehrle davon ausgegangen, dass es sich um „Schlamm aus biologischer Behandlung von industriellem Abwasser ohne gefährliche Inhaltstoffe“ (Abfallschlüsselnummer 190812) handelt.



BITControl

4.7.2 Aktivkohlereaktivierung

Die Reaktivierung der erschöpften Aktivkohle wird durch den Lieferanten sichergestellt. Die Aktivkohle wird mit einem speziellen Tankfahrzeug abgeholt, das gleichzeitig reaktivierte Aktivkohle anliefert. Die beladene Aktivkohle wird in einer dem Stand der Technik entsprechenden Reaktivierungsanlage reaktiviert und einem Pool von wieder zu verwendender Aktivkohle zugegeben.

Abfallschlüsselnummer gebrauchte Aktivkohle: 190904

4.7.3 Abluft

Die aus den Nitrifikationsreaktoren anfallende Abluft mit einem Volumen von ca. 300 m³/h wird ins Freie abgeleitet. Nach bisherigen Erkenntnissen beinhaltet die Abluft keine Schadstoffe und besitzt nur einen äußerst geringen Geruch.

In der Aktivkohleanlage, da sie ein geschlossenes System ist, fällt keine Abluft an.

4.7.4 Eingesetzte Chemikalien

Essigsäure

Volumen brutto: 2 x 1100 Liter Volumen netto: 2 x 1000 Liter
Konzentration: 80 % Aufstellungsort: oberirdisch in Anlagenhalle
Ausführung: Wechselgebinde aufgestellt auf einer Auffangwanne

Phosphorsäure

Volumen: 35 Liter Konzentration: 75 %
Aufstellungsort: oberirdisch in Anlagenhalle
Ausführung: Wechselgebinde Aufstellung auf Auffangwanne

Entschäumer

Typ: Antispumin SP oder gleichwertig 1 x 220 Liter
Aufstellungsort: oberirdisch in Anlagenhalle
Ausführung: Wechselgebinde Aufstellung auf Auffangwanne

Membranreiniger

Neutralreiniger Membrane Clean NE-10 powder: Liefermenge 22,5 kg Sack
Reiniger alkalisch Membrane Clean AL-10II: Liefermenge 25 kg Gebinde
Reiniger saures Membrane Clean AC-10: Liefermenge 25 kg Gebinde
Reiniger oxidativ Membrane Clean HC: Liefermenge 25 kg Gebinde
Lagerort: oberirdisch in Anlagenhalle auf Auffangwannen
Anwendung: Die Reiniger werden ca. 1-2 %ig in wässriger Lösung im Spülbehälter der Ultrafiltration angesetzt.

In Anlage 5 und 9 des zugehörigen Antrags nach §16 BImSchG ist eine Aufstellung der verwendeten Chemikalien der gesamten CPB-Anlage aufgeführt.

4.8 Umgang mit wassergefährdenden Stoffen

Der Umgang mit wassergefährdenden Stoffen ist Anlage 9 des zugehörigen Antrags nach §16 BImSchG zu entnehmen.

4.9 Lärm

Eine Schalltechnische Untersuchung liegt als Anlage 16 des zugehörigen Antrags nach §16 BImSchG bei.

4.10 Sicherheitseinrichtungen und Anlagensicherheit

Die erforderliche Arbeits- und Betriebssicherheit werden durch die Überwachung aller wichtigen Funktionen und Betriebsdaten gewährleistet. Weiterhin sind in der Anlagenhalle Schutzmaßnahmen gegen das Einwirken von Flüssigkeiten angebracht. Hierfür gibt es eine Not- und Augenduschen.

Anlage 7 des zugehörigen Antrags nach §16 BImSchG erläutert Maßnahmen zur Anlagensicherheit.

5. Baumaßnahmen

Im Rahmen des zugehörigen Antrags nach §16 BImSchG wurde unter Anlage 17 der Bauantrag gemäß §70 der Landesbauordnung gestellt.

6. Arbeitssicherheit

Anlage 10 des zugehörigen Antrags nach §16 BImSchG beschreibt die zu treffenden Maßnahmen für den Arbeitsschutz.

7. Überwachung der Anlage

Im Rahmen der Anlagenüberwachung ist die Landesverordnung über die Selbstüberwachung von Abwasseranlagen (SÜVOA) einzuhalten. Bei der biologischen Reinigungsanlage handelt es sich nach § 2 Abs. 2 SÜVOA um eine Abwasserbehandlungsanlage, in der überwiegend biologisch abbaubares Abwasser behandelt wird.

Gemäß § 2 Abs. 2 SÜVOA muss für „Anlagen, in denen Inhaltsstoffe des Abwassers durch biologische Verfahren, ggf. in Kombination mit chemischen und/oder physikalischen Verfahren, vermindert oder entfernt werden“ Anlage 1 angewendet werden. Aufgrund der vorgeschalteten chemisch-physikalischen Reinigung ist nach §2 Abs. 3 SÜVOA zusätzlich Anlage 2 der SÜVOA anzuwenden.

Somit sind mindestens die in Anlage 1 und 2 der SÜVOA festgelegten Probenahmen, Messungen und Überwachungsmaßnahmen durchzuführen. Mit einer BSB₅-Fracht von 12 kg/Tag ist Spalte 1 der zugehörigen Tabellen anzuwenden.

7.1 Betrieb / Wartung

Die Anlage wird weitestgehend automatisiert betrieben. Eine Anwesenheit von Betriebspersonal ist werktätig vorgesehen. Der Betreiber sieht vor, die Anlage im Einschichtbetrieb zu fahren. Für den Betrieb, die Überwachung und Wartung der Anlage wird das Betriebspersonal sorgfältig geschult.

Alle wichtigen Betriebsdaten werden schreibend erfasst bzw. regelmäßig im Betriebstagebuch festgehalten.



7.2 Eigen- und Fremdüberwachung der Ablaufparameter

Im Rahmen des Betriebs der geplanten Anlage werden Eigenüberwachungsmaßnahmen durchgeführt. Die zu untersuchenden Kontrollparameter und die Häufigkeit der Untersuchungen sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt. Die Kontrollanalysen erfolgen in dem Labor auf dem Betriebsgelände. Zudem werden im Rahmen der Eigenanalysen die unter 7.4 Tabelle 4 aufgeführten Betriebsparameter analysiert.

Die Häufigkeit der Kontrollen der Fremdüberwachung sind ebenfalls der folgenden Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 4: Eigen- und Fremdüberwachung des Anlagenablaufs

	Eigenüberwachung	Fremdüberwachung	SÜVOA Anlage 1	SÜVOA Anlage 2
Anlagenablauf	Konstant		Wöchentlich	Wöchentlich
pH-Wert:	je 100-150m ³		Wöchentlich	Wöchentlich
Kohlenwasserstoffe ges.	je 100-150m ³	¼ Jahr		
AOX:	je 100-150m ³	¼ Jahr		
CSB (TOC)	je 100-150m ³	¼ Jahr	Monatlich*	Monatlich*
Arsen:	je 100-150m ³	¼ Jahr		
Blei:	je 100-150m ³	¼ Jahr		
Cadmium:	je 100-150m ³	¼ Jahr		
Chrom ges.:	je 100-150m ³	¼ Jahr		
Chrom- VI:	je 100-150 ³	¼ Jahr		
Kupfer:	je 100-150m ³	¼ Jahr		
Nickel:	je 100-150m ³	¼ Jahr		
Quecksilber:	--	¼ Jahr		
Zink:	je 100-150m ³	¼ Jahr		
Cyanid:	je 100-150m ³	¼ Jahr		
Sulfid:	je 100-150m ³	¼ Jahr		
Thallium:	je 100-150m ³	¼ Jahr		
Chlor, freies:	je 100-150m ³	¼ Jahr		
Benzole, Derivate	je 100-150m ³	¼ Jahr		
PCB:	---	1 Jahr		
PCDD / PCDF:	---	1 Jahr		
PCDD / F+ dl PCB:	---	1 Jahr		
PFT:	--	1 Jahr		
Ges. geb. Stickstoff T N _b	je 100-150m ³	¼ Jahr		
Org. geb. Stickstoff N _{org}	je 100-150m ³	¼ Jahr		
Ammoniumstickstoff, NH ₄ -N	je 100-150m ³	¼ Jahr		
Nitratstickstoff, NO ₃ -N	je 100-150m ³	¼ Jahr		
Nitritstickstoff, NO ₂ -N	je 100-150m ³	¼ Jahr		
Gesamtphosphor P _{ges-P}	je 100-150m ³	¼ Jahr		
BSB ₅ im Zu- und Ablauf		¼ Jahr	Vierteljährlich*	Vierteljährlich*
Absetzbare Stoffe	je 100-150m ³		Wöchentlich	Wöchentlich

* Messung im Zu- und Ablauf



7.3 Störmeldungen

Die Anlage überwacht sich selbstständig. Im Falle einer technischen Störung wird diese auf dem Operator Panel rot blinkend signalisiert. Während der Zeiten, in der sich kein Betriebspersonal auf der Anlage befindet, wird ein Störmeldesystem mit Funkübertragung aktiviert, welches auftretende Störungen an denjenigen Betriebsmann weitergibt, der sich in Bereitschaft befindet.

Das Personal kann aus der Ferne mittels des Visualisierungssystems den Anlagenbetrieb und speziell die aufgetretene Störung sehen, um, falls erforderlich, schnellstmöglich zur Abwasserreinigungsanlage rauszufahren. Betriebsstörungen können jederzeit vom Personal erkannt und schnellstmöglich erforderliche Maßnahmen eingeleitet werden.

7.4 Datenvisualisierung und Datendokumentation

Alle wichtigen Betriebsgrößen der gesamten Anlage werden messtechnisch erfasst und an das Operator Panel geleitet. Das Operator Panel ermöglicht auch eine Fernübertragung des Betriebszustandes der Gesamtanlage, so dass außerhalb der Arbeitszeiten aus der Ferne die Anlage überwacht werden kann.

Die folgenden Betriebsparameter werden vom Personal im Rahmen der Eigenüberwachung ein- bis dreimal wöchentlich aufgenommen und dokumentiert:

Tabelle 5: Überwachung der Betriebsparameter

Probe	Parameter	Einheit	Messintervall
Zulauf	CSB	[mg/l]	2 mal pro Woche
	NH ₄ -N	[mg/l]	2 mal pro Woche
	Nges	[mg/l]	1 mal pro Woche
	Pges	[mg/l]	1 mal pro Woche
	KS _{4,3}	[mmol/l]	1 mal pro Woche
	AOX	[mg/l]	1 mal pro Monat
	pH-Wert	[-]	3 mal pro Woche
	Leitfähigkeit	[mS/cm]	3 mal pro Woche
Ultrafiltrations-Permeat	CSB	[mg/l]	2 mal pro Woche
	NH ₄ -N	[mg/l]	3 mal pro Woche
	NO ₃ -N	[mg/l]	3 mal pro Woche
	NO ₂ -N	[mg/l]	3 mal pro Woche
	PO ₄ -P	[mg/l]	1 mal pro Woche
	KS _{4,3}	[mmol/l]	1 mal pro Woche
	pH-Wert	[-]	3 mal pro Woche
	Leitfähigkeit	[mS/cm]	3 mal pro Woche
Nanofiltrations-Permeat	CSB	[mg/l]	2 mal pro Woche
	NH ₄ -N	[mg/l]	3 mal pro Woche
	NO ₃ -N	[mg/l]	3 mal pro Woche
	NO ₂ -N	[mg/l]	3 mal pro Woche
	PO ₄ -P	[mg/l]	1 mal pro Woche
	Leitfähigkeit	[mS/cm]	3 mal pro Woche
	pH-Wert	[-]	1 mal pro Woche
Biologie	TR _{Biologie}	[g/l]	1 mal pro Woche
	TR _{Permeat}	[g/l]	1 mal pro Woche



BITControl

Folgende Parameter werden online gemessen und automatisch dokumentiert:

Tabelle 6: Online Parameter

Parameter	Messstelle
Durchfluss	Zulauf nach Filter
	UF-Kreislaufleitung vor Modulen
	UF-Feed
	NF-Permeat
Leitfähigkeit	NF-Permeatablaufleitung
Druck	Umwälzleitung Biologie
	UF-Einspeiseleitung
	UF-Kreislaufleitung, vor den Modulen
	UF-Feed
Temperatur	UF-Einspeiseleitung
	Permeatablaufleitung
Füllstand	Bio-Reaktor Nitrifikation
	Permeat-/Spülbehälter

8. Stromversorgung und elektrische Anschlussleistung

Die voraussichtlich benötigte elektrische Leistung umfasst die gesamte Anlage. Die Anlage inkl. Reserve hat eine Gesamtleistung von ca. 250 kW.

9. Investitionskosten

Die voraussichtlichen Investitionskosten für den biologischen Teil der CPB-Anlage betragen rund 1.385.000 € (netto).

INGENIEURBÜRO ROTH
& PARTNER GMBH



i.A. B.Eng. Julia Becker