



## Abwasserbehandlungskonzepte bei der Fruchtsaftindustrie

Dipl.Ing. Judith Andres-Salzmänn, Dipl.Ing. Jörg Egger

Salzmänn Ingenieure ZT GmbH

# **Abwasserbehandlungskonzepte bei der Fruchtsaftindustrie**

Dipl.Ing. Judith Andres-Salzmann, Dipl.Ing. Jörg Egger

Salzmann Ingenieure ZT GmbH

**Key Words:** Abwasserbehandlung, aerob, anaerob, Fruchtsaft, Getränkeindustrie

## **1 Einleitung**

Das Herstellen von Getränken ist mit einem hohen Anfall von Abwasser verbunden. Diese Abwässer müssen vor Einleitung in ein Gewässer gereinigt werden. Im Westen Österreichs aber auch in der Ostschweiz wurde in den letzten Jahrzehnten meist eine gemeinsame Reinigung mit kommunalen Abwässern durchgeführt.

Die spezifische Abwasserzusammensetzung kann bei gemeinsamer Reinigung mit kommunalen Abwässern unter gewissen Voraussetzungen durchaus zu Problemen führen. Leicht abbaubare Zuckerverbindungen verursachen je nach Frachtanteil in den kommunalen Kläranlagen schwer beherrschbare Blähschlämme. Deren Auftreten reduziert die Reinigungsleistung und führt nicht selten zu Belastungen für den Vorfluter. In solchen Fällen stellt sich deshalb die Frage, ob es sinnvoll ist, bei einer prosperierenden Entwicklung einzelner Betriebe, die kommunalen Einrichtungen entsprechend auszubauen und anzupassen oder ob Betriebe eigene Maßnahmen ergreifen.

Für die Getränkeindustrie besteht deshalb immer öfter die Anforderung einer Eigenreinigung der Produktionsabwässer. In diesem Beitrag werden die Rahmenbedingungen einzelner Betriebe und deren Einfluss auf die dann spezifisch entwickelten Abwasserbehandlungskonzepte dargestellt.

## **2 Allgemein**

Bei den von uns meist seit vielen Jahren betreuten Betrieben der Getränkeindustrie (5 Firmen in Vorarlberg und der Ostschweiz, teilweise mit

mehreren Standorten) handelt es sich einerseits um klassische Fruchtsafthersteller mit Obstverarbeitung und damit Kampagnenbetrieb und andererseits um Standorte, die rein auf Getränkeabfüllung spezialisiert sind und somit über das Jahr einen relativ konstanten Abwasseranfall aufweisen.

Alle Betriebe waren zunächst ohne eine Vorbehandlung in die kommunale Entsorgungsstruktur eingebunden. Indirekteinleitungsverträge regeln hierbei die Einleitbedingungen, was einerseits einzuhaltende Grenzwerte relevanter Parameter und andererseits Kontingente vor allem für die CSB/BSB-Fracht und die Fracht an Feststoffen betrifft.

Dies war für alle Beteiligten solange eine gute und auch wirtschaftlich vernünftige Lösung, solange es nicht durch eine expandierende Entwicklung der Betriebe zu Überlastungen in der kommunalen Kläranlage kam.

Solche Überlastungen führten dann zu Situationen, die die Entwicklung eines eigenen Abwasserkonzeptes erforderten. Alle technologisch aber auch wirtschaftlichen Aspekte mussten für den jeweiligen Standort aufbereitet und das optimalste Konzept für den Betrieb entwickelt werden.

Im Folgenden erläutern wir anhand von Beispielen unserer Kunden, welche unterschiedlichen Konzepte jeweils realisiert wurden.

Die Lösungen beginnen - was den technologisch/wirtschaftlichen Aufwand betrifft - bei der Installation eines gezielten Abwassermanagements, erfordern manchmal den Bau einer Vorreinigung vor Indirekteinleitung und zeigen auch ein Beispiel für die Realisierung einer Anlagenkonfiguration zur Direkteinleitung in ein Gewässer.

### 3 Beispiel 1: Gezieltes Abwassermanagement

Als erstes Beispiel beschreiben wir die Situation eines Produktionsbetriebes für die Herstellung von Fruchtkonzentraten und der Aufbereitung von Zucker in der Ostschweiz. Bei der Produktion fällt branchentypisch verschmutztes Abwasser an, das ohne weitere Vorbehandlung in die kommunale ARA abgeleitet wurde.

Veränderungen der Produktion hatten dann aber Auswirkungen auf die Zusammensetzung des Abwassers, wobei insbesondere der Anteil hoch belasteter Abwässer zugenommen hatte und somit der Konsens mit der kommunalen ARA in Bezug auf die CSB-Fracht nicht mehr eingehalten werden konnte.

#### Kennzahlen des Betriebes:

Abwassermenge Hauptsaison:	bis zu 2.000 m <sup>3</sup> /d
Temperatur Zulauf im Mittel	etwa 26,5°C
CSB Ablauf Werk (2007-2008):	im Mittel bei 3.500 mg/l CSB maximal bis zu 23.100 mg/l CSB
(2009):	im Mittel bei 9.500 mg/l CSB maximal bis zu 21.000 mg/l CSB
(2010):	im Mittel bei 5.500 mg/l CSB maximal bis zu 19.000 mg/l CSB
(2011):	im Mittel bei 9.000 mg/l CSB maximal bis zu 14.100 mg/l CSB

Da die bestehenden Anlagen der kommunalen ARA nicht auf die gestiegenen Frachten des Produktionsbetriebes ausgelegt waren, kam es unweigerlich zu Problemen in deren Betrieb.

Die Salzmann Ingenieure wurden beauftragt, ein Konzept für eine Lösung dieser Probleme zu erarbeiten.

Da möglichst rasch eine Lösung zur Entlastung der kommunalen ARA gefunden werden musste, wurde in einem ersten Schritt eine Messeinrichtung aufgebaut, die mit Hilfe einer Spektrometersonde besonders hochbelastete Teilströme ausschleusen und einer separaten Stapelung und Entsorgung zuführen sollte.

Für die Ermittlung der Frachtschwankungen wurde eine Spektrometersonde (Abbildung 1) verwendet, mit der eine „On Line“ - Messung der Abwasserverschmutzung möglich war.



Abbildung 1: Spektrometerssonde s::can

Bei dem Messgerät handelt es sich um ein transportables 2 – Strahl Spektrometer mit automatisierter Reinigungseinrichtung, Auswertesoftware und der Möglichkeit der Kopplung an ein Durchflussmessgerät oder andere Einrichtungen.

Die Absorption in einem geeigneten Wellenlängenbereich kann mit dem CSB – Wert korreliert werden. Für die Korrelation mit dem CSB wurden Mischproben entnommen und ein Bezug zwischen dem geeigneten Spektrum und dem CSB – Wert der Probe hergestellt.

Die Sonde wurde in den Abwasserstrom eingebaut. Mit Hilfe einer neu eingebrachten Absperrplatte wurde sichergestellt, dass die Sonde immer im Abwasserstrom liegt.

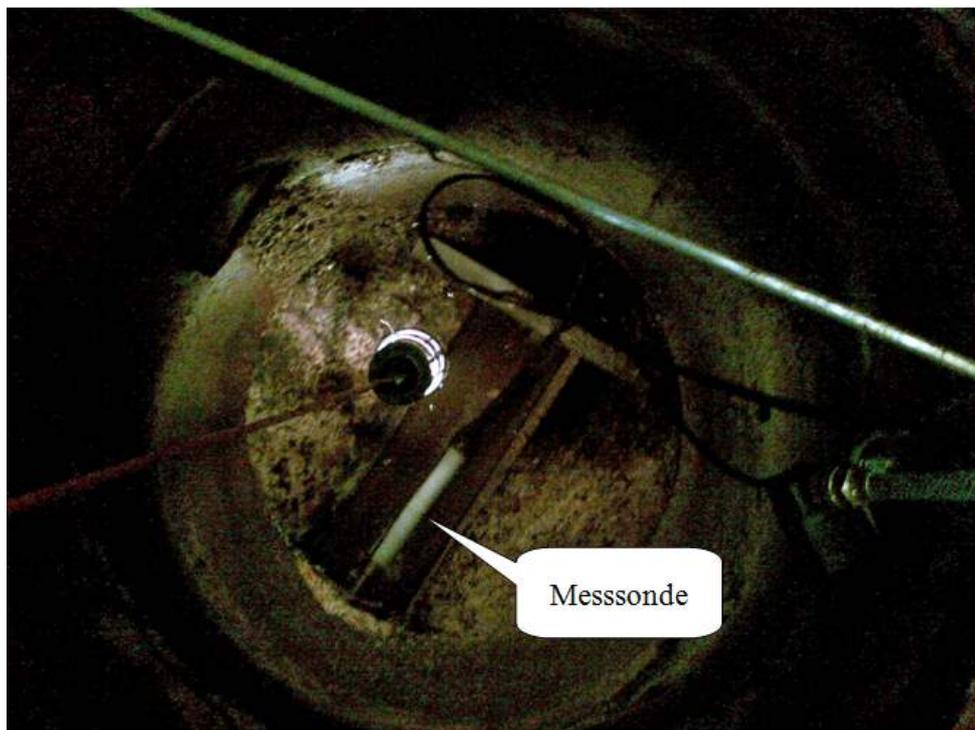


Abbildung 2: Messsonde im Ablaufschacht

Die Aufgabe der Sonde war es, kontinuierlich (alle 5 Minuten) Messungen durchzuführen und bei Überschreitung eines vorgegebenen Wertes eine Hupe und einen Schieber anzusteuern.

Mit der Hupe wurde die Aufmerksamkeit des Betriebspersonals sichergestellt und im Anschluss wurde der Ablaufschieber geschlossen, eine Tauchpumpe aktiviert und die hochkonzentrierten Teilströme in separate Tanks gepumpt. Erst wenn die von der Sonde gemessenen Werte wieder entsprechend gesunken waren, wurde der Schieber geöffnet und das Abwasser wieder direkt in die Kanalisation abgeleitet.



Abbildung 3: Steuergerät Messsonde

Die Kalibration der Messsonde wurde so durchgeführt, dass mittels nasschemisch analysierter Proben die von der Sonde gemessenen Werte in Korrelation gesetzt wurden.

Nach einigen Tagen Betriebserfahrung wurden folgende Einstellungen vorgenommen. Bei Referenzwerten von über 5.000 mg CSB/l wurde die Hupe aktiviert und bei Messungen über 6.500 mg CSB/l wurde der Schieber geschlossen und in weiterer Folge das Abwasser in separate Tanks gepumpt. In den Sammel tanks wurde dann der CSB nasschemisch überprüft. Lag der CSB über dem Einstellbereich, so wurde der Inhalt des Tanks entweder separat zur

Kläranlage geführt und dort direkt in den Faulurm eingebracht oder an produktionsärmeren Tagen, langsam dem Abwasserstrom wieder beigefügt.

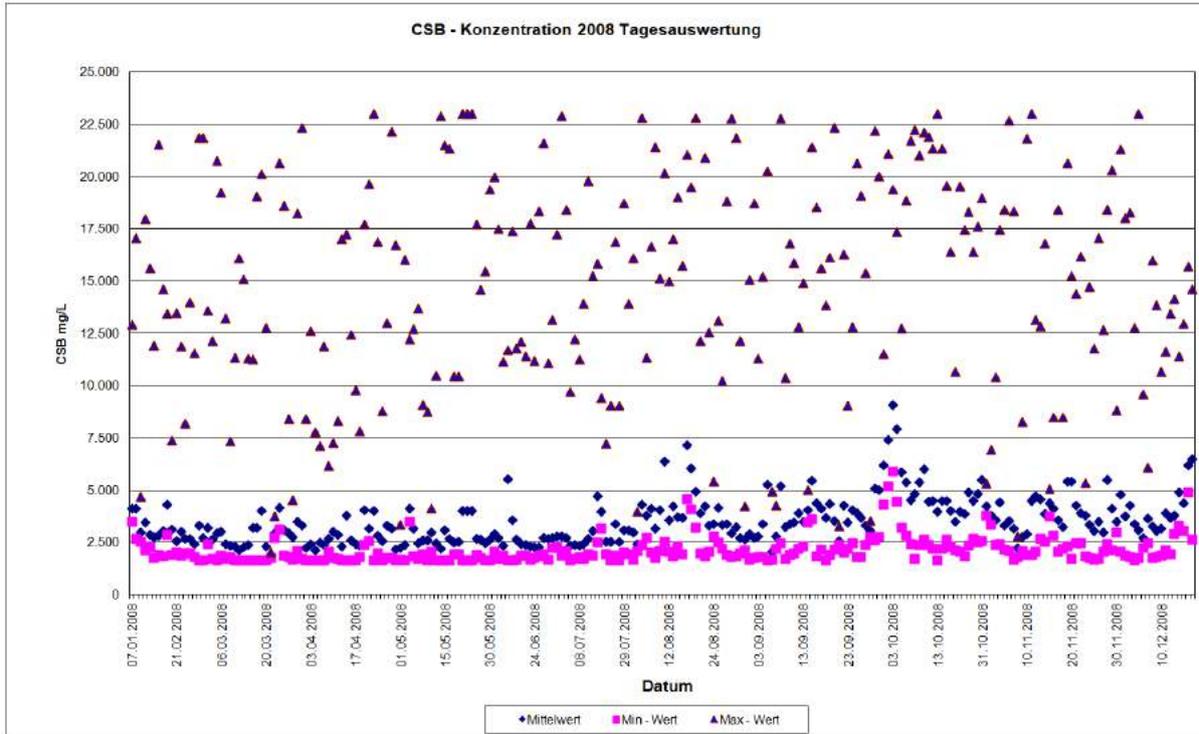


Abbildung 4: Aufzeichnung Tageswerte Online-CSB-Messung im Jahr 2008

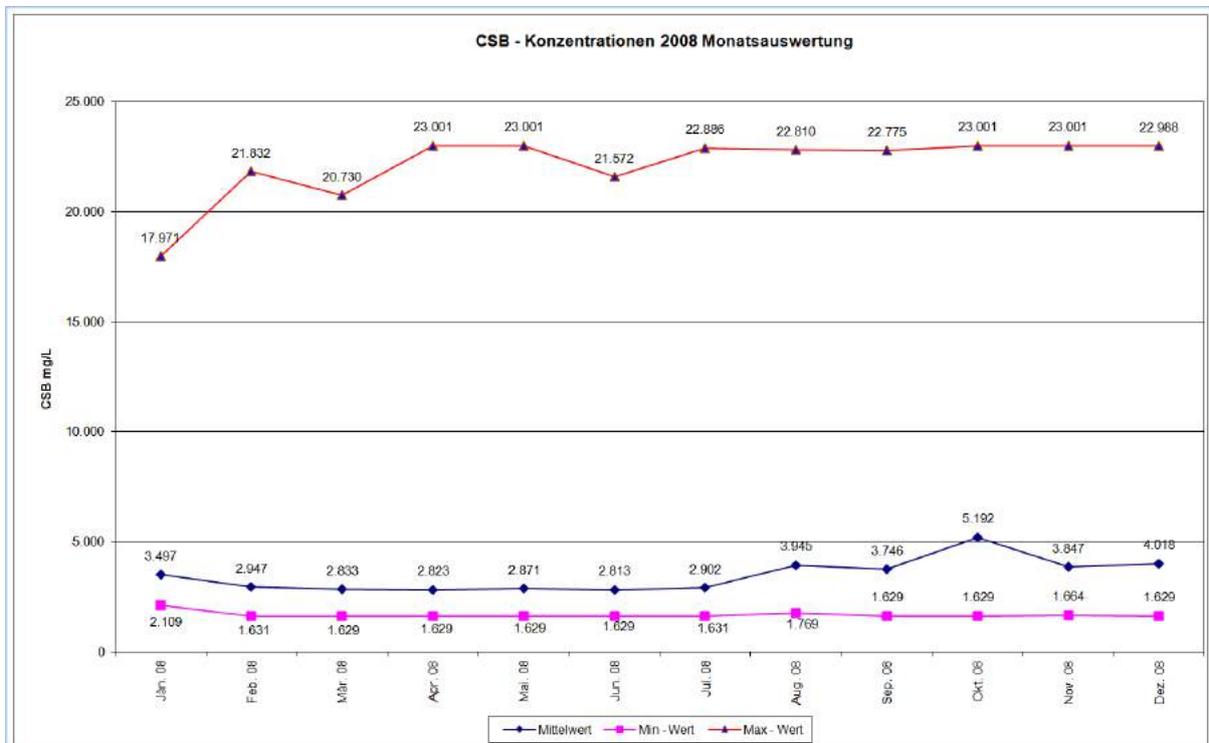


Abbildung 5: Monatswerte Online-CSB-Messungen im Jahr 2008

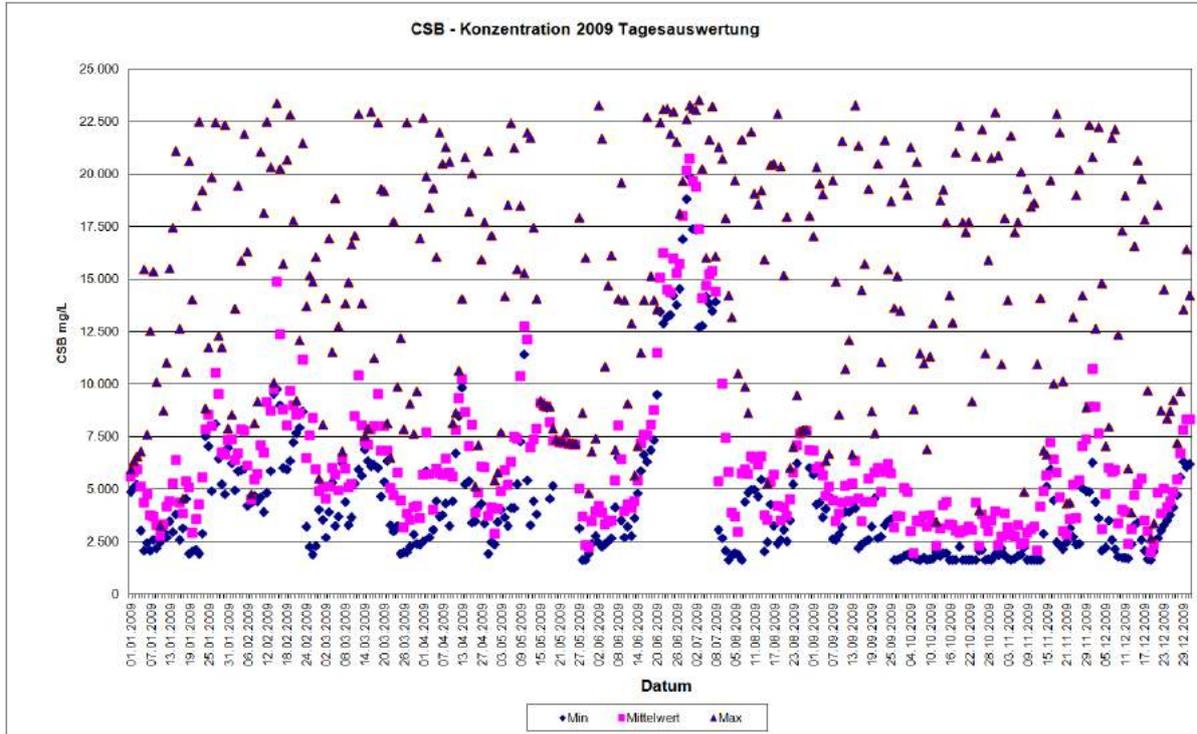


Abbildung 6: Aufzeichnung Tageswerte Online-CSB-Messung im Jahr 2009

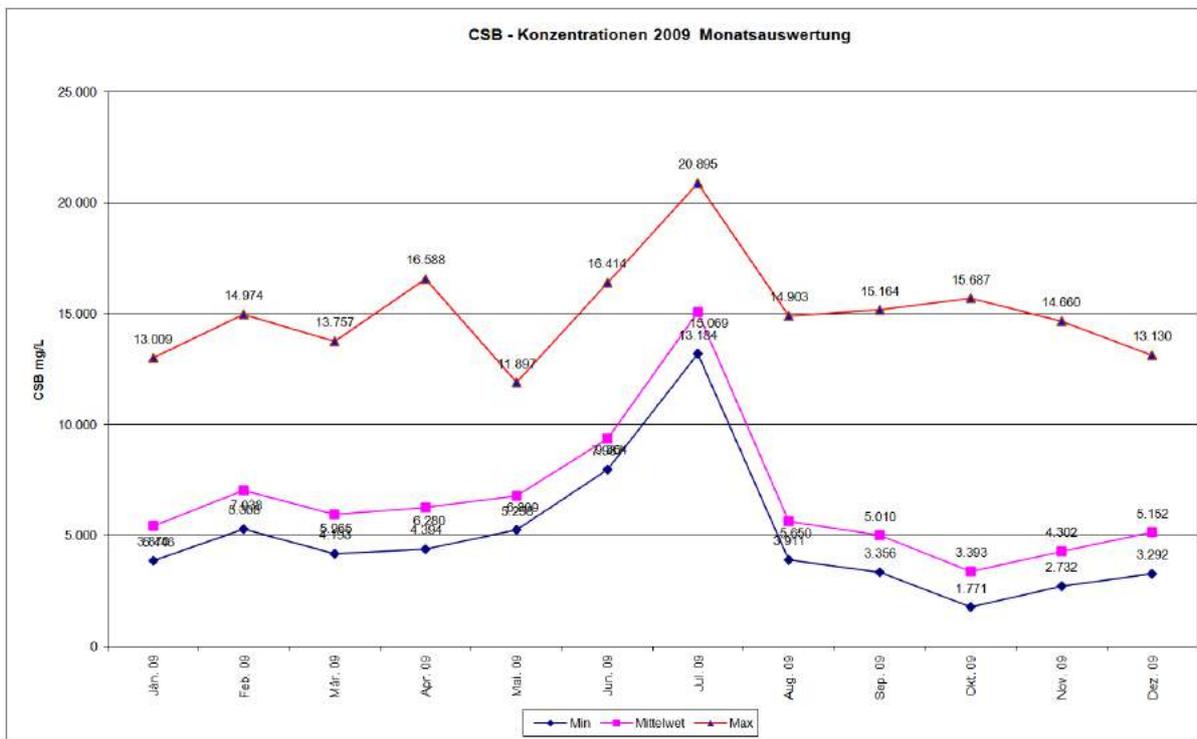


Abbildung 7: Monatswerte Online-CSB-Messungen im Jahr 2009

Die Auswertungen zeigen nicht ganz unerwartet, dass die hohen Frachten in ganz kurzen Zeiträumen anfallen und die Separierung somit den beste Möglichkeit war, den Konsens mit der ARA einzuhalten.

Da die ersten Betriebserfahrungen positiv verliefen, wurde in einem zweiten Schritt, ein Konzept entwickelt und umgesetzt, bei dem das gesamte Abwasser gesammelt und von der S::can Sonde erfasst werden konnte.

Mit dieser Betriebsweise wurde sichergestellt, dass die erlaubten Frachten der kommunalen ARA eingehalten werden konnten und es somit auf der Kläranlage zu keinen Problemen mehr kam. Diese Art der Betriebsweise wurde dann ca. vier Jahre bis zur Schließung des Standortes beibehalten.

**Eckpunkte:**

- Beibehaltung der vertragsgemäßen Indirekteinleitung ohne Investitionen auf der kommunalen Kläranlage
- Kostengünstige Lösung des Problems für den Betrieb, der sich zu dieser Zeit in einer wirtschaftlich schwierigen Situation befand

## 4 Beispiel 2: anaerobe Vorreinigung

Ein Getränkeproduzent hat an seinem Standort in der Ostschweiz am Bodensee eine Betriebsanlage zur Erzeugung von Obst- und Gemüsesäften bzw. –konzentraten betrieben. In der ausgeprägten und intensiven Zeit der Mostereikampagne von Ende Sommer bis weit in den Herbst hinein fielen hierbei große Mengen an organisch teilweise hochbelasteten Abwässern an (Waschwässer, Presswässer). Über das restliche Jahr war der Abwasseranfall deutlich reduziert. Dementsprechend fielen während dieser Zeit die Abwasserfrachten auch wesentlich geringer aus.

Aufgrund der speziell während der Mostereikampagne auftretenden Frachtspitzen kam es jedes Jahr zu Überlastungen der kommunalen Abwasserreinigungsanlage. Abwasser musste separat gefasst und getrennt an verschiedene Faultürme der Region abgeführt werden, was zu hohem organisatorischem Aufwand aber auch zu empfindlichen Kostenbelastungen führte. Hinzu kam, dass auch für den Rest des abgeleiteten Abwassers in diesem Abwasserverband hohe Frachtzuschläge verrechnet wurden.

Aus diesem Grund wurde eine Vorreinigung der Abwässer überlegt. Eine Vollreinigung mit Direkteinleitung kam aufgrund des Fehlens eines geeigneten Vorfluters und der kantonalen Rechtslage damals nicht in Frage. Dazu kam, dass der Standort der Betriebsstätte mitten in einem kleinen Dorf lag, die Platzverhältnisse beengt waren und Anrainerwünsche berücksichtigt werden mussten.

### 4.1 Verfahrenswahl

Aufgrund des ausgeprägten Kampagnenbetriebes, der hohen Abwasserfrachten während dieser Zeit, der vergleichsweise hohen Abwassertemperaturen und der Möglichkeit der Verwertung des produziertes Biogases im Dampfkessel des Werkes fiel die Wahl sehr bald auf ein anaerobes Abwasserreinigungsverfahren.

Die ausschließliche Notwendigkeit zur Vorreinigung, der beschränkt zur Verfügung stehende Platz und die hohen frachtabhängigen Abwassergebühren festigten diese Entscheidung.

Somit erfolgte nach detaillierter Vorplanung durch Salzmann Ingenieure eine beschränkte Ausschreibung unter Teilnahme ausgewählter Bieterfirmen.

Während des Angebotsprozesses wurden auch Anaerobanlagen der diversen Anbieter zusammen mit dem Bauherrn besichtigt. Auf diese Weise konnte sich

letztlich auch der Bauherr vom Konzept der anaeroben Abwasseranlagen für seinen Anwendungsfall endgültig überzeugen.

## 4.2 Anlagenauslegung

Die Abwasseremissionen des Werkes wurden seit längerem kontinuierlich erhoben. Die Abwässer mussten vor Einleitung in die kommunale Kanalisation mittels einer kleinen Durchlaufneutralisation auf die zugelassenen pH-Werte neutralisiert werden. Im Zuge dieser Maßnahmen erfolgte auch die Onlinemessung von Menge, Temperatur und Ablauf-pH-Wert, sowie die tägliche mengenproportionale Probenahme zur Analyse der CSB-Konzentrationen.

Schwierigkeiten zur Festlegung der korrekten Auslegungswerte bereitete anfangs der Umstand, dass aufgrund der Überlastung der kommunalen Kläranlage als Notmassnahme hoch belastete Wässer in Stapeltanks umgeleitet und per Tanklastwägen in andere kommunalen Kläranlagen zur Entsorgung transportiert wurden. Die Aufzeichnungen dieser „Sonderfahren“ lagen teilweise nur lückenhaft vor. Die tatsächlich auf diese Weise gesondert entsorgten Mengen und Frachten mussten aber bei den täglichen Ablaufdaten berücksichtigt werden.

Letztendlich ergaben sich folgende Auslegungskennwerte:

Tabelle 1: Auslegung Anaerobanlage

Parameter		Mittelwert	Maximum
Durchfluss	m <sup>3</sup> /d	350	1.000
CSB-Fracht	kg/d	1.800	5.400
Temperatur	°C	30	30

## 4.3 Umfang und Grad der Abwasserreinigung

Die einzuhaltenden Frachtgrenzwerte waren vom zuständigen kantonalen Amt bereits im Vorfeld festgelegt worden. Demnach wurden gestaffelte Ablaufgrenzwerte definiert, abhängig von der im Belebungsbecken der kommunalen Kläranlage (ARA) vorherrschenden Temperatur.

Tabelle 2: CSB-Frachtgrenzwerte Ableitung Anaerobanlage

	Frachtgrenzwert CSB (80%-Wert) [kg/d]
Kampagnezeit und bei Abwassertemp. im Belebungsbecken der ARA > 14°C (d.h. üblicherweise während der Monate Juni, Juli, August, September und Oktober eines jeden Jahres)	1.216
Bei Abwassertemp. im Belebungsbecken der ARA von 12 - 14°C (d.h. normalerweise während der Monate Mai und November eines jeden Jahres)	850
Bei Abwassertemp. im Belebungsbecken der ARA < 12°C (d.h. normalerweise während der Monate Januar, Februar, März, April und Dezember eines jeden Jahres)	416

Ansonsten gelten die Anforderungen gemäß Schweizer Gewässerschutzverordnung (GSchV vom 28. Oktober 1988, Stand 01. Juli 2008, Anhang 3.1).

Tabelle 3: Physikalische Grenzwerte Ableitung Anaerobanlage

Ablauf	Bereich		Einheit
	Minimum	Maximum	
Temperatur	-	60 nach Vermischung in Kanal höchstens 40°C	°C
pH - Wert	6,5	9,0	-

#### 4.4 Anlagenkonfiguration

Vorbedingung war die Errichtung einer möglichst kompakten Anlage auf einem Lagerplatz vor dem Mostereigebäude.

Laut kommunalem Zonenplan bestand am Standort eine Bauhöhen-beschränkung auf maximal 12 Metern. Der Reaktor als Sonderkonstruktion hatte aber aufgrund verfahrenstechnischer Notwendigkeiten immer noch 14 Meter zylindrische Bauhöhe. Deshalb wurde er in einer Betonwanne 2 Meter ins Erdreich abgesenkt.

In nächster Nachbarschaft zur Anlage liegen Wohngebäude. Aus diesem Grund galten strengste Emissionsanforderungen an die Anaerobanlage. Die gesamte Maschinenteknik wurde in einem geschlossenen Betriebsgebäude untergebracht, sodass kein Lärm die Anrainer stört. Die Behälter stehen gleich

neben dem Betriebsgebäude. Alle Behälter sind komplett geschlossen. Die Abluft aus den verschlossenen Behältern wurde über einen Wäscher und Biofilter geführt. Dadurch sollte jegliche Geruchsausbreitung im Umfeld der Anlage unterbunden werden.

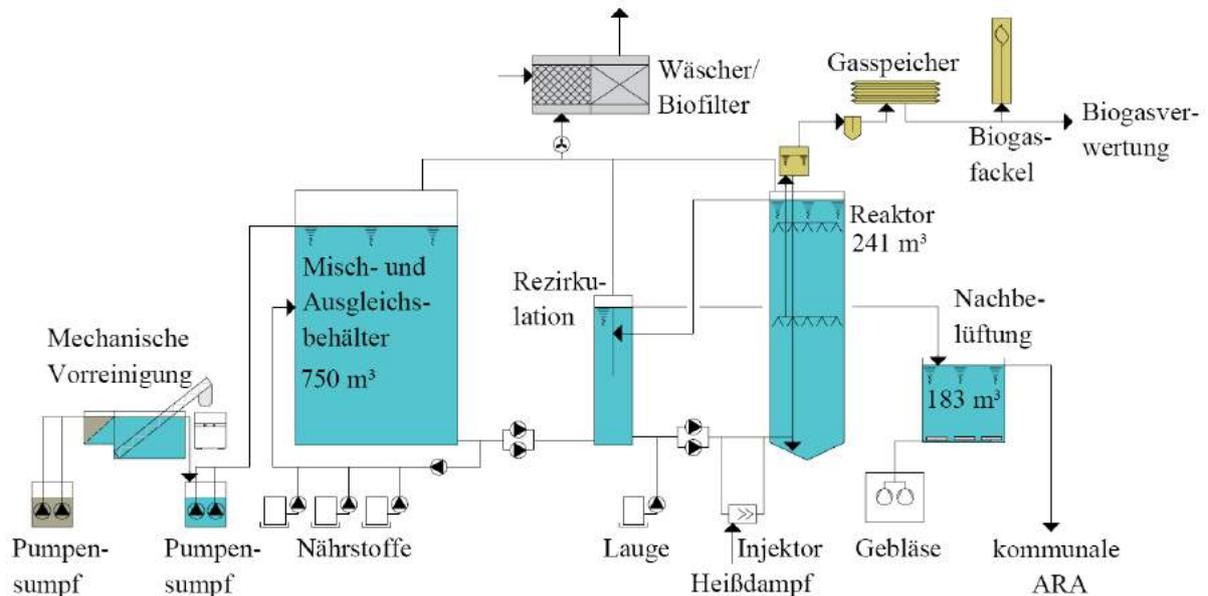


Abbildung 8: Anlagenkonfiguration

#### Mechanische Vorreinigung:

Speziell während der Mostereikampagne gelangen große Mengen an Feststoffen (Erde, Blätter, Kerne etc.) ins Abwasser. Um den Anaerobreaktor vor Feststoffeintrag zu schützen, wurde eine kombinierte mechanische Vorreinigung bestehend aus Siebrechen und Sandfang installiert.

#### Misch- und Ausgleichsbehälter:

Der Behälter hat einen Durchmesser von 9 m und eine Bauhöhe über Grund von 12 Metern. Somit ergibt sich ein nutzbares Volumen von annähernd 750 m<sup>3</sup>. Er wurde als schraubenförmig gefalzter Zylinder aus Edelstahl „Verinox“, Auflagerwerkstoff 1.4571 errichtet. Das Behälterdach ist als Membrantragwerk aus Edelstahl Werkstoff 1.4571 bestehend aus einer freitragend über den Behälter gespannten Edelstahlmembran ausgeführt. Der Behälter wurde mit 160 mm Mineralwolle komplett isoliert und mit Trapezblech verkleidet.

In diesem Behälter werden einerseits Tagesschwankungen im Zulauf ausgeglichen. Andererseits dient der Behälter der Vorversäuerung der gestapelten Abwässer vor Beschickung in den Anaerobreaktor.

Die erforderliche Mischenergie wird über eine Umwälzung sichergestellt. In die Umwälzleitung werden die notwendigen Makro- und Mikronährstoffe dosiert. In

diesem Fall erfolgt dies in Form von Harnstofflösung, Phosphorsäure und Eisen-II-chlorid.

### Anaerobreaktor:

Der Anaerobreaktor ist als zylindrischer Behälter aus beschichtetem Normalstahl errichtet. Im Bereich der Wasserwechselzone im oberen Bereich des Reaktors wurde zusätzlich eine PE-Folie mit 2 mm Dicke für einen verstärkten Korrosionsschutz angebracht. Auch der Reaktor wurde komplett isoliert und verkleidet.

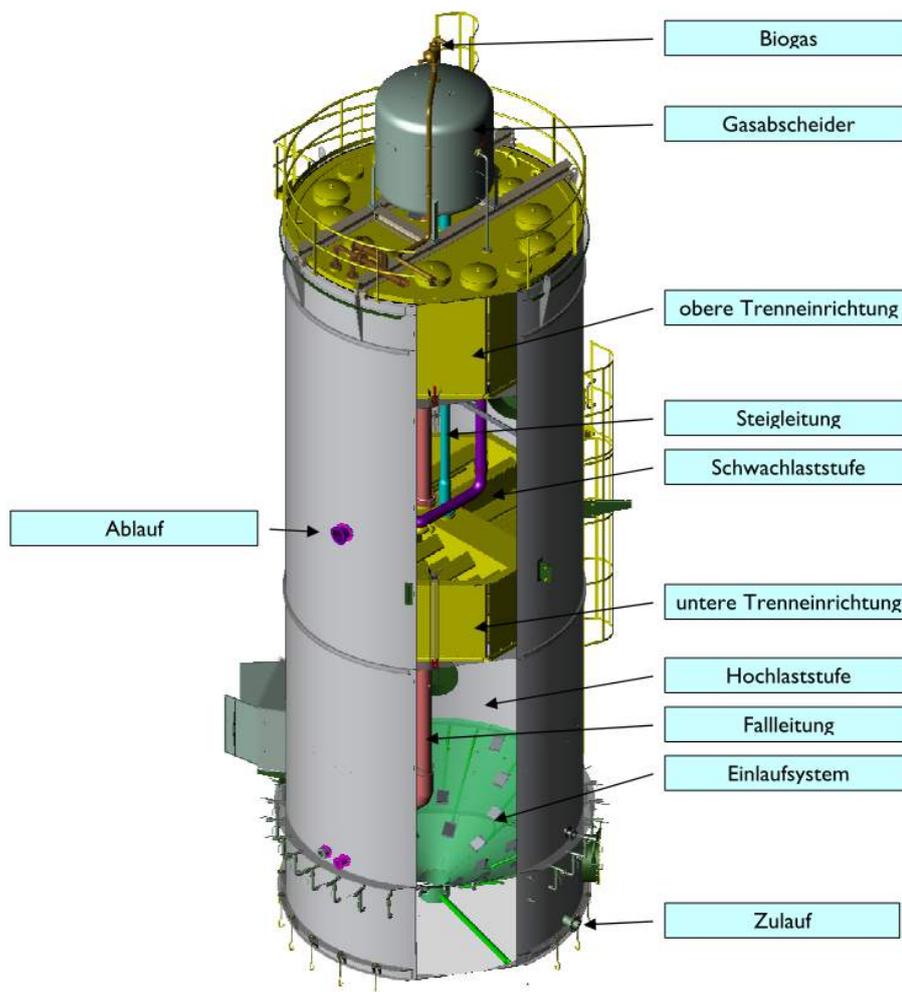


Abbildung 9: Anaerobreaktor R2S

Der Reaktor ist ein von unten nach oben durchströmter Pelletschlammreaktor nach dem Prinzip des zweistufigen Schlammbettverfahrens (= 2 x UASB übereinander, Upflow Anaerobic Sludge Blanket) mit interner und externer Rezirkulation (sogenanntes EGSB-System, Extended Granular Sludge Blanket).

Die externe Rezirkulation erfolgt über den sogenannten Rezirkulationsbehälter. In diesem erfolgt eine Vorverdünnung von aus dem Misch- und

Ausgleichsbehälter zulaufenden, vorversäuerten Abwasser mit gereinigtem Abwasser aus dem Reaktorablauf.

Die interne Umwälzung wird durch das abgeschiedene Gas der ersten Stufe (unterer Bereich des Reaktors bis zur ersten Trennzone) ermöglicht, das einen sogenannten Gaslift erzeugt.

In der unteren Stufe des schlanken, zylindrischen Anaerobreaktors befindet sich ein expandiertes Schlammbett, die Hochlaststufe. Das zu behandelnde Abwasser wird über ein spezielles Einlaufsystem am Reaktorboden mit dem zirkulierenden Schlamm/Wasser-Gemisch vermischt. Hier wird der größte Teil des eingebrachten CSB in energiereiches Biogas umgesetzt.

In der unteren Trenneinrichtung wird das produzierte Biogas abgetrennt und durch die Steigleitungen im Reaktor zum Gasabscheider geleitet. Durch die hohe Auftriebsgeschwindigkeit des Gases entsteht ein Mammutpumpeneffekt, wodurch Wasser und Schlamm aus der unteren Trenneinrichtung zum Gasabscheider gefördert werden.

Im Gasabscheider am Reaktorkopf erfolgt die Trennung von Biogas und Wasser/Schlamm-Gemisch. Das Biogas wird durch Gasleitungen zum Gasspeicher und zur weiteren Verwertung abgeführt (Heizkessel). Das Wasser/Schlamm-Gemisch strömt durch die Falleleitungen zurück zum Reaktorboden.

In der oberen Zone des Reaktors, zwischen dem unteren und dem oberen Dreiphasenabscheider (Trenneinrichtung), ist der Rezirkulationsstrom, der in der unteren Zone für die Expansion des Schlammbetts sorgt, nicht vorhanden. Ebenso kommt es hier aufgrund der fast vollständigen Umsetzung des abzubauenen CSB in der unteren Zone nur mehr zu einer geringen Gasproduktion. Die hieraus resultierenden niedrigen Strömungsgeschwindigkeiten sorgen für eine gute Biomasserückhaltung im System, die mit jener von konventionellen UASB-Systemen zu vergleichen ist. Die niedrige Biomassekonzentration in der oberen Zone ermöglicht eine Expansion des unteren Schlammbetts über die untere Reaktionskammer hinaus, ohne dass Biomasse abgespült wird. Hierdurch können auch Belastungsspitzen abgefangen werden.

#### Nachbelüftung:

Die Nachbelüftung erfolgt in einem offenen zylindrischen Behälter mit 6 Metern Durchmesser und 6,5 Metern Höhe. Dies ergibt ein Nutzvolumen von 183 m<sup>3</sup>. Er wurde wiederum als schraubenförmig gefalzter Zylinder aus Edelstahl „Verinox“, Auflagerwerkstoff 1.4571 errichtet. Obwohl nicht unbedingt

erforderlich erhielt dieser Behälter ebenfalls ein Dach als Membrantragwerk aus Edelstahl Werkstoff 1.4571. Es besteht wiederum aus einer freitragend über den Behälter gespannten Edelstahlmembran. Der Behälter musste nicht verkleidet werden.

Die Luftzufuhr erfolgt über gekapselte Drehkolbengebläse (aufgestellt im Betriebsgebäude) und Membranscheibenbelüfter am Behälterboden.

#### Abluftreinigung:

Die geruchsbeladene Abluft aus Misch- und Ausgleichsbehälter, Rezirkulationsbehälter und Reaktor wird über einen Wäscher einem Biofilter zugeleitet. Der Biofilter ist als rechteckiger, oben offener HDPE-Behälter gefüllt mit einem biologischen Filterbett aus Wurzelholz und Rindenhumus ausgeführt.

Im Wäscher wird die Abluft durch einen von Sprühdüsen erzeugten Wasservorhang geleitet. Es erfolgt eine drastische Zunahme der Feuchte der Abluft vor Eintritt in den Biofilter.

Der Biofilter wird von unten nach oben durchströmt. Im Filtermaterial angesiedelte Mikroorganismen veratmen die geruchserzeugenden Abluftinhaltsstoffe in unbedenkliche Stoffe wie CO<sub>2</sub> und Wasser.

#### Gaslinie:

Das gewonnene Biogas wird einem kleinvolumigen Gasspeicher (=Mengenausgleich / Puffer) zugeleitet. Daraus erfolgt die Abnahme zur Verwertung im adaptierten Heizkessel des Werks. Dabei wird entsprechend Biogas während des Erdgasbetriebs in die Flamme beigemischt und senkt auf diese Weise den Erdgasverbrauch. Für den Notfall (z.B. Ausfall der Gasverwertung) steht eine voll gekapselte Notgasfackel zur Verfügung, über die das Biogas schadlos und von außen unsichtbar verbrannt werden kann.

### **4.5 Betriebserfahrung**

Die Inbetriebnahme erfolgte knapp vor der Mostereikampagne des Jahres 2009. Der Reaktor wurde mit bereits adaptierten Pellettschlamm aus einer ähnlichen Anaerobanlage ganz in der Nähe beschickt. Binnen kürzester Zeit (3 bis 4 Tage) erreichte die Anlage schon die komplette Abbauleistung.

Nach erfolgter Erstinbetriebnahme stellte sich vorerst ein reibungsloser Betrieb der Anlage ein. Die Notwendigkeit einer ständigen kritischen Betriebsüberwachung zeigte sich in den darauf folgenden Wochen sogleich auf drastische Weise.

Durch einen Ausfall der Laugendosierung übers Wochenende sank der pH-Wert im Reaktor während zwei Tagen weit unter den Sollwert von 6,5. Die Biomasse (Pelletschlamm) wurde stark geschädigt, stellte in der Folge beinahe die komplette Abbautätigkeit ein. Nur durch rasches Anpassen des pH-Werts (massive Laugenzugabe) und Nachimpfung von frischem Pelletschlamm konnte der Normalbetrieb binnen kurzer Zeit wieder gewährleistet werden.

#### Kennzahlen des Betriebes:

Inbetriebnahme:	29.07.2009
Probetrieb:	bis 30.10.2009
Abwassermenge Kampagne 2009:	bis zu 920 m <sup>3</sup> /d
Abwassermenge Restzeit 2009/2010:	bis zu 250 m <sup>3</sup> /d
Temperatur Zulauf im Mittel	etwa 26,5°C
Raumbelastung Reaktor:	im Mittel bei 6,4 kg CSB/(m <sup>3</sup> · d) maximal bis zu 23,3 kg CSB/(m <sup>3</sup> · d)
CSB-Abbaurrate Anlage:	im Mittel bei 86 %
Spezifische Biogasproduktion:	im Mittel bei 0,44 m <sup>3</sup> / kg CSB <sub>abgebaut</sub>
Energiegewinn Biogas:	im Mittel bei 11.477 kWh / d
(= Nutzbarer Energieinhalt Biogas abzüglich erforderliche Aufheizenergie Zulauf)	

Seit Inbetriebnahme der neuen anaeroben Abwasservorbehandlung konnten die vorgegebenen Grenzwerte zur Einleitung in die kommunale ARA durchwegs eingehalten werden.

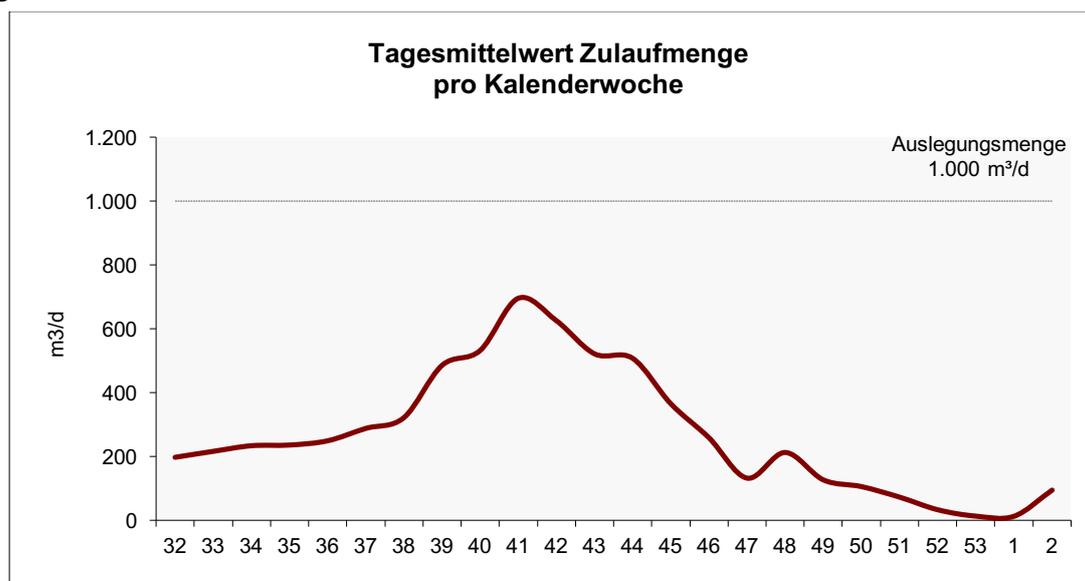


Abbildung 10: Tagesmittelwert Zulaufmenge 2009 - 2010

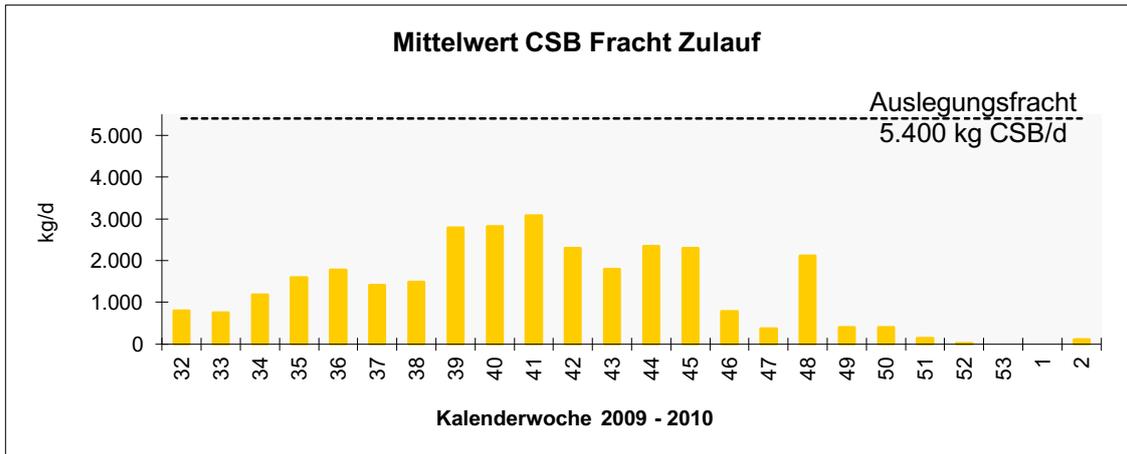


Abbildung 11: Wochenmittelwerte Zulauf CSB-Fracht aus Produktion

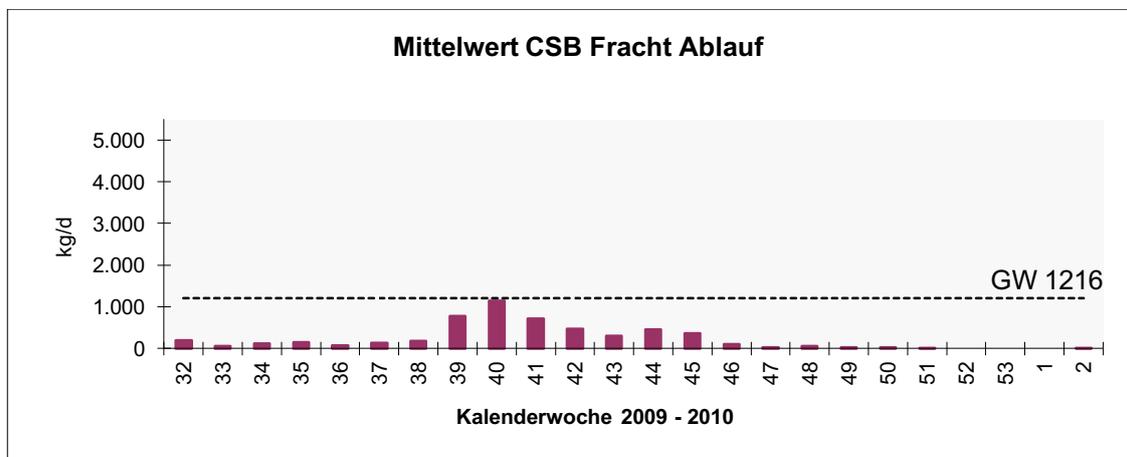


Abbildung 12: Wochenmittelwerte Ablauf CSB Fracht anaerobe Vorreinigung

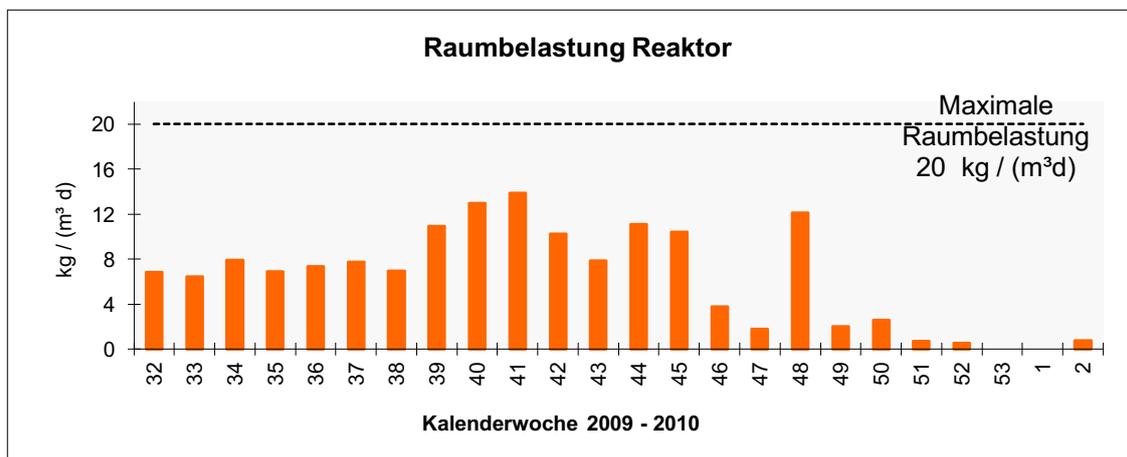


Abbildung 13: Wochenmittelwerte Raumbelastung Anaerobreaktor

### 4.6 Betriebsergebnisse Biogas

Durch Nutzung des in der Folge der anaeroben Abbauprozesse gebildeten Biogases wird ein Gewinn erzielt (Substitution von Erdgas im Dampfkessel).

Die Menge an produziertem Biogas ist im Normalfall direkt proportional der Menge an abgebauter CSB-Fracht im Reaktor. D.h. andererseits auch, dass unter Einhaltung der erforderlichen Rahmenbedingungen nur bei entsprechend hohem CSB-Frachtaufkommen im Zulauf auch hohe Gasmengen gewonnen werden.

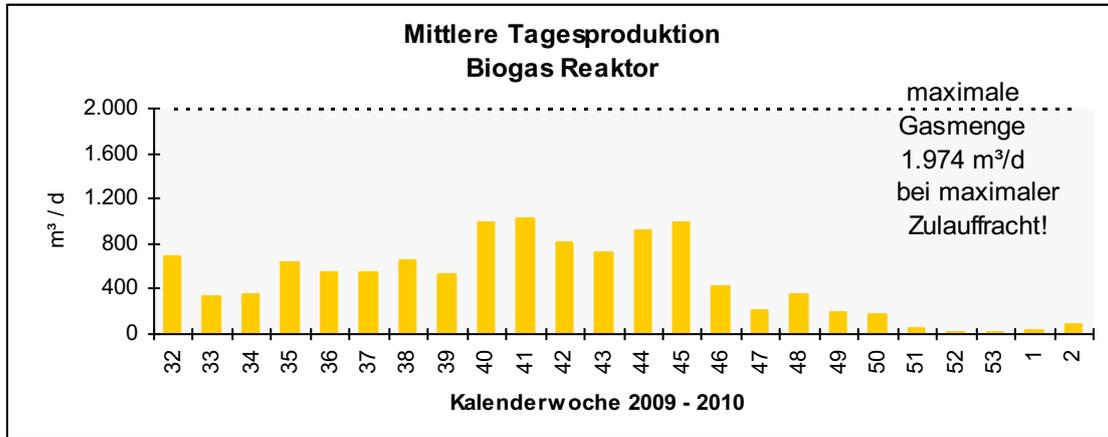


Abbildung 14: Wochenmittelwerte gewonnene Biogasmengen

Ein wichtiger Kennwert für den Funktionsstand des anaeroben Abbauprozesses ist die spezifische Biogasproduktion:

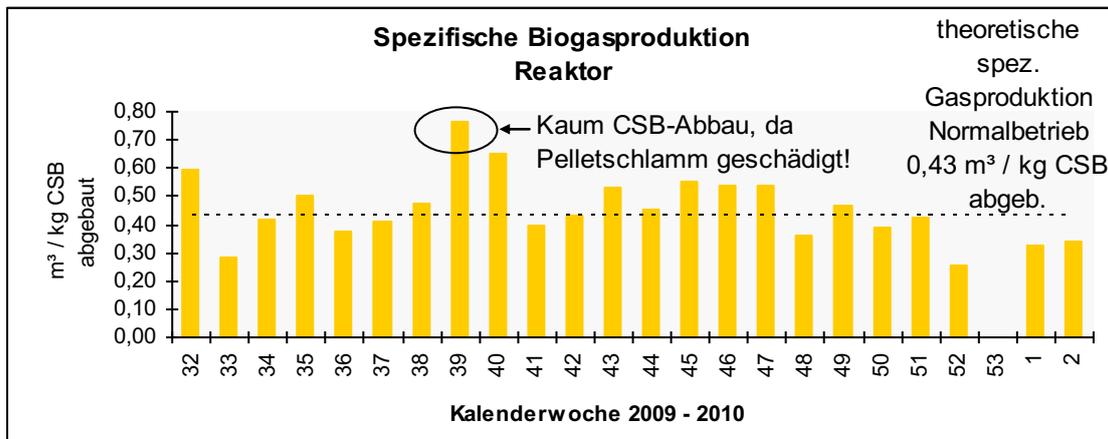


Abbildung 15: Wochenmittelwerte spezifische Biogasproduktion Reaktor

Die Differenz des nutzbaren Energieinhaltes des gewonnen Biogases und der zur Erwärmung des Zulaufes benötigten Aufheizenergie ergibt den Energiegewinn beim Betrieb der Anlage. Nicht berücksichtigt wurde hierbei die benötigte elektrische Energiemenge.

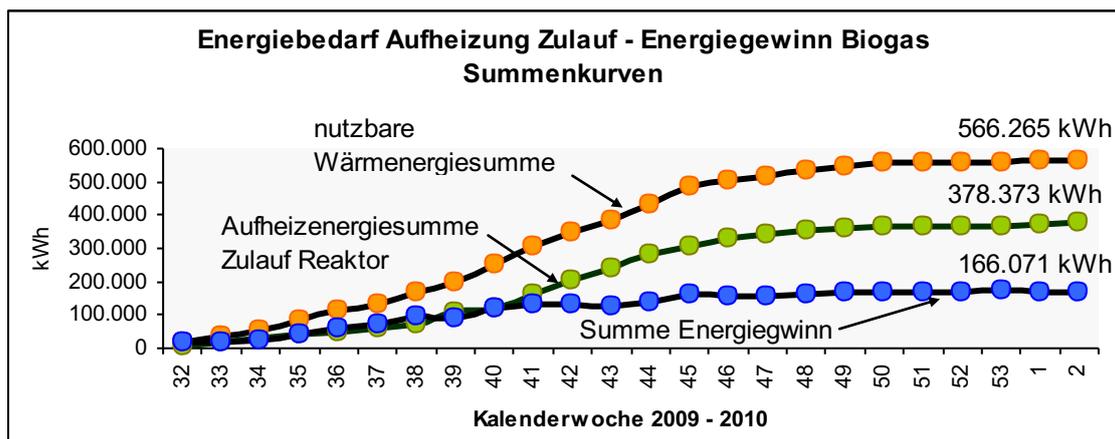


Abbildung 16: Summenkurven Energiebedarf und Energiegewinn aus dem gewonnenen Biogas

#### 4.7 Bilder Anlage



Abbildung 17: Misch- und Ausgleichsbehälter (Vordergrund), dahinter Reaktor



Abbildung 18: Betriebsgebäude (Vordergrund), dahinter Reaktor, rechts Nachbelüftung

## 5 Beispiel 3 – Anaerob/Aerobe Gesamtreinigung

### 5.1 Erste Ausbaustufe 2002

Der Standort der Betriebsanlage zur Herstellung von Erfrischungsgetränken und zur Getränkeabfüllung in Westösterreich wurde Ende der 90er Jahre an einem Industriestandort neu errichtet. Die Entsorgung der Abwässer erfolgte zunächst auf Basis eines Kanalanschlussbescheides in die nahe gelegene kommunale Kläranlage. Die sehr dynamische Entwicklung des Industriebetriebes führte schon nach kurzer Zeit zu Überlastungen der kommunalen Kläranlage. Massive Betriebsprobleme waren die Folge. Da der Abwasserverband es nicht für sinnvoll erachtete, die Kläranlage an die Bedürfnisse des Getränkeherstellers anzupassen, musste ein Konzept zur Eigenreinigung erstellt werden.

#### 5.1.1 Variantenuntersuchung

Da das Abwasser aufgrund der Situation, da es sich um einen reinen Abfüllbetrieb ohne Obstkampagne handelt, eher niedrigere CSB- Belastungen aufwies, kam für ein biologisches Verfahren am Stand der Technik im Jahr 2000 nur ein aerobes Verfahren in Frage.

Auf Basis einer beschränkten funktionalen Ausschreibung erfolgte eine von den Salzmann Ingenieuren erstellte Variantenuntersuchung. Gegenstand der Ausschreibung waren 2 Varianten:

- Vorreinigungsanlage zur Reduktion der Abwasseremission auf eine CSB-Fracht von max. 1.000 kg/d bei Indirekteinleitung in die Verbandsanlagen.
- Reinigung des gesamten Abwassers auf Direkteinleiterqualität.

Als wesentliches Kriterium der Anlagenkonfiguration wurde eine Mindestschlammalter von 20 Tagen für aerobe biologische Verfahren vorgegeben. Das Schlammalter ist ein wichtiger Parameter für mehrere Faktoren (Trockensubstanz, Volumen, Schlammbelastung). Bei Abwässern der Erfrischungsgetränkeproduktion, die aus einer Mischung sehr leicht abbaubaren (Zuckerverbindungen) und schwer abbaubaren (Reinigungs- und Desinfektionsmittel) Substraten bestehen, sollte das Schlammalter möglichst hoch gewählt werden. Ein hohes Schlammalter bietet Reserven bei Frachtschwankungen und Sicherheiten hinsichtlich Geruchsemission, toxischer Stöße und Blähschlamm anfälligkeit.

Für die Vergabe wurden die Angebote nach folgenden Kriterien geprüft und bewertet: Betriebssicherheit, Angebotspreis, Betriebskosten, Flächenbedarf, Flexibilität.

### 5.1.2 Anlagenauslegung

Die Abwasseremission wurde seit Produktionsbeginn regelmäßig erhoben. Auf Basis der 85 % - Häufigkeit ergaben sich folgende Zulaufbemessungswerte für die Reinigungsanlage:

Tabelle 4: Auslegung

Zulaufmenge	$Q_d$	=		=	2.500	m <sup>3</sup> /d
BSB <sub>5</sub> - Fracht	$B_{d,BSB5}$	=	3300	kg BSB <sub>5</sub> /d	=	1.320 mg/l
CSB - Fracht	$B_{d,CSB}$	=	5000	kg CSB/d	=	2.000 mg/l
Feststofffracht	$B_{d,TS}$	=	150	kg TS/d	=	60 mg/l
Stickstofffracht	$B_{d,N}$	=	50	kg N/d	=	20 mg/l
Phosphorfracht	$B_{d,P}$	=	37,5	kg N/d	=	15 mg/l

### 5.1.3 Umfang und Grad der Abwasserreinigung

Die Anlage wurde mit einem Schlammalter von > 20 Tagen auf die gesicherte Einhaltung der Emissionsbegrenzungen der Verordnung zur Begrenzung von Abwasseremissionen aus der Herstellung von Erfrischungsgetränken und der Getränkeabfüllung (Kodex des österreichischen Rechtes - Wasserrecht 2/25 v Getränke, Spalte 1) ausgelegt:



### Mechanische Vorreinigung:

Zur gesicherten Abscheidung von Feststoffen wurde ein vollautomatischer Umlaufrechen mit 1 mm Stababstand installiert. Vom Ablauf des Rechengerrinnes gelangt das Abwasser im freien Gefälle in die Zulaufpumpstation. In der Zulaufpumpstation sind 3 gleichwertige Abwasserpumpen installiert. Die Fördermenge beträgt je 50 l/s (180 m<sup>3</sup>/h). In diesen Pumpschacht wird auch die benötigte Menge an Harnstoff zudosiert.

### Selektorstufe:

Der großvolumigen Belebung wurde ein aerober/anoxischer Selektor vorgeschaltet. Das Selektorbecken ist als oberirdischer Tank in Stahl-Emailbauweise ausgeführt (Höhe 7m, Durchmesser 7m). Das Volumen beträgt 269 m<sup>3</sup>. Durch den Betrieb des Selektors sollen die Belebtschlamm-eigenschaften wesentlich verbessert werden, störende Populationen werden unterdrückt und eine intensive Vermischung von Belebtschlamm und Rohabwasser wird erzielt.

Das Rohabwasser wird durch eine Druckleitung oberhalb des Selektor-Wasserspiegels geführt, und fließt sichtbar in den Reaktor. Rücklaufschlamm in eingedickter Konsistenz wird ebenfalls durch eine Druckleitung herangeführt.

Die Luftversorgung des aeroben Selektors erfolgt über eine flächige Bodenbelüftung. Der Lufteintrag erfolgt über Membran - Tellerbelüfter aus beständiger EPDM-Membran.

Die Zugabe des benötigten Nährstoffs Phosphor mittels Phosphorsäure erfolgt direkt in den Selektor.

### Belebung:

Das bereits gut mit dem Rücklaufschlamm vermischte Abwasser fließt vom Selektor durch eine Freispiegelleitung sichtbar in das Belebungsbecken. Das Belebungsbecken ist ebenfalls als Stahl-Emailbehälter (Höhe 7 m, Durchmesser 32 m) ausgeführt. Das Volumen beträgt 5816 m<sup>3</sup>, die Aufenthaltszeit netto ca. 2 bis 2,5 Tage. Die Einmischung des Abwassers in den Reaktor erfolgt in gezielter Strömung durch ein Tauchrührwerk. Dadurch werden Kurzschlussströmungen zum in örtlicher Nähe befindlichen Anlageablauf verhindert.

Für den erforderlichen gelösten Sauerstoff im Belebungsbecken und eine ausreichende Turbulenz sorgt eine flächige Tiefenbelüftung mit feinblasigen Membranbelüftern, angespeist durch zwei Drehkolbenverdichter. Der Lufteintrag erfolgt über Membran - Tellerbelüfter mit speziell beständiger

Gummimembran. Es handelt sich dabei um peroxidvernetztes EPDM, das insbesondere gegen organische Säuren und hohe Betriebstemperaturen beständig ist.

Die Drucklufterzeugung erfolgt über zwei Kolbenverdichter mit Frequenzumformerregelung, lastabhängig betrieben zwischen unterem und oberem Leistungspunkt (jeweils ca. 30 bis 100 % Förderleistung).

Das Gemisch aus Belebtschlamm und gereinigtem Abwasser verlässt das Belebungsbecken über ein schwimmendes Abzugssystem. In diesen Ablauf wird das Aluminiumfällmittel zur Reduktion des Restphosphorgehaltes zudosiert.

#### Nachklärung (Belebtschlammflotationen):

Die physikalische Trennung des Belebtschlammes vom gereinigten Abwasser (Nachklärung) wird durch Schlammigenschaften wie die Flockenstruktur des Belebtschlammes beeinflusst. Besonders bei stark schwankenden, organisch hochbelasteten Industrieabwässern kann es zu Betriebszuständen kommen, in denen klassische Methoden zur Schlammabtrennung, die auf Sedimentation basieren, unzureichend sind. Die Ursache ist meist ein stark erhöhter Schlammindex oder sogar eine Flockenauflösung.

Die Abtrennung von Belebtschlamm durch Entspannungsflotation basiert auf der erzwungenen Aufschwemmung der Flocken durch die Anlagerung kleinster Luftbläschen. Die Struktur und Größe der Schlammflocken spielt dabei eine nur untergeordnete Rolle.

Auch bei angehender Auflösung der Flocken und hoher Resttrübe bei Störungen der Belebungsstufe werden durch die dauerhafte und automatisierte Zugabe eines genau ausgewählten polyelektrolytischen Flockungshilfsmittels („Polymer“) flotierbare Strukturen erzeugt.

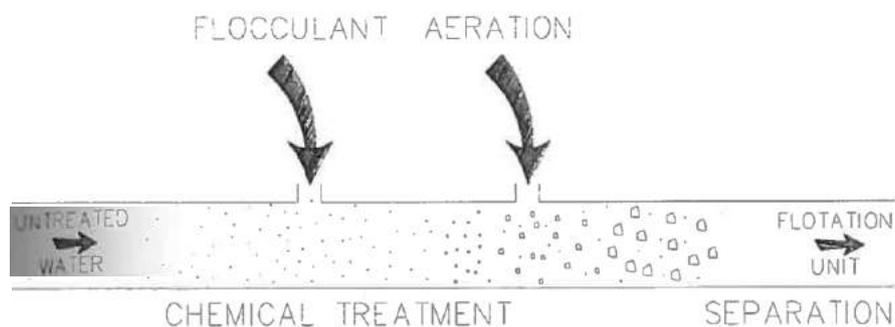


Abbildung 20: Wirkungsweise Flockung durch Zugabe von Polymer und Luft

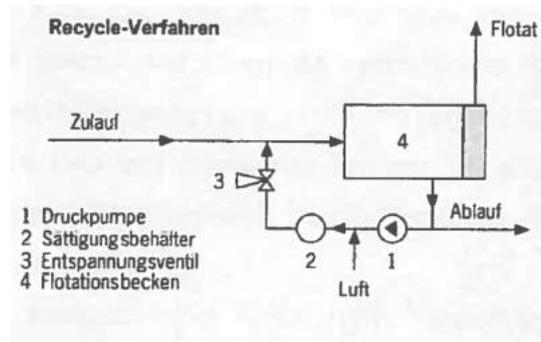


Abbildung 21: Luftanreicherung im Sättigungsreaktor (Druckrohr) nach dem Recycleverfahren, d.h. ein Teilstrom aus dem Klarwasserbereich wird rückgeführt und unter Druck mit Luft gesättigt.

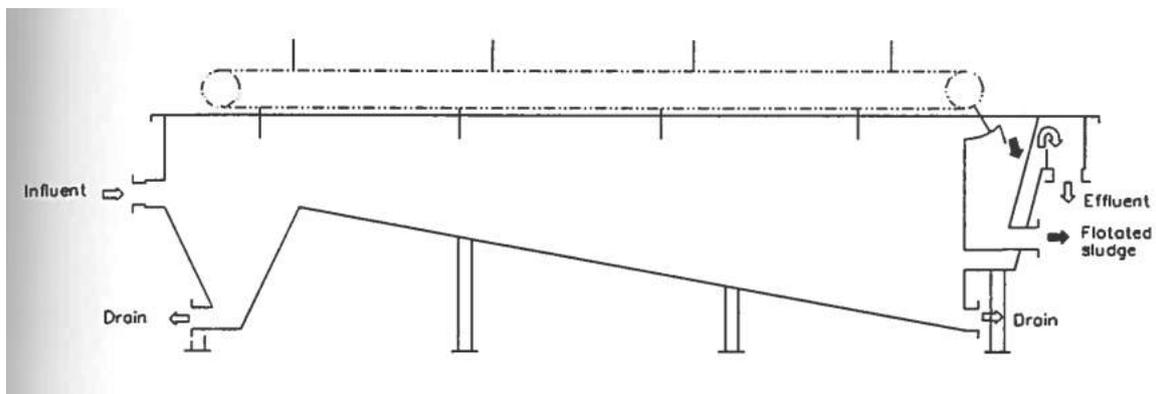


Abbildung 22: Aufbau Flotationseinheit (Quelle: Betriebsanleitung Lieferant).

Das Belebtschlamm/Abwasser-Gemisch wird in geregelter Menge zu zwei parallelen Entspannungsflotationsanlagen geführt. Am Einlauf jeder Flotation ist eine Turbulenz-Mischstrecke angeordnet. Hier wird zur Verbesserung der Flockenstruktur und zur Entfernung von Trübstoffen ein speziell ausgewähltes polyelektrolytisches Flockungsmittel zuzugeben. Bei Normdurchfluss wird im Mischstück durch gezielte Querschnittsverengung eine definierte Mischenergie erzeugt, die zu optimaler Flockung führt.

Die Herstellung der Polyelektrolytlösung erfolgt aus Flüssig-Konzentrat. In einer vollautomatischen Ansetzstation wird das Konzentrat in Reinwasser gelöst und auf Arbeitskonzentration verdünnt.

Die Abscheidung der Schlammflocken erfolgt mittels physikalischer Entspannungsflotation.

Dazu wird der Abwasserstrom mit unter Überdruck luftgesättigtem Klarwasser aus dem Klarwasserbereich der Flotationsanlage versetzt. Unter Normaldruck tritt die überschüssige gelöste Luft in Form von feinsten Luftblasen (30 bis 50

$\mu\text{m}$ ) aus. Die Luftbläschen lagern sich an Flocken und Feststoffen an und treiben diese zur Oberfläche der Flotationsanlage.

Dort wird die entstehende Schwimmschlammschicht (sogenanntes Flotat) durch einen umlaufenden Schaber/Räumer kontinuierlich in einen Sammelschacht abgezogen und zum Selektor rückgeführt.

Das Klarwasser verlässt die Anlage im freien Ablauf.



Abbildung 23: Flotationsstraßen 1 (Hintergrund) und 2 mit Flotatschlammabwurf (links) und Klarwasserüberlauf (rechts).



Abbildung 24: Flotation 1 (Hintergrund) und Flotation 2 (Vordergrund) mit Räumersystem und Flotatschlammteppich.

### Schlammwässerung:

Aufgrund des im Labor ermittelten Belebtschlammgehaltes wird die Menge an Überschussschlamm errechnet. Durch Umleitung des Rücklaufschlammstromes wird der in den Flotationsanlagen voreingedickte Überschussschlamm in einen großvolumigen Schlammstilo gefördert. Die Freigabe der Schlammleitungen erfolgt über pneumatisch angetriebene Klappen.

Der Schlammstilo ist als oberirdischer Tank in Stahl-Emailbauweise ausgeführt. Das Volumen des Schlammstilos beträgt  $197 \text{ m}^3$ . Er dient hauptsächlich als Puffer zur gleichmäßigen Beschickung der Dekanter-Zentrifuge, weniger als tatsächlicher Speicher. Der Schlammstilo ist durch eine tragende Dachkonstruktion geschlossen.

Für die weitere Eindickung des Schlammes kommt eine Dekanterzentrifuge zum Einsatz. Zur Verbesserung des Entwässerungsverhaltens wird der Dünnschlamm vor dem Entwässerungsaggregat mit polyelektrolytischen Flockungshilfsmitteln konditioniert. Die Flockungshilfsmittelzugabe erfolgt im Dekanter.

Der Dickschlamm-Abwurf des 2-Phasen-Dekanters erfolgt in einen Trog-Schneckenförderer und der Schlamm wird so aus dem Betriebsgebäude zum überdachten Containerplatz transportiert. Dort können die Schlämme durch eine schwenkbare Förderschnecke auf zwei Lagercontainer bzw. landwirtschaftliche Hänger verteilt werden. Die Entsorgung der Schlämme erfolgt über landwirtschaftliche Biogasanlagen im näheren Umfeld.

#### 5.1.5 Betrieb der Anlage

Bereits in der Planungsphase des Projektes wurde auch darüber gesprochen, wie der Betrieb einer eigenen Kläranlage organisiert werden könnte. Für jeden Verantwortlichen eines Industriebetriebes ist die Beschäftigung mit dem branchenfremden und sehr komplexen Thema Abwasser eine große Herausforderung. Die Geschäftsleitung dieses Unternehmens wollte eine Lösung finden, die keine Kapazitäten des Werkspersonals bindet und die Verantwortung in Hände legt, die diese fachlich auch übernehmen können.

Die Abwasserreinigungsanlage (BARA) ist Ende 2002 in Betrieb gegangen. Die Salzmann Ingenieure haben nach Konzepterstellung und Errichtung auch den Betrieb der Anlage in vollem Umfang im Rahmen eines Dienstleistungs-vertrages übernommen. Ein ausgebildeter Klärwärter ist täglich vor Ort, 3 weitere Personen sind im Rahmen der Wartung und Instandhaltung und für Nacht-, Wochenenddienste und Urlaubsvertretung zeitweise in den Betrieb der Anlage eingebunden.

#### 5.1.6 Betriebserfahrungen

Kennzahlen des Betriebes:

Abwassermenge	550.000 - 650.000 m <sup>3</sup> /a
Trockensubstanz Belebung:	4-8 g/l
Trockensubstanz Rücklaufschlamm:	25 – 30 g/l
Schlammindex:	50- 70 ml/g
Schlammbelastung:	Ø 0,1 kg CSB/kg TS*d
Schlammalter:	Ø 23 d
Schlammzuwachs:	Ø 0,47 kg TS/kg CSB*d

Kurz nach Inbetriebnahme konnten bereits alle Emissionsgrenzwerte gesichert eingehalten werden.

Die erwartete zusätzliche Betriebsicherheit durch den Einsatz von Entspannungsflotationen zur Belebtschlammabtrennung hat sich im laufenden

Betrieb als sehr hilfreich erwiesen. Kritische Betriebszustände führten so nie zu Überschreitungen der Emissionsgrenzwerte.

Flotationsanlagen bieten gegenüber klassischen Sedimentationsbecken auch den Vorteil, dass sie bei gleicher Reinigungsleistung weniger Fläche beanspruchen. Bei beengten Platzverhältnissen bieten diese also die Möglichkeit, trotzdem eine effektive Nachklärstufe realisieren zu können.

Nachteilig gegenüber der klassischen Sedimentation ist sicherlich der erhöhte Betriebsaufwand in Form von benötigten Betriebsmitteln (Druckluft, Flockungshilfsmittel) und für die Betreuung bzw. Wartung der aufwändigeren Anlagentechnik zu erwähnen.

Im genannten Beispiel haben die Vorteile die genannten Nachteile allerdings bei Weitem übertroffen. Der Betrieb über Jahre hat gezeigt, dass damit bei richtiger Einstellung der Anlage ein reibungsloser und kontinuierlicher Betrieb über einen langen Zeitraum gewährleistet werden kann.



Abbildung 25: Betriebliche Abwasseranlage (erste Ausbaustufe) mit dem Betriebsgebäude mit Schlammplatz (links) Schlammbehälter (vorne Mitte), Selektorbecken (rechts) und Belebungsbecken (rechts hinten).

## 5.2 Zweite Ausbaustufe 2014

Die Errichtung weiterer Produktionslinien zur Getränkeabfüllung am Standort erforderte einen Ausbau der Reinigungskapazität der bestehenden betrieblichen aeroben Abwasserreinigungsanlage.

In einer Konzeptstudie wurden von den Salzmänn Ingenieuren mögliche biologische Reinigungsvarianten untersucht und hinsichtlich ihrer Investitions- und Betriebskosten, sowie weiterer Rahmenparameter wie z.B. dem Platzbedarf miteinander verglichen. Grundlage zur Dimensionierung bildeten in Zusammenarbeit mit dem Bauherrn auf Basis bereits bestehender ähnlicher Produktionsanlagen an anderen Firmenstandorten hochgerechnete Abwasserdaten für den zukünftigen Anfall nach den diversen geplanten Erweiterungsstufen. Für die Beurteilung der Investitions- und Betriebskosten wurden bei potentiellen Lieferfirmen Richtpreisangebote zur Reinigung der prognostizierten Abwässer eingeholt.

Das Ergebnis dieser Konzeptstudie favorisierte eine vorgeschaltete anaerobe Abwasserreinigungsstufe vor die bestehende Aerobstufe. Diese Anaerobstufe sollte zukünftig einen Großteil der Abwasserinhaltsstoffe abbauen und zu energiereichem Biogas umsetzen. Dieses wird im werkseigenen Dampfkessel verwertet und somit Erdgas substituieren.

Nach der Verfahrensentscheidung erfolgte vorab die Abstimmung mit der zuständigen Bewilligungsbehörde zur Abklärung der Genehmigungsfähigkeit und möglicher zusätzlicher Auflagen.

Die Detailplanung und beschränkte funktionale Ausschreibung der Anlagentechnik durch Salzmänn Ingenieure erfolgte im Anschluss.

Als wesentliches Kriterium der Anaerobstufe wurde eine konservative Bemessung mit einer Raumbelastung kleiner  $20 \text{ kg CSB/m}^3\text{d}$  vorgegeben. Zusätzlich sollte eine Online-CSB-Messung im Zulauf die Anlage vor unzulässigen Stoßbelastungen schützen. Bei Überschreitung eines definierbaren Maximalwertes an CSB im Zulauf, sollte die Anaerobstufe automatisch umgangen und das hoch belastete Abwasser direkt in die großvolumige aerobe Reinigungsstufe geleitet werden.

Neben der Erweiterung der biologischen Reinigungskapazität der Gesamtanlage mittels einer Anaerobstufe musste die hydraulische Kapazität der bestehenden Nachklärstufe an die prognostizierten Abwasserdaten angepasst werden. Da hier bereits Druckentspannungsflotationen erfolgreich im Einsatz waren, wurde eine Erweiterung um weitere Flotationseinheiten ausgeschrieben.

### 5.2.1 Anlagenauslegung

Auf Basis der bestehenden Abwasserdaten der aeroben Betriebsabwasserreinigung und Abwasserdaten aus zu den geplanten Erweiterungen ähnlichen Abfüllanlagen an anderen Betriebsstandorten wurden anhand von Mischungsrechnungen die zukünftigen Auslegungsdaten prognostiziert:

Tabelle 6: Auslegung

Zulaufmenge	$Q_d$				=	3.048	m <sup>3</sup> /d
CSB - Fracht im Mittel	$B_{d.CSB}$	=	8950	kg CSB/d	=	2.936	mg/l
CSB-Fracht Spitze	$B_{d.CSB, max}$	=	10.971	kg CSB/d	=	5.232	mg/l
Abfiltrierbare Stoffe	$B_{d.AF}$	=	<1.524	kg AF/d	=	< 500	mg/l

Die restlichen Dimensionierungsgrundlagen konnten aus den bestehenden Abwasserdaten auf Basis der neuen Mengen hochgerechnet/abgeschätzt werden. Die angegebene Spitzenbelastung wurde mit maximal zwei Stunden pro Tag angesetzt.

### 5.2.2 Umfang und Grad der Abwasserreinigung

Mit der neuen vorgeschalteten anaeroben Abwasserreinigungsstufe können etwa 80% des im Abwasser enthaltenen CSB abgebaut werden.

Für den Gesamtablauf gelten natürlich immer noch die bereits in Abschnitt 5.1.3 genannten Einleitwerte zur Direkteinleitung, die strikt einzuhalten sind.

Der Ablauf aus der neuen Anaerobstufe in die nachgeschaltete Aerobstufe sollte bei Maximalauslegung folgende Werte aufweisen:

Tabelle 7: Ablauf bzw. Biogasmenge und Energieertrag Biogas aus Anaerobstufe

CSB - Fracht im Mittel	$B_{d,CSB}$	=	1.790	kg CSB/d	=	587	mg/l
CSB-Fracht Spitze	$B_{d,CSB,max}$	=	2.194	kg CSB/d	=	720	mg/l
Biogasmenge Mittel	$B_{d,Gas}$	=	3.080	Nm <sup>3</sup> /d			
Energieertrag Biogas Mittel	$E_{d,Gas}$	=	23.000	kWh/d			

### 5.2.3 Anlagenkonfiguration

Die Auswahl fiel wiederum auf einen EGSB-Hochleistungsreaktor zur anaeroben Abwasserbehandlung mit externer Rezirkulation über einen Konditionierungsbehälter. Die Vergleichmäßigung und Vorversäuerung erfolgt in einem großvolumigen Misch- und Ausgleichsbehälter mit etwa 1.500 m<sup>3</sup> Nutzvolumen.

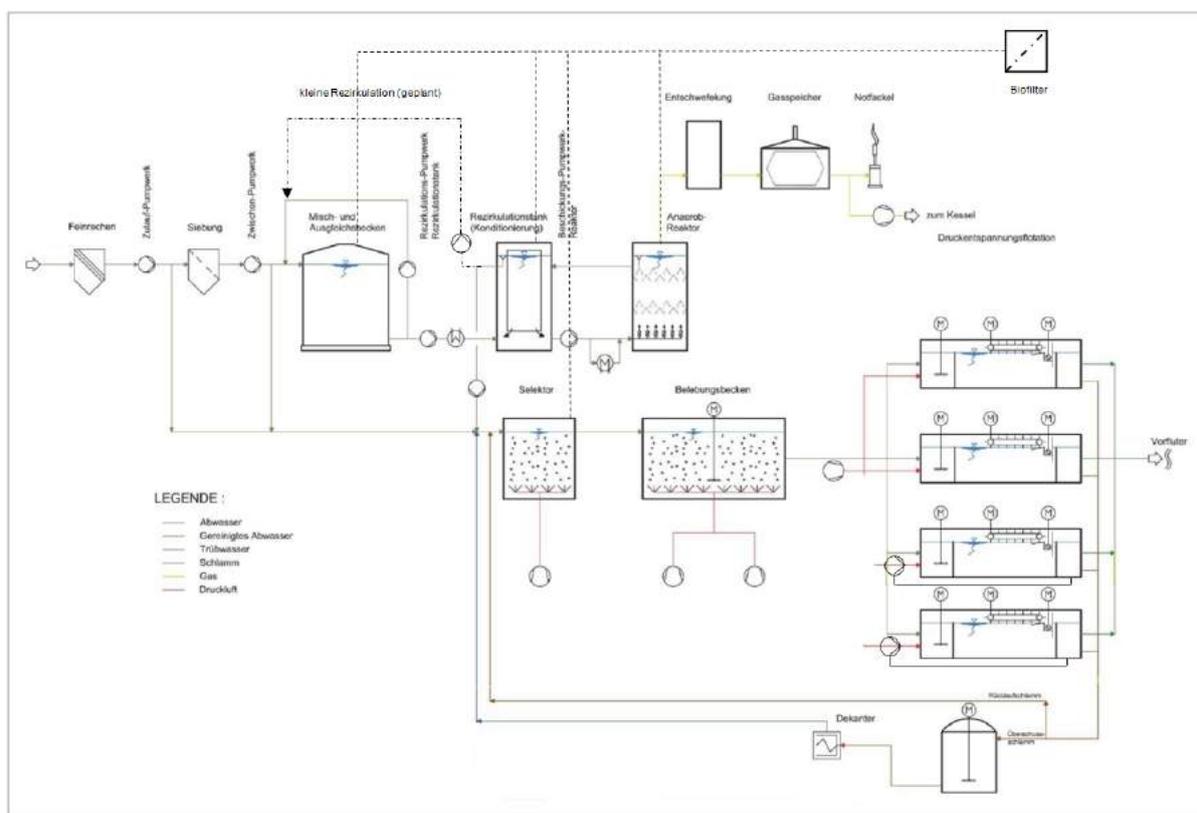


Abbildung 26: Anlagenkonfiguration Gesamtanlage (Erweiterung + Bestand)

Die Produktionsabwässer werden nach dem bestehenden Rechen von der Pumpstation in einem zusätzlichen Siebrechen (1mm) weiter mechanisch vorgereinigt, um die nachfolgenden Stufen vor erhöhtem Feststoffeintrag zu schützen.

Über eine weitere Pumpstation mit drei redundanten Pumpen erfolgt die Beschickung in den Misch- und Ausgleichsbehälter. Der Inhalt dieses Behälters wird mittels einer eigenen Pumpe umgewälzt und dadurch durchmischt. In die Umwälzleitung werden die benötigten Betriebsmittel wie Stickstoff, Phosphor und Eisen(II)chlorid dosiert. Der pH-Wert in dieser Vorversäuerungsstufe wird mittels einer Natronlaugedosierung eingestellt.

Aus dem Misch- und Ausgleichsbehälter wird die Anaerobstufe beschickt. Der vorversäuerte Abwasserstrom wird dazu in den permanenten Umwälzstrom der externen Rezirkulation zugegeben. Dieser Mischstrom wird von unten nach oben in den zylindrischen Anaerobreaktor eingeleitet.

Das Verfahren deckt sich mit dem in Abschnitt 4.4 beschriebenem Prozess.

Das Biogas wird diesmal über einen Gaskühler geleitet, entwässert und mittels einer biologischen Entschwefelung von  $H_2S$ -Gas befreit. Nach einer Zwischenspeicherung in einem Niederdruckgasspeicher mit  $100\text{ m}^3$  Fassungsvermögen erfolgt die Verwertung im betriebseigenen Dampfkessel. Hier wird in einem Mischbrenner Biogas dem Erdgasgrundstrom zur Verbrennung zugegeben und damit Erdgas substituiert. Für den Notfall steht eine Gasfackel zur direkten Verbrennung des Biogases zur Verfügung.

Die Abluft aus allen anaeroben Anlagenkomponenten, die alle geschlossen ausgeführt sind, wird in einem Biofilter mit vorgeschaltetem basischem Wäscher von störenden Geruchsstoffen befreit. Der vorgeschaltete Wäscher dient speziell der Abtrennung von  $H_2S$  in der Abluft.

Der Ablauf aus der anaeroben Reinigungsanlage wird direkt in das alte Selektorbecken geleitet. Da dieses Becken die erste belüftete Stufe nach der anaeroben Abwasserbehandlung darstellt, wurde eine Abdeckung nachgerüstet, sodass auch hier noch geruchsbeladene Abluft zum Biofilter geleitet werden kann.

Die aerobe Nachreinigung erfolgt im großen Belebungsbecken der bisher vorhandenen Aerobstufe.

Die Nachklärung erfolgt weiterhin mittels Druckentspannungsflotationen. Die bisher vorhandenen zwei Flotationsstraßen wurden zur Erhöhung der hydraulischen Kapazität um zwei weitere Straßen erweitert.

Als neue Flotationseinheiten kamen eine Gleichstromanlage und eine Kreuzstromanlage zum Einsatz. Bei der Gleichstromflotation erfolgt die Durchströmung des Wassers und der Schlammabzug über die Räumler in gleicher Strömungsrichtung. Bei der Kreuzstromanlage wird der Flotatschlamm entgegen der Durchströmungsrichtung abgezogen.

Für die neuen Anlagenteile wurden ein neues Betriebsgebäude bzw. eine neue Flotationshalle errichtet.

Die Dekanterzentrifuge zur Entwässerung des Überschussschlammes wurde ins neue Betriebsgebäude übersiedelt. Dort wurde auch ein neuer Schlammplatz mit einer automatisierten Abwurfeinrichtung in die Schlammcontainer realisiert.

#### 5.2.4 Erfahrungen Inbetriebnahme und Probebetrieb

Die Inbetriebnahme der neuen anaeroben Reinigung hat sogleich gezeigt, wie wichtig auch ein entsprechendes Sicherheitsmanagement im Zulauf dieser Anlage zu realisieren ist.

Anaerobe Abwasserreinigungsverfahren reagieren teilweise sehr nachhaltig auf starke Belastungsschwankungen im Zulauf mit ausgeprägten Spitzen, Nährstoffunterversorgungen oder zu schnellen Anpassungen der Anlagenparameter wie pH-Werten und Temperaturen.

In dieser Hinsicht hat es sich bewährt, neben der bereits erwähnten Online-CSB-Überwachung im Zulauf auch den pH-Wert, die Leitfähigkeit und den Redoxwert im Zulauf online zu überwachen. Durch eine umsichtige Definition von Begrenzungen jeweils nach oben und unten, zwischen denen die Beschickung in die Anaerobstufe zugelassen wird, lässt sich ein stabiler Betrieb der Anaerobstufe auch bei stark wechselnder Abwassermatrix gewährleisten.

Neben den Online-Überwachungen sind eine manuelle Beprobung und Analytik, sowie die ständige Betriebsüberwachung und -nachjustierung speziell während der Inbetriebnahme und während des Probebetriebes unerlässlich.

Die Praxis hat auch gezeigt, dass eine Rückführung von anaerob vorgereinigtem Abwasser in den Misch- und Ausgleichsbehälter dazu beiträgt, dass durch Rückführung von Ammonium der für die Vorversäuerung erforderliche Stickstoffgehalt automatisch angehoben werden kann und der für die Einstellung des erforderlichen pH-Wertes notwendige Laugenverbrauch deutlich reduziert werden kann.

Bei Beachtung der unzähligen Rahmenparameter zeigte sich sehr schnell, dass auch hier die anaerobe Abwasserbehandlung zu sehr guten Abbauergebnissen und entsprechenden Gasbildungsraten führte.

Ein Vorteil der neuen Anlage ist, dass aus den abgebauten Schmutzstoffen im Abwasser (CSB) energiereiches Biogas erzeugt wird, das einer Verwertung zugeführt wird. Parallel dazu nimmt die Masse an ansonsten nach rein aerober Behandlung in landwirtschaftlichen Biogasanlagen zu verwertenden Überschussschlamm aus der Aerobstufe ab.

Bei der Betrachtung der im Folgenden genannten Kennzahlen des Probebetriebes ist zu beachten, dass es sich um die Daten der Einfahrphase einer derzeit noch nicht abgenommenen Anlage handelt. Einerseits wurde die Belastung sehr langsam gesteigert und andererseits sind die zusätzlichen Produktionslinien, für die die Anlage ausgelegt wurde, derzeit noch nicht in Betrieb. Eine behördliche Auflage für die Genehmigung zusätzlicher Produktionskapazitäten war die rechtzeitige Erweiterung der betrieblichen Kläranlage.

Kennzahlen des Betriebes:

Abwassermenge derzeit:	Ø 2.000 m <sup>3</sup> /d
Raumbelastung Anaerobreaktor:	Ø 4,3 kg CSB/m <sup>3</sup> *d max. 13,5 kg CSB/m <sup>3</sup> *d
Schlammbelastung:	Ø 0,1 kg CSB/kg TS*d max. 0,3 kg CSB/kg TS*d



Abbildung 27: Altanlage (links altes Betriebsgebäude mit Rolltor, dahinter Belebungsbecken in grün) und Neuanlage (rechts Becken in Silber + Betriebsgebäude neu). Die neue Flotationshalle schließt an das alte Betriebsgebäude an (links im Vordergrund).

**Korrespondenz an:**

Dipl.Ing. Judith Andres-Salzman

Salzman Ingenieure ZT GmbH

Angelika Kauffmann Straße 5

Tel +43 5574 45524-0

office@salzman-ing.at