

Umweltinnovationsprogramm

Abschlussbericht

zum Vorhaben

Prozesswassernachbehandlungsanlage zur Produktion von löslichem Kaffee
NKa3 – 003164

Zuwendungsempfänger/-in

DEK Deutsche Extrakt Kaffee GmbH
CafeasträÙe 1
12347 Berlin

Umweltbereich

Abwasser

Laufzeit des Vorhabens

07/2016 – 12/2019

Autor/-en

Kurth, Richard
SplettstöÙer, Lydia

**Gefördert mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit**

Datum der Erstellung

07/2020

Berichts-Kennblatt

Aktenzeichen UBA:	Projekt-Nr.: NKa3 - 003164
Titel des Vorhabens: Prozesswassernachbehandlungsanlage zur Produktion von löslichem Kaffee	
Autor/-en: Kurth, Richard Splettstößer, Lydia	Vorhabenbeginn: 01.07.2016
	Vorhabenende: 31.12.2019
Zuwendungsempfänger/-in: DEK Deutsche Extrakt Kaffee GmbH Cafeastraße 1 12347 Berlin	Veröffentlichungsdatum: 01.11.2020
	Seitenzahl: 40
Gefördert im BMU-Umweltinnovationsprogramm des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit.	
<p>Bei der Herstellung von löslichem Kaffee fallen große Mengen Prozesswasser an, das schwer biologisch abbaubare Stoffe enthält. Dieses Wasser wird als Abwasser in das öffentliche Abwassersystem eingeleitet und durch die kommunale Kläranlage behandelt. Allerdings können die schwer abbaubaren Stoffe auf Grund ihrer Zusammensetzung dort nicht vollständig abgebaut werden.</p> <p>Mit dem Vorhaben ist eine Prozesswassernachbehandlungsanlage für hochkonzentrierte Prozesswässer aus der Produktion errichtet worden. Das vormals unbehandelte Wasser wird darin in mehreren Prozessschritten vorkonditioniert und über eine speziell konfigurierte Membranbiologie geführt. Eine hohe Belebtschlammkonzentration wird mit einem hohen Befüllstand der Behälter kombiniert, in welche Luftsauerstoff effizient und mit geringem Energiebedarf eingetragen werden kann. Der Belebtschlamm wird einem Membranfiltrationsprozess zugeführt. Das gereinigte Prozesswasser wird anschließend in das Abwassersystem eingeleitet.</p> <p>Mit diesem Verfahren konnte die CSB-Konzentration der Prozesswässer von über 10.000 mg/l vor dem Vorhaben auf ca. 2.500 mg/l gesenkt werden. Zielsetzung waren 2.000 mg/l.</p> <p>Im Vergleich zu einem konventionellen Verfahren wird das Abfallaufkommen verringert und Energie eingespart. Damit einher gehen CO₂-Minderungen von rund 10.500 Tonnen jährlich. Das innovative Verfahren ist übertragbar auf andere Unternehmen der Kaffeebranche.</p>	
Schlagwörter: Wasser, Abwasser, Prozesswasser, Prozesswassernachbehandlung, Kaffee, Kaffee-Extrakte,	
Anzahl der gelieferten Berichte Papierform: 5 Elektronischer Datenträger: 1	Sonstige Medien: Veröffentlichung im Internet geplant auf der Webseite: www.umweltinnovationsprogramm.de

Report Coversheet

Reference-No. Federal Environment Agency:	Project-No.: NKa3 - 003164
Report Title: Prozesswassernachbehandlungsanlage zur Produktion von löslichem Kaffee	
Author/Authors: Kurth, Richard Splettstößer, Lydia	Start of project: 01.07.2016 End of project: 31.12.2019
Performing Organisation: DEK Deutsche Extrakt Kaffee GmbH Cafeastraße 1 12347 Berlin	Publication Date: 01.11.2020 No. of Pages: 40
Funded in the Environmental Innovation Program of the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety.	
<p>During the production of instant coffee, large quantities of process water containing persistent substances accumulate. This water is discharged into the public sewage system as waste water and treated by the municipal sewage treatment plant. However, due to their composition, the persistent substances cannot be completely broken down there.</p> <p>The project aims to build a process water treatment plant for highly concentrated process water from production. The previously untreated process water will be pre-conditioned in several process steps and led through specially configured membrane biology. A high concentration of activated sludge is combined with a high filling level of tanks, into which atmospheric oxygen is introduced. This activated sludge-water mixture is fed into a membrane filtration process. The purified process water is then discharged into the wastewater system.</p> <p>With this method the COD content of the process water decreased from over 10,000 mg/l prior to the project to around 2,500 mg/l. The goal was 2,000 mg/l.</p> <p>Compared to a conventional process, the amount of waste is reduced and energy is saved. This leads to CO2 reductions of around 10,500 tons per year.</p> <p>The innovative process is transferable to other companies in the coffee industry.</p>	
Keywords: water, waste water, process water, process water treatment, coffee, coffee extracts, instant coffee, process water treatment plant	

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	7
1.1 Kurzbeschreibung des Unternehmens.....	7
1.2 Ausgangssituation.....	8
2. Vorhabensumsetzung	10
2.1 Ziel des Vorhabens.....	10
2.2 Technische Lösung	11
2.2.1 Einleitbauwerk	13
2.2.2 Puffertanks.....	14
2.2.3 Feinneutralisierung	14
2.2.4 Schrägklärer 1 und 2	15
2.2.5 Belebungsbehälter	15
2.2.6 Membranfiltration	17
2.2.8 Chemiekaliendosierstation	19
2.2.9 Schlammwässerung.....	20
2.3 Umsetzung des Vorhabens	20
2.4 Behördliche Anforderungen	21
2.5 Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten.....	22
2.6 Konzeption und Durchführung des Messprogramms	23
3. Ergebnisdarstellung zum Nachweis der Zielerreichung	24
3.1 Bewertung der Vorhabensdurchführung.....	24
3.2 Stoff- und Energiebilanz	27
3.3 Umweltbilanz	34
3.4 Wirtschaftlichkeitsanalyse	35
3.5 Technischer Vergleich zu konventionellen Verfahren	36
4. Übertragbarkeit	37
4.1 Erfahrungen aus der Praxiseinführung	37
4.2 Modellcharakter/Übertragbarkeit	38
5. Zusammenfassung / Summary	39
Literaturverzeichnis.....	41
Anhang	I

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Produktionsfließbild der DEK.....	7
Abbildung 2: Außenansicht der PWNA	11
Abbildung 3: Fließbild PWNA	13
Abbildung 4: Abwasserhebeanlage im Einleitbauwerk.....	14
Abbildung 5: Ejektor zur Belüftung der Belebungsbecken	16
Abbildung 6 Tägliche Abwassermengen	23
Abbildung 7: CBS-Konzentration im Ablauf der DEK.....	24
Abbildung 8: Tägliche Abwassermengen an verschiedenen MS.....	28
Abbildung 9: CSB-Konzentrationen an verschiedenen MS	29
Abbildung 10: CSB-Frachten dem CSB-Abbau gegenübergestellt, an verschiedenen MS	30
Abbildung 11: Grafische Darstellung Elektroenergieverbräuche PWNA vom 21.04. bis 04.05.2020.....	32

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zulaufparameter (Anlage-Input).....	12
Tabelle 2: Ablaufparameter (Anlagen-Output), Zielwerte	12
Tabelle 3: Spezifikation Schrägklärer	15
Tabelle 4: Spezifikation Belebungsbecken	16
Tabelle 5: Spezifikation Belüftung Belebungsbecken	17
Tabelle 6: Betriebs- und Materialdaten der Membran.....	18
Tabelle 7: Spezifikation Abluftbehandlung	19
Tabelle 8: Ergebnisse der Untersuchungen am Schrägklärer 1 (B: Fracht; n.b.: nicht bestimmt; gel: gelöst bzw. Partikelgröße $\leq 0,45 \mu\text{m}$).....	27
Tabelle 9: Vergleich der durchschnittlichen CSB-Konzentrationen bei der kontinuierlichen Messung mit den zweimal wöchentlich durchgeführten Stichproben, an verschiedenen Messpunkten.....	30
Tabelle 10: Ergebnisse der Untersuchungen an der PWNA: Zu- und Ablaufströmen (24 h Mischproben)	31
Tabelle 11: Elektroenergieverbrauch als Tagesmengen im Vergleich zu Wasser/Abwasser und Temperatur	33
Tabelle 12: Während der 14-tägigen Leistungskontrolle verbrauchte Medien und der daraus abgeleitete Tages- und Jahresverbrauch	34
Tabelle 13: CO ₂ -Einsparung durch eingesparte Elektro- und thermische Energie.....	34
Tabelle 14: Kostenbetrachtung PWNA - Umkehrosmose	36

Abkürzungsverzeichnis

ABE	Allgemeine Bedingungen für die Entwässerung in Berlin
ASS	Absetzbare Stoffe
BB	Belebungsbehälter
BSB ₅	Biologischer Sauerstoffbedarf nach 5 Tagen
BWB	Berliner Wasserbetriebe
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf
DEK	DEK Deutsche Extrakt Kaffee GmbH
ELBW	Einleitbauwerk
H ₂ S	Schwefelwasserstoff
IBC	Intermediate Bulk Container
KBE	Koloniebildende Einheiten
MBR	Membranbioreaktor
MS	Messstelle(n)
ppm	parts per million
PWNA	Prozesswassernachbehandlungsanlage
TKN	Total Kjeldahl Nitrogen (Gesamter Kjeldahl-Stickstoff)
TS	Trockensubstanz
TSS	Total soluble solid (Gesamtmenge der gelösten Feststoffe)
TU-Berlin	Technische Universität Berlin
UO	Umkehrosmose

Prozessbrauchwässer wurden vormals weitgehend unbehandelt über die öffentliche Kanalisation abgeleitet und auf der Kläranlage Berlin-Waßmannsdorf der Berliner Wasserbetriebe behandelt.

1.2 Ausgangssituation

Die DEK leitet ca. 1.200 m³/Tag in das kommunale Abwassernetz der Berliner Wasserbetriebe (BWB) ein. Die Spezifikation der indirekt eingeleiteten Prozesswässer sind in den Allgemeinen Bedingungen für Entwässerung (ABE) der BWB geregelt. Für im Wasser enthaltene sauerstoffzehrende Stoffe gab es in Berlin hinsichtlich des Parameters chemischer Sauerstoffbedarf (CSB) keine Grenzwerte. Vor Projektbeginn lag der CSB-Wert der Wässer bei ca. 10.000 bis 14.000 mg/l. Die BWB haben in den seit Juli 2013 geltenden ABE erstmals Grenzwerte für den CSB festgelegt auf 2.000 mg/l bei einer aeroben biologischen Abbaubarkeit von 75 % CSB-Abbau innerhalb von 24 Stunden (das entspricht max. 500 mg/l schwer abbaubarer CSB). Um diese ABE einhalten zu können, wurde zwischen der DEK und den BWB eine Vereinbarung geschlossen, bis Ende 2017 Maßnahmen zu treffen.

Die DEK hat unter Einbeziehung der Technischen Universität Berlin (TU-Berlin) die am Markt verfügbare Umwelttechnik auf Eignung geprüft. Ziel war die Auswahl eines Verfahrens zur Errichtung einer Prozesswassernachbehandlungsanlage (PWNA). Die Aufgabe der PWNA besteht in der Vorbehandlung der verbrauchten Prozesswässer vor Einleitung in die öffentliche Kanalisation.

Im Ergebnis der Voruntersuchungen verblieb die Umkehrosmose (UO) als grundsätzlich geeignetes und verfügbares Verfahren zur sicheren Abscheidung der kolloidalen Abwasserinhaltsstoffe bzw. zur Einhaltung der ABE der BWB.

Bei detaillierter Betrachtung zeigte sich jedoch, dass mit der UO das Problem lediglich vom Abwasser auf den Abfallbereich verlagert wird. Entsprechend Prozesswasserdurchsatz (ca. 1.000 bis 1.300 m³/d) muss bei der UO mit einer Konzentrat-Menge von 20 bis 28 % des Durchsatzes, d.h. mit ca. 200 bis 360 m³/d gerechnet werden. Dieses flüssige Konzentrat darf infolge des CSB bzw. der persistenten Melanoidine und aus abfallrechtlichen Gründen nicht über die Berliner Abwasserbehandlungsanlagen, sondern nur über einen geeigneten Entsorgungsbetrieb entsorgt werden. Geeignete Entsorger im mittleren regionalen Umfeld wären in Schwarze Pumpe, Leuna und Bitterfeld vorhanden. Für die Entsorgung der flüssigen Konzentrate müssen Kosten von 60 bis 80 €/m³ kalkuliert werden, daraus resultieren allein aus der Entsorgung Jahreskosten von mindestens 4.400.000 €, welche die Investitionskosten für eine Konzentrierungsanlage von ca. 1.800.000 € wesentlich übersteigen. Weitere Nachteile der UO bestehen im hohen Stromverbrauch, der geringen Standzeit der UO-Membranen (Verblockungsgefahr und hoher Reinigungsbedarf etc.) und der insgesamt unbefriedigenden CO₂-Bilanz (Transport + Stromverbrauch).

Mit dem in der Folge beschriebenen und umgesetzten Verfahren der Membranbelebung mit Ultrafiltration wurde gegenüber dem bisherigen Stand der Technik (Umkehrosmose) für die PWNA eine nachhaltigere und wirtschaftlichere Lösung gefunden.

Mit den gewählten Verfahren werden:

- schwerabbaubare kolloidale Prozesswasserinhaltsstoffe insbesondere Melanoidine eliminiert,
- anstelle von Abfall und Reststoffen verwertbare Biostoffe erzeugt,
- energieeffiziente Lösungen genutzt und
- die CO₂-Bilanz verbessert.

Die Verfahrensentwicklung zur PWNA erfolgte in Zusammenarbeit mit der TU-Berlin, externen Fachberatern und nicht zuletzt unter Nutzung der Unternehmensressourcen und -erfahrungen, welche aus der langjährigen Einführung von modernen Umwelttechnologien zur Wasserkreislaufführung, Abluftbehandlung und Kraft-Wärme-Kopplung am Standort Berlin und im Unternehmensverbund resultieren. Die technische Auslegung der PWNA erfolgte auf Grundlage von Pilotversuchen, welche mit Originalprozesswasser am Standort der DEK in Berlin durchgeführt wurden.

2. Vorhabensumsetzung

2.1 Ziel des Vorhabens

Ziel des Vorhabens ist die Reduzierung des CSB-Werts des Prozessabwassers auf 500 mg/l bzw. 2.000 mg/l, sodass eine Einleitung unter Einhaltung der Grenzwerte in das öffentliche Abwassernetz erfolgen kann. Die Einhaltung des CSB-Zielwerts ist für die Indirekteinleiter-Genehmigung obligatorisch und ergibt sich aus den ABE der BWB.

Zur Erreichung der Zielstellung soll eine speziell konzipierte PWNA errichtet werden. Die Verfahrenskette der Aufbereitung ist durch einen geringen Chemikalieneinsatz gekennzeichnet. Übliche Nebenerscheinungen, wie die Gewässeraufsalzung durch Fällungsmittel oder der Eintrag von synthetischen Polyelektrolyten aus Flockungshilfsmitteln auf Polyacrylatbasis sowie aus Neutralisationsmitteln, werden deutlich abgemindert.

Das Kernverfahren beinhaltet eine vorgeschaltete Feststoffabtrennung sowie einen Membranbioreaktor (MBR) mit spezialisierter Mikrobiozönose in Kombination mit innovativer Membrantechnologie. Die Membranbiologie ist zur Rückführung des Prozesswassers in die Produktion optional mit einer Aktivkohlestufe nachrüstbar. Die anfallenden Reststoffe sind als biogener Stoff stofflich und energetisch verwertbar. Die Entstehung von Abfall wird vermieden. Die Verfahrensentwicklung basiert auf einer energieeffizienten Prozessoptimierung aller Verfahrensstufen als Beitrag zum Klimaschutz durch Verbesserung der Energie- und CO₂-Bilanz.

Die PWNA entlastet die Umwelt in den Bereichen Wasser, Boden, Luft, Lärm und Klima.

Wasser:

Weitestgehende Vermeidung des Eintrages persistenter Melanoidine in das Gewässersystem durch die dezentrale Behandlung von Industrieabwässern; Verbesserung der Reinigungsleistung bei den kommunalen Abwasserbehandlungsanlagen durch Vermeidung der Ableitung von schwerabbaubaren CSB.

Boden:

Mit dem Einsatz von Kaffeesatz als Biostoff und der Verwertung anstelle von Torf kann ein Beitrag zur Erhaltung ökologisch wertvoller Bodenareale geleistet werden. Durch die damit verbundene Vermeidung des Torfabbaus wird ein weiterer Beitrag zum Klimaschutz geleistet. Torfabbau ist mit Methanemissionen verbunden, die dadurch vermieden werden. Der Treibhauseffekt von Methan ist 21-mal höher als der von CO₂.

Luft und Lärm:

Die mit dem Verfahren verbundene Vermeidung von flüssigen Abfällen und die Gewinnung eines nutzbaren Biostoffes anstelle von Klärschlamm reduziert den Transportaufwand der Reststoffentsorgung in erheblichem Umfang und vermeidet zudem auch perspektivisch die Nutzung thermischer Abfallentsorgungsanlagen. Abluft- und Lärmemissionen aus Fahrzeugtransport und Abfallbehandlung werden auf ein Minimum reduziert bzw. gänzlich vermieden.

Klima:

Der im Vergleich zu konventioneller Technologie (Umkehrosmose etc.) günstigere Energiebedarf der Anlage verbessert die CO₂-Bilanz und leistet somit einen Beitrag zum Klimaschutz.

2.2 Technische Lösung

Die Aufbereitung des Prozesswassers zur Einhaltung der Grenzwerte für Industrie- und Gewerbebelebter erfolgt durch eine neuartige Prozesswassernachbehandlungsanlage (s. Abbildung 2). Die Schlüsseltechnologie bildet dabei ein innovativer Membranbioreaktor mit einer auf das Kaffeeabwasser spezialisierten Biozönose.



Abbildung 2: Außenansicht der PWNA

Alle Systeme der Abwasserbehandlung sind lebensmitteltauglich ausgelegt, um in einer späteren Ausbaustufe aufbereitetes Permeat als Rohwasser in der Instant-Kaffeeproduktion nutzen zu können. Damit soll perspektivisch eine fast vollständige Kreislaufführung realisiert werden.

Die Auslegung und Dimensionierung basiert auf den ermittelten Mengen und der Zusammensetzung des Prozessabwassers aus dem Jahr 2015, sowie den vorgeschriebenen Einleitwertwerten der BWB s. Tabelle 1 und Tabelle 2:

Tabelle 1: Zulaufparameter (Anlage-Input)

Parameter	Einheit	Wert
Durchschnittlicher Tageszufluss	m ³ /d	1.000
CSB	mg/l	12.000
BSB ₅	mg/l	3.350
Schlammkonzentration im BB	mg/l	12.000
TSS (Gesamtmenge der gelösten Feststoffe)	mg/l	800
TKN (Gesamter Kjeldahl-Stickstoff)	mg/l	245
Alkanität	mq/l	10
pH-Wert		8,5
Temperatur Bioreaktor	°C	25-38

Tabelle 2: Ablaufparameter (Anlagen-Output), Zielwerte

Parameter	Einheit	Wert
CSB	mg/l	≤ 500
Temperatur	°C	25-38
Druck	Bar (ü)	3

Die Verfahrenskette der Prozesswasserbehandlung besteht aus den Hauptkomponenten:

- vorgeschalteter Schrägklärer 1
- Einleitbauwerk
- Puffertanks
- Feinneutralisierung
- Schrägklärer 2
- Belebungsbecken
- Membranfiltration
- Chemiekaliendosierstation
- Feststoffaustrag

Das Fließbild der Anlage ist in der folgenden Abbildung 3 aufgeführt.

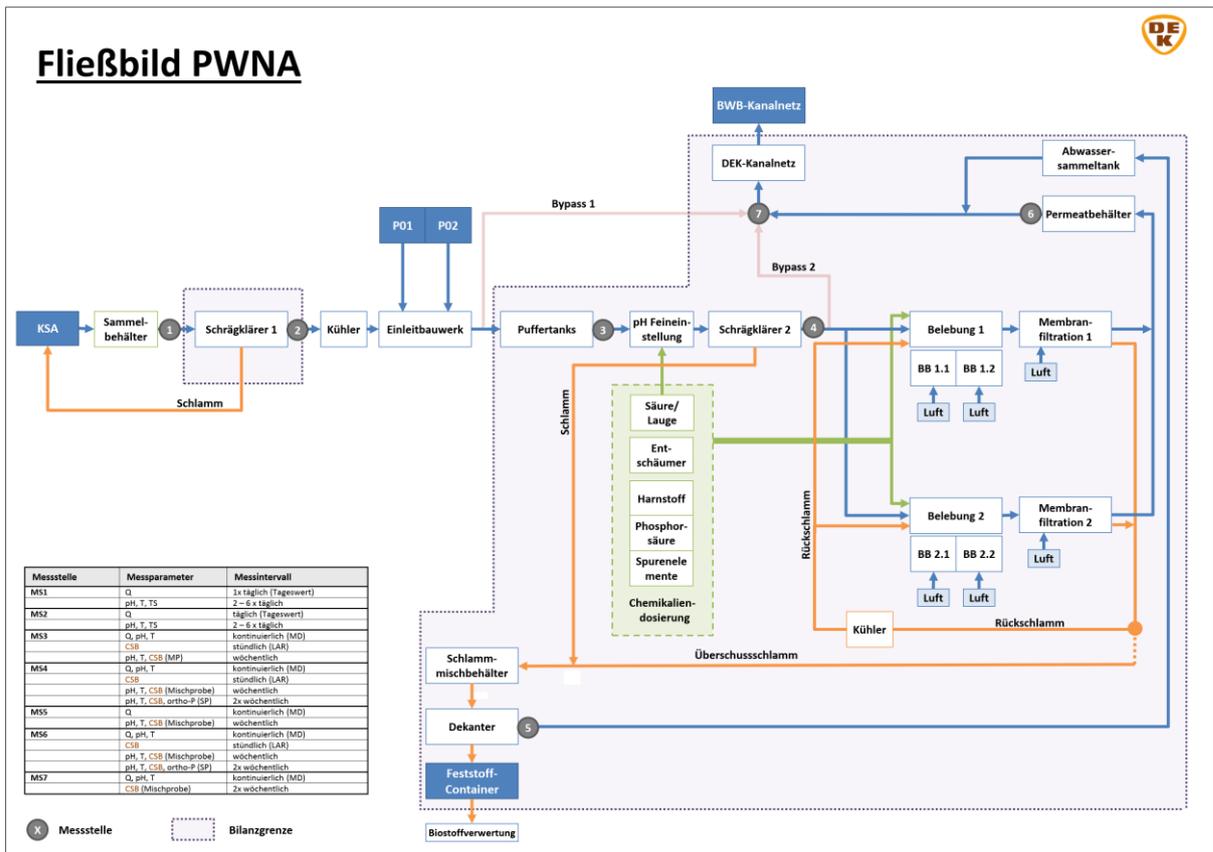


Abbildung 3: Fließbild PWNA

2.2.1 Einleitbauwerk

Das Einleitbauwerk (ELBW) ist die zentrale Produktionswassersammelstelle (Sammel- und Pumpwerk) im Produktionsgebäude (P01). Das Kellerbauwerk beinhaltet aufgrund der begrenzten Raumhöhe zwei liegende Tanks bzw. Prozesswasserbecken mit einem Gesamtvolumen von 96 m³. Die Tanks sind über einen Medianschacht an das Leitungssystem des Produktionsgebäudes angeschlossen. Das gesammelte Prozesswasser wird mit Hilfe einer redundant ausgelegten Hebestation zur PWNA geleitet (s. Abbildung 4).



Abbildung 4: Abwasserhebeanlage im Einleitbauwerk

2.2.2 Puffertanks

Die Puffertanks stellen die erste Behandlungsstufe der PWNA dar, in der sämtliche Produktionsabwässer für ca. 24 Stunden verweilen. Die Puffertanks sind zwei 20 m hohe, außen aufgestellte, abgedeckte Edelstahlbehälter mit einer Belüftung am obersten Punkt und einem Fassungsvermögen von jeweils 500 m³. Sie dienen in erster Linie der Eigenneutralisierung der Prozessabwässer. Durch das abwechselnd saure und alkalische Reinigungsregime in der Produktion und dem Verfahren der Eigenpufferung im Stapeltank kann eine effektive Neutralisierung des Anlagenzulaufs erzielt werden, sodass auf eine zusätzliche Chemikaliendosierung vor dem MBR weitgehend verzichtet werden kann. Beide Tanks sind mit jeweils einem Rührwerk ausgestattet. Damit wird die Sedimentation ungelöster Stoffe vermieden und eine bessere Durchmischung des Prozesswassers geschaffen.

Das Fassungsvermögen der beiden Tanks entspricht dem durchschnittlichen Tageszulauf der Anlage (1.000 m³). Somit können ggf. Spitzen seitens der Produktion abgefahren werden. Gleichzeitig dienen die Puffertanks als Havariespeicher.

2.2.3 Feinneutralisierung

Mit Hilfe der Feinneutralisierung kann der pH-Wert des Anlagenzulaufs vor dem Schrägklärer eingestellt werden. Zur pH-Wert Erhöhung steht ein 15 m³ Tank mit Natronlauge zur Verfügung; zur pH-Wert Reduzierung kann gasförmiges CO₂ eingebracht werden. Wie bereits oben beschrieben, ist die Eigenneutralisierung der Prozesswässer in den Puffertanks derart wirkungsvoll, dass eine nachgeschaltete Neutralisierung im Regelbetrieb vermieden wird.

2.2.4 Schrägklärer 1 und 2

Zur Abtrennung ungelöster, sedimentierbarer Feststoffe im Anlagenzulauf wird ein Lamellen-Schrägklärer eingesetzt. Im Inneren des Schrägklärers befinden sich abgeschrägt eingebaute Lamellenpakete, an denen Feststoffe (Slurry) im Gegenstrom nach unten und die Klarphase nach oben fließt. Das Wasser verlässt den Schrägklärer über einen Überlauf. Der untere Bereich des Schrägklärers verjüngt sich zu einem Trichter. Dort wird mit Hilfe einer Exzentrerschneckenpumpe der Schlamm zum Schlammischbehälter gefördert. Das gesamte System wird ohne zusätzliche Druckerhöhung betrieben und arbeitet damit sehr energiesparend. Nur für ein Rührwerk und den Schlammaustrag wird Elektroenergie benötigt.

Durch die Vor-Abtrennung ungelöster Feststoffe wird die in die Belebungsbecken eingeleitete CSB-Fracht reduziert und somit die Biologie entlastet. Zugleich schützt die Vorbehandlung die Membranen vor mechanischer Beschädigung durch Fremdkörper.

Die Feststoffabtrennung mittels Schrägklärer ist, im Vergleich mit einem konventionellen Verfahren wie einem Absetzbecken, mit höheren Investitionskosten verbunden. Der bedeutende Vorteil des Verfahrens liegt in der kompakten Bauform: ein Absetzbecken mit vergleichbarer Abtrennleistung würde ein Vielfaches an Fläche benötigen. Grund sind die eingebauten Lamellen, die die Flächenbelastung deutlich erhöhen. Durch die schräg eingebauten Lamellen verkürzt sich der Absetzweg für die Partikel auf etwa 10 – 15 cm, so dass sich die Absetzzeit reduziert. Damit wird das Verfahren dem industriellen Anspruch von geringem Platzbedarf und hoher Leistungsdichte gerecht.

Tabelle 3: Spezifikation Schrägklärer

Komponenten	Spezifikation
Material Gehäuse	Edelstahl (V4A)
Material Lamellen und Einbauten	Edelstahl (V2A)
Lamellenabstand	40 mm
Klärfläche	100 m ²
Volumen	27 m ³
Trenngrenze	ca. 50 µm

2.2.5 Belebungsbehälter

Der zentrale Abbauprozess der Prozesswasserinhaltsstoffe (z. B. schwer abbaubare Melanoidine) erfolgt durch die Biologie im Belebtschlammverfahren innerhalb der Belebungsbehälter, die zweistraßig mit je zwei in Reihe geschalteten Behältern realisiert wurde. Insgesamt besteht die Anlage aus vier Belebungsbehältern (BB 1.1, BB 1.2, BB 2.1, BB 2.2) mit einem Gesamtvolumen von 2.000 m³. Jeder Behälter ist wie folgt ausgelegt:

Tabelle 4: Spezifikation Belebungsbecken

Komponenten	Spezifikation
Behälteranzahl	4
Behälterart	Flachbodenbehälter, rund, abgedeckt, Außenaufstellung
Material	Edelstahl, verschweißt
Nutzvolumen	580 m ³
Durchmesser	7,1 m
Max. Füllstand	15,07 m
Betriebsfüllhöhe	12 – 14 m
Belüftung	Ejektor
Messtechnik	pH, O ₂ -Sättigung, Temperatur, Schaumsonde
Feststoffgehalt	10 – 18 gTS/l (Ø 15 gTS/l)

Die Anwendung von Hochbehältern als Belebungsstufe mit einer Wassertiefe von 15 m hebt sich deutlich von konventioneller Technologie mit 4 - 7 m Wassertiefe ab. Die Belebungsstufe ist insgesamt so ausgeführt, dass die Filtrationseigenschaften der neu konzipierten innovativen Ultrafiltrationsmembranen unter Berücksichtigung der Betriebssicherheit optimal ausgenutzt werden können.

Die Belebungsbecken werden mit einem Feststoffgehalt von durchschnittlich 15 gTS/l als Hochlast-Reaktoren betrieben. Um diesem Anspruch gerecht zu werden, musste auch ein neuartiges Belüftungssystem zur Versorgung der Biologie mit Sauerstoff installiert werden. Dazu ist am Boden jeden Behälters ein Ejektor angebracht (s. Abbildung 5).



Abbildung 5: Ejektor zur Belüftung der Belebungsbecken

Das Funktionsprinzip des Ejektors entspricht dem einer Treibstrahlpumpe. Mechanisch verdichtete Prozessluft wird durch Drehkolbenverdichter bereitgestellt. Pro BB steht jeweils ein Verdichter zur Verfügung (Spezifikation s. Tabelle 5). Das Treibstrahlwasser stammt aus dem jeweiligen BB. In dem

Ejektor werden Luft und Wasser bzw. Schlamm vermischt und mit hoher Turbulenz in das BB eingeleitet. Dadurch entsteht ein verbessertes Blasenbild und die Sauerstoffaufnahme durch die Biologie wird erleichtert. Gleichzeitig erfolgt die Durchmischung des Behälters. Auf ein zusätzliches Rührwerk mit bewegten mechanischen Teilen kann verzichtet werden. Die Versorgung jedes einzelnen BB mit Sauerstoff und damit der Leistungsbedarf der Drehkolbenverdichter erfolgt bedarfsgerecht und energiesparend durch kontinuierliches Monitoring der Sauerstoffsättigung mittels einer Messsonde. (1)

Tabelle 5: Spezifikation Belüftung Belebungsbecken

Parameter	Spezifikation
Motorleistung	55 kW
Leistungsbedarf P	44 kW
Fördermenge Q1	18,14 m ³ /min
Druckdifferenz	1.500 mbar
Ansaugtemperatur	20 °C
Endtemperatur	144 °C

Die Kompression der Luft führt zu einem Anstieg der Lufttemperatur und damit auch zu erhöhten Temperaturen in der Belebung. Ein Kühlkreislauf zur Absenkung der Verdichterlufttemperatur von ca. 140 °C auf 60 °C, wird im Winter zur Gebäudeheizung genutzt.

Zur Schaumbekämpfung ist im oberen Bereich der Belebungsbecken eine Ringleitung inkl. Sprühsystem verlegt. Der Entschäumer wird aus der Chemikaliendosierstation (s. Kapitel 2.2.8) eingebracht.

Zur Inbetriebnahme der Belebungsbecken fand eine Animpfung mit Belebtschlamm aus einer artverwandten industriellen Aufreinigungsanlage für Prozessabwässer statt (November 2017). Im Januar 2018 folgte eine zweite Animpfung mit Belebtschlamm einer Aufreinigungsanlage der Zellstoffindustrie. Zusätzlich wurden jeweils auf Aktivkohle adsorbierte Mikroorganismen zum Schlamm gegeben. (2)

2.2.6 Membranfiltration

Der Einsatz von Ultrafiltrationsmembranen ist das zentrale Element der innovativen Verfahrenskette des Vorhabens. Aus Gründen der Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit hat man sich bewusst gegen ein Verfahren auf dem Stand der Technik (Umkehrosmose) entschieden.

Die Filtrationseinheit besteht aus einer Edelstahlwanne mit drei Kammern, in denen die getauchten Membranplattenmodule eingesetzt sind. Pro Kammer können bis zu vier Module betrieben werden. Aktuell sind nach einer ersten Aufstockung in den Filterkammern 1 und 2 jeweils vier Membranmodule installiert. Insgesamt stehen 3.840 m² Filterfläche zur Verfügung (s. Tabelle 6). Die aktuell leere Filterkammer 3 steht als Reserve für eine zukünftige Kapazitätserweiterung bereit.

Tabelle 6: Betriebs- und Materialdaten der Membran

Parameter	Spezifikation
Rahmenmaterial	Edelstahl
Membranmaterial	Polyethersulfon (PES)
Belüftermaterial	PES
Membranfläche pro Modul	480 m ²
Trenngrenze	150 kDa
Porenweite	0,04 µm
Betriebsdruck	-30 – -400 mbar
Betriebstemperatur	5 – 40 °C
Zulässiger pH-Bereich	2 – 11

Um den Chemikalieneinsatz zu reduzieren, erfolgt die Reinigung mechanisch über eine feinblasige Crossflow-Belüftung. Diese bekämpft bzw. verringert durch die aufsteigenden Luftblasen die Deckschicht auf den Membranplatten (Fouling und Scaling). Durch den Reinigungseffekt steigt der Flux (Permeatflächenleistung), wodurch die erforderliche Membranfläche reduziert wird.

Die Membran ist nicht wie üblich auf einer Trägerplatte, sondern auf einem Abstandsgewirk laminiert. Das anschließend zugeschnittene Laminat wird an den Rändern verschweißt. Der Abzug des Permeats erfolgt über eine Öffnung in der Mitte. Kommt es zu einer oberflächlichen Beschädigung der Membran, sorgt das Abstandsgewirk im Kern dafür, dass die Biomasse im Schlamm die betroffene Stelle verschließt. (3)

Durch den Lufteintrag in die Membran kommt es an der Luft-/Wasserphasengrenze in den Filterkammern zur Entstehung von Aerosolen. Zur Eindämmung dieser Aerosole ist die Filterkammer vollständig umschlossen. Die Luft wird abgesaugt und einer UVC-Behandlung unterzogen, um potentiell vorhandene Mikroorganismen zu inaktivieren. Weiterhin werden in diesem Verfahrensschritt sämtliche Gerüche neutralisiert, was zur Verringerung der Anlagenemissionen beiträgt.

Hinter den Filterkammern wird der Schlamm mittels Rezirkulationspumpen in die BBs zurückgefördert (Rücklaufschlamm). Gründe hierfür sind:

- Eine Erhöhung der Biomassekonzentration, wodurch bessere Abbauleistungen erzielt werden.
- Je höher das Schlammalter, also die Aufenthaltszeit des Schlammes in der Belebung, desto eher können sich langsam wachsende Mikroorganismen und damit auch Spezialisten etablieren.
- Eine notwendige Steigerung der hydraulischen Leistung.

Durch die in der Belebung stattfindenden biologischen Abbauprozesse kommt es in den BB zur Wärmeentwicklung. Das Temperaturoptimum der mesophilen Biologie im Schlamm liegt bei 25 – 40 °C. Weiter schränken auch die Membranen (≤ 40 °C) und die Bedingungen für die Indirekteinleitung (≤ 38 °C) die Temperatur nach oben hin ein. Ein Teilstrom des Rücklaufschlammes wird daher über einen Rückkühler gegeben, so dass die Schlammtemperatur bei 35 – 38 °C liegt.

2.2.7 Abluftbehandlung

Der Schlamm bietet für Mikroorganismen ideale Wachstumsbedingungen, wodurch eine hohe CSB-Reduzierung erzielt werden kann. Diese Bedingungen können aber auch das Wachstum von Pathogenen fördern. Daher wird die Abluft ($\leq 3.000 \text{ KBE/Nm}^3$) von den umhausten Filterkammern abgezogen und durch eine Fotooxidationsanlage desinfiziert. Durch Bestrahlen mit UVC-Licht bei 254 nm werden Bakterien (z.B. *Escherichia coli*, Legionellen) derart inaktiviert, dass Proteine, DNA und andere Zellbestandteile irreversibel geschädigt werden. Auf diese Weise werden die exponentiellen Wachstumsprozesse unterbunden. Die Entkeimungsleistung der Anlage beträgt $\geq 90 \%$.

Tabelle 7: Spezifikation Abluftbehandlung

Parameter	Spezifikation
Nennleistung	1.800 Nm ³ /h
Elektrischer Leistungsbedarf	ca. 4 kW
Material	Edelstahl
Wellenlänge	254 nm

2.2.8 Chemiekaliendosierstation

Die Bereitstellung von Chemikalien und Nährstoffen für die Biologie erfolgt aus Gründen der Arbeitssicherheit in einem separaten Chemikalienraum. In dem Chemikalienraum befinden sich fünf vollautomatische Dosierstationen, die durch IBCs (Intermediate Bulk Container) versorgt werden. Im Folgenden werden Chemikalien und Einsatzzweck aufgeführt:

Chemikalie	Einsatzzweck
Spurenelemente Harnstoff Phosphorsäure	Im Regelbetriebszustand ist die Zusammensetzung des MBR-Zulaufs annähernd homogen. In der Folge etabliert sich eine speziell auf diesen Zulauf angepasste Biozönose, die jedoch wenig Toleranz gegenüber Schwankungen aufweist. Um auch bei außergewöhnlichen Betriebszuständen in der Produktion die Aufreinigung der Prozesswässer gewährleisten zu können, wird die Biologie mit Spurenelementen sowie stickstoff- und phosphathaltigen Chemikalien versorgt. Dadurch erhöht sich die Diversität und Robustheit der Biozönose. Der Betrieb der Anlage hat gezeigt, dass eine ausreichende Stickstoffzufuhr durch das Abwasser gewährleistet wird.
Entschäumer	Die Belebung neigt durch die eingetragene Luft zur Schaumbildung. Durch aufwendige Evaluierung konnte ein leistungsfähiger Entschäumer gefunden werden.
Reinigungsmedien	Die chemische Reinigung der Membranen wird entsprechend den Herstellerangaben im wöchentlichen (organische Reinigung) bzw. monatlichen (anorganische Reinigung) Intervall durchgeführt, um die Filtrationsleistung aufrecht zu halten und Biofouling zu vermeiden.

2.2.9 Schlammwässerung

Im Regelbetrieb der Belebungsstufe kommt es bei den etablierten Mikroorganismen zum Wachstum bzw. zur Zunahme der Biomasse. Das bedeutet, dass sich Belebtschlamm bildet. Um bei kontinuierlicher Nährstoffzufuhr den Trockensubstanzgehalt (TS) konstant zu halten, muss die neugebildete Schlammmenge als Überschussschlamm aus dem Rücklaufschlammstrom abgezogen werden.

Im Schlammmischbehälter wird dieser Schlamm mit dem Slurry vermischt und anschließend mit Hilfe eines Dekanters entwässert. Das reduziert Masse und Volumen bei der anschließenden Verwertung und damit Kosten und Umweltbelastung. Das Zentrat wird dem Permeatstrom zugeführt. Optional ist auch eine Rückführung in die Puffertanks möglich.

Der Vorteil des Dekanters ist eine gute und schnelle Anpassung an sich ändernde Schlammeigenschaften sowie ein geringer Platzbedarf. Nachteilig wirkt sich sein hoher Strombedarf beim Anlaufen aus. Außerdem ist das Verfahren reparaturanfällig bei einem diskontinuierlichen Betrieb.

2.3 Umsetzung des Vorhabens

Mit Bekanntgabe der neuen Einleitbedingungen der BWB im Juli 2013 wurde eine „Arbeitsgruppe Abwasser“ aus den betreffenden Fachabteilungen der DEK (Technik, Ver- und Entsorgung, Qualitätssicherung) gebildet. Zusätzlich wurde das Vorhaben über die gesamte Zeit durch einen externen Fachberater mit abwassertechnischer Expertise begleitet. Ziel war es, zunächst ein Konzept zur Verringerung der CSB-Konzentration im Prozesswasser zu erarbeiten.

Praktische Erkenntnisse bei der Behandlung des speziellen Abwassers aus der Kaffeeindustrie wurden bei Pilotversuchen in der DEK und Technikumsversuchen bei der TU-Berlin gewonnen. Unter der Leitung von Prof. Dr. Geißen wurden in der TU-Berlin in der Zeit von 2015-2018 mehrere Abschlussarbeiten zur CSB-Reduzierung der Abwässer durchgeführt.

2015 konnte die grundlegende Verfahrenskette der PWNA fixiert werden. Das Konzept zur Behandlung der Prozesswässer wurde den BWB vorgestellt und verabschiedet. Weiterhin erfolgte im Dezember 2015 die Antragstellung auf Förderung im Rahmen des Umweltinnovationsprogramms.

Mit dem Bau des Einleitbauwerks als zentrale Sammelstelle aller Prozesswässer im Kellergeschoss der Produktion wurde im Juli 2016 begonnen. Im Mai 2017 erfolgten der Umschluss und die Inbetriebnahme. Einen Monat später wurde der vorgeschaltete Schrägklärer 1 in Betrieb genommen.

Anfang 2016 erfolgt die Einreichung genehmigungsfähiger Unterlagen für Bau- und Anlagentechnik der PWNA durch zwei beauftragte Ingenieurbüros. Mit dem Erhalt der Baugenehmigung im September 2016 wurde unmittelbar mit der Errichtung des Rohbaus begonnen. Im Oktober 2017 waren die Baumaßnahmen im Gebäude sowie die Installation der

verfahrenstechnischen Hauptkomponenten abgeschlossen. Es folgte die Dichtigkeitsprobe durch Befüllung der zwei Puffertanks und der vier Belebungsbecken mit Frischwasser.

Nach den notwendigen Tests und Abnahmen konnten die Belebungsbecken im November 2017 mit Belebtschlamm aus einer Behandlungsanlage für artverwandtes industrielles Abwasser beimpft werden. Ab November 2017 erfolgte die sukzessive Erhöhung des Zulaufs in die PWNA.

In einer Gensondenanalyse wurde nur eine geringe Vielfalt der etablierten Biozönose und schwache Vermehrungsraten (Überschussschlammproduktion) festgestellt. Daraufhin wurden die Belebungsbecken im Januar 2018 ein zweites Mal, diesmal mit Belebtschlamm aus der Zellstoffindustrie beimpft und gezielt Spurelemente hinzugegeben, wonach sich eine leistungsfähigere Mikrobiologie etablierte. Im Dezember 2018 wurde mit der Erweiterung der Membranflächen die hydraulische Gesamt-Anlagenleistung erhöht. Mit Abschluss dieser Maßnahme erfolgt am Standort eine dauerhafte, aber noch unzureichende Vollstromklärung des anfallenden Prozessabwassers durch die PWNA.

Seit dem Beginn der Inbetriebnahme im Dezember 2017 befindet sich die PWNA in einem Probe- bzw. Optimierungsbetrieb. Zahlreiche Anpassungen und Erweiterungen von Anlagen(-komponenten) wurden auch nach Ende des ursprünglichen Förderzeitraums (30.06.2018) vorgenommen, sodass eine Verlängerung der Förderung sowie eine Mittelaufstockung beantragt wurden. Mit dem Erhalt des Änderungsbescheids am 20.08.2019 wurde die Dauer der Förderung bis zum 31.12.2019 verlängert. Auch über diesen Zeitpunkt hinaus werden fortwährend Optimierungen durchgeführt. Der Projektabschluss wird zum 31.12.2020 avisiert.

2.4 Behördliche Anforderungen

Die Notwendigkeit einer Nachbehandlung der Prozesswässer der DEK begründet sich auf den geänderten Allgemeinen Einleitbedingungen für die Entwässerung (ABE) der Berliner Wasserbetriebe (s. Anhang S. XI). Ab dem 12.07.2013 trat ein verschärfter Grenzwert für den CSB-Wert in Kraft: max. eingeleiteten CSB-Wert: „2.000 mg/l bei einer aeroben biologischen Abbaubarkeit des Abwasser von 75 % CSB-Abbau innerhalb von 24h.“ Dem entsprechen 500 mg/l biologisch nicht abbaubarer CSB.

Da die Einhaltung des CSB-Werts durch die verfügbare Anlagentechnik nicht gewährleistet werden konnte, wurde gemeinsam mit den BWB ein mehrstufiger Maßnahmenkatalog zur Reduzierung der CSB-Belastung im DEK-Abwasser verabschiedet. Neben innerbetrieblichen Maßnahmen beinhaltete dieser Katalog vor allem den Bau einer speziell ausgeführten PWNA.

Es wurde eine Sondervereinbarung zwischen der DEK und den BWB geschlossen, um eine rechtssichere Einleitung des industriellen Abwassers bis zur Erreichung des CSB-Zielwerts zu gewährleisten.

Für den Bau des Einleitbauwerks wurde durch das Bezirksamt Berlin-Neukölln am 12.02.2016 eine Genehmigungsfreistellung erteilt. Für das Bauvorhaben PWNA wurde am 24.02.2016 eine Baugenehmigung beim Bezirksamt Neukölln beantragt und am 12.09.2016 erteilt.

Für sämtliche Baumaßnahmen wurde ein Standsicherheitsnachweis erbracht.

Die endgültige Bauabnahme und die brandschutztechnische Abnahme sind bisher aufgrund laufender Optimierungen noch nicht erfolgt. Diese werden bis spätestens 21.12.2020 durchgeführt sein.

2.5 Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten

2.5 Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten

Die Betriebsdatenerfassung erfolgt durch unterschiedliche Systeme mit dem Ziel, Auffälligkeiten und Veränderungen schnell zu ermitteln. Relevante Messstellen (MS), Messparameter und Messintervalle sind im Fließbild der Anlage (s. Abbildung 3) markiert und nummeriert. Die wichtigsten Medien werden über ein Datenerfassungssystem dokumentiert.

Zur ständigen Überwachung der Anlage und ihrer Betriebszustände ist ein Online-Monitoring-System integriert worden, durch das folgende Parameter kontinuierlich und in Echtzeit abgelesen werden:

- Verbrauch von Elektroenergie
- Durchflussmenge
- pH-Wert
- Temperatur
- Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB) (stündlich)

Die Daten sind über das Prozessleitsystem permanent abrufbar und werden archiviert. Temperatur und pH-Wert werden ausschließlich an der Hauptleitung erfasst. Ebenso erfolgt eine automatische Ermittlung des CSB-Werts an drei Punkten im System:

- vor dem Schrägklärer (MS 3) sowie
- vor und nach der MBR-Anlage (MS 4 und 6)

Das Messprinzip beruht auf einer vollständigen Oxidation der Proben bei 1.200 °C. Der Sauerstoffverbrauch entspricht dabei dem CSB der Probe.

Aufgrund seiner hohen Relevanz wird der CSB-Wert zusätzlich manuell mit Küvettentests der Firma Hach Lange GmbH ermittelt. Stichprobenartig findet die Messung vor und hinter der MBR (MS 4 und 6) statt. Diese Messungen zielen darauf ab, regelmäßig die autonomen Messungen qualitativ zu kontrollieren. Ebenfalls per Stichprobe werden die beiden Messstellen MS 4 und MS 6 durch ein externes akkreditiertes Labor (s. Anhang S. VII) untersucht. Für die Erfassung aller aus dem Werk abgehenden Wasserströme ist ein automatischer Probenahmeschrank vor dem Übergabepunkt auf die Leitung der BWB angeschlossen (MS 7). Die Probenentnahme für die Mischprobe erfolgt volumenproportional und die CSB-Messung findet zweimal wöchentlich hausintern ebenfalls mit den Schnelltests statt.

Vierteljährlich wird von einem externen akkreditierten Labor eine Gensonden-Analyse durchgeführt. Diese Untersuchungen geben Einblick in die Diversität der Mikrozönose, um so ebenfalls Veränderungen im Betriebsablauf wahrzunehmen und ggf. Gegenmaßnahmen ergreifen zu können.

Der Schrägklärer 1 ist ebenfalls in das Monitoring-System integriert. Kontinuierlich abgelesen werden die Parameter Durchflussmenge und Temperatur.

2.6 Konzeption und Durchführung des Messprogramms

Wie im vorherigen Kapitel erläutert, ist eine kontinuierliche Überwachung aller wesentlichen Parameter der Anlage vorhanden. Diese Datenerfassung und –auswertung wurde für die Zeit der Leistungsfahrt genutzt und teilweise erweitert. Kernpunkte sind dabei:

- Die Reinigungsleistung der PWNA wird durch die Auswertung der Messdaten ermittelt.
- Die Verifizierung und Plausibilisierung der Messdaten erfolgt durch eine Masse- und Stoffbilanz an den Bilanzgrenzen der Anlage. Für diese werden 24 h-Mischproben an den MS 3, 5 und 6 gezogen und die Parameter (CSB, Trockensubstanz (TS)) manuell gemessen. Am Schrägklärer 1 wurden hierfür am 06.04. und 08.04.2020 stichprobenartig CSB, absetzbare Stoffe nach 30 min. (ASS) und TS im Zu- und Ablauf bestimmt.
- Der Energieverbrauch der Anlage wird im Einklang mit dem vorhandenen Energiemanagementsystem nach ISO 50.001 bestimmt und überprüft.

Das zu behandelnde Abwasser aus der Lebensmittelindustrie ist abhängig vom produzierten Sortenmix, Produktionsmengen, Wartungsarbeiten, Spül- und Reinigungsschritten. So sind beim Abwasser sowohl Menge (Abbildung 6) als auch deren Zusammensetzung bestimmten Schwankungen unterlegen. Ziel des Messprogramms ist die detaillierte Ermittlung der CSB-Abbauleistung der PWNA, in Abhängigkeit der produktionsbedingten Schwankungen im Regelbetrieb. Für die Leistungsfahrt wird aus diesem Grund ein Betrachtungszeitraum von 14 Tagen gewählt (21.04. – 04.05.2020).

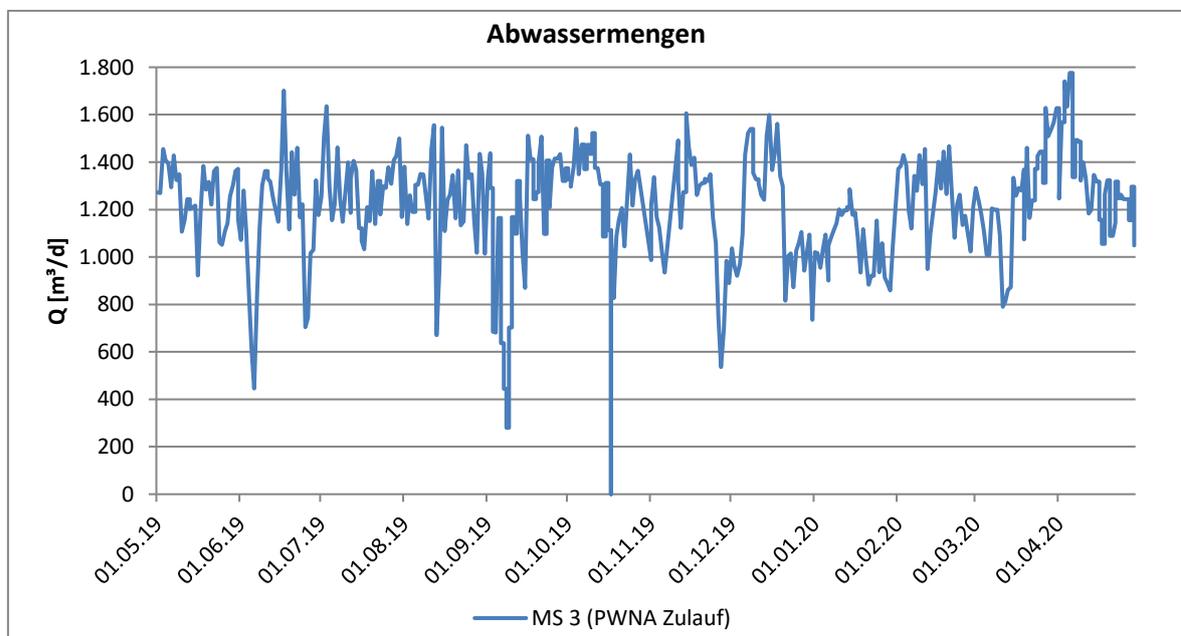


Abbildung 6 Tägliche Abwassermengen

3. Ergebnisdarstellung zum Nachweis der Zielerreichung

3.1 Bewertung der Vorhabensdurchführung

Seit 2013 konnte der CSB-Anteil im Abwasser der DEK sowohl absolut (CSB-Fracht in t) als auch relativ (CSB-Konzentration in mg/l) stark reduziert werden. In Abbildung 7 ist die Entwicklung der CSB-Konzentration des DEK-Abwassers ins öffentliche Abwassernetz dargestellt. Ein kontinuierliches Monitoring der CSB-Konzentration des Abwassers ist seit April 2015 aktiv.

Im ersten Schritt konnte der CSB-Wert durch innerbetriebliche Maßnahmen wie die Verringerung von Produktverlusten oder die Mehrfachnutzung bzw. Kreislaufführung von Prozesswässern reduziert werden (vgl. Zeitraum 2015 - 2016). Eine weitere, positive Entwicklung des CSB-Anteils konnte durch die Inbetriebnahme des Schrägklärers 1 im Juni 2017 erzielt werden. Durch die sukzessive Inbetriebnahme der PWNA ab Oktober 2017 gelang es, die CSB-Konzentration auf 1.000 mg/l im Permeat bzw. 2.500 mg/l im Ablauf zu senken.

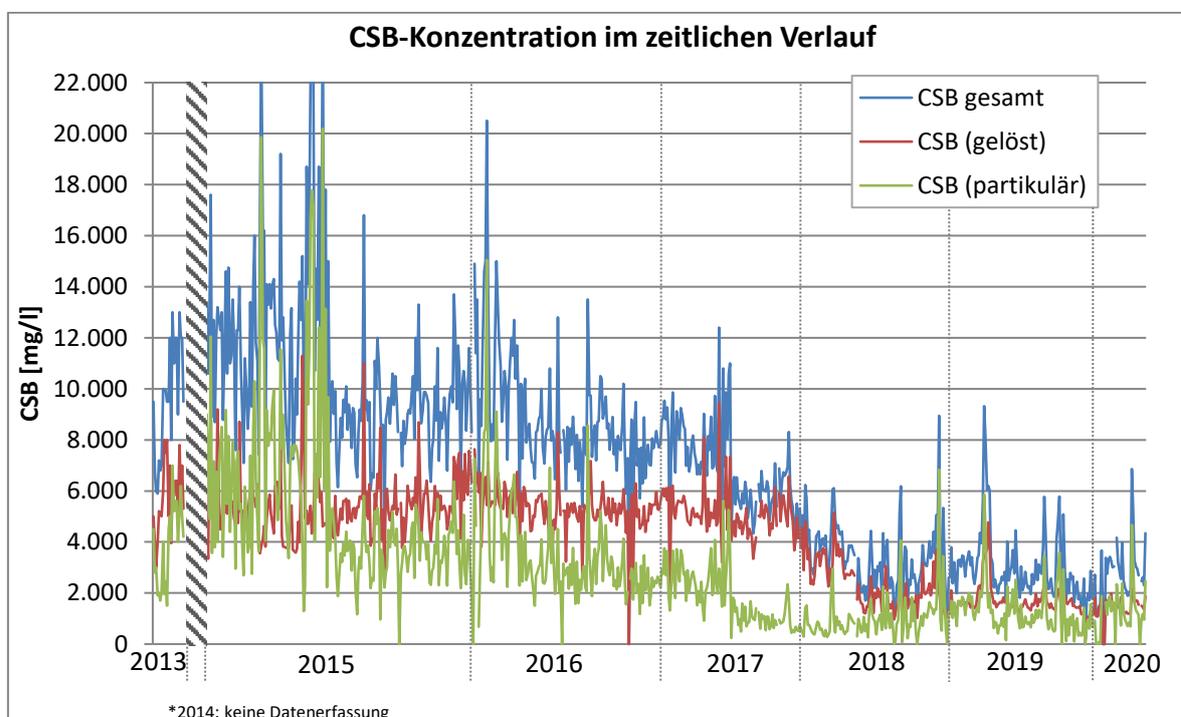


Abbildung 7: CBS-Konzentration im Ablauf der DEK

Die höheren CSB-Werte im Ablauf der PWNA lassen sich durch den noch ungenügenden Feststoffaustrag von unerwartet kleinen und ungelösten Feststoffpartikeln erklären, die durch Dekanter nicht ausreichend abgetrennt werden können. In der Folge wird diese Fraktion zur Aufrechterhaltung der Funktion der Biozönose zeitweise mit dem aufgereinigten Permeat verschnitten. Die Zentratmenge des Dekanters ist zwar im Vergleich zum Permeatstrom nur sehr klein, ist jedoch hoch angereichert mit CSB. Im Ergebnis erhöht sich der Gesamt-CSB im Ablauf der Anlage (Übergabestelle öffentliches Abwassernetz). Nach dem aktuellen Kenntnisstand ist mit der installierten Anlagentechnik eine schwer abbaubare CBS-Konzentration < 500 mg/l im Anlagenablauf nicht zu gewährleisten. Hierzu wäre ein aufwändiger Verfahrensschritt zur

Abtrennung des nicht abbaubaren CSB notwendig. Jedoch kann mit der installierten Anlagentechnik dauerhaft einen Gesamt CSB-Gehalt von unter 2.000 mg/l zu erreicht werden.

Die verfahrenstechnischen Limitierungen wurden den BWB bereits mitgeteilt. Derzeit wird an einer einvernehmlichen Regelung für die zukünftige Indirekteinleitung der Prozessabwässer, unter Berücksichtigung der technischen Gegebenheiten, gearbeitet.

Es ist hervorzuheben, dass sich die gewählte Verfahrenskette prinzipiell gut für die Aufreinigung von Prozesswässern aus der Kaffeeindustrie bzw. aus vergleichbaren Prozessen eignet. Die Anwendung der neuartigen Membrantechnologie im Zusammenhang mit einer hochspezialisierten Biozönose erzielt eine stabile Verringerung des CSBs auf 1.000 mg/l im Permeat. Die Performanz der Mikrobiologie wird insbesondere im Hinblick auf den BSB₅ deutlich, der im Permeat unterhalb der Nachweisgrenze liegt.

Die Spitzen im CSB-Verlauf in der Abbildung 7 wurden vorrangig durch temporäre, Nicht-Regelbetriebszustände während der Inbetriebnahmephase verursacht, die im Folgenden erläutert werden:

Hydraulische Leistung

Die täglich zu behandelnde Abwassermenge lag im Jahr 2018 durchschnittlich bei über 1.200 m³/d. Damit liegt das tatsächliche Abwasseraufkommen fast 20 % über den 1.000 m³/d (s. Tabelle 1), die für die Auslegung der Anlage erwartet wurden. Des Weiteren ist die spezifische Aufreinigungsleistung pro Zeiteinheit geringer als ursprünglich angenommen. So treten Leistungsspitzen auf, die mit der vorhandenen Anlagentechnik nicht zu kompensieren sind. Dies hatte ein Überfahren der Membranen zur Folge. Nachteilig ist auch, dass durch die hohe spezifische Membranbelastung und die daraus resultierenden häufigen Reinigungen (wöchentliche Intensivreinigung), deren erwartete Lebensdauer sinkt. Hinzu kommt, dass während der Reinigungen die Filtrationskapazitäten fehlen.

Aus den dargestellten Gründen wurde in den beiden Filterkammern im Dezember 2018 die Anzahl der Membranmodule jeweils von drei auf vier erhöht. Dadurch stieg die Gesamt-Filtrationsleistung der Anlage um 30 %. Dies gewährleistet auch bei Spitzenlasten einen zuverlässigen Betrieb der Anlage.

Schaum- und Gasentwicklung

Grundvoraussetzung für eine ausreichende CSB-Reduktion durch die aerobe biologische Stufe ist der Eintrag von Luft-Sauerstoff, damit im Mittel eine Konzentration von 2 mg O₂/l erreicht wird. Auch der Betrieb der Membranen ist nur bei kontinuierlicher Luftzufuhr möglich, da hier, um dem Chemikalieneinsatz zu minimieren, die Reinigung mechanisch über eine feinblasige Belüftung erfolgt. Das bedeutet, dass im Abschnitt des Membranbioreaktors dem Schlamm nahezu dauerhaft Luft zugeführt wird.

Nachteilig wirkte sich die Lufterdüsung im Membranbecken auf die Schaumentwicklung aus. Es bildete sich ein stabiler Schaum aus, der beim Betrieb der Luftzufuhr kontinuierlich aus der Anlage austrat. Für einen reibungslosen Betrieb der Gesamtanlage musste daher eine effektive Schaumbekämpfung gefunden werden. Besonders wichtig war hierbei die Membranverträglichkeit

der Entschäumungsmittel. Daher wurden auf den Filterkammern Düsen zur mechanischen Schaumbekämpfung installiert, mit der die Schaumzerschlagung über das Aufbringen von Belebtschlamm auf die Wasseroberfläche erfolgt. Für die notwendige Schaumreduzierung an den Bioreaktoren konnte nach einem Entschäumerscreening eine passende Chemikalie ermittelt werden. Diese wird seit über einem Jahr verwendet, ohne dass bisher eine Minimierung der Effektivität beobachtet werden konnte.

Im Zusammenhang mit der pH-Wert-Einstellung besteht die Möglichkeit einer chemischen Reaktion der im Wasser enthaltenen natürlichen anorganischen Schwefelverbindungen. So kann es zur Bildung von Schwefelwasserstoff (H_2S) kommen, welcher bereits in Konzentrationen von wenigen ppm (parts per million) eine potentielle Gefährdung für Menschen darstellt. Da das Gas schwerer als Luft ist, bildet es Schichten auf der Wasseroberfläche. Im geschlossenen System ist die Gefahr für die Umgebung gering. Erst bei der Verwirbelung des Wassers im Schrägklärer wird es in Bewegung gebracht und kann über Leckagen oder Öffnungen von Anlagenteilen in die Raumluft entweichen. Eine derartige Entstehung von Gasen war bei der Konzeptionierung nicht absehbar.

Im September 2018, nach Bekanntwerden erhöhter H_2S -Konzentrationen, wurden umgehend Maßnahmen zum Schutz der Mitarbeiter eingeleitet (z.B. Überlauf am Schrägklärer verschlossen, Wasserstandsregelung am Schrägklärer angepasst, Einbau Belüftungsgebläse und Abluftleitung für Restgase). Diese Maßnahmen zeigten umgehend Wirkung, so dass bei weiteren Messungen keine erhöhte H_2S -Konzentration nachgewiesen werden konnten.

Chemikalienlagerung und -dosierung

Die starken Veränderungen der Biozönose während der sukzessiven Inbetriebnahme der Anlage machten den Einsatz von anderen als den geplanten Prozesshilfsstoffen, Additiven und Chemikalien erforderlich. Es waren ebenfalls Anpassungen von den vorzuhaltenden Lagermengen notwendig, um eine stabile Prozessführung sicherzustellen.

So wurden die Gebindegrößen für die Chemikalienlagerung und Dosiertechnik unter der Prämisse einer kontinuierlichen Versorgung angepasst. Daraus folgen Nachrüstungen und Ergänzungen bei den Additivdosierungen auf das erforderliche Bedarfsniveau.

Zulauftemperatur

Durch eine hohe biologische Aktivität, sowie dem daraus resultierenden hohen Sauerstoffbedarf in Verbindung mit anhaltend hohen Außentemperaturen, wurden Zusatzmaßnahmen zur Kühlung des Prozessabwassers erforderlich. Um eine Gefährdung der etablierten Biozönose auszuschließen, wurden zunächst zwei zusätzliche Wärmetauscher im Zulauf der Anlage installiert, um die Zulauftemperatur zu senken. Diese Maßnahme reichte während des Rekordsommers 2018 jedoch nicht aus, um Temperaturen von $> 40\text{ °C}$ in der Biologie zu verhindern. So wurden weitere Maßnahmen erforderlich, um ausreichend Wärmeenergie aus dem System auszutragen.

Einen hohen Anteil am Energieeintrag haben die Druckluftkompressoren, welche die Biologie mit Sauerstoff versorgen. Die Montage eines Kühlkreislaufs im August 2019 senkte die Temperatur der komprimierten Luft von bis zu 140 °C auf 60 °C .

Es ist geplant, einen signifikanten Wärmeanteil aus der Druckluft auszukoppeln und im Sinne der Nachhaltigkeit für die Gebäudeheizung einzusetzen. In den Sommermonaten wird die überschüssige Wärme nach außen abgeführt.

Ein weiterer großer Wärmelieferant ist die Biologie selbst, welche durch die biologischen Abbauprozesse zu einem Temperaturanstieg im System führt. Ein Teilstrom des Rücklaufschlammes wird daher seit November 2019 über einen Rückkühler gegeben, so dass die Schlammtemperatur seither bei 35 - 38 °C liegt. Extrembedingungen mit dauerhaft hohen Außentemperaturen konnten bisher nicht mit den Anlagenerweiterungen getestet werden, dies wird erst in nächsten Sommern möglich sein.

Feststoffaustrag

Nach dem Einfahren der Anlage stellte sich heraus, dass die gewählte, rein physikalisch wirkende Überschussschlammwässerung durch den Dekanter nicht den Erwartungen entsprach. An den unerwartet kleinen Partikeln lagert sich Gas an. Die besonderen Eigenschaften des ungelösten Feststoffs verhindern so eine ausreichende Fest-Flüssig-Abtrennung. Zeitweise wird ein Teilstrom der ungelösten Feststofffracht über das Zentrat des Dekanters aus der Anlage entnommen und mit dem Permeat zusammengeführt. Aktuelle großtechnische Versuchsreihen zeigen erfolgsversprechende Ergebnisse zur effektiven Entwässerung des Überschussschlammes mittels Flockungsmitteln und -hilfsmitteln. Parallel werden auch neue Verfahren wie beispielsweise die thermische Einengung auf Ihre Eignung hin überprüft.

3.2 Stoff- und Energiebilanz

Bilanzgrenze

Für diesen Schritt werden zwei Bilanzgrenzen gezogen, die im Fließbild der Anlage (Abbildung 3) dargestellt sind. Die erste Bilanzgrenze schließt den Schrägklärer 1 ein. Die zweite betrachtet die PWNA, auf welcher im Folgenden der Fokus liegen wird.

Stoffbilanz vom Schrägklärer 1

Die Tabelle 8 beinhaltet die wichtigsten Abwasserparameter für die Bewertung der Abtrennrage durch den Schrägklärer 1.

Tabelle 8: Ergebnisse der Untersuchungen am Schrägklärer 1 (B: Fracht; n.b.: nicht bestimmt; gel: gelöst bzw. Partikelgröße $\leq 0,45 \mu\text{m}$)

Datum	Messstelle	Q [m ³ /d]	CSB [mg/l]	B _{CBS} [kg/d]	CSB _{gel} [mg/l]	B _{CBS,gel} [kg/d]	TS [g/l]	ASS [ml/l]
06.04.20	MS 1 (SK Zulauf)	386	7.748	2.991	4.670	1.803	12,6	105
	MS 2 (SK Ablauf)	369	7.030	2.593	4.421	1.631	6,7	37
	SK-Slurry	17	21.200	363	7.890	135	n.b.	n.b.
08.04.20	MS 1 (SK Zulauf)	291	5.813	1.694	4.683	1.365	1,12	111
	MS 2 (SK Ablauf)	272	5.117	1.390	4.604	1.251	0,18	0,3
	SK-Slurry	20	16.101	319	5.610	111	n.b.	n.b.

Durch den Schrägklärer werden 9 – 12 % des gesamten CSB reduziert, damit sinkt die tägliche CSB-Fracht um 13 – 18 %. Der Trockenstoffgehalt [TS] wird von durchschnittlich 11,9 g/l auf 4,2 g/l (54 %) in der Klaphase gesenkt. Bei den absetzbaren Stoffen kann am 08.04.2020 sogar eine nahezu komplette Entfernung (99,8 %) beobachtet werden.

CSB-Bilanz der PWNA

Die folgenden Abbildungen stellen die vom 21.04.2020 – 04.05.2020 aufkommenden Abwassermengen (Abbildung 8), CSB-Konzentrationen (Abbildung 9) sowie die Gegenüberstellung von CSB-Fracht und –Abbau (Abbildung 10) dar.

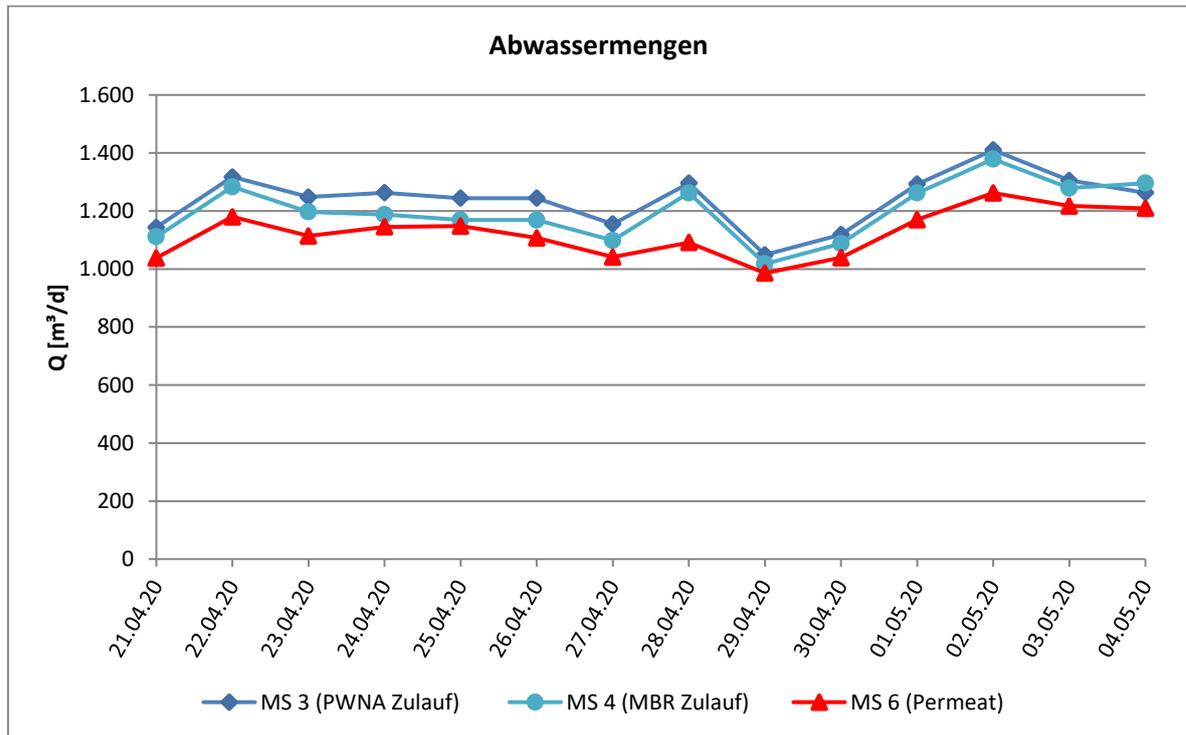


Abbildung 8: Tägliche Abwassermengen an verschiedenen MS

Wie bereits in Kapitel 2.6 erwähnt, sind das Abwasseraufkommen und dessen Zusammensetzung produktionsbedingt nicht konstant. Der Zulauf zur PWNA wird durch die vorgeschalteten Puffertanks vergleichmäßig und die Spitzen geglättet. Die zyklisch auftretenden Schwankungen muss die Anlagentechnik in einem breiten Anforderungsband abfahren.

So lag im betrachteten Zeitraum die Abwassermenge im PWNA-Zulauf (MS 3) zwischen 1.049 – 1.410 m³/d und im Permeat zwischen 986 – 1.262 m³/d. Die reduzierte Zulaufmenge nach dem 28.04.20 erklärt sich durch eine Wartung an den Produktionsanlagen (27. - 28.05.20), die zur Verringerung der Auslastung auf 75 – 80 % führte.

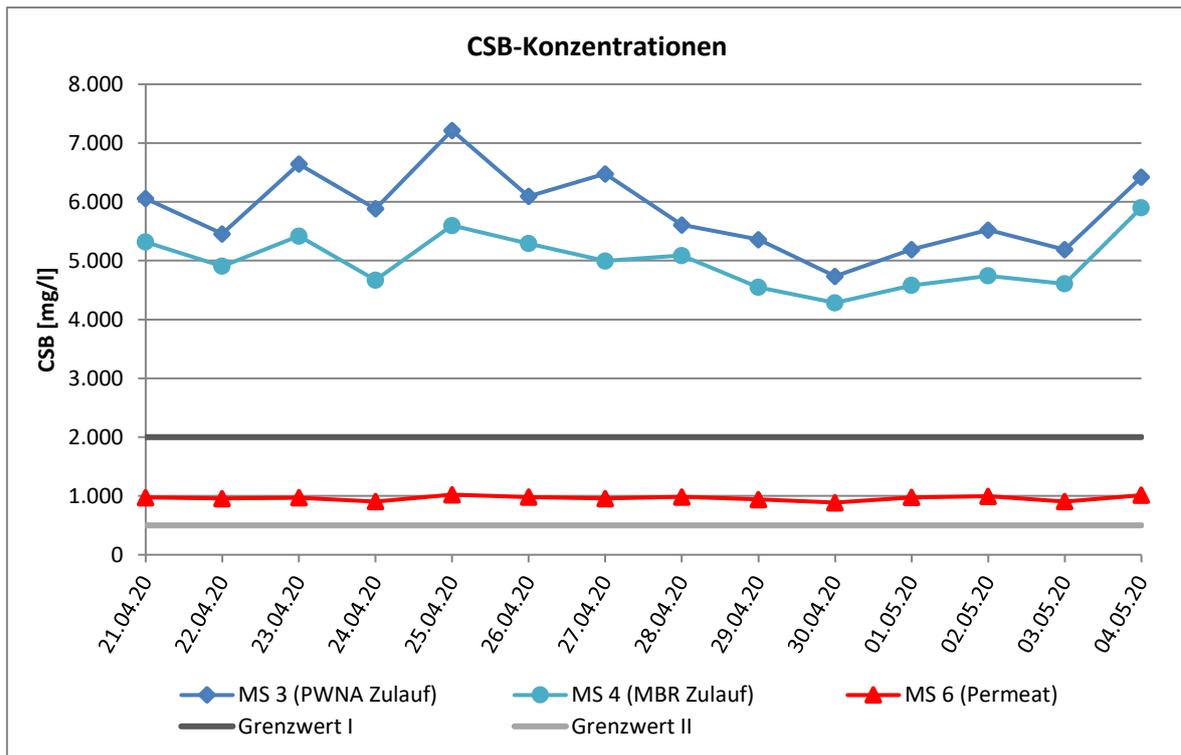


Abbildung 9: CSB-Konzentrationen an verschiedenen MS

Bei der CSB-Konzentration fallen zwei Dinge auf. Einerseits nimmt die Konzentration hinter dem Schrägklärer durchschnittlich um 14 % ab, von 4.736 – 7.216 mg/l ($\bar{\varnothing}$ 5.847 mg/l) im PWNA-Zulauf auf 4.285 – 5.903 mg/l ($\bar{\varnothing}$ 4.996 mg/l). Andererseits sinkt auch der Abstand vom Minimal- zum Maximalwert bei der MS 4, so dass die Konzentrationsschwankung durch die physikalische Vorbehandlung abgeschwächt wird. Annähernd unabhängig von den Zulaufwerten liegt die CSB-Konzentration im Permeat (MS 6) bei durchschnittlich 962 mg/l (888 – 1.022 mg/l) und ist nahezu konstant. Daraus folgt aber auch, dass der restliche CSB als Überschussschlamm ausgetragen werden muss.

Bestärkt wird diese Aussage auch durch die vierteljährlichen Gensonden-Analysen (s. Anhang S II ff). Der Belebtschlamm weist auf Grund des einseitigen industriellen Abwassers wenig Varianz in der Populationszusammensetzung auf. Das bedeutet, es hat sich eine Anlagen- und Substrat-spezifische Populationen etabliert, die für das Kaffee-Abwasser den größtmöglichen biologischen Abbau erreicht.

Verglichen mit den regelmäßigen Überwachungs- und Kontrollmessungen zwischen dem 01.05.19 – 30.04.20 lag die durchschnittliche CSB-Konzentration bei allen drei Messstellen unter den Durchschnittswerten.

Tabelle 9: Vergleich der durchschnittlichen CSB-Konzentrationen bei der kontinuierlichen Messung mit den zweimal wöchentlich durchgeführten Stichproben, an verschiedenen Messpunkten

	Betrachtungs- zeitraum	Ø CSB-Konzentration [mg/l]		
		MS 3 (PWNA Zulauf)	MS 4 (MBR Zulauf)	MS 6 (Permeat)
kontinuierliche autonome Messung	21.04.20 - 04.05.20	5.847	4.996	962
kontinuierliche autonome Messung	01.05.19 - 30.04.20	7.126	6.909	1.031
manuelle Stichprobe (zweimal wöchentliche)	01.05.19 - 30.04.20	n.b.	5.482	1.090

Den CSB-Grenzwert von 2.000 mg/l kann die Anlage im Permeat sicher unterschreiten. Hierbei handelt es sich um refraktären (biologisch schwer abbaubaren) CSB, mit einem BSB₅ (Biochemischer Sauerstoffbedarf nach 5 Tagen) von ≤ 13 mg/l (s. Gensondenanalyse im Anhang S. I). Somit kann der lt. ABE geforderte Anteil von nur 25 % (500 mg/l) refraktärer CSB-Fraktion mit der bestehenden Anlage nicht erreicht werden.

Wartungsarbeiten an Produktionsanlagen am 27. und 28.04.20 sind bei der Betrachtung der CSB-Frachten noch deutlicher zu erkennen. Die Verzögerung von ca. 24 h erklärt sich durch die Pufferbehälter der PWNA. Auch bei dieser Betrachtung ist zu erkennen, dass die Frachten, die mit dem Permeat die Anlage verlassen, nur leicht um den Durchschnittswert von 1.083 kg/d schwanken. Die CSB-Reduktion, die durch die Anlage erreicht werden kann, liegt bei durchschnittlich 85 % (83 – 87 %).

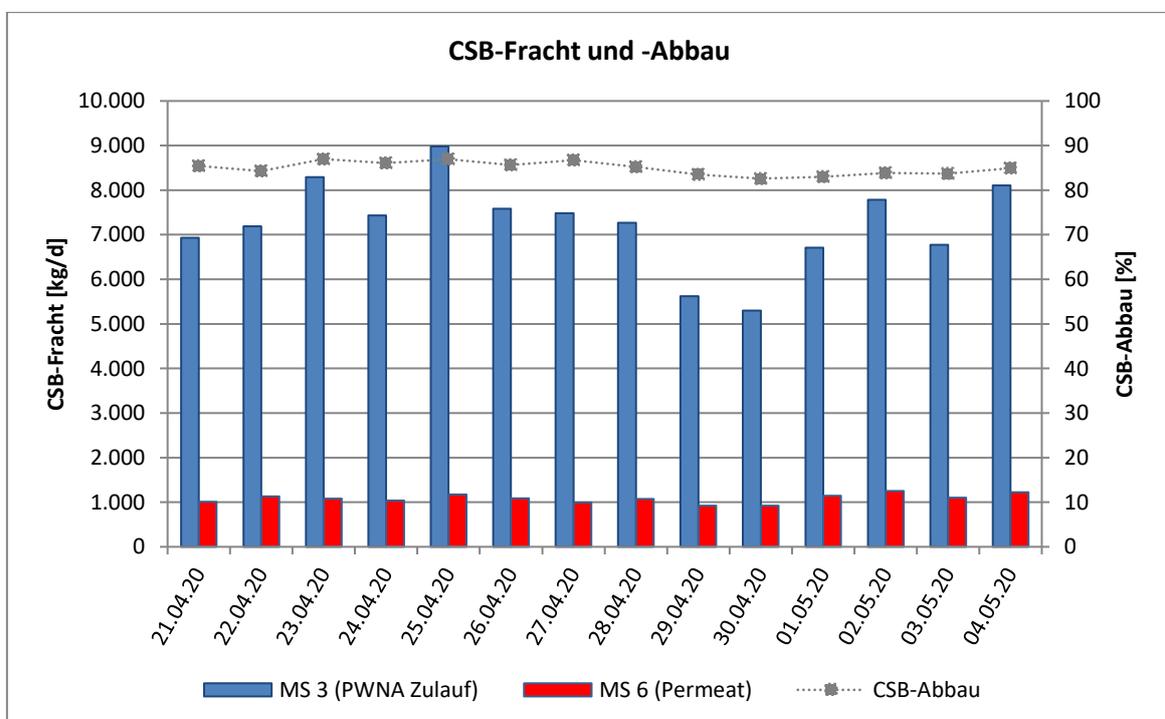


Abbildung 10: CSB-Frachten dem CSB-Abbau gegenübergestellt, an verschiedenen MS

Wie in Kapitel 3.1 erwähnt, ist eine zufriedenstellende Fest-Flüssig-Trennung des Überschussschlammes durch den Dekanter noch nicht möglich. Daher verbleibt noch eine hohe Konzentration an CSB im Zentrat des Dekanters, welcher temporär als Teilstrom mit dem Permeat verschnitten und in das öffentliche Abwassernetz eingeleitet wird (s. Abbildung 3). Damit ist für eine vollständige Betrachtung der Anlage die Einbeziehung dieses Stromes notwendig (s. Tabelle 10).

In aktuellen Versuchen wird eine wirksame Entwässerung des Überschussschlammes durch den Einsatz von Eisen(III)-sulfat und speziellen Polymeren als Hilfsstoff erzielt. Im Ergebnis kann die CSB-Konzentration im Zentrat auf 1.300 mg/l reduziert werden, was in etwa der CSB-Konzentration des Permeats entspricht und somit die Gesamt-CSB-Fracht im PWNA-Ablauf deutlich absenkt.

Tabelle 10: Ergebnisse der Untersuchungen an der PWNA: Zu- und Ablaufströmen (24 h Mischproben)

Datum	Messstelle	Q [m ³ /d]	CSB [mg/l]	B _{CSB} [kg/d]	CSB _{gel} [mg/l]	B _{CSB} [kg/d]	TS [g/l]
22.04.20	MS 3 (PWNA Zulauf)	1.318	5.232	6.894	4.580	6.034	4,4
	MS 5 (Zentrat)	103	18.208	1.876	5.214	537	13,4
	MS 6 (Permeat)	1.180	1.115	1.316	1.115	1.316	0,0
29.04.20	MS 3 (PWNA Zulauf)	1.049	5.432	5.698	4.431	4.648	4,3
	MS 5 (Zentrat)	98	17.928	1.762	5.392	530	14,3
	MS 6 (Permeat)	986	1.209	1.192	1.209	1.192	0,0

Durch die Vermischung der beiden Ströme (Permeat und Zentrat) liegt der durchschnittliche CSB bei 2.650 mg/l an der MS 7 (01.05.19 – 30.04.20). Betrachtet man nur den gelösten CSB, weist das Wasser im Mittel einen CSB_{gel} von 1.531 mg/l auf.

Energiebilanz

Die PWNA gehört mit ihren Prozessschritten sowie den dafür installierten Applikationen und Komponenten zu den zehn großen Elektroenergieverbrauchern am Standort. Bereits bei der Konzeption, Planung und Umsetzung der Anlage wurden die Elemente der ISO 50.001 herangezogen, um für diesen signifikanten Energieverbraucher ein treffendes Messstellenkonzept für das Energie-Medien-Monitoring zu erarbeiten und zu installieren.

Neben der Haupteinspeisung über die Niederspannungshauptverteilung NSHV PWNA wurden zusätzlich alle verfahrenstechnischen- und Prozessschritte mit Energiemessungen vom Typ Siemens PAC3200 ausgerüstet und in ein übergeordnetes Medien-Monitoring-System eingebunden. Es stehen dadurch aktuelle IST-Verbräuche zur Zustands- und Betriebserfassung (Onlinewerte wie: IST-Leistung, 1/4 h-Leistungswerte, usw.) sowie historische Energiemengen zur Abrechnung und weiteren Auswertung zur Verfügung.

Energiemessungen sind installiert für:

- Niederspannungshauptverteilung NSHV PWNA (ELE-099)
- Prozesswasser-Vorbehandlung (ELE-108)
- MBR-Reaktoren mit Filterkammern und Gebläsestation (ELE-104)
- Feststoffabtrennung (ELE-103)

- Nebenaggregate
 - Druckluftversorgung (Steuer- und Arbeitsluft)
 - Kraft-Unterverteilung
 - Licht-Unterverteilung

Über diese Messstellen wurden während der Leistungsfahrt alle relevanten Elektroenergieverbräuche gemessen, aufgezeichnet und für die Auswertung herangezogen (s. Abbildung 11). Dabei mit aufgezeichnet wurden die Abwassermengen (siehe MS 6 (Permeat)) sowie ebenfalls die Außenlufttemperatur der Umgebung. Diese sind Bestandteil der Auswertung, um mögliche Abweichungen bzw. Einflussfaktoren zu erkennen und zu bewerten.

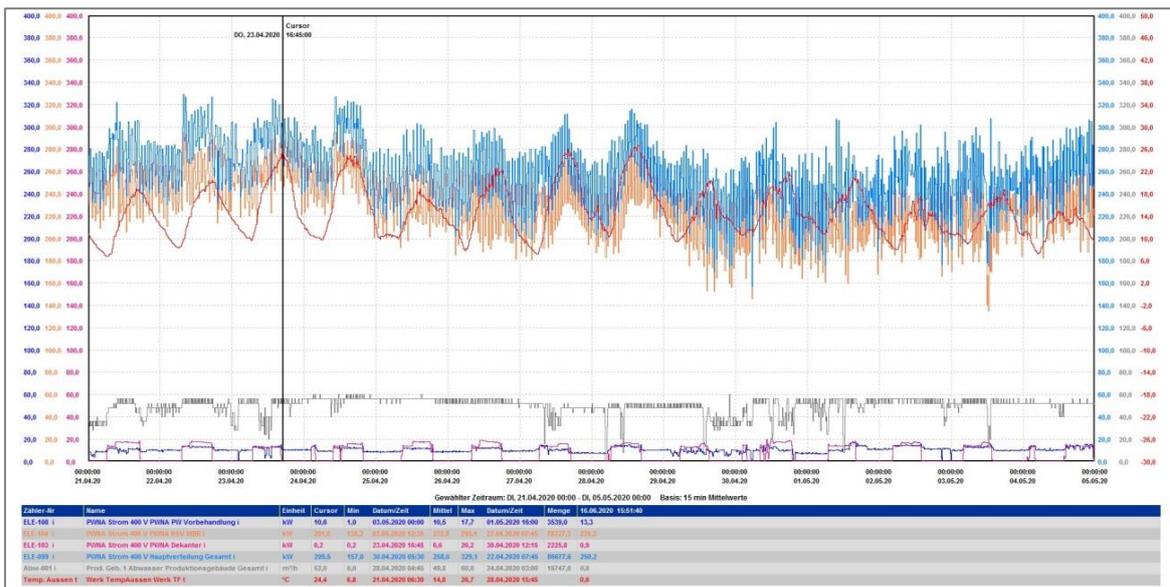


Abbildung 11: Grafische Darstellung Elektroenergieverbräuche PWNA vom 21.04. bis 04.05.2020

Während der Leistungsfahrt wurden folgende Energieverbräuche gemessen und als Tagesmittelwerte erfasst sowie in Bezug zu Abwassertagesmengen und der Umgebungslufttemperatur ausgewertet. Siehe die nachfolgende Tabelle 11.

Tabelle 11: Elektroenergieverbrauch als Tagesmengen im Vergleich zu Wasser/Abwasser und Temperatur

Datum	PWNA Zulauf (MS 3) [m³/d]	Werk Abwasser (BWB) [m³/d]	Differenz [m³/d]	NSHV PWNA (ELE-099) [kWh/d]	PW-Vorbehandl. (ELE-108) [kWh/d]	MBR-Reaktoren (ELE-104) [kWh/d]	Feststoffabtrennung (ELE-103) [kWh/d]	Lufttemperatur Tagesmittel [°C]
21.04.2020	1.144	1.073	70,6	6.491,3	233,4	5.880,6	183,5	12,8
22.04.2020	1.318	1.204	113,6	6.737,8	271,9	6.099,9	172,3	14,5
23.04.2020	1.248	1.157	91,0	6.766,7	254,6	6.194,2	128,6	16,8
24.04.2020	1.263	1.342	-79,0	6.737,6	258,9	6.135,6	159,9	16,9
25.04.2020	1.244	1.334	-89,9	6.139,5	238,5	5.554,9	169,5	13,7
26.04.2020	1.244	1.290	-45,7	6.091,5	247,1	5.491,5	171,1	15,1
27.04.2020	1.155	1.129	26,3	6.153,1	233,4	5.564,3	148,6	16,3
28.04.2020	1.296	1.122	174,0	6.285,8	262,3	5.684,7	157,8	18,6
29.04.2020	1.049	1.034	15,0	5.705,8	212,0	5.165,1	136,4	14,1
30.04.2020	1.119	1.090	28,7	5.791,9	229,2	5.178,0	189,5	15,4
01.05.2020	1.293	1.202	90,8	5.724,1	254,2	5.135,6	142,5	15,2
02.05.2020	1.410	1.287	123,2	5.933,9	294,3	5.287,0	155,1	12,1
03.05.2020	1.305	1.243	62,0	5.883,4	268,5	5.262,3	149,9	13,4
04.05.2020	1.323	1.240	82,6	6.235,6	280,7	5.593,8	163,5	11,7
SUMME	17.410	16.747	663,2	86.677,8	3.538,8	78.227,2	2.228,1	14,8
spez. Verbräuche in kWh/m³		16.747		5,2	0,2	4,7	0,1	

Die Anlage lief während der Leistungsfahrt in einem stabilen Regelbetrieb. Der Elektroenergieverbrauch unterliegt in Bezug auf den Gesamtenergieeinsatz gesehen im Tagesverlauf nur geringen Schwankungen. Eine Abhängigkeit von der Außenlufttemperatur ist nicht feststellbar. Begründen lässt sich diese durch die Kreislaufkühlung des MBR (Nachtzeiten = freie Kühlung, Tagzeiten = Unterstützung m. Elektroenergie). Diese Schwankungen sind aber in Bezug auf den Gesamtverbrauch nicht signifikant. Der Betrieb der Feststoffabtrennung zeigt einen deutlich höheren Einfluss auf den Elektroenergieverbrauch.

Für die Bewertung der eigentlichen Prozessschritte der Prozesswassernachbehandlung wurden nur Energiezähler der eigentlichen Wasserbehandlung herangezogen (Prozesswasser-Vorbehandlung, Belebungsbecken und Feststoffabtrennung). Nebenzähler wie Kraftverteilung, Lichtverteilung und Druckluft wurden in der Auswertung nicht berücksichtigt. Im Ergebnis ergibt sich für die Nachbehandlung von 16.747 m³ an Abwasser ein Elektroenergieverbrauch von 83.994 kWh. Dies entspricht einem spezifischen Verbrauch von 5,0 kWh je Kubikmeter Abwasser (5,2 kWh/m³ inkl. aller Nebenanlagen).

Unter Berücksichtigung eines spezifischen CO₂-Faktors von 0,537 kg(CO₂)/kWh für die Elektroenergie (Quelle: Merkblatt CO₂-Faktoren, „Strommix Deutschland Inland“, BAFA 2019) entspricht dies einer theoretischen spezifischen CO₂-Emission von 2,69 kg(CO₂) je Kubikmeter nachbehandelten Prozesswasser. In der Praxis liegt dieser Wert deutlich niedriger, da die Elektroenergie durch eine moderne Kraft-Wärme-Kopplungsanlage am Standort bereitgestellt wird. Weitere Maßnahmen zur Reduzierung des Elektroenergieverbrauchs der PWNA sowie Steigerung der Effizienz bei Abwasserbehandlung werden in den anstehenden Betriebsjahren den Betrieb begleiten.

Medienverbrauch

Es folgt in Tabelle 12 eine Aufstellung des Medienverbrauchs während der Leistungskontrolle und dem daraus abgeleiteten jährlichen Verbrauch.

Tabelle 12: Während der 14-tägigen Leistungskontrolle verbrauchte Medien und der daraus abgeleitete Tages- und Jahresverbrauch

Medium	Gesamtverbrauch [l]	Tagesverbrauch [l/d]	Jahresverbrauch [m³/a]
Trinkwasser	155.320	11.094	4.049
Entschäumer (AD 52)	1.030	74	27
Phosphorsäure 75 %	130	9,3	3,4
Spurenelemente	20	1,4	0,5
Natriumhypochlorid 12 % Cl	275	20	7,2
Zitronensäure 50 %	150	11	1,8

Durch eine verschmutzte Sauerstoffsonde während der Leistungskontrolle stieg der tatsächliche Sauerstoffeintrag in die Belebungsbecken regelmäßig auf > 2 mg/l. Da der Schlamm bei erhöhtem Stress, wie z.B. durch zu viel Sauerstoff, vermehrt schäumt, ist ein außergewöhnlich hoher Entschäumer-Verbrauch beobachtet worden. Im Zeitraum vom September 2019 bis März 2020 betrug der Verbrauch durchschnittlich nur 37 l/d und keine 74 l/d.

3.3 Umweltbilanz

CO₂-Bilanz

Durch die innovative Verfahrenskette der PWNA wird im Vergleich zu einen konventionellen Verfahren wie die Umkehrosmose die Einsparung von thermischer und Elektroenergie erzielt. Daraus resultiert eine um 10.500 t geringere CO₂-Emission. Eine detaillierte Aufstellung befindet sich in der folgenden Tabelle 13:

Tabelle 13: CO₂-Einsparung durch eingesparte Elektro- und thermische Energie

Kennwert	Einheit	Umkehrosmose	PWNA
CO₂-Einsparung durch eingesparte Elektroenergie			
Jährliche Abwassermenge	m ³	480.000	480.000
spez. Stromverbrauch / m ³ Abwasser	kWh/m ³	10	5
Jährlicher Stromverbrauch	MWh	4.800	2.400
spez. CO ₂ -Faktor	t/MWh	0,537	0,537
erzeugtes CO ₂	t/a	2.577,6	1.288,8
CO₂- Einsparung (Elektroenergie)	t/a		1.288,8
CO₂-Einsparung durch eingesparte thermische Energie			
Jährliche Menge zu trocknendes Konzentrat	t	70.000	0
spez. Energiebedarf therm.	MWh/t	0,63	0
thermischer Energiebedarf	MWh	44.100	0
spez. CO ₂ -Faktor	t/MWh	0,21	0
erzeugtes CO ₂	t/a	9.261,0	0
CO₂- Einsparung (thermische Energie)	t/a		9.261,0
CO₂- Gesamteinsparung (elektr. + therm.)	t/a		10.549,8

Der Strombedarf der PWNA ist 50% geringer als bei der Umkehrosmose. Weithin ist eine nachgeschaltete thermische Einengung des wässrigen Konzentrats bei der Prozesswasserbehandlung mittels Umkehrosmose notwendig. Zur Einengung der jährlich anfallenden 70.000 t Konzentrat ist ein erheblicher Energieeinsatz notwendig, der mit einem hohen CO₂-Ausstoß einhergeht. Bei der PWNA entfällt dieser Verfahrensschritt, da nur geringe Mengen von schwer abbaubaren flüssigen Abfällen entstehen.

Dezentrale Behandlungsanlage

Bei der Indirekteinleitung wird das industrielle Abwasser mit dem häuslichen Abwasser zusammengeführt und in der kommunalen Kläranlage gereinigt, bevor es in ein Gewässer eingeleitet wird. Hierbei kann speziell der hohe Anteil an schwer biologisch abbaubarer Organik nicht gezielt und damit ausreichend entfernt werden. Hier sichert die dezentrale und maßgeschneiderte Behandlungsanlage eine optimale Schadstoffminimierung an der Einleitquelle. Verantwortlich hierfür ist vor allem die an das industrielle Abwasser angepasste Biozönose. So unterstützt die Anlage auch den kommunalen Versorger und stellt sicher, dass die Gewässerbelastung verringert wird.

3.4 Wirtschaftlichkeitsanalyse

Die PWNA ist eine Nebenanlage zur Behandlung des anfallenden Abwassers der vorgeschalteten Produktionsanlagen zur Herstellung von löslichem Kaffee. Der Zweck der PWNA besteht nicht in der Herstellung eines Produktes. Die Anlage dient der Umsetzung allgemeiner und gesellschaftlicher Forderungen des Umweltschutzes.

Die entstehenden Betriebs- und Investitionskosten der PWNA werden den Produktionsbereichen mengengewichtet zum Selbstkostenpreis zugeordnet und somit über den Produktpreis des löslichen Kaffees refinanziert bzw. erwirtschaftet. Die von der DEK in Deutschland hergestellten Produkte stehen in direkter Konkurrenz mit Produkten aus den Rohkaffee-Ursprungsländern. Der Preisdruck ist im Segment der Handelsmarken sehr groß, sodass die in Deutschland und Europa geltenden Rahmenbedingungen hinsichtlich Personalkosten, Energiekosten und Umweltschutz große Herausforderungen darstellen.

Zur Bewertung der Amortisation wurden die Investitions- und Betriebskosten in Höhe von 10.615.000 EUR bzw. von 9.885.000 EUR (ohne Eigenleistung) zugrundegelegt und über die Dauer der betriebsgewöhnlichen Abschreibung der Anlage von 10 Jahren betrachtet.

Bei Gewährung der 20-prozentigen Zuwendung wurden die aus der PWNA resultierenden jährlichen Kosten proportional gemindert. In der Tabelle 14 ist eine Kostenbetrachtung der PWNA im Vergleich zum konventionellen Verfahren der Wasserbehandlung mittels Umkehrosmose aufgeführt. Bei der PWNA wurden zusätzlich die avisierten Kosten (Planungsphase) den tatsächlichen Kosten gegenübergestellt.

Tabelle 14: Kostenbetrachtung PWNA - Umkehrosmose

Kennwert	Einheit	Umkehr- osmose	Kosten PWNA, Auslegung	Ist-Kosten PWNA 2019
Investitionskosten (ohne Eigenleistung)	EUR	1.800.000	9.885.000	9.980.000
Eigenkapitalverzinsung	%	3	3	3
Refinanzierungsdauer	a	10	10	10
1. Kapitalkosten	EUR/a	210.000	1.150.000	1.161.000
2. Personalkosten	EUR/a	75.000	75.000	190.000
3. Betriebskosten (Hauptpositionen)	EUR/a	5.715.000	2.175.000	1.410.000
3.1 Energiekosten	EUR/a	450.000	230.000	213.000
3.2 Betriebsstoffe	EUR/a	25.000	1.000.000	145.000
3.3 Abfallentsorgung	EUR/a	4.400.000	3.000	
3.4 Abwassergebühr	EUR/a	772.000	772.000	772.000
3.5 Wartung/ Instandhaltung	EUR/a	68.000	170.000	280.000
4. Jahreskosten	EUR/a	6.000.000	3.400.000	2.761.000
5. Gesamtkosten (10 Betriebsjahre)	EUR	60.000.000	34.000.000	27.610.000

Es wird deutlich, dass sich die Kostenschätzung in der Planungsphase und die tatsächlichen Kosten für die PWNA annähernd gleichen. Im Vergleich zur Umkehrosmose ist die PWNA durch höhere Investitionskosten gekennzeichnet. Bei den Betriebskosten werden jedoch bei der PNWA mehr als die Hälfte der Mittel eingespart.

3.5 Technischer Vergleich zu konventionellen Verfahren

Die Aufreinigung des Prozesswassers aus der Extrakt-Kaffee Produktion wird in der PWNA durch eine aerobe Mikrobiologie und mit Hilfe einer neuartigen, getauchten Ultrafiltrationsmembran aufbereitet.

Aufgrund des innovativen Charakters des Vorhabens kann ein technischer Vergleich zu konventionellen Verfahren nicht aufgestellt werden. Die PWNA ist die erste und derzeitige einzige Aufbereitungsanlage für industrielle Kaffeeabwässer dieser Art in Deutschland.

Konventionelle Verfahren der Abwasseraufbereitung, wie sie schon seit langem beispielsweise bei kommunalen Abwässern appliziert werden, können nur unzureichend auf die Behandlung von industriellen Kaffeeabwässern mit ihrer speziellen Zusammensetzung transferiert werden. Es fehlt aktuell noch an Erkenntnissen und Erfahrung bei der großtechnischen Umsetzung vergleichbarer Applikationen bei der Aufreinigung von Abwässern aus Extraktionsprozessen.

4. Übertragbarkeit

4.1 Erfahrungen aus der Praxiseinführung

Bei einem MBR ist die CSB-Reduktion vor allem von der Biozönose abhängig. Es müssen sich spezialisierte Mikroorganismen etablieren, denen ausschließlich einseitig belastetes Industrieabwasser zur Verfügung steht und die auch schwer biologisch abbaubare Moleküle verarbeiten können. In der Inbetriebnahmezeit hat es 16 Wochen gedauert, bis der erste Überschussschlamm abgezogen bzw. ausreichend Biomasse gebildet werden konnte. Die Gensondenanalysen zeigen erst seit Sommer 2019 ein Populationsprofil, das sich nur noch geringfügig verändert. Dieses ist gekennzeichnet durch eine geringe Vielfalt an unterschiedlichen Zelltypen. Die Etablierung von wenigen Spezialisten ist folglich ein langwieriger Prozess, dem ausreichend Zeit eingeräumt werden muss.

Mit der gewählten Ausführung der Filterkammern als offenes Becken mit ca. 10 m über der Geländeoberkante haben sich Probleme ergeben. So kann sich die feuchte Abluft einschließlich der Mikroorganismen (darunter möglicherweise auch pathogene Keime) mit dem Wind großflächig in der Umgebung verteilen. Durch den schlechten Zugang gestalten sich außerdem Reinigungs- und Wartungsarbeiten aufwendiger. Hier ist eine geschlossene Ausführung und ebenerdige Aufstellung vorzuziehen.

Die vier Wärmeeinträger in das MBR-System sind Zulauf, komprimierte Gebläseluft, Sonneneinstrahlung und exotherm ablaufende mikrobielle Stoffwechselprozesse. Gleichzeitig ist die Wärmeabgabe der Anlage über die Oberfläche der Belebungsstanks nur gering aufgrund der hohen und geschlossenen Bauweise. Ohne Kühlung steigt die Schlammtemperatur auf $> 40\text{ °C}$ und liegt damit über dem Temperaturoptimum der mesophilen Bakterien ($25 - 40\text{ °C}$). Es kommt zu einer Denaturierung der Enzyme und in der Folge zu einer Abnahme der biologischen Reinigungsleistung. Die Temperaturabhängigkeit der Membranpermeabilität ist ein weiterer Grund, eine Temperatur $< 40\text{ °C}$ einzuhalten. Es muss dringend eine ausreichende Kühlkapazität zur Verfügung stehen.

Zu erheblichen Betriebsproblemen führte eine kontinuierliche Schaumbildung. Diese wurde verursacht durch:

- Stoffe im Abwasser aus der Kaffeeproduktion,
- eine hohe volumenspezifische Belüftungsrate, begründet durch die komplexe Bauweise der Reaktoren und die Crossflow-Gebläse zur Membranmodulüberströmung, sowie
- starke mechanische Belastungen, die zu einer verstärkten Bildung von extrazellulärer polymerer Substanz führt, die die Mikroorganismen zu ihrem Schutz ausbilden.

Bereits bei der Anlagenplanung sollte daher ein effektives Konzept zu Schaumbekämpfung erarbeitet werden bzw. der Schaumbildung konstruktiv entgegengewirkt werden. (4)

4.2 Modellcharakter/Übertragbarkeit

Das gewählte Verfahren der Prozesswasserbehandlung hat sich in Bezug auf die Reduzierung des CSB-Gehalts als geeignet und wirksam erwiesen. Eine Übertragung der Technologie auf die Prozesswasserbehandlung vergleichbarer Branchen mit hohem CSB bzw. organischer Fracht ist möglich. Hier sind vor allem Gewerbe mit Extraktionsprozessen zu nennen. Durch den modularen Aufbau (einzelne Tanks) können auch mehrstufige und/oder mehrstußige Behandlungen dargestellt werden. Folglich ist eine Skalierung des Projekts realisierbar.

Die Eignung des Verfahren hängt vor allem von zwei Faktoren ab: der Zusammensetzung der Prozessabwässer und den Anforderungen an den Anlagenablauf.

Bei der Zusammensetzung der zu behandelnden Prozesswässer ist der Anteil an biologisch abbaubaren Stoffen (CSB/BSB-Verhältnis) zu berücksichtigen. Dadurch, dass die zentrale Behandlung in der biologischen Stufe erfolgt, ergeben sich naturgemäß verfahrenstechnische Limitierungen. Weiterhin sind der Zulauf sowie alle weiteren Additive auf Verträglichkeit der eingesetzten Membrane zu überprüfen. Grundsätzlich kann das Verfahren durch die Wahl einer anderen Trenngrenze oder einem anderen Membranmaterial bei der Filtration angepasst werden.

Die Anforderungen an den Anlagenablauf können stark variieren und sind abhängig von der Art der Einleitung, den Bedingungen des kommunalen Wasserversorgers sowie den Auflagen auf europäischer, Bundes-, Landes- und kommunaler Ebene. Hier gilt es die Eignung des Verfahrens im Hinblick auf die konkreten Anforderungen zu prüfen.

5. Zusammenfassung / Summary

Die DEK Deutsche Extrakt Kaffee GmbH (DEK) stellt seit der Firmengründung 1969 lösliche Kaffees in Berlin her, die überwiegend für das Marktsegment der Handelsmarken produziert werden. Dazu gehören koffeinhaltige und entkoffeinierte, sprühgetrocknete und agglomerierte Kaffees sowie Flüssigkaffees zur Fremdtrocknung und Weiterverarbeitung für die Industrie und den Handel. Auch die durch hohe Hygieneanforderungen bedingten Reinigungen von Produktionsanlagen verursachen einen großen Anteil des anfallenden Prozesswassers.

Täglich werden ca. 1.200 m³ Prozesswasser von der DEK indirekt ins öffentliche Abwassernetz des kommunalen Versorgers Berliner Wasserbetriebe (BWB) eingeleitet. In der Vergangenheit gab es in Berlin hinsichtlich des Parameters chemischer Sauerstoffbedarf (CSB) keine Grenzwerte. Mit Änderung der Allgemeinen Bedingungen für die Entwässerung (ABE) im Juli 2013 wurden erstmals die Grenzwerte für den CSB auf 2.000 mg/l bzw. 500 mg/l (schwer abbaubar) festgelegt. Bei Nichteinhaltung der Grenzwerte drohen Vertragsstrafen bis hin zum Entzug der Indirekteinleiter Genehmigung.

Ziel des Vorhabens war die Reduzierung des CSB-Werts des Prozessabwassers entsprechend der ABE, so dass eine Einleitung in das öffentliche Abwassernetz weiterhin erfolgen kann. Dazu wurde eine Prozesswassernachbehandlungsanlage (PWNA) errichtet. Das Kernverfahren beinhaltet eine vorgeschaltete Feststoffabtrennung, einen Bioreaktor mit einer auf das Kaffeeabwasser spezialisierten Biozönose sowie eine neuartige getauchte Membranfiltrationseinheit. Der Einsatz konventioneller Verfahren zur Wasserbehandlung wie die Umkehrosmose wurden im Vorfeld bewertet, jedoch aufgrund starker Umweltbelastungen und hoher Betriebskosten verworfen.

In einer 14-tägigen Leistungsfahrt wurde in einem umfangreichen Messprogramm, bestehend aus Online-Monitoring sowie hausinternen und externen Laboranalysen, die Aufreinigungsleistung der PWNA evaluiert. Das gewählte Verfahren der Prozesswasserbehandlung hat sich in Bezug auf die Reduzierung des CSB-Gehalts als geeignet und wirksam erwiesen. Die Anwendung der neuartigen Membrantechnologie im Zusammenhang mit einer hochspezialisierten Biozönose erzielt eine dauerhafte Verringerung des CSB im Permeat auf ca. 1.000 mg/l. Die Performanz der Mikrobiologie wird insbesondere im Hinblick auf den Biologischen Sauerstoffbedarf (BSB₅) deutlich, der im Permeat unterhalb der Nachweisgrenze liegt. Der Feststoffaustrag von ungelösten Feststoffpartikeln aus der Anlage ist aktuell noch unzureichend. Grund dafür sind unerwartet kleine Feststoffpartikel, die durch Zentrifugen kaum abgetrennt werden können. Um trotzdem ein Überwachsen der Anlage zu verhindern, wurde übergangsweise im Zeitraum der Leistungsfahrt, ein Teil des mit CSB hoch angereicherten Zentratstroms aus dem Feststoffaustrag mit dem Permeatstrom vermischt. Im Anlagenablauf zum öffentlichen Abwassernetz ergab sich daraus eine Gesamt-CSB Konzentration von ca. 2.500 mg/l. Aktuell wird im großtechnischen Versuch eine Schlammentwässerung durch den Einsatz von Flockungs(-hilfs)mitteln realisiert. In der Folge verringert sich die CSB-Konzentration im Zentrat auf ca. 1300 mg/l.

Eine Übertragung der Technologie auf die Prozesswasserbehandlung vergleichbarer Branchen mit hohem CSB bzw. organischer Fracht ist möglich. Hier sind vor allem Gewerbe mit Extraktionsprozessen zu nennen. Durch den modularen Aufbau (einzelne Tanks) können auch mehrstufige und/oder mehrstufige Behandlungen dargestellt werden.

Since the company was founded in 1969, DEK Deutsche Extrakt Kaffee GmbH Berlin has been producing soluble coffees that are mainly sold in the private label market segment. These include regular and decaffeinated, spray-dried and agglomerated soluble coffees as well as liquid coffees for external drying and further processing for industry and trade. Also cleaning of production facilities, which is required by high hygiene standards, accounts for a large proportion of the process water produced.

Every day, approx. 1,200 m³ of process water is indirectly discharged by DEK into the public sewage of the municipal suppliers Berliner Wasserbetriebe GmbH (BWB). In the past, there were no limit values in Berlin regarding the chemical oxygen demand (COD) parameter. With the amendment of the General Conditions for Drainage (ABE) in July 2013, the COD limits were set to 2,000 mg/l and 500 mg/l (persistent) for the first time. Non-compliance with the limit values may result in contractual penalties, including the withdrawal of the indirect discharger permit.

The aim of the project was to reduce the COD value of the process wastewater in accordance with the ABE so that it can be discharged into the public sewerage system. A specially designed process water treatment plant (PWNA) was constructed for this purpose. The core process includes upstream solids separation, a bioreactor with a biocoenosis specialized in coffee wastewater and a novel submerged membrane filtration unit. The use of conventional water treatment processes such as reverse osmosis was evaluated in advance, but rejected due to high environmental impact and high operating costs.

In a 14-day performance test, the purification performance of PWNA was evaluated in a comprehensive measurement program consisting of online monitoring as well as in-house and external laboratory analyses. The selected process water treatment method has proven to be suitable and effective in terms of reducing the COD content. The application of the novel membrane technology in combination with a highly specialized biocoenosis achieves a permanent reduction of the COD in the permeate to approx. 1,000 mg/l. The performance of microbiology is particularly evident with regard to the biological oxygen demand (BOD₅), which is below the limit of detection in the permeate. The discharge of undissolved solid particles from the plant is currently still insufficient. This is due to unexpectedly small solid particles, which can hardly be separated by centrifuges. In order to prevent the plant from overgrowing, the centrate stream of the solids discharge enriched with COD is currently being blended with the permeate stream. This results in a total COD concentration of 2,500 mg/l in the plant discharge to the public sewage system. Currently, an efficient sludge dewatering can be realized in large-scale trials by using flocculation agents. As a result, the COD concentration in the centrate is reduced to approx. 1,300 mg/l.

A transfer of the technology to the process water treatment of comparable industries with high COD or organic load is possible. In this case, especially industry with extraction processes. Due to the modular design (single tanks), multi-stage and/or multi-line treatments can also be implemented.

Literaturverzeichnis

1. **Körting Hannover GmbH.** koerting.de. *Ejektoren zur Abwasserbelüftung.* [Online] [Zitat vom: 3. Mai 2020.] <https://www.koerting.de/de/ejektoren-zur-abwasserbelueftung.html>.
2. **H2Ortner® GmbH.** h2ortner.com. *Produkte: MicroCat-HX.* [Online] 30. April 2020. <https://www.h2ortner.com/produkte/chemie/microcat/microcat-hx.html>.
3. **Schöne, Wolfgang.** Chemie Technik. *Selbstheilende Membranen im Klärwerksbetrieb.* [Online] 10. Februar 2014. [Zitat vom: 4. Mai 2020.] <https://www.chemietechnik.de/selbstheilende-membranen-im-klaerwerksbetrieb/>.
4. **Baumgarten, Sven.** *Membranbioreaktoren zur industriellen Abwasserreinigung .* Aachen : Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, 2007.

Anhang

Gensondenanalyse (1)

ANALYSENBERICHT / P2004120
Seite 1 von 5



Mikrobiologische Populationsanalysen an Belebtschlammproben

KUNDE:	DEK Deutsche Extrakt Kaffee GmbH	KONTAKT:	Frau Spletstößer
KUNDEN-NR:	K192044	REFERENZ/AUFTRAGS-NR:	-
PROBENEINGANG:	23.04.2020	PROJEKT:	P2004120
ANGEWANDTE METHODE:	VIT® Gensondentechnologie	ANZAHL DER PROBEN:	1

A. VORHABEN

Im vorliegenden Projekt wurde eine Belebtschlammprobe der Membrananlage der DEK Deutsche Extrakt Kaffee GmbH (BB 1.2; 21.04.2020) hinsichtlich der vorhandenen Mikrobiologie untersucht. Zur Anwendung kam die kultivierungsunabhängige VIT® Gensondentechnologie unter Verwendung eines Gensondensatzes, der i.d.R. 95-98% der in Abwasserreinigungsanlagen vorhandenen Bakterien in sogenannte Hauptgruppen einteilt. Die Ergebnisse wurden mit Profilen früherer Proben der Anlage verglichen.

B. VIT® GENSONDENTECHNOLOGIE

Das Prinzip der VIT® Gensondentechnologie basiert darauf, dass Fluoreszenz-markierte Gensonden in die morphologisch intakten Zellen eindringen und diese anschließend fest an ihre spezifischen Zielstellen innerhalb der Zellen binden. Eine Identifizierung und Quantifizierung findet nach Anregung des an die Gensonden gekoppelten Fluoreszenzfarbstoffes unter dem Fluoreszenzmikroskop statt. Diese molekularbiologische Analysenmethode ermöglicht es, Mikroorganismen spezifisch, individuell und kultivierungsunabhängig direkt in der Untersuchungsprobe (*in situ*) zu visualisieren, zu identifizieren und zu quantifizieren. Der große Vorteil der Methode liegt darin, dass die Identifizierung auf dem Nachweis der Erbsubstanz beruht und somit nicht von phänotypischen Merkmalen abhängt, die gerade bei vielen Bakterien sehr variabel sein können. Es lassen sich mikrobielle Charakteristika von Schlämmen und Populationsveränderungen sehr exakt analysieren. Da der Nachweis nicht auf der DNS der Zellen, sondern auf der rRNS der Zellen beruht, werden mit den Gensonden nur lebende, physiologisch aktive Zellen nachgewiesen. Dabei spiegelt die Signalstärke die Aktivität der einzelnen Zellen wider: Je aktiver die Zellen sind, desto mehr ribosomale RNA ist in den Zellen vorhanden und umso heller erscheint das Fluoreszenzsignal durch die erhöhte Anzahl an gebundenen Gensonden. Die Nachweisgrenze dieser Methode entspricht in etwa 1.000 Zellen / ml.

C. DURCHFÜHRTE ANALYSEN

Im Einzelnen wurden folgende Arbeiten durchgeführt:

- Aufbereitung der fixierten Schlammprobe
- Analyse der Probe mit Fluoreszenz-markierten Gensonden, welche spezifisch die Hauptgruppen der *Bacteria* nachweisen.
- Bestimmung der Gesamtzellzahlen mittels DAPI-Färbung und der Lebendzellzahlen mittels universeller Gensonde für alle lebenden Bakterien.
- Analyse der entsprechenden Populationen mittels Fluoreszenzmikroskopie: Quantifizierung der einzelnen Populationen in Relation zur vitalen bakteriellen Gesamtpopulation
- Foto-Dokumentation repräsentativer Ergebnisse

Gensondenanalyse (2)

ANALYSENBERICHT / P2004120

Seite 2 von 5



 vermicon

 solutions for microbiology

D. ERGEBNISSE

Gesamt- und Lebendzellzahlbestimmung

Die Summenparametern haben sich im Vergleich zur Voruntersuchung (Probe vom 23.01.2020) kaum verändert. Aktuell lagen die Gesamtzellzahlen bei $2,56 \times 10^9$ und die Lebendzellzahlen bei $1,58 \times 10^9$ Zellen / ml Schlamm. Die Aktivitätsrate (Anteil der lebenden Zellen an der Gesamtzellzahl) lag damit konstant auf einem guten Wert 62%.

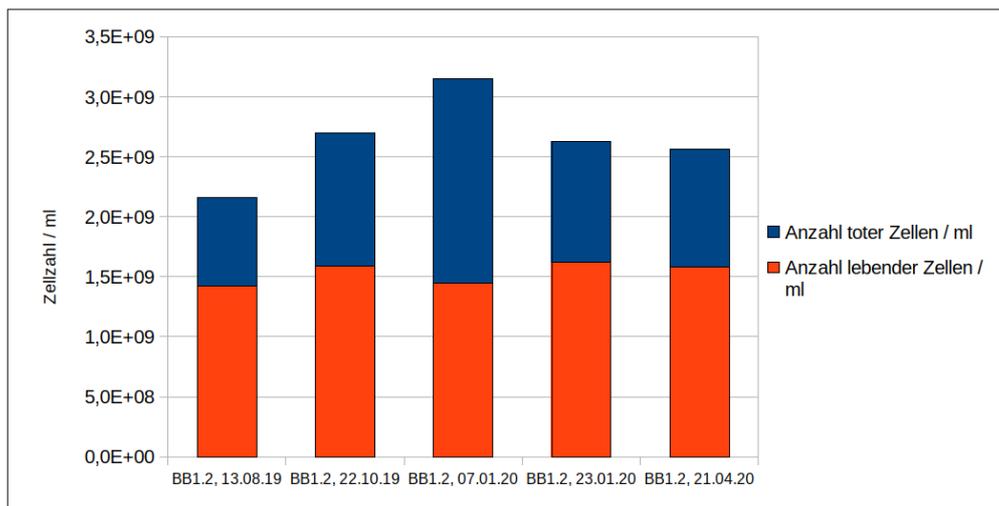


Diagramm 1: Übersicht über die lebenden und toten Zellen pro Probe im Vergleich

Populationsanalyse

Sämtliche Gensondenergebnisse sind Tabelle 1 im Anhang zu entnehmen. In der Tabelle Physiologie sind kurze Beschreibungen der einzelnen untersuchten Hauptgruppen zusammengefasst. Diagramm 2 weist die ermittelten absoluten Zellzahlen und Diagramm 3 die prozentualen Zellzahlen der einzelnen Populationen aus.

Anhand des Hauptgruppenprofils konnte der gleiche Trend beobachtet werden wie schon Ende Januar 2020. Es manifestierten sich die Anlagen-typischen Bakteriengruppen der *Alpha-* und *Gammaproteobacteria* und gleichzeitig stabilisierten sich Bakteriengruppen, die tendenziell auf eine schlechte Sauerstoffversorgung hindeuten, wie die *Deltaproteobacteria*.

Den nach wie vor höchsten Anteil an der Biozönose mit 43% (vorher 44%) hatten die *Alphaproteobacteria* inne, die zum überwiegenden Teil aus einem deutlich segmentierten Fadentyp bestanden. Wie in der Voruntersuchung bildete dieser Organismus lange Filamente aus und wies über die hellen Fluoreszenzsignale eine gute Aktivität auf. Neben dem Faden waren innerhalb dieser Gruppe zudem ein dicht gepackter Zellclustertyp und Einzelzellen zu beobachten.

Nochmals angestiegen seit der letzten Analyse von 17% auf nunmehr 23% sind die *Deltaproteobacteria*, die u.a. die Sulfat-reduzierenden Bakterien aber auch fermentierende Bakterien enthalten. Bei einem Richtwert von bis zu 10% lag der aktuell gemessene Wert deutlich darüber, so dass sich dadurch möglicherweise Sauerstoffprobleme ableiten lassen. Morphologisch konnte über die Zeit auch in dieser Gruppe eine Vereinheitlichung beobachtet werden. Aktuell wurden fast ausschließlich kokkoide, plumpe

Gensondenanalyse (3)

ANALYSENBERICHT / P2004120
Seite 3 von 5



Stäbchen beobachtet, die homogen über den Schlamm verteilt vorkamen.

Demgegenüber standen die fädigen *Chloroflexi*, die nach der leichten Zunahme in der letzten Januaranalyse, nun wieder auf einen Anteil von 12% gesunken sind. Nach wie vor stellten die *Chloroflexi* eine Fraktion aus recht kurzen Fäden dar, die einzeln nebeneinander in der Schlammflocke vorlagen und dadurch, wie bisher, kaum flockenstabilisierende Funktionen ausüben dürften.

Ebenfalls rückläufig waren die fermentierenden gram-positiven *Firmicutes*, die von 3% auf nunmehr 0,1% reduziert vorlagen. Die gram-positiven *Actinobacteria* hingegen haben in etwa diesen Verlust wieder kompensiert, da sie von vormals 0,3% auf aktuell 4% angestiegen sind. Sie wurden v.a. in Form von fädigen Strukturen beobachtet. Die Planktomyzeten wurden auf ähnlichem Niveau wie in der Voruntersuchung mit 5% (vorher 4%) gemessen.

Auf einem seit der letzten Analyse gleichbleibend stabilen Niveau von 9% (vorher: 10%) wurden die *Gammaproteobacteria* gemessen, die sich unverändert in Form der für die Anlage typischen einheitlichen Zellcluster darstellten und helle Fluoreszenzsignale ausstrahlten, die auf eine gute Aktivität hinwiesen.

Gleichbleibend niedrig wurden die sauerstoffabhängigen heterotrophen *Betaproteobacteria* gemessen, die aktuell mit einem Anteil von 3% vorhanden waren (vorher: 2%). Die Gruppe setzte sich ausschließlich aus kokkoiden Einzelzellen in kleinen Zellclustern zusammen, die jedoch helle Fluoreszenzsignale ausstrahlten und somit ebenfalls auf gute Aktivitäten hindeuteten.

Auch die *Nitrospirae*, die als Nitrit-oxidierende Bakterien stark Sauerstoff-abhängig sind, wurden aktuell mit einem gleichbleibend niedrigen Anteil von 0,1% (vorher: 0,2%) gemessen.

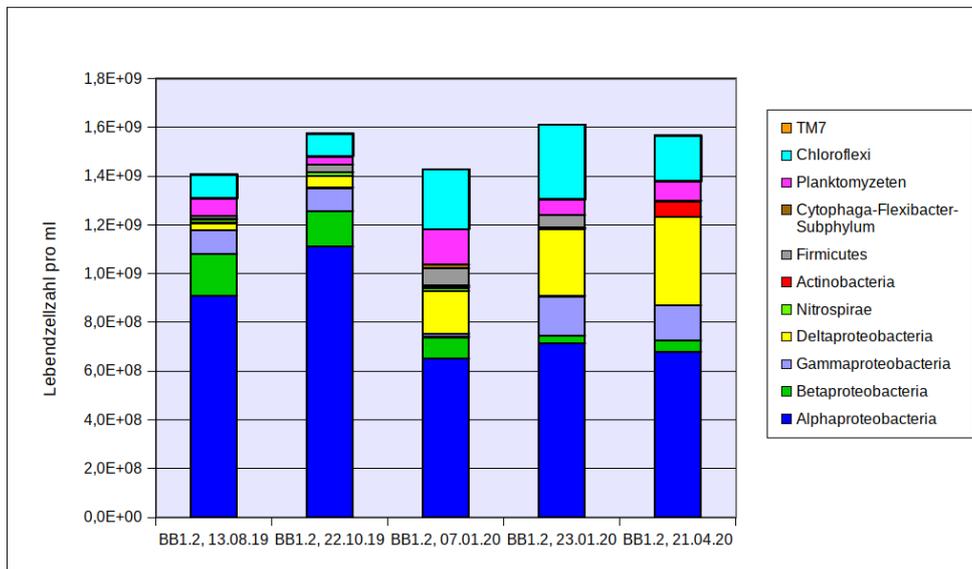


Diagramm 2: Ermittelte absolute Zellzahlen der untersuchten Populationen im Vergleich der letzten fünf Proben

Gensondenanalyse (4)

ANALYSENBERICHT / P2004120
Seite 4 von 5

vermicon 
solutions for microbiology

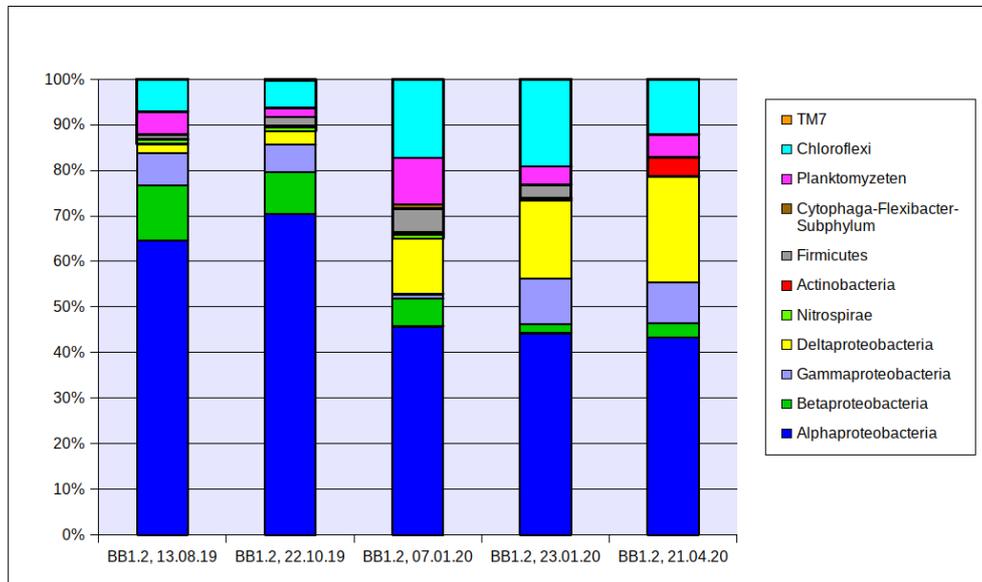


Diagramm 3: Ermittelte prozentuale Populationsanteile im Vergleich der letzten fünf Proben

E. FAZIT

Der aktuelle Schlamm zeichnete sich durch eine vergleichbare Aktivitätsrate von 62% wie in der Voruntersuchung Ende Januar 2020 aus. Sowohl die Gesamtzellzahlen als auch die Lebendzellzahlen haben sich seit der letzten Analyse kaum verändert. Insgesamt stellte sich die Zusammensetzung der einzelnen Populationen tendenziell immer weniger vielfältig dar, was sicherlich auf das einheitliche, wenig variierende Abwasser zurückzuführen ist, in dem sich wenige Spezialisten herausbilden und etablieren.

Die Anlagen- und Substrat-spezifischen Populationen, angeführt von den *Alphaproteobacteria* mit dem Hauptorganismus des segmentierten Fadens, stellten nach wie vor die dominante Bakteriengruppe dar, während andere wichtige heterotrophe Bakteriengruppen wie die *Betaproteobacteria* in dieser Anlage konstant unterrepräsentiert vorlagen. Gleichbleibend war auch der Trend, dass sich insbesondere die *Deltaproteobacteria*, die mit wenig Sauerstoff Stoffwechsel betreiben können, mit großen Populationsanteilen und wenig Varianz bei den Zelltypen etabliert haben (aktuell 23%). Als weitere Anlagen-typischen Zellen fungierten die *Gammaproteobacteria*, die auf einem gleichbleibenden vergleichsweise hohen Niveau (9%) vorlagen. Flockenstabilisierende Gruppen wie die *Chloroflexi* scheinen keine große Bedeutung in der Anlage zu haben, da sie erneut auf einen Anteil von 12% gesunken sind.

Gensondenanalyse (5)

ANALYSENBERICHT / P2004120
Seite 5 von 5

vermicon 
solutions for microbiology

F. ANHANG

Tabelle 1: Übersicht der Gensondenergebnisse

Tabelle Physiologie, mit Hinweisen zu den einzelnen untersuchten Populationen

Fotodokumentation repräsentativer Ergebnisse

vermicon AG, München, 18.05.2020



Dr. Claudia Beimfohr

Gensondenanalyse (6)

P2004120



Tabelle 1: Zusammenfassung der ermittelten Gensondenergebnisse

Untersuchte Gruppen und Hauptgruppen	BB1.2, 13.08.19		BB1.2, 22.10.19		BB1.2, 07.01.20		BB1.2, 23.01.20		BB1.2, 21.04.20	
	% Anteile	absolute Zellzahlen/ ml								
<i>Alphaproteobacteria</i>	64,0	9,1E+08	70,0	1,1E+09	45,0	6,5E+08	44,0	7,1E+08	43,0	6,8E+08
<i>Betaproteobacteria</i>	12,0	1,7E+08	9,0	1,4E+08	6,0	8,7E+07	2,0	3,2E+07	3,0	4,7E+07
<i>Gammaproteobacteria</i>	7,0	9,9E+07	6,0	9,5E+07	1,0	1,5E+07	10,0	1,6E+08	9,0	1,4E+08
<i>Deltaproteobacteria</i>	2,0	2,8E+07	3,0	4,8E+07	12,0	1,7E+08	17,0	2,8E+08	23,0	3,6E+08
<i>Nitrospirae</i>	1,0	1,4E+07	1,0	1,6E+07	1,0	1,5E+07	0,2	3,2E+06	0,1	1,6E+06
<i>Actinobacteria</i>	0,1	1,4E+06	0,1	1,6E+06	0,5	7,3E+06	0,3	4,9E+06	4,0	6,3E+07
<i>Firmicutes</i>	1,0	1,4E+07	2,0	3,2E+07	5,0	7,3E+07	3,0	4,9E+07	0,1	1,6E+06
<i>Cytophaga-Flexibacter-Subphylum</i>	n. n.	--	n. n.	--	1,0	1,5E+07	n. n.	--	--	--
Planktomyzeten	5,0	7,1E+07	2,0	3,2E+07	10,0	1,5E+08	4,0	6,5E+07	5,0	7,9E+07
<i>Chloroflexi</i>	7,0	9,9E+07	6,0	9,5E+07	17,0	2,5E+08	19,0	3,1E+08	12,0	1,9E+08
TM7	0,01	6,6E-05	0,2	1,2E-03	n. n.	--	n. n.	--	--	--
Gesamtzellzahlen / ml (lebend und tot)		2,2E+09		2,7E+09		3,2E+09		2,63E+09		2,56E+09
Lebendzellzahlen / ml		1,4E+09		1,6E+09		1,5E+09		1,62E+09		1,58E+09
Anteil der lebenden Zellen an der Gesamtzellzahl		66%		59%		46%		62%		62%

n. n.: nicht nachweisbar

Prüfbericht Abwasser (1)

BERATUNG | ANALYTIK | PLANUNG | SEIT 1983



Quality of Life

WESSLING GmbH
Haynauer Straße 60 · 12249 Berlin
www.wessling.de

WESSLING GmbH, Haynauer Str. 60, 12249 Berlin

DEK Deutsche Extrakt Kaffee GmbH
Nebenbetriebe
Herr Bastian Zeitler
Cafeastraße 1
12347 Berlin

Geschäftsfeld: Umwelt
Ansprechpartner: D. Titze
Durchwahl: +49 30 77 507 418
Fax: +49 30 77 507 444
E-Mail: Daniel.Titze@wessling.de

Prüfbericht

Monatliche Untersuchung von Abwasserproben - 2020

Prüfbericht Nr.	CBE20-008098-1	Auftrag Nr.	CBE-00105-20	Datum	18.05.2020
Probe Nr.	20-062355-01	20-062355-02	20-062355-03		
Eingangsdatum	27.04.2020	27.04.2020	27.04.2020		
Bezeichnung	Zulauf	Ablauf Permeat	MBR 1.2		
Probenart	Abwasser	Abwasser	Abwasser		
Probenahme	27.04.2020	27.04.2020	27.04.2020		
Zeit	09:22	09:40	10:00		
Probenahme durch	WESSLING GmbH	WESSLING GmbH	WESSLING GmbH		
Probenehmer	Olaf Westphal	Olaf Westphal	Olaf Westphal		
Probengefäß	1x 250ml BG-Schliff stab. Pges., 1x 500ml PE, 1x CSB, 1x 250ml PE stab.Kjeld., 1x 100ml PE stab.NH4, 1x 500ml PE, 1x 100ml PE stab.Metalle, 1x 100ml PE stab.Tnb, 1x 1L PE	1x 250ml BG-Schliff stab. Pges., 1x 500ml PE, 1x CSB, 1x 250ml PE stab.Kjeld., 1x 100ml PE stab.NH4, 1x 500ml PE, 1x 100ml PE stab.Metalle, 1x 100ml PE stab.Tnb, 1x 1L PE	1x 250ml BG-Schliff stab. Pges., 1x 500ml PE, 1x CSB, 1x 250ml PE stab.Kjeld., 1x 100ml PE stab.NH4, 1x 500ml PE, 1x 100ml PE stab.Metalle, 1x 100ml PE stab.Tnb, 1x 1L PE		
Anzahl Gefäße	9	9	9		
Untersuchungsbeginn	27.04.2020	27.04.2020	27.04.2020		
Untersuchungsende	18.05.2020	18.05.2020	18.05.2020		

Seite 1 von 4



Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für den in der Urkundenanlage [D-PL-14162-01-00] aufgeführten Akkreditierungsumfang. Akkreditierte Verfahren sind mit * gekennzeichnet. Prüfberichte dürfen ohne Genehmigung der WESSLING GmbH nicht auszugswise vervielfältigt werden. Messergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die vorliegenden Prüfobjekte.

Geschäftsführer:
Florian Wefling,
Marc Hitzke
HRB 1953 AG Steinfurt

Prüfbericht Abwasser (2)

BERATUNG | ANALYTIK | PLANUNG | SEIT 1983



Quality of Life

 WESSLING GmbH
 Haynauer Straße 60 · 12249 Berlin
 www.wessling.de

 Prüfbericht Nr. **CBE20-008098-1** Auftrag Nr. **CBE-00105-20** Datum **18.05.2020**
Vor-Ort-Protokoll

Probe Nr.		20-062355-01	20-062355-02	20-062355-03
Bezeichnung		Zulauf	Ablauf Permeat	MBR 1.2
Probenahmeprotokoll	WE	siehe Anlage	siehe Anlage	siehe Anlage
Wassertemperatur	°C WE	30,8	29,4	28,8
pH-Wert	WE	6,21	7,65	7,59
Leitfähigkeit [25°C], elektrische	µS/cm WE	2150	2330	2290

Probenvorbereitung

Probe Nr.		20-062355-01	20-062355-02	20-062355-03
Bezeichnung		Zulauf	Ablauf Permeat	MBR 1.2
Filtration 0,45 µm	WE	ja	ja	ja
HNO ₃ -Aufschluss	WE	28.04.2020	28.04.2020	28.04.2020

Physikalische Untersuchung

Probe Nr.		20-062355-01	20-062355-02	20-062355-03
Bezeichnung		Zulauf	Ablauf Permeat	MBR 1.2
Abdampfdruckstand	mg/l WE	5.310	2.380	14.000

Kationen, Anionen und Nichtmetalle

Probe Nr.		20-062355-01	20-062355-02	20-062355-03
Bezeichnung		Zulauf	Ablauf Permeat	MBR 1.2
Ammonium (NH ₄)	mg/l WE	5,7	0,51	5,1
Ammonium-Stickstoff (NH ₄ -N)	mg/l WE	4,4	0,40	4,0
Nitrat (NO ₃)	mg/l WE	<1,00	270	1,5
Nitrat-Stickstoff (NO ₃ -N)	mg/l WE	<0,23	61	0,34
Nitrit (NO ₂)	mg/l WE	<1,0	<1,0	<10
Nitrit (NO ₂ -N)	mg/l WE	<0,30	<0,30	<3,0
Stickstoff, ges. geb. (TNb)	mg/l WE	190	85,0	92,0
Kjeldahlstickstoff (N)	mg/l WE	260	67,0	1.160
Gesamtphosphor (P)	mg/l WE	27,0	18,0	80,0
Gesamtphosphor (P) ber. als PO ₄	mg/l WE	82,8	55,2	245
Ammonium-N (NH ₄ -N) nach Destillat	mg/l WE	4,4	<2,0	4,0
Chlorid (Cl)	mg/l WE	34,0	38,0	39,0
Nitrat (NO ₃)	mg/l WE	<1,00	270	1,5

Seite 2 von 4



Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für den in der Urkundenanlage [D-PL-14162-01-00] aufgeführten Akkreditierungsumfang. Akkreditierte Verfahren sind mit * gekennzeichnet. Prüfberichte dürfen ohne Genehmigung der WESSLING GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Messergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die vorliegenden Prüfobjekte.

Geschäftsführer:
 Florian Wefling,
 Marc Hitzke
 HRB 1953 AG Steinfurt

Prüfbericht Abwasser (3)

BERATUNG | ANALYTIK | PLANUNG | SEIT 1983



Quality of Life

 WESSLING GmbH
 Haynauer Straße 60 · 12249 Berlin
 www.wessling.de

 Prüfbericht Nr. **CBE20-008098-1** Auftrag Nr. **CBE-00105-20** Datum **18.05.2020**
Summenparameter

Probe Nr.			20-062355-01	20-062355-02	20-062355-03
Bezeichnung			Zulauf	Ablauf Permeat	MBR 1.2
BSB5 (homogenisiert, mit ATH)	mg/l	WE	1.990	13,0	500
CSB, homogenisiert	mg/l	WE	5.900	1.000	17.000

Gesamtgehalt**Elemente**

Probe Nr.			20-062355-01	20-062355-02	20-062355-03
Bezeichnung			Zulauf	Ablauf Permeat	MBR 1.2
Calcium (Ca)	mg/l	WE	46	33	150
Cobalt (Co)	mg/l	WE	<0,005	0,01	0,03
Eisen (Fe)	mg/l	WE	0,59	0,81	4,8
Kalium (K)	mg/l	WE	120	200	160
Kupfer (Cu)	mg/l	WE	0,039	0,016	0,12
Magnesium (Mg)	mg/l	WE	18	15	47
Mangan (Mn)	mg/l	WE	0,26	0,041	1,5
Molybdän (Mo)	mg/l	WE	<0,01	<0,01	0,086
Natrium (Na)	mg/l	WE	460	1.100	590
Phosphor (P)	mg/l	WE	24	35	88
Schwefel (S)	mg/l	WE	32	43	110
Selen (Se)	mg/l	WE	<0,02	0,023	<0,02
Wolfram (W)	mg/l	WE	0,4	0,64	0,32
Zink (Zn)	mg/l	WE	0,14	0,24	0,36
Phosphor (ber. als o-PO4)	mg/l	WE	72	110	270

20-062355-01 bis -03

Kommentare der Ergebnisse:

Nitrit W/E, Nitrit (NO₂): Aufgrund von Matrixstörungen wurde die Bestimmungsgrenze angehoben.Nitrit W/E, Nitrit-N (NO₂-N): Aufgrund von Matrixstörungen wurde die Bestimmungsgrenze angehoben.

Seite 3 von 4



Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für den in der Urkundenanlage [D-PL-14162-01-00] aufgeführten Akkreditierungsumfang. Akkreditierte Verfahren sind mit * gekennzeichnet. Prüfberichte dürfen ohne Genehmigung der WESSLING GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Messergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die vorliegenden Prüfobjekte.

 Geschäftsführer:
 Florian Weßling,
 Marc Hitzke
 HRB 1953 AG Steinfurt

Prüfbericht Abwasser (4)

BERATUNG | ANALYTIK | PLANUNG | SEIT 1983

**WESSLING**

Quality of Life

WESSLING GmbH
Haynauer Straße 60 · 12249 Berlin
www.wessling.de

Prüfbericht Nr.	CBE20-008098-1	Auftrag Nr.	CBE-00105-20	Datum	18.05.2020
-----------------	----------------	-------------	--------------	-------	------------

Abkürzungen und Methoden

Probenahmeverfahren/Vor-Ort-Parameter
Gesamtrockenrückstand in Wasser/Eluat
Gelöste Anionen, Chlorid in Wasser/Eluat
Nitrit in Wasser/Eluat
Gelöste Anionen, Nitrat in Wasser/Eluat
Gelöste Anionen in Wasser/Eluat
Ammonium
Ammonium in Wasser/Eluat
Metalle/Elemente in Wasser/Eluat
Stickstoff, gesamt, gebunden, TNb
Stickstoff nach Kjeldahl in Wasser/Eluat
Salpetersäure Aufschluss A32
Gesamtphosphor in Wasser
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB) (Potentiometrie)
Biologischer Sauerstoffbedarf (BSB) mit ATH in Wasser/Eluat
Filtration (Probenvorbereitung)

WE

Siehe PN-Protokoll^A
DIN 38409-1 (1987-01)^A
DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)^A
DIN EN 26777 (1993-04)^A
DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)^A
DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)^A
DIN 38406 ES-1 (1983-10)^A
DIN 38406 ES-2 (1983-10)^A
DIN EN ISO 17294-2 (2005-02)^A
DIN EN 12260 H34 (2003-12)^A
DIN EN 25663 mod. (1993-11)^A
DIN EN ISO 15587-2 (2002-07)^A
DIN EN ISO 6878-7 (2004-09)^A
DIN 38409 H41 (1980-12)^A
DIN EN 1899-1 H51 (1998-05)^A
WES 682 (2012-11)

Wasser/Eluat

ausführender Standort

Umweltanalytik Berlin
Umweltanalytik Oppin
Umweltanalytik Oppin
Umweltanalytik Oppin
Umweltanalytik Oppin
Umweltanalytik Oppin
Umweltanalytik Hannover
Umweltanalytik Hannover
Umweltanalytik Oppin
Umweltanalytik Altenberge
Umweltanalytik Altenberge
Umweltanalytik Hannover
Umweltanalytik Altenberge
Umweltanalytik Altenberge
Umweltanalytik Oppin

Norm

DIN EN 25663 mod. (1993-11)

Modifikation

Modifikation: Aufschluss mit Titanoxid-Katalysator

Daniel Titze
Dipl.-Ing. Technischer Umweltschutz
Kundenberater

Seite 4 von 4



Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für den in der Urkundenanlage [D-PL-14162-01-00] aufgeführten Akkreditierungsumfang. Akkreditierte Verfahren sind mit * gekennzeichnet. Prüfberichte dürfen ohne Genehmigung der WESSLING GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Messergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die vorliegenden Prüfobjekte.

Geschäftsführer:
Florian Weßling,
Marc Hitzke
HRB 1953 AG Steinfurt

Bedingungen für die Entwässerung der BWB (1)

Allgemeine Bedingungen für die Entwässerung in Berlin ABE



§ 1

Vertragsverhältnis

- (1) Die Berliner Wasserbetriebe leiten im Rahmen der Leistungsfähigkeit ihrer Entwässerungsanlagen Abwasser von Grundstücken und Straßen ab und reinigen es, soweit erforderlich. Sie reinigen auch das in abflusslosen Abwassersammelbehältern anfallende Abwasser sowie den nicht separierten Klärschlamm aus Kleinkläranlagen (dezentrale Abwasserentsorgungsanlagen).
- (2) Die Berliner Wasserbetriebe führen die Entwässerung aufgrund eines privatrechtlichen Entsorgungsvertrages durch. Für das Vertragsverhältnis gelten diese Allgemeinen Bedingungen für die Entwässerung in Berlin - ABE -. Der Entsorgungsvertrag kommt durch die Inanspruchnahme der Entwässerungsleistungen zustande. Der Entsorgungsvertrag über die Annahme und Reinigung von Abwasser aus dezentralen Abwasserentsorgungsanlagen beginnt am 01.01.2006; spätestens jedoch mit der Zuführung des in abflusslosen Abwassersammelbehältern anfallenden Abwassers sowie des nicht separierten Klärschlamm aus Kleinkläranlagen an einer von den Berliner Wasserbetrieben bezeichneten Übergabestelle rückwirkend ab dem 01.01.2006.

Vertragspartner der Berliner Wasserbetriebe sind der Grundstückseigentümer oder der Erbbau-berechtigte. In Ausnahmefällen kann der Entsorgungsvertrag auch mit Nutzungsberechtigten, z. B. Mieter, Pächter, Nießbraucher abgeschlossen werden, wenn der Eigentümer sich zur Erfüllung des Vertrages mitverpflichtet. Dies gilt für alle in den ABE genannten Arten der Abwasserbeseitigung.

- (3) Tritt an die Stelle eines Hauseigentümers eine Gemeinschaft von Wohnungseigentümern im Sinne des Wohnungseigentumsgesetzes, so wird der Entsorgungsvertrag mit der Gemeinschaft der Wohnungseigentümer abgeschlossen. Jeder Wohnungseigentümer haftet neben der Gemeinschaft gemäß den gesetzlichen Bestimmungen. Die Wohnungseigentümergeinschaft verpflichtet sich, den Verwalter oder eine andere Person zu bevollmächtigen, alle Rechtsgeschäfte aus dem Entsorgungsvertrag für die Wohnungseigentümer mit den Berliner Wasserbetrieben wahrzunehmen und alle Änderungen, die die Haftung der Wohnungseigentümer berühren, den Berliner Wasserbetrieben unverzüglich mitzuteilen. Wird ein Vertreter nicht benannt, so sind die an einen Wohnungseigentümer abgegebenen Erklärungen der Berliner Wasserbetriebe auch für die übrigen Eigentümer rechtswirksam. Das Gleiche gilt, wenn das Eigentum an dem entsorgten Grundstück mehreren Personen gemeinschaftlich zusteht (Gesamthandseigentum und Miteigentum nach Bruchteilen).
- (4) Wohnt der Kunde nicht im Inland, so hat er einen Zustellungsbevollmächtigten zu benennen.
- (5) Die Berliner Wasserbetriebe sind verpflichtet, jedem Neukunden bei Vertragsabschluss sowie den übrigen Kunden auf Verlangen diese Allgemeinen Bedingungen für die Entwässerung einschließlich der dazugehörigen Entgeltregelungen unentgeltlich auszuhändigen.

- (6) Der Zwang zum Anschluss an die Anlagen der öffentlichen Entwässerung besteht gemäß § 44 BauO Bln. Der Zwang der Benutzung dieser Anlagen ergibt sich aus § 4 Abs. 1 des Berliner Betrieb-Gesetzes vom 14. Juli 2006 - jeweils in Verbindung mit § 29 e Abs. 1 und 2 des Berliner Wassergesetzes.
- (7) Niederschlagswasser ist vom Anschluss- und Benutzungszwang ausgenommen, soweit es im Einklang mit § 36 a des Berliner Wassergesetzes versickert werden kann und darf.

§ 2

Begriff des Abwassers

Abwasser im Sinne dieser ABE ist das durch häuslichen, gewerblichen, landwirtschaftlichen oder sonstigen Gebrauch in seinen Eigenschaften veränderte und das bei Trockenwetter damit zusammen abfließende Wasser (Schmutzwasser) sowie das von Niederschlägen aus dem Bereich von bebauten oder befestigten Flächen abfließende und gesammelte Wasser (Niederschlagswasser). Als Schmutzwasser gelten auch die aus Anlagen zum Behandeln, Lagern und Ablagern von Abfällen austretenden und gesammelten Flüssigkeiten (vgl. § 29d Abs. 2 des Berliner Wassergesetzes). Hierzu gehören auch Abwasser aus abflusslosen Abwassersammelbehältern und nicht separierter Klärschlamm aus Kleinkläranlagen. § 29 d Abs. 4 des Berliner Wassergesetzes findet vollumfänglich Anwendung.

§ 3

Anschlussarten

- (1) Die Entwässerung wird nach dem Trennverfahren oder nach dem Mischverfahren durchgeführt mit Ausnahme der in § 13 geregelten dezentralen Abwasserentsorgungsanlagen.
- (2) Jedes Grundstück soll grundsätzlich selbstständig für sich an die öffentlichen Entwässerungsanlagen angeschlossen werden. Wie viele Anschlüsse je Grundstück herzustellen sind, richtet sich nach den jeweiligen Erfordernissen.
- (3) In Gebieten des Trennverfahrens - d. h. es werden getrennte Kanäle für Niederschlags- und Schmutzwasser betrieben - erhalten die Grundstücke getrennte Anschlüsse an die Regen- und Schmutzwasserkanalisation. Niederschlagswasser ist in den Regenwasserkanal, Schmutzwasser in den Schmutzwasserkanal einzuleiten; § 4 Abs. 1 Buchstabe a bleibt unberührt. Die Einleitung von sonstigem Wasser in Schmutzwasser- oder Regenwasserkanäle richtet sich nach seiner Zusammensetzung.
- (4) In den nach dem Mischverfahren entwässerten Gebieten wird das Abwasser den Mischwasserkanälen zugeführt. In der Regel sind getrennte Leitungen für Schmutz- und Niederschlagswasser anzulegen, die sich im Bereich der Grundleitung vor dem Hauskasten vereinigen können.
- (5) Die Nennweite der Anschlusskanäle muss mindestens DN 150 betragen.

§ 4

Zustimmungspflichtige und verbotene Einleitungen

- (1) Nur mit Zustimmung der Berliner Wasserbetriebe

dürfen in die öffentlichen Entwässerungsanlagen eingeleitet werden:

- a) Niederschlagswasser in die Schmutzwasserkanäle,
- b) nicht häusliches Schmutzwasser,
- c) Abwasser aus Schwimmbecken und aus Becken mit Springbrunnen,
- d) Grund- und Drainagewasser nach Vorlage der behördlichen Genehmigung,
- e) Wasser aus Gewässern und Rückhalteeinrichtungen für Niederschlagswasser,
- f) Abwasser von Grundstücken, deren bauliche Nutzung das in den Bebauungsplänen vorgesehene Maß überschreitet.

Die Zustimmung wird unter dem Vorbehalt des jederzeitigen Widerrufs erteilt. Für die in diesem Zusammenhang notwendigen Überprüfungen wird zur Deckung der jeweils entstehenden Kosten ein Entgelt erhoben. Die Menge und die Zeit der Einleitung des Abwassers können die Berliner Wasserbetriebe bestimmen.

- (2) In die öffentlichen Entwässerungsanlagen dürfen nicht eingeleitet werden:
 - a) Abwässer, die die in der Anlage aufgeführten Grenzwerte überschreiten, sofern nicht dem Einleiter von den Berliner Wasserbetrieben eine Ausnahme genehmigt worden ist,
 - b) flüssige und feste Stoffe, die die Entwässerungsanlagen verstopfen oder deren Reinigung erschweren können, einschließlich Abfallstoffe aus Abfallzerkleinerern,
 - c) feuergefährliche, explosive, giftige, radioaktive und andere Stoffe, die die Entwässerungsanlagen in Bestand oder Betrieb oder die in ihnen arbeitenden Personen oder die öffentliche Sicherheit gefährden können,
 - d) Abwässer, das nachhaltig belastende Gerüche verbreitet, das explosive oder giftige Gase entwickelt, die Entwässerungsanlagen in Bestand oder Betrieb gefährdet, die Reinigung des Abwassers erschwert oder den Betrieb stören kann,
 - e) Abwässer, die die Beschaffenheit der Gewässer beeinträchtigen.

Genauere Hinweise auf Stoffe und Stoffkonzentrationen gemäß §§ 3 und 4 erteilt der Abteilungsfachbereich Einleiterüberwachung der Berliner Wasserbetriebe.

- (3) Der unmittelbare Anschluss von Dampfleitungen an die Entwässerungsanlagen ist nicht gestattet.
- (4) Eigentümer von Grundstücken, auf denen infolge gewerblicher Tätigkeit Stoffe anfallen, die leichter als Wasser sind, wie z. B. Benzin, Öle oder Fette, haben Vorrichtungen zur Abscheidung dieser Stoffe aus dem Abwasser entsprechend dem Stand der Technik einzubauen und zu betreiben.
- (5) Die Berliner Wasserbetriebe haben das Recht, Abwasseruntersuchungen vorzunehmen. Wird durch das Untersuchungsergebnis die nicht erlaubte Einleitung von Abwasser festgestellt, hat der Grundstückseigentümer die Kosten der gesamten

Bedingungen für die Entwässerung der BWB (2)

- Untersuchung zu tragen. Zur Überprüfung von Einleitungen nichthäuslichen Abwassers können turnusmäßige Untersuchungen durchgeführt werden. Diese sind - unabhängig vom Ergebnis - kostenpflichtig.
- (6) Die Berliner Wasserbetriebe haben das Recht, das Führen von Nachweisen zur Einhaltung der zulässigen Abwasserbeschaffenheit zu verlangen.
- (7) Bei Abwasserarten, deren Einleitung in das Entwässerungsnetz der Zustimmung der Berliner Wasserbetriebe bedarf, sind geringfügig verunreinigte Abwässer (Kondenswasser, Kühlwasser, Grundwasser, Wasser aus Schwimmbecken, Springbrunnen u. dgl.) auf Verlangen der Berliner Wasserbetriebe unter Beibringung einer Genehmigung der Wasseraufsichtsbehörde offenen Wasserläufen zuzuführen. Dabei sind nach Möglichkeit vorhandene Regenwasserkanäle, Notauslässe, Regenwasserüberläufe und Sonderleitungen zu benutzen. Sind zur Ableitung neue Kanäle erforderlich, so werden diese auf Antrag des Eigentümers, von dessen Grundstück die Wassermengen abfließen, von den Berliner Wasserbetrieben auf seine Kosten hergestellt. Die neuen Kanäle gehen mit ihrer Fertigstellung entschädigungslos in das unbeschränkte Eigentum der Berliner Wasserbetriebe über. Die Anschlusskanäle (hier: Verbindungskanal zwischen der Einleitungsstelle der Wassermengen und der Übergabestelle zum öffentlichen Kanal bzw. zur zugewiesenen Vorflut) werden ebenfalls von den Berliner Wasserbetrieben auf Kosten des Grundstückseigentümers hergestellt. Sie werden jedoch mit der Fertigstellung Eigentum des Grundstückseigentümers, unabhängig davon, ob sie die Verbindung zu einem neuen Kanal oder zu einem vorhandenen Kanal darstellen.
- (8) Sollen sonstige Abwassermengen, deren Einleitung der Zustimmung bedarf, insbesondere Industrieabwässer, ohne ausreichende Vorflut vor dem Grundstück den öffentlichen Entwässerungsanlagen zugeführt werden, so sind die erforderlichen Kanäle bzw. Sonderleitungen bis zum Übergabeort durch den Antragsteller herstellen zu lassen. Die neuen Kanäle zum Ableiten der Abwassermengen bleiben im Eigentum des Antragstellers. Sie werden auf Anforderung von den Berliner Wasserbetrieben betriebsmäßig unterhalten, sofern sie baulich und betriebsmäßig den technischen Regeln der Berliner Wasserbetriebe entsprechen.
- ### § 5 Vertragsstrafe
- Werden Einleitungen im Sinne des § 4 Abs. 1 ohne die erforderliche Zustimmung der Berliner Wasserbetriebe vorgenommen, bzw. werden verbotene Einleitungen im Sinne des § 4 Abs. 2 festgestellt oder erfolgen Einleitungen ohne die erforderliche Mitteilung im Sinne des § 11 Abs. 6, wird vorbehaltslos ein auszusprechendes Einleitungsverbot eine Vertragsstrafe berechnet. Bei der Berechnung der Vertragsstrafe ist im Bereich der Schmutzwasserbeseitigung das Doppelte der nach § 15 a Abs. 1, § 15 c ermittelten Wassermengen der gesamten Abrechnungsperiode und im Bereich der Niederschlagsentwässerung die doppelte nach § 15 b ermittelte Fläche zugrunde zu legen. Eine Vertragsstrafe kann auch verlangt werden, wenn der Kunde vorsätzlich oder grob fahrlässig die Verpflichtung verletzt, die zur Berechnung erforderlichen Angaben zu machen. Die Vertragsstrafe beträgt das Zweifache des Betrages, den der Kunde bei Erfüllung seiner Verpflichtung zu zahlen gehabt hätte.
- ### § 6 Mitteilungs-, Auskunfts- und Vorsorgepflicht des Grundstückseigentümers
- (1) Der Grundstückseigentümer bzw. sein Bevollmächtigter hat den Berliner Wasserbetrieben unverzüglich mitzuteilen, wenn
- a) gefährliche oder schädliche Stoffe [§ 4 Abs. (2)] unbeabsichtigt in die öffentlichen Entwässerungsanlagen gelangen oder zu gelangen drohen; unabhängig von dieser Meldepflicht hat er unverzüglich geeignete Maßnahmen zu ergreifen, um die drohende Gefährdung abzuwenden (§ 23 a des Berliner Wassergesetzes),
- b) sich Art und Menge desjenigen Wassers ändert, dessen Einleitung in das Entwässerungsnetz der Zustimmung der Berliner Wasserbetriebe bedarf [§ 4 Abs. (1)],
- c) der Anschlusskanal oder die Sonderentwässerungseinrichtung [vgl. § 11 Abs. (8)] schadhaf oder betriebsunfähig geworden sind oder sich nicht mehr in Betrieb befinden.
- (2) Der Grundstückseigentümer ist verpflichtet, alle für die Überprüfung der Entwässerungsverhältnisse und die Berechnung der Entgelte erforderlichen Auskünfte zu erteilen.
- (3) Der Grundstückseigentümer und/oder die nach § 1 Abs. (2) und (3) dieser ABE Berechtigten haben den Berliner Wasserbetrieben insbesondere alle allgemeinen Daten zum Grundstück, wie z. B. Lage des Grundstücks (Gemarkung, Flur, Flurstück), zu seiner/ihrer Person (z. B. Name, Anschrift), die Grundstücksgröße, die Größe der auf dem jeweiligen Grundstück bebauten und befestigten Flächen und die Art der Flächenversiegelung (wie z. B. Asphalt, Beton, Pflasterung, Rasengittersteine, Normaldach, Nassdach, begrünte Dachflächen) anzugeben. Ferner ist mitzuteilen, ob von den bebauten und befestigten Flächen unmittelbar oder mittelbar in die Kanalisation entwässert wird. Ferner können die Berliner Wasserbetriebe vom Grundstückseigentümer Angaben zur Versickerung und Verrieselung von Niederschlagswasser, dem Vorhandensein und Fassungsvermögen von Zisternen sowie zur Niederschlags- und Brauchwassernutzung verlangen.
- (4) Sofern anstelle des Grundstückseigentümers der jeweilige Nutzungsberechtigte nach § 1 Abs. (2) Vertragspartner der Berliner Wasserbetriebe ist, obliegen diesem - neben dem Grundstückseigentümer - die vorstehend genannten Mitwirkungs- und Auskunftspflichten.
- (5) Bei Verletzung der Mitwirkungspflichten sind die Berliner Wasserbetriebe berechtigt, die Berechnungsgrundlagen aufgrund der bereits vorhandenen Daten und vergleichbarer Umstände zu schätzen, die damit als verbindlich gelten.
- ### § 7 Zutrittsrecht
- Der Grundstückseigentümer hat den mit einem Ausweis versehenen Beauftragten der Berliner Wasserbetriebe den Zutritt zu den Räumen der angeschlossenen Grundstücke und Außenanlagen zu gestatten, soweit dies zur Überprüfung der Entwässerungsanlagen, Beseitigung von Störungen und zum Ablesen von Messeinrichtungen erforderlich ist.
- ### § 8 Haftung bei Betriebsstörungen, Schutz vor Rückstau
- (1) Wegen Betriebsstörungen an den öffentlichen Entwässerungsanlagen einschließlich Störungen infolge überdurchschnittlicher Niederschläge sind Schadensersatzansprüche gegen die Berliner Wasserbetriebe, deren Organe und Mitarbeiter ausgeschlossen, es sei denn, dass Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit vorliegt.
- (2) Gegen den Rückstau von Abwasser hat sich der Grundstückseigentümer selbst zu schützen.
- ### § 9 Kanaleinbau
- Die Berliner Wasserbetriebe machen die Erweiterung des Kanalnetzes von den nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu beurteilenden Verhältnissen abhängig. Grundsätzlich werden Entwässerungskanäle nur in öffentlich gewidmeten Straßen, die im Eigentum des Landes Berlin stehen, eingebaut.
- ### § 10 Grundstücksbenutzung
- (1) Der Grundstückseigentümer hat für Zwecke der Abwasserentsorgung das Verlegen von Kanälen und Druckrohrleitungen zur Durch- und Ableitung von Abwasser über sein Grundstück, ferner das Anbringen von sonstigen Einrichtungen und von Zubehör sowie erforderliche Schutzmaßnahmen unentgeltlich zuzulassen. Diese Pflicht betrifft nur Grundstücke, die an die Entwässerung angeschlossen sind oder die vom Eigentümer in wirtschaftlichem Zusammenhang mit der Abwasserbeseitigung genutzt werden oder für die die Möglichkeit der Abwasserentsorgung sonst wirtschaftlich vorteilhaft ist. Sie entfällt, wenn die Inanspruchnahme des Grundstücks den Eigentümer mehr als notwendig oder in unzumutbarer Weise belasten würde. Die Rechte an dem Grundstück können durch Eintragung einer Grunddienstbarkeit im Grundbuch auf Kosten der Berliner Wasserbetriebe sichergestellt werden.
- (2) Der Grundstückseigentümer ist rechtzeitig über Art und Umfang der beabsichtigten Inanspruchnahme des Grundstücks zu benachrichtigen.
- (3) Der Grundstückseigentümer kann die Verlegung der Einrichtungen verlangen, wenn sie an der bisherigen Stelle für ihn nicht mehr zumutbar sind. Die Kosten der Verlegung haben die Berliner Wasserbetriebe zu tragen; dies gilt nicht, soweit die Einrichtungen ausschließlich der Entsorgung des Grundstücks dienen.
- (4) Wird die Abwasserleitung eingestellt, so hat der Grundstückseigentümer die Entfernung der Einrichtungen zu gestatten oder sie auf Verlangen der Berliner Wasserbetriebe noch fünf Jahre unentgeltlich zu dulden, es sei denn, dass ihm dies nicht zugemutet werden kann.
- (5) Die Absätze (1) bis (4) gelten nicht für öffentliche Verkehrswege und Verkehrsflächen sowie für Grundstücke, die durch Planfeststellung für den Bau von öffentlichen Verkehrswegen und Verkehrsflächen bestimmt sind.
- ### § 11 Hausanschlüsse
- (1) Auf Antrag des Grundstückseigentümers werden die Herstellung, Änderung, bauliche und betriebliche Unterhaltung, Abtrennung oder Beseitigung
- a) der Schmutzwasser-Anschlusskanäle von den öffentlichen Straßenkanälen bis einschließlich der ersten Reinigungsöffnung (Hauskasten) auf dem Grundstück,
- b) der Regenwasser-Anschlusskanäle von den öffentlichen Straßenkanälen bis zur Geländeoberkante am aufgehenden Frontmauerwerk bzw. bis zur ersten Reinigungsöffnung (Hauskasten) auf dem Grundstück einschließlich, soweit dies für Regenwasser-Anschlusskanäle erforderlich ist, sind,
- c) der Anschlussleitungen von Sonderentwässerungseinrichtungen einschließlich des Vakuumübergabeschachtes bzw. der Grundstückspumpe in Gebieten, in denen solche von den Berliner Wasserbetrieben vorgesehen sind, vorgenommen.
- Zur betrieblichen Unterhaltung gehört u. a. auch die Beseitigung von Verstopfungen der Anschlusskanäle zu a) und b).
- Die Lage der Hausanschlüsse und Anschlussleitungen bestimmen die Berliner Wasserbetriebe; dabei sind begründete Wünsche des Grundstückseigentümers nach Möglichkeit zu berücksichtigen.
- (2) Die Arbeiten werden von den Berliner Wasserbetrieben selbst oder von deren beauftragten Unternehmen ausgeführt. Der Grundstückseigentümer darf aus Gründen der betrieblichen Sicherheit die Arbeiten nicht selbstständig ausführen oder vergeben. Wünsche des Grundstückseigentümers bei der Auswahl der bauausführenden Firmen sind insoweit zu berücksichtigen, als der Nachweis erbracht wird, dass diese alle Voraussetzungen für eine ordnungsgemäße Bauausführung bieten. Es können allerdings nur Firmen beauftragt werden, die bei den Berliner Wasserbetrieben im Jahresvertrag stehen. Der Anschlussnehmer hat die baulichen Voraussetzungen für die sichere Errichtung der Hausanschlüsse zu schaffen. Für die Herstellung der Hausanschlüsse sind im öffentlichen Straßenland vorhandene Vorstreckungen nach Möglichkeit zu nutzen. Die Kosten für die Herstellung des Hausanschlusses zuzüglich eines Zuschlages für

Bedingungen für die Entwässerung der BWB (3)

- Baugemein- und Geschäftskosten trägt der Grundstückseigentümer. Tritt zwischen Auftragserteilung und Abrechnung sämtlicher Bauleistungen ein Eigentumswechsel ein, so bleibt der bisherige Grundstückseigentümer bis zur Vertragsübernahme durch den neuen Grundstückseigentümer den Berliner Wasserbetrieben weiter verpflichtet. Die Vertragsübernahme durch den neuen Grundstückseigentümer ist den Berliner Wasserbetrieben schriftlich mitzuteilen.
- (3) Die Kosten für die Herstellung von Hausanschlüssen werden pauschal berechnet. Diese bestehen aus dem Grundpreis sowie dem pauschalen Preis je Meter (kaufmännische Rundung) Hausanschlusskanal. Die bei Fertigstellung des Hausanschlusses gültigen Pauschalpreise sind für die Abrechnung maßgebend. Unabhängig von der Möglichkeit zur Nutzung des Hausanschlusses ist die Rechnung zu dem von den Berliner Wasserbetrieben angegebenen Zeitpunkt, frühestens jedoch zwei Wochen nach Zugang, fällig.
- (4) Die Gewährleistungsfrist für die Arbeiten am Anschlusskanal beträgt vier Jahre, für eventuell wiederhergestellte Straßenbefestigungen ergibt sich die Gewährleistungsfrist nach den geltenden Bestimmungen.
- (5) Der Abschnitt des Hausanschlusskanals von der Grundstücksgrenze bis einschließlich des Hauskastens geht mit dem Zeitpunkt der Fertigstellung ohne förmliche Übergabe in das Eigentum des Grundstückseigentümers über. Bei mehreren hintereinander liegenden Grundstücken ist die erste Grundstücksgrenze, die an die Straße grenzt, maßgeblich. Wird der Hausanschlusskanal ausschließlich im öffentlichen Straßenland (Kiosk, BVG, Warthallen, U-Bahn u. a.) gelegt, bildet die dem öffentlichen Straßenkanal nächstgelegene Außenkante des Übergabeschachtes bzw. die Außenkante der Baulichkeiten die Eigentumsgrenze. Bei vorhandenen Anschlüssen verbleibt das Eigentum am Hausanschlusskanal, auch soweit er sich nicht auf dem Grundstück befindet, Eigentum des Grundstückseigentümers, es sei denn, er beantragt die Übernahme des sich in ordnungsgemäßer Zustand befindlichen Abschnittes in das Eigentum der Berliner Wasserbetriebe. Der Grundstückseigentümer trägt für den in seinem Eigentum befindlichen Teil des Hausanschlusses die Kosten der betrieblichen Unterhaltung, Instandsetzung, Abtrennung und, soweit von ihm veranlasst, auch der Veränderung des Anschlusses zuzüglich des Zuschlages für Baugemein- und Geschäftskosten.
- Für Anschlusskanalabschnitte, die sich im Eigentum der Berliner Wasserbetriebe befinden, erfolgt die betriebliche Unterhaltung und Instandsetzung zu Lasten der Berliner Wasserbetriebe, es sei denn, die erforderlichen Maßnahmen sind auf unsachgemäßen Betrieb durch den Grundstückseigentümer (z. B. Verstopfung) zurückzuführen. Die Kosten der Veränderung des Hausanschlusses, die vom Grundstückseigentümer veranlasst werden, sind von diesem zu tragen.
- Soweit ein Anschlusskanal ausnahmsweise von den Eigentümern verschiedener Grundstücke gemeinsam beantragt wird, gilt der Kanalabschnitt von der Grundstücksgrenze bis einschließlich des Hauskastens als ihnen gemeinsam gehörend. Satz 2 gilt entsprechend. Dieses gilt bei vorhandenen Anschlüssen für den gesamten Hausanschlusskanal. Für die Kosten der Herstellung, betrieblichen Unterhaltung, Instandsetzung und Abtrennung haften die Eigentümer als Gesamtschuldner. Dasselbe gilt bei einer Grundstückseigentümergeinschaft. In diesen Fällen ist bei Antragstellung ein Vertreter zu benennen, auf den auch die Rechnung ausgestellt wird.
- (6) Der Kunde ist verpflichtet, die Inbetriebnahme des Abwasseranschlusses unverzüglich den Berliner Wasserbetrieben mitzuteilen. Als Inbetriebnahme gilt die Verbindung der privaten Abwasserleitungen (Grundleitungen) mit dem Hausanschlusskanal bzw. der Sonderentwässerungseinrichtung.
- (7) Nicht mehr in Betrieb befindliche Anschlusskanäle sind vom öffentlichen Entwässerungsnetz abzutrennen und zuzusetzen oder auch zu beseitigen oder zuzuschlämmen. Die Abtrennung wird jeweils nach den örtlichen Gegebenheiten zwischen öffentlichem Straßenkanal und Straßenflucht bzw. Straßenbegrenzungslinie möglichst dicht am öffentlichen Straßenkanal vorgenommen. Auf dem Grundstück verbleibende Leitungstrecken müssen in der Weise abgeschlossen werden, dass keine offenen über die Straßenflucht- bzw. Straßenbegrenzungslinie hinausführenden Verbindungen mit dem Straßenkörper bestehen bleiben. Wird der Anschluss des Kunden abgetrennt und geschlossen, trägt dieser die gesamten Kosten der Schließungsmaßnahme.
- (8) In Gebieten, in denen Sonderentwässerungsverfahren (Druck- oder Vakuumentwässerungsverfahren) vorgesehen sind, gehen die Anschlussleitungen von der Grundstücksgrenze bis einschließlich des Vakuumschachtes bzw. der Grundstückspumpstation sowie die zur Überwachung und Steuerung der Grundstücksentwässerung erforderlichen Einrichtungen mit dem Zeitpunkt der Fertigstellung ohne förmliche Übergabe in das Eigentum des Grundstückseigentümers über. Für den Vakuumschacht bzw. die Grundstückspumpstation nebst der zur Überwachung und Steuerung der Grundstücksentwässerung erforderlichen Einrichtungen beträgt die Gewährleistungsfrist - abweichend von § 11 Abs. 4 - fünf Jahre. Bestehende Sonderentwässerungsanschlüsse bleiben hiervon unberührt. Die betriebliche Unterhaltung der Sonderentwässerungsanlagen obliegt den Berliner Wasserbetrieben. Die Kosten der betrieblichen Unterhaltung trägt der Grundstückseigentümer oder der sonstige zur Nutzung dinglich Berechtigte.
- Art und Lage der Einrichtungen und Anschlussleitungen bestimmen die Berliner Wasserbetriebe; dabei sind begründete Wünsche des Grundstückseigentümers nach Möglichkeit zu berücksichtigen.
- Die Einrichtungen zum Sammeln und zur Förderung der Abwässer sowie die Anschlussleitungen dürfen nicht überbaut werden. Mängel, die der Grundstückseigentümer an diesen Anlagen bemerkt, sind den Berliner Wasserbetrieben unverzüglich mitzuteilen. Dieser hat den Bediensteten der Berliner Wasserbetriebe und den von diesen Beauftragten den Zugang zu den Einrichtungen und den Leitungen zu gestatten.
- Die Kosten der Herstellung der Sonderentwässerungseinrichtung trägt der Kunde in der Höhe, wie sie sich bei einem Anschluss durch einen normalen Hausanschlussgefällekanal ergeben würden. Kosten der Veränderung der Anlage trägt der Grundstückseigentümer, soweit sie von ihm veranlasst werden.
- (9) Vor Beginn der Arbeiten ist von dem Grundstückseigentümer ein unverzinslicher Kostenvorschuss in Höhe von mindestens 50 v. H. der voraussichtlich entstehenden Baukosten zu zahlen.
- (10) Kosten, die den Berliner Wasserbetrieben im Falle eines schadhaften Hausanschlusses bis zum Beginn der Instandsetzungsarbeiten entstehen (durch Absperrung und Beleuchtung einer Pflasterereinbruchstelle im Bereich des öffentlichen Straßenlandes u. a.), sind vom Grundstückseigentümer zu tragen, sofern er nicht innerhalb von 14 Tagen nach Angebotsunterbreitung durch die Berliner Wasserbetriebe den Auftrag an die Berliner Wasserbetriebe erteilt.
- (11) Bei Neu- und Umbauten von Gebäuden muss der Anschluss rechtzeitig vor Baubeginn beantragt werden.
- (12) Die Berliner Wasserbetriebe können Anschlussanträge zurückstellen, bis notwendige Kanalverstärkungen durchgeführt worden sind.
- (13) Bei übergeordneten Arbeiten der Leitungsbetriebe im öffentlichen Straßenland und dadurch erforderlich werdenden teilweisen Umlegungen oder Auswechslungen von Anschlusskanälen hat der Grundstückseigentümer als Eigentümer des
- Anschlusskanals diese Arbeiten zu dulden. Er trägt die Kosten für eventuell erforderlich werdende Veränderungen im Grundleitungsbereich.
- § 12**
Baukostenzuschuss
- (1) Die Berliner Wasserbetriebe sind berechtigt, vom Grundstückseigentümer für die Möglichkeit der dauerhaften Inanspruchnahme der Abwasserbeseitigungseinrichtungen einen Baukostenzuschuss zur Abdeckung der bei wirtschaftlicher Betriebsführung entstehenden Kosten für die Herstellung, den Ausbau und die Verstärkung der Abwasserbeseitigungseinrichtung zu verlangen.
- Sobald das Grundstück oder Teilgrundstück bzw. eine Baulichkeit im Straßenland oder auf sonstigen Flächen an die öffentliche Kanalisation bzw. das Sonderentwässerungssystem [vgl. § 11 Abs. (8)] angeschlossen ist, entsteht die Verpflichtung zur Zahlung eines Baukostenzuschusses.
- (2) Der vom Anschlussnehmer zu übernehmende Kostenanteil bemisst sich nach der Straßenfrontlänge des anzuschließenden Grundstücks. Der Anschlussnehmer ist verpflichtet, dem Versorgungsunternehmen zur Ermittlung der Straßenfrontlänge amtliche Pläne - z. B. Katastrerauszüge - zur Verfügung zu stellen. Bei Grundstücken, die nicht oder mit einer Frontlänge von unter 10 m an einer Straße liegen, wird bei der Berechnung des Baukostenzuschusses eine Mindestfrontlänge von 10 m zugrunde gelegt. Für Grundstücke, die an zwei oder mehrere Straßen angrenzen, gilt als Frontlänge die halbe Summe aller an Straßen angrenzenden Frontlängen des anzuschließenden Grundstücks. Bei der Feststellung der Straßenfrontlänge ist auf volle Meter abzurunden.
- (3) Das Grundstück gilt als angeschlossen, wenn ein Schmutzwasser-Anschlusskanal bzw. die Sonderentwässerungseinrichtung betriebsfertig hergestellt ist. Auf den Zeitpunkt der Abnahme durch das Bauaufsichtsamt kommt es hierbei nicht an. Desgleichen auch nicht auf die Verbindung mit den für die Einleitung des Schmutzwassers notwendigen Vorrichtungen (Ausgüssen, Aborten, usw.).
- (4) Die Beträge der Hausanschlusskosten nach § 11 Abs. (3) und des Baukostenzuschusses sind getrennt auszuweisen.
- § 13**
Dezentrale Abwasserentsorgungsanlagen
- (1) Dezentrale Abwasserentsorgungsanlagen (abflusslose Abwassersammelbehälter und Kleinkläranlagen) sind entsprechend den Inbetriebnahme- und Wartungsvorschriften des Herstellers und gemäß den allgemein anerkannten Regeln der Technik sowie in Übereinstimmung mit den gesetzlichen Bestimmungen zu errichten und zu betreiben. Die Einleitbedingungen des § 4 gelten auch für dezentrale Abwasserentsorgungsanlagen.
- (2) Die Entleerung von dezentralen Abwasserentsorgungsanlagen ist rechtzeitig vor deren Füllung, in der Regel mindestens einmal im Jahr durchführen zulassen. Die Entleerung hat unverzüglich zu erfolgen, wenn
- a) Ablagerungen die Betriebsfähigkeit und Betriebssicherheit der dezentralen Abwasserentsorgungsanlage, insbesondere von Kleinkläranlagen, zu beeinträchtigen drohen;
 - b) das Fassungsvermögen der dezentralen Abwasserentsorgungsanlage erreicht wird.
- (3) Die Entleerung der dezentralen Abwasserentsorgungsanlagen hat durch ein vom Kunden auf eigene Rechnung beauftragten Fachbetrieb, der mit den Berliner Wasserbetrieben einen Einleitvertrag geschlossen hat, zu erfolgen. Die Berliner Wasserbetriebe geben die geeigneten Fachbetriebe, mit denen Einleitverträge geschlossen wurden, in geeigneter Form bekannt.
- (4) Zum Nachweis der ordnungsgemäßen Abfuhr und Beseitigung des Abwassers haben die Kunden und die Fachbetriebe einen Nachweis mit Belegen zur

Bedingungen für die Entwässerung der BWB (4)

Menge des abgefahrenen Abwassers und des Datums der Abfuhr zu führen und den Berliner Wasserbetrieben auf Verlangen zur Prüfung vorzulegen.

§ 14

Verantwortung des Grundstückseigentümers

Der Grundstückseigentümer ist dafür verantwortlich, dass sich die Entwässerungsanlagen seines Grundstücks stets in einem ordnungsgemäßen Zustand befinden. Dazu gehört auch, dass der Hauskasten bzw. die Sonderentwässerungseinrichtung stets leicht zugänglich ist.

Im Falle von Neuanlagen und Instandsetzungsarbeiten ist der Grundstückseigentümer auf Verlangen der Berliner Wasserbetriebe verpflichtet, Hinweistafeln über die Lage des Hauskastens anbringen zu lassen. Zum Öffnen des Hauskastens sind die Berliner Wasserbetriebe zur Vermeidung von Überflutungen bei Rückstau hinzuzuziehen.

Der Hauskasten darf zu Reinigungs- und Instandsetzungszwecken - nach vorangegangener Information der Berliner Wasserbetriebe - geöffnet werden. Bei Druckentwässerungsanlagen darf zu Reinigungszwecken der Pumpenschacht - nach vorangegangener Information der Berliner Wasserbetriebe - geöffnet werden. Der Kunde ist berechtigt, Reinigungsarbeiten im Schacht (Ausspritzen des Schachtes mit Wasser bei einem Druck von maximal 120 bar) auszuführen.

Dem Grundstückseigentümer sind weiterführende Handlungen jeder Art am und im Schacht und an der Steuersäule sowie der Entlüftung des Pumpwerkes aus Gründen der betrieblichen Sicherheit nicht gestattet. Die Meldung jeglicher Störungen erfolgt verantwortlich durch den Grundstückseigentümer beim Entörungsdienst der Berliner Wasserbetriebe.

Mängel an den ihm gehörenden Entwässerungsanlagen muss der Grundstückseigentümer unverzüglich auf seine Kosten beseitigen lassen (§ 11), es sei denn, dass die Mängel auf Fehler bei der Herstellung oder Instandsetzung des Hausanschlusskanals zurückzuführen und innerhalb der Gewährleistungsfrist geltend gemacht worden sind. Er haftet für alle Schäden, die auf derartige Mängel oder eine vertragswidrige Benutzung zurückzuführen sind. Werden die Berliner Wasserbetriebe infolge einer vertragswidrigen Benutzung durch den Grundstückseigentümer aus § 22 des Wasserhaushaltsgesetzes als unmittelbarer Einleiter in Anspruch genommen, können sie in vollem Umfang beim Grundstückseigentümer Rückgriff nehmen.

§ 15

Grundsatz der Entgelterhebung

- (1) Die Berliner Wasserbetriebe erheben getrennte Entgelte für
 - a) die zentrale Schmutzwasserbeseitigung (§ 15 a)
 - b) die Niederschlagswasserbeseitigung (§ 15 b),
 - c) die Beseitigung des in abflusslosen Abwassersammelbehältern anfallenden Abwassers (§ 15 c) und
 - d) die Beseitigung des nicht separierten Klärschlammes aus Kleinkläranlagen (§ 15 c).
- (2) Die Höhe der Entgelte ergibt sich aus den jeweils gültigen Tarifen der Berliner Wasserbetriebe. Die Tarife werden im Amtsblatt für Berlin veröffentlicht.

§ 15 a

Entgelt für die zentrale Schmutzwasserbeseitigung

- (1) Das Entgelt für die zentrale Beseitigung von Schmutzwasser setzt sich zusammen aus einem Grund- und einem Arbeitspreis. Der Grundpreis wird in Abhängigkeit von der Wasserzählergröße berechnet, wobei bei Wasserzählern mit der Größe bis zu Q_2 , $6 / Q_3$, 10 eine Differenzierung nach Verbrauchsmengengruppen erfolgt. Der Arbeitspreis wird nach der Abwassermenge in Kubikmetern berechnet, die im Erhebungszeitraum in die öffentliche Abwasserbeseitigungseinrichtung gelangt. Als in die öffentliche Abwasseranlage gelangt gelten
 - a) die dem Grundstück aus öffentlichen und privaten Wasserversorgungsanlagen zugeführte und durch geeichte Wasserzähler ermittelte Wassermenge,
 - b) die auf dem Grundstück gewonnene und dem Grundstück sonst zugeführte Wassermenge,
 - c) die den Abwasseranlagen zugeführten Grundwasser- und Drainagewassermengen,
 - d) die tatsächlich eingeleitete Abwassermenge bei Bestehen einer von den Berliner Wasserbetrieben genehmigten und kalibrierfähigen Abwassermesseinrichtung und,
 - e) soweit nicht gemessen worden ist, die von den Berliner Wasserbetrieben durch Schätzung ermittelte Wassermenge, für sonstige den öffentlichen Entwässerungsanlagen zugeführte Wassermengen.

- (2) Wassermengen, die nachweislich während des abgelaufenen Erhebungszeitraums nicht in die öffentliche Entwässerungsanlage gelangt sind, werden auf Antrag abgesetzt.

Im Bereich der Schmutzwasserbeseitigung hat der Kunde den Nachweis über absetzbare Mengen grundsätzlich durch den Einbau von Zwischenzählern zu führen, die er auf seine Kosten einbauen, warten und instand halten muss und die den Bestimmungen des Eichgesetzes entsprechen müssen. Im Einzelfall können die Berliner Wasserbetriebe vom Kunden verlangen, die Menge durch kalibrierfähige Abwassermessen nachzuweisen, die der Kunde auf seine Kosten einbauen muss.

- (3) Abzüge werden nicht gewährt bei
 - a) Wassermengen bis zu 5 m^3 innerhalb eines Zeitraumes von 30 Tagen, sofern es sich um Wasser für laufend wiederkehrende Verwendungszwecke handelt und kein Zähler zum Nachweis der Abzugsmenge eingebaut ist,
 - b) hauswirtschaftlich genutztem Wasser,
 - c) Wassermengen, die bei Speisung von Warmwasser- und Heizungsanlagen verbraucht werden.
- (4) Zuviel erhobene Entwässerungsentgelte sind zu verrechnen oder zu erstatten.
- (5) Wer beabsichtigt, eine Absetzung zu beantragen, hat zu Beginn des Erhebungszeitraumes mit den Berliner Wasserbetrieben abzustimmen, wie die Absetzmenge zu ermitteln ist und hat den Berliner Wasserbetrieben die Absetzmenge bis 4 Wochen vor dem Ende des Abrechnungszeitraums anzuzeigen. Die erforderlichen Unterlagen sind beizufügen.
- (6) Für die Erhebung des Grundpreises gilt:
 - a) Die Berechnung des Grundpreises erfolgt tageweise.
 - b) Wird die Schmutzwasserbeseitigung wegen Störungen im Betrieb, betriebsnotwendiger Arbeiten oder aus ähnlichen, nicht vom Anschlussnehmer zu vertretenden Gründen länger als drei Tage unterbrochen, so wird für die Zeit der Unterbrechung kein Grundpreis berechnet.
 - c) Bei mehreren Wasseranschlüssen eines Grundstücks wird für jeden Zähler ein Grundpreis entsprechend der Nenngröße berechnet. Bei einem Verbundwasserzähler richtet sich die Bemessung nach dem (größeren) Hauptzähler.
 - d) Bei Grundstücken mit Schmutzwasseranschluss, die nicht oder nicht ausschließlich über einen öffentlichen Wasseranschluss versorgt werden, wird die Bemessung des Grundpreises aufgrund

vergleichbarer Anschlussverhältnisse vorgenommen.

- e) Eine Zugangsmenge nach Absatz 1 Satz 4 und/oder eine von den Berliner Wasserbetrieben anerkannte Absatzmenge nach Absatz 2 wird bei der Berechnung des Grundpreises für das Schmutzwasser berücksichtigt, wenn bei Wasserzählern mit der Größe bis Q_2 , $6 / Q_3$, 10 eine Differenzierung nach Verbrauchsmengengruppen erfolgt.
- (7) Ergibt sich im Falle einer Prüfung der Messeinrichtungen für die bezogene Wassermenge eine Überschreitung der Verkehrsfehlergrenzen oder werden Fehler in der Ermittlung des Rechnungsbetrages festgestellt, so ist das zu hoch oder zu niedrig berechnete Entgelt zu erstatten oder nachzutrichen. Ist die Größe des Fehlers nicht einwandfrei festzustellen oder zeigt eine Messeinrichtung nicht oder nicht richtig an, so ermitteln die Berliner Wasserbetriebe den Wasserverbrauch für die Zeit seit der letzten fehlerfreien Ableseung aus dem Durchschnittsverbrauch des ihr vorhergehenden Ableszeitraums oder aufgrund des vorjährigen Verbrauchs durch Schätzung; die tatsächlichen Verhältnisse sind angemessen zu berücksichtigen.

Die vorgenannten Ansprüche sind auf den Feststellung des Fehlers vorhergehenden Abrechnungszeitraum beschränkt, es sei denn, die Auswirkung des Fehlers kann über einen größeren Zeitraum festgestellt werden; in diesem Fall ist der Anspruch auf längstens zwei Jahre beschränkt.

§ 15 b

Entgelt für die Niederschlagswasserbeseitigung

- (1) Das Entgelt für die Beseitigung von Niederschlagswasser wird nach der bebauten und befestigten Fläche (nachfolgend auch „versiegelte Fläche“ genannt) bemessen, von der aus Niederschlagswasser in die öffentliche Abwasserbeseitigungseinrichtung gelangt. Jeder m^2 ist eine Berechnungseinheit. Der Entgeltspflichtige hat den Berliner Wasserbetrieben auf deren Aufforderung binnen eines Monats den Umfang der bebauten und befestigten Flächen schriftlich mitzuteilen. Änderungen des Umfangs der bebauten und befestigten Flächen hat der Entgeltspflichtige den Berliner Wasserbetrieben auch ohne Aufforderung binnen eines Monats schriftlich mitzuteilen. Ab Beginn des Monats, der der Änderung folgt, werden die neuen Daten der Abrechnung zugrunde gelegt.
- (2) Im Bereich der Niederschlagswasserbeseitigung wird schon bei der Ermittlung der bebauten und befestigten Fläche berücksichtigt, dass Flächen, die nicht oder nur geringen Einfluss auf den Abfluss des Niederschlagswassers haben, nicht oder nur anteilig bei der Berechnung des Entgelts für die Niederschlagswasserbeseitigung angesetzt werden.
 - a) Als versiegelte Flächen werden sämtliche betonierten, asphaltierten, gepflasterten oder mit anderen wasserundurchlässigen Materialien versehenen Flächen gewertet. Bei diesen Flächen wird die tatsächliche Größe in m^2 Berechnungsgrundlage, von denen aus in die öffentliche Abwasserbeseitigungseinrichtung entwässert wird.
 - b) Sind die Flächen mit Rasengittersteinen oder in speziellen Verlegearten (z. B. Splittfugenpflaster, Porenpflaster, Kies- und Splittdecken, Schotterrasen) gepflastert oder befestigt, die das Versickern von Niederschlagswasser vollständig sicherstellen, werden diese Flächen bei der Berechnung des Entgelts für die Niederschlagswasserbeseitigung nicht einbezogen.
 - c) Bei begrünten Dachflächen werden 50 % der jeweiligen Fläche bei der Berechnung des Entgelts für die Niederschlagswasserbeseitigung angesetzt. Gleiches gilt für so genannte Nassdächer.
- (3) Auf Antrag des Kunden finden [zusätzlich zu Abs. (2)] im Einzelfall Absetzungen und Verminderungen der anzusetzenden versiegelten Flächen

Bedingungen für die Entwässerung der BWB (5)

Berücksichtigung, wenn der Kunde die verminderte Einleitung von Niederschlagswasser nachweist. Dies gilt insbesondere für die nachfolgend genannten Fälle:

- a) Leitet der Kunde das Niederschlagswasser in ein so genanntes Mulden-Rigolen-System mit getrennter Ableitung und Teilversickerung des Niederschlagswassers, so werden pauschal 50 % der jeweiligen versiegelten Fläche bei der Berechnung des Entgelts für die Niederschlagswasserbeseitigung abgesetzt, wenn die Anlagen entsprechend den technischen Regeln des ATV-Arbeitsblattes Nr. 138 arbeiten. Im Einzelfall erfolgt eine abweichende Berücksichtigung auf Antrag des Kunden, wobei die Berliner Wasserbetriebe nach billigem Ermessen festsetzen, welcher Abzug von der versiegelten Fläche vorzunehmen ist.
- b) Nutzt der Kunde Niederschlagswasser (z. B. für die Toilettenspülung, als Brauchwasser, zur Bewässerung), so setzen die Berliner Wasserbetriebe nach Prüfung des Einzelfalles nach billigem Ermessen fest, welcher Abzug von der versiegelten Fläche vorzunehmen ist. Bei Nutzung im Haushalt sind Privatwasserzähler in die Brauchwasserleitung und in die Trinkwasserzuleitung zum Brauchwasserspeicher einzubauen.

Vom Kunden ist darzulegen, dass das Niederschlagswasser in ausreichend groß dimensionierten Auffangbehältern (z. B. Zisternen) eingeleitet und einer Nutzung zugeführt wird. Für die Ermittlung des Umfangs der abzusetzenden versiegelten Flächen ist u. a. maßgeblich, ob der oder die Auffangbehälter mit einem Überlauf an die Abwassersammelleitung angeschlossen sind oder nicht, ob sich die Menge des gesammelten Niederschlagswassers und die angegebene Nutzung dergestalt entsprechen, dass davon ausgegangen werden kann, dass keine oder nur eine reduzierte Einleitung von Niederschlagswasser in die Abwassersammelleitung erfolgt.

§ 15 c

Entgelt für die dezentrale Entsorgung

- (1) Das Entgelt für die Beseitigung des in abflusslosen Abwassersammelbehältern anfallenden Abwassers wird nach dem Frischwassermaßstab berechnet. Die Bestimmungen des § 15 a gelten entsprechend. Abweichend von § 15 a Abs. 2 können für Grundstücke, die zur nicht erwerbsmäßigen gärtnerischen Nutzung, insbesondere zur Gewinnung von Gartenbauerzeugnissen für den Eigenbedarf sowie zur Erholung und nicht zur Wohnnutzung dienen, Sondervereinbarungen über den Nachweis der absetzbaren Mengen geschlossen werden.
- (2) Das Entgelt für die Beseitigung des nicht separierten Klärschlammes aus Kleinkläranlagen wird nach der Menge des entnommenen Klärschlammes berechnet. Die Menge wird durch Messeinrichtungen an den Transportfahrzeugen und an der Übergabestelle zu den öffentlichen Abwasserbeseitigungsanlagen ermittelt. Die Menge wird auf volle Kubikmeter gerundet.

§ 15 d

Entstehung und Beendigung der Entgeltspflicht

Wird ein Grundstück an die der Schmutzwasserbeseitigung und/oder an die der Niederschlagswasserbeseitigung dienenden Einrichtungen angeschlossen, entsteht die Verpflichtung zur Zahlung des Entwässerungsentgeltes mit dem Tag der Inbetriebnahme [s. § 11 Abs. (6)] des jeweiligen Abwasseranschlusses oder des Beginns der sonstigen Nutzung der öffentlichen Entwässerungsanlagen und endet mit dem Ablauf des Tages, an dem der Anschlusskanal auf Antrag des Grundstückseigentümers durch die Berliner Wasserbetriebe zugesetzt bzw. beseitigt oder die sonstige Benutzung der öffentlichen Entwässerungsanlagen eingestellt worden ist.

§ 15 e

Abrechnung der Entwässerungsleistungen

- (1) Die Entgelte nach § 15 a, § 15 b und § 15 c werden nach der Wahl der Berliner Wasserbetriebe monatlich oder in anderen Zeitabschnitten, die jedoch 12 Monate nicht wesentlich überschreiten dürfen, abgerechnet. Sind zusätzliche Abrechnungen

erforderlich, so trägt der Kunde die Kosten, die pauschal berechnet werden können.

- (2) Ändern sich innerhalb eines Abrechnungszeitraums die Tarife, so wird die für die neuen Tarife maßgebliche Leistung zeitanteilig berechnet

§ 16

Abschlagszahlungen

- (1) Wird die erbrachte Entwässerungsleistung nach § 15 e Abs. (1) für mehrere Monate abgerechnet, so können die Berliner Wasserbetriebe für die nach der letzten Abrechnung erbrachte Leistung Abschlagszahlung verlangen. In diesen Fällen berechnen die Berliner Wasserbetriebe zweimonatliche Abschläge. Diese werden anteilig für den Zeitraum der Abschlagszahlung entsprechend der Leistung im zuletzt abgerechneten Zeitraum berechnet. Ist eine solche Berechnung nicht möglich, so bemisst sich die Abschlagszahlung für Entgelte nach § 15 a und § 15 c nach der durchschnittlichen, von vergleichbaren Kunden in Anspruch genommenen Leistung.

Zusammen mit den Abschlägen auf die Entgelte nach § 15 a werden Abschläge für die Entgelte nach § 15 b erhoben. Besteht keine Zahlungspflicht nach § 15 a, so können separate Abschlagszahlungen für die Entgelte nach § 15 b erhoben werden. Für Abschlagszahlungen auf Entgelte nach § 15 b werden die Grundstücksverhältnisse bei Entstehen der Entgeltspflicht zugrunde gelegt.

- (2) Die nach einer Tarifänderung anfallenden Abschlagszahlungen können mit dem Vom-Hundertsatz der Tarifänderung entsprechend angepasst werden.

- (3) Ergibt sich bei der Abrechnung, dass zu hohe Abschlagszahlungen verlangt wurden, so ist der übersteigende Betrag unverzüglich zu erstatten, spätestens aber mit der nächsten Abschlagsforderung zu verrechnen. Nach Beendigung des Entsorgungsverhältnisses sind zuviel gezahlte Abschläge unverzüglich zu erstatten.

- (4) Eine Änderung der Abrechnungszeiträume und der Nachforderung von Abschlagszahlungen bleibt den Berliner Wasserbetrieben vorbehalten.

- (5) § 16 a bleibt unberührt.

§ 16 a

Übergangsvorschrift zur Abrechnung von dezentralen Entwässerungsleistungen und der Vereinnahmung von Abschlagszahlungen

- (1) Mit Einführung des getrennten Entgeltes für die dezentrale Abwasserentsorgung kann aus verwaltungstechnischen Gründen keine stichtagsgenaue Berechnung der Abschlagszahlungen nach § 16 dieser ABE zum 01.01.2006 erfolgen.
- (2) Mit Zugang der (ersten) Rechnung über dezentrale Entwässerungsleistungen ab dem Jahr 2006 wird dem jeweiligen Kunden mitgeteilt, welche Abschlagszahlungen auf die Entgelte nach § 15 c zu leisten sind. Soweit dies aus verwaltungstechnischen Gründen erforderlich ist, kann nach der Übergangsregelung längstens bis zum 31.12.2007 verfahren werden.

- (3) Im Übrigen gilt § 16.

§ 17

Zahlung, Verzug

- (1) Rechnungen und Abschläge werden zu dem von den Berliner Wasserbetrieben angegebenen Zeitpunkt, frühestens jedoch zwei Wochen nach Zugang fällig.

- (2) Bei Zahlungsverzug des Grundstückseigentümers können die Berliner Wasserbetriebe Verzugszinsen von 5 v. H. über dem jeweils gültigen Basiszinssatz erheben.

- (3) Bei Zahlungsverzug können die Berliner Wasserbetriebe, wenn sie erneut zur Zahlung auffordern oder den Betrag durch einen Beauftragten einziehen lassen, die dadurch entstandenen Kosten pauschal berechnen.

§ 18

Vorauszahlungen

- (1) Die Berliner Wasserbetriebe sind berechtigt, für die Entwässerungsleistung eines Abrechnungszeitraumes Vorauszahlungen zu verlangen, wenn nach den Umständen des Einzelfalles zu besorgen ist, dass der Grundstückseigentümer seinen Zahlungsverpflichtungen nicht oder nicht rechtzeitig nachkommt.

- (2) Die Vorauszahlung bemisst sich für Entgelte nach den § 15 a, § 15 b und § 15 c nach der berechneten Entwässerungsleistung des vorhergehenden Abrechnungszeitraums oder der durchschnittlich berechneten Entwässerungsleistung vergleichbarer Kunden. Macht der Grundstückseigentümer glaubhaft, dass seine Einleitungsleistung wesentlich geringer ist, so wird dies angemessen berücksichtigt. Erstreckt sich der Abrechnungszeitraum über mehrere Monate und erheben die Berliner Wasserbetriebe Abschlagszahlungen, so können sie die Vorauszahlung nur in ebenso vielen Teilbeträgen verlangen. Die Vorauszahlung wird bei der nächsten Rechnungslegung verrechnet.

- (3) Unter den Voraussetzungen des Abs. (1) können die Berliner Wasserbetriebe auch für die Erstellung oder Änderung des Hausanschlusses Vorauszahlung in Höhe der voraussichtlich entstehenden Baukosten verlangen.

§ 19

Sicherheitsleistung

- (1) Ist der Grundstückseigentümer zur Vorauszahlung nicht in der Lage, so können die Berliner Wasserbetriebe in angemessener Höhe Sicherheitsleistung verlangen.

- (2) Barsicherheiten werden zum jeweiligen Basiszinssatz verzinst.

- (3) Ist der Grundstückseigentümer in Verzug und kommt er nach erneuter Zahlungsaufforderung nicht unverzüglich seinen Zahlungsverpflichtungen aus dem Entsorgungsverhältnis nach, so können sich die Berliner Wasserbetriebe aus der Sicherheit bezahlt machen. Hierauf wird in der Zahlungsaufforderung hingewiesen. Kursverluste beim Verkauf von Wertpapieren, die als Sicherheitsleistung hinterlegt worden sind, gehen zu Lasten des Grundstückseigentümers oder Anschlussnehmers.

- (4) Die Sicherheit wird zurückgegeben, wenn ihre Voraussetzungen weggefallen sind.

- (5) Sicherheiten können dem Einlieferer der Empfangsbescheinigung ohne Prüfung der Empfangsberechtigung zurückgegeben werden.

§ 20

Zahlungsverweigerung

- (1) Einwände gegen Rechnungen und Abschlagsberechnungen berechtigen zum Zahlungsaufschub oder zur Zahlungsverweigerung nur,

1. soweit sich aus den Umständen ergibt, dass offensichtliche Fehler vorliegen, und
2. wenn der Zahlungsaufschub oder die Zahlungsverweigerung innerhalb von zwei Jahren nach Zugang der fehlerhaften Rechnung oder Abschlagszahlung geltend gemacht wird.

- (2) sonstige Einwendungen gegen Abrechnungen sind innerhalb eines Monats nach Zustellung der Rechnung zu erheben; ausgenommen sind Anzeigen wegen nicht offensichtlicher Mängel. Spätere Einwendungen können nicht mehr berücksichtigt werden.

Die Verpflichtung zur Zahlung der geforderten Entgelte bleibt unberührt.

§ 21

Aufrechnung

Gegen Ansprüche der Berliner Wasserbetriebe kann nur mit unbestrittenen oder rechtskräftig festgestellten Gegenansprüchen aufgerechnet werden.

Bedingungen für die Entwässerung der BWB (6)

§ 22 Entgeltsschuldner

- (1) Entgeltsschuldner ist der Grundstückseigentümer bzw. die ihm in § 1 Abs.(2) und (3) Gleichgestellten. Mehrere Eigentümer bzw. sonstige Entgeltsschuldner haften als Gesamtschuldner.
- (2) Ein Eigentumswechsel sowie der Wechsel des gesetzlichen Vertreters oder des Bevollmächtigten des Eigentümers ist den Berliner Wasserbetrieben binnen zwei Wochen anzuzeigen.
- (3) Bei Grundstücksveräußerungen haftet auch der Veräußerer für die Entgeltforderung, die in der Zeit nach der Veräußerung bis zu einem Zeitpunkt entsteht, in dem die Berliner Wasserbetriebe verspätet von dem Eigentumswechsel Kenntnis und die Möglichkeit zur Abrechnung erhalten haben.

§ 23 Gerichtsstand

- (1) Der Gerichtsstand für Kaufleute, juristische Personen des öffentlichen Rechts und öffentlich-rechtliche Sondervermögen ist das Amtsgericht Mitte bzw. das Landgericht Berlin.
- (2) Das Gleiche gilt
1. wenn der Grundstückseigentümer keinen allgemeinen Gerichtsstand im Inland hat oder
 2. wenn der Grundstückseigentümer nach Vertragsschluss seinen Wohnsitz oder gewöhnlichen Aufenthaltsort aus dem Geltungsbereich der Zivilprozessordnung verlegt hat oder sein Wohnsitz oder gewöhnlicher Aufenthalt im Zeitpunkt der Klageerhebung nicht bekannt ist.

§ 24 Änderungen

Die ABE sowie die Höhe des Entwässerungsentgeltes können durch die Berliner Wasserbetriebe mit Wirkung für alle Kunden geändert oder ergänzt werden. Änderungen oder Ergänzungen werden im Amtsblatt für Berlin bekannt gemacht.

Mit der öffentlichen Bekanntmachung gelten sie als jedem Kunden zugegangen und werden Vertragsinhalt.

§ 25 Inkrafttreten

Die Allgemeinen Bedingungen für die Entwässerung in Berlin vom (Bekanntmachung vom 20.12.1999, ABl. Nr. 67 vom 30.12.1999, S. 5155 ff.), zuletzt geändert am 21.12.2004 (ABl. Nr. 61 vom 31.12.2004, S. 4937) treten am 31.12.2005 außer Kraft.

Diese Allgemeinen Bedingungen für die Entwässerung in Berlin (Bekanntmachung vom 15.12.2005, ABl. Nr. 64 vom 30.12.2005, S. 4770 ff.) zuletzt geändert am 02.07.2013 (ABl. Nr. 30 vom 12.07.2013, S. 1368) treten am 12.07.2013 in Kraft.

Grenzwerte für Abwassereinleitungen gemäß § 4 Absatz 2 Buchstabe a

1. Allgemeine Anforderungen
Abwassertemperatur bei Einleitung in Schmutz- und Mischwasserkanäle $\leq 35^\circ$
bei Einleitung in Regenwasserkanäle $\leq 30^\circ$
pH-Wert 6,5 – 10
absetzbare Stoffe 10 ml/l
nach 0,5 Stunden Absetzzeit
2. Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB) 2000 mg/l^{1,2}
Bei einer aeroben biologischen Abbaubarkeit des Abwassers von 75 % CSB-Abbau innerhalb von 24 Stunden.
3. Stickstoff_{gesamt} (N_{ges.}) 250 mg/l^{1,2}
4. Phosphor_{gesamt} (P_{ges.}) 50 mg/l^{1,2}
5. Kohlenwasserstoffe gesamt 20 mg/l
DIN EN ISO 9377-2
6. schwerflüchtige lipophile Stoffe (SLS) 300 mg/l
7. halogenierte organische Kohlenwasserstoffe
a) adsorbierbare organisch gebundene Halogene (AOX) 1 mg/l
b) leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW) 0,5 mg/l

8. organische halogenfreie Lösemittel
a) TOC 10 g/l
b) mit Wasser nicht mischbare Lösemittel sind durch geeignete Abscheidervorrichtungen zurückzuhalten
c) Summe BTEX (Benzol, Toluol, Xylol, Ethylbenzol) 10 mg/l
Einzelstoffe: Benzol 1 mg/l
d) wasserdampfplüchtige halogenfreie Phenole (als C₆H₅OH) 25 mg/l
9. anorganische Stoffe
Arsen (As) 0,5 mg/l
Blei (Pb) 1 mg/l
Cadmium (Cd) 0,5 mg/l
Chrom (Cr) 1 mg/l
Chrom (VI) 0,2 mg/l
Kupfer (Cu) 1 mg/l
Nickel (Ni) 1 mg/l
Silber (Ag) 1 mg/l
Quecksilber (Hg) 0,05 mg/l
Zinn (Sn) 5 mg/l
Zink (Zn) 5 mg/l
Chlor, freies 0,5 mg/l
Cyanid, gesamt 20 mg/l
Cyanid, leicht freisetzbar 1 mg/l
Fluorid (F⁻) 50 mg/l
Sulfat (SO₄²⁻) 600 mg/l
Sulfid, leicht freisetzbar 2 mg/l

- 1 Im Einzelfall können in Abhängigkeit von den örtlichen Verhältnissen auch höhere Grenzwerte zugelassen werden, wenn die von den Berliner Wasserbetrieben beim Einleiten des gereinigten Abwassers in ein Gewässer einzuhaltenden wasserrechtlichen Anforderungen dies gestatten und andere rechtliche Anforderungen dem nicht entgegenstehen.
- 2 Enthält das Abwasser nicht abbaubaren CSB und/oder nicht fällbare Phosphorverbindungen, zum Beispiel Phosphonate oder Hypophosphite, so können für diese Fraktionen auch strengere Konzentrations- oder Frachtwerte gefordert werden.

Im Übrigen ist mit Verweis auf § 2 Absatz 2 der Berliner Indirektleinleiterverordnung (IndV) die Schadstofffracht des Abwassers so gering zu halten, wie dies bei Einhaltung des Standes der Technik möglich ist.



Postanschrift:
10864 Berlin
Tel.: 0800. 292 75 87
Fax: 030. 8644-2810
E-Mail: service@bwbb.de
www.bwbb.de

Ein Unternehmen von Berlinwasser