

engel^{fs}
Immer eine Idee voraus!



Vielfalt ist Programm.



Qualität aus Leidenschaft.

BMU-UMWELTINNOVATIONSPROGRAMM

Abschlussbericht

zum Vorhaben:

"Errichtung einer standortangepassten Reststoffnutzungsanlage zur Biogasgewinnung aus Produktionsabwässern eines mitteständischen Lebensmittelbetriebes"

NKa3-03015

Fördernehmer/-in:

Nähr-Engel GmbH

Umweltbereich

(Abwasser- und -entsorgung, Energie, Lärmschutz, integrierter Umweltschutz)

Laufzeit des Vorhabens

05.11.2014 – 30.04.2018

Autoren

Klaus Jung, Sven Ole Strunz, Dr. Stephan Trenckmann

Daniela Derißen und Marcus Lodde

Gefördert aus Mitteln des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

Datum der Erstellung

30.11.2018

Berichts-Kennblatt

Aktenzeichen: UBA	Vorhaben-Nr.: NKa3-03015
Titel des Vorhabens: "Errichtung einer standortangepassten Reststoffnutzungsanlage zur Biogasgewinnung aus Produktionsabwässern eines mitteständischen Lebensmittelbetriebes"	
Autor(en); Name(n), Vorname(n) Jung Klaus, Strunz Sven Ole, Dr. Trenckmann Stephan, Nähr-Engel GmbH, Goch Derißen Daniela und Lodde Marcus, prisma consult GmbH / Effizienz-Agentur NRW, Duisburg	Vorhabensbeginn: 05.11.2014
	Vorhabenende (Abschlussdatum): 30.04.2018
Fördernehmer/ -in (Name, Anschrift) Nähr-Engel GmbH Klever Straße 48 47574 Goch	Veröffentlichungsdatum: 30.11.2018
	Seitenzahl: 58
Gefördert im Rahmen des Umweltinnovationsprogramms des Bundesumweltministeriums	
Kurzfassung/Summary Mit der Errichtung einer standortangepassten Abwasser-Reststoffnutzungsanlage bei der Firma Nähr-Engel GmbH konnten die <u>technischen Ziele</u> für die „DANA“-Anlage nicht erreicht werden. In <u>wirtschaftlicher</u> Hinsicht ist bei einer ähnlich wie hier vorliegenden Gesamtsituation keine Sinnhaftigkeit gegeben. <u>Umwelteffekte</u> ergeben sich aus der Reduzierung CSB: 750 t/a Erzeugte Biogasmenge: 396.000 m ³ /a entsprechend 2.970.000 kWh/a Reduzierung CO ₂ -Mengen: 594 t/a Der ursprünglich budgetierte Investitionsansatz in Höhe von 1.597.092 € wurde für das Projekt durch die tatsächlichen Kosten in Höhe von 1.921.061,10 € überschritten. An den kumulierten und diskontierten Cash Flow konnte aufgezeigt werden, dass sich kein Kapitalrückfluss einstellt. Die Fördersumme betrug 479.127,60 €.	
Schlagwörter/Key words Kartoffelverarbeitung, Abwasser, Reststoffnutzungsanlage, Biogas, CSB-Abbau	
Anzahl der gelieferten Berichte Papierform: 6 Elektronischer Datenträger: 1	Sonstige Medien: Veröffentlichung im Internet geplant auf der Homepage: www.ressourceneffizienz.de

Report-Coversheet

Reference-No.: UBA	Project-No.: NKa3-03015
Report Title: "Construction of a site-adapted recycling facility for biogas generation from production waste water from a medium-sized foodstuff plant "	
Author(s); name(s), first name(s) Jung Klaus, Strunz Sven Ole, Dr. Trenckmann Stephan, Nähr-Engel GmbH, Goch Derißen Daniela und Lodde Marcus, prisma consult GmbH / Effizienz-Agentur NRW, Duisburg	Start of project: 05.11.2014 <hr/> End of project (final date): 30.04.2018
Beneficiary (name, address) Nähr-Engel GmbH Klever Straße 48 47574 Goch	Date of publication: 30.11.2018 <hr/> Number of pages: 58
Funded on the basis of the Environmental Innovation Program by the Federal Environmental Ministry	
Summary With the construction of a site-adapted waste water and recycling facility at the company Nähr-Engel GmbH, the technical objectives for the "DANA" plant could not be achieved. Given the present overall situation, there is no <u>economic</u> meaningfulness. <u>Environmental effects</u> result from Reduction of CSB: 750 t/a Amount of generated biogas : 396,000 m ³ /a which corresponds with 2,970,000 kWh/a Reduction of CO ₂ : 594 t/a The original budgeted investment of € 1,597,092 was exceeded by the actual costs of € 1,921,061.10 for this project. The cumulated and discounted cash flow show that a reflux of capital has not been achieved. The amount of funds was € 479,127.60.	
Key words Potato processing, waste water, recycling plant, biogas, CSB reduction	
Number of reports on paper: 6 Electronic data carrier: 1	Other media: Planned publication on the Homepage: www.ressourceneffizienz.de

Kurzfassung

Beschreibung

Die Firma Nähr-Engel GmbH (nachfolgend Engel) in Goch ist ein mittelständischer, familiengeführter Betrieb, der rund 100.000 Tonnen frische Kartoffeln pro Jahr zu Granulat, Flocken und anderen Kartoffeltrockenprodukten verarbeitet. Diese werden neben dem deutschen Markt auch in zahlreichen anderen Ländern in Europa, Asien sowie in Australien verkauft.

Neben der kontinuierlich betriebenen Optimierung des internen Energiehaushaltes durch Rückgewinnungsmaßnahmen rückte auf der Suche nach weiteren internen Potentialen auch das Produktionsabwasser in den Focus. Stand der Technik in der Behandlung der bezüglich gelöster Komponenten hochbelasteten Abwässer aus der Verarbeitung von Kartoffeln ist die anaerobe Vorreinigung. Aerobe Behandlungen führen aufgrund der Zusammensetzung des Abwassers überall zu den auch in der Kläranlage Goch festzustellenden Problemen im Bereich der Schlammstruktur, überdies entstehen merkbare Betriebskosten in den Bereichen Strombedarf und Schlammentsorgung.

Anwendbarkeit der Technik

Mit zwei Ausnahmen behandelten alle lebensmittelverarbeitenden Betriebe der Branche in Deutschland und den Niederlanden ihre Abwässer mit anaeroben Vorreinigungsanlagen, deren herausragende Eigenschaft die Möglichkeit der Erzeugung von Biogas aus der Kohlenstofffracht ist.

Stand der Technik war hier das sogenannte UASB-Verfahren (Upflow Anaerobic Sludge Blanket), das in den umliegenden Betrieben der Branche (Aviko Steenderen, Aviko Loom, Peka Kroef Odiliapeel, Farm Frites, Wernsing, SchneFrost, Cela Vita) in verschiedenen Ausführungsformen zum Teil seit 25 Jahren mit Erfolg eingesetzt wird.

Der Einsatz am Markt etablierter Systeme zur anaeroben Abwasserreinigung führt bei der vorliegenden Betriebsgröße und Struktur des Verarbeitungsprozesses (Kampagnenbetrieb) zu keiner wirtschaftlichen Lösung. Daher wurde ein neuartiger Ansatz aus dem Anlagenbau aufgegriffen, kostenoptimierte kompakte anaerobe Systeme gezielt für kleinere Abwassersituationen zu realisieren, um die im großen Maßstab seit langem bewiesenen Umweltentlastungseffekte dieser Verfahren auch dem Mittelstand verfügbar zu machen.

Bei Nähr-Engel eingesetzte Technik

Die Firma Nähr-Engel hat sich bei der Auswahl der Anlage für ein Konzept der Firma Aqana entschieden. Es wurde eine „DANA“ Behandlungsanlage angeschafft, wobei DANA für „Dynamisch-Anaerob-Aerob“ Anlage steht. Dies beschreibt in groben Zügen auch schon den Aufbau der Anlage, wobei die verschiedenen Behandlungsstufen in Reaktoren übereinander angeordnet sind und mit einer kurzen Gesamtverweilzeit des Substrates in der Anlage von weniger als einem Tag gearbeitet wird. Die Behandlung der Abwässer erfolgt dabei in 3 Schritten. Als erste werden die Abwässer in einem Vorbehälter egalisiert, in einem weiteren Schritt erfolgt dann die Umsetzung von Biogas in Anaeroben-Reaktoren um dann in einem letzten Schritt eine

Nachklärung in darüber installierten Aeroben-Reaktor durchzuführen. Die Anlage verfügt über 4 solcher Reaktor-Kombinationen.

Ziel dieses Aufbaus war es auch auf einer möglichst kleinen Standfläche die Technik zu unterzubringen. Das technische Konzept des Betriebsgebäudes orientiert sich daher an den betrieblichen Notwendigkeiten auf der Anlage. Dabei werden einzelne Bereiche den Verfahrensstufen so zugeordnet, dass minimale Rohrwege, aber auch kürzeste Bedienwege für das Betriebspersonal entstehen. In einer Darstellung stellt sich das System wie folgt dar:

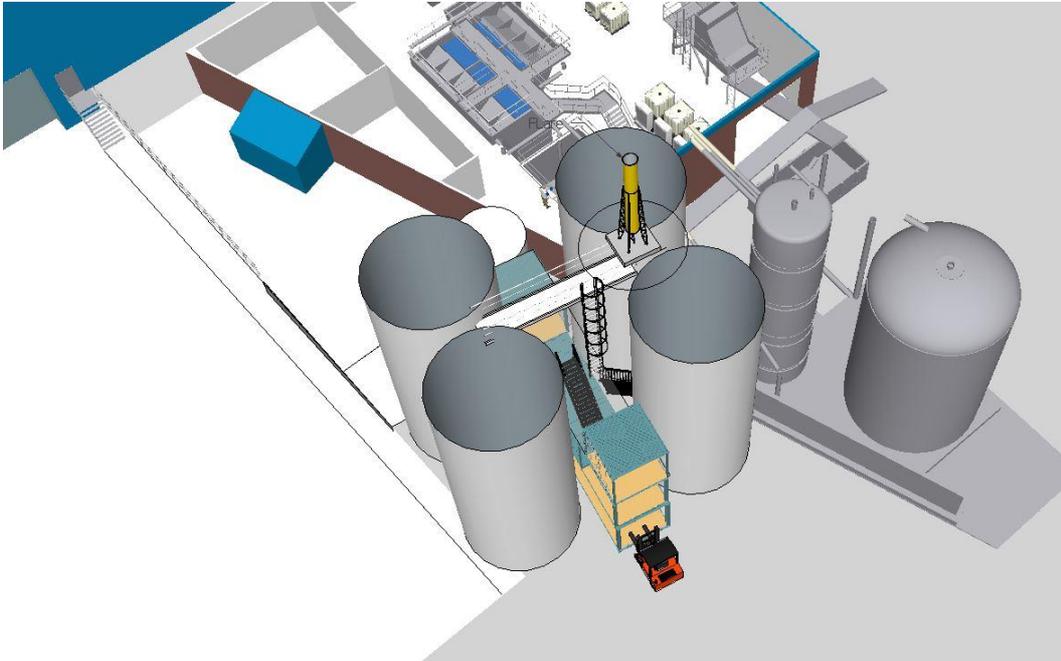


Abbildung 1: Draufsicht auf die 4 GFK-Behälter mit zwischengelagerten Containern

Die vier Reaktor-Behälter stehen hinter der Abwasserhalle – neben den etwa gleich hohen Tanks für die Schläbafälle – auf der bekannten und genehmigten Fläche. Zwischen den Reaktoren ist die gesamte Technik zum Betrieb der Anlage auf 3 Ebenen in Containern untergebracht, angefangen bei der Steuerungstechnik, über die Pumpen bis hin zur Biogas-Aufbereitung.

Wesentliche Vorteile für die Umwelt

Das umgesetzte System „DANA“ (Dynamisch-Anaerob-Aerob) sollte den Stand der Technik im Bereich der anaeroben Abwasserreinigung deutlich fortschreiben:

- Ein einfacheres Reaktorkonzept sollte zum einen die erheblichen Investitionskosten in den anaeroben Reaktor reduzieren, jedoch zudem Freiheitsgrade im gesamten Anlagenkonzept erlauben, die zu deutlichen Kostensenkungen führen. Im vorliegenden Fall führte erst die wirtschaftlich vertretbare Option, den Reaktor so groß auszuführen, dass er Spitzenfrachten sofort verarbeiten konnte, dazu, die Anlage auf der kleinen Restfläche errichten zu können.
- Die Kombination von anaerobem Reaktor und Nachbelüftung in einem Tank sollte den baulichen Aufwand sowie den Umfang verbindender Rohrleitungen reduzieren.
- Bedingt durch die Prozessführung im anaeroben Reaktor – abströmendes Abwasser – würde mehr CO_2 und Schwefelwasserstoff im Biogas gelöst, so dass der Aufwand für die

Biogasaufbereitung deutlich reduziert werden könnte. Dies sollte eine Vereinfachung der Biogasaufbereitung ermöglichen.

Diese Erwartung wurde mit der Umsetzung dieses Vorhabens nicht erfüllt.

Mit der Errichtung einer standortangepassten Reststoffnutzungsanlage konnten die technischen Ziele des anaeroben Systems nicht erreicht werden. In wirtschaftlicher Hinsicht ist bei einer ähnlich wie hier vorliegenden Gesamtsituation keine Sinnhaftigkeit gegeben.

Umwelteffekte ergeben sich aus der

Reduzierung CSB:	750 t/a
Erzeugte Biogasmenge:	396.000 m ³ /a entsprechend 2.970.000 kWh/a
Reduzierung CO ₂ -Mengen:	594 t/a

Aufgetretene Probleme

Bei der Realisierung des Projekts hat sich in erster Linie die mangelnde Fähigkeit der Anlage zur Bereitstellung ausreichender Kapazitäten für die Homogenisierung des Abwassers und die Verweildauer als Problem herausgestellt. Zur Aufrechterhaltung des Betriebs in Abhängigkeit der Abwasserzusammensetzung und –fracht musste immer wieder manuell die Zulaufmenge unter den ursprünglich projektierten Wert gesenkt werden, da ansonsten kein ausreichendes mikrobiologisches Wachstum sicherzustellen war. Auch ist der Betreuungsaufwand einer solchen Anlage im Vorfeld falsch eingeschätzt und angegeben worden, was sich in einem relativ hohen Beprobungsaufwand widerspiegelt.

Neben den prozessbedingten Schwierigkeiten haben sich in den ersten beiden Jahren immer wieder die Tücken einer Pilotanlage bemerkbar gemacht, wobei mangels Erfahrungswerten die ursprüngliche Auslegung der Aggregate nicht den Beanspruchungen unter realen Bedingungen entsprach. Nachbesserungen, Austausch von Anlageteilen und längere Stillstände waren die Folge.

Kostendaten

Der ursprünglich budgetierte Investitionsansatz in Höhe von 1.597.092 € wurde für das Projekt durch die tatsächlichen Kosten in Höhe von 1.921.061,10 € überschritten. An den kumulierten und diskontierten Cash Flow konnte aufgezeigt werden, dass sich kein Kapitalrückfluss einstellt. Die Fördersumme betrug 479.127,60 €

Summary

Description

The company Nähr Engel GmbH, thereafter referred to as Engel, is a family-run medium-sized company which processes up to 100,000 tons of fresh potatoes annually to granulate, flakes and other dry potato products. In addition to the German market, these products are also sold in numerous European countries, in Asia and in Australia.

In search of further internal potential, the focus had also been put on the production waste water besides the continuously operated optimization of the internal balance by means of recovery measures. The anaerobic pre-cleaning is state-of-the-art in the treatment of severely contaminated wastewater as regards to their dissolved components resulting from the potato processing. Due to the composition of the wastewater, aerobic treatments invariably lead to problems regarding the structure of the sludge, as was determined in the sewage treatment plant in Goch; moreover, noticeable operating costs regarding electricity demand and sludge disposal may occur.

Applicability

With two exceptions, all food-processing companies of this industry in Germany and the Netherlands treated their wastewater with anaerobic pre-cleaning facilities, the outstanding feature of which, is the generation of biogas from the carbon load.

State-of-the-art technology was the so-called UASB process (Up-flow Anaerobic Sludge Blanket) which, to some extent, had been successfully used in the surrounding companies of this industry (Aviko Steenderen, Aviko Loom, Peka Kroef Odiliapeel, Farm Frites, Wernsing, SchneFrost, Cela Vita) in various models for 25 years.

Given the present size of the plant and the structure of the process (campaign operation), the use of established systems for the anaerobic wastewater cleaning has not lead to an economically viable solution. Therefore, a new approach from plant engineering has been taken into consideration to realize cost-optimized and compact anaerobic systems specifically for smaller wastewater situations in order to make long-proven environmental effects of these processes also available to medium-sized companies.

Used technology at Nähr-Engel

When choosing a plant, the company Nähr-Engel decided to go for a concept provided by the company Aquana. A "DANA" ("Dynamic-Anaerobic-Aerobic Anlage") treatment plant was purchased. This roughly describes the structure of the plant, whereas the different stages of treatment in the reactors are arranged on top of each other and the total dwell time of the substrate in the plant is less than one day. The wastewater treatment is carried out in three steps. First, the waste water is equalized in a container; in the next step the conversion of biogas is carried out; finally, a post-cleaning process in aerobic reactors installed above is carried out. The plant has four such reactor combinations.

The target of this setup was to accommodate the technical devices on the smallest area as

possible. The technical concept of the company building is therefore adapted to the operational requirements on the plant. Individual areas are matched with the process stages in a way that minimal pipe lengths, but also shortest operating ways for the operators emerge. The system is described in the following illustration:

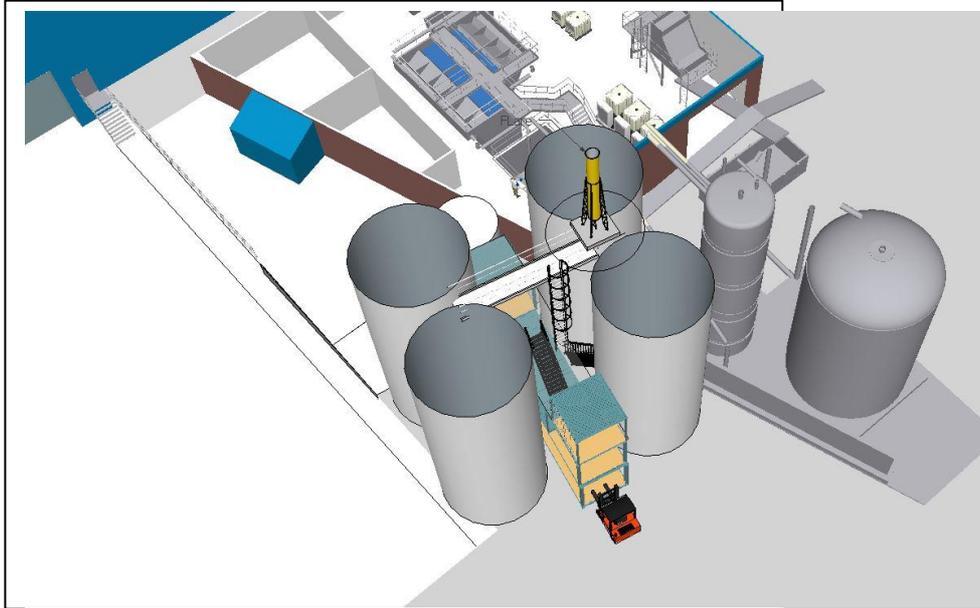


Figure 2: Topview on 4 GFK containers with temporarily stored containers

The four reactor containers are stored on the known and approved area behind the wastewater hall next to the equally high tanks for the peeling waste. The entire technology to operate the plant is accommodated on three levels between the reactors, from the control devices, through the pumps to the biogas treatment.

Main environmental benefits, main achieved emission levels

The implemented “DANA“ (Dynamic Anaerobic Aerobic) system was set to significantly update the state-of-the-art anaerobic wastewater cleaning:

- A simpler reactor concept was supposed to reduce the substantial investment costs, while at the same time allowing degrees of freedom in the whole plant concept resulting in considerable cost reductions. In this case, it was the economically acceptable option to design the reactor in such a large scale that it was able to process peak loads at once which lead to the fact that the plant could be installed on the small remaining area.
- The combination of an anaerobic reactor and post-ventilation within one tank was set to reduce the construction efforts as well as the scope of connecting pipelines.
- Due to the process inside the anaerobic reactor (down-streaming wastewater), more CO₂ and hydrogen sulphide would be dissolved in the biogas so that the effort for the biogas treatment could be significantly reduced. This should simplify the biogas treatment.

This expectation was not met with the implementation of this project.

With the construction of a site-adapted recycling plant the technical objectives of the anaerobic system could not be achieved. From the economic perspective, there is no meaningfulness in a similar overall situation to the one which is described here.

Environmental effects result from the

CSB reduction: 750 t/a

Amount of biogas generated: 396,000 m³/a, which corresponds with 2,970,000 kWh/a

Reduction of CO₂ : 594 t/a

Problems occurred

When implementing the project, it was primarily the plant's insufficient capability to provide enough capacities for the homogenization of the wastewater as well as the dwell time that turned out to be a problem. In order to maintain the operation depending on the wastewater composition and wastewater load, the intake quantity had to be manually reduced below the originally planned value over and over again, as a sufficient microbiological growth could not have been ensured otherwise. Furthermore, the effort of supervising such a plant was assessed and stated incorrectly in the first place which resulted in a relatively high sampling effort.

Besides the process-related difficulties, also the pitfalls of a pilot plant made themselves felt in the first two years, whereas the original design of the units did not comply with the load under real conditions due to a lack of empirical values. This resulted in improvement work, exchange of plant components and longer downtimes.

Economics

The original budgeted investment of € 1,597,092 was exceeded by the actual costs of € 1,921,061.10 for this project. The cumulated and discounted cash flow show that a reflux of capital has not been achieved. The amount of funds was € 479,127.60.

Inhaltsverzeichnis

Berichts-Kennblatt.....	3
Report-Coversheet.....	4
Kurzfassung.....	5
Summary	8
Inhaltsverzeichnis	11
Tabellenverzeichnis	13
1. Einleitung.....	14
1.1 Kurzbeschreibung des Unternehmens.....	14
1.2 Ausgangssituation	14
2. Vorhabensumsetzung	15
2.1. Ziel des Vorhabens.....	15
2.3. Darstellung der Umsetzung des Vorhabens	23
2.4. Behördliche Anforderungen (Genehmigungen)	32
3. Ergebnisse	32
3.1. Bewertung der Vorhabensdurchführung.....	32
3.2. Konzeption, Durchführung und Ergebnisse des Messprogramms	34
3.3 Umweltbilanz	50
3.4. Wirtschaftlichkeitsanalyse.....	52
3.5. Technischer Vergleich zu konventionellem Verfahren	56
Diese Erwartung wurde mit der Umsetzung dieses Vorhabens nicht erfüllt.	57
4. Empfehlungen	57
4.1 Erfahrungen aus der Praxiseinführung	57
4.2 Zusammenfassung	57

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Draufsicht auf die 4 GFK-Behälter mit zwischengelagerten Containern.....	6
Figure 2: Topview on 4 GFK containers with temporarily stored containers	9
Abbildung 3: Energiediagramm.....	16
Abbildung 4: Konzeption großtechnische Anlage.....	19
Abbildung 5: Lageplan Anlage	22
Abbildung 6:: Container beim Lieferanten.....	25
Abbildung 7:: Container Aufstellungsansicht.....	26
Abbildung 8: Draufsicht auf die 4 GFK-Behälter mit zwischengelagerten Containern....	26
Abbildung 9:: Zeitplan gemäß Vertrag mit der Aqana	27
Abbildung 10: Grube mit Betonsauberkeitsschicht (01.06.2015)	27
Abbildung 11: Arbeiten an der Bodenplatte (16.06.2015)	28
Abbildung 12: Vorbereiter Aufstellplatz für die Anlage (09.07.2015).....	28
Abbildung 13: DANA-Tank bei der Fertigung im Hause Polem (01.07.2015)	29
Abbildung 14: Aufgebaute Containertechnik beim Lieferanten Nieuwe Weme (15.07.2015)	29
Abbildung 15: Aufstellung des Rezirkulationstanks am 09.07.2015.....	29
Abbildung 16: Aufstellung des DANA-Tanks am 21.07.2015.....	30
Abbildung 17: Montage Gasfackel und Laufsteg (21.07.2015)	30
Abbildung 18: Bio-Gasleitung zur Produktion, Foto vom 03.09.2015.....	30
Abbildung 19: Seitenansicht des Anlagenaufbaus, Foto vom 03.09.2015	31
Abbildung 20: Gasfackel erste Zündung, Foto vom 14.10.2015	31
Abbildung 21: Gasfackel erster Betrieb, Foto vom 14.10.2015.....	31
Abbildung 22:: Klärleistung DANA / März – Juni 2016.....	34
Abbildung 23: Gasproduktion im Verhältnis zur Fracht / März – Juni 2016.....	35
Abbildung 24: Oktober ´16 – April ´17 / Zugeführte Fracht in t/Tag; CSB Abbau in %; Biogasproduktion in m³/h mit Faktor 0,1	43
Abbildung 25: April ´17 – September ´17 / Zugeführte Fracht in t/Tag; CSB Abbau in %; Biogasproduktion in m³/h mit Faktor 0,1	46
Abbildung 26: Oktober ´17 – Juni ´18 / Zugeführte Fracht in t/Tag; CSB Abbau in %; Biogasproduktion in m³/h mit Faktor 0,1	49

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Elektrische Verbraucher zur Erzeugung und Aufbereitung des Biogases	17
Tabelle 2: Abwasserwerte im Zulauf zur „DANA“-Anlage	18
Tabelle 3: Abwasserwerte im Ablauf der „DANA“-Anlage	18
Tabelle 4: Verfahrensstufen mit Kenndaten bisher und neu	24
Tabelle 5:: Messungen Niersverband 26. April 2016	36
Tabelle 6: Zulauf und Ablaufwerte DANA gemäß Vertragsabschluss	37
Tabelle 7: Gegenüberstellung Vertragswerke und gemessene Werte im Ablauf der DANA-Anlage	38
Tabelle 8: Messungen 23.06.2016 – 06.07.2016	40
Tabelle 9: Messungen Niersverband 23. Juni 2016	41
Tabelle 10: Messungen 06.09.2016 – 16.09.2016	42
Tabelle 11: Messungen 06.10.2016 – 26.04.2017	44
Tabelle 12: Messungen 08.10.2017 – 30.04.2018	47
Tabelle 13: Durchschnittliche Tageswerte über den Betrachtungszeitraum Oktober 2015 – Juni 2018	50
Tabelle 14: Stromverbrauch (durchschnittliche Tageswerte) zur Aufbereitung und Erzeugung Biogas Oktober 2015 – Juni 2018	50
Tabelle 15: Jahreswerte über den Betrachtungszeitraum Oktober 2015 – Juni 2018....	51
Tabelle 16: Stromverbrauch (Jahresbasis) zur Aufbereitung und Erzeugung Biogas Oktober 2015 – Juni 2018	51
Tabelle 17: Gegenüberstellung Aufwand und Ertrag	53
Tabelle 18: Kapitalrückfluss mit DCF (discounted cash flow) - Rechnung	55
Tabelle 19: betriebswirtschaftliche Berechnung.....	56

1. Einleitung

1.1 Kurzbeschreibung des Unternehmens

Die Firma Nähr-Engel GmbH (nachfolgend Engel) in Goch ist ein mittelständischer, familiengeführter Betrieb, der mit 207 Mitarbeitern (davon 12 Auszubildende) Kartoffeltrockenprodukte produziert und vertreibt. Diese werden neben dem deutschen Markt auch in zahlreichen anderen Ländern in Europa, Asien sowie in Australien verkauft. Rund 100.000 Tonnen frischer Kartoffeln werden pro Jahr zu Granulat, Flocken und anderen Kartoffeltrockenprodukten verarbeitet. Das Unternehmen ist nach ISO 50001, 9001, 14001 und 22000 sowie IFS, DE-ÖKO-003 und weiteren Standards zertifiziert.

Das in die drei Schwerpunkte Kartoffelprodukte, Suppen und Saucen sowie Innovationen eingeteilte Sortiment ist auf drei verschiedene Zielgruppen ausgerichtet:

- die weiterverarbeitende Industrie,
- Großverbraucher und
- den Lebensmitteleinzelhandel

Je nach Zielgruppe zählen dazu Kartoffelgranulat als Basis zur Zubereitung von Kartoffelpüree oder zur Bindung für Suppen und Füllungen, Kartoffelflocken, Kartoffelschnitten, Mischungen, Verpackungen, Suppen, Saucen, Würzmittel und Creamer. Darüber hinaus ist Engel auch bei der Einführung von Nischenprodukten, zum Beispiel im Bereich Ethnic-Food in Koscherer oder in Halal-Qualität sowie bei Bio-Waren gut aufgestellt und seinen Kunden behilflich. Auch Innovationen bei Verpackungen und Ausformtechniken können von Engel auf Kundenwunsch entwickelt werden.

1.2 Ausgangssituation

Die Verarbeitung der Kartoffel zu Trockenerzeugnissen erfordert einen hohen Energieaufwand, hier ist von etwa 1 MWh je t Kartoffeln auszugehen. Aufgrund des hierdurch bedingten hohen Einflusses der Energiekosten ist die Firma Nähr-Engel GmbH seit jeher auf der Suche nach Optimierungsansätzen in diesem Bereich. So hat eine Beteiligung am Biomassekraftwerk Goch dazu geführt, das heute über 80 % der benötigten Energie zur Kartoffeltrocknung in Form von Dampf aus der hocheffizienten Verbrennung von Waldrestholz in einer Kraft-Wärme-Kopplung bereitgestellt werden kann.

Neben der kontinuierlich betriebenen Optimierung des internen Energiehaushaltes durch Rückgewinnungsmaßnahmen rückte auf der Suche nach weiteren internen Potentialen auch das Produktionsabwasser in den Focus. Stand der Technik in der Behandlung der bezüglich gelöster Komponenten hochbelasteten Abwässer aus der Verarbeitung von Kartoffeln ist die anaerobe Vorreinigung. Aerobe Behandlungen führen aufgrund der Zusammensetzung des Abwassers überall zu den auch in der Kläranlage Goch festzustellenden Problemen im Bereich der Schlammstruktur, überdies entstehen merkbare Betriebskosten in den Bereichen Strombedarf und Schlammentsorgung.

Der Einsatz am Markt etablierter Systeme zur anaeroben Abwasserreinigung führt bei der vorliegenden Betriebsgröße und Struktur des Verarbeitungsprozesses (Kampagnenbetrieb) zu keiner wirtschaftlichen Lösung. Daher wurde ein neuartiger Ansatz aus dem Anlagenbau aufgegriffen, kostenoptimierte kompakte anaerobe Systeme gezielt für kleinere

Abwassersituationen zu realisieren, um die im großen Maßstab seit langem bewiesenen Umweltentlastungseffekte dieser Verfahren auch dem Mittelstand verfügbar zu machen. Ausgiebige Versuche mit dem perfekt auf die Bedürfnisse des mittelständischen Betriebes zugeschnittenen Abwasserbehandlungssystemen waren sehr erfolgversprechend.

Mit der Klärung der Genehmigungsfähigkeit einer solchen Anlage am exponierten Standort des Betriebes in zentrumsnaher Lage sollte dann die erstmalige großtechnische Realisierung einer standortangepassten Reststoffnutzungsanlage initiiert werden, die die organischen Inhaltsstoffe des Produktionsabwassers in energiereiches Biogas umsetzt, das im Herstellungsprozess der Trockenkartoffelerzeugnisse Erdgas substituiert. Durch die weitgehende Entfernung der organischen Inhaltsstoffe aus dem Abwasser sollte zudem eine spürbare Entlastung im kommunalen Klärwerk entstehen, in dem das Abwasser des Betriebes die dominierende Einleitung darstellte.

Projektpartner war die niederländische Firma AQANA b.v., Sneek - 16 Mitarbeiter - als Tochterfirma der Firmen Aqwise Ltd., Tel Aviv und DWT B.V., Sneek, die sich als Patentinhaber und Anlagenbaupartner für die Realisierung des Projektes verantwortlich zeichnet.

2. Vorhabensumsetzung

2.1. Ziel des Vorhabens

Zum Zeitpunkt der Antragstellung wurden die nachfolgenden Umweltentlastungen angestrebt:

- Durch den Betrieb der Anlage sollen im Jahr etwa 1.800 t CSB nicht in die Kanalisation abgeleitet.
 - Es wird mit einem spezifischen Methangasertrag von 330 m³/t CSB [Substrat Essigsäure: 16 kg CH₄ aus 60 kg HAc (64 kg CSB) => 0,25 kg CH₄/kg CSB; 0,35 m³ CH₄/kg CSB abzgl. 5% für Biomasseaufbau => 0,33 m³/kg CSB] gerechnet. Im Jahr entstehen somit etwa 600.000 m³ Methangas, mit einem Heizwert von 9,97 kWh/m³ Methan. Daraus errechnen sich etwa 6,0 Mio. kWh oder 6.000 MWh.
 - Anders als Feststoffvergärungsanlagen wird das parallel erzeugte CO₂ sowie der aus der Umsetzung von Proteinen entstandene Schwefelwasserstoff nicht über intensive Mischung in die Gasphase gerührt, sondern aufgrund der Strömungsführung im Reaktor im Gegenteil in hohen Mengen im Wasser gelöst. Hierdurch gelingt es, Methangehalte von 80 % und mehr zu erreichen; vom im Zulauf enthaltenen Schwefel gelangen nur etwa 5 % ins Biogas. Die Biogasqualität kann wie folgt definiert werden:
 - Methangehalt: > 80%
 - Schwefelwasserstoff: < 2.000 ppm
 - Kohlendioxid: < 19,8%
 - Wassergehalt: 59 g/m³

Das erzeugte Biogas wird aufbereitet, indem über eine Kältetrocknung der Wassergehalt im Biogas durch Abkühlung des Gases und dessen Wiederaufheizung auf Werte < 6 g/m³ gesenkt wird. Die Wiederaufheizung unterbindet jedwede Kondensation. Die relativ geringe Schwefelmenge wird – zusammen mit eventuell anderen Verunreinigungen im Biogas – über einen Aktivkohlefilter auf

Werte < 5 ppm ausgetrennt. Dazu wird eine mit Melasse dotierte Aktivkohle auf Holzkohlebasis (Dopetac 100) gewählt, die landwirtschaftlich verwertbar ist, also keinen chemischen Abfall darstellt. Das getrocknete und entschwefelte Biogas wird auf einem der vorhandenen Flächenbrenner zusammen mit Erdgas verbrannt. Der Unterschied zum Erdgas besteht lediglich im CO₂-Gehalt, was jedoch für die Verbrennungsvorgänge aufgrund der Inertstruktur des CO₂ nicht von Relevanz ist. Mit einem CO₂-Faktor von 0,2 kg/MWh Erdgas entsteht hierdurch ein Entlastungseffekt von 1.200 t CO₂ je Jahr.

- Zur Erzeugung und Aufbereitung des Biogases sind im Jahr etwa 180.000 kWh Strom in der Anlage erforderlich – Abwasserförderung, Kompressor Nachbelüftung, Gastrocknung und –verdichtung – was mit 0,55 kg CO₂/MWh spezifischer CO₂-Emission im deutschen Strommix zu einer CO₂-Emission von etwa 100 t/a führt.

Unter der Berücksichtigung des innerbetrieblichen Stromverbrauchs zur Aufbereitung des Biogases wird insgesamt eine innerbetriebliche CO₂-Einsparung von etwa 1.100 t/Jahr erwartet.

Das nachfolgende Energiediagramm der Anlage ergibt sich auf Basis von 400.000 m³ Produktionsabwasser im Jahr; 2.250 t CSB ges. im Zulauf „DANA“¹-Anlage und 80% CSB-Abbau zu:

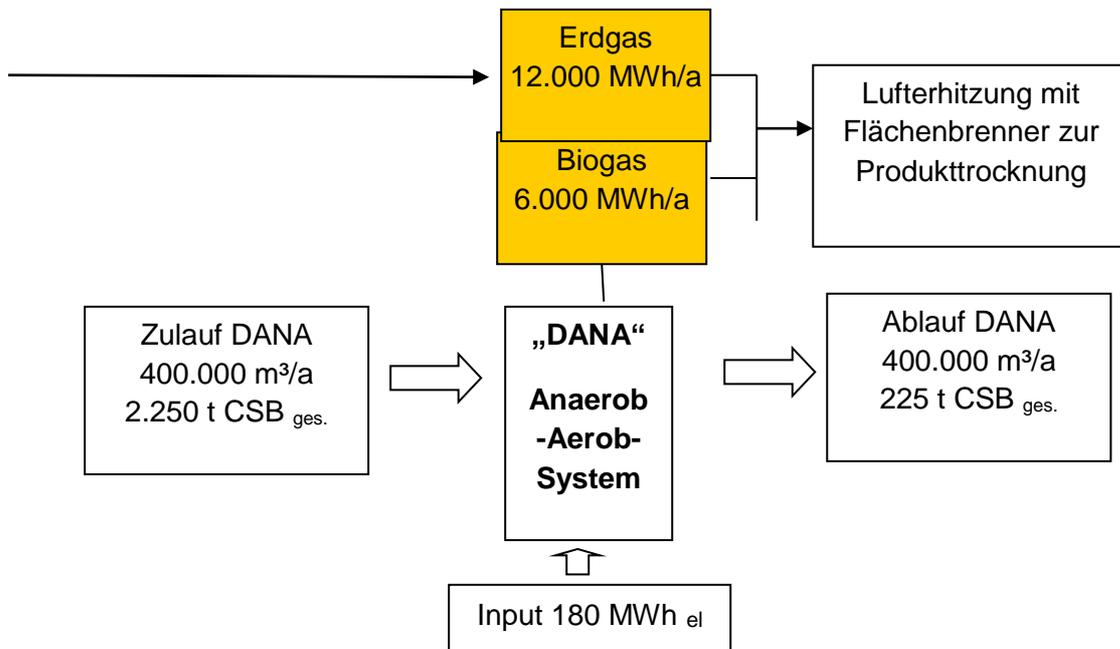


Abbildung 3: Energiediagramm

¹ **DANA** ist die Abkürzung für **D**ynamisch-**A**naerob-**A**erob und soll so die Anlage charakterisieren.

Zur Erzeugung und Aufbereitung des Biogases notwendige elektrische Verbraucher (Input)

Pos.	Beschreibung	Leistung aufg. (kW)	Laufzeit (h/a)	Arbeit [kWh/a]
P 101 A/B	Reaktorpumpe	8,95	6.700	60.000
K 301 A/B	Kompressor	12,3	6.700	82.400
F 401	Fackel	0,5	6.700	3.350
K 401	Kältemaschine	3,25	6.700	22.000
K 402	Biogasverdichter	0,7	6.700	4.700
K 403	Ventilator Gasspeicher	0,3	6.700	2.000
P 401	Dosierpumpe Lauge	0,12	< 100	12
P 402	Dosierpumpe Antifoam	0,07	< 100	7
	Regelarmaturen	0,5	< 100	50
			SUMME	175.000

Tabelle 1: Elektrische Verbraucher zur Erzeugung und Aufbereitung des Biogases

Der Input beträgt etwa 180 MWh elektrische Jahresarbeit.

- Bereich kommunales Klärwerk

Die weitgehende Vorreinigung im Betrieb – Abbau von 1.800 t BSB/Jahr führt zu einer deutlichen Verbesserung der Stoffbilanz im kommunalen Klärwerk:

- Einsparung von etwa 1,7 Mio. kWh/Jahr Strom in der Belüftung
- Reduzierung der Überschussschlammmenge um etwa 1.000 t Trockensubstanz (TS)/Jahr
- Reduzierung Klärgaserzeugung um etwa 135.000 m³ Methan/Jahr
- Vermeidung Klärschlamm Entsorgung von etwa 700 t TS/Jahr

Die rein rechnerisch zu erwartende Reduzierung der Klärgaserzeugung in der Faulung wird hinsichtlich der CO₂-Bilanz auf dem Klärwerk durch den deutlich geringeren Energieaufwand in der Schlammbehandlung und -entsorgung mehr als kompensiert. In einer vorsichtigen Abschätzung wurde daher als Umweltentlastungseffekt zunächst lediglich die Einsparung an Strom in der Belüftung bewertet, hier entstehen 1,7 Mio. kWh/Jahr mit 0,55 kg/MWh, also etwa 900 t CO₂-Einsparung je Jahr.

Zusätzlich kann das Klärwerk seinen betrieblichen Aufwand zur Erzielung der Ablaufwerte deutlich reduzieren, was in jedem Fall zur Reduzierung von Hilfsmitteldosierungen etc. führen wird.

Addiert ergeben sich zu etwa 2.000 t CO₂-Einsparung je Jahr.

Die Abwasserwerte im Zulauf zur DANA-Anlage ergeben sich zu:

Parameter	Mittel	Min.	Max.	Anmerkungen	
Durchsatz	24			(h/Tag)	
	7			(Tage/W)	
	1320	660	1320	(m ³ /d)	
	55	27,5	55	(m ³ /h)	
CSB gesamt	4588	3367	5471	(mg/l)	
CSB filtriert	4129	3030	4924	(mg/l)	CSB gesamt x 0,9
CSB abbaubar anaerob	2890	2121	3447	(mg/l)	70% * CSB filt.
BSB5	2460			(mg/l)	
CSB gesamt	6056	2222	7222	(kg/d)	
CSB filtriert	5450	2000	6500	(kg/d)	0,9*CSB gesamt
CSB abbaubar anaerob	3815	1400	4550	(kg/d)	
BSB 20/5	3247			(kg/d)	
Leicht flüchtige Fettsäuren	12	10	14	(meq/l)	
N-gesamt	135		165	(mg/l)	
NH4-N	30			(mg/l)	
PO4-P	>20			(mg/l)	
Abfiltrierbare Stoffe	500			(mg/l)	
SO4	250			(mg/l)	
Temperatur	30	25	35	(°C)	
pH	5,5	4,5	7,5		
Calcium	64			(mg/l)	

Tabelle 2: Abwasserwerte im Zulauf zur „DANA“-Anlage

Nach 80 % CSB-Umsatz in der Anaerobstufe sowie etwa 10 % Umsatz in der Nachbelüftung folgen daraus im Ablauf der Anlage:

Parameter	Mittel	Min.	Max.	Anmerkungen	
CSB gesamt	459	337	547	(mg/l)	
CSB filtriert	413	300	492	(mg/l)	
BSB5	125	100	167	(mg/l)	
CSB gesamt	605	222	722	(kg/d)	
CSB filtriert	545	200	650	(kg/d)	
BSB 20/5	165	132	220	(kg/d)	
N-gesamt	94			(mg/l)	
			115		
NH4-N	94			(mg/l)	
			115		
PO4-P	12			(mg/l)	
Abfiltrierbare Stoffe	500			(mg/l)	
SO4	250			(mg/l)	

Tabelle 3: Abwasserwerte im Ablauf der „DANA“-Anlage

Das aus der Anlage ablaufende Abwasser weist typische Zusammensetzungen häuslicher Einleitungen auf, das pH-Wert-Niveau liegt im Bereich 7,5 – 8,5.

Vor der Ableitung in den Kanal tritt der Produktionsabwasserstrom noch mit dem Zentrat des Dekaners und weiteren niedrig belasteten Teilströmen zusammen.

2.2. Darstellung der technischen Lösung (Auslegung und Leistungsdaten)

Aus den Versuchsergebnissen und den Gegebenheiten vor Ort ergab sich die Konzeption der großtechnischen Anlage wie folgt:

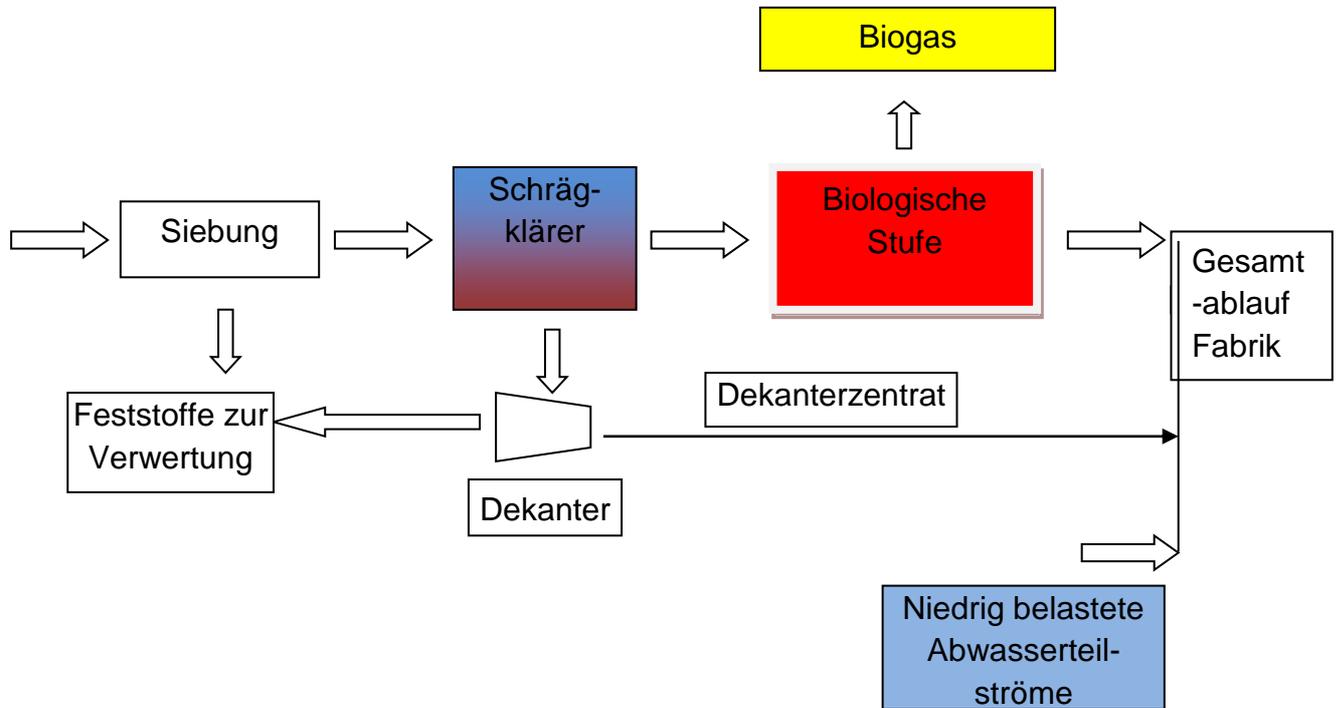


Abbildung 4: Konzeption großtechnische Anlage

Die biologische Behandlung des Abwassers beginnt mit dessen Ableitung aus dem Schrägklärer in den Rezirkulationstank. Dort werden – wie beschrieben – Abwasserzulauf sowie Rücklauf vermischt, um die gewünschten Effekte zu erzielen. Beim DANA-System kann dabei sowohl anaerober Ablauf als auch Ablauf der aeroben Nachreinigung zurückgeführt werden.

Sollte die zurückgeführte Alkalität nicht ausreichen, kann zur Regulierung des pH-Werts Natronlauge zugesetzt werden. Zur Vermeidung von Schaumbildung während des Prozesses kann bei Bedarf Entschäumer zugegeben werden.

Vom Rezirkulationstank wird das Abwasser in den Anaerobreaktor des Systems DANA verpumpt. Das Abwasser wird dem anaeroben Trakt des Reaktors von oben über mehrere Beschickungsleitungen zugeleitet. Das Abwasser strömt durch diese Zuleitungen von oben in den Anaerobreaktor und dann nach unten durch das Bett mit dem Trägermaterial. Der Abfluss befindet sich im Bodenbereich des Reaktors. Der aerobe Teil des Reaktors befindet sich über dem anaeroben Teil, wobei beide über eine Steigleitung miteinander verbunden sind. Das im anaeroben Schwebbett vorbehandelte Abwasser strömt durch diese Leitung nach oben in den aeroben Teil des Reaktors und wird dort – im aeroben Schwebbett – nachbehandelt. Hier werden insbesondere geruchsintensive Restbelastungen in geruchsfreie oxidierte Verbindungen

umgesetzt. Das geklärte Abwasser verlässt den zweistufigen DANA-Reaktor im Kopfbereich und wird innerhalb der Abwasserhalle über die bestehende Messeinrichtung dem kommunalen Kanal zugeführt.

Das Biogas sammelt sich in einem Bereich unterhalb der baulichen Trennung zwischen anaerobem und aerobem Bereich. Von dort wird es über ein Ventil zur Gasaufbereitung entnommen. Nach einer Druckreduzierung wird das Biogas kurz in einem kompakten Gasspeicher auf dem Dach des DANA-Systems gespeichert. Für die Verwertung in der Fabrik wird das Gas anschließend getrocknet und über einen Aktivkohlefilter feinentschwefelt. Steht die Verwertung in Form eines Flächenbrenners nicht zur Verfügung, wird das Gas über eine auf dem Reaktordach installierte geschlossene Notfackel entsorgt.

Die Anlagenbestandteile waren wie folgt bemessen:

Rezirkulationstank, bestehend aus Tank und Dosierstationen für Lauge und Entschäumer

- Aus den Pilotversuchen ergab sich für das Ziel „Betrieb ohne Laugedosierung“ eine erforderliche Abwasserrückführung von 150 % Zulauf oder 90 m³/h
- Der Durchsatz ergibt sich damit in der Spitze zu 165 m³; mit Verweilzeit 10 Minuten folgt ein erforderliches Volumen von 28 m³; realisiert werden 35 m³.
- Die Aufstellung des Kunststofftanks – Durchmesser x Höhe 2,8 x 6,5 m - in einem bestehenden Becken erlaubt den Zulauf aus der Vorklärung im Freigefälle.
- Dosierung von Natronlauge im Anfahrbetrieb erfolgt aus Wechselgebinden (1.000 l), die auf einer Auffangwanne unmittelbar neben dem Rezirkulationstank stehen. Die Dosierpumpe wird mit allen zugehörigen Komponenten in einem spritzgeschützten Dosierschrank installiert.
- Entschäumer kann bei Bedarf aus einem Wechselgebinde auf einer Auffangwanne dosiert werden. Auch hier sind Pumpe und Armaturen in einem spritzgeschützten Dosierschrank untergebracht.
- Des Weiteren wird eine dritte Dosiereinheit als Reserve installiert.

Anaerobstufe, Reaktorpumpwerk und anaerober Teil des „DANA“-Reaktors

- Pumpwerk Durchsatz 165 m³/h; 14 m Wassersäule => Leistungsbedarf ca. 10 kW; Installierter Motor 15 kW für Umrichterbetrieb. Zwei Pumpen (1 + 1 Reserve).
- Anaerober Reaktor, Bemessung über Belastung der anaeroben Bakterien und Hydraulik
- CSB-Fracht max. 6.500 kg/d
- Mögliche Raumlast 15,3 kg CSB/m³/d (aus Versuch)
⇒ erforderliches Volumen 471 m³
- Max. Durchsatz inkl. Rezirkulation 165 m³/h
- Mögliche Hydraulik 2,1 m³ Abwasser/m² Reaktor/h
⇒ Flächenbedarf 79 m²; runder Tank mit 10 m Durchmesser
⇒ Beckengeometrie: Durchmesser 10 m; Wasserspiegel 6 m; 1 m Freibord

Im Reaktor befinden sich 300 m³ Träger mit etwa 30 kg oTS(organische Trockensubstanz) / m³, sodass etwa 9.000 kg Biomasse für den anaeroben Abbau zur Verfügung stehen.

Biogaserzeugung

- Umsatz CSB-Fracht zu Biogas 80% => 5.200 kg CSB/d max.
- Mit einer spezifischen Methangasproduktion von 0,33 Nm³/kg CSB umg. entstehen hieraus 1.716 m³/d Methangas, je Stunde also 72 m³. Aus dem Pilotversuch ergibt sich ein Methangehalt von etwa 80% - die restlichen Bestandteile sind CO₂, Wasser und etwa 0,2 Vol. % Schwefelwasserstoff.

In Summe fallen also 2.145 m³/d oder 90 m³/h Biogas an, der Spitzenwert kann durchaus kurzzeitig bei der doppelten Menge liegen.

Die Gaslinie ist daher auf einen Wert von 180 m³/h zu dimensionieren, die Notfackel auf 150%.

Bemessung der Nachbelüftung

Die aerobe Nachbelüftung wird als leistungsfähiger Schwebebettreaktor mit dem System AGAR® ausgeführt. Zulaufwerte sind im Extremfall:

- | | |
|---|-----------------------|
| • Durchsatz – komplette Rezirkulation über Aerobstufe – | 165 m ³ /h |
| • CSB-Fracht – 20% von 6.500 kg/d - | 1.300 kg/d |
| • BSB-Fracht – 150 mg/l | 600 kg/d |
| • Nges-Fracht – Zulauf abzgl. N-Fixierung anaerob - | 113 kg/d |
| • S-Fracht | 110 kg/d |

Die Grundfläche des Schwebebettreaktors steht mit dem Reaktordurchmesser von 10 m fest.

Nachfolgend erfolgt eine Bemessung des Systems

- | | |
|--|-----------------------|
| • Schlammbelastung < 0,15 kg BSB/kg TS/d => | 4.000 kg TS |
| • Mit 25 kg TS/m ³ Träger | => 160 m ³ |
| • Füllungsgrad Träger 60% Becken | => 275 m ³ |
| • Wasserspiegelhöhe | => 3,5 m |
| • Freibord 1,5 m; Beckenhöhe | => 5,0 m |
| • Sauerstoffeintrag max. | => 40 kg/h |
| • Kompressor 1.400 m ³ /h; 3,5 m WS | => 30 kW (FU-Betrieb) |

Biogassystem

- | | |
|-------------------------|--|
| • Methanganfall | max. 1.716 m ³ /d; 72 m ³ /h |
| • Methangehalt > 80% => | 2.145 m ³ /d Biogas; 90 m ³ /h |
| • Schwefelwasserstoff | 0,2 Vol. %; 6 kg S/d |

Der Betrieb setzt Erdgas zur Trocknung der Produkte ein. Geplant ist, einen der Flächenbrenner der Trocknung auf Biogasbetrieb umzustellen. Hierzu ist dieses von Wasser und Schwefelwasserstoff zu befreien, lediglich das Inertgas CO₂ kann im Gas verbleiben.

- Gasspeicher; Verweilzeit 10 Minuten => 15 m³ Volumen, Dreiwandiger Membrangasspeicher auf Dachplattform „DANA“
- Notfackel; geschlossene Ausführung; 150% Kapazität; Pilotbrenner, Fackelhöhe ca. 4,5 m; Aufstellung auf Dachfläche DANA

- Gastrocknung über Kältemaschine und Wiederaufheizung; incl. Gasverdichtung für Transport zum Flächenbrenner; vormontiert im 10“ Container.
- Biogasfeinentschwefelung über Aktivkohlefilter auf Werte < 5 ppm; Filter 2 m³; zwei Wechsel je Kampagne

Zusammenfassung: Die projektierte Anlage bestand aus den Komponenten:

- Rezirkulationstank HDPE 35 m³; Aufstellung in der Abwasserhalle
- Dosierstationen Lauge, Entschäumer, Reserve, Aufstellung in der Abwasserhalle
- Reaktorpumpwerk zwei Kreiselpumpen (1 + 1 Reserve); 15 kW; Abwasserhalle
- DANA-Reaktor 950 m³ brutto (d x h = 10 x 12 m); Werkstoff Beton; Aufstellung außen; Plattform auf dem Dach für Gastank und Notfackel
- Kompressoren 1.400 m³/h; 4 m WS; (1+1 Reserve); 30 kW; Abwasserhalle
- Gasspeicher 15 m³ auf Plattform „DANA“
- Notfackel 150 m³/h; geschlossen; auf Plattform „DANA“
- Biogasaufbereitung, Trocknung; Verdichtung im 10“ Container, außen
- Aktivkohlefilter 2 m³; außen

Im Lageplan stellte sich das System wie folgt dar:

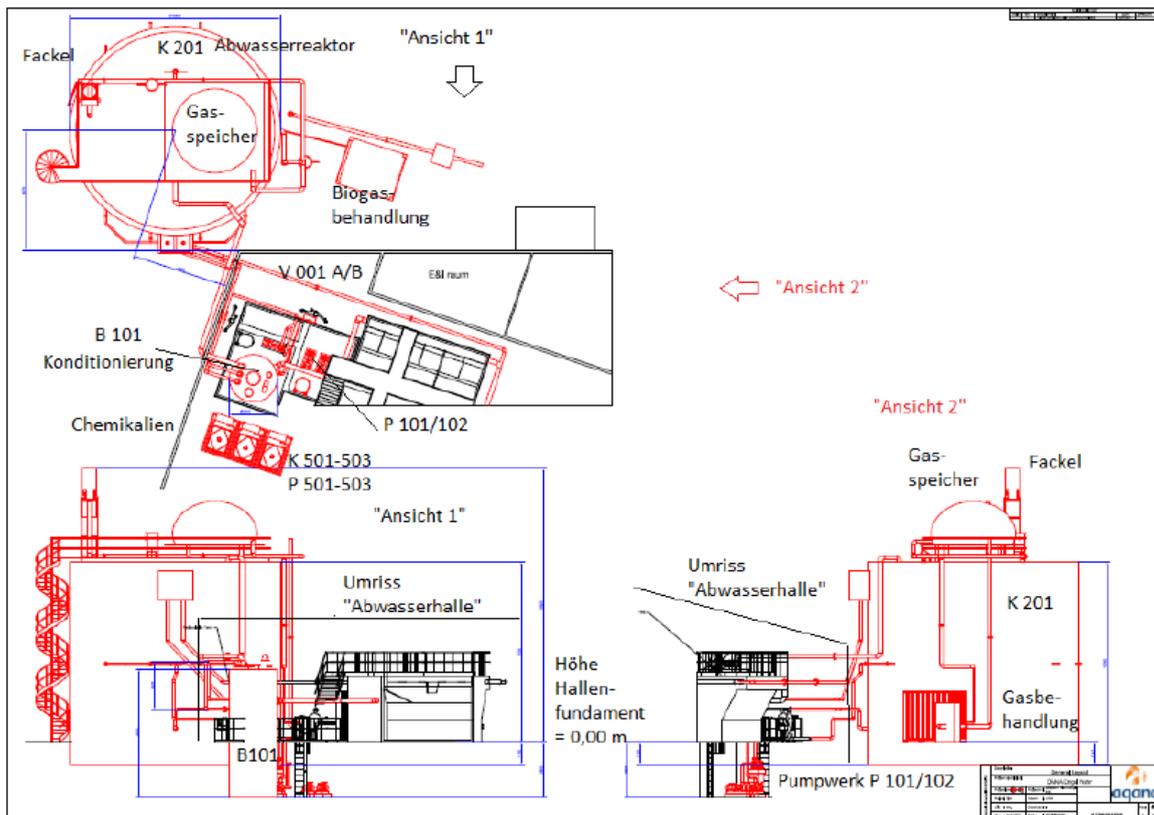


Abbildung 5: Lageplan Anlage

2.3. Darstellung der Umsetzung des Vorhabens

Nach Zugang des Zuwendungsbescheides wurden die Gespräche mit aqana vertieft, um abschließend einen Auftrag zu erteilen. Aus Gründen des Arbeitsschutzes und der Sicherung der Verfügbarkeit von Aggregaten sind technische Änderungen im Konzept vorgenommen worden. Das entwickelte Verfahren zur Vorbehandlung der Produktionsabwässer des Betriebes bleibt unverändert bestehen. Die technischen Änderungen lassen sich in zwei zentrale Gedanken zusammenfassen:

- Vorgefertigte Reaktoren aus GFK statt Ortbetonbehälter
- Vorgefertigtes Betriebsgebäude in Raumzellen statt Nutzung „Abwasserhalle“

Erster zentraler Ansatz der geplanten technischen Änderungen ist die Realisierung des erforderlichen Reaktionsvolumens des kombinierten anaerob/aeroben Behandlungssystems in vorgefertigten Kunststoffbehältern.

Zur Erzielung transportfähiger Behältergrößen war es dazu erforderlich, das System in vier parallel installierte Einheiten aufzuteilen. Dem höheren technischen und finanziellen Aufwand bezüglich Verrohrung, Messtechnik und Förderaggregaten standen folgende Aspekte gegenüber:

- Höhere Behälterqualität durch Fabrikfertigung statt Vor-Ort-Fertigung
- Geringere Beeinträchtigung des Produktionsbetriebes durch Vorfertigung
- Kürzere Projektrealisierungszeit durch parallele Realisierung Fundamente / Behälter
- Höhere Materialbeständigkeit des Werkstoffes GFK gegenüber Beton
- Teilverfügbarkeit bei technischen Störungen durch die vierstrassige Anlage
- Option Außerbetriebnahme einzelner Linien im Teillastbetrieb
- Die grundsätzliche Transportfähigkeit der Behälter erlaubt es dem Betreiber grundsätzlich, die Systeme an einen anderen Standort im Betrieb zu versetzen, sollte der nunmehr gewählte Standort zukünftig für andere betriebliche Zwecke benötigt werden

Daraus folgte, dass nunmehr vier vorgefertigten GFK-Reaktoren aufgebaut wurden.

Aus der Evaluierung der bei der Realisierung des Systems als „Tankfarm“ entstehenden Restflächen zwischen den Behältern ergab sich im Grundsatz die Frage, ob nicht Teile der technischen Ausrüstung – die nach bisherigem Planungsstand auf Restflächen innerhalb der „Abwasserhalle“ untergebracht waren – nicht auf diesen Flächen in unmittelbarer Nähe der Behälter untergebracht werden konnten.

Aus einer Inventur der erforderlichen Flächen für diese Maßnahme ergab sich schnell der Ansatz, dass es ohne nennenswerten Mehrbedarf an Fläche möglich ist, die gesamte Anlage außerhalb der Abwasserhalle zu realisieren, wobei die maschinen- und elektrotechnischen Komponenten in Raumzellen vormontiert und bereits im Herstellerwerk auf Funktion getestet wurden.

Dieser Ansatz ermöglichte folgende Vorteile gegenüber dem bisherigen Planungsstand:

- Die Abwasserhalle bleibt in ihrer Struktur unverändert erhalten
- Die Anlage wird technisch anschließend an die bestehende Vorbehandlung installiert und

nicht räumlich zwischen bestehenden Verfahrensstufen.

- Die Werksmontage von Pumpen, Rohrleitungen, Armaturen und Instrumenten ist von der Ausführungsqualität höher zu bewerten als eine Vor-Ort-Montage innerhalb der bestehenden Infrastruktur.
- Die bereits bei der Entscheidung für die vorgefertigten, transportablen Reaktorbehälter maßgeblichen weiteren Entscheidungskriterien – kürzere Projektlaufzeit, geringere Beeinträchtigung der Produktion, Umsetzbarkeit der Anlage – wurden durch diese Form der Realisierung weiter verstärkt, so dass diese Form der Realisierung des Betriebsgebäudes eine logische Konsequenz darstellte.

Die zuvor beschriebenen Änderungen sind in der nachfolgenden Übersicht zusammengefasst.

Verfahrensstufe	Bezeichnung	Kenndaten	Kenndaten	Anmerkung
		bisher	neu	
Rezirkulationstank	B 101	34 m ³	34 m ³	Anpassung Geometrie für Zulaufhöhe
Pumpwerk	P 101	2 x 165 m ³ /h	4 x 42,5 m ³ /h	geringere elektr. Anschlussleistung
DANA-Reaktor	R 201	1 x 800 m ³	4 x 200 m ³	Materialwechsel Beton zu GFK
Gebälse	K 301	2 x 30 kW	2 x 30 kW	unverändert
Biogasspeicher	B 401	10 m ³ netto	10 m ³	Behälter statt Doppelmembran
Notfackel	F 401	150 m ³ /h	150 m ³ /h	unverändert
Biogasaufbereitung	K 401/S401	Blue box	Blue box	unverändert
Dosierstationen	P 501 ff			unverändert

Tabelle 4: Verfahrensstufen mit Kenndaten bisher und neu

Der notwendige Bauantrag wurde vom beauftragten Architekten am 12.03..2015 beim Bauamt eingereicht und genehmigt. Nachfolgend einige Erläuterungen zu den in der Tabelle aufgeführten Änderungen

Rezirkulationstank B 101

Der bisher planerisch im früheren „Blitzmischbecken“ vorgesehene Behälter wird im Außenbereich unmittelbar hinter der Abwasserhalle aufgestellt. Zur Erhaltung des Zulaufes im Freigefälle wird die Tankgeometrie gegenüber dem bisherigen Planungsstand angepasst, da das Fundamentniveau etwa einen Meter höher anzusetzen ist als bisher. Die Abmessungen ändern sich daher von 2,85 x 6,5 m auf 3,20 x 5,5 m.

Pumpwerk P 101

Das bisher aus zwei Pumpen (eine in Betrieb, eine Reserve) bestehende Pumpwerk, das in einem der bestehenden Pumpenschächte innerhalb der „Abwasserhalle“ untergebracht war, wird wie folgt neu konzipiert:

- Jeder Reaktor erhält seine eigen Beschickungspumpe, so dass vier Pumpen realisiert werden. In Summe erreichen die Pumpen die planerisch vorgesehene Durchsatzleistung.
- Das Pumpwerk wird in dem mobilen Betriebsgebäude unmittelbar neben dem Rezirkulationstank untergebracht, hierdurch entstehen kürzeste Rohrleitungen.
- Aufgrund der geringen Größe der Pumpen und der vierstrassigen Anlage wird auf die – rohrlinientechnisch extrem aufwändige – feste Installation einer Reservepumpe verzichtet, stattdessen wird ein komplettes Aggregat als Ersatz auf Lager gelegt und im Bedarfsfall getauscht.

- Für die Versorgung der pH-Messstrecke wird eine eigene Pumpe P 102 vorgesehen.

Durch diese Ausführung des Pumpwerkes wird der ohnehin geringe Energieverbrauch der Anlage weiter reduziert, dies unter anderem durch die Option, im Teillastbetrieb Reaktoren abzuschalten.

DANA-Reaktoren R 201

Aus dem ursprünglichen Anlagenentwurf ergab sich für den anaeroben Reaktorteil ein erforderliches Volumen von 467 m³ bei 79 m² Querschnittfläche, der aerobe Teil resultierte zu 275 m³ bei 3,5 m Wassersäule. Ein wirtschaftlich vertretbarer Transportdurchmesser von 5,0 m – was zugleich auch ein Standardmaß im Bereich des Kunststoffbehälterbaus ist – ergibt die Erfordernis, das System DANA auf vier Einheiten aufzuteilen, je Einheit ergeben sich damit:

- 118 m³ Anaerobreaktor mit 5 m Durchmesser, 6 m Wasserspiegelhöhe und 7 m Behälterhöhe.
- 69 m³ Aerobreaktor (MBBR) mit 5 m Durchmesser und etwa 3,5 m Wasserspiegelhöhe

Das Behältermaß ergibt sich damit – unter Berücksichtigung von 1,5 m Freibord – zu 5 m Durchmesser und 12 m Höhe. Jeder Reaktor wird mit der komplett erforderlichen Messtechnik ausgestattet, so dass funktionell selbstständige Einheiten entstehen.

Biogasspeicher B 401

Unabhängig von den Gedanken zur technischen Ausführung der Anlage ergab sich in der Zwischenzeit ein Kontakt zu einem Unternehmen, das Biogasspeicher in Standardcontainer integriert. Dabei wird ein Kissengasspeicher innerhalb des luftdichten Containers installiert, durch Lufteintrag in den Zwischenraum wird der Biogasdruck geregelt.

Am 22. April 2015 wurden die Container beim Lieferanten in Augenschein genommen.



Abbildung 6:: Container beim Lieferanten

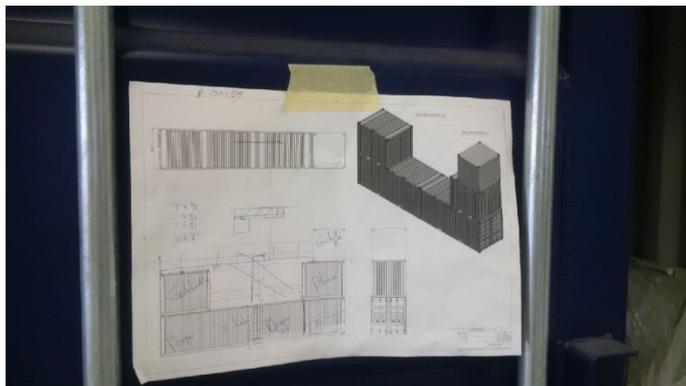


Abbildung 7:: Container Aufstellungsansicht.

Da diese technische Lösung einen deutlichen Mehrwert gegenüber dem bisher geplanten Membrangasspeicher darstellte, wurde das System bei unverändertem Nutzvolumen ebenfalls als vormontierte Funktionseinheit realisiert.

Das technische Konzept des Betriebsgebäudes orientiert sich an den betrieblichen Notwendigkeiten auf der Anlage. Dabei werden einzelne Bereiche den Verfahrensstufen so zugeordnet, dass minimale Rohrwege, aber auch kürzeste Bedienwege für das Betriebspersonal entstehen. In einer Darstellung stellt sich das System wie folgt dar:

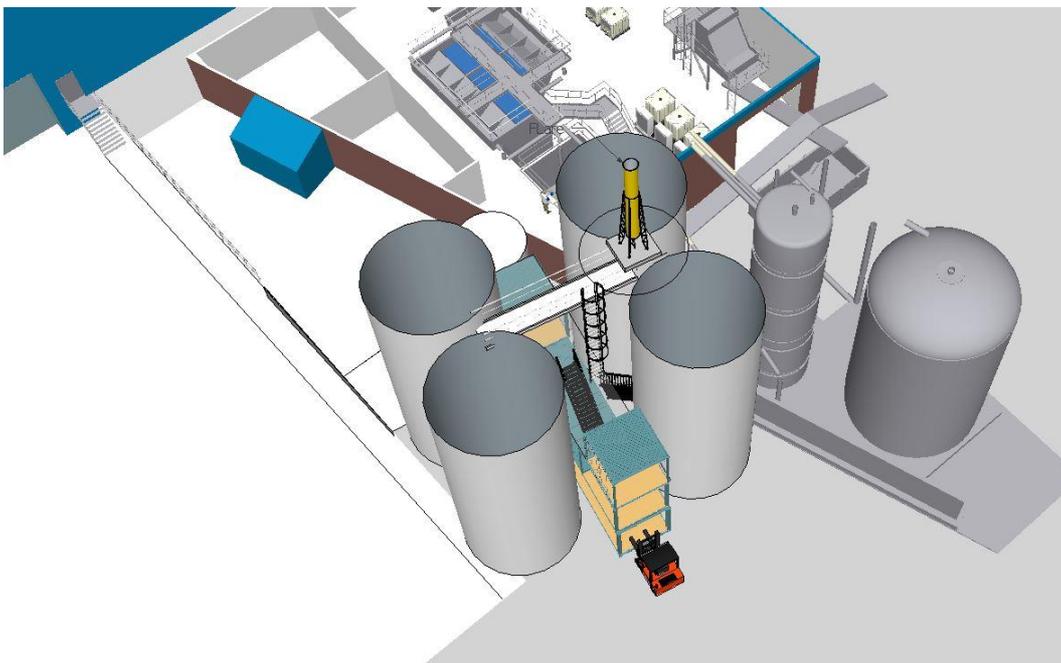


Abbildung 8: Draufsicht auf die 4 GFK-Behälter mit zwischengelagerten Containern

Die vier Behälter stehen hinter der Abwasserhalle – neben den etwa gleich hohen Tanks für die Schläbfälle – auf der bekannten und genehmigten Fläche.

Der Ablauf der Installation der Gesamtanlage richtete sich nach dem nachfolgenden Zeitplan, der mit Unterzeichnung des Kaufvertrages am 19.01.2015 aufgestellt wurde und auch dem umgesetzten Planungsstand entsprach. Laut laufender Nr. 16 war die Inbetriebnahme vom 19.08. – 15.08.2015 angegeben. Tatsächlich war die Inbetriebnahme aber erst am 8. Oktober 2015.

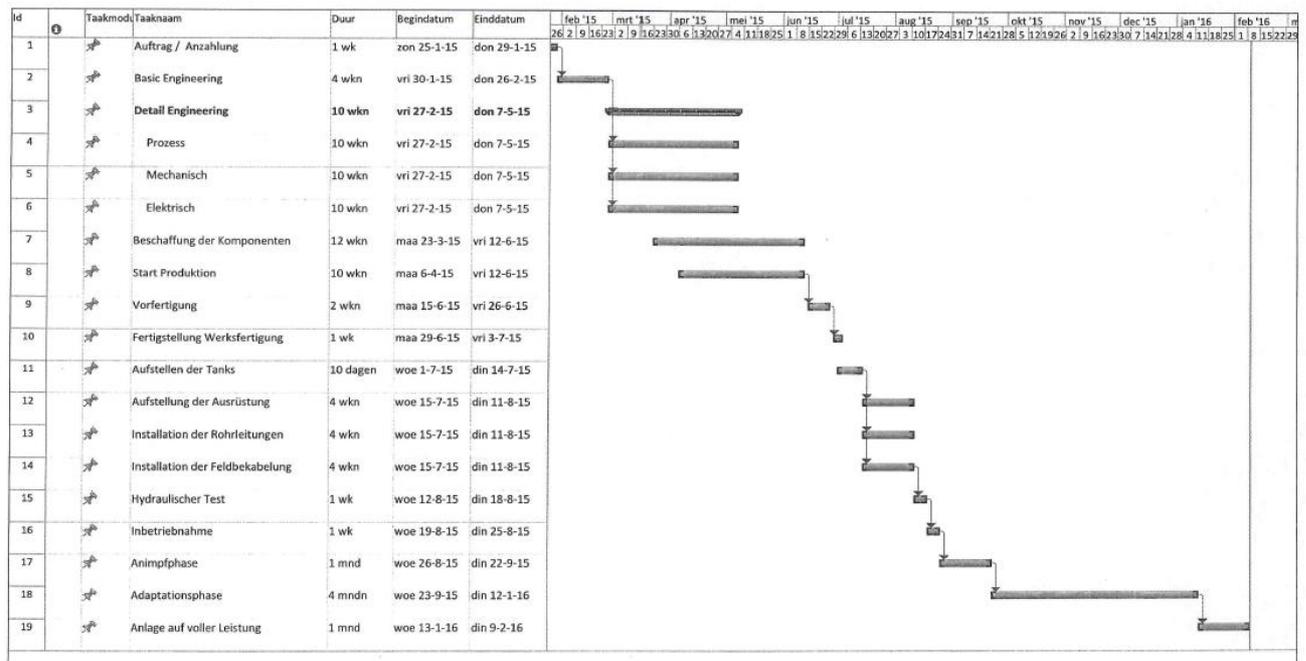


Abbildung 9:: Zeitplan gemäß Vertrag mit der Aqana

Nachfolgend soll über entsprechende Bilder der Ablauf der Installation

- a) der Abwasserreinigung
- b) der Biogasaufbereitung
- c) der Biogasverwertung

belegt werden.

Nachdem die entsprechende Grundstücksfläche ausgehoben wurde, ist die Bodenplatte gegossen worden. Die nachfolgenden Abbildungen 10 bis 12 zeigen die ausgehobene Grube mit der Betonsauberkeitsschicht sowie die Arbeiten an der Bodenplatte.



Abbildung 10: Grube mit Betonsauberkeitsschicht (01.06.2015)

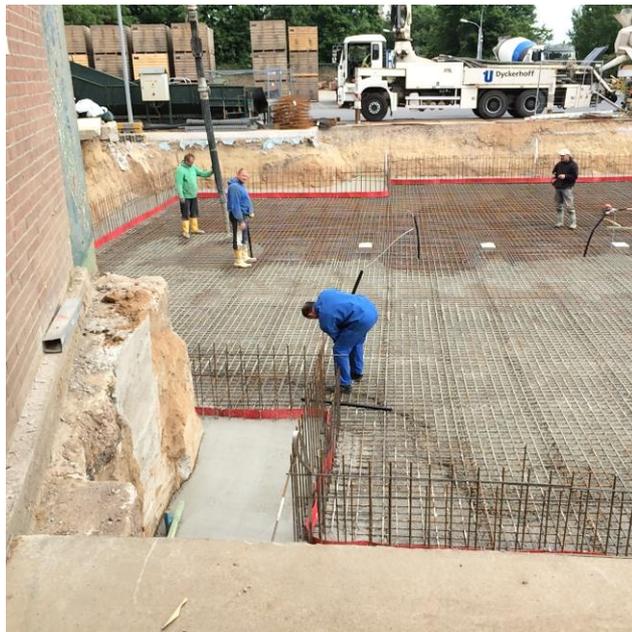


Abbildung 11: Arbeiten an der Bodenplatte (16.06.2015)



Abbildung 12: Vorbereiter Aufstellplatz für die Anlage (09.07.2015)

Die Fertigung der DANA-Tanks erfolgte beim Anlagenlieferanten Polem.



Abbildung 13: DANA-Tank bei der Fertigung im Hause Polem (01.07.2015)

Die Fertigstellung der Container und der Einbau der entsprechenden Technik erfolgte beim Lieferanten Nieuwe Weme.



Abbildung 14: Aufgebaute Containertechnik beim Lieferanten Nieuwe Weme (15.07.2015)

Die Aufstellphase der Anlagenkomponenten startete am 09.07.2015 und dauerte ca. 5 Wochen. Die nachfolgenden Abbildungen 15 und 16 zeigen die Aufstellung des Rezirkulationstanks und der DANA-Tanks.



Abbildung 15: Aufstellung des Rezirkulationstanks am 09.07.2015



Abbildung 16: Aufstellung des DANA-Tanks am 21.07.2015

Die Abbildung 17 visualisiert die Montage des Laufstegs mit der Gasfackel.



Abbildung 17: Montage Gasfackel und Laufsteg (21.07.2015)

Die Abbildungen 18 und 19 zeigen die Anlage nach Abschluss der Aufstellarbeiten und Installation der erforderlichen Leitungen.



Abbildung 18: Bio-Gasleitung zur Produktion, Foto vom 03.09.2015

Auf Abbildung 19 sind rechts und links die gelben DANA-Tanks zu sehen, in der Mitte zwischen den beiden Tanks befindet sich die Containertechnik. Rechts hinter dem DANA-TANK ist hälftig der Rezirkulationstank abgebildet.



Abbildung 19: Seitenansicht des Anlagenaufbaus, Foto vom 03.09.2015

Am 08.10.2015 wurde der Probetrieb begonnen und erste Abwässer im Rahmen der „Impfphase“ ein- und durchgeleitet. Erste Proben zur Einfahrung wurden bereits in dieser Woche entnommen. Am 14.10.2015 erfolgte die erste Zündung der Gasfackel, die über die nachfolgenden Abbildungen 20 und 21 dokumentiert wird.



Abbildung 20: Gasfackel erste Zündung, Foto vom 14.10.2015



Abbildung 21: Gasfackel erster Betrieb, Foto vom 14.10.2015

2.4. Behördliche Anforderungen (Genehmigungen)

Die Anlage hat von behördlicher Seite eine wasserrechtliche Genehmigung erhalten. Der Antrag hierzu wurde am 19.04.2012 bei der Kreisverwaltung Kleve eingereicht und die Genehmigung am 21.02.2013 ausgestellt. Durch sich im Rahmen der Projektierung ergebende Veränderungen am Ursprungskonzept wurde am 15.02.2015 durch Nähr-Engel ein Änderungsantrag eingereicht. Die geänderte wasserrechtliche Genehmigung wurde am 27.10.2015 ausgestellt.

2.5. Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten

Gemäß Zuwendungsbescheid waren Messungen nach Inbetriebnahme der Anlage über einen Zeitraum von zwei vollständigen Kampagnen wie folgt durchzuführen:

- 1. Kampagne: Einfahrbetrieb
- 2. Kampagne: Überprüfung der Leistung
- Schwachlastbetrieb außerhalb der Kampagnen sowie nachfolgendes Anfahren

Aufzunehmen waren

- die Abbauleistung der Anlage über Parameter (z.B. CSB oder TOC) im Zu- und Ablauf,
- die benötigte Menge an Lauge und Entschäumern sowie
- die erzeugten Gasmengen einschließlich der Gasqualität (v.a. der Schwefelgehalt wegen des Einflusses auf den Verbrauch von Aktivkohle).

Messungen der kommunalen Kläranlage sollten zusätzlich genutzt und dokumentiert werden, wenn diese ausreichend verfügbar sind.

3. Ergebnisse

3.1. Bewertung der Vorhabensdurchführung

In dem Zeitraum Februar – April 2016 stellte sich heraus, dass die Anlage nur mit erhöhtem Natronlaugeinsatz betrieben werden konnte. Grund waren vielfältige Störfaktoren aus der Wasserversorgung bzw. der Produktion.

Stillstandswochen in der Produktion bedingten jedes Mal ein erneutes Hochfahren der Anlage. In diesem Zeitraum traten technische Störungen an den Rezirkulationspumpen, den Durchflussmessern und den Stellgliedern der Ventile auf, die dazu führten, dass die Anlage nicht kontinuierlich im Einsatz war. Diese Probleme wurden vom Anlagenbauer behoben, indem geänderte Hardware eingesetzt wurde.

Beispielsweise wurde eine Rezirkulationspumpe mit einer anderen Abdichtung eingesetzt. Bei den Durchflussmessern wurden die Komponenten komplett gegen Teile eines anderen Herstellers gewechselt. Insgesamt war der Hersteller der Biogasanlage stets bemüht hier entsprechenden Support zu leisten und auch die Bauteillieferanten mit einzubeziehen. Wo nötig wurden entsprechende Ersatzteile zur bauseitigen Einlagerung bereitgestellt.

Nach der Kampagnenpause bis Mitte August 2016 war das Anfahren der Anlage von technischen

Problemen begleitet:

- Sicherheitsventil Notfackel defekt
- Füllstandsmessung Gaspuffer ohne Funktion, daher Regelung deaktiviert
- Rezirkulation und pH Messung defekt

Nach der Instandsetzung der Aggregate konnte die Anlage bis Ende August 2016 wieder auf Leistung gefahren werden.

Im September 2016 wurde mit dem Betrieb der Proctoren begonnen. Hierbei handelt es sich um große, mit Dampf betriebene Bandrocknungsanlagen zur Herstellung von Trockenkartoffelprodukten, bei deren Betrieb sich die CSB-Fracht mehr als verdoppelt (45m³/h mit 2.700 mg/l CSB zu 70m³/h² mit 4.000 mg/l CSB). Die Anlage ist so ausgelegt, dass maximal 55 m³/h verarbeitet werden und zu Zeiten der Hochlast ein entsprechender Teil unbehandelt zum Niersverband geleitet wird. Die Proctoren kommen nur saisonal zum Einsatz.

In Folge konnten und können nur noch Anteile dieser Fracht der DANA zugeführt werden. Die Anlage lief in Bezug auf die Technik und Mechanik zuverlässig, bedurfte aber ständiger Steuerung des Zuflusses aufgrund schwankender CSB-Frachten im Abwasser. Die Steuerung der Anlage konnte nur durch Prozessingenieure der AQANA via Remotezugang aus Holland erfolgen.

Neben den Erkenntnissen der Prozesstechnik hatten sich aber auch neue technische Probleme aufgetan. Weiterhin waren die Kompressoren der Belüftung der aeroben Reaktoren kritisch zu betrachten; trotz vermutlich insgesamt zu geringer Leistung bezüglich der benötigten Luftleistung (<3 mg O₂ /l Wasser) stiegen die Kompressoren weiterhin umrichterbedingt zeitweise wegen Überlast aus. Es lag der Verdacht vor, dass die Absaugung von ungereinigten Klärgasen aus dem Vorversäuerungsbehälter schadhaft für die Mechanik war. Bezüglich der Luftversorgung durch die Kompressoren wurde eine Entkoppelung der Luftansaugung aus den Vorversäuerungsbehältern und der Versorgung der Aerob-Behälter geprüft.

Das Problem an der Steuerung der Kompressoren-Umrichter konnte durch den Anlagen-Erbauer gelöst werden. Die ungereinigten Klärgase werden nun über ein dafür geeignetes separates Gebläse aus dem Vorversäuerungsbehälter abgesaugt und in einer aeroben-Stufe direkt eingeblasen. Die Absaugung findet direkt auf dem Vorversäuerungsbehälter statt, diese Leitung war früher an den Kompressoren der Belüftung des Aerob-Bereichs angeschlossen. Die Kompressoren saugen somit nur noch Umgebungsluft an. Gleichzeitig wurde die Steuerung der Kompressoren optimiert, so dass nun die Regelung automatisch auf beide Kompressoren bedarfsgesteuert zugreifen kann.

Ein weiteres großes Problem ist die Reinigung des Biogases durch den Aktivkohlefilter. Hier wurde mit üblichen Standzeiten von rund 100 Tagen kalkuliert; die tatsächliche Standzeit liegt allerdings derzeit bei gut einer Woche. Dieser Sachverhalt liegt zur Prüfung beim Anlagenbauer. Hintergrund ist die Tatsache, dass bei höheren Verarbeitungsraten in der Abwasserklärung ein größerer Teil von schwefelhaltigen Eiweißen mit abgebaut wird und daher ein deutlich erhöhtes Schwefelaufkommen festzustellen ist. Dieses exponentielle Auftreten von Schwefel war in der Zeit vor dem März 2017 aufgrund der früher immer geringeren Abbauraten so nicht beobachtet worden. Durch die nun auftretenden Zusatzkosten für Aktivkohle war die Wirtschaftlichkeit der

² Die Anlage ist so ausgelegt, dass maximal 55 m³/h verarbeitet werden und zu Zeiten der Hochlast ein entsprechender Teil unbehandelt zum Niersverband geleitet wird.

Biogasnutzung in den Brennern der Püretrocknung zu diskutieren. Eine technische Alternative wurde geprüft.

Nach einer erneuten Betrachtung des Schwefelaufkommens des Biogases auf Basis der ermittelten Werte an der Anlage fand durch den Anlagen-Bauer eine Neu-Auslegung des Aktivkohle-Filters statt. Neben verschiedenen vorgestellten Lösungen wurde letztlich die Filterung mittels Aktivkohle als weiterhin wirtschaftlichste Lösung präsentiert. Der kleine 322 kg Aktivkohlefilter wurde zur Standzeiterhöhung durch ein Silo ersetzt. Die prognostizierte Standzeit mit dieser Lösung soll rund 1 Jahr betragen. Aufgrund der Umstände und der vorangegangenen Auslegung ist die Aqana als Anlagen-Erbauer bereit, sich für die kommenden 3 Jahre zu 50% an den höheren Filterkosten zu beteiligen. Eine endgültige Aussage über die tatsächliche Standzeit kann vorab leider nicht getroffen werden.

3.2. Konzeption, Durchführung und Ergebnisse des Messprogramms

1. Kampagne: Einfahrbetrieb

In den folgenden beiden Diagrammen (Abb. 22 und 23) wird die Klärleistung der Anlage, sowie die Gasproduktion im Verhältnis zur zugeführten Fracht für den Zeitraum März bis Juni 2016 gezeigt. Anzumerken ist, dass aufgrund technischer Probleme an den Gas-Durchflussmessern hier erst Werte ab Anfang Juni 2016 verlässlich erfasst werden konnten. Im Zeitraum vom 13.05.2016 bis 26.05.2016 hat der Betrieb geruht, so dass sich die Anlage im Stillstand befand. Es handelte sich um einen geplanten Stillstand, in dem Reparaturen an den Produktionsanlagen durchgeführt wurden. In dieser Zeit fällt kein Abwasser an.

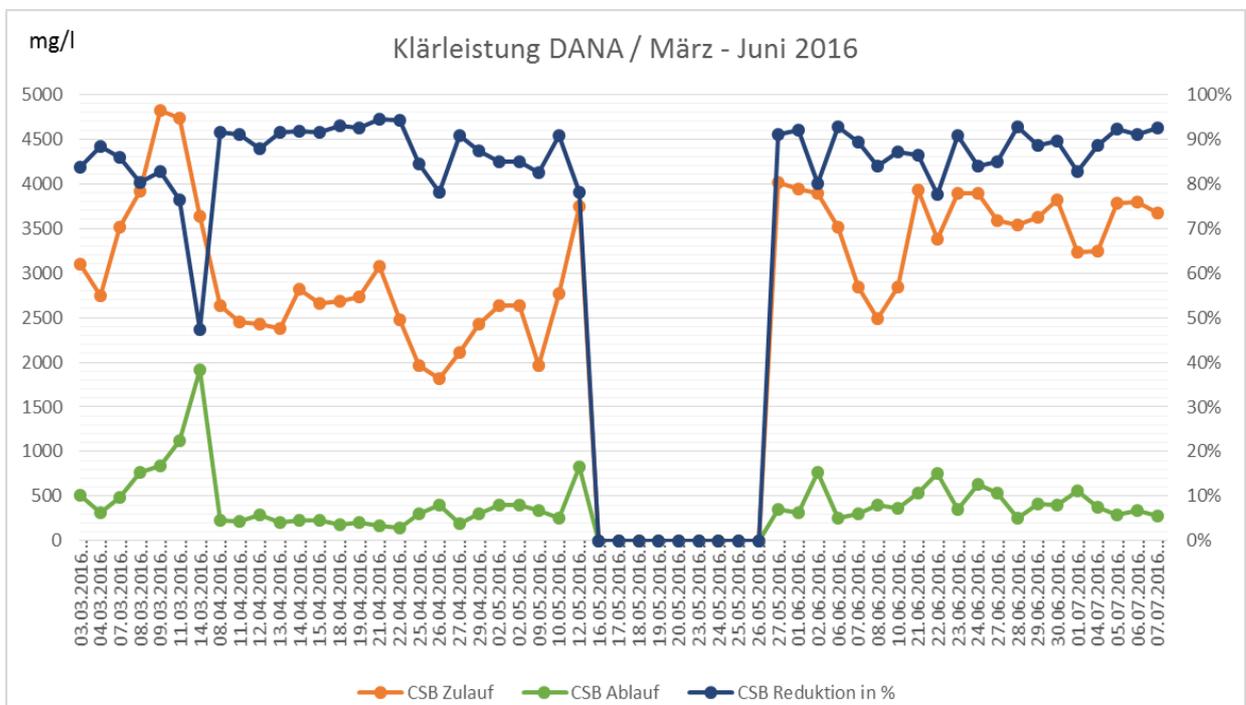


Abbildung 22:: Klärleistung DANA / März – Juni 2016

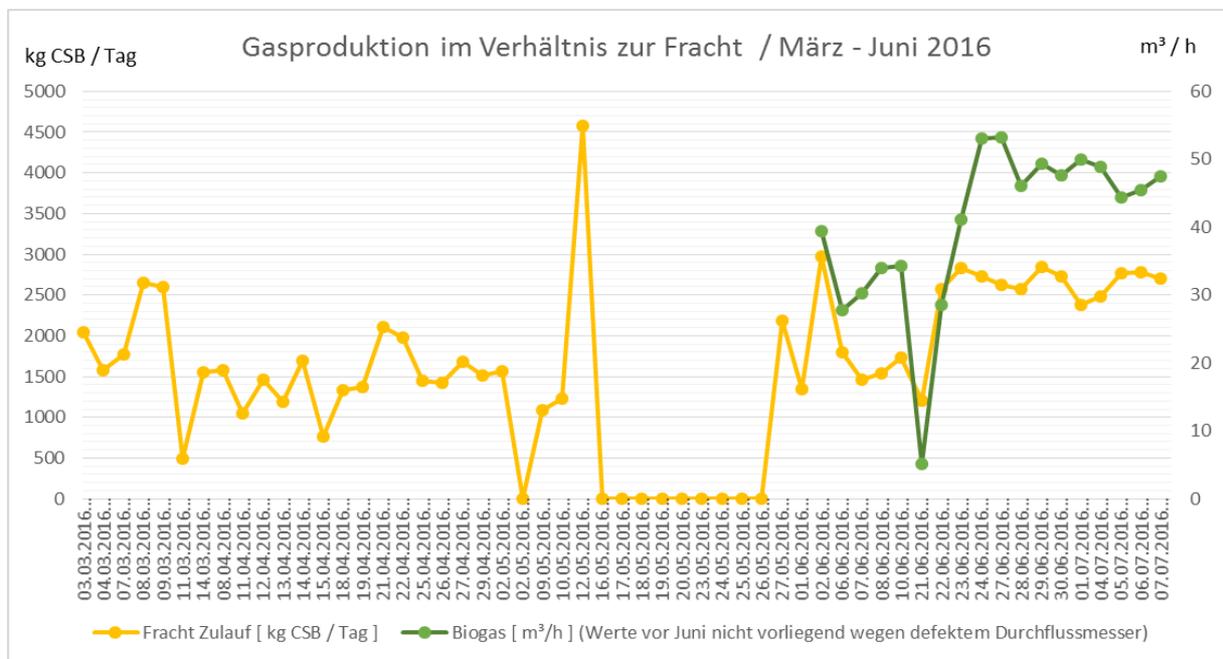


Abbildung 23: Gasproduktion im Verhältnis zur Fracht / März – Juni 2016

Am 26 April 2016 ist gemäß § 17 der Niersverband-Satzung für die Veranlagung 2016 eine 24-Stunden Mischprobe durchgeführt worden (Tabelle 5 auf der nachfolgenden Seite). Der Niersverband beprobt unseren gesamten Abwasserstrom. Dieser setzt sich aus dem Abwasser, das die DANA durchflossen hat, und dem Anteil, der unbehandelt direkt zum Niersverband geleitet wird, zusammen. Der Anteil der direkt zum Niersverband geleitet wird, hat die Werte, die am Einlauf der DANA zugeführt werden. Die CSB-Werte sind daher höher als die betrachteten Werte des Abwasserstromes direkt nach der „DANA“-Anlage (Abbildung 20).

Da im Zeitraum der Probenahme nur ein Teil des anfallenden Abwassers über die „DANA“ geleitet wurde, lagen die Verschmutzungswerte um 20 % über den erwarteten Werten. Die Anlage war ursprünglich für eine Abwassermenge von 55 m³/h ausgelegt, was der Menge entsprach, die bei einer Fahrweise ohne Proctoren anfällt (in der Tabelle mit Zulaufwerten wird dieser Betrieb als „50% Betrieb“ gelistet).

Nähr-Engel GmbH

Klever Str. 48
47574 Goch

Beitragsliste : 4 503 45 342 01

1. Probenahme

Analysennummer :		201603766	NV-Grenzwerte gem. Festlegung
Probenahmestelle :		Abl. gesamt	
Entnahmedatum :		26.04.2016	
		27.04.2016	
Uhrzeit :		11:00	
		11:00	
Art der Probenahme :		24h-Mischprobe	
Farbe			
		braun-grau	
Geruch			
		pflanzlich	
Trübung			
		undurchsichtig	
Bodensatz			
		feiner	
Schwebstoffe			
		viele feine	
Sonstiges			

pH-Wert			
		6,3	
Leitfähigkeit			
	µS/cm	1874	
Abs. Stoffe (n. 2h)			
	ml/l	11,5	
TS, abs. Stoffe			
	mg/l	1600	
P ges. (hom) (ICP)			
	mg/l	---	
P ges. (sed) (ICP)			
	mg/l	31	
N ges. (hom)			
	mg/l	---	
N ges. (sed)			
	mg/l	120	
TOC (hom)			
	mg/l	---	
TOC (sed)			
	mg/l	660	
CSB (hom)(H41)			
	mg/l	---	

Nähr-Engel GmbH

Klever Str. 48
47574 Goch

Beitragsliste : 4 503 45 342 01

1. Probenahme

Analysennummer :		201603766	NV-Grenzwerte gem. Festlegung
Probenahmestelle :		Abl. gesamt	
Entnahmedatum :		26.04.2016	
		27.04.2016	
Uhrzeit :		11:00	
		11:00	
Art der Probenahme :		24h-Mischprobe	
CSB (sed)(H41)			
	mg/l	1500	
BSB-7 (hom)(H51)			
	mg/l	---	
BSB-7 (sed)(H51)			
	mg/l	1230	

Tabelle 5:: Messungen Niersverband 26. April 2016

Funktionstest mit dem Lieferanten AQANA zur Vorbereitung der Abnahme (Auszug aus Testprotokoll)

Im Messzeitraum 27.05.2016; 9:00 Uhr – 06.06.2016; 8:00 wurde ein Funktionstest mit dem Lieferanten AQANA durchgeführt. Dabei wurde zwischen ENGEL und AQANA vereinbart, den Nachweis über die Leistungsfähigkeit der DANA-Anlage aufgrund der anstehenden CSB-Fracht in zwei Schritten durchzuführen. Hierzu wurden zwei DANA-Reaktoren außer Betrieb gesetzt und die anderen beiden Reaktoren mit 50% der Zulaufkraft – 3.000 kg CSB/Tag – beaufschlagt. Ziel dieser Fahrweise war der Nachweis, dass die Anlage die geplante Reduzierung der Wertzahl zum Niersverband im Grundsatz erreichen kann und auch die gewünschte Biogasmenge erzeugt wird.

Für verschiedene Zulaufwerte sind bei Vertragsabschluss dabei nachfolgende Ablaufsituationen definiert worden:

- 1) Zwei Messungen im 50% Betrieb = Produktion über Püree- und Walzenlinie, ohne Proctoren
- 2) Eine Messung Stillstand = Kampagnenpause, allgemeiner Stillstand für Wartung und Reparaturen
- 3) Zwei Messungen Hochlast = Vollproduktion aller Anlagenteile, auch der Proctoren (Bandrockner)

Über den Jahresverlauf wurden durch den Niersverband in der Regel 5 Beprobungen durchgeführt, die den entsprechenden Ablaufsituationen zugeordnet sind: Funktionstest mit dem Lieferanten AQANA zur Vorbereitung der Abnahme (Auszug aus Testprotokoll).

Folgende Tabelle 6 zeigt angenommene Werte aus früheren Messungen, die im Vertrag als Basis für die Auslegung der resultierenden Ablaufwerte genommen wurde. Es handelt sich hierbei nicht um Messwerte, sondern rechnerisch ermittelte Werte.

Folgende Zulaufwerte

Parameter	Einheit	50% Betrieb	Stillstand	50% Betrieb	Hochlast	Hochlast
absetzbare Stoffe	mg/l	827	160	518	851	1.270
CSB sedimentiert	mg/l	3.080	76	3.260	4.280	3.220
BSB ₇	mg/l	1.970	14	2.020	2.700	2.090
Stickstoff sed.	mg/l	135	22,5	125	165	120
Phosphor sed.	mg/l	38	1,76	24,2	47,6	33,8

resultieren in folgenden Ablaufwerten

Parameter	Einheit	50% Betrieb	Stillstand	50% Betrieb	Hochlast	Hochlast
absetzbare Stoffe	mg/l	300	160	300	832	832
CSB sedimentiert	mg/l	560	76	560	860	860
BSB ₇	mg/l	364	14	364	508	508
Stickstoff sed.	mg/l	82	22,5	82	94	94
Phosphor sed.	mg/l	20	1,76	20	27	27

Tabelle 6: Zulauf und Ablaufwerte DANA gemäß Vertragsabschluss

Während der Messperiode (239 Stunden) ergaben sich 46 Stunden Ausfallzeit durch unwetterbedingte Stromausfälle sowie 2 Stunden Stillstandzeit durch Testarbeiten im Bereich Elektrotechnik. Die Nettobetriebszeit betrug daher 193 Stunden.

In dieser Zeit sind 3.951 m³ Abwasser durch die Anlage geleitet worden, mit CSB-gesamt von 4.400 mg/l und CSB-filtrierte (relevanter Parameter für Abrechnung mit dem Niersverband) von 4.000 mg/l; daraus ergeben sich 17,38 t CSB gesamt und 15,8 t CSB filtrierte. Bedingt durch zwei Wochenenden (Nebensaison, einzelne Aggregate waren nicht ausgelastet) und viele unweatherbedingte An- und Abfahrvorgänge der Anlage ist die mittlere Tagesfracht durch die Anlage < 3 t CSB, daher wird der Tag der höchsten Last – Donnerstag der 02.06.2016 – zur Überprüfung der Leistungsfähigkeit herangezogen.

Hier ergab sich lt. Eigenüberwachung ENGEL:

- Zulaufabwassermenge 766 m³/d
- CSB gesamt 4.408 mg/l => Tagesfracht 3.375 kg/d
- CSB filtrierte 3.889 mg/l => Tagesfracht 2.979 kg/d

Die DANA ist so aufgebaut, dass erst der anaerobe Teil durchströmt wird und danach der aerobe Teil. Im Ablauf DACS (Anaerobstufe) wurden 1.200 bzw. 1.442 mg/l CSB filtrierte gemessen. Im Ablauf der aeroben Stufe der DANA ergaben sich folgende Werte

- CSB gesamt 1.945 mg/l
- CSB filtrierte 773 mg/l
- Biogasmenge der zwei Reaktoren: 432 + 405 m³/d = 837 m³/d

Am 27.05.2016, ein Tag nach Wiederinbetriebnahme der Anlage (2 Wochen Stillstandszeit) wurden, bei gleicher Zusammensetzung des Zulaufes ferner 88,7 mg/l NH₄-N und 30,6 mg/l PO₄-P im Ablauf der Anlage gemessen. Nach den Aussagen des Anlagenbauers reagierte die Anlage nicht so sensibel und war nach kurzer Zeit wieder einsatzbereit.

Entnimmt man eine derartige Zulaufsituation aus Tabelle 6, so geben sich hier erwartete Ablaufwerte, denen die real erreichten Werte gegenüberzustellen sind:

Parameter	Einheit	Vertrag	Gemessen	Erklärung
abs. Stoffe	mg/l	832	820	(CSB _{ges} – CSB _{filtrierte})/1,4 *
CSB sedimentiert	mg/l	860	773	
BSB ₇	mg/l	508	404	hilfsweise Fettsäuren
Stickstoff	mg/l	94	88,7	vom 27.05
Phosphor	mg/l	27	30,6	vom 27.05

Tabelle 7: Gegenüberstellung Vertragswerke und gemessene Werte im Ablauf der DANA-Anlage

Bei den gemessenen Werten in der Tabelle 7 handelt es sich um die Ablaufwerte direkt nach der DANA. Dieser Strom vermischt sich mit den übrigen Abwässern der Produktion und bildet den Gesamtstrom der zum Niersverband geleitet wird und an dem die Veranlagungsmessung durchgeführt wird.

Erläuterung:

* 1 mg/l absetzbare Stoffe enthält 1,4 mg/l CSB; durch Subtraktion von CSB ges. und CSB filtriert lassen sich Rückschlüsse auf den Feststoffgehalt ziehen. Zu Ungunsten von AQANA werden bei dieser Methode auch die sich nicht absetzenden Stoffe mit gemessen.

Fazit:

Die beiden Reaktoren bestanden den Leistungstest unter Zugabe von Natronlauge.³ Ursprünglich war die Möglichkeit, Natronlauge zu dosieren, nur zur Unterstützung im Anfahrzeitraum gedacht. AQANA sprach von einem Jahresverbrauch von 2.000 – 3.000 Litern. Diese Menge wurde deutlich überschritten mit 2.000 - 3.000 Litern pro Woche. Diese Situation war finanziell nicht tragbar.

Wir konnten dann aber in den weiteren Wochen nachweisen, dass die Anlage ohne die Zugabe von Lauge auch betrieben werden kann und der Einfluss auf die pH-Wert nur gering war. Entschäumer kommt über die Produktionsanlagen genügend in das Abwasser, so dass eine weitere Zudosierung an der DANA selbst nicht mehr nötig ist.

Die vereinbarten Ablaufwerte hinter der DANA-Anlage wurden, außer der leichten Überschreitung bezüglich Phosphor, unterschritten. Zu berücksichtigen ist hier, dass diese Werte am Werksablauf einzuhalten sind, wo sich noch eine Verdünnung mit anderen Abwasserteilströmen ergibt. Die Belastung der übrigen Teilströme entspricht den Zulaufwerten der DANA. Wir haben im Werk nur ein gemeinsames Kanalnetz das zur Abwasserhalle, an die die DANA angegliedert ist, führt.

Die Reaktoren 1 und 2 haben zu diesem Zeitpunkt den Nachweis erbracht, das sie 50% der maximal zugesagten Zulaufmenge mit Hilfe der Zudosierung von Natronlauge auf Werte unterhalb der erwarteten Ablaufwerte reinigen können.

Nachzuweisen war ferner der Biogasertrag von 0,35 Nm³ Methan/kg CSB_{abgebaut}.

Von der Fa. Aqana wurde der 27.05.2016 der Termin für die Messung des Biogasertrages terminiert, weil die Meinung bestand, dass das Hoch- oder Runterfahren der Anlage keinen Einfluss auf den Biogasertrag hat. Die beiden Anaerobreaktoren haben 837 Nm³/d Biogas erzeugt, vorbehaltlich weiterer Messungen wird von einem Methangehalt von 80,7 Vol.% ausgegangen (19 % CO₂; 0,3 % H₂S), so dass 675 Nm³/d Methangas erzeugt wurden.

Gemäß den Vertragsbedingungen entspricht dies mit 675 Nm³/d : 0,35 Nm³/kg CSB einem Abbau von 1.928 kg CSB/d.

Mit dem nachfolgenden Rechenweg kann die abgebaute CSB-Fracht rechnerisch ermittelt werden:

Abwassermenge in m³/d x (CSB_{filtriert} Zulauf in mg/l – CSB_{filtriert} Ablauf DACS in mg/l)/1.000;

Im Ablauf wird der Mittelwert aus beiden Reaktoren (1.321 mg/l) angesetzt.

Hier ergibt sich mit 766 m³/d x (3.889 mg/l – 1.321 mg/l) / 1.000 die abgebaute Fracht zu 1.967 kg CSB/d.

Im Juni 2016 wurden alle 4 Reaktoren auf Leistung gefahren. Eine Erhöhung des Rezirkulationstank-Durchflusses um 100% war möglich. Die Anlage arbeitete erstmals ohne Zugabe von Natronlauge über 10 Tage (23.06.2016 – 06.07.2016) bei guten aeroben

³ Eine Untersuchung der Fa. Aqana führte zu folgenden Ergebnis: Der Zulauf zeigt eine mäßige Vorversäuerung für ein derartiges Abwasser, die niedrigen pH-Werte zeigen eine „Versäuerungshemmung“, d.h. es liegen freie Fettsäuren vor, die nicht an Kationen gebunden sind.

Klärleistungen (CSB Abbau) und einer ausreichenden Gasausbeute (> 1/3 der zugeführten Fracht in kg), unter Nutzung von ca. 75% des in diesem Zeitraum gesamt produktionsseitig anfallenden Wassers (max. 35m³/h wurden hierbei über die DANA gefahren, während im Betrieb 45m³/h angefallen sind; somit liefen 10m³/h an der Anlage ungeklärt vorbei). Die Anlage sollte normalerweise bis zu 55 m³/h verarbeiten.

Tatsächlich <i>Durchschnitt im Zeitraum vom (23.06.2016 – 06.07.2016)</i>	
Produktionsabwasser	
30,6	m ³ /h
Zulauf CSB	
0,110	t/h
Umwandlung CSB in Methan ⁴	
0,097	t/h
Methan	
48	m ³ /h
Methan	
0,480	MWh/h
eingesparte CO ₂ -Menge durch Erzeugung Methan	
0,096	t/h
Strom für Erzeugung und Aufbereitung Methan	
15	kWh/h
CO ₂	
0,00825	t/h

Tabelle 8: Messungen 23.06.2016 – 06.07.2016

Eine zweite Probennahme des Niersverbandes erfolgte am 23.06.2016. Die Ergebnisse können den nachfolgenden Tabelle 9 entnommen werden. Auch hier sind die CSB-Werte aus der dargelegten Messweise höher als die betrachteten Werte des Abwasserstromes direkt nach der DANA-Anlage.

⁴ Die in der Tabelle aufgeführten Werte stammen aus den Aufzeichnungen der Aqana im Messzeitraum. Während die Zulaufmenge des Abwassers über den Tag hinweg relativ konstant ist, schwankt die CSB-Menge in Abhängigkeit von Produktions-/Reinigungsvorgängen. Die stichprobenartig gemessenen CSB Werte (1x pro Tag) wurden mit den Zulaufmengen multipliziert und in die Tabelle eingetragen.

Prüfbericht

05.07.2016
Prüfbericht Nr.:
2016-293-1

Nähr-Engel GmbH

Klevert Str. 48
47574 Goch
Hebeliste : 4 503 45 342 01

2. Probenahme

Analysennummer :		201605561	
Probenahmestelle :		Abl. gesamt	
Entnahmedatum :		23.06.2016	
		24.06.2016	
Uhrzeit :		07:00	
		07:00	
Eingangsdatum :		24.06.2016	
Art der Probenahme :		24h-Mischprobe	
Farbe		grau-schwarz	DIN EN ISO 7887:1994 Abschnitt 2
Geruch		stark aromatisch	DIN EN 1622:2006 Anlg. C
Trübung		undurchsichtig	Sensorik
Bodensatz		grober + sehr viel feiner	Sensorik
Schwebstoffe		viele feine	Sensorik
Sonstiges		---	
pH-Wert		6,6	DIN EN ISO 10523:2012-04 (C5)
Leitfähigkeit	µS/cm	2280	EN 27888:1993-11 C8
Abs. Stoffe (n. 2h)	ml/l	28,0	DIN 38409 H9-2:1980-07
TS, abs. Stoffe	mg/l	3000	DIN 38409 H10-1980:07
P ges. (hom) (ICP)	mg/l	---	DIN EN ISO 11885 (E22) / 1998-04
P ges. (sed) (ICP)	mg/l	26	DIN EN ISO 11885 (E22) / 1998-04
N ges. (hom)	mg/l	---	DIN EN 12260:12/03
N ges. (sed)	mg/l	140	DIN EN 12260:12/03
TOC (hom)	mg/l	---	DIN EN 1484: 08/1997
TOC (sed)	mg/l	570	DIN EN 1484: 08/1997
CSB (hom)(H41)	mg/l	---	DIN 38409 H41:1980-12
CSB (sed)(H41)	mg/l	1600	DIN 38409 H41:1980-12
BSB-7 (hom)(H51)	mg/l	---	DIN EN 1899-1:1998-05 (H51)

Prüfbericht

05.07.2016
Prüfbericht Nr.:
2016-293-1

Nähr-Engel GmbH

Klevert Str. 48
47574 Goch
Hebeliste : 4 503 45 342 01

2. Probenahme

Analysennummer :		201605561	
Probenahmestelle :		Abl. gesamt	
Entnahmedatum :		23.06.2016	
		24.06.2016	
Uhrzeit :		07:00	
		07:00	
Eingangsdatum :		24.06.2016	
Art der Probenahme :		24h-Mischprobe	
BSB-7 (sed)(H51)	mg/l	1017	DIN EN 1899-1:1998-05 (H51)

Tabelle 9: Messungen Niersverband 23. Juni 2016

Auch bei dieser Messung zeigte sich, dass der Anteil des durch die DANA gereinigten Wassers die Gesamtbelastung auf ein erwartetes Maß senkt, ein durchschlagender Reinigungserfolg jedoch aufgrund des begrenzten Wasserdurchsatzes der Anlage nicht gegeben ist.

Von Anfang Juli 2016 bis Mitte August 2016 trat eine Kampagnenpause ein und die Anlage wurde heruntergefahren.

Im September 2016 arbeitet die Anlage, nach anfänglichen Problemen beim Anfahren ohne Zugabe von Natronlauge über 10 Tage (06. – 16. September 2016) bei guten aeroben Klärleistungen (CSB Abbau) und einer ausreichenden Gasausbeute, unter Nutzung von nahezu 100% des derzeit produktionsseitig anfallenden Wassers (max. 45m³/h).

Tatsächlich	
<i>Durchschnitt im Zeitraum vom (06.09.2016 – 16.09.2016)</i>	
Produktionsabwasser	
41,2	m ³ /h
Zulauf CSB	
0,100	t/h
Umwandlung CSB in Methan	
0,083	t/h
Methan	
33,2	m ³ /h
Methan	
0,332	MWh/h
eingesparte CO ₂ -Menge durch Erzeugung Methan	
0,066	t/h
Strom für Erzeugung und Aufbereitung Methan	
15	kWh/h
CO ₂	
0,00825	t/h

Tabelle 10: Messungen 06.09.2016 – 16.09.2016

Am 19.09.2016 gingen die Proctoren (große mit Dampf betriebene Bandrocknungsanlagen zur Herstellung von Trockenkartoffelprodukten (saisonaler Einsatz)) in Betrieb. Damit erhöht sich das Abwasservolumen um 30-40 m³/h.

Die Zudosierung von Kalkmilch, als kostengünstigere Alternative zur Natronlauge (Vorschlag von AQANA), war begleitet von Dosierproblemen.

Die wechselnden Betriebszustände aufgrund des Proctorenbetriebs im Arbeitszeitraum konnten erst nach dem Ende der Produktionsphase der Proctoren im Februar 2017 vergleichmäßig werden. Die Gesamtwirkung aus harmonisierter Substratzufuhr und Temperaturverhältnissen in der Anlage zeigt sich in gesteigerter Abwasserreinigungsleistung und Gasausbeute.

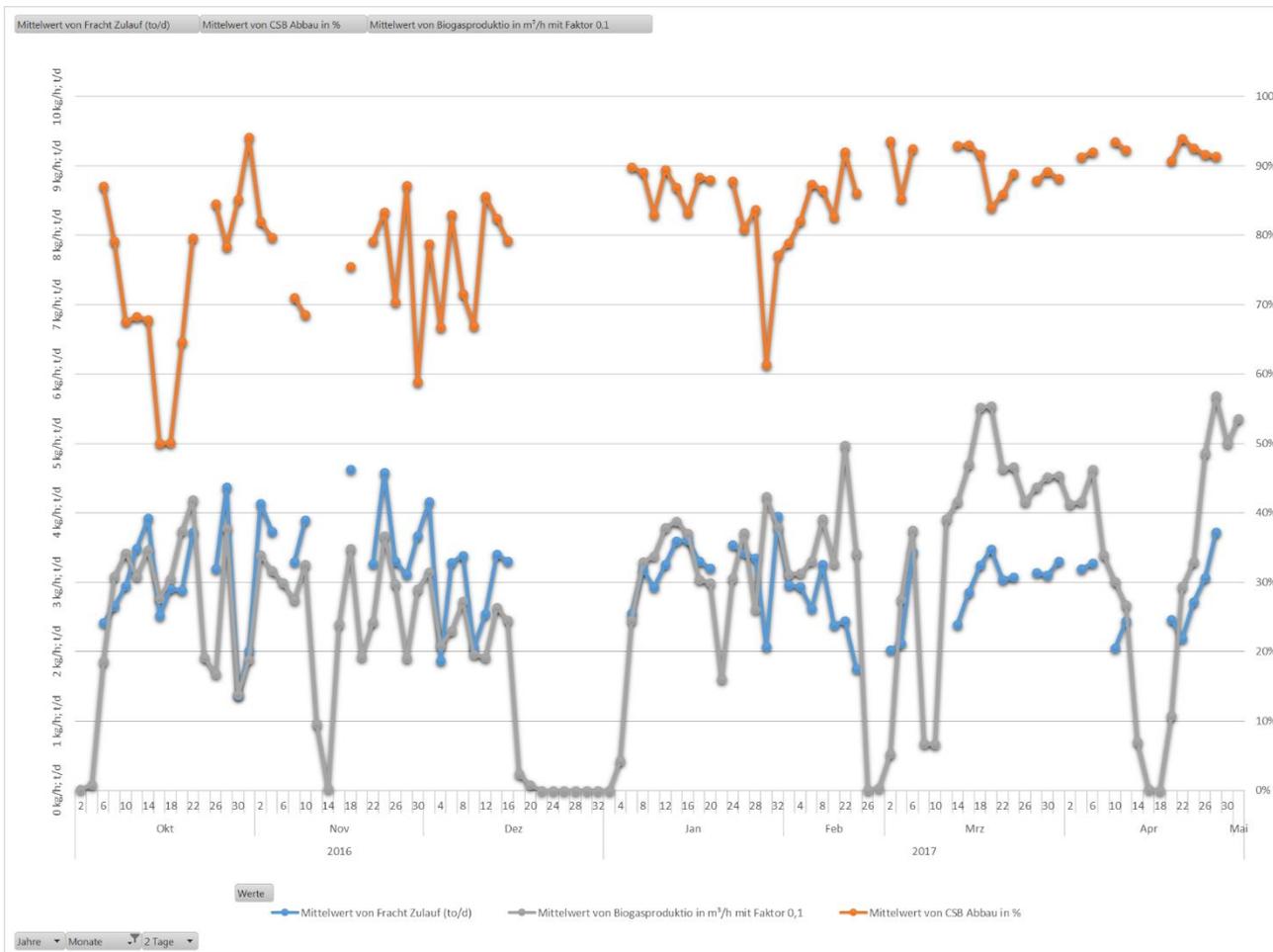


Abbildung 24: Oktober '16 – April '17 / Zugeführte Fracht in t/Tag; CSB Abbau in %; Biogasproduktion in m³/h mit Faktor 0,1

Die Ergebnisse bestätigen eindeutig die Grundlagen jeder biologischen Abwasserreinigung, nach der die Gleichmäßigkeit der Substratzufuhr der Schlüssel zur maximalen Funktionstüchtigkeit der Anlage ist. Daher sind die Ergebnisse aus dem nur zweiwöchigen Versuch Anfang Januar 2017 nicht wirklich aussagekräftig.

Der Betrieb der Anlage hat gezeigt, dass hierzu ein wesentlich längerer Zeitraum von Nöten ist. Selbst nach kurzen Stillständen (Ostern) benötigt die Anlage knapp 2 Wochen um wieder ihren vorherigen Leistungsgrad zu erreichen.

Die Dana-Anlage arbeitete unter den erst nach Februar 2017 gleichmäßigen Substratversorgungsbedingungen auf einem signifikant höheren Niveau der Abwasserreinigung und Gaserzeugung als unter den wechselnden Bedingungen des Proctorenbetriebes.

Ende 2016 wurde während des Betriebs der Proctoren im Durchschnitt ein CSB-Abbau um 74% erreicht, während bis April 2017 ein CSB-Abbau von 87% erreicht wurde (Zufuhr/Abfuhr). Mit zunehmenden Temperaturen erwarteten wir weiter eine geringfügige Steigerung.

Um den reibungslosen Betrieb der Anlage (pH Wert) sicherzustellen, konnten nicht alle Abwasserströme über die Anlage gefahren werden. Dieses hatte Auswirkung auf die Abrechnung mit dem Niersverband. (von 45m³/h insgesamt werden im Schnitt 35m³/h über die Anlage verarbeitet). Für diesen Zeitraum sind die durchschnittlichen Werte in der nachfolgenden Tabelle 11 dargestellt.

Tatsächlich <i>Durchschnitt im Zeitraum vom (06.10.2016 – 26.04.2017)</i>	
Produktionsabwasser	
34,7	m ³ /h
Zulauf CSB	
0,132	t/h
Umwandlung CSB in Methan ⁵	
0,108	t/h
Methan	
33,0	m ³ /h
Methan	
0,330	MWh/h
eingesparte CO ₂ -Menge durch Erzeugung Methan	
0,066	t/h
Strom für Erzeugung und Aufbereitung Methan	
18	kWh/h
CO ₂	
0,0099	t/h

Tabelle 11: Messungen 06.10.2016 – 26.04.2017

2. Kampagne: Überprüfung der Leistung

Die DANA-Anlage konnte über die Berichtsmonate bei gleichbleibenden Produktionsbedingungen und konstanter Abwasserzusammensetzung wie erwartet an Performance zulegen. Dies resultierte in der Spitze darin, dass das gesamte Abwasser (45m³/h) der DANA zugeführt werden konnte. Vor dem Hintergrund der Entschwefelung und der auftretenden Geruchsbelästigung in der Nachbarschaft musste vor der Kampagnen-Pause Mitte Juni 2017 allerdings die Zufuhrmenge auf 30 m³/h begrenzt werden. Die Geruchsentwicklung entstand im Vorversäuerungsbehälter. Eine technische Abhilfe in Form einer kontinuierlichen Absaugung der Abluft durch ein Gebläse wurde seitens Aqana als Anlagen-Erbauer in der Kampagnen-Pause installiert. Gerade zu Zeiten, wo die Produktion geruht hat und die Belüftungs-Kompressoren heruntergefahren waren, und später, als die Absaugleitung zum Schutz der Kompressoren vor Korrosion manuell über einen Schieber

⁵ Die in der Tabelle aufgeführten Werte stammen aus den Aufzeichnungen der Aqana im Messzeitraum. Während die Zulaufmenge des Abwassers über den Tag hinweg relativ konstant ist, schwankt die CSB-Menge in Abhängigkeit von Produktions-/Reinigungsvorgängen. Die stichprobenartig gemessenen CSB Werte (1x pro Tag) wurden mit den Zulaufmengen multipliziert und in die Tabelle eingetragen.

geschlossen wurde, trat die Geruchsbelästigung auf. Das neue separate Gebläse läuft hingegen dauerhaft, auch wenn die Produktion ruht, somit werden die Gase immer über die Aerobe Stufe geführt. Seit Installation des neuen Absauggebläses traten im Normalbetrieb keine Geruchsbelästigungen mehr auf.

Ansonsten lief die Anlage seit April 2017 ohne nennenswerte technische Störungen.

Wie der nachfolgenden Abbildung 25 zu entnehmen ist, bewegte sich der CSB-Abbau dauerhaft über 90%, wobei der nochmalige Anstieg im Juli 2017 sicherlich auch auf die erhöhten Temperaturen zurückzuführen ist (Durchschnitt von April – September 2017 94%). Im Schnitt wurden im Zeitraum April – September 2017 2,92 Tonnen CSB pro Tag durch die Anlage gefahren. Daraus resultierte eine Gasausbeute von 50 m³/h im Schnitt. Bei den Einbrüchen der Gasausbeute Mitte April, Anfang Juni und Mitte September 2017 handelt es sich um Stillstands-Wochenenden. Diese finden in der Regel alle 6 Wochen statt, da hier auch die Schädlingsbekämpfer im Betrieb unterwegs sind. An den genannten Stillstands-Wochenenden fiel im Betrieb kein Abwasser an, somit wurde der Anlage keine Fracht zugeführt. Daher gibt es an diesen Tagen auch keine Messungen der CSB-Frachten. Die Anlage wurde bereits 2 Tage vor dem Wochenende kontrolliert in einen Ruhebetrieb gefahren (Reduzierung der Zuflussmenge bis auf 0 und Zirkulation der Reaktoren).

Nach der Kampagnenpause Mitte August 2017 wurde die Anlage ohne weitere technische Probleme wieder in Betrieb genommen. Planmäßig wurde hierbei eine gleichmäßige Leistungssteigerung beginnend von 20 m³/h in Schritten zu je 5 m³/h pro Woche vorgenommen. Die Anlage hatte somit 3 Wochen Zeit sich von der 4-wöchigen Stillstandsphase zu erholen, bevor der Proctoren-Betrieb einsetzte.

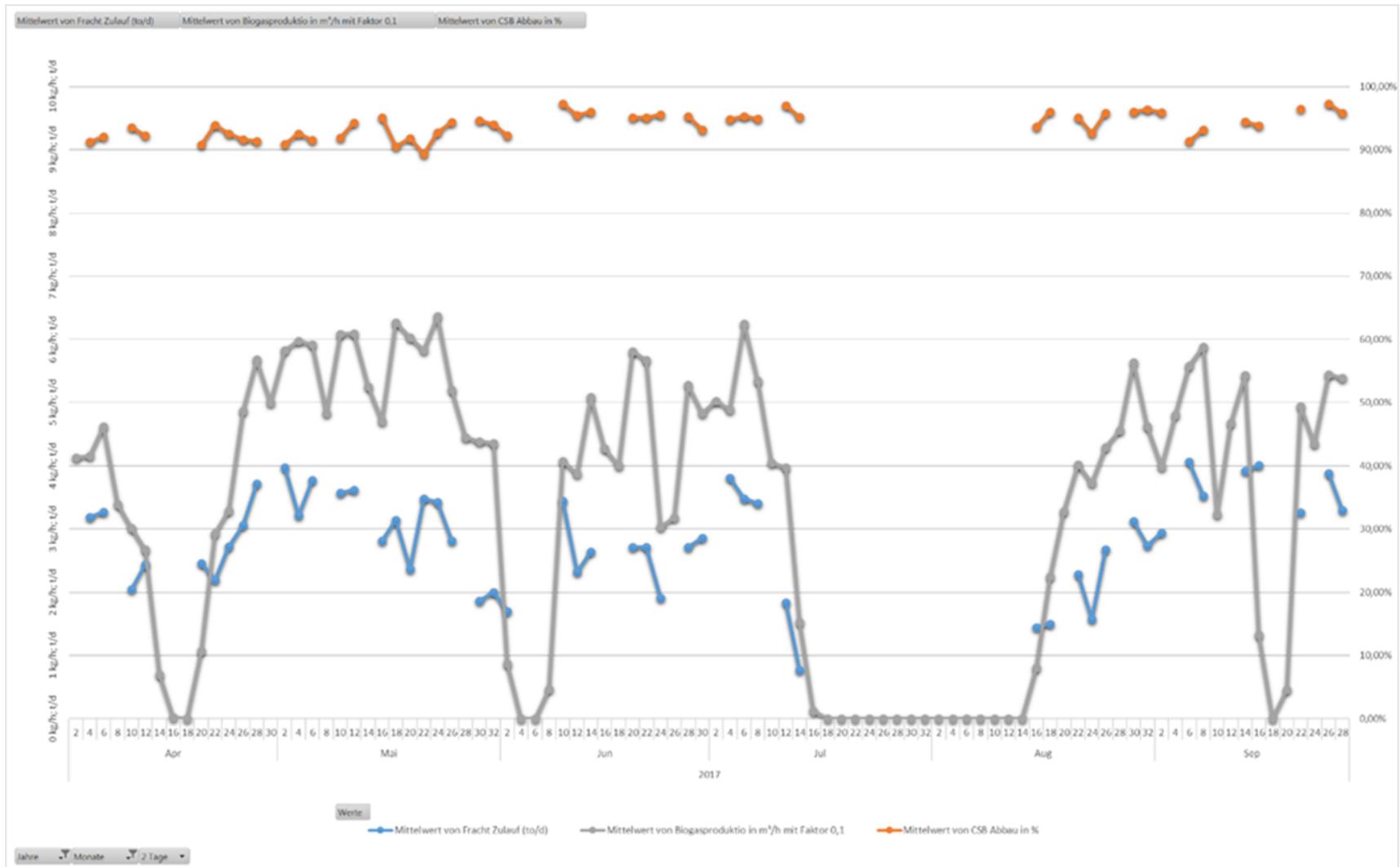


Abbildung 25: April '17 – September '17 / Zugeführte Fracht in t/Tag; CSB Abbau in %; Biogasproduktion in m³/h mit Faktor 0,1

Am 4. September 2017 wurde die saisonale Proctoren-Produktion wieder gestartet. Die „DANA“-Anlage hatte zu diesem Zeitpunkt einen Durchsatz von 30 m³/h erreicht. In Abstimmung mit den verschiedenen Fachbereichen innerhalb des Unternehmens wurde sich darauf geeinigt, als primäres Ziel für diese Saison einen dauerhaft stabilen Betrieb an der „DANA“-Anlage zu erreichen. Hierzu sollte die Durchflussmenge bewusst bei 30 m³/h gehalten werden, um die Biologie zum einen unter der Woche (zur Laufzeit der Proctoren) nicht zu überlasten und zum anderen am Wochenende mit den wechselnden Abwasserzusammensetzungen nicht unnötig zu stressen.

Entgegen dem Vorjahr war es so möglich einen kontinuierlichen Betrieb an der DANA zu erreichen, was sich zum einen im reduzierten Betreuungsaufwand, zum anderen in dem störungsfreien Betrieb der nachgelagerten Prozesse (Verbrennung des Biogases in der Trocknungsanlage der Produktion) widerspiegelt. Auch hat die Anlage damit gezeigt, dass Sie trotz geringer pH-Werte und mit einem niedrigeren Vorversäuerungsgrad als ursprünglich ausgelegt, stabil arbeiten kann.

Für den Zeitraum 14.08.2017 – 10.12.2017 sind die durchschnittlichen Werte in der nachfolgenden Tabelle 12 dargestellt.

Tatsächlich <i>Durchschnitt im Zeitraum vom (14.08.2017 – 10.12.2017)</i>	
Produktionsabwasser	
27,9	m ³ /h
Zulauf CSB	
0,120	t/h
Umwandlung CSB in Methan ⁶	
0,114	t/h
Methan	
43,3	m ³ /h
Methan	
0,433	MWh/h
eingesparte CO ₂ -Menge durch Erzeugung Methan	
0,086	t/h
Strom für Erzeugung und Aufbereitung Methan	
21,5	kWh/h
CO ₂	
0,01183	t/h

Tabelle 12: Messungen 08.10.2017 – 30.04.2018

⁶ Die in der Tabelle aufgeführten Werte stammen aus den Aufzeichnungen der Aqana im Messzeitraum. Während die Zulaufmenge des Abwassers über den Tag hinweg relativ konstant ist, schwankt die CSB-Menge in Abhängigkeit von Produktions-/Reinigungsvorgängen. Die stichprobenartig gemessenen CSB Werte (1x pro Tag) wurden mit den Zulaufmengen multipliziert und in die Tabelle eingetragen.

Wie erwartet ist in den Wintermonaten mit den sinkenden Temperaturen auch die Gasproduktion etwas zurückgegangen. Der Abbildung 26 ist zu entnehmen, dass die Abbauraten sich auch nach unten verschoben haben und in Abhängigkeit von der Außentemperatur mehr Schwankungen unterlagen. Der Betrieb der Anlage war in diesem Zustand bis zur Weihnachtspause aber unauffällig ohne größere anlagenbedingte Ausfälle.

Mit Beginn des neuen Jahres konnte die Anlage wieder mit einem Durchsatz von 30 m³/h gestartet werden. Ende Januar 2018 wurde dann die Zulaufmenge erhöht um die Leistungsfähigkeit zu steigern. Ziel war es möglichst die gesamten anfallenden Abwässer mit bis zu 45 m³/h über die Anlage zu fahren. Mit dieser Menge war die Anlage gerade im aeroben Bereich zeitweise überlastet, was eine Geruchsentwicklung zur Folge hatte, die in der Nachbarschaft als störend wahrgenommen wurde. Als Maßnahme wurde die Zulaufmenge vorübergehend wieder reduziert, was auch die Einbrüche in der Gasproduktion in den Monaten Februar und März erklärt.

Mit den wieder steigenden Temperaturen im April 2018 erhöhte sich auch die Leistungsfähigkeit der Anlage, so dass die Geruchsentwicklung wieder abnahm.

Anfang Mai 2018 zeigte sich ein Defekt an der Notfackel. Da ohne die Fackel ein sicherer Betrieb der Anlage nicht gewährleistet ist, wurde die Produktion von Biogas bis zur Instandsetzung der Fackel am 29.08.2018 eingestellt (in dieser Zeit lag auch der geplante Stillstand der jährlichen Kampagnenpause mit 5 Wochen).

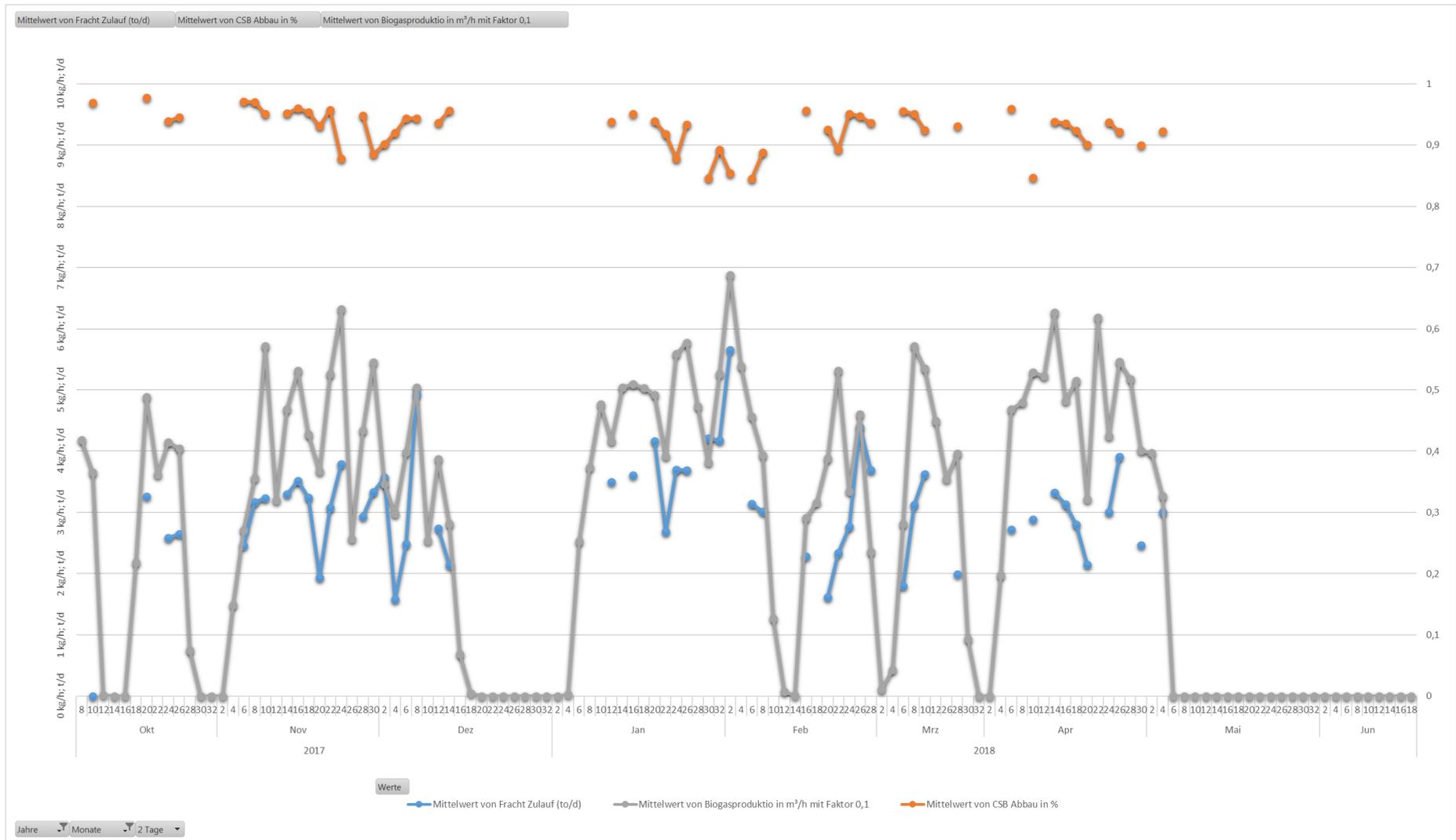


Abbildung 26: Oktober '17 – Juni '18 / Zugeführte Fracht in t/Tag; CSB Abbau in %; Biogasproduktion in m³/h mit Faktor 0,1

3.3 Umweltbilanz

Über den Untersuchungszeitraum von 3. Kampagnen (Oktober 2015 – Juni 2018) waren

- die Abbauleistung der Anlage über Parameter (z.B. CSB oder TOC) im Zu- und Ablauf,
- die benötigte Menge an Lauge und Entschäumern sowie
- die erzeugten Gasmengen einschließlich der Gasqualität (v.a. der Schwefelgehalt wegen des Einflusses auf den Verbrauch von Aktivkohle)

aufzunehmen.

Die nachfolgende Tabelle 13 fasst die Ergebnisse zusammen:

	Abwasser Zulauf DANA in m ³ /d	CSB – Zulauf mg/l	CSB – Ablauf mg/l	Lauge in l/d	Entschäumer in l/d	Gas- menge in m ³ /d	Gas Schwefel- wasser- stoff ppm
1. Kampagne	504	3.850	800	0	0	504	4.500
Schwachlastbetrieb	624	3.495	495	0	0	600	5.000
2. Kampagne	864	3.700	700	0	0	720	6.000
Schwachlastbetrieb	768	3.750	275	0	0	1.104	6.000
3. Kampagne	768	4.010	295	0	0	1.032	4.500

Tabelle 13: Durchschnittliche Tageswerte über den Betrachtungszeitraum Oktober 2015 – Juni 2018

Der notwendige Stromverbrauch zur Erzeugung und Aufbereitung des Biogases stellt sich über den Betrachtungszeitraum wie folgt dar:

	Strom in kWh/d
1. Kampagne	380
Schwachlastbetrieb	360
2. Kampagne	430
Schwachlastbetrieb	520
3. Kampagne	520

Tabelle 14: Stromverbrauch (durchschnittliche Tageswerte) zur Aufbereitung und Erzeugung Biogas Oktober 2015 – Juni 2018

Aus den dargestellten Tageswerten lassen sich die jeweiligen Jahreswerte hochrechnen, die wir in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt haben.

	Abwasser Zulauf DANA in m ³ /a	CSB – Zulauf t/a	CSB – Ablauf t/a	Lauge in l/a	Entschäumer in l/a	Gasmenge in m ³ /a
1. Kampagne	16.500	63,5	13,2	0	0	16.500
Schwachlastbetrieb	60.000	209,7	29,7	0	0	57.700
2. Kampagne	85.000	314,5	59,5	0	0	70.800
Schwachlastbetrieb	130.000	487,5	35,8	0	0	186.900
3. Kampagne	130.000	521,3	38,4	0	0	174.700

Tabelle 15: Jahreswerte über den Betrachtungszeitraum Oktober 2015 – Juni 2018

Der notwendige Stromverbrauch zur Erzeugung und Aufbereitung des Biogases stellt sich auf Jahresbasis über den Betrachtungszeitraum wie folgt dar:

	Strom in kWh/a
1. Kampagne	106.400
Schwachlastbetrieb	100.800
2. Kampagne	120.400
Schwachlastbetrieb	145.600
3. Kampagne	145.600

Tabelle 16: Stromverbrauch (Jahresbasis) zur Aufbereitung und Erzeugung Biogas Oktober 2015 – Juni 2018

Nähr-Engel geht nach den aktuell gewonnen Erkenntnissen bei einer fehlerfreien Fahrweise von folgenden Rahmenparametern aus:

- durchschnittliche Zulaufmenge von 35m³/h
- 6.600 Betriebsstunden pro Jahr
- CSB Abbau durchschnittlich von 3.700mg/l auf 450mg/l
- durchschnittliche Biogasmenge 60 m³/h mit einem Brennwert von 7,5 kWh
- 200g CO₂-Emission / 1kWh Erdgas

Daraus ergibt sich für ein Jahr folgende Aufstellung:

- Reduzierung CSB: 750 t/a
- Erzeugte Biogasmenge: 396.000m³/a, entsprechen 2.970.000 kWh/a
- Eingesparte CO₂-Menge: 594 t/a

Mit diesen Ergebnissen wurden die Ziele (siehe unter 2.1) des Vorhabens bei Antragstellung verfehlt, was im Wesentlichen auf die nicht ausreichende Kapazität zurückzuführen ist, wie sie auf Basis der Vorversuchsanlage prognostiziert wurde.

3.4. Wirtschaftlichkeitsanalyse

Wirtschaftlichkeitsanalyse gemäß Planungsdaten

Zum Zeitpunkt der Antragstellung ließen sich die Kosteneinsparungen aus den nachfolgenden Effekten beschreiben:

1. Zunächst entsteht Biogas in bedeutendem Umfang. Dieses Biogas kann Nähr-Engel komplett im eigenen Produktionsprozess zur Kartoffeltrocknung verwerten
2. Der zweite Einspareffekt wird durch eine reduzierte CSB Belastung der Abwässer erzielt, was geringere Abwasserkosten nach sich zieht.

Biogas

Die erzeugte Biogasmenge von 6.000 MWh im Jahr basiert auf dem Umsatz von etwa 1.800 t CSB/Jahr in der Anlage, bei 80% Abbau entspricht dies einer Einleitung von 2.250 t CSB/Jahr. Zuzüglich anderer Ströme, die nicht durch die Anlage gehen beträgt die angesetzte Fracht aus dem Betrieb etwa 2.500 t CSB im Jahr. Dies entspricht der üblichen Kennzahl von 25 kg CSB/t Kartoffel als Frachtaustrag im Ablauf der Vorklärung. Durch die Erzeugung von 6.000 MWh Biogas entstehen Einsparungen in Höhe von etwa 240.000 EUR. Diese Einsparung errechnet sich aus der Opportunität eingesparten Erdgases (derzeit ~0,03929 € / kWh). Der untersuchte Normalfall, oder Base case, unterstellte diese Daten.

Die Bewertung des künftig eingesparten Gases zu Einkaufspreisen war nur unzuverlässig in die Zukunft prognostizierbar. Aufgrund unbekannter und unplanbarer Kostenänderungen beim Gaseinkauf waren daher in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung die Einkaufspreise für Erdgas konstant angenommen worden. Es werden die kontrahierten Preise für 2014 unterstellt.

CSB Ableitungsreduktion

Durch den Betrieb der Anlage sollten im Jahr etwa 1.800 t CSB nicht in die Kanalisation abgeleitet, sondern in Biogas umgesetzt werden. Neben der eingesparten Menge Erdgas sollte hier also zusätzlich eine Kostenreduktion durch Entlastungen bei Abwassergebühren entstehen. Das erzeugte Biogas wurde aufbereitet und ersetzt wie beschrieben eine äquivalente Menge Erdgas auf den Flächenbrennern zur Trocknung der Kartoffeln. Die Ableitungsreduktion in die Kanalisation um etwa 1.800 t CSB sollten eine voraussichtliche Kostenentlastung von rund 225.000 €/a bedeuten.

Auch hier war der weitere Verlauf der Abwasserkosten aufgrund fehlender Transparenz künftiger Entwicklungen analog zum Erdgas als konstant angenommen worden. Eine erwartete einmalig fällige Bonuszahlung in der Höhe von etwa 200.000 € durch den Niersverband wegen Reduktionen der Abwasserbelastungen im ersten Jahr des Betriebs der Anlage wurde berücksichtigt.

Erwartete Rentabilität

Die erwartete Rentabilität der Anlage wurde in mehreren Stufen dargestellt: Zunächst sollte eine vereinfachte Einnahmen- / Ausgabenrechnung die grundsätzlichen Überlegungen gegenüberstellen. Die Absicht hinter dieser Rechenvariante war die Prüfung, ob DANA ein in sich wirtschaftliches Projekt darstellt.

Als zweite Kalkulationsvariante folgte dann die Kapitalrückflussrechnung. Sie wurde benötigt, um zu ermitteln, binnen welcher Zeiträume und zu welcher Verzinsung mit einem Rückfluss des

investierten Kapitals gerechnet werden konnte. Bevor die Wirtschaftlichkeit errechnet werden konnte, mussten die gesamten erwarteten Betriebsausgaben erklärt werden.

Betriebsausgaben

Der Betrieb der DANA sollte eine zusätzliche Stelle im Bereich Unterhalt & Reparaturen schaffen. Das ist ein Effekt sprungfixer Kosten, da mit der ausgelasteten Mannschaft kein zusätzlicher Pflege- und Wartungsaufwand geleistet werden konnte. Rechnerisch sollte eine halbe Kraft zum Betrieb ausreichen, weswegen die DANA-Betriebsausgaben hierfür auf rund 20.000 €/a. begrenzt wurden.

Die Abschreibung für die Anlage sollte 20 Jahre betragen. Das war der steuerlich vorgeschriebene Wert für Energieinvestitionen bzw. Wasseraufbereitungsanlagen. Dadurch ergab sich ein jährlicher AfA Aufwand in Höhe von rund 78.000 €.

Wartung und Instandhaltung der Anlage wurden mit etwa 1% der Anschaffungskosten angesetzt (16.000 €). Hinzu trat die Versicherung mit etwa 0,5% der Anschaffungskosten oder 8.000 €/a.

Der sonstige entstehende Betriebsaufwand wurde, ausgehend von etwa 7.000 Betriebsstunden im Jahr

- ca. 40.000 €/a. für Strom (ca. 300.000 kWh/a) und noch einmal
- rund 10.000 € für Chemikalien (Natronlauge 10 m³ (45%) je Jahr; 270 €/m³; 2.700 €,
- Entschäumer, Kleinmengen, pauschal 1.000 € und
- Aktivkohle Biogasfilter 4 m³/a; 1.500 € = 6.000 €)

abgeschätzt.

Zusammen mit einem Ausgabenpuffer für Unvorhergesehenes von 0,2% des Anschaffungswertes oder 3.000 € ergab sich ein anfänglicher jährlicher Betriebsaufwand von 175.000 € (ohne Berücksichtigung von Finanzierungskosten).

Die Kalkulationen unterstellte für den regelmäßigen Betriebs- und Personalaufwand eine jährliche Kostensteigerung von ca. 3%. Die Afa blieb hingegen konstant.

Vereinfachte Ertrags-/Aufwandsgegenüberstellung

Mit den folgenden Kalkulationen soll durch die Gegenüberstellung von Ausgabe bzw. Aufwand und Ertrag eine grundsätzliche, isolierte Wirtschaftlichkeit des Projekts ermittelt werden:

A. Base Case vereinfachte Vergleichsrechnung	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Investition							
Ausgaben	-394.356	-1.164.388					
Förderungen	118.307	349.316					
Summe Invest	-276.049	-815.072	0	0	0	0	0
Betriebsaufwand		-175.000	-177.910	-180.907	-183.995	-187.174	-190.450
Einsparungen							
Biogas		240.000	240.000	240.000	240.000	240.000	240.000
CSB Reduktion		225.000	225.000	225.000	225.000	225.000	225.000
Einmaleffekt CSB		200.000					
Summe Einsparung	0	665.000	465.000	465.000	465.000	465.000	465.000
Kumulation mit UIP	-276.049	-601.121	-314.031	-29.938	251.067	528.893	803.443
Kumulation ohne UIP	-394.356	-1.068.744	-781.654	-497.561	-216.556	61.270	335.820

Tabelle 17: Gegenüberstellung Aufwand und Ertrag

Diese Rechnung bewies die grundsätzliche Wirtschaftlichkeit der Anlage. Die Rechnung wurde insofern vereinfacht, weil bloß die Summe der Ausgaben bzw. des Aufwands mit der Summe der Einsparungen inklusive Einzahlungen verglichen wurde. Eine isoliert wirtschaftliche Anlage lies erwarten, dass die Summe der Einsparungen irgendwann größer war als die Summe der Ausgaben.

Mit Hilfe einer UIP-Förderung konnte im vierten Betriebsjahr (im Jahr fünf nach Investitionsstart) kumuliert von einer wirtschaftlichen Einnahmen-/Ausgabensituation gesprochen werden. Das ist in der Kalkulation A. in der Zeile „Kumulation mit UIP“ das Jahr des Vorzeichenwechsels, das durch einen Pfeil gekennzeichnet ist. Ohne eine UIP-Förderung, das ist die grün unterlegte Zeile, stellt sich diese kumulierte Wirtschaftlichkeit erst am Ende des fünften Betriebsjahres ein (s. Pfeil).

Investitionsrechnung: Kapitalrückfluss mit DCF (discounted cash flow) - Rechnung

Für die DCF-Kalkulation wurde die Ertrag-Aufwand-Gegenüberstellung leicht umgestellt und in eine Einzahlungs-/Auszahlungsrechnung überführt. Die Ermittlung der jährlichen operativen Betriebsergebnisse (EBIT, earnings before interest and taxes) war die Basis zur Umrechnung in jährliche operative Cash Flows. Hierzu wurde vom EBIT ein kalkulatorischer Steuersatz abgezogen. Im Gegenzug wurde der auszahlungslose Aufwand für Abschreibungen wieder hinzu gerechnet. Es ergab sich ein erwarteter operativer Cash Flow der DANA, der in möglichst kurzer Zeit, mindestens aber in überschaubarer Betriebsdauer hinweg die Investitionsauszahlungen decken musste. Zur Diskontierung der Zahlungsflüsse einzelner Jahre wurde hier ein gemischter Zinssatz (weighted average cost of capital, WACC, bestehend aus Eigenkapital- und Fremdkapitalkosten) von lediglich 5% unterstellt. Das bildete das sehr niedrige Zinsniveau mit ab.

An den kumulierten und diskontierten Cash Flows (Zeilen: „Kumulation“, farblos mit UIP-Förderung, grün unterlegt wiederum ohne UIP-Förderung) ließ sich nun ablesen, ab welchem Jahr nach kaufmännischer Betrachtung der Kapitalrückfluss realisiert wird und ob sich eine Anschaffung überhaupt lohnt. Dieser Break-Even-Point stellte sich wieder durch das erste positives Vorzeichen der kumulierten Jahreswerte dar (s. Pfeil): Im Base Case erreichte die DCF-Rechnung ihren Break-Even am Anfang des Jahres 2018 mit UIP-Förderungen. Ein Ausbleiben von Fördermitteln machte das Erreichen des Break-Evens erst bis ca. Mitte 2020 möglich.

Hiernach ließ sich die nächste wichtige Aussage treffen: das Investitionsprojekt erreicht einen positiven Nettokapitalwert und ist unter Kapitalkostengesichtspunkten lohnend (siehe folgende Tabelle 18).

A. Base case							
Umrechnung in							
Discounted Cash flow	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Investition							
Ausgaben	-394.356	-1.164.388					
Förderungen	118.307	349.316					
Summe Invest	-276.049	-815.072	0	0	0	0	0
Betriebsaufwand							
Betrieb und Personal		-97.000	-99.910	-102.907	-105.995	-109.174	-112.450
Abschreibung, linear		-78.000	-78.000	-78.000	-78.000	-78.000	-78.000
Summe		-175.000	-177.910	-180.907	-183.995	-187.174	-190.450
Einsparungen							
Biogas		240.000	240.000	240.000	240.000	240.000	240.000
CSB Reduktion		225.000	225.000	225.000	225.000	225.000	225.000
Einmaleffekt CSB		200.000					
Summe Einsparung	0	665.000	465.000	465.000	465.000	465.000	465.000
EBIT							
kalk. Steuern (30%)		-147.000	-86.127	-85.228	-84.302	-83.348	-82.365
Rückrechnung AfA		78.000	78.000	78.000	78.000	78.000	78.000
Operativer Cash flow		421.000	278.963	276.865	274.704	272.478	270.185
Gesamt Cash Flow mit UIP	-276.049	-394.072	278.963	276.865	274.704	272.478	270.185
DCF (5%) mit UIP	-276.049	-375.306	253.028	239.166	226.000	213.494	201.616
Kumulation	-276.049	-651.355	-398.328	-159.162	66.838	280.332	481.948
Gesamt Cash Flow ohne UIP	-394.356	-743.388	278.963	276.865	274.704	272.478	270.185
DCF (5%) ohne UIP	-394.356	-707.989	253.028	239.166	226.000	213.494	201.616
Kumulation	-394.356	-1.102.345	-849.317	-610.151	-384.151	-170.657	30.959

Tabelle 18: Kapitalrückfluss mit DCF (discounted cash flow) - Rechnung

Wirtschaftlichkeitsanalyse auf Basis der realen Daten

Auf Basis der nunmehr dreijährigen Betriebsdauer stellen sich die wirtschaftlichen Rahmendaten wie folgt dar:

Grundlagen für die Berechnung:

- Gaspreis: 0,0259 €/kWh
- Personalkosten für Wartung/Unterhalt: 80 h / Monat *35€ - 34.000€/Jahr
- Sachkosten Wartung/Unterhalt: pauschal 110.000€/Jahr (40.000€ Strom, 10.000€ Chemikalien für Beprobung, 40.000€ Aktivkohlefilter, 20.000€ Wartungs- & Ersatzteile)
- Laufzeit 6.600 h/Jahr mit 4 Wochen Kampagnenpause und Stillstandswochenenden alle 6 Wochen
- Durchschnittlicher Zulauf Abwasser von 35 cbm/h mit pauschal 3.700mg/l CSB und im Ablauf 450 mg/l CSB
- 3.000 MWh *0,0259 €/ kWh = 78.000 €
- pH Wert zwischen 6 und 7 ohne Natronlauge
- Gasproduktion über das Jahr mit durchschnittlich 60 cbm/h mit einem Brennwert von 7,5 kWh
- Aktivkohlebedarf 9 Tonnen pro Jahr
- Einsparung Niersverband einmalig 126.000 € (357.000€ - 231.000€ in 2015/2016).
- Einsparung Niersverband dauerhaft 39.000 € (357.000€ - 318.000€ in 2015/2017)
- Jahresdurchschnittstemperatur am Standort etwa 9 Grad C (-10 bis +35 Grad)

A. Base case Umrechnung in Discounted Cash flow	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Investition													
Ausgaben		-1.732.682	-52.921	-63.657	-71.802								
Förderungen	118.307	310.821			50.000								
Summe Invest	118.307	-1.421.861	-52.921	-63.657	-21.802	0							
Betriebsaufwand													
Betrieb und Personal		-110.000	-113.300	-116.699	-120.200	-123.806	-127.520	-131.346	-135.286	-139.345	-143.525	-147.831	-152.266
Abschreibung, linear		-54.315	-67.963	-71.499	-72.782	-72.782	-72.782	-72.782	-72.782	-72.782	-72.782	-72.782	-72.782
Summe		-164.315	-181.263	-188.198	-192.982	-196.588	-200.302	-204.128	-208.068	-212.127	-216.307	-220.613	-225.048
Einsparungen													
Biogas		78.000	78.000	78.000	78.000	78.000	78.000	78.000	78.000	78.000	78.000	78.000	78.000
CSB Reduktion		39.000	39.000	39.000	39.000	39.000	39.000	39.000	39.000	39.000	39.000	39.000	39.000
Einmaleffekt CSB		126.000											
Summe Einsparung	0	243.000	117.000										
EBIT	78.685	-64.263	-71.198	-75.982	-79.588	-83.302	-87.128	-91.068	-95.127	-99.307	-103.613	-108.048	-108.048
kalk. Steuern (30%)		-23.606	19.279	21.360	22.795	23.676	24.991	26.138	27.320	28.538	29.792	31.084	32.414
Rückrechnung AIA		54.315	67.963	71.499	72.782	72.782	72.782	72.782	72.782	72.782	72.782	72.782	72.782
Operativer Cash flow	109.394	22.979	21.661	19.595	17.070	14.470	11.793	9.034	6.193	3.267	253	-2.851	-2.851
Gesamt Cash Flow mit UIP	118.307	-1.312.466	-29.942	-41.996	-2.207	17.070	14.470	11.793	9.034	6.193	3.267	253	-2.851
DCF (5%) mit UIP	118.307	-1.249.968	-27.158	-36.278	-1.816	13.375	10.798	8.381	6.115	3.992	2.006	148	-1.588
Kumulation	118.307	-1.131.661	-1.158.819	-1.195.097	-1.196.913	-1.183.538	-1.172.740	-1.164.359	-1.158.245	-1.154.252	-1.152.247	-1.152.099	-1.153.686
Gesamt Cash Flow ohne UIP	0	-1.623.287	-29.942	-41.996	-52.207	17.070	14.470	11.793	9.034	6.193	3.267	253	-2.851
DCF (5%) ohne UIP	0	-1.545.988	-27.158	-36.278	-42.951	13.375	10.798	8.381	6.115	3.992	2.006	148	-1.588
Kumulation	0	-1.545.988	-1.573.146	-1.609.424	-1.652.375	-1.639.000	-1.628.202	-1.619.821	-1.613.706	-1.609.714	-1.607.708	-1.607.560	-1.609.148

Tabelle 19: betriebswirtschaftliche Berechnung

Eine Wirtschaftlichkeit ist damit nicht gegeben. Erwartete Erträge aus Biogas und Einsparungen bei den Gebühren gegenüber dem Kommunalen Klärwerk konnten im Monatsschnitt nicht realisiert werden. Ursachen dafür müssen ggf. streitig ermittelt werden, die protokollierten Leistungen der Vorversuchsanlage konnten in der echten Anlage nicht nachvollzogen werden. Die Auswirkungen aus Mikrobiologie, Reaktorgröße, Temperatur, pH-Wert, Zufuhrlast, Zufuhrgleichmäßigkeit und Verweilzeit und vieles mehr sind hier die zu diskutierenden Punkte.

3.5. Technischer Vergleich zu konventionellem Verfahren

Biologische Behandlung von Abwässern der Kartoffelindustrie

Stand der Technik in der Behandlung der bezüglich gelöster Komponenten hochbelasteten Abwässer aus der Verarbeitung von Kartoffeln war zweifelsohne die anaerobe Vorreinigung. Aerobe Behandlungen führen aufgrund der Zusammensetzung des Abwassers überall zu den auch in der Kläranlage Goch festzustellenden Problemen im Bereich der Schlammstruktur, überdies entstehen merkbare Betriebskosten in den Bereichen Strombedarf und Schlamm Entsorgung.

Mit zwei Ausnahmen behandelten alle übrigen Betriebe der Branche in Deutschland und den Niederlanden – ob Direkteinleiter mit eigener Kläranlage oder dominierender Einleiter in eine kommunale Anlage – ihre Abwässer mit anaeroben Vorreinigungsanlagen, deren herausragende Eigenschaft die Möglichkeit der Erzeugung von Biogas aus der Kohlenstofffracht ist.

Stand der Technik war hier das sogenannte UASB-Verfahren (Upflow Anaerobic Sludge Blanket), das in den umliegenden Betrieben der Branche (Aviko Steenderen, Aviko Loom, Peka Kroef Odiliapeel, Farm Frites, Wernsing, SchneFrost, Cela Vita) in verschiedenen Ausführungsformen zum Teil seit 25 Jahren mit Erfolg eingesetzt wird.

Festzustellen war in einer von Nähr-Engel durchgeführten Marktabfrage jedoch, dass diese Systeme für die gegenüber den genannten Betrieben deutlich überschaubarere Abwassersituation bei Engel in Goch wirtschaftlich keine überzeugende Lösung darstellten. Der Investitionsbedarf dieser Systeme ermöglichte in der vorliegenden Situation keine wirtschaftliche Lösung. Einzig das System DANA® des Bieters Aqua Explorer – heute AQANA b.v. - das einen völlig anderen verfahrenstechnischen Ansatz verfolgt, sollte nach Durchführung von Vorversuchen eine wirtschaftlich vertretbare Lösung aufzeigen.

Die Behandlung des Produktionsabwassers am Standort entsprach geltendem Recht, verursachte jedoch die genannten Aufwendungen im Klärwerk und führte – gemäß Verursacherprinzip – auch zu nennenswerten Gebührenbelastungen für den Antragsteller aufgrund des erhöhten Aufwandes.

Das umgesetzte System „DANA“ sollte den Stand der Technik im Bereich der anaeroben Abwasserreinigung deutlich fortschreiben:

- Ein einfacheres Reaktorkonzept reduziere zum einen die erheblichen Investitionskosten in den anaeroben Reaktor, erlaube jedoch zudem Freiheitsgrade im gesamten Anlagenkonzept, die zu deutlichen Kostensenkungen führen. Im vorliegenden Fall führe erst die wirtschaftlich vertretbare Option, den Reaktor so groß auszuführen, dass er Spitzenfrachten sofort verarbeiten könne, dazu, die Anlage auf der kleinen Restfläche errichten zu können.
- Die Kombination von anaerobem Reaktor und Nachbelüftung in einem Tank solle den baulichen Aufwand sowie den Umfang verbindender Rohrleitungen reduzieren.
- Bedingt durch die Prozessführung im anaeroben Reaktor – abströmendes Abwasser – würde mehr CO₂ und Schwefelwasserstoff im Biogas gelöst, so dass der Aufwand für die Biogasaufbereitung deutlich reduziert werden könne. Dies würde eine Vereinfachung der Biogasaufbereitung ermöglichen.

Diese Erwartung wurde mit der Umsetzung dieses Vorhabens nicht erfüllt.

4. Empfehlungen

4.1 Erfahrungen aus der Praxiseinführung

Die DANA hat die in Sie gesetzten Hoffnungen nicht erfüllen können, obwohl die Mikrobiologie der Anlage funktionierte. Es hat sich gezeigt, dass für einen zuverlässigen Betrieb der Anlage eine gleichbleibende Fracht unabdingbar ist. Bei Produktionsbetrieben mit stark volatilen Abwässern ist eine konventionelle Klärung mit entsprechend großen Vorbecken und Reaktoren zur Egalisierung der Abwässer und Schaffung der nötigen Verweilzeiten die bessere Wahl.

Darüber hinaus ist im Vorfeld sehr kritisch das notwendige Knowhow im Unternehmen abzufragen, um dauerhaft eine solche Anlage zu betreiben. Der Zeitaufwand für Kontrolle/Beprobung, Einstellung und Wartung der Anlage war unterschätzt und ist aus wirtschaftlichen Gründen nicht weiter automatisierungsfähig.

4.2 Zusammenfassung

Die Ergebnisse des Vorhabens wurden über drei Kampagnen ermittelt.

Mit der Errichtung einer standortangepassten Reststoffnutzungsanlage bei der Firma Nähr-Engel GmbH konnten die technischen Ziele für die „DANA“-Anlage nicht erreicht werden.

In wirtschaftlicher Hinsicht ist bei einer ähnlich wie hier vorliegenden Gesamtsituation keine Sinnhaftigkeit gegeben.

Umwelteffekte ergeben sich aus der

Reduzierung CSB: 750 t/a

Erzeugte Biogasmenge: 396.000 m³/a entsprechend 2.970.000 kWh/a

Reduzierung CO₂-Mengen:

594 t/a

Der ursprünglich budgetierte Investitionsansatz in Höhe von 1.597.092 € wurde für das Projekt durch die tatsächlichen Kosten in Höhe von 1.921.061,10 € überschritten. An den kumulierten und diskontierten Cash Flow konnte aufgezeigt werden, dass sich kein Kapitalrückfluss einstellt.

Von weiteren Inbetriebnahmen dieses innovativen Anlagenkonzeptes ist bei ähnlich gelagerten Fabrikationsprozessen abzuraten. Die neue Anlagentechnik kann nach vorheriger Terminvereinbarung besichtigt werden.