

Verbundprojekt INHAND, Integriertes Wasserwirtschaftskonzept für
Handwerksdörfer am Beispiel von Dai Lam in Vietnam, TP 3 Konzeption und
Entwicklung einer aeroben Abwasserbehandlung und einer anaeroben
Abfallaufbereitung

Abschlussbericht

Förderkennzeichen: Nr. 02WA 1073
Projektlaufzeit: 01.01.2011 – 31.12.2014

Zuwendungsempfänger: VIS International GmbH
Goerzallee 305e
14167 Berlin

Projektleiter: Dr. Holger Appel
Telefon: 030 847 18 532
Telefax: 030 847 18 539
Email: appel@vis-international.biz

Berichtsnummer: 2500.15.001
Verfasser: Dr. Holger Appel
Datum: 05.08. 2015

Das diesem Bericht zugrunde liegende Verbundvorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieses Berichtes liegt beim Autor

INHALTSVERZEICHNIS **SEITE**

I.	KURZE DARSTELLUNG	4
I.1	Aufgabenstellung	4
I.2	Voraussetzungen, unter denen das Projekt ausgeführt wurde	4
I.3	Planung und Ablauf des Vorhabens	5
I.3.1	Änderungen des Arbeits-, Zeit- und Kostenplans	7
I.4	Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde.....	8
I.4.1	Angabe bekannter Konstruktionen, Verfahren, Schutzrechte, die für die Vorhabensdurchführung genutzt wurden.....	8
I.4.2	Angabe zur verwendeten Fachliteratur, Informations- und Dokumentationsdienste.....	9
I.5	Zusammenarbeit mit anderen Stellen.....	11
II.	EINGEHENDE DARSTELLUNG.....	12
II.1	Verwendung der Zuwendung und des erzielten Ergebnisses im Einzelnen und Gegenüberstellung der vorgegebenen Ziele.....	12
II1.1	Aufgaben-/Zielstellung	12
II1.2	Lokale Voraussetzungen	14
II1.3	Konzeptionierung der Pilotanlage.....	16
II1.4	Detaillierte Anlagenbeschreibung	18
II1.5	Zeitlicher Ablauf des Baus und der Inbetriebnahme der Pilotanlage	29
II1.6	Betriebsführung	30
II1.6.1	Betriebsführung SBR-Anlage	30
II1.6.2	Betriebsführung Fermenter	34
II1.7	Probenahme.....	37
II1.8	Untersuchungsergebnisse	40
II1.8.1	Untersuchungsergebnisse aus dem Betrieb der SBR-Anlage	40
II.1.8.1.1	Bilanzierung des SBR-Anlagenbetriebes	46
II.1.8.2	Untersuchungsergebnisse aus dem Betrieb der SBR-Anlage	47
II.1.8.2.1	Bilanzierung des Betriebes der Co-Fermentation	52
II.1.8.3	Zusammenfassende Bewertung des Anlagenbetriebes	54
II.1.9	Datenfernübertragung	55
II.1.10	Betreibermodell	56
II.1.11	Gegenüberstellung zu den vorgegebenen Aufgabenstellungen und Zielen	57
II.2	Die wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Nachweises.....	57
II.3	Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit	58
II.4	Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere Verwertbarkeit des Ergebnisses im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans.....	60

INHALTSVERZEICHNIS

SEITE

II.5	Während der Durchführung des Vorhabens dem ZE bekannt gewordener Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen.....	61
II.6	Erfolgte und geplante Veröffentlichungen des Ergebnisses.....	61

Anlagen:

Anlage I:	Übersichtszeichnung der Pilotanlage
Anlage II:	Projektzeitplan
Anlage III:	Konstruktionszeichnungen der SBR-Anlage und des Fermenters
Anlage IV:	Fotografische Dokumentation der Anlagentechnologie
Anlage V:	Fotografische Dokumentation der Betriebsabläufe
Anlage VI:	Betriebsanleitungen für SBR-Anlage und Fermenter
Anlage VII:	Unterlagen zur Anlagenübertragung an WSSC
Anlage VIII:	Erfolgskontrollbericht

I. KURZE DARSTELLUNG

I.1 Aufgabenstellung

In dem Verbundprojekt hatte die VIS International GmbH die Aufgabe, eine Pilotanlage zu planen, zu bauen und zu betreiben, mit der organisch belastetes Mischabwasser aus Haushalten und lebensmittelproduzierenden Betrieben soweit gereinigt wird, dass es den vietnamesischen Einleitbedingungen entsprechend in einen Vorfluter eingeleitet werden konnte. Der bei der Abwasserreinigung anfallende Klärschlamm sollte in der Pilotanlage anaerob nachbehandelt und unter Zugabe von organischen Abfällen co-fermentiert und somit energetisch verwertet werden.

Die bei der Co-Fermentation gebildeten Gärreste sollten in einem nachgeschalteten Behandlungsschritt einer Niederenergiegärrestaufbereitungsanlage des Verbundpartners Herbst Umwelttechnik GmbH zugeführt werden.

Während der Projektlaufzeit sollte die VIS International GmbH einen künftigen Betreiber recherchieren und dessen Personal so qualifizieren, dass der Anlagenbetrieb durch einen vietnamesischen Betreiber gewährleistet ist.

Anlage I zeigt die Konstruktion der Pilotanlage in der Übersicht.

I.2 Voraussetzungen, unter denen das Projekt ausgeführt wurde

Die Projektvoraussetzungen bildeten zum einen die bisherigen geschäftlichen Aktivitäten der VIS International GmbH und zum anderen die bestehende Infrastruktur in dem Handwerkerdorf Dai Lam.

VIS International GmbH war zum Zeitpunkt der Projektbeantragung bereits seit mehreren Jahren in Vietnam in dem Geschäftsfeld Abwasseraufbereitung als Consultingunternehmen tätig.

In zahlreichen Projekten hat die VIS International GmbH gemeinsam mit deutschen Partnern dezentrale Abwasseraufbereitungsanlagen für diverse Anwendungen (organisch belastetes Abwasser in Industriezonen, Abwasser aus der Fischzucht,

Abwasser aus der Fleischverarbeitung etc.) konzeptioniert. Für den Behälter- und Rohrleitungsbau sowie für die Endmontage wurden vietnamesische Unternehmen kontaktiert. Die Steuerungstechnik und die Aggregate wurden aus Deutschland nach Vietnam geliefert. Die Endmontage wurde jeweils von Mitarbeitern der VIS International GmbH überwacht. Nach Inbetriebnahme sind die Anlagen dann an den Auftraggeber übergeben worden. Über diese Projekte hat sich die VIS International GmbH als Consultingunternehmen einerseits ein fachliches Know-how und andererseits ein Netzwerk von deutschen Technologieanbietern und Logistikunternehmen sowie vietnamesischen Ingenieurbüros, Bauunternehmen, Universitäten und freien Mitarbeitern aufgebaut. Die in den Projekten gesammelten Erfahrungen und das bestehende Partnernetzwerk war die Voraussetzung, um die Aufgabenstellung in dem Verbundvorhaben erfolgreich lösen zu können.

Die wesentliche Voraussetzung für den Betrieb einer Abwasserbehandlungsanlage mit nachgeschalteter energetischer Verwertung des Klärschlammes ist das Vorhandensein einer Infrastruktur. Im Rahmen eines Infrastrukturprojektes wurde in Dai Lam eine Abwasserkanalisation errichtet, an die sowohl Haushalte als auch Produktionsbetriebe angeschlossen sind (ca. 200 Anschlüsse). Über dieses Kanalisationssystem wird das Abwasser aus allen Anschlüssen gesammelt in einen Vorfluter geleitet. Die Abwassersammlung war die wesentliche technische Voraussetzung zur Durchführung des Teilprojektes in dem Verbundvorhaben.

I.3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Die Vorplanung des Verbundvorhabens erfolgte durch die Projektleitung (IAA). Für die Projektumsetzung sind insgesamt 15 Arbeitspakete festgelegt worden. Die Verantwortlichkeiten eines Arbeitspaketes, Aufgaben- und Zielstellung, Arbeits- und Zeitaufwand sind in diversen Besprechungen unter den Projektbeteiligten abgestimmt worden. Diese Festlegungen bildeten den Arbeits- und Zeitleitfaden für die Projektausführung. Die Projektplanung ist in einem Gesamtzeitbalkenplan (Anlage II) abgebildet wurden.

Im Laufe des Projektes fanden regelmäßige Statusbesprechungen statt, in denen die Projektpartner den Bearbeitungsstand bezogen auf die Arbeitspakete präsentierten und die nächsten Arbeitsschritte abgestimmt wurden.

Zwischen den Statusbesprechungen fanden bedarfsweise Treffen einzelner Projektpartner statt, um Detailfragen zu lösen bzw. operative, inhaltliche und organisatorische Zielstellungen anzupassen. Zur unverzüglichen Entscheidungsfindung wurden Telefonkonferenzen geführt, um dringende Entscheidungen zum Arbeitsablauf des Vorhabens abzustimmen.

Die Kommunikation bezüglich technischer Fragestellungen mit den vietnamesischen Projektbeteiligten erfolgte in regelmäßigen „skype-Konferenzen“ z. B. mit Unterauftragnehmer, Anlagensicherheit oder Anlagenservice. Für die Projektdarstellung in Vietnam gegenüber Projektpartnern oder der vietnamesischen Verwaltung sind insgesamt drei Workshops abgehalten worden. Die Einarbeitung in den Anlagenbetrieb sowie die Personalqualifizierung erfolgte ebenfalls im Rahmen von offiziellen Workshops.

Die Besprechungen und Workshops in Vietnam fanden an folgenden Terminen statt:

<u>Zeitraum</u>	<u>Arbeitspaket</u>
20.– 25.03.2011	Kick-off Meeting in Hanoi Besichtigung der Gegebenheiten in Dai Lam sowie Festlegung der Aufgaben der lokalen Partner unter Beachtung des vorgegebenen Terminplanes
12.- 13.11.2012	Offizielle Inbetriebnahme und Durchführung eines Workshops zur Präsentation der Funktionsweise der Pilotanlage Anschließende Einweisung von Fachpersonal (Ingenieure, WSSC) und lokalen Verantwortlichen (Anlagensicherheit, PC Dai Lam) in den Anlagenbetrieb und die Störungsbeseitigung, einschließlich Sicherheitsunterweisung
11. – 21.11.2014	Durchführung eines Workshops mit Fachpersonal (Ingenieure, WSSC): Einweisung in den Anlagenbetrieb, die Anlagenprogrammierung und Störungsbeseitigung. Des Weiteren ist das Fachpersonal in den Anlagenrück- und Anlagenwiederaufbau unterwiesen worden.

I.3.1 Änderungen des Arbeits-, Zeit- und Kostenplans

Im Projektverlauf sind gegenüber der ursprünglichen Planung sowohl Verschiebungen des Arbeits- und Zeitplanes als auch des Kostenplanes eingetreten.

Die Änderungen sind ursächlich wie folgt zu begründen:

- Der zugewiesene Standort konnte nicht mit Transportfahrzeugen erreicht werden. Die Pilotanlage musste in Einzelteilen zum Standort transportiert und dort montiert werden (2 Monate).
- Langwierige Zollabfertigung der aus Deutschland gelieferten Anlagenkomponenten (1 Monat).
- Verspätete Bereitstellung von belastbaren Daten bezüglich der Stoffströme und der stofflichen Zusammensetzung des Abwassers (4 Monate).
- Verspätete Installation des elektrischen Stromanschlusses in Dai Lam von Seiten des vietnamesischen Stromanbieters.
- Erhebliche Anlagenstörungen und Standzeiten aufgrund hoher Verschmutzung des Abwassers und fehlender Abwasserverfügbarkeit (2 Monate).

Auf Grundlage dieser Sachverhalte ist die Laufzeit des Projektes gem. entsprechender Beantragung um 6 Monate kostenneutral verlängert worden.

Neben den zeitlichen Verzögerungen haben sich auch Abweichungen vom Kostenplan ergeben, die wie folgt zu begründen sind:

- Das lokale Personal für Anlagenbetreuung und die Anlagensicherheit (WSSC und PC Dai Lam) mussten entlohnt werden.
- Die Stromkosten mussten getragen werden.
- Die Datenübertragung zur Anlagenfernüberwachung musste nachgerüstet werden und die Kosten für die Datenfernübertragung mussten getragen werden.

In der Projektplanung war davon auszugehen, dass die Kosten für lokales Personal und die Stromkosten aus einem Counterpartprojekt bedient werden. Ein solches Projekt wurde von der vietnamesischen Seite nicht durchgeführt. Für den Projektträger sind die Veränderung des Zeit- und Kostenplans kostenneutral. Die

angefallenen Mehrkosten werden vollständig von der VIS International GmbH getragen.

I.4 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Das Personal der VIS International GmbH hat sich in den zurückliegend ausgeführten Abwasserreinigungsprojekten fachlich wissenschaftlich für die hiesige Projektausführung qualifiziert obgleich der Arbeitsschwerpunkt in der Projektsteuerung, der technischen Unterstützung der Nachunternehmer und der Ausbildung des lokalen Personals bestand. Insbesondere die mehrjährige Markterfahrung in Vietnam begründet eine besondere Qualifikation für die Steuerung des Teilprojektes. VIS International GmbH hat fachlich qualifizierte Kooperationspartner und Nachunternehmer in die Anlagenplanung eingebunden:

Ingenieurbüro für Abwassertechnik Payer:

Das Ingenieurbüro Payer verfügt über eine mehr als 20-jährige Erfahrung in der Planung von Aerob- und Anaerobanlagen zur Reinigung von organisch belastetem Abwasser. Daneben ist das Ingenieurbüro ebenfalls seit mehreren Jahren in der Planung von Biogas- und Co-Fermentationsanlagen tätig.

BIOGEST AG:

Die BIOGEST AG ist ein international tätiger namhafter deutscher Hersteller von biologischen Kläranlagen mit einer fast 40-jährigen Marktstätigkeit. BIOGEST AG liefert sowohl Einzelkomponenten als auch Komplettsysteme für SBR-Kläranlagen.

I.4.1 Angabe bekannter Konstruktionen, Verfahren, Schutzrechte, die für die Vorhabensdurchführung genutzt wurden

Für die Abwasserreinigung wurde die SBR-Technologie (Sequenz batch reactor) eingesetzt. Die SBR-Technologie ist ein üblicherweise für die Behandlung von organisch belasteten Abwässern eingesetztes Belebtschlammverfahren. Im Unterschied zu normalen Durchflusskläranlagen finden bei der SBR-Technologie die

unterschiedlichen Behandlungsstufen in einem Behälter in zeitlich aufeinanderfolgenden Zyklen statt.

Die SBR-Einheit der Pilotanlage wurde auf Grundlage des von der BIOGEST entwickelten Puritainersystems konstruiert.

Die Behandlung des Überschussschlammes erfolgte nach bekannter Standard-Technologie in einem Anaerobreaktor teilweise unter Zugabe von organischen Abfällen.

Die Echtzeitübertragung der Messdaten aus der SBR-Anlage erfolgte mit dem Übertragungsgerät myDatalogEASY der HeGoBiotec GmbH über die Kemira-Internetplattform OCC-900.

I.4.2 Angabe zur verwendeten Fachliteratur, Informations- und Dokumentationsdienste

- [1] Center for Training and International Cooperation: The Baseline Survey on the INHAND Project Dai Lam Village, 2011
- [2] von Sperling, M.: Biological Wastewater Treatment in Warm Climate Regions, TJ International 2005
- [3] Wiese, J.: Entwicklung von Strategien für einen integrierten Betrieb von SBR-Kläranlagen und Mischkanalisationen, Universität Kaiserslautern, 1. Auflage, 2005
- [4] IWA: Sequencing Batch Reactor Technology, International Water Association (IWA), London (UK), 2001
- [5] DWA: Abwasserbehandlung, Bauhaus Universität Weimar, 2006
- [6] Malz, F.: Begriffserklärung von BSB₅, CSB, TOC und Veränderung des CSB/BSB₅-Verhältnisses bei der Abwasserreinigung, Schriftenreihe Gewässerschutz, RWTH Aachen, 1980
- [7] Spies, P.: Zur Interpretation von CSB-, TOC-Abbau und Faulgasentwicklung, Universität Hannover, 1985
- [8] Hulsbeek, J.: Untersuchung wichtiger biologischer Umsatzgeschwindigkeiten belebter Schlämme als Voraussetzung der Bemessung, 1994

- [9] Niehoff, H.H.: Biologische CSB-Elimination aus Abwässern – Möglichkeiten und Grenzen, TH Darmstadt, 1986
- [10] Koppe, P.: Kommunales Abwasser, Vulkan-Verlag, Essen, 1990
- [11] ATV: Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen ab 5.000 Einwohnern, Arbeitsblatt A131, St. Augustin, 1991
- [12] Schlegel, H.G.: Allgemeine Mikrobiologie, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1992
- [13] Hulsbeek, J.: Bestimmung von Parametern zur Beschreibung der Prozesse bei der biologischen Stickstoff- und Phosphorentfernung in Abwasserreinigungsanlagen, Universität Hannover, 1995
- [14] Bauerfeld, K.: Schlussbericht zum BMBF-Vorhaben Klärschlammbehandlung und -verwertung unter anderen klimatischen und sonstigen Randbedingungen, TU Braunschweig, 2009
- [15] Gujer, W.: Siedlungswasserwirtschaft, Axel Springer Verlag, New York (USA), 1999
- [16] Hopkins, L.N.: Using the Flexibility Index to compare Batch and continuous activated sludge process, Narbonne (Frankreich), 2000
- [17] Friedrich, M.: Planung von SBR-Anlagen, Rostocker Seminar zur Abwasserpraxis, Universität Rostock, 2004
- [18] Schleypen, P.: Weitergehende Abwasserreinigung in SBR-Anlagen, ATV Seminar ‚Weitergehende Abwasserreinigung‘, 1996
- [19] Brummack, Joachim: Vergärung von biogenen Abfällen und nachwachsenden Rohstoffen, Vorlesung, Dresden, 2013
- [20] Fritsche, W.: Mikrobiologie, Gustav Fischer Verlag Jena, 1. Aufl. 1990
- [21] Könnecke, T.: Current State of the Solid Waste Management in the Craft Village Dai Lam in Vietnam, November 2012
- [22] Imhoff, Imhoff, Jardin: Taschenbuch der Stadtentwässerung, Oldenbourg Industrieverlag, 2009
- [23] Eder: Biogas Praxis, ökobuch Verlag, 5. Aufl. 2012
- [24] Böttle/ Boy/ Clausing: Elektronische Mess- und Regeltechnik. Clando eBooks, 2008
- [25] DECHEMA-Datenbank
Gesellschaft für chemische Technik und Biotechnologie e.V.
www.dechema.de

I.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Das Verbundprojekt ist in Zusammenarbeit mit folgenden Partnern und Nachunternehmern und Kooperationspartnern ausgeführt worden:

Verbundpartner:

Technische Universität Dresden
Institut für Abfallwirtschaft und Altlasten (IAA)
Pratzschwitzer Str. 15, 01796 Pirna
Ansprechpartner: Prof. Peter Werner, Celia Hahn

Leibniz Universität Hannover,
Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik (ISAH)
Welfengarten 1, 30167 Hannover
Ansprechpartner: Dr.-Ing. Dirk Weichgrebe, Sebastian Meier

Herbst Umwelttechnik GmbH (HUT)
Goerzallee 305e, 14167 Berlin
Ansprechpartner: Dr.-Ing. Leonhard Fechter

Unterauftragnehmer

Biogest AG, Taunustein (Biogest)
Siemensstraße 1, 65232 Taunusstein
Ansprechpartner: Markus Batschauer (Projektleiter)

Hego Biotec GmbH
Goerzallee 305e, 14167 Berlin
Ansprechpartner: Dr. Andreas Otto (Geschäftsführer)

Kooperationspartner

Ingenieurbüro für Abwassertechnik Payer GmbH
Schillerstraße 68, 99096 Erfurt
Ansprechpartner: Peter Payer (Geschäftsführer)

Bac Ninh Water Supply und Sewerage Ltd., Company (WSSC)

57 Ngo Gia TU Street, Bac Ninh City

Ansprechpartner: Dinh Quang Hiep (Direktor), Nguyen Van Thai (Projektleiter)

Ministry of Construction, College of Urban Works Construction

Yen Thuong Street, Gia Lam, Hanoi

Ansprechpartner: Hue Bui Hong (Rektor)

VIWASE Vietnam Water, Sanitation and Environment JSC

5 Duong Thanh Street, Hanoi

Ansprechpartner: Nguyen Hien Hoa (Geschäftsführer)

Vietnam National University, Hanoi University of Science

334 Nguyen Trai Street, Thanx Xuan, Hanoi

Ansprechpartner: Dr. Vu Van Manh (Abteilungsleiter)

Vitraco International Logistic

9 Dao Duy Anh Street, Hanoi

Ansprechpartner: Tran Anh Tuan (Projektleiter)

Vietnamese – German Scientific and Technological Cooperation

34 T Building Hoang Dao Thuy Street, Cau Giay, Hanoi

Ansprechpartner: Pham Thi Viet Ha (Büroleiterin)

Peoples committee of Dai Lam

Ansprechpartner: Nguyen Van Tuyen (stellvertretender Dorfvorsteher)

II. EINGEHENDE DARSTELLUNG

II.1 Verwendung der Zuwendung und des erzielten Ergebnisses im Einzelnen und Gegenüberstellung der vorgegebenen Ziele

II1.1 Aufgaben-/Zielstellung

Basierend auf der Erfassung aller sozioökonomischer Daten und der umfangreichen Analyse der wichtigsten Stoff- und Abwasserströme, insbesondere der angewandten Produktionsprozesse in Dai Lam, wurde im Rahmen des Verbundprojektes ein

ganzheitliches umweltfreundliches Konzept zur Nutzung der verschiedenen Outputströme des Handwerkerdorfes entwickelt.

VIS International GmbH kam in dem Verbundprojekt die Aufgabe zu, eine technische Lösung für die Behandlung des Abwassers zu konzeptionieren. Mit einer Pilotanlage sollte Abwasser, welches aus Haushalten, der Schweinehaltung und aus Cassava- und Nudeln-produzierenden Betrieben stammt und in Abhängigkeit von der Niederschlagssituation sehr unterschiedliche organische Frachten beinhaltet, soweit gereinigt werden, dass es den vietnamesischen Einleitbedingungen entsprechend in einen Vorfluter eingeleitet werden kann. Hierfür sind Belebtschlammverfahren besonders geeignet. Bei diesen Verfahren fällt Überschussschlamm an. Üblicherweise wird solcher Überschussschlamm ausgefault und unsystematisch auf Ackerflächen verbracht. In dem Verbundprojekt sollte der Überschussschlamm in einer zweiten Stufe der Pilotanlage zusammen mit organischen Haus- und Marktabfällen co-fermentiert und somit energetisch verwertet werden.

Die bei der Co-Fermentation gebildeten Gärreste sollten in einem dritten nachgeschalteten Behandlungsschritt einer Niederenergiegärrestaufbereitungsanlage des Verbundpartners Herbst Umwelttechnik GmbH zugeführt und darin soweit getrocknet werden, damit ein Feststoffdünger entsteht.

Die Pilotanlage war in die örtlich bestehende Abwasserinfrastruktur einzubinden, um einen Teilstrom des Abwassers so zu reinigen, dass es, den vietnamesischen Standards entsprechend, in einen Vorfluter eingeleitet werden konnte.

Die Pilotanlage war mit einer eigenen Messtechnik auszurüsten, um den Anlagenbetrieb kontinuierlich zu kontrollieren. Die Kontrolle des Reinigungserfolges sollte durch stichprobenartige Untersuchungen von Wasser- und Schlammproben aus dem Zulauf und dem Ablauf durch den Verbundpartner ISAH erfolgen.

Ein wesentlicher Bestandteil zur Verstetigung des Vorhabens war die Einbindung eines Betreibers. In dem Betriebszeitraum sollten die Betriebsverantwortlichen in die laufenden Arbeiten eingebunden und über ein „training-on the-job“-Programm so geschult werden, dass die Fortführung des Anlagenbetriebes nach Projektende gesichert werden konnte.

II1.2 Lokale Voraussetzungen

Dai Lam liegt rund 40 km nordwestlich von Ha Noi und ist mit 4.845 Einwohnern, die in 1.150 Haushalten leben, das größte Dorf in der Kommune Tam Da. Traditionell wird in Dai Lam Schnaps aus Reis oder Cassava hergestellt und Reismudeln sowie Tofu werden produziert. Des Weiteren werden in zahlreichen Haushalten Schweine gehalten. Etwa 200 Haushalte und Produktionsbetriebe sind an eine Kanalisation angeschlossen. Gemeinsam mit dem häuslichen Abwasser bzw. dem Produktionsabwasser und der Schweinegülle gelangt der Regenwasserabfluss in diese Kanalisation. Die tägliche Abwassermenge aus der Schnaps- und Tofuproduktion sowie aus der Schweinehaltung liegt bei etwa 4 - 5 m³ Abwasser pro Produktionshaushalt und Tag. In den Haushalten, die durchschnittlich aus 5 Personen bestehen, beträgt diese täglich etwa 0,75 m³. Das Gesamtabwasseraufkommen der angeschlossenen Haushalte liegt bei ca. 321,5 m³ pro Tag.

Über 18 Sammelkanäle gelangt das Mischabwasser in einen Hauptkanal, über den es in einen offenen Kanal (Vorfluter) einfließt. In den Sammelkanälen sind Zweikammerklärgruben installiert. Diese sind jedoch vollständig verschlammt und damit funktionslos. Das Mischabwasser gelangt daher ungereinigt in den Vorfluter. Die insbesondere in regenarmen Zeiten sehr hohen Frachten an organischen Substanzen verursachen eine zeitweilig extreme Verschlammung des Vorfluters. Starkregenereignisse haben dann zur Folge, dass sich das Abwasser ungeklärt in die anliegenden Reisfelder ergießt.

Eine Untersuchung in dem Verbundvorhaben hat ergeben, dass etwa 46 % des Hausmülls aus organischen Haushaltsabfällen besteht. Diese Abfallfraktion steht grundsätzlich zusammen mit Gartenabfällen und organischen Marktabfällen als Co-Substrat für die Klärschlammnachbehandlung zur Verfügung. Das Potential an Co-Substrat liegt bei etwa 800 Kilogramm pro Tag. Damit kann das Gesamtabfallaufkommen, bei voller Nutzung der biogenen Abfälle theoretisch um über 50 % gesenkt werden, beziehungsweise können 54 % der 0,316 kg Abfall pro Einwohner und Tag energetisch verwertet werden.

Da die geplante Abwasserbehandlungsanlage an eine Mischwasserkanalisation angeschlossen werden soll, ist die Verteilung der jährlichen Niederschläge von

wesentlicher Bedeutung. Die tägliche Niederschlagsmenge, in der Kernregenzeit von Ende Mai bis Anfang September, variiert stark zwischen 17 mm und Spitzenwerten von über 120 mm Niederschlag. In der Zeit zwischen November bis April reduziert sich die Niederschlagsmenge im Mittel auf unter 2 mm pro Tag. In der Regenzeit treten kurzzeitige Trockenperioden genauso auf, wie in der Trockenzeit kurzzeitige Starkregenereignisse.

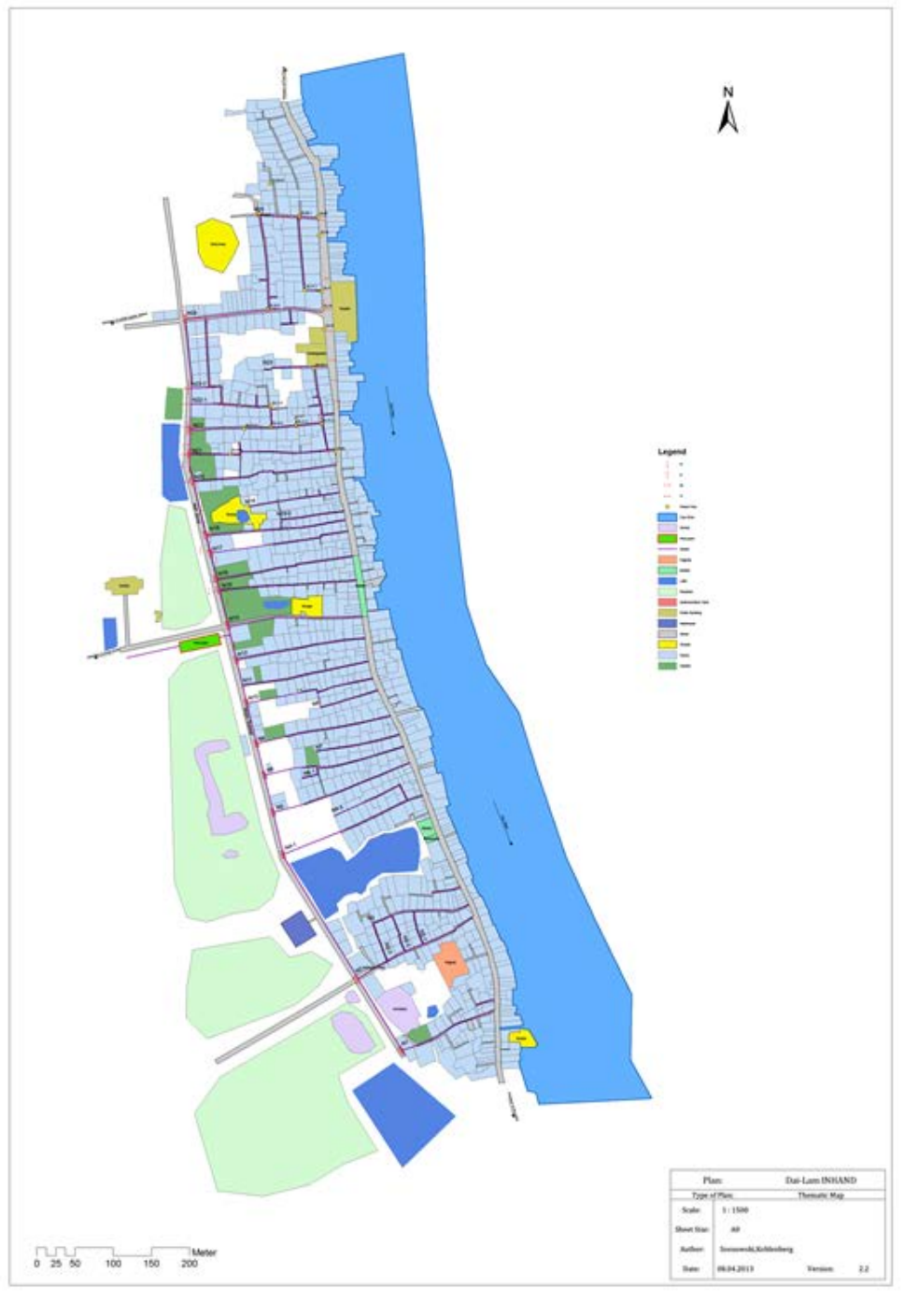


Abbildung 1: Lageplan Abwasserkanalisation in Dai Lam

II1.3 Konzeptionierung der Pilotanlage

In der initialen Projektphase hat VIS gemeinsam mit Biogest eine kombinierte Aerob-/Anaerob-Behandlungsanlage konzipiert. Das Konzept berücksichtigte die zu Projektbeginn bekannten Fakten der Abwasser-/Abfallsituation in dem Handwerkerdorf. Das Anlagenkonzept wurde vor dem Hintergrund weiterer künftiger Einsatzmöglichkeiten erarbeitet.

Die besondere Herausforderung für die Planung lag in dem geringen Mengendurchsatz. Anaerob-/Aerob-Behandlungsanlagen vergleichbaren Typs sind bisher nur für deutlich größere Durchflussmengen ausgelegt. Die geplante „Kompaktanlage“ für Abwasser, organische Abfälle und Schlämme stellt daher auch technisch eine tatsächliche Innovation dar.

Nach Vorlage der ersten Daten aus Felduntersuchungen der Verbundpartner wurden diese in das Erstkonzept eingearbeitet. Auf Grundlage dieser neugewonnenen Erkenntnisse ist eine Anpassung des Anlagenkonzeptes und eine Umdimensionierung der Pilotanlage durchgeführt worden.

Wegen der zu erwartenden Stoßbelastungen wurde die ursprünglich als Durchflussanlage konzipierte Abwasserbehandlung als SBR-Anlage ausgelegt. Damit wurde auf die tatsächlichen lokalen Bedingungen reagiert, die zu Projektbeginn so nicht bekannt waren. Zu der Konzeptänderung und der Umdimensionierung wurden entsprechende Neuberechnungen ausgeführt.

Gemäß den Anforderungen des lokalen Volkskomitees musste das ursprüngliche Konzept eines ortsfesten Baus in eine mobile Systembauanlage in Modulbauweise verändert werden. Zur Verstärkung des innovativen Charakters ist die Pilotanlage als eine Einheit mit einer gemeinsamen Steuerungseinrichtung ausgelegt worden (Verfahrens- und Bauwerkskombination).

Im Ergebnis zahlreicher Konzeptänderungen wurden für die Detailplanung folgende Festlegungen getroffen:

Standort

Als Standort für die Pilotanlage wurde der offene Abwasserkanal festgelegt. Dazu wird eine Plattform unmittelbar hinter dem Abwasserzufluss aus dem zentralen Abwassersammelkanal errichtet.

Erste Reinigungsstufe

Die Abwasserbehandlung erfolgt mittels Belebtschlammverfahren und wird als semi-mobile-SBR Anlage ausgeführt. Als Behälter wird ein offener 40“ Stahlcontainer gebaut, der konstruktiv in eine Voredimentationskammer und einen Belüftungsreaktor unterteilt ist. In dem Belüftungsreaktor werden Messsonden installiert.

Zweite Reinigungsstufe

In der SBR-Anlage fällt Überschussschlamm an. Dieser wird in einer zweiten anaeroben Behandlungsstufe mittels Co-Fermentation mit Küchen- und Marktabfällen energetisch verwertet. Als Behälter wird ein 40“ Stahlcontainer gebaut, der konstruktiv in eine offene Einfüll- und Mischkammer und in einen geschlossenen Fermenter unterteilt ist. Der Behälter wird mit Messsonden ausgerüstet. An der Anlage wird ein Häcksler installiert, mit dem die organischen Abfälle vorzerkleinert werden.

Steuerung/Controlling

Die Anlage wird mit einer Steuerungseinrichtung zentral gesteuert. Die Mess- und Betriebsdaten werden mit Datenlogger erfasst und über entsprechende Module fernübertragen.

II1.4 Detaillierte Anlagenbeschreibung

Standfläche

Etwa 10 m hinter dem Einlauf des Abwassers aus dem Zentralkanal ist der offene Kanal über eine Länge von 35 m mit Sand verfüllt worden. Dadurch wurde ein etwa 50 m² großer Abschnitt von dem restlichen Kanal abgetrennt. Dieser in der Folge als Einlassbauwerk bezeichnete Abschnitt ist über ein Abwasserrohr, das in die Sandauffüllung eingebaut wurde, mit dem übrigen offenen Kanal verbunden. Die Stirnseiten der Auffüllung wurden mit einem Betonverbau gegen Abrutschen gesichert. Nach Verdichtung wurde auf der Sandauffüllung eine etwa 20 cm mächtige Betonplatte gegossen, auf der die Anlagenbehälter errichtet wurden.

Einlaufbauwerk

In dem Einlassbauwerk wurde eine mit einem Schneidwerk ausgerüstete Schlammpumpe installiert. Diese Schlammpumpe wurde mittels Rohrleitung mit dem Pufferbehälter der SBR-Anlage verbunden.

Technische Ausrüstung:

<u>Bezeichnung</u>	<u>Beschreibung</u>
1 St. Behälter	natürlich belassener offener Kanal (5,0m x 8,0m x 1,0m; 40 m ³)
1 St. Unterwasserpumpe	Abwasserförderung, inkl. Schneidwerk (2x ITT flygt, 2,0 kW)
1 St. Schwimmerschalter	Wasserspiegelmessung für Anlagensteuerung

Erste Reinigungsstufe: SBR-Anlage

Grundlage für die Dimensionierung der SBR-Anlage ist das System Puritainer-40 der BIOGEST AG. Dieses System erfüllt die Normen der "DWA – Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V." Die SBR-Anlage wurde ausgelegt für eine Abwasserbasisbelastung von 30 m³/d, entsprechend 200 Einwohnerequivalenten (EWG).

Als Behälter wurde ein nach oben offener 40" Stahlcontainer, baugleich einem ISO-normten Transportcontainer, vor Ort montiert. Der Container wurde durch eine Zwischenwand in einen SBR-Puffer und den SBR-Reaktor geteilt.

Der SBR-Puffer ist über eine Rohrleitung mit der Schlammpumpe im Einlassbauwerk verbunden und mit zwei Unterwasserpumpen ausgestattet. Beide Pumpen verfügen über Schneidwerke zum Zerkleinern von organischen Bestandteilen. Eine Pumpe wird ausschließlich dazu betrieben, um die in dem Puffer befindliche Abwassercharge zu homogenisieren und um Ablagerungen zu vermeiden. Die zweite Pumpe ist mittels Rohrleitung mit dem SBR-Reaktor verbunden und dient zu dessen Befüllung.

In dem SBR-Reaktor sind zwei Crown Turbinen in schräg gegensätzlicher Richtung installiert. Über diese spezielle Anordnung soll sichergestellt werden, dass in der Aerobphase des SBR-Prozesses der gesamte Wasserkörper belüftet wird. Über eine Unterwasserpumpe und eine Rohrleitung wird Klarwasser am Ende des Sedimentationsprozesses aus dem SBR-Reaktor abgeleitet. Der Überschussschlamm wird mittels Schlammpumpe aus dem Belüftungsreaktor und über die Rohrleitung in den Pufferbehälter des Fermenters gepumpt.

Sämtliche Pumpen sind mit Schwimmerschalter ausgerüstet, über die deren Steuerung erfolgt.

Der SBR-Container ist mit zwei Arbeitsplattformen ausgestattet, sodass Wartungsarbeiten und Sichtkontrollen ausgeführt werden können. Auf einer Arbeitsplattform sind die zentrale Steuerung und die Datenübertragungseinrichtung installiert.

Die Innenwände und die Bodenplatte des SBR-Containers sind mit einem abrassionsfesten und säure-/laugenbeständigen Anstrich (Intertol-Poxitar) versehen.

Leistungsdaten:

- tägliche Abwassermenge (2 Phasenbetrieb): 30,0 m³/d
- tägliche BSB5-Fracht: 12,0 kg BSB5/d
- tägliche Stickstofffracht: 2,2 kg tKN/d
- tägliche Phosphat-Fracht: 0,5 kg P/d

- Reinigungsleistung:
 - BSB5- Konzentration: < 30 mg/l
 - CSB-Konzentration: < 100 mg/l

Technische Ausrüstung

<u>Bezeichnung</u>	<u>Beschreibung</u>
1 St. Reaktor	40“ Norm-Stahlcontainer (12,0 x 2,5 x 2,5 m, 75 m ³) mit Trennwand zwischen Puffer (1,0 x 2,5 x 2,5 m, 6,25 m ³) und SBR-Reaktor (11,0 x 2,5 x 2,5 m, 68,75 m ³), 8 Rohranschlüssen, Rohrverbindung zwischen Puffer und SBR-Reaktor, Entleerungsstutzen, Kran für Pumpenbewegung, zwei Arbeitsplattformen, Leiter, Rohrleitungen zu Einlasspumpe und Fermenter
1 St. Unterwasserpumpe	Homogenisierung in Puffer, inkl. Schneidwerk (ORPU, 1,5 kW)
1 St. Unterwasserpumpe	Abwasserförderung von Puffer in SBR-Reaktor, ausgerüstet mit Schneidwerk (ORPU, 1,5 kW)
1 St. Unterwasserpumpe	Überschussschlammförderung von SBR-Reaktor in Fermenter-Puffer (ITT flygt, 1,2 kW)
1 St. Unterwasserpumpe	Klarwasserförderung aus SBR-Reaktor in Fermenter-Puffer (ITT flygt, 1,2 kW)
2 St. Unterwasserpumpe	Abwasserbelüftung, inkl. Luftansaugrohre und Injektor (2x ITT flygt, 2,0 kW)
4 St. Schwimmerschalter	Wasserspiegelmessung für Anlagensteuerung

Zweite Reinigungsstufe: Fermenter

Basis des Fermenters ist ebenfalls ein ISO-genormter 40“ Stahlcontainer. Dieser ist durch eine Zwischenwand in einen Einlasspuffer (1,0 x 2,5 x 2,5 m, 6,25 m³) und den Anaerobeaktor (11,0 x 2,5 x 2,5 m, 68,75 m³) geteilt. Der Einlasspuffer ist über eine Rohrleitung direkt an die Überschussschlammpumpe des Belüftungsreaktors der SBR-Anlage gebunden. In dem Einlasspuffer ist eine Unterwasserpumpe mit

Schneidwerk installiert. Über diese werden der Überschussschlamm und organische Abfälle durch eine Rohrleitung dem Fermenter zugeleitet. Der Fermenter ist durch eine Stahlabdeckung nach oben so abgedichtet, dass kein Luftzutritt von außen möglich ist. In dem Fermenter ist nahe einer Stirnseite eine Schlammpumpe installiert, die das Gemisch aus Überschussschlamm und organischen Abfällen aufnimmt und über eine in Längsrichtung des Behälters angebrachte Rohrleitung auf die gegenüberliegende Containerseite fördert. Somit wird eine ständige Zirkulation des Schlammgemisches gewährleistet. Über eine Rohrleitung laufen die Gärreste im freien Gefälle entweder zurück in das Einlaufbauwerk oder in die Niedergärrestaufbereitungsanlage. Auf der Deckenplatte sind ein Notfallventil und ein Schornstein installiert, durch die Biogas kontrolliert aus dem Fermenter ausgeführt werden kann.

Sämtliche Pumpen sind mit Schwimmerschalter ausgerüstet, über die deren Steuerung erfolgt. Die Schwimmerschalter, die in dem Fermenter installiert sind, sind ex-geschützt.

Technische Ausrüstung

<u>Bezeichnung</u>	<u>Beschreibung</u>
1 St. Reaktor	40" Norm-Stahlcontainer (12,0 x 2,5 x 2,5 m, 75 m ³) mit Trennwand zwischen Puffer (1,0 x 2,5 x 2,5 m, 6,25 m ³) und Fermenter (11,0 x 2,5 x 2,5 m, 68,75 m ³), Stahlabdeckung des Fermenters mit zwei luftdicht verschraubbaren Mannlöchern (0,6 x 0,6 m), Schornstein, Auslassverrohrung für Gärreste, Rohrverbindung zwischen Puffer und Fermenter sowie Fermenter und nachgeschalteter Gärrestaufbereitung, Überlaufsystem, Notfallventil, Entleerungsstutzen, Treppe
1 St. Unterwasserpumpe	Wasser-/Organikförderung aus Puffer in Fermenter (ITT flygt, 2,0 kW)
1 St. Unterwasserpumpe	Durchmischung in Fermenter (ITT flygt, 2,0 kW)
2 St. Schwimmerschalter	Wasserspiegelmessung für Anlagensteuerung, ex-geschützt

Häcksler

Für die Aufbereitung der organischen Abfälle ist ein handelsüblicher Zerkleinerer für organische Stoffe der Fa. VIKING auf der Betonplattform zwischen den beiden Anlageneinheiten positioniert worden.

Technische Ausrüstung

<u>Bezeichnung</u>	<u>Beschreibung</u>
1 St.	VIKING Shredder, Typ GE 375

Steuerung

Beide Anlagenteile (SBR-/Fermenter) laufen vollautomatisch und werden zentral gesteuert. Von dem örtlichen Stromversorger wurde ein 400V-Anschluss mit 25kW Leistung an die Pilotanlage angelegt.

Der Steuerschrank ist auf einer Arbeitsplattform auf der SBR-Anlage installiert. Im Steuerschrank befinden sich sämtliche elektrische Anschlüsse, die Steuerung und die zentrale Stromeinspeisung. Die SPS wird über ein Operatorpaneel programmiert. Jedes Aggregat bekommt eine Meldung „Automatik“, „Hand“, „Aus“ und „Störung“. Vom Steuerschrank aus verlaufen die Kabel zu den einzelnen Pumpen und den Schwimmerschaltern.

Zum Schutz gegen Stromausfälle ist das gesamte Anlagensystem mit einer unterbrechungsfreien Stromversorgung (USV) ausgerüstet. Im Falle eines Stromausfalles sorgt die USV für eine kontrollierte Abschaltung des Anlagensystems, so dass dieses nach Wiederherstellung der Stromversorgung ordentlich selbständig wieder in Betrieb gehen kann. Gleichzeitig schützt die USV die Anlage vor Spannungsschwankungen im Stromnetz dadurch, dass z. B. Überlasten ausgeglichen werden.

Alle Gegenstände aus Metall (Treppe, Arbeitsplattform einschließlich Geländer) und der gesamte Baukörper sind an ein Potentialausgleichsystem angeschlossen. Dazu wurde um die gesamte Anlage verzinkter Flachstahl als Bänderverlegt.

Technische Ausrüstung:

<u>Bezeichnung</u>	<u>Beschreibung</u>
1 St. Steuerschrank	Stahlschrank (800x1200x300 mm), inkl. LOGO-Steuermodul, Niederspannungsteile mit Relais, FI-Schutzschalter, Sicherungen, speicherprogrammierbare Steuerung, Datenmanagementsystem (Ecograph), unterbrechungsfreie Stromversorgung

Messeinrichtungen

In dem Belüftungstank der SBR-Anlage sind Sonden zur Messung der betriebsrelevanten Parameter im Abwasser: elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert, Sauerstoffgehalt und Temperatur installiert. Die Messsonden sind an einer schwimmenden Plattform befestigt, so dass die Messungen kontinuierlich und unabhängig vom Wasserpegel erfolgen können.

In dem Fermenter sind zwei Sonden zur Messung des pH-Wertes und der Temperatur installiert. Zur Erfassung der Gasmenge und der Gaszusammensetzung wird das zu dem Schornstein strömende Gas durch eine Rohrleitung geleitet, an die ein Gasmengenzähler und zwei Sensoren angeschlossen sind. Mittels Gasmengenzähler kann die Gasproduktion erfasst werden. Mit den Sensoren werden die CO₂- und die Methan-Konzentration in dem Biogas kontinuierlich gemessen.

Die Messwerte der betriebsrelevanten Parameter werden an das Signalerfassungssystem myDatalogEASY übertragen, das auf einer Arbeitsplattform auf dem SBR-Container in einem zweiten Steuerungsschrank installiert ist. Die Messdaten können auf einem Display vor Ort abgelesen werden. Gleichzeitig werden die Messwerte in Echtzeit via Mobilfunk auf die Kemira-Internetplattform OCC-900 übertragen, wo die Messwerte kontinuierlich am PC abgelesen werden können und somit eine stetige Betriebskontrolle gewährleistet wird.

Die Messung der Durchflussmengen (Abwasser, Überschussschlamm, Klarwasser, Biogas) erfolgt über die Laufzeitenerfassung der Pumpen durch ein Logikmodul. Von diesem werden Sie an ein Datenmanagementsystem (Ecograph) übertragen und

können vor Ort auf einem Display ausgelesen werden. Gleichfalls erfolgt eine diskontinuierliche Datenübertragung via Mobilfunk auf die Internetplattform mdex, von wo die Messwerte auf den PC abgerufen werden können.

Technische Ausrüstung

<u>Bezeichnung</u>	<u>Beschreibung</u>
1 St. Steuerschrank	Stahlschrank (0,86 x 1,26 m), mit Stromanschluss, Signalerfassung System myDatalogEasy und Datalog-Display
1 St. Tauchsonde	Fermenter, pH-Wert Messung (Lange)
1 St. Tauchsonde	Fermenter, Temperatur Messung (Lange)
1 St. Tauchsonde	SBR-Reaktor, pH-Wert Messung (Lange)
1 St. Tauchsonde	SBR-Reaktor, elektrische Leitfähigkeit (Lange)
1 St. Tauchsonde	SBR-Reaktor, Sauerstoff (Lange)
1 St. Tauchsonde	SBR-Reaktor, Temperatur (Lange)
2 St. Gassonden	Sonden für Methan, CO ₂ -Messung (Blue Sense)
1 St. Gasmeter	Gasmengenzähler (Gallus Typ 2000)

Anlagensicherheit

Die Pilotanlage ist mit einem Blitzableiter ausgerüstet worden. Über ein in der Betonplatte verlegtes Metallband ist die gesamte Anlage geerdet.

An der Außenseite des SBR-Reaktors wurde ein Notschalter installiert, über den die gesamte Anlage im Notfall stromlos geschaltet werden kann.

Anlage III enthält die Konstruktionszeichnungen der SBR-Anlage und des Fermenters. In Anlage IV sind die technischen Bestandteile der gesamten Pilotanlage fotografisch dokumentiert.

Verfahrenstechnische Übersicht

Abbildung 2 gibt eine verfahrenstechnische Übersicht der Pilotanlage (in der Abbildung ist auch der Anlagenteil Niedergärrestaufbereitung des Verbundpartners

Herbst Umwelttechnik dargestellt, der nicht Bestandteil der voranstehenden und nachfolgenden Beschreibungen ist).

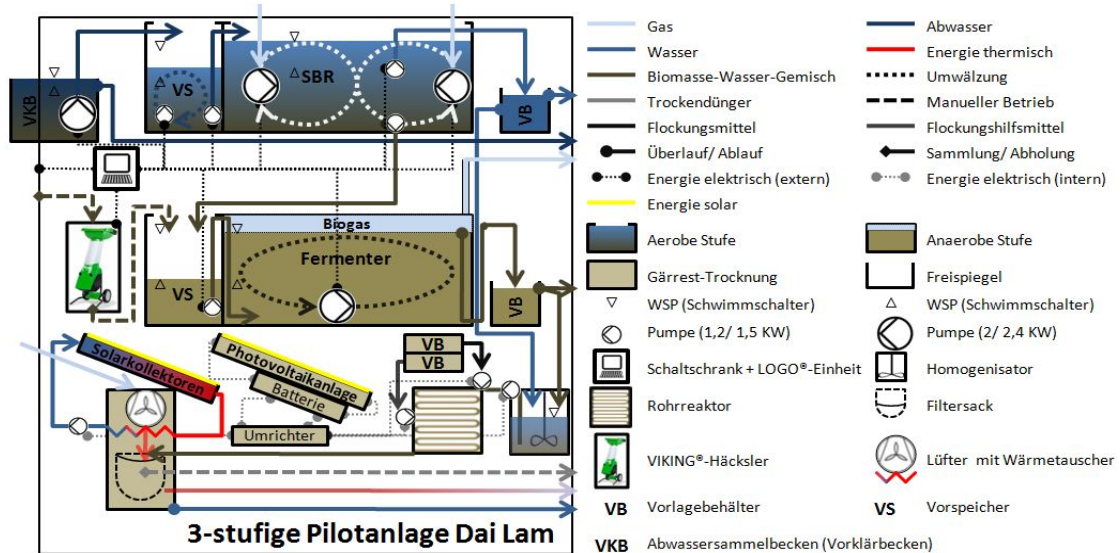


Abbildung 2: Verfahrenstechnischer Aufbau der gesamten Pilotanlage mit Legende

Anlagenkapazitäten

In der nachfolgenden Tabelle 1 sind die wesentlichen Daten der Anlagenkapazitäten der Pilotanlage aufgeführt

Tabelle 1: Übersicht über die Kapazitäten der Pilotanlage

Volumina:	[m³]/Zyklus	[m³]/d	Variabel
Vorseicher (IST)	5,03 m ³ (Δ 2,28 m ³)		Ja
Vorseicher SBR/Fermenter (Maximum)	9,29 m ³ (Δ 6,55 m ³)		Nein
Belebungsbecken (IST)	52,53 m ³ (Füllhöhe 2,06 m)		Ja
Belebungsbecken (Maximum)	56,10 m ³ (Füllhöhe 2,20 m)		Nein
Abwassermenge (Zweier-Zyklus)	16,065 m ³	32,13 m ³	Ja
Abwassermenge (Dreier-Zyklus)	16,065 m ³	32,13 m ³	Ja
Volumenaustauschverhältnis SBR (IST)	30,58 %		Ja
Klarwasser (Zweier-Zyklus)	14,025 m ³	28,05 m ³	Ja
Klarwasser (Dreier-Zyklus)	14,025 m ³	42,08 m ³	Ja
Überschussschlamm (Zweier-Zyklus)	2,04 m ³	4,08 m ³	Ja
Überschussschlamm (Dreier-Zyklus)	1,22 m ³	3,67 m ³	Ja
Fermenter	45,9 m ³ (Füllhöhe 1,8 m)		Nein

Leistungs- und Verbrauchsdaten der Pilotanlage

In Abbildung 3 sind die Leistungs- und Verbrauchsdaten der gesamten Pilotanlage graphisch dargestellt.

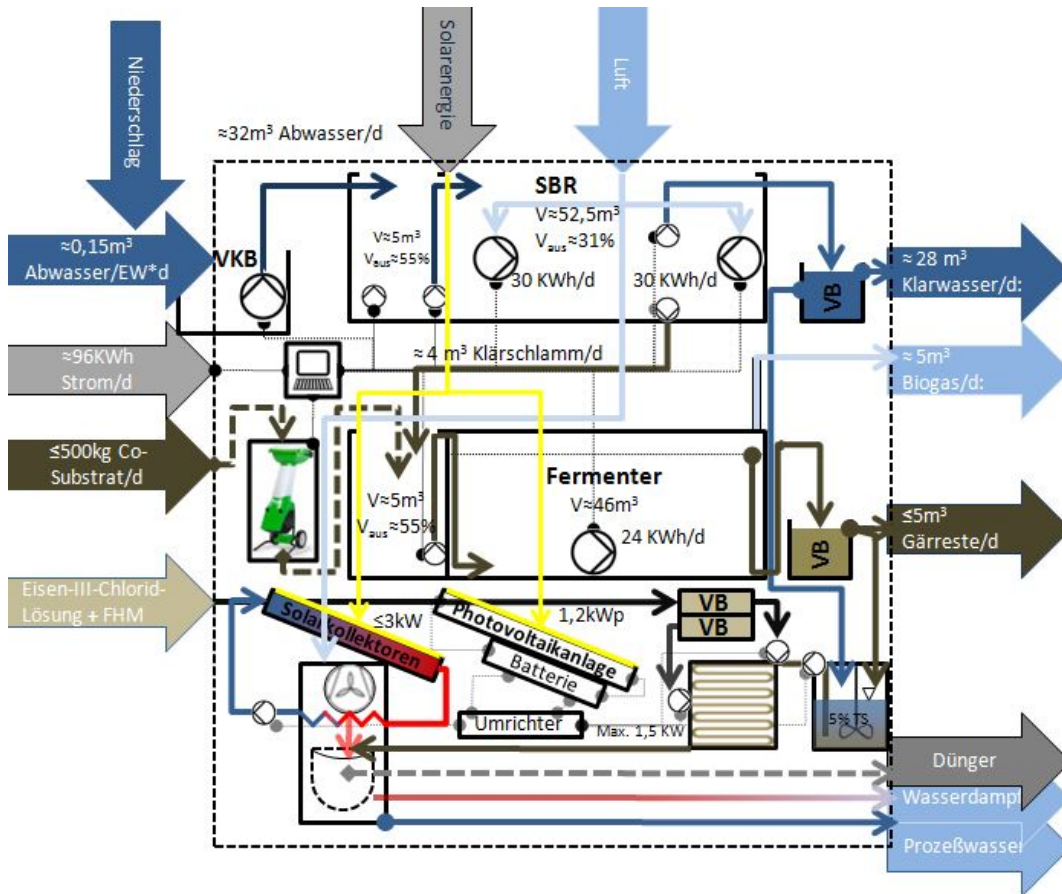


Abbildung 3: Leistungs- und Verbrauchsdaten der Pilotanlage

Stromverbrauch

In dem Zeitraum von Februar bis Dezember 2013 wurde für eine ökonomische Betrachtung der Stromverbrauch der einzelnen Aggregate der SBR-Anlage nach dem in Abbildung 4 dargestellten Betriebsablauf aufgezeichnet. Die Verbrauchsdaten sind in Tabelle 2 aufgelistet.

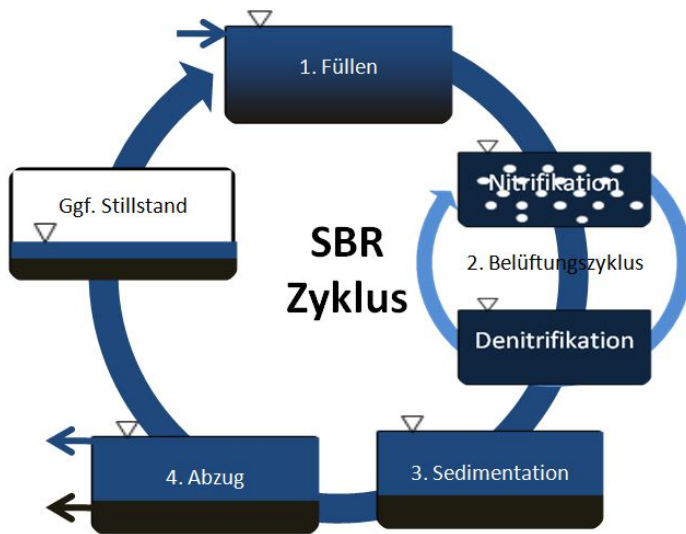


Abbildung 4: SBR-Zyklus der Pilotanlage

Tabelle 2 Stromverbrauch für das Zweier-Zykluszeitprogramm 13.02.2013 – 30.12.3013

Temporäre Abfolge Zyklusprogramm		Pro Zyklus [h]	Pro Tag [h]	Stromverbrauch [KWh/d]
Akzeptanz 8-17 Uhr und 20-5 Uhr	Zyklus (gesamt)	12	24	70,2
	1. Füllen	5/6	10/6	7
	2. Belüftungszyklus (< 5 Zyklen à 109 min):	9	18	56
	Nitrifikation à 85 min	7	14	56
	Denitrifikation à 24 min	2	4	0
Sedimentation 17-19 Uhr und 5-7 Uhr	3. Sedimentation:	2	4	4
	Nachbelüftung	0,5	1	4
	Sedimentation	1,5	3	0
	4. Abzug:	2/3	4/3	1,6
	Klarwasserabzug	35/60	7/6 h	1,4
	Schlammabzug	5/60	1/6 h	0,2

Die Fülldauer ist abhängig von der Förderleistung der Pumpen und von der Abwasserverfügbarkeit. Wegen der zeitweise enormen Verschmutzung des Abwassers mit Störstoffen (Papier, Kunststoff- und Gummibänder etc.) und organischer Feststoffe (Reiskörner, Schilfblätter etc.) konnte mit einsetzender

Trockenheit eine zunehmende Feststoff- und Störstoffanreicherung beobachtet werden, was zu häufigen Betriebsstörungen durch Verstopfung der Pumpenlaufrädern der Pumpen im SBR-Puffer führte. In der Kernzeit der Trockenperiode ist die Unvermeidbarkeit einer mechanischen Vorbehandlung deutlich geworden. Dieser Umstand wurde mit der Errichtung einer Gittersperre in ausreichendem Maße erreicht.

Der Stromverbrauch der Anlage konnte nicht durch die Abrechnung der monatlichen Kilowattstunden bestätigt werden, da die Stromzufuhr unter erheblichen Störungen stand. Dies führte zu Anlagenstillständen mit Unterbrechung der Zyklen, was insbesondere zwischen Abzug und Füllen zum totalen Ausfall des folgenden Zyklus führen kann. Dies ist unter anderem bei Probenahmen zu berücksichtigen, da dieselbe Abwassermenge zwei Reinigungszyklen durchlaufen kann. In der nachstehenden Tabelle 3 ist der theoretische elektrische Verbrauch bei permanenter Stromversorgung aller Pumpen aufgeführt.

Tabelle 3: Tagesstrombedarf der Pilotanlage unter der Annahme: 2 Zyklen + 1 Stunde Biomassezerkleinerung

Elektrische Pumpen			Stromverbrauch/ Laufzeit		
Bezeichnung	Hersteller	Position	(KW)	[h/d]	(KWh/d)
Inlet-Pumpe 1	Flygt	Abwasserkanal	2,4	0,9	2,2
Inlet-Pumpe 2	Flygt	VS-SBR	1,5	1,6	2,4
Zirkulationsspumpe	Flygt	VS-SBR	1,5	1,6	2,4
Aerator 1	Xylem	SBR-Reaktor	2	15,0	30
Aerator 2	Xylem	SBR-Reaktor	2	15,0	30
Klarwasserpumpe	Flygt	SBR-Reaktor	1,2	1,2	1,4
Überschuss-schlamm-pumpe	Flygt	SBR-Reaktor	1,2	0,2	0,2
Zerkleinerungs-pumpe	Flygt	VS-Fermenter	2	0,3	0,7
Zirkulationspumpe	Flygt	Fermenter	2	12,0	24
Häcksler	Viking	Mobil	3	1,0	3
Gesamtstromverbrauch					96,3

Gesamtstromverbrauch

Bezogen auf die Wasserreinigungsmenge ist der Energiebedarf der Pilotanlage ausgesprochen hoch. Mit einem täglichen Durchsatz von 32,13 m³ ergibt sich eine Relation von 2,14 KWh/m³ Abwasser bzw. rund 2,5 KWh/m³ gereinigtes Abwasser.

Dieser Sachverhalt lässt sich mit dem Pilotcharakter aber auch mit der hohen Fracht an organischen Inhaltsstoffen im Abwasser begründen. 60 % des Energiebedarfes muss für die Belüftung aufgewendet werden. Für die Homogenisierung des Gärsubstrates im Fermenter werden weitere 25 % benötigt. Hierin liegt somit aus energetischer Sicht das größte Optimierungspotential, jedoch kann die Senkung des Energiebedarfs auch zur Verschlechterung der Abbaueffizienz im SBR und zu Betriebsstörungen im Fermenter führen. Feste Betriebszeiten erscheinen hinsichtlich der extrem schwankenden Eingangswerte energetisch recht ineffizient. Diese müssen in einer weiteren ökonomischen Bilanzierung den erhöhten Betriebskosten bei einer variablen Betriebsführung, z. B. durch Personalkosten, entgegengestellt werden.

Für die Nutzung des VIKING®-Häckslers wurde eine Stunde angenommen, was auf Erfahrungswerte bei der Zerkleinerung von 500 kg Biomasse beruht. Dies hängt wiederum mit dem manuellen Betrieb und den Substrateigenschaften zusammen. Zudem beeinflusst dieser Prozess den Strombedarf der Zerkleinerungspumpe im Fermenter. Allerdings ist dieser Unterschied im Verhältnis zum Gesamtstrombedarf der Anlage sehr gering.

II1.5 Zeitlicher Ablauf des Baus und der Inbetriebnahme der Pilotanlage

Nach abgeschlossener Anlagenplanung wurde im April 2012 mit den Vorarbeiten zum Bau der Pilotanlage begonnen. In Deutschland wurden sämtliche Aggregate und Rohrleitungen vormontiert. Die Container für die SBR-Einheit und den Fermenter hat die Fa. VIWASE ab Juni 2012 in einem Werk nahe Bac Ninh vorgefertigt und die Einzelteile im August 2012 am Standort montiert. Im Juli 2012 hat VIWASE die Stellfläche innerhalb des offenen zentralen Abwasserkanals hergestellt. Nach Fertigstellung des Containerbaus wurde der Anlagenstandort zum Anlagenschutz eingezäunt.

Nach fünfwöchiger Verschiffung und Erledigung sämtlicher Zollformalitäten sind im September 2012 sämtliche Aggregate und Rohrleitungen der SBR-Anlage und des Fermenters an den Standort nach Dai Lam geliefert worden, wo Mitarbeiter von VIS International GmbH und BIOGEST umgehend mit der Fertigmontage begannen. Am 30.09.2012 konnte die gesamte Pilotanlage baulich fertiggestellt werden.

Da zum Zeitpunkt der Anlagenfertigstellung die Stromleitung durch den örtlichen Energieversorger noch nicht errichtet werden konnte, musste die Inbetriebnahme zunächst verschoben werden. Diese erfolgte dann im Rahmen des INHAND-Workshops am 13.11.2012. Zunächst ist nur die SBR-Einheit in Betrieb genommen worden.

Auf Grundlage der Analysen des Anlagenbetriebes der SBR-Einheit in der Inbetriebnahmephase wurden zwischen November 2012 und Februar 2013 diverse Anpassungen der Anlagensteuerung, bauliche Veränderungen, Reparaturen und Änderungen in der Prozessführung vorgenommen. Ebenfalls wurden ergänzende bauliche Veränderungen zur Anlagensicherung ausgeführt. Gleichfalls wurden die Messsonden und das Datenfernübertragungssystem zum Monitoring des SBR-Prozesses installiert und aktiviert.

Ab Mitte Februar 2013 funktionierte die SBR-Anlage im Normalbetrieb und produzierte Klarwasser und Überschussschlamm. Der Überschussschlamm wurde kontinuierlich in den Fermenter geleitet. Im August 2013 hatten sich in dem Fermenter die anaeroben Bedingungen eingestellt und die Überschussschlammmengen in einer Konsistenz angesammelt, die für einen ordentlichen Betrieb der Anaerobeinheit erforderlich sind. Zu diesem Zeitpunkt sind die Messsonden und der Gasmesszähler installiert worden, um den anaeroben Co-Fermentationsprozess und die Biogasproduktion kontinuierlich zu überwachen. Zeitgleich ist mit der Zuführung biogener Abfälle begonnen worden.

II1.6 Betriebsführung

In Anlage V sind die wesentlichen im folgenden Text beschriebenen Betriebsabläufe fotografisch dokumentiert. Die Anlage VI enthält die Betriebsanleitungen für die SBR-Anlage und den Fermenter.

II1.6.1 Betriebsführung SBR-Anlage

Der Betrieb einer SBR-Anlage im Allgemeinen und der Pilotanlage im Speziellen erfolgt in zwei wesentlichen Betriebsphasen:

- Akzeptanzphase
- Sedimentationsphase

Die beiden Phasen entsprechen einem Behandlungszyklus. Die Anzahl der Reinigungszyklen pro Tag und damit die Reinigungsleistung stehen im direkten Zusammenhang mit den organischen Frachten im Abwasser. Um sicherzustellen, dass die die Einleitbedingungen für das Klarwasser auch zu den Zeiten, in denen das Abwasser besonders hohe organische Frachten beinhaltet, eingehalten werden, wurde die Anlage bei Inbetriebnahme auf zwei Reinigungszyklen pro Tag programmiert. Ab Januar 2014 wurde der Betrieb auf drei Reinigungszyklen umgestellt. Im Nachfolgenden sind die Betriebsphasen der Pilotanlage beschrieben.

Akzeptanzphase: Füllen und Belüften

Zu Beginn der Akzeptanzphase wird zunächst das Abwasser, welches sich in dem SBR-Puffer befindet, mit der Zirkulationspumpe homogenisiert und anschließend mit der Förderpumpe in den SBR-Reaktor gepumpt. Sobald der Wasserniedrigstand von 0,5 m in dem SBR-Puffer erreicht ist, wird die in dem Einlaufbauwerk installierte Schlammpumpe eingeschaltet und Mischabwasser aus dem Einlaufbereich in den SBR-Puffer nachgefördert. Die Abwasserförderung aus dem Einlaufbauwerk in den SBR-Puffer, die Homogenisierung darin und die Förderung des Abwassers aus dem SBR-Puffer in den SBR-Reaktor erfolgt diskontinuierlich solange, bis der Maximalpegel im SBR-Reaktor (2,06 m) erreicht ist. Damit ist die Befüllung dieses Zyklus beendet.

Im Laufe der Betriebsdauer wurde der Bereich um die Schlammpumpe herum oberhalb und unterhalb der Wasseroberfläche mit einem Gitter gegen den übrigen Teil des Einlaufbauwerkes abgesperrt. Diese bauliche Maßnahme musste ergriffen werden, da insbesondere in regenarmen Phasen bzw. unmittelbar nach einem Starkregenereignis das Mischabwasser besonders stark mit Störstoffen angereichert war und zu zahlreichen Störungen sowohl der Schlammpumpe als auch der Zirkulations- und Förderpumpe im SBR-Puffer geführt haben. Nach Errichtung der Gittersperre, konnte ein Großteil der Störstoffe abgehalten und so die Störungszeiten erheblich minimiert werden.

In dem SBR-Puffer sind eine Zirkulationspumpe zur Homogenisierung und eine Zerkleinerungspumpe, die den SBR-Container befüllt, installiert. Beide Pumpen laufen parallel und stoppen im Normalbetrieb mit Erreichen der Füllgrenze im SBR-Reaktor oder der Unterschreitung des Niedrigpegels im SBR-Puffer. Ein vollständiger Befüllvorgang dauert ca. 55 Minuten je nach Abwassercharakteristik.

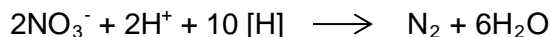
Mit Beginn der Befüllung und während der gesamten Akzeptanzphase wird das Abwasser in dem SBR-Reaktor mit zwei Aeratoren belüftet. Die Aeratoren saugen über ein Rohr Luft an. Diese Luft wird dem gleichfalls angesaugten Abwasser beigemischt und mit hohem Druck in den SBR-Tank gepumpt, was zur intensiven Belüftung des Abwassers im SBR-Reaktor führt. Die Aeratoren sind gegenseitig versetzt so angeordnet, dass größtenteils die Bildung von Toträumen, in denen keine Belüftung erfolgt, in den eckigen Containern vermieden wird. Das Abwasser kann kontinuierlich oder diskontinuierlich belüftet werden. Bei der diskontinuierlichen Betriebsweise stellen sich aerobe Nitrifikationsphasen und anaerobe Denitrifikationsphasen ein.

Die Nitrifikation erfolgt in folgenden Schritten:

- Bildung von Nitrit: $\text{NH}_3 + 1,5 \text{ O}_2 \longrightarrow \text{NO}_2^- + \text{H}^+ + \text{H}_2\text{O} + \text{Energie}$
- Bildung von Nitrat: $\text{NO}_2^- + 0,5 \text{ O}_2 \longrightarrow \text{NO}_3^- + \text{Energie}$
- das ergibt in Summe: $\text{NH}_3 + 2 \text{ O}_2 \longrightarrow \text{NO}_3^- + \text{H}^+ + \text{H}_2\text{O} + \text{Energie}$

Dabei fällt ein Sauerstoffverbrauch von 4,33 g O₂ pro g N an. Es wächst Nitrifikantenbiomasse im Ausmaß von 0,24 g CSB pro g N zu (Zellertrag).

Die Denitrifikation erfolgt technisch betrachtet in einem Schritt:



In der initialen Betriebsphase, in der die Bildung von Belebtschlamm zur Anregung der mikrobiologischen Abbauprozesse im Vordergrund stand, ist über einen Zeitraum von 6 Wochen das Abwasser kontinuierlich belüftet worden. Nach Bildung der erforderlichen Belebtschlammmenge wurde der Betrieb auf diskontinuierliche Belüftung umgestellt. Diese Betriebsweise wurde über den restlichen Betriebszeitraum beibehalten. Die Zykluszeiten und die zeitlichen Abläufe während der Akzeptanzphase sind in Tabelle 4 aufgeführt.

Tabelle 4: Zykluszeiten und zeitlicher Ablauf der Akzeptanzphase

Betriebszeitraum	Behandlungszyklen/Tag	Nitrifikationsphase (Dauer/Anzahl)	Denitrifikationsphase (Dauer/Anzahl)	Akzeptanzphase (Dauer)	Leistung
Sept.-Okt. 2012*	2	720 Min./1x	keine	9 Std.	30 m ³
Nov.-Nov. 2013	2	85 Min./5x	24 Min./5x	9 Std.	30 m ³
Jan.-Nov. 2014	3	67,5 Min./4x	22,5 Min./4x	6 Std.	45 m ³

*Inbetriebnahme

Sedimentationsphase: Sedimentation und Abzug

Nach Abschluss der Belüftung tritt die sogenannte Sedimentationsphase ein. Zu Beginn der Sedimentationsphase wird das Abwasser im SBR-Reaktor nachbelüftet, wozu beide Aeratoren in Betrieb sind. Die Nachbelüftung soll eine gleichbleibende Sedimentation und damit eine konstante Überschussschlammqualität sicherstellen. Während der eigentlichen Sedimentationsphase setzt sich der Belebtschlamm am Boden des Reaktors ab. Oberhalb des Schlammes bildet sich eine Klarwasserschicht.

Zum Ende der Sedimentationsphase beginnt der Klarwasserabzug. Mittels Klarwasserpumpe wird das Klarwasser in den Vorfluter abgeleitet. Bei einer Füllhöhe des SBR-Reaktors von rund 2,06 Metern dauert dieser Vorgang ca. 35 Minuten. Spätestens nach maximal 45 Minuten oder mit Erreichen des Niedrigwasserpegels von 1,5 m im SBR-Reaktor stoppt der Klarwasserabzug automatisch. Danach wird 5 Minuten lang über eine Schlammpumpe Überschussschlamm abgepumpt und in den Puffer des Fermenters gefördert. Die Fördermenge beträgt etwa 2 m³ Belebtschlamm.

Einfache Schlammspiegelmessungen in der Initialphase des Anlagenbetriebes haben ergeben, dass beim Abzug dieser Schlammmenge einerseits genügend Belebtschlamm in dem SBR-Reaktor verbleibt, um die mikrobiologischen Abbauvorgänge für die nächste Abwassercharge zu induzieren, und es andererseits nicht zu einer Verschlammung kommt, was die Belüftung des Abwassers stark beeinträchtigen würde.

Die Sedimentationsphase schließt mit einer kurzen Beruhigungsphase, Damit schließt sich ein Behandlungszyklus des SBR-Prozesses. Die Zykluszeiten und die zeitlichen Abläufe während der Sedimentationsphase sind in Tabelle 5 aufgeführt.

Tabelle 5: Zykluszeiten und zeitlicher Ablauf der Sedimentationsphase

Betriebszeitraum	Behandlungszyklen/Tag	Nachbelüftung	Sedimentation-/Beruhigungsphase	Klarwasserabzug (Dauer)	Schlammabzug (Dauer)
Sept.-Okt. 2012*	2	30 Min.	90 min./10 min.	45 Min.	3 Min.
Nov.-Nov. 2013	2	30 Min.	90 min./10 min.	45 Min.	3 Min.
Jan.-Nov. 2014	3	15 Min.	53 min./5 min.	45 Min.	1 Min.

*Inbetriebnahme

Bevor der maximale Reinigungserfolg eintritt, muss sich in der Initialphase nach der Inbetriebnahme zunächst der Belebtschlamm in dem SBR-Reaktor etablieren. Diese Phase dauerte in der Pilotanlage etwa 3 Wochen. Danach waren stabile Betriebsbedingungen für die Klarwassererzeugung gegeben.

II1.6.2 Betriebsführung Fermenter

Der Betrieb des Fermenters erfolgt einphasig. Zum Ende der Sedimentationsphasen in der SBR-Einheit der Pilotanlage werden im Zwei-Zyklusbetrieb jeweils 2 m³ und im Drei-Zyklusbetrieb 1,3 m³ Überschussschlamm in den Pufferbehälter des Fermenters gefördert. Zeitgleich mit Befüllung des Fermenterpuffers werden organische Abfälle des Marktes, bzw. aus diversen Haushalten und Schweinemist dem Überschussschlamm hinzugefügt. Sobald in dem Puffer ein Füllhöchststand erreicht ist, wird das Schlamm-Abfallgemisch mittels Förderpumpe in den Fermenter gefördert. Die Förderpumpe ist mit einem Schneidwerk ausgerüstet, so dass eine weitere Zerkleinerung in dem Gemisch stattfindet, um das organische Gut besser für die nachfolgende anaerobe mikrobiologische Zersetzung aufzuschließen.

In dem Fermenter befindet sich eine Zirkulationspumpe, die über den gesamten Betriebszeitraum dauerhaft 30 min/h das Schlamm-Abfallgemisch an der Zulaufseite des Containers aufsaugt und durch eine festinstallierte Rohrleitung zur Auslassseite des Containers befördert. Auch diese Pumpe ist mit einem Schneidwerk versehen, so dass eine weitere Zerkleinerung der Feststoffe erfolgen kann.

Mit jeder Zuleitung einer neuen Schlammcharge treten Gärreste im Freien aus dem Fermenter aus. Ein Teilstrom der Gärreste wird der Niederenergiegärrest-

aufbereitungsanlage des Verbundpartners Herbst-Umwelttechnik zugeleitet. Der restliche Teilstrom wird in den Einlassbereich zurückgeleitet.

Im Laufe des Anlagenbetriebes sind Verstopfungen des freien Auslasses eingetreten. Diese resultierten aus einer unsachgemäßen Befüllung des Fermenters. Der lokale Anlagenbetreiber hat zeitweise faserige, organische Abfälle, wie Reisstroh, die für einen anaeroben Aufschluss ungeeignet sind, in erheblichen Mengen in den Fermenter eingebracht. Diese Abfälle haben zur Bildung einer Schwimmschicht und zur Verstopfung des Auslasses geführt. Zur Behebung des Problems wurde die Schwimmschicht teilweise aus dem Fermenter entfernt. Des Weiteren ist der Auslass des Zirkulationsrohrs in dem Fermenter so verlegt worden, dass es oberhalb des maximalen Füllstandes des Fermenters endet. Diese bauliche Veränderung führte zu einer Optimierung der Durchmischung des Schlamm-Abfall-Gemisches und zur Verhinderung der Bildung einer Schwimmschicht im weiteren Anlagenbetrieb.

Anhand der Vorerkenntnisse wurden die möglichen Behandlungszyklen abgeleitet. Gleichfalls wurde darüber die Menge der Überschussschlammzufuhr in den Fermenter geregelt, um die für den anaeroben Prozess der Biogaserzeugung erforderliche Verweildauer zu erreichen (s. Tabelle 6).

Tabelle 6: Berechnung der Überschussschlammzufuhr und der Verweildauer des Schlammes für die anaerobe Verstoffwechslung

Bezeichnung	Zweier-Zyklus		Dreier-Zyklus	
	Wert	Dim.	Wert	Dim.
CSB Messwert	1.200,00	mg/l	500,00	mg/l
BSB/CSB	0,50		0,40	
BSB5 kalkuliert aus CSB	600,00	mg/l	200,00	mg/l
Anzahl der Behandlungszyklen	2,00		3,00	
Fördermenge Abwasser pro Zyklus	15,00	m ³	15,00	m ³
Abwassermenge Gesamt, Messwert	30,00	m ³ /d	45,00	m ³ /d
TS-Abwasser, Messwert	9,00	mg/l	7,00	mg/l
Überschussschlammmenge, kalkuliert	2,00	m ³ /d	1,29	m ³ /d
Fördermenge Überschussschlamm	6,95	l/s	6,95	l/s
Förderdauer pro Tag	4,80	min./d	3,08	min./d
Förderdauer pro Zyklus	2,40	min.	1,03	min.
Fermentervolumen	55,00	m ³	55,00	m ³
tägliche Überschussschlammmenge	2,00	m ³ /d	1,29	m ³ /d
Verweildauer	27,50	d	42,78	d

Wie in der SBR-Anlage müssen sich auch in dem Fermenter erst stabile anaerobe Bedingungen einstellen und eine Schlammeindickung erfolgen, bevor eine Biogasproduktion eintreten kann. Die Biogasproduktion erfolgt in den nachfolgend aufgeführten vier Hauptphasen:

- Die erste Stufe ist die **Verflüssigungsphase** (Hydrolyse). Während dieser werden langkettige organische Verbindungen (z. B. Proteine, Fette) mittels Exoenzymen (die von Bakterien abgesondert werden) gespalten und in einfache organische Verbindungen (z.B. Aminosäuren, Zucker) zerlegt.
- In der zweiten Phase, der **Versäuerungsphase** (Acidogenese) werden die Produkte der Hydrolyse durch säurebildende Bakterien zu organischen Säuren (z. B. Propion- und Buttersäure). Außerdem entstehen so auch Acetat, Wasserstoff und Kohlendioxid, welche als Ausgangsstoffe für die Methanbildung dienen.
- In der **Essigsäurephase** (Acetogenese) werden die organischen Säuren und Alkohole von acetogenen Bakterien zu Essigsäure, Wasserstoff und Kohlenstoffdioxid abgewandelt.
- In der letzten Phase, der Methanbildungsphase (Methanogenese), werden die Produkte der vorherigen Phasen durch methanogene Mikroorganismen (Archaea) zu Methan, Kohlenstoffdioxid und Wasser.

Die chemischen Prozesse laufen entsprechend nachfolgender Gleichungen ab:

- $\text{CO}_2 + 4 \text{H}_2 \longrightarrow \text{CH}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$
- $\text{CH}_3 \text{COOH} \longrightarrow \text{CH}_4 + \text{CO}_2$

Anhand der verfügbaren Daten wurden die Zeiträume der Biogasproduktion, wie in Tabelle 7 aufgeführt, berechnet. Den Messdaten kann man entnehmen, dass in dem Fermenter bei ungestörtem Normalbetrieb nach etwa 41 Tagen die Biogasproduktion einsetzt.

In der Pilotanlage trat bereits nach etwa 21 Tagen eine stetige Biogasproduktion ein. Dieser Umstand ist mit der Co-Fermentation von organischen Abfällen zu begründen.

Tabelle 7: Berechnung des Beginns der Biogasproduktion

1.	Ermittlung des täglichen Überschussschlammanfalls		
	Einwohnerwerte Kläranlage	800	EW
	Spezifische Schmutzfracht	0,06	kgBSB5/(EW*d)
	Tägl. Anfall BSB5	48,00	kgBSB5/d
	Spezifische ÜS-Produktion	0,80	kgTS/kgBSB5
	Tägl. TS-Anfall	38,40	kgTS/d
	Eindickung in der Kläranlage	10,00	kgTS/m ³
	Tägl. Anfall Überschussschlamm	3,84	m ³ /d
2.	Geometrie Anaerobcontainer		
	Länge Container	12,00	m
	Länge Beschickungsbehälter	1,00	m
	Breite Container	2,40	m
	Schlamm Spiegel Container	2,00	m
	Volumen Anaerobreaktor	52,80	m ³
3.	Befüll- und Eindickzeiten		
	Tägl. Anfall Überschussschlamm	3,84	m ³ /d
	Volumen Anaerobreaktor	52,80	m ³
	Befüllzeit Anaerobreaktor*	13,75	d
	Eindickung im Anaerobreaktor	30,00	kgTS/m ³
	Max. TS-Menge Anaerobreaktor	1.584,00	kgTS
	TS-Menge nach Befüllung Anaerobreaktor	528,00	kgTS
	Differenzmenge TS	1.056,00	kg/TS
	Täglicher TS Anfall	38,40	kgTS/d
	Zeit bis zum Erreichen max. TS-Gehalt	27,50	d
4.	Rechnerische Zeit bis zur Gasproduktion		
	Befüllzeit Anaerobreaktor*	13,75	d
	Zeit bis zum Erreichen max. TS-Gehalt	27,50	d
	Gesamtzeit**	41,25	d

II.1.7 Probenahme

Die Probenahme zur Untersuchung der Reinigungsleistung der Pilotanlage im Untersuchungszeitraum erfolgte im Regelfall zwei Mal wöchentlich in der Ruhephase zwischen Sedimentationsphase und Akzeptanzphase Die Probenahmestellen sind in Abbildung 5 graphisch dargestellt. Dadurch konnten zugleich sowohl Abfluss- als auch Zuflusswerte charakterisiert und quantifiziert werden.

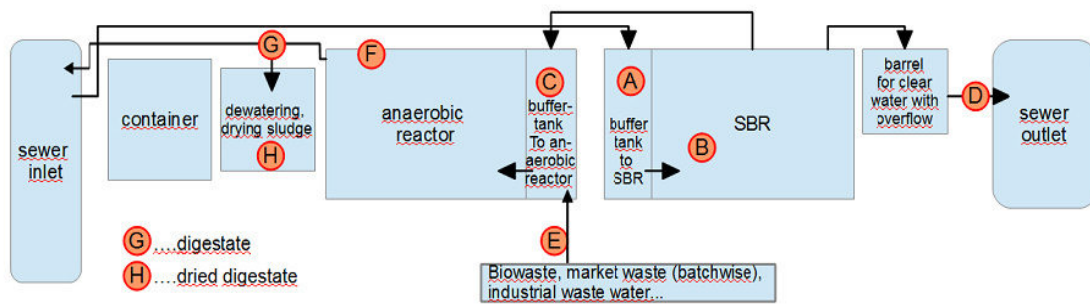


Abbildung 5: Übersicht über die Sonden und Probenahmestellen in der Pilotanlage

Die Probenahmen unterlagen den örtlichen Gegebenheiten und konnten über den gesamten Betriebsablauf nur diskontinuierlich ausgeführt werden. So wurden Probenahmen nach Starkregenereignissen und bei/nach Stromausfällen als ungeeignet erachtet und ausgelassen. Ein weiterer Grund für die nicht kontinuierlichen Probenahmen waren die teilweise unzureichenden Laborkapazitäten der vietnamesischen Partner. Daher wurden Proben, welche nur einmal wöchentlich kontrolliert wurden, möglichst an Tagen mit direkt anschließender Analyse gemessen. Die Proben sind dazu direkt nach der Probenahme gekühlt und nach Beendigung der Probenahme zum Labor transportiert und dort unverzüglich analysiert worden. War das Labor geschlossen, wurden die Proben eingefroren und meist 3 bis 4 Tage später am folgenden Probenahmetag analysiert.

Eine möglichst hohe Vergleichbarkeit und Standardisierung der Ergebnisse wurde durch eine Betriebsanweisung zu Probenahme und Laborarbeiten gewährleistet. Der standardisierte Probenahmeplan ist Tabelle 8 zu entnehmen.

Tabelle 8: Probenahmeplan Stand September 2013

Probenbeschreibung	Probenahmeort	Messparameter
Abwasser	A	x wöchentlich: TS/ VS, CSB _t , CSB _s 1 x wöchentlich: TN, NO _{3,-} N, NH _{4,+} -N, PO ₄ ³⁻ -P
Belebtschlamm	C	2 x wöchentlich: TS/ VS, 1 x wöchentlich: CSB _t
Klarwasser	D	2 x wöchentlich: CSB _t , CSB _s 1 x wöchentlich: TN, NO _{3,-} N, NH _{4,+} -N, PO ₄ ³⁻ -P
Gärsubstrat	F	2 x wöchentlich: TS/ VS 1 x wöchentlich: CSB _t
Gärrest	G	2 x wöchentlich: TS/ VS

Die Proben wurden im Labor aufbereitet und mittels genormter Standardtests photometrisch analysiert. Somit konnten im gesamten Untersuchungszeitraum die Konzentrationen charakteristischer Inhaltstoffe aller Stoffströme erfasst werden, um den Abbauprozess in der Pilotanlage zu bilanzieren. Des Weiteren wurde der Trockenrückstand nach DIN 4045 und der Glührückstand nach DIN 18028 gravimetrisch bestimmt. Bezogen auf die Ausgangsmasse erhält man somit den Trockensubstanzgehalt sowie den Anteil an potentiell abbaubaren Stoffen in der Trockensubstanz. Wegen Ausfall eines Trockenofens war ab dem 15.10.2013 die Bestimmung der Relation zwischen VSS/TS nicht möglich.

Die Analytik der Proben im Labor mittels Küvettest erfolgte zu Beginn des Projektes mit Hach-Lange® Tests, welche im Verlauf von HACH® Tests ersetzt wurden. Nachstehende Tabelle 9 zeigt, welche Parameter mit welchem Testverfahren analysiert wurden:

Tabelle 9: Standardtest/Parameter

Parameter	Methode
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSBt), gelöster chemischer Sauerstoffbedarf (CSBs)	HACH Lange-Kuvettentest: LCK 014 (1000-10.000 mg/l), LCK 514 (100 - 2000 mg/l)
gelöster Ammoniak-Stickstoff (NH4+-N)	HACH-Kuvettentest: DOC316.53.01079: HR (0,4 bis 50,0 mg/l NH3-N) Method 10031
gelöster Nitrat-Stickstoff (NO3-N)	HACH Lange-Kuvettentest: LCK 339 (0,23-13,5 mg/l NO3N, 1-60 mg/l NO3)
gelöster Gesamtstickstoff (TN)	HACH-Kuvettentest: DOC 316.53.01085: HR (2 bis 150 mg/l N) Method 10072
gelöster Gesamtphosphor (TP)	HACH Lange-Kuvettentest: LCK 350 (2-20 mg/l PO4P, 6-60 mg/l PO4)
Trockensubstanz (TS) in g/l Organische TS (VS) in % bzgl. TS	bei 105°C im Trockenschrank bei 460°C im Muffelofen

II1.8 Untersuchungsergebnisse

II1.8.1 Untersuchungsergebnisse aus dem Betrieb der SBR-Anlage

Zulauf Abwasser

In den Abbildungen auf der Folgeseite sind die Ergebnisse der organischen Frachten des Abwassers über den Untersuchungszeitraum hinweg dargestellt. Bei diesen „Zulaufwerten“ muss zunächst berücksichtigt werden, dass die Eingangskonzentrationen aus einer Mischprobe aller Vorspeicherfüllzyklen gemessen wurden. Das Kanalabwasser passiert die Gitterabspernung, die um die Förderpumpe angebracht wurde. Es wird bei der Messwertdiskussion davon ausgegangen, dass die Gitterabspernung keinen relevanten Einfluss auf die Abwasserzusammensetzung hat. Speziell während der Trockenperiode fand hierin eine extreme Anreicherung an Feststoffen statt, was zur Bildung einer Schwimmschicht führte. Deutlich sichtbar wurde daher der Abwasserfluss vom Einlauf hin zum Rohr. Anhand der Konzentrationen im Abwasser lassen sich vor allem Rückschlüsse auf den Regenwettereinfluss ziehen. Trocken- und Regenzeit lassen sich eindeutig an den Konzentrationsverläufen von CSB, Gesamtstickstoff und Gesamtphosphor erkennen. Der Trockensubstanzgehalt unterstreicht diese Korrelation.

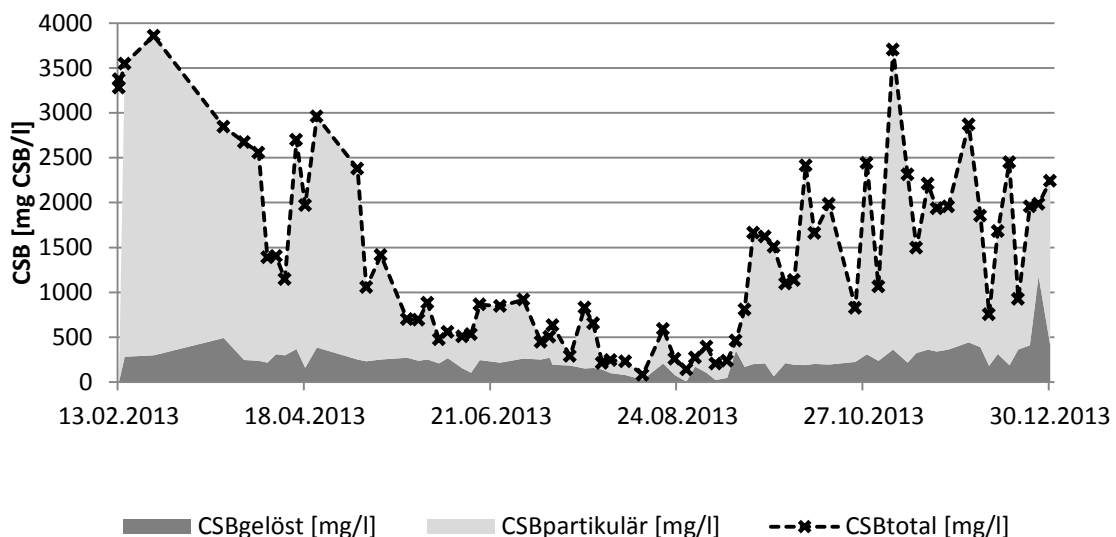


Abbildung 6: CSB-Konzentration im Zulauf

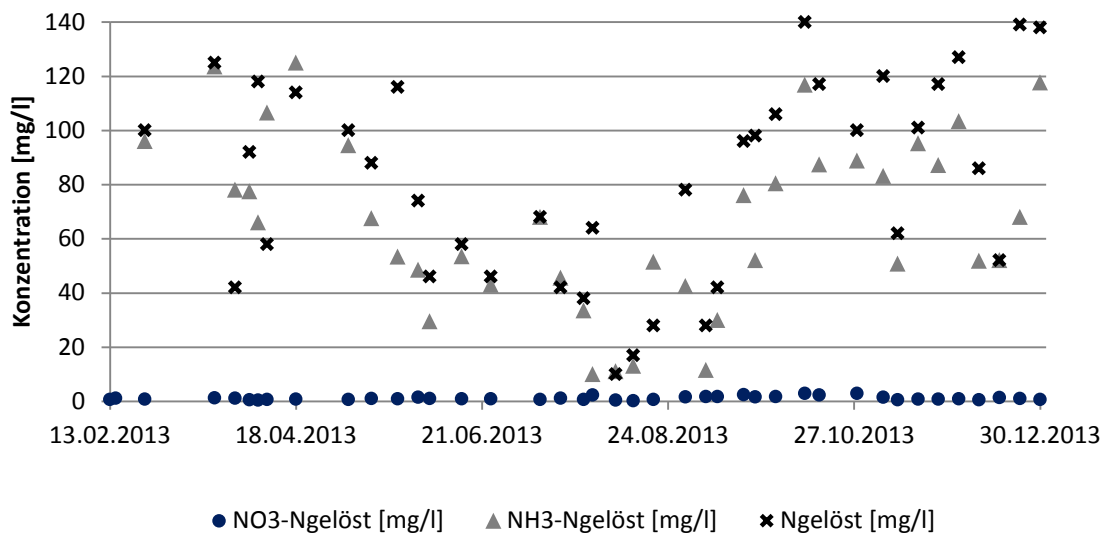


Abbildung 7: Stickstofffraktionen im Zulauf

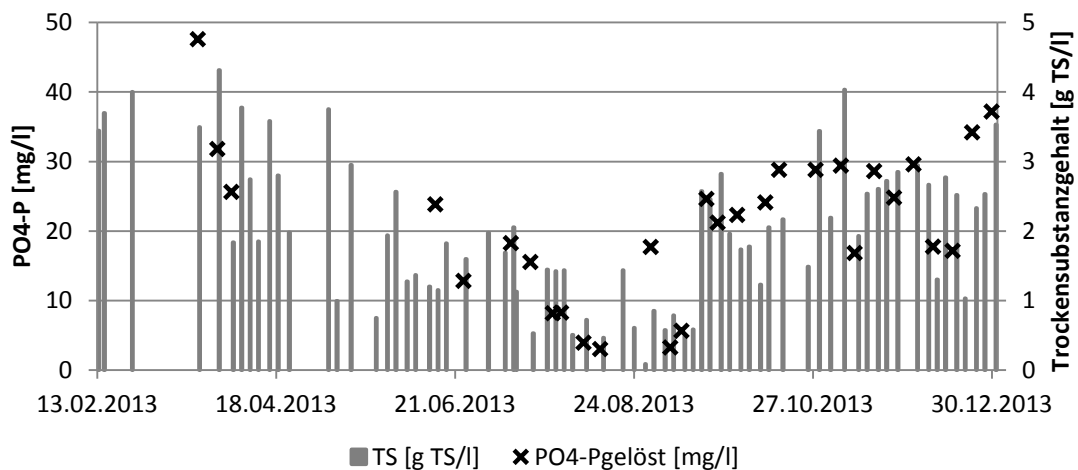


Abbildung 8: Phosphorkonzentration und Trockensubstanzgehalt im Zulauf

Nitrifikation und Denitrifikation

Im Regelbetrieb wurde das Abwasser diskontinuierlich belüftet um Nitrifikations- und Denitrifikationsprozesse zu induzieren. Abbildung 9 zeigt den stetigen Wechsel der Sauerstoffkonzentration in dem SBR-Reaktor während der Akzeptanzphase und die Sauerstoffzehrung in der Sedimentationsphase (Abbild der Online-Datenfernübertragung auf die Internetplattform Kemira vom 27.09.2013)

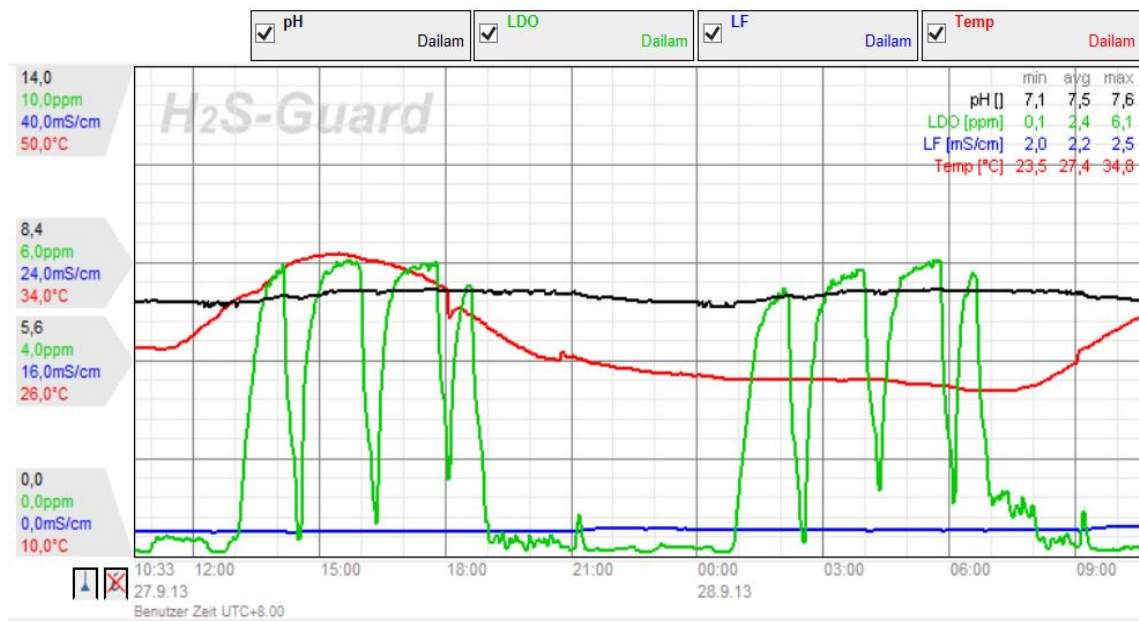


Abbildung 9: Wechselnde Sauerstoffverhältnisse in der Akzeptanz- und der Sedimentationsphase

Ablauf/Klarwasser

Bei der Probenahme an der Pilotanlage konnte aus organisatorischen Gründen jeweils nur die Klarwasserphase des vorangegangenen Reinigungszyklus erfasst werden. Daher werden für die nachfolgende Bilanzierung gemittelte Werte verwendet und der direkte Zusammenhang abgeschätzt.

Die CSB-Konzentrationen lagen von August bis zum Ende des Untersuchungszeitraums mit zwei Ausnahmen stets unter 100 mg/l. Die Ammonium-Konzentration lag von Mai bis Anfang November im Bereich der Nachweisgrenze. Auffällig ist allerdings hier der Anstieg hin zum Ende des Beobachtungszeitraumes, bei gleichzeitiger Abnahme die Gesamtposphorkonzentration in diesem Zeitraum. Durch die sehr gute Abtrennung von Klarwasser und Schlamm ist der TS- und oTS-Gehalt mit vorhandener Technik nicht messbar (s. Abbildungen 10-12).

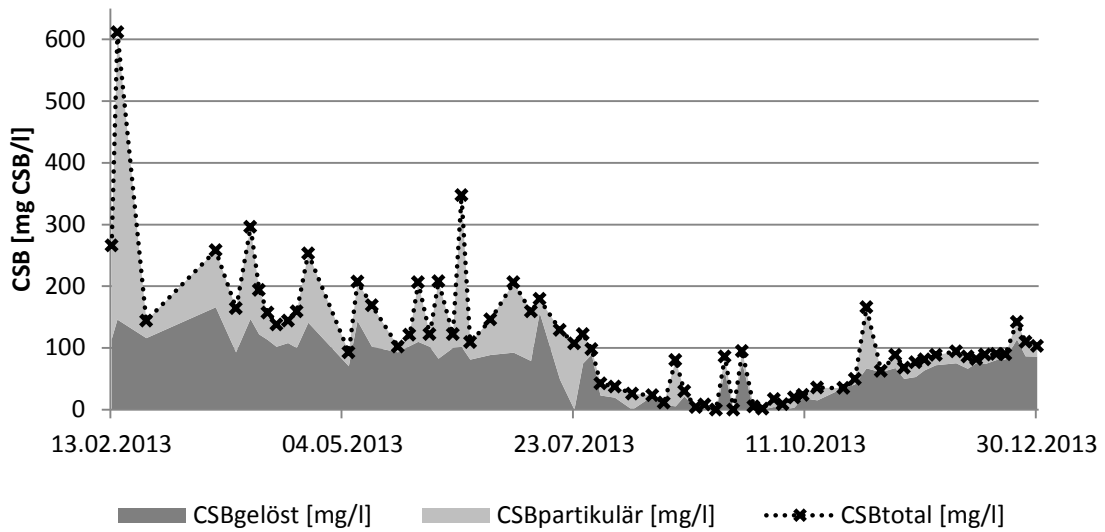


Abbildung 10: CSB-Konzentration im Ablauf

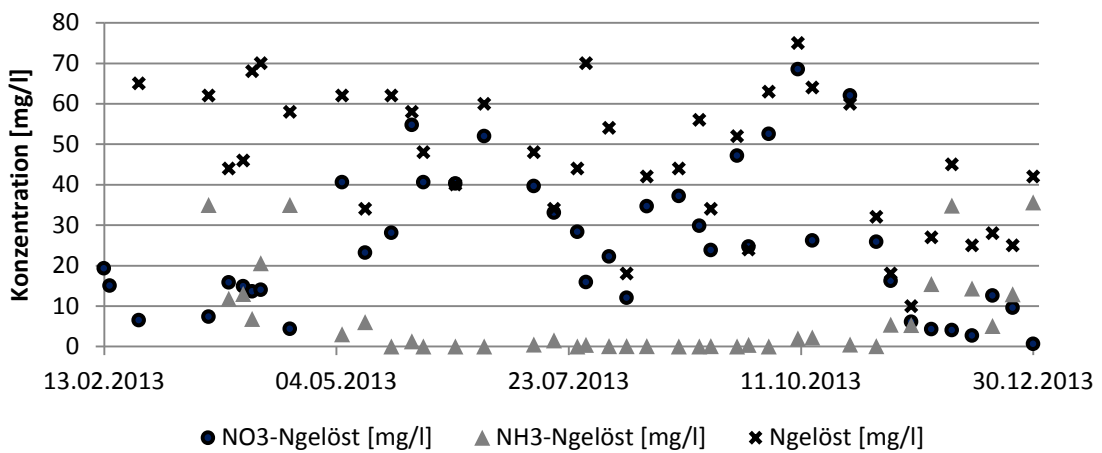


Abbildung 11: Stickstofffraktionen im Ablauf

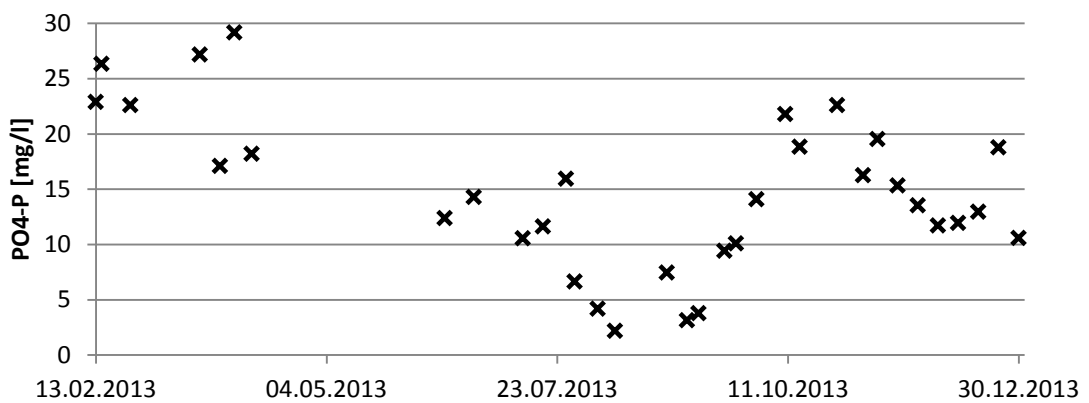


Abbildung 12: Phosphorkonzentration im Ablauf

Überschussschlamm

Die Untersuchung des Überschussschlammes erfolgte im Zeitraum des Zweizyklus-Betriebes. Bis auf wenige steuerungstechnische Eingriffe wurden im gesamten Bezugszeitraum täglich 4 m³ Überschussschlamm aus dem SBR-Reaktor in den Fermenter gefördert. Die CSB-Fracht im Überschussschlamm (Abbildungen 13-14) macht den Unterschied zwischen Regen- und Trockenzeit nochmals sehr deutlich:

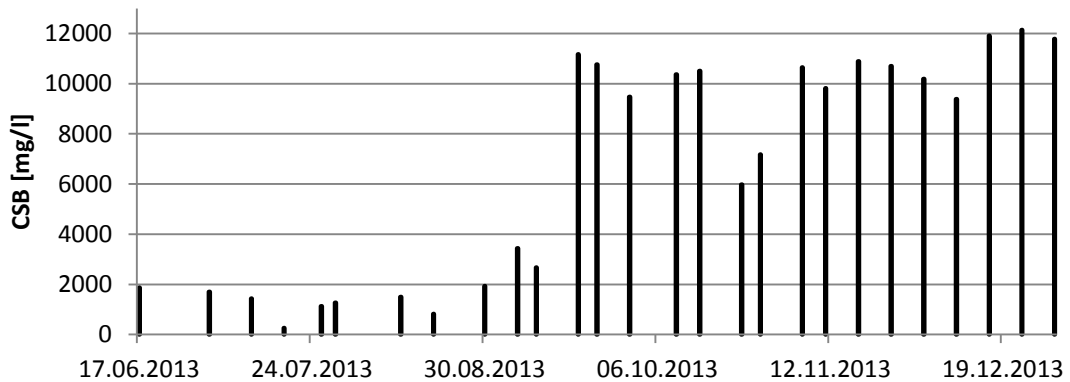


Abbildung 13: CSB-Konzentration im Überschussschlamm

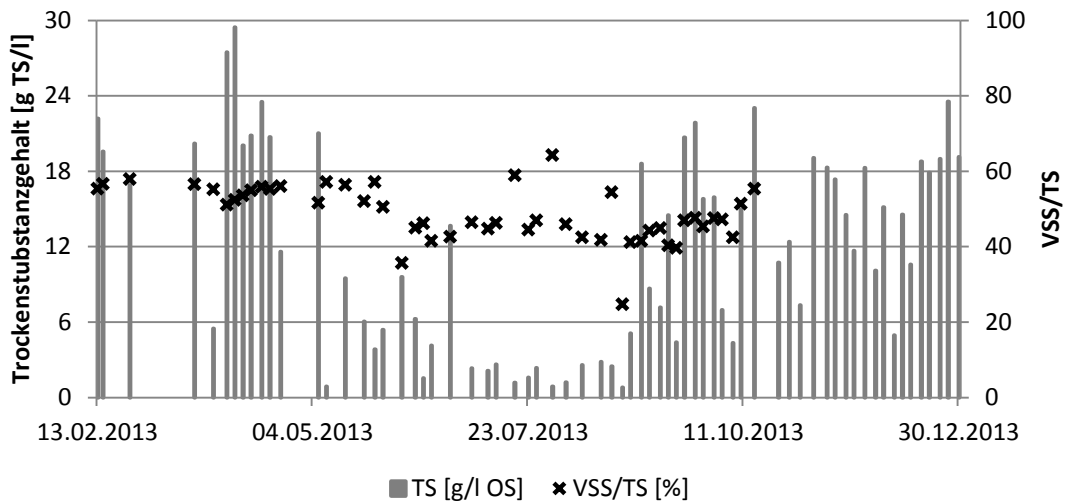


Abbildung 14: Trockenrückstand und Anteil organischer Verbindungen im Überschussschlamm

SBR-Reaktor Schlammalter

Die zur Bestimmung des Schlammalters notwendige Bestimmung der Trockensubstanz im SBR-Reaktor ist erst ab dem 13.09.2013 durchgeführt worden und lieferte folgende Daten:

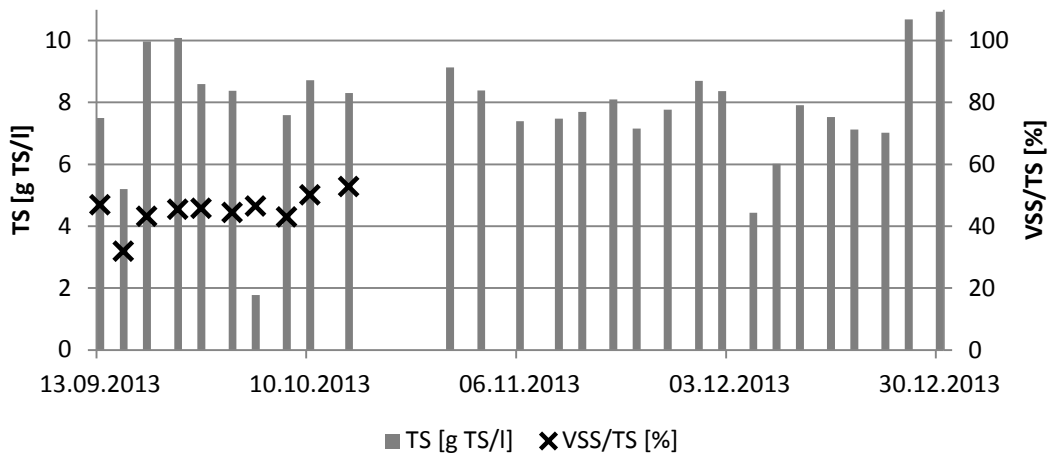


Abbildung 15: Trockenrückstand und Anteil organischer Verbindungen im Abwasser des SBR-Reaktors

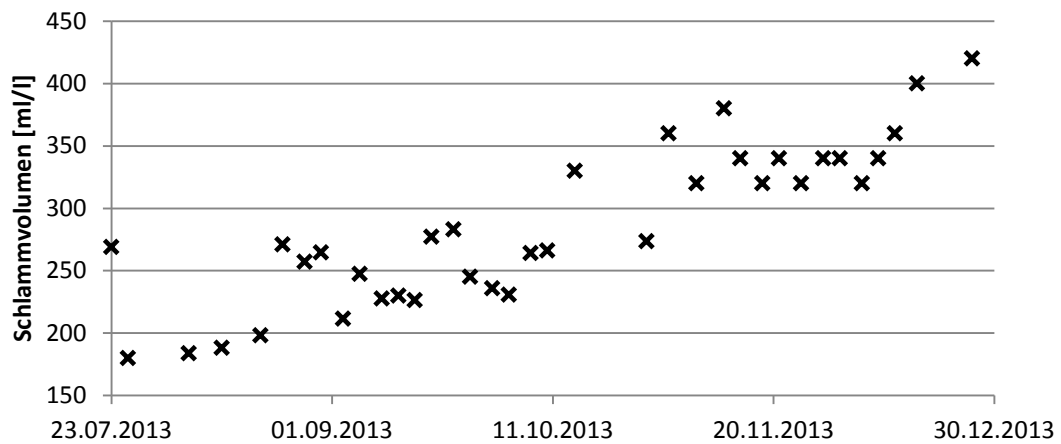


Abbildung 16: Schlammvolumen im SBR-Reaktor

Aus dem Schlammvolumen in ml/l (DIN 14702-1:2006) dividiert durch die Schlamm-Trockensubstanz in g TS/l ergibt sich nun der Schlammvolumenindex, welcher ein Maß für die Sedimentationsfähigkeit des Belebtschlammes ist. Dabei gilt, je geringer dieser Wert desto besser die Absetzbarkeit.

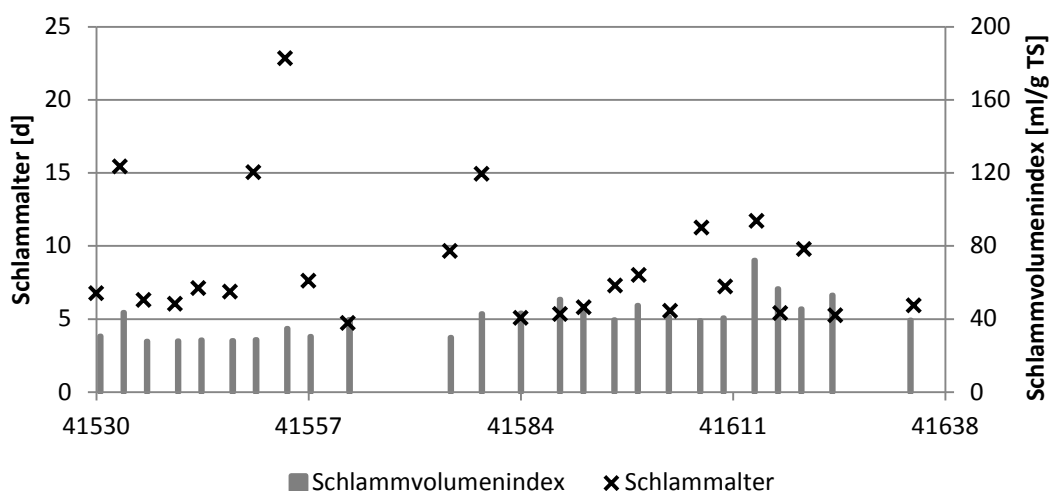


Abbildung 17: Schlammalter und Schlammvolumenindex

Das Verhältnis von im Becken vorhandener zur täglich abgezogenen Bakterienmasse ist eine Maß für die theoretische Verweildauer der Bakterien im Belebungsbecken.

II1.8.1.1 Bilanzierung des SBR-Anlagenbetriebes

In Tabelle 10 wird der Anlagenbetrieb der SBR-Anlage anhand der verfügbaren Messwerte bilanziert.

Tabelle 10: Bilanzierung der Stoffkonzentration und -frachten in der SBR-Anlage im Zeitraum vom 13.02.2013 – 30.12.2013

Bilanzierungsparameter		Einheit	Abwasser	Klarwasser	ÜS-Schlamm
Tagesmenge		Q_d [m³/d]	32,13	27,795	4,08
Mittlere CSB-Konzentration	gesamt	X_{CODt} [mg/l]	1.419,63	114,34	6.699,48
	partikulär	X_{CODp} [mg/l]	1.172,54	45,93	6478,03
	gelöst	X_{CODs} [mg/l]	247,10	68,42	221,45
Mittlere TS-Konzentration		g TS/l	2,03	/	11,89
Mittlere oTS-Konzentration		g oTS/l	1,07	/	5,81
Mittlere NH3-N-Konzentration		X_{NH4-N} [mg/l]	66,40	7,09	/

Bilanzierungsparameter	Einheit	Abwasser	Klarwasser	ÜS-Schlamm
Mittlere Nitrat-Konzentration	X_{NO_3-N} [mg/l]	1,15	25,12	/
Mittlere TN-Konzentration	$X_{N_{gesamt}}$ [mg/l]	81,82	46,44	306,56
Mittlere PO_4 -P-Konzentration	$X_{P_{gesamt}}$ [mg/l]	21,07	14,65	182,84
Mittlere CSB-Fracht	g CSB/d	45.61	3.178	27.33
Mittlere TS-Fracht	kg TS/d	65,15	/	48,50
Mittlere oTS-Fracht	kg oTS/d	34,31	/	23,69
Mittlere Ammonium-Fracht	g NH_4 -N/d	2.133	197	/
Mittlere Nitrat-Fracht	g NO_3 -N/d	37	698	/
Mittlere TN-Fracht	g TN/d	2.629	1.291	1.251
Mittlere PO_4 -P-Fracht	g PO_4 -P /d	677	407	746
Einwohnergleichwert	EGW	373,0	/	/

II1.8.2 Untersuchungsergebnisse aus dem Betrieb der SBR-Anlage

Co-Substrat

Neben dem in voranstehendem Kapitel beschriebenen Überschussschlamm wurden organische Abfälle zur Co-Fermentierung dem Überschussschlamm zugegeben. Bezogen auf die tägliche Schlammmenge liegt die theoretische tägliche Aufnahmekapazität des Fermenters bei 500 kg. Diese Menge war jedoch tatsächlich in dem Untersuchungszeitraum nicht verfügbar. Dies hängt vor allem mit der Quantität und Qualität angelieferter Abfälle zusammen. Von Mitte September 2013 bis zur Wartung des Reaktors am 10.12.2013 konnten dennoch ersichtliche Mengen Biomasse gesammelt und verwertet werden, wie in Abbildung 18 graphisch dargestellt ist:

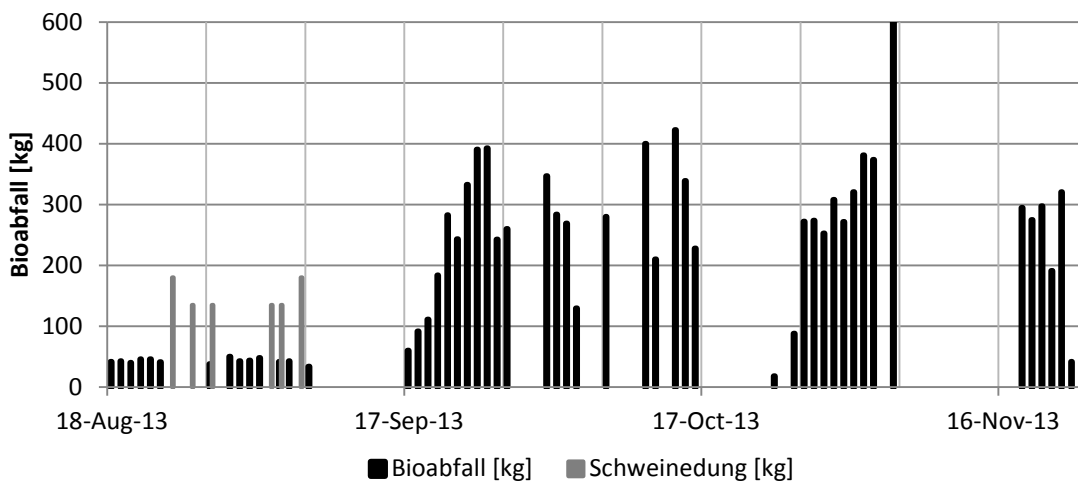


Abbildung 18: Mengen organischer Abfälle zur Co-Fermentation

Die Analyse der Co-Substrate hinsichtlich des Trockenrückstands und des Glührückstands erbrachte folgende Daten (Tabelle 11):

Tabelle 11: Charakteristik Co-Substrate

Co-Substrat	Trockensubstanzgehalt [%]	oTS/TS [%]
Schweinedung	16,61	71,84
Biogene Abfälle	14,60	84,36
Biogene Abfälle	23,46	78,84
Biogene Abfälle	31,81	83,24

Gärsubstrat

Das Schlamm-Abfallgemisch/Gärsubstrat in dem Fermenter, wurde über einen Probenahmehahn am unteren Teil des Fermenters beprobt. Die ermittelten Daten zeigen vor allem, inwieweit die gesteigerte Zugabe von Co-Substrat den CSB im Fermenter senkt. Selbiges gilt für den Trockensubstanzgehalt. Der Einfluss des Co-Substrats auf die VSS/TS-Relation kann nur unzureichend erfolgen (Abbildungen 19-20):

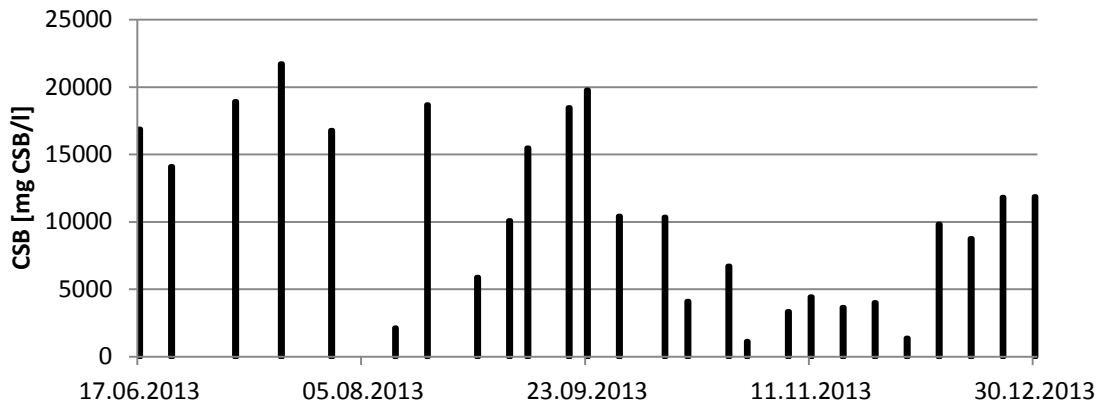


Abbildung 19: CSB-Konzentration im Gärsubstrat

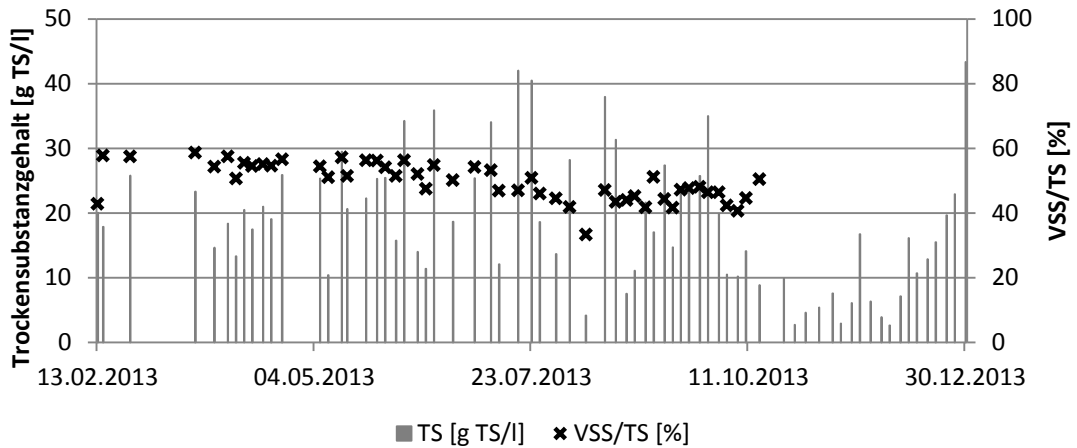


Abbildung 20: Trockensubstanzgehalt und Anteil organischer Verbindungen Gärsubstrat

Biogas

Die quantitative Erfassung der in dem Fermenter erzeugten Biogasmenge erfolgte zwischen dem 27.09. – 16.12.2013. Eine frühere Gaserfassung war wegen eines defekten Gasmengenzählers nicht möglich. Die manuelle Aufzeichnung zeigt die Entwicklung der Gasmenge von diesem Zeitpunkt (Abbildung 21):

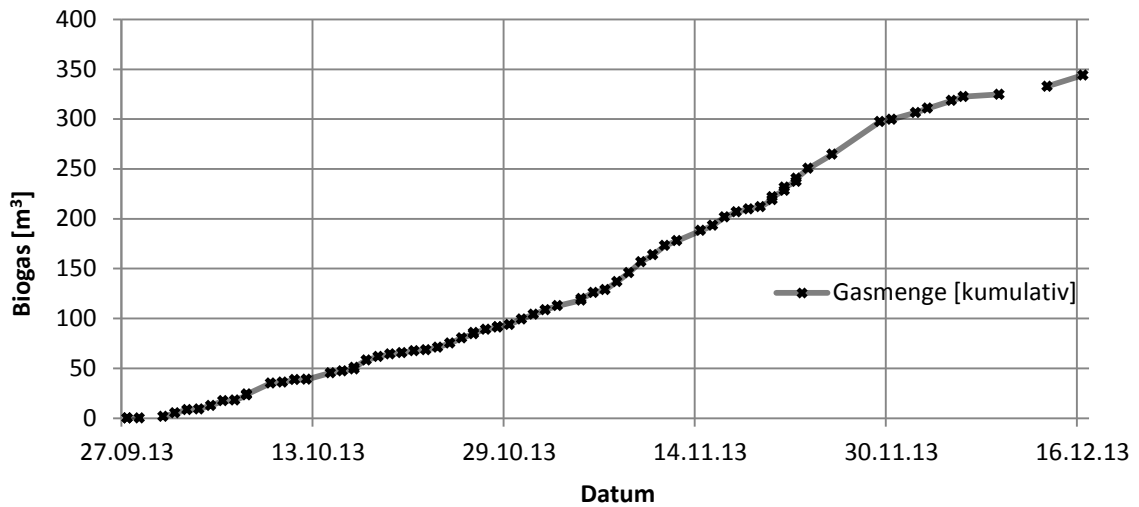


Abbildung 21: Biogasproduktion in dem Fermenter [kumulativ]

Abbildung 22 verdeutlicht, dass die Zugabe von organischen Abfällen stets eine signifikante Steigerung der Biogasproduktion hat.

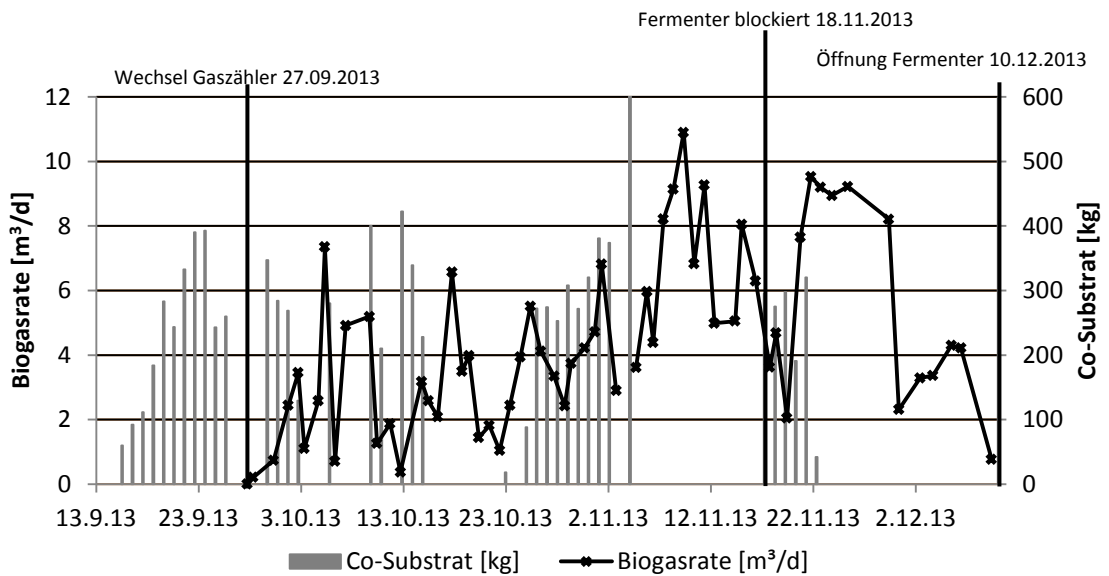


Abbildung 22: Entwicklung der Biogasrate mit der Zugabe von organischen Abfällen.

Die Messung der Biogaszusammensetzung erfolgt dadurch, dass das Biogas vor Austritt in den Schornstein eine CH₄-Sonde und eine CO₂-Sonde passiert (s. Abbildung 23).

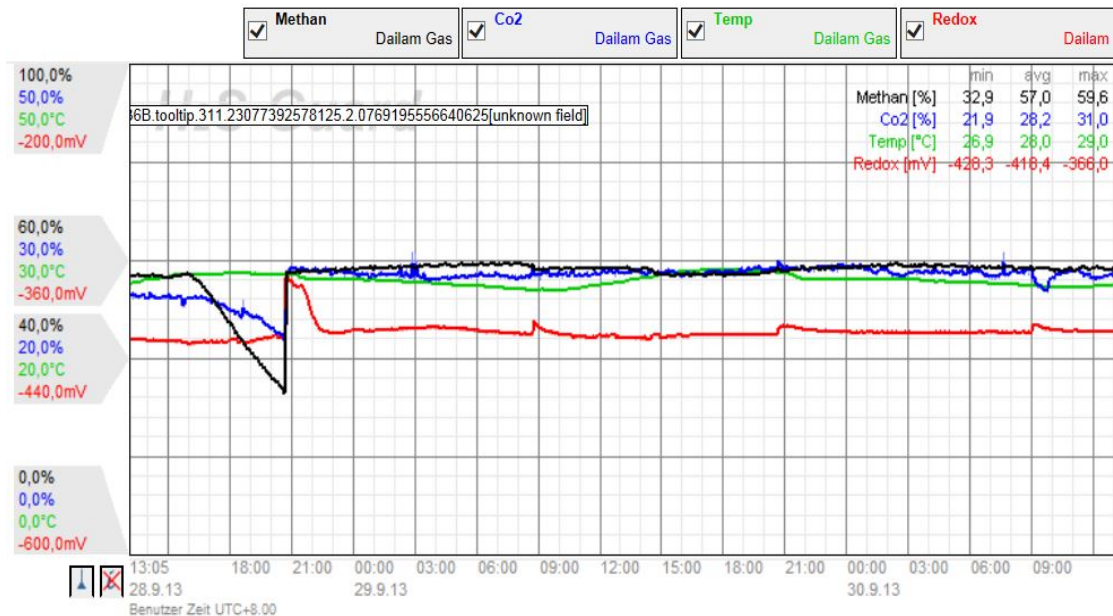


Abbildung 23: Biogaszusammensetzung (Abbild der Online-Datenübertragung auf der Internetplattform KEMIRA)

Der steile Abbruch in der Aufzeichnung ist auf eine Unterbrechung der Datenübertragung aufgrund von lokalen Netzwerk- und Stromstörungen zurückzuführen.

Die Zusammensetzung des abgeführten Biogases bestand somit über große Zeiträume aus durchschnittlich rund 60 % Methan und knapp 30 % Kohlendioxid, was einer üblichen Biogaszusammensetzung entspricht. Das Biogas ist demnach energetisch zu verwerten. Die Temperatur im Fermenter in diesem Zeitraum lag im mesophilen Bereich (s. Abbildung 24).

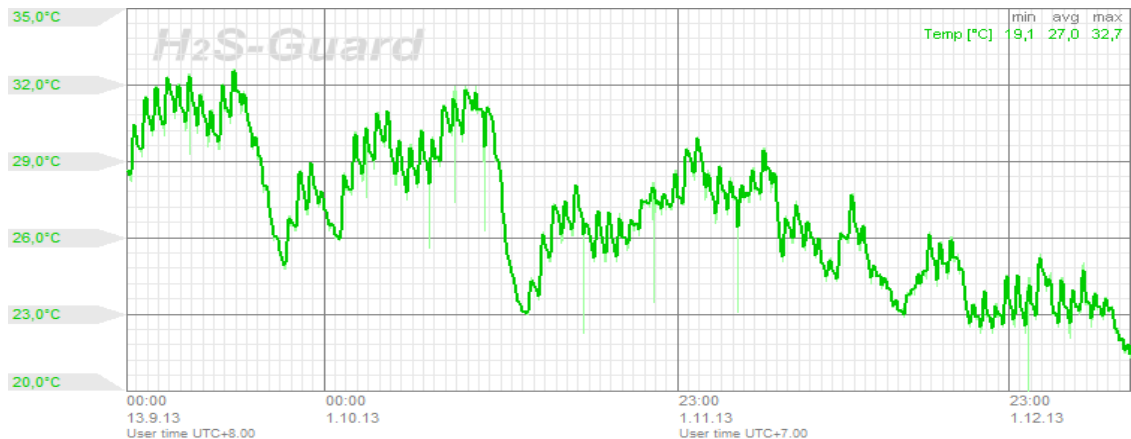


Abbildung 24: Temperaturverlauf im Fermenter

Gärrest

Die Untersuchung der Gärreste unterliegt dem Verbundpartner Herbst Umwelttechnik. Für die Kontrolle des anaeroben Anlagenbetriebes ist nur die Kenntnis des Trockensubstanzgehaltes und des Anteils organischer Verbindungen von Bedeutung.

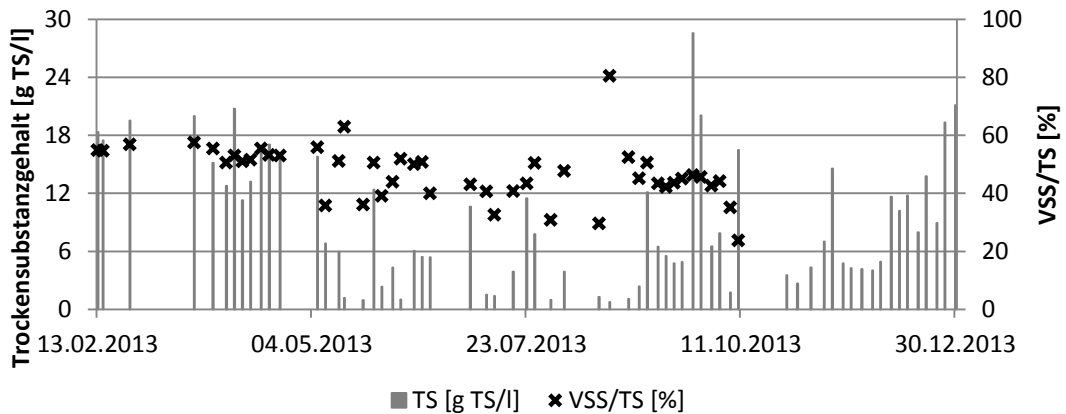


Abbildung 25: Trockensubstanzgehalt und Anteil organischer Verbindungen im Gärrest

II1.8.2.1 Bilanzierung des Betriebes der Co-Fermentation

In den Tabellen 12 und 13 wird der Anlagenbetrieb der Co-Fermentation anhand der verfügbaren Messwerte bilanziert.

Tabelle 12 Bilanzierung der Stoffkonzentrationen und -frachten im Fermenter

Bilanzierungsparameter	Einheit	ÜS-Schlamm	Co-Substrat	Gärrest
Tagesmenge	Q_d [m ³ /d]	4,08	$V_{\text{Biomasse}} = m / (0,7 \text{ Mg/m}^3)$	4,08 + V_{Biomasse}
Mittlere CSB-Konzentration	X_{CODt} [mg/l]	6699,48	/	13.080
	X_{CODp} [mg/l]	6478,03	/	12484,4
	X_{CODs} [mg/l]	221,45	/	595,2
Mittlere NH ₄ -N-Konzentration	$X_{\text{NH4-N}}$ [mg/l]	/	/	213,66

Bilanzierungsparameter		Einheit	ÜS-Schlamm	Co-Substrat	Gärrest
Mittlere Nitrat-Konzentration		X_{NO_3-N} [mg/l]	/	/	27,59
Mittlere TN-Konzentration		$X_{N_{gesamt}}$ [mg/l]	306,56	/	535,87
Mittlere PO ₄ -P-Konzentration		$X_{P_{gesamt}}$ [mg/l]	182,84	/	227,32
Mittlere CSB-Fracht		g CSB/d	27.334	/	/
Mittlere TN-Fracht		g TN/d	1.251	/	/
Mittlere PO ₄ -P-Fracht		g PO ₄ -P /d	746	/	/
Mittlere TS-Konzentration		g TS/l	11,89	23 %	9,15
Mittlere oTS-Konzentration		g oTS/l	5,81	19 %	4,28
Mittlere TS-Fracht		kg TS/d	48,50	116,45	45,76
Mittlere oTS-Fracht		kg oTS/d	23,69	95,02	21,41
Bio-gas-poten-tial	Mengenspezifisch	m ³ Biogas	5/m ³	100/ m ³	/
	Organikspezifisch	m ³ Methan	300/t oTS	250/ t oTS	/
Theoretische Ausbeute		m ³ Biogas	20,4	71,43	/
		m ³ Methan	7,12	23,76	

Tabelle 13: Berechnung der spezifischen Biogasausbeute

Ausgangsparameter:			
Input:	Massestrom	V_E [m ³ /d]	= 4,79
	Ausgangskonzentration (z. B. oTS)	c_E [kg/m ³]	= 44,64
	Nutzbares Reaktorvolumen	V_R [m ³]	= 45,9
Output:	Biogasmenge	V_{BG} [m ³ /d]	= 10
	Methankonzentration	c_{CH_4} [Vol-%]	= 60%
	Massestrom (Gärrest)	V_G [m ³ /d]	= 4,79
	Ablaufkonzentration	c_G [kg/m ³]	= 9,03

Belastungsparameter:		
Mittlere Verweilzeit	$t_V = V_R / V_E$ [d]	= 9,57
Raumbelastung	$B_R = V_E * C_E / V_R = C_E / t_V$ [kg/m ³ *d]	= 4,67
Leistungsparameter:		
Biogasausbeute	$y_{BG} = V_{BG} / V_E * C_E$ [m ³ /kg]	= 93,19
Biogasrate	$r_{BG} = V_{BG} / V_R = y_{BG} * B_R$ [m ³ /m ³ *d]	= 0,22
Spezifische Biogasrate	$r_S = V_{BG} / V_R * C_G$ [m ³ /kg*d]	= 1,97

II1.8.3 Zusammenfassende Bewertung des Anlagenbetriebes

Als Maß für die Effektivität der Biodegradation wird üblicherweise die Reduzierung des CSB- oder des BSB5–Gehaltes vom Abwasser zum Klarwasser herangezogen. Im Anlagenmonitoring konnte im Regelbetrieb über die Betriebsdauer der Pilotanlage eine signifikante Reduzierung der CSB-Konzentrationen stets nachgewiesen werden, was eine hohe Effektivität der SBR-Einheit bestätigt. Das aus der SBR-Anlage emittierte Klarwasser hat im Regelbetrieb stets die Anforderungen des vietnamesischen Gesetzgebers erfüllt

Die hohen Nitrifikationsraten im SBR-Reaktor belegen dies. Sauerstoffgehalte von etwa 2 mg/l reichen üblicherweise aus, um eine hohe Ausbeute der oxidativen Reaktionen zu gewährleisten. Im SBR-Reaktor der Pilotanlage wurden Werte von bis zu 7,7 ppm gelöstem Sauerstoff erzielt. Auch die erforderlichen Denitrifikationsleistungen wurden erreicht, obgleich die Sedimentationsphasen, insbesondere in den regenarmen Zeiten, etwas verlängert hätten werden müssen, da sich reduktive Verhältnisse nur sehr kurzzeitig einstellten.

Die Effektivität bleibt auch bei stark variierender stofflicher Zusammensetzung erhalten. Dies bestätigt die Eignung des Verfahrens für vergleichbare Anwendungen.

Im Gegensatz zu kontinuierlichen Belebtschlammverfahren benötigt das in der Pilotanlage umgesetzte SBR-Verfahren eine aufwendigere Steuer- und Regelungssoftware und zahlreiche Pumpen und Aggregate. Der Regelbetrieb unterlag im Laufe des Projektzeitraumes zahlreichen Störungen. Im Wesentlichen waren die Störungen auf die besondere Verschmutzung des Abwassers mit

Störstoffen zurückzuführen, die immer wieder zu Verstopfungen der Pumpen führten. Durch die nachträgliche Installation eines Gitterschutzes konnte die Störungshäufigkeit reduziert werden. Ein weiterer Sachverhalt, der stetige Unterbrechungen des Anlagenbetriebes verursachte, war das Stromnetz, in dem teilweise signifikante Stromschwankungen auftraten. Die Stromschwankungen hatten die Selbstabschaltung der Pilotanlage zur Folge. Die zentrale Anlagensteuerung führte jedoch dazu, dass die Pilotanlage stets wieder selbständig angefahren ist und sich in den Regelbetrieb justiert hat. So konnten wesentliche Störungen der mikrobiologischen Prozesse vermieden werden.

Je nach Abwasserzusammensetzung lässt sich die Anlage über die zentrale Steuereinheit durch veränderte Zykluszeiten kurzfristig an veränderte Gegebenheiten anpassen.

Die anaerobe Nachbehandlung von Klärschlamm, der als Überschussschlamm aus der SBR-Anlage ausgetragen wird, wird dann effizient, wenn organische Abfälle als Co-Substrat in den Anaerobprozess eingetragen werden. Es konnte mit dem Betrieb der Pilotanlage aufgezeigt werden, dass so eine energetische Klärschlammverwertung sinnvoll darstellbar ist.

Im Ergebnis des Anlagenbetriebes und der Auswertung der untersuchten Parameter ist zusammenfassend festzustellen, dass die theoretischen Annahmen richtig gewählt wurden und die zweistufige Anlagentechnologie sich besonders eignet für die Aufbereitung von kleineren bis mittleren Abwassermengen, insbesondere unter der Berücksichtigung der energetischen Verwertung des Klärschlammes in Verbindung mit der Entsorgung von organischen Abfällen. Sie stellt damit eine besondere innovative Technologie dar.

II1.9 Datenfernübertragung

Als positives Nebenergebnis zu dem erfolgreichen Betrieb der Pilotanlage ist die ebenfalls erfolgreiche Anwendung des Mess- und Datenfernübertragungssystems myDatalogEASY zu bewerten. Mit Ausnahme der Zeiten von Stromunterbrechungen konnte die Gesamtanlage jederzeit online überwacht werden. Das System wurde erstmalig für die Überwachung von Abwasserbehandlungsanlagen eingesetzt.

II1.10 Betreibermodell

Entsprechend den Projektvorgaben war die Abwasserbehandlungsanlage als Pilotanlage für die Aufbereitung eines Teilstromes der Abwassermengen in Dai Lam konzeptioniert und wurde auch so errichtet und betrieben. Der Pilotcharakter, im Wesentlichen jedoch der Umstand, dass die Kapazität der Anlage nicht für die Aufbereitung der gesamten in dem Kanalnetz Dai Lams anfallenden Abwassermenge ausgelegt war und damit keine Finanzierung über Abwassergebühren möglich war, führte dazu, dass von Seiten des PC kein besonderes Interesse an dem Betrieb der Behandlungsanlage nach Projektbeendigung vorhanden war. Aus diesem Grund musste der Antragsteller im Laufe des Projektzeitraumes entsprechende Alternativen finden.

Das in der Region tätige und für die Abwasserbehandlung der Stadt Bac Ninh zuständige Unternehmen Bac Ninh Water Supply and Sewerage Ltd., Company (WSSC) betreibt in Bac Ninh das städtische Klärwerk, ebenfalls eine SBR-Anlage. WSSC zeigte auf Anfrage des Antragstellers und nach Anlagenbesichtigung besonderes Interesse an der Anlagentechnologie, insbesondere an der Verfahrenskombination einer Aerob- und einer Anaerob-Anlage.

Zwischen VIS International und WSSC ist eine Kooperation vereinbart worden, die vorsah, dass VIS International im Projektzeitraum Mitarbeiter (Ingenieure, Techniker) von WSSC für den Anlagenbetrieb, die Anlagensteuerung und die Anlagenwartung schult. Gleichfalls verpflichtete WSSC sich, einen Mitarbeiter für den Anlagenbetrieb zur Verfügung zu stellen.

Diese Kooperation wurde von beiden Kooperationspartnern über die Projektlaufzeit erfolgreich umgesetzt. Für die Mitarbeiterschulung wurden zwei Workshops durchgeführt. Der Mitarbeiter von WSSC war im ständigen Kontakt mit Mitarbeitern von VIS International. In regelmäßigen wöchentlichen Terminen fanden Besprechungen statt, in denen der Anlagenbetrieb, steuer- und regeltechnische Sachverhalte, Anlagenstörungen und Wartungsarbeiten erörtert wurden. Aufgrund dieser „training on job“ Ausbildung war der Mitarbeiter von WSSC in der Lage die

Pilotanlage selbständig zu betreiben, Störungen zu beheben und Wartungsarbeiten durchzuführen bzw. zu überwachen.

In der letzten Projektphase wurde mit WSSC vereinbart die gesamte Pilotanlage zu übernehmen und diese zu Schulungszwecken zu nutzen. Diese Vereinbarung wurde mit Zustimmung des Projektträgers (Anlage VII) im Dezember 2014 umgesetzt. Die Pilotanlage wurde von WSSC fachgerecht ab- und auf dem Gelände der Kläranlage in Bac Ninh wieder aufgebaut. Die Gesamtanlage befindet sich seit Wiederaufbau und Inbetriebnahme als „Nebenanlage“ in Betrieb und dient zur Ausbildung von Ingenieuren und Technikern von WSSC und Studenten der Hanoi University of Technologie.

II.1.11 Gegenüberstellung zu den vorgegebenen Aufgabenstellungen und Zielen

Mit den ausgeführten Arbeiten sind die vorgegebenen Projektziele erreicht worden. Es wurde eine Technologie konzipiert, die für den dezentralen Einsatz und die Behandlung kleinerer bis mittlerer organisch belasteter Abwassermengen mit besonderen jahreszeitlichen Schwankungen in Handwerkerdörfern der Lebensmittelindustrie besonders geeignet ist. Die Nachbehandlung des Klärschlammes in Verbindung mit der Entsorgung von organischen Abfällen stellt dabei eine besondere Innovation dar.

Der Betrieb der Pilotanlage nach Projektabschluss erfolgt entgegen der ursprünglichen Planung nicht durch einen örtlichen Betreiber. Mit der vom Antragsteller erarbeiteten Alternative „Schulungs-Anlage“, ist jedoch eine adäquate Lösung gefunden worden, die dem Pilotcharakter der Aufbereitungsanlage entspricht.

II.2 Die wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Im Erfolgskontrollbericht, vgl. Anlage VIII, des vorliegenden Abschlussberichtes sind die zahlenmäßigen Nachweise zu den einzelnen Positionen eingehend erläutert. Die nachstehende Tabelle 14 zeigt die tatsächlichen Kosten und die relativen

Abweichungen in Prozent zwischen der Gesamtvorkalkulation vom 23.11.2010 und den Ist-Kosten gemäß Nachkalkulation.

Tabelle 14: Kostenmäßiger Nachweis

Nr.	Bezeichnung	Kalkulation [Beträge in €]	Tatsächliche Kosten [Beträge in €]	Abweichungen in % (gerundete Werte)
0813	Material	10.500,00	13.649,18	130
0823	FE-Fremdleistungen	249.000,00	271.093,25	109
0837	Personalkosten	260.425,00	269.098,42	103
0838	Reisekosten	32.900,00	30.746,27	93,5
0847	Vorhabenspezifische Abschreibungen	0,00	0,00	
Nr.	Bezeichnung	Kalkulation [Beträge in €]	Tatsächliche Kosten [Beträge in €]	Abweichungen in % (gerundete Werte)
0848	AfA Sonstiges	0,00	0,00	
0850	sonstige unmittelbare Vorhabenkosten	0,00	0,00	
0856	Kosten innerbetrieblicher Leistungen	0,00	0,00	
0860	Verwaltungskosten	0,00	0,00	
0881	Gesamte Selbstkosten des Vorhabens	552.825,00	584.587,12	106

II.3 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

In dem Handwerkerdorf Dai Lam sind etwa 200 Haushalte und lebensmittelproduzierende Betriebe an ein Kanalisationsnetz angeschlossen. Für die Reinigung des organisch stark belasteten Abwassers wurden in den Hauptkanälen Zweikammerklärgruben (Septic-tanks) installiert. Diese sind schlammgefüllt und nicht

mehr funktionsfähig. Das gesammelte Abwasser wird daher ungeklärt in einen offenen Kanal (Vorfluter) geleitet. Aufgrund der hohen organischen Fracht verschlammt dieser regelmäßig. Sobald dann große Abwassermengen in kurzer Zeit anfallen, können diese vom Kanal nicht mehr aufgenommen werden und das ungeklärte Abwasser überflutet die angrenzenden Reisfelder. Diese Situation und die Abwasserzusammensetzung begründen die grundsätzliche Notwendigkeit einer aeroben Abwasseraufbereitungsanlage an dem ausgewählten Standort. Bei der aeroben biologischen Abwasserreinigung fällt organischer Schlamm an, der energetisch verwertbar ist und aus dem ein nährstoffreicher Dünger hergestellt werden kann. Dieser Verfahrensschritt ist bei Aerobanlagen in Vietnam weitgehend unbekannt. Daraus begründet sich die Verfahrenskombination mit einer Anaerobstufe in der Pilotanlage.

Sämtliche Arbeiten, die im Sinne der Aufgabenstellung und Zielsetzung erfolgten, wurden in dem dafür angemessenen Rahmen ausgeführt. Die Vorplanung einer Abwasserbehandlungsanlage erfolgte als Grundlage für die Kostenkalkulation zur Beantragung des Vorhabens. Mit Projektaufnahme und nach Zuweisung des Standortes durch das örtliche Volkskomitee wurden erste Anpassungen an die örtlichen Bedürfnisse durchgeführt. So konnte beispielsweise die Pilotanlage nicht komplett in Deutschland montiert werden. Der Stahlbau musste durch lokale Betriebe in Nähe des künftigen Standortes und die Containermontage direkt am Standort ausgeführt werden. Diese Leistungen erforderten entsprechende Planungs- und Koordinationsarbeiten. Für die Montage der Aggregate und Rohrleitungen vor Ort musste eigenes fachkundiges Personal eingesetzt werden. Diese Phase ist bereits ausgenutzt worden, um lokal ansässige Fachleute in den Anlagenbau und die Anlagensteuerung einzubinden.

Trotz rechtzeitiger Beantragung haben die örtlichen Kooperationspartner die ordentliche, dauerhafte Stromversorgung erst sehr verspätet aufgebaut. Aus diesem Grund erfolgte die Inbetriebnahme der Pilotanlage, die durch den Antragsteller vorgenommen werden musste, erst mit zeitlicher Verzögerung.

Der Betrieb der Pilotanlage, insbesondere in der Initialphase, ist regelmäßig von dem Personal des Antragstellers vor Ort überprüft worden. Diese Vorgehensweise war auf Grund der fehlenden Qualifikation der örtlichen Kooperationspartner notwendig. Auch die Kontrolle bei schwerwiegenden Störungen musste durch das Personal des

Antragstellers teilweise vor Ort ausgeführt werden, da es dem lokalen Personal an Betriebserfahrung fehlte und nur so schwerwiegende Aggregatschäden zu vermeiden waren.

Im Verlauf des Anlagenbetriebes sind Ereignisse eingetreten, die weitere bauliche Anpassungen erforderlich machten. Beispielsweise hat sich in der regenarmen Betriebszeit der Organikanteil des Mischabwassers so stark erhöht, dass dieses vor der Förderung verdünnt werden musste. Die zur Anpassung erforderlichen Planungen mussten durch den Antragsteller geleistet werden. Die Umsetzung konnte mit steigender Betriebslaufzeit nach Anweisung durch örtliches Personal erfolgen.

Sämtliche Tätigkeiten vor Ort waren stets mit den Projektpartnern koordiniert. So wurden Schulungen im Wesentlichen mit den Verbundpartnern gemeinsam durchgeführt.

Zur Gewährleistung des Betriebes der Pilotanlage und der Betriebsweiterführung nach Projektbeendigung hat der Antragsteller diverse Gespräche mit potentiellen Anwärtern geführt

II.4 Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere Verwertbarkeit des Ergebnisses im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans

In Vietnam besteht auf Grund einer größtenteils fehlenden Abwasserinfrastruktur in ländlichen Bereichen, insbesondere in den Handwerkerdörfern, sowie in Industriezonen oder touristisch erschlossenen Gebieten ein großer Bedarf an dezentralen Lösungen zur Abwasseraufbereitung. Dabei steht zunächst die Behandlung von organisch belasteten Abwässern im Fokus. Die Ergebnisse, die in dem Verbundprojekt erzielt wurden, zeigen, dass sich die Verfahrenskombination von SBR-Technologie und nachgeschalteter energetischer Verwertung des Überschussschlammes für solche dezentralen Anwendungen besonders eignet.

Mit dem Weiterbetrieb der Pilotanlage als Schulungs- und Ausbildungsanlage ist der Grundstein gelegt, die Technologie zu präsentieren und damit einer Öffentlichkeit zugänglich zu machen.

In künftigen Schritten soll eruiert werden, wie die Akzeptanz dieser Anlagentechnologie bei Entscheidungsträgern und damit die Marktgängigkeit der Anlagentechnologie auf dem vietnamesischen Markt ist.

II.5 Während der Durchführung des Vorhabens dem ZE bekannt gewordener Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen

Es sind keine Vorhaben zu vergleichbaren Entwicklungsprojekten oder Produkten bzw. ähnliche Arbeiten bekannt.

II.6 Erfolgte und geplante Veröffentlichungen des Ergebnisses

Bisher sind keine Messergebnisse des Teilprojektes „Konzeption und Entwicklung einer aeroben Abwasserbehandlung und einer anaeroben Abfallaufbereitung“ publiziert worden.

Die Anlagentechnologie und Untersuchungsergebnisse wurden in Workshops in Form von Abstracts einem überwiegenden Fachpublikum präsentiert:

- INHAND Workshop, Hanoi, 08.Oktober 2013
- INHAND Workshop, Bac Ninh, 12.November 2012

Des Weiteren wurden die Anlagentechnologie und Untersuchungsergebnisse in einer Diplomarbeit verwendet:

Wiedemann (02.08 2015): Bewertung eines SBR-Verfahrens mit nachgeschalteter anaerober Klärschlammverwertung und Co-Fermentation biogener Abfälle in Vietnam; Diplomarbeit TU Dresden

VIS International hat über den Anlagenbetrieb einen Kurzfilm erstellt, der auf der Website von VIS International (www.vis-international.biz) eingestellt ist.

Die wesentlichen Erkenntnisse aus dem Betrieb der Pilotanlage wurden der BIOGEST AG und der Ingenieurbüro für Abwassertechnik GmbH Payer übermittelt,

sodass sie in künftigen gemeinsamen Projekten für die Technologieoptimierung Berücksichtigung finden.

Es ist geplant, die wichtigsten Erkenntnisse aus dem Gesamtprojekt gemeinsam mit den Partnern des Verbundvorhabens zu veröffentlichen.

Berlin, der 05.08.2015

VIS International GmbH

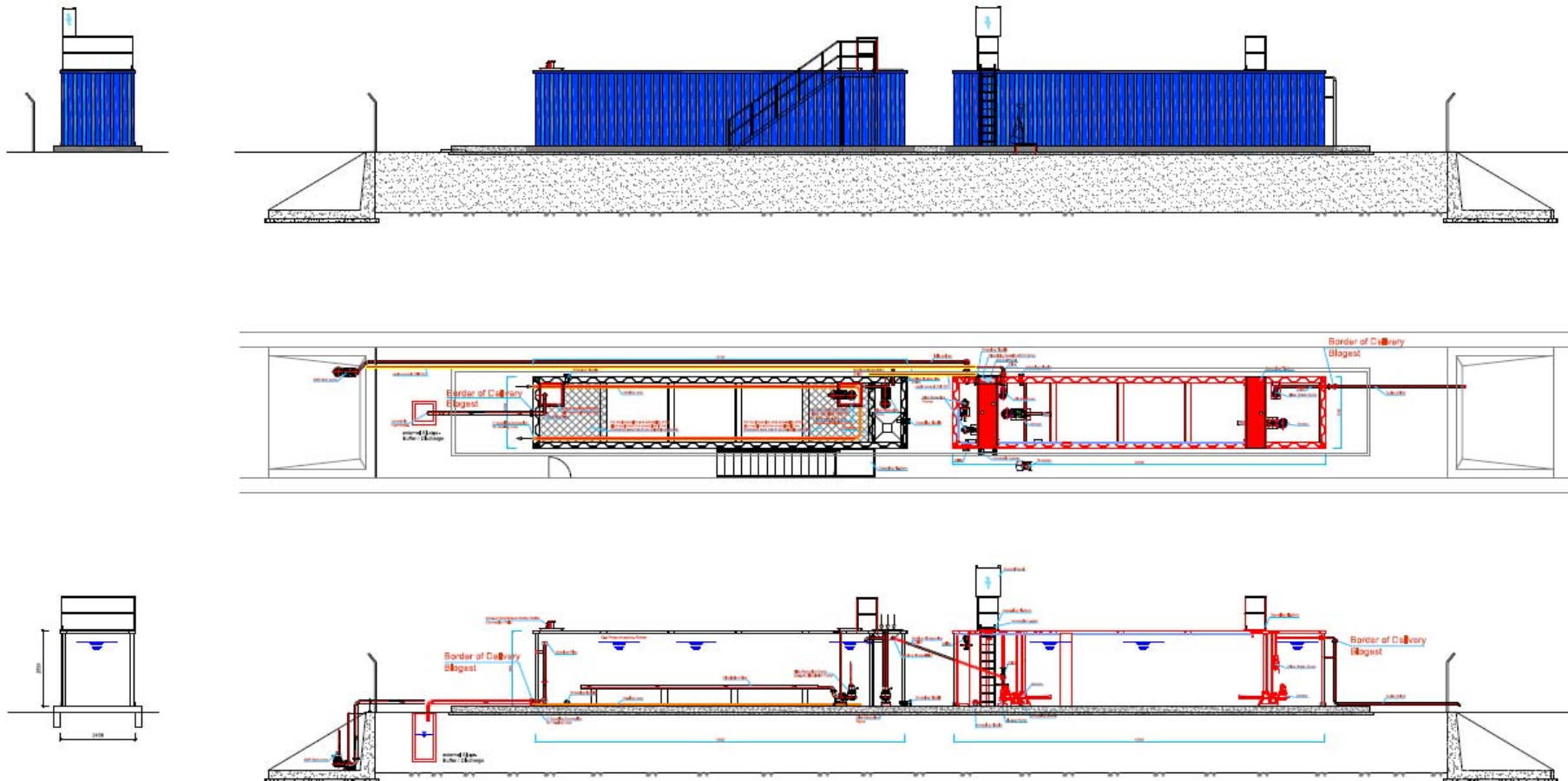
Anlagen

Anlage I



Projektbezeichnung	Verbundprojekt INHAND, Integriertes Wasserwirtschaftskonzept für Handwerksdörfer am Beispiel von Dai Lam in Vietnam, TP 3 Konzeption und Entwicklung einer aeroben Abwasserbehandlung und einer anaeroben Abfallaufbereitung
Berichtsnummer	2500.15.001 Abschlussbericht

Bezeichnung	Technische Zeichnung der SBR-Anlage (rechte Seite) und des Fermenters (linke Seite)
-------------	---

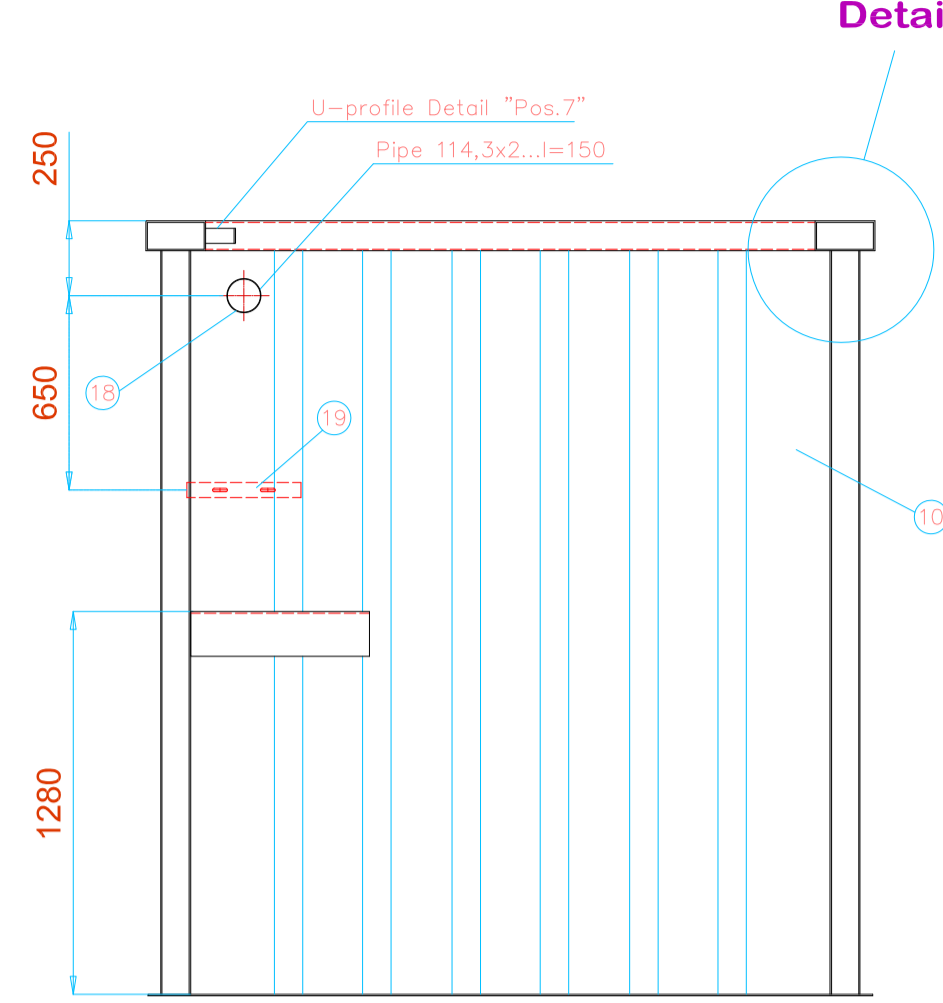


Jahr	2011												2012											
	Q1			Q2			Q3			Q4			Q1			Q2			Q3			Q4		
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.
AP1-Projektkoordination																								
AP2-Bestandsaufnahme																								
AP3-Konzeption eine Managements/Controlling																								
AP4-Umsetzung vorgeschalteter Maßnahmen																								
AP5-Anlagenkonzeption																								
Anlagentransport																								
AP6-Anlageninbetriebnahme, Anlagenbetrieb																								
AP7-Einbindung des künft. Betreibers																								
AP8-Ganzheitl. Betrachtung																								
AP9-Ökobilanzielle Entwicklung																								
AP10-Techn. Ökonom. Bewertung																								
AP11-entfällt																								
AP12-Datenerhebung																								
AP13-Wasser- Landnutzung																								
AP14-Leitfaden																								
AP15-Aus-Weiterbildung																								

Jahr	2013												2014											
	Q1			Q2			Q3			Q4			Q1			Q2			Q3			Q4		
	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.	32.	33.	34.	35.	36.	37.	38.	39.	40.	41.	42.	43.	44.	45.	46.	47.	48.
AP1-Projektkoordination																								
AP2-Bestandsaufnahme																								
AP3-Konzeption eine Managements/Controlling																								
AP4-Umsetzung vorgeschalteter Maßnahmen																								
AP5-Anlagenkonzeption																								
Anlagentransport																								
AP6-Anlageninbetriebnahme, Anlagenbetrieb																								
AP7-Einbindung des künft. Betreibers																								
AP8-Ganzheitl. Betrachtung																								
AP9-Ökobilanzielle Entwicklung																								
AP10-Techn. Ökonom. Bewertung																								
AP11-entfällt																								
AP12-Datenerhebung																								
AP13-Wasser- Landnutzung																								
AP14-Leitfaden																								
AP15-Aus-Weiterbildung																								

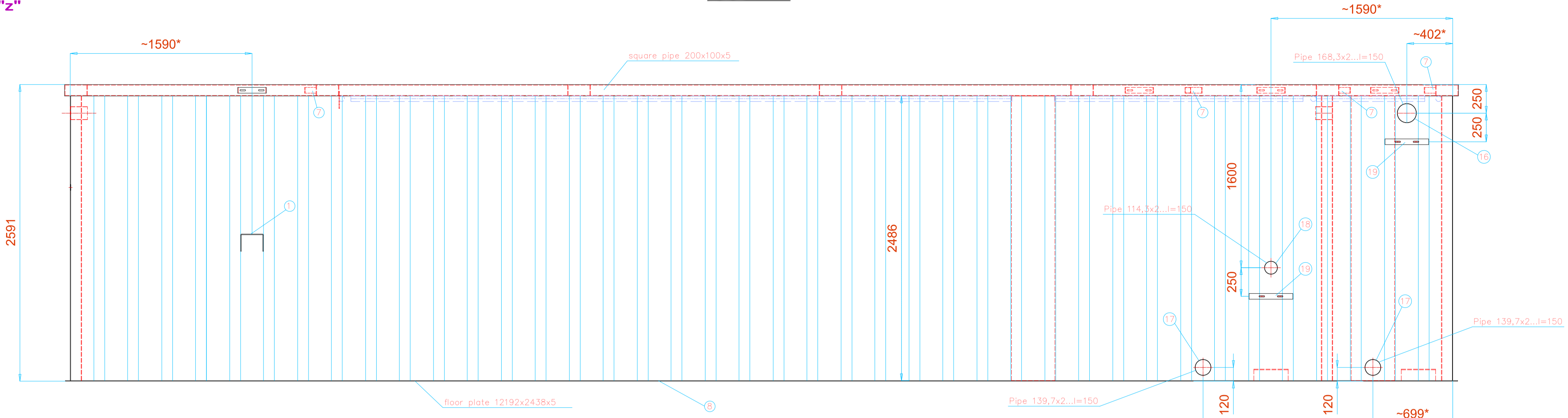
Anlage III

Section C-C

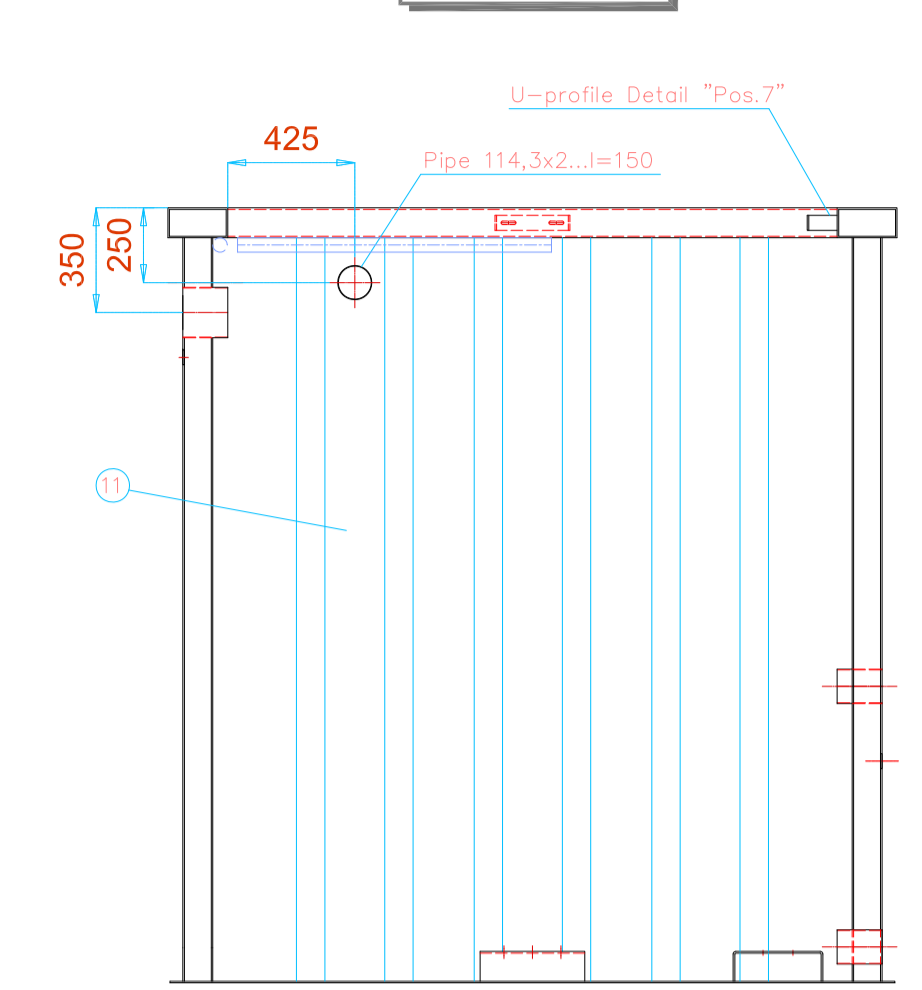


Detail "z"

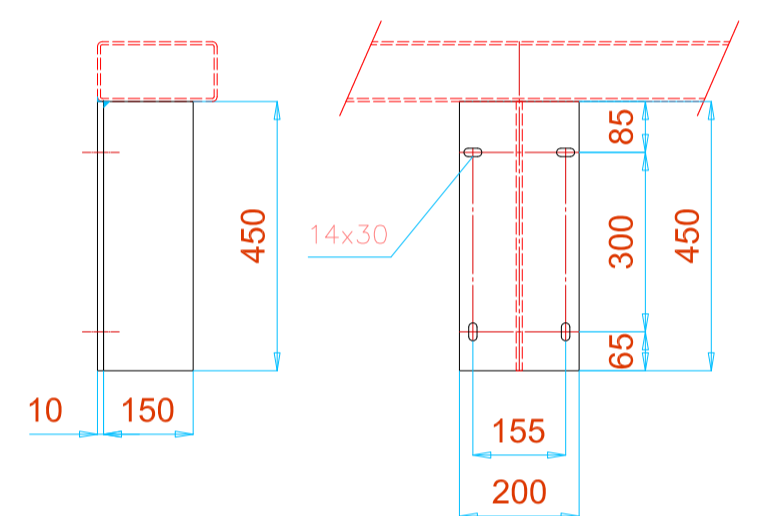
View A-A



Section B-B

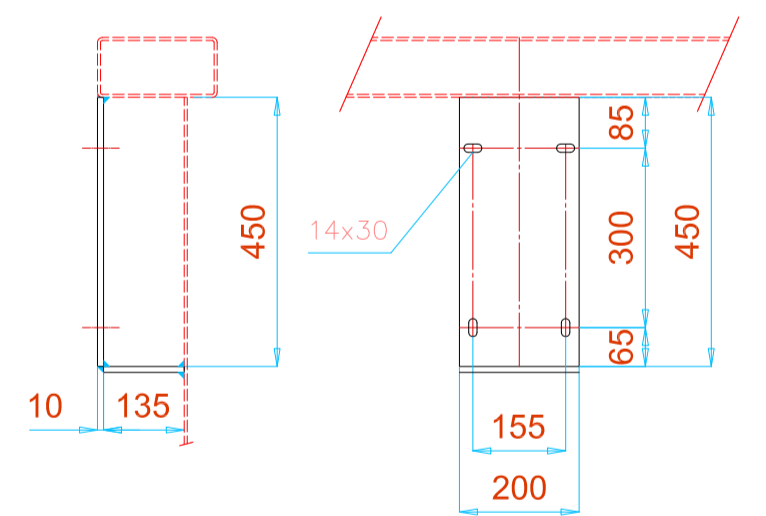


Detail "Pos.6" 1x



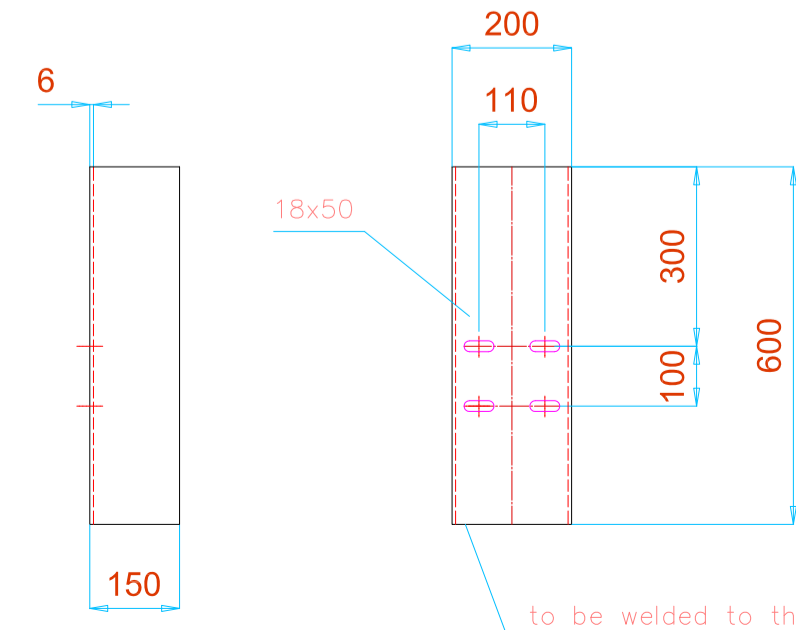
to be welded to the container

Detail "Pos.5" 2x



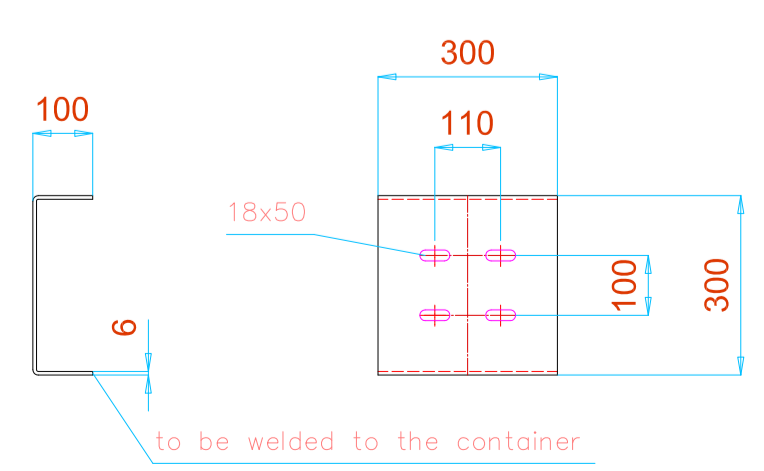
to be welded to the container

Pos.1 (console 1) 1x



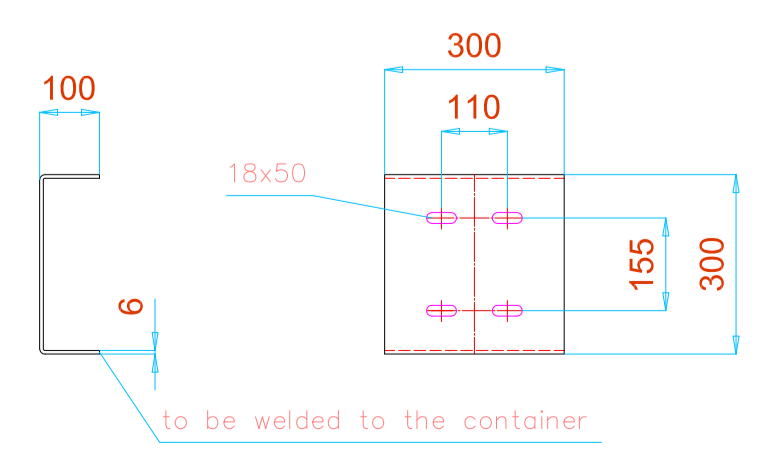
to be welded to the container

Pos.2 (console 2) 1x



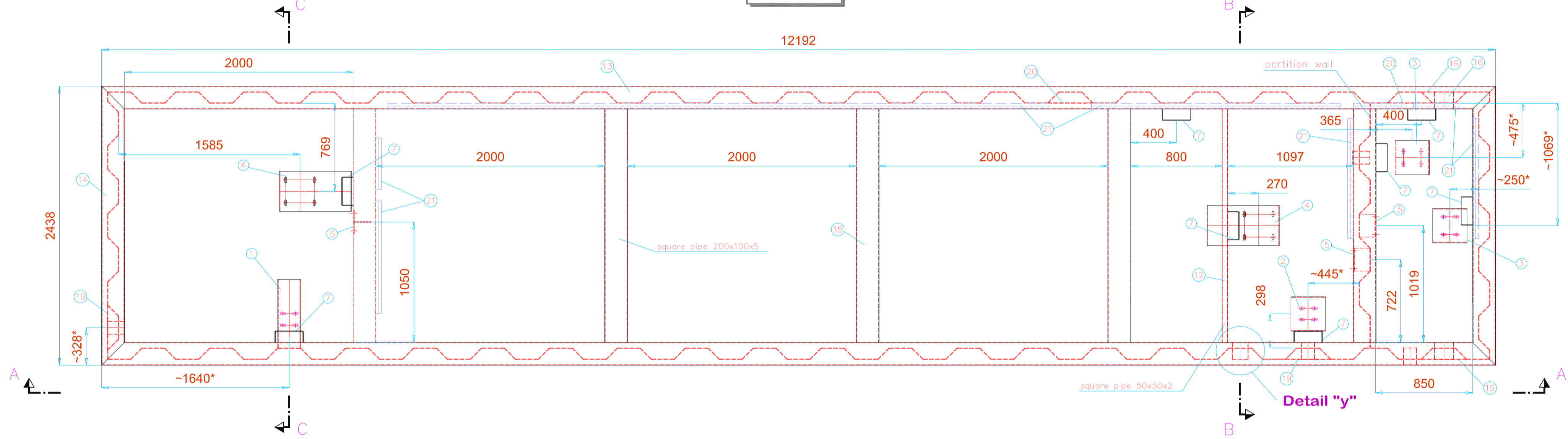
to be welded to the container

Pos.3 (console 3) 2x

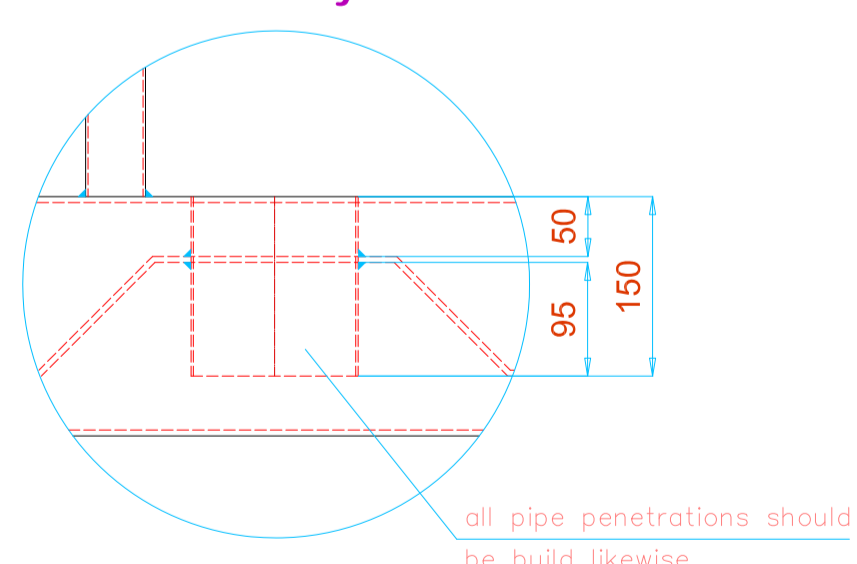


to be welded to the container

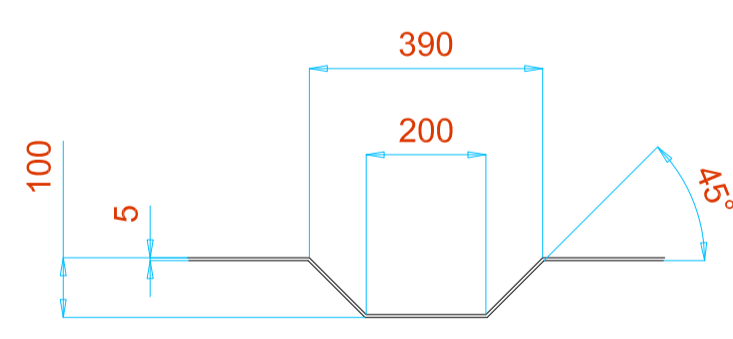
Top view



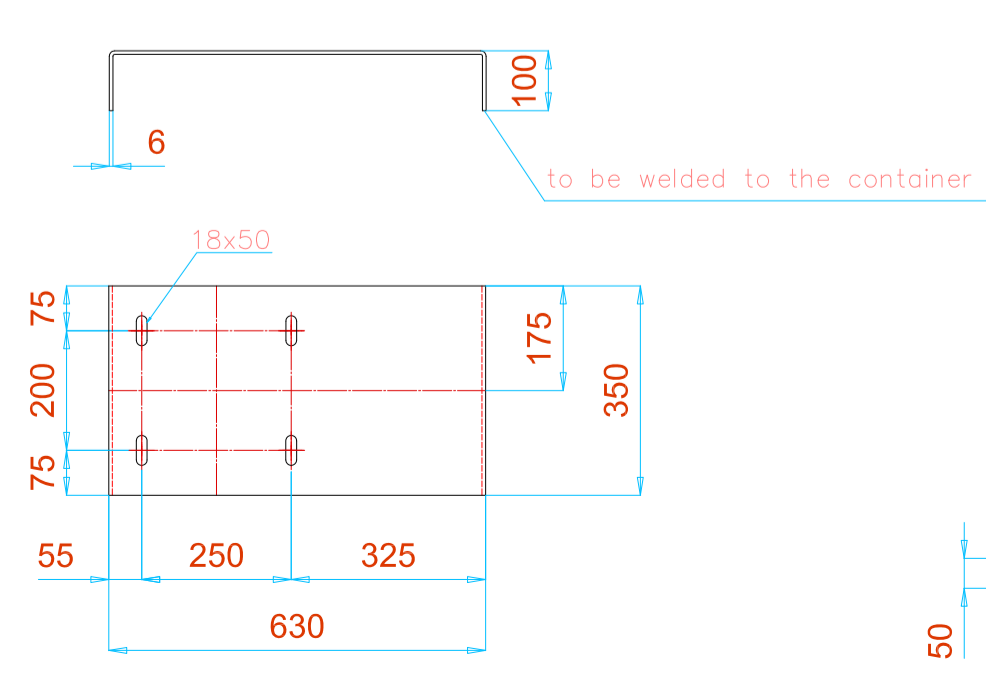
Detail "y"



Detail: edging of container walls

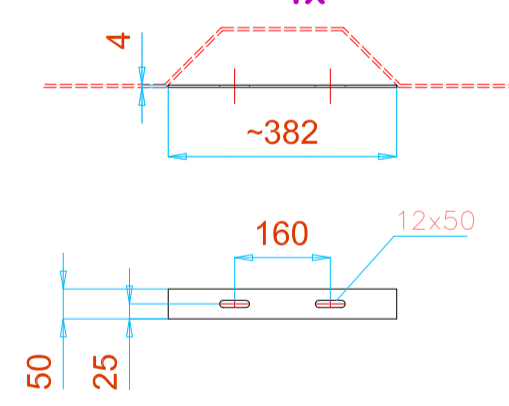


Pos.4 (console 4) 2x

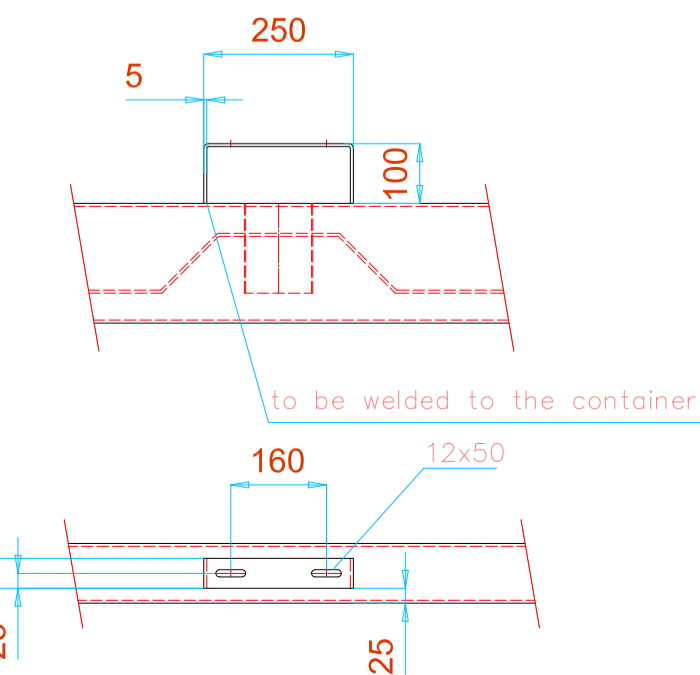


to be welded to the container

Detail "Pos.19" 4x



Detail "Pos.7" 7x



to be welded to the container

manufacturing regulations :
• all welds waterproof

21	7	piece	electrical cable tray	60,3x2,9...	Steel
20	2	piece	regulation plate for pipe	2486x328x5	Steel
19	4	piece	connection for pipe fixing component	Fl. 50x4...382	Steel
18	3	piece	pipe	114,3x3,6...l=150	Steel
17	2	piece	pipe	139,7x4,0...l=150	Steel
16	2	piece	pipe	168,3x4,5...l=150	Steel
15	5	piece	square pipe	200x100x5...2048	Steel
14	2	piece	square pipe	200x100x5...2438	Steel
13	2	piece	square pipe	200x100x5...12192	Steel
12	1	piece	square pipe	50x50x2...2038	Steel
11	1	piece	partition wall		Steel
10	4	piece	container wall		Steel
9					
8	1	piece	floor plate	12192x2438x5	Steel
7	8	piece	connection for bracket for guide pipe	430x50x5	Steel
6	1	piece	connection for slip-in tube for lifting device	200x6...	Steel
5	2	piece	connection for slip-in tube for lifting device	200x6...	Steel
4	2	piece	console 4	350x526x6	Steel
3	2	piece	console 3	300x476x6	Steel
2	1	piece	console 2	300x476x6	Steel
1	1	piece	console 1	600x476x6	Steel
pos.	piece	unit	designation	standard short name / cut	material weight

BIOGEST
 Established in 1976
 Siemensstraße 1
 D-65232 Taunusstein-Neuhof
 Telefon : 06128 / 9758-0
 Telefax : 06128 / 9758-39
 eMail : Info@Biogest.com
 Internet : www.Biogest.com

Dai Lam
 Project Name:
 Date: 08.03.12
 Name: NA
 Approved by: 08.03.12
 AD
 Drawing Name:
Container
 Unit Name:
Open Top Container
 Drawing Number:
 Open Top Container_construction_Dai Lam
 Revision:
 Scale:
1:25
 Sheet Size:
A 1

Anlage IV

Auftrag / Projekt	INHAND	Berichtsnummer	2500.15.001.1 (Abschlussbericht)
Bezeichnung	Fotodokumentation der Anlagentechnik der Pilotanlage	Seite	Seite 1 von 7
Ersteller	Dr. Holger Appel	Datum	29.07.2014

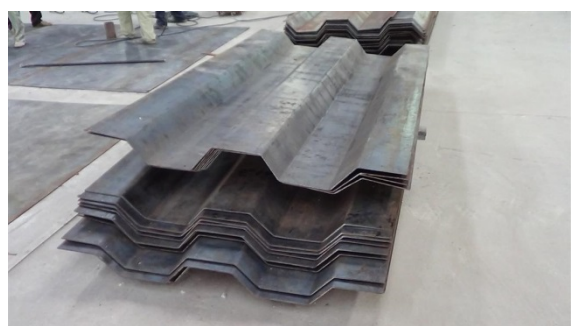
Bau der Anlagenplattform	Kanaldurchführung
---------------------------------	--------------------------



Sandauffüllung	Bau der Betonplatte
-----------------------	----------------------------



Containerfertigung in Vietnam	Containerfertigung in Vietnam
--------------------------------------	--------------------------------------



Anlage IV

Auftrag / Projekt	INHAND	Berichtsnummer	2500.15.001.1 (Abschlussbericht)
Bezeichnung	Fotodokumentation der Anlagentechnik der Pilotanlage	Seite	Seite 2 von 7
Ersteller	Dr. Holger Appel	Datum	29.07.2014

Container nach Montage und Rostschutz	Fertigstellung der Einzäunung
--	--------------------------------------



Abgeschlossener Containerbau	Lieferung der Aggregate
-------------------------------------	--------------------------------



Einlaufbauwerk	Gitterschutz für Förderpumpe
-----------------------	-------------------------------------



Anlage IV

Auftrag / Projekt	INHAND	Berichtsnummer	2500.15.001.1 (Abschlussbericht)
Bezeichnung	Fotodokumentation der Anlagentechnik der Pilotanlage	Seite	Seite 3 von 7
Ersteller	Dr. Holger Appel	Datum	29.07.2014

<p>Förderpumpe im Einlaufbauwerk</p>	<p>Förder- und Zirkulationspumpe im SBR-Puffer</p>
	
<p>Belüfter I und Schlammpumpe in SBR-Reaktor</p>	<p>Klarwasserpumpe und Belüfter II</p>
	
<p>Klarwasserpumpe mit Ablauf</p>	<p>Rohrleitung zwischen SBR-Reaktor und Fermenter</p>
	

Anlage IV

Auftrag / Projekt	INHAND	Berichtsnummer	2500.15.001.1 (Abschlussbericht)
Bezeichnung	Fotodokumentation der Anlagentechnik der Pilotanlage	Seite	Seite 4 von 7
Ersteller	Dr. Holger Appel	Datum	29.07.2014

<p>Förderpumpe Fermenterpuffer</p>	<p>Zirkulationspumpe Fermenter</p>
	
	<p>Überlauf Fermenter</p>
	
<p>Schwimmerschalter Fermenter</p>	<p>Schornstein Fermenter</p>
	

Anlage IV

Auftrag / Projekt	INHAND	Berichtsnummer	2500.15.001.1 (Abschlussbericht)
Bezeichnung	Fotodokumentation der Anlagentechnik der Pilotanlage	Seite	Seite 5 von 7
Ersteller	Dr. Holger Appel	Datum	29.07.2015

Überdruckventil Fermenter	Probenahmestutzen für Gärrestprobenahme
----------------------------------	--



Messstelle Fermenter (Gasmessung, Gaszählung)	Messeinrichtung Fermenter
--	----------------------------------



Messensoren SBR-Reaktor	Aufhängung Messensoren SBR-Reaktor
--------------------------------	---



Anlage IV

Auftrag / Projekt	INHAND	Berichtsnummer	2500.15.001.1 (Abschlussbericht)
Bezeichnung	Fotodokumentation der Anlagentechnik der Pilotanlage	Seite	Seite 6 von 7
Ersteller	Dr. Holger Appel	Datum	29.07.2015

Zentraler Steuerschrank



Zentraler Steuerschrank



Zentrale Monitoringeinrichtung mit Datenfernübertragung



Display zur Datenablesung



Anlage IV

Auftrag / Projekt	INHAND	Berichtsnummer	2500.15.001.1 (Abschlussbericht)
Bezeichnung	Fotodokumentation der Anlagentechnik der Pilotanlage	Seite	Seite 7 von 7
Ersteller	Dr. Holger Appel	Datum	29.07.2015

Stromversorgung	Blitzableiter
	
Häcksler	
	

Anlage V

Auftrag / Projekt	INHAND	Berichtsnummer	2500.15.001.1 (Abschlussbericht)
Bezeichnung	Fotodokumentation des Anlagenbetriebes	Seite	Seite 1 von 4
Ersteller	Dr. Holger Appel	Datum	29.07.2014

<p>Ruhephase vor Beginn Akzeptanzphase</p>	<p>Befüllung SBR-Puffer</p>
	
<p>Befüllung SBR-Reaktor</p>	<p>Belüftungsphase (Nitrifikation)</p>
	
<p>Denitrifikationsphase</p>	<p>Sedimentationsphase vor Beginn Klarwasserabzug</p>
	

Anlage V

Auftrag / Projekt	INHAND	Berichtsnummer	2500.15.001.1 (Abschlussbericht)
Bezeichnung	Fotodokumentation der Anlagentechnik der Pilotanlage	Seite	Seite 2 von 4
Ersteller	Dr. Holger Appel	Datum	29.07.2014

<p>Klarwasserabzug</p>	<p>Befüllung Fermenterpuffer</p>
	
<p>SBR-Reaktor nach Klarwasserabzug</p>	<p>Überschussschlammförderung in Fermenter-Puffer</p>
	
<p>Organiklieferung</p>	<p>Befüllung Fermenter (Bild aus Zeitraum der Erstbefüllung)</p>
	

Anlage V

Auftrag / Projekt	INHAND	Berichtsnummer	2500.15.001.1 (Abschlussbericht)
Bezeichnung	Fotodokumentation der Anlagentechnik der Pilotanlage	Seite	Seite 3 von 4
Ersteller	Dr. Holger Appel	Datum	29.07.2014

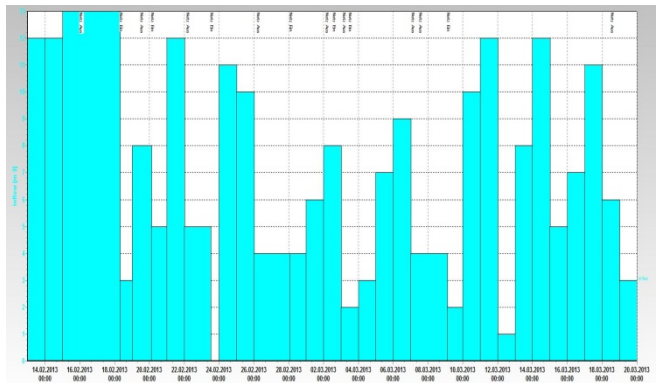
Biomasse in Fermenter



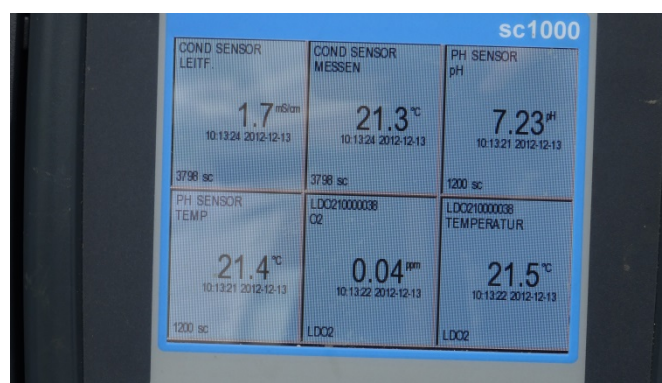
Gärresteauslass (Probenahme)



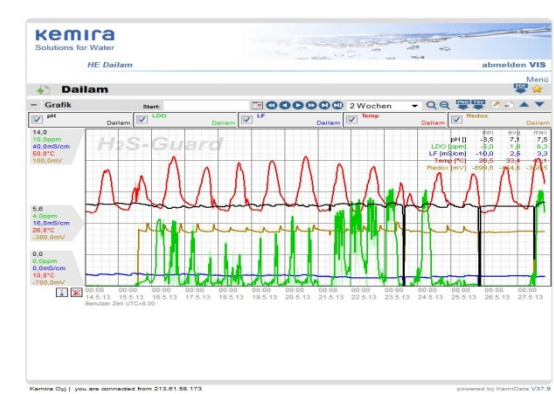
Wasserdurchlaufmessung



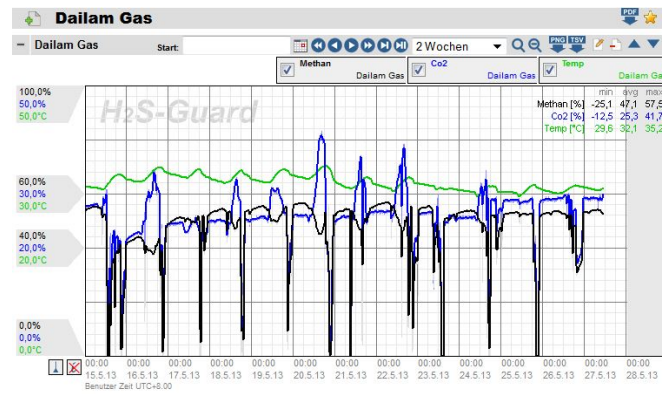
Onlineüberwachung SBR-Reaktor



Messdatenüberwachung SBR-Reaktor (Nitrifikation/Denitrifikation)



Biogasmessung Fermenter



Anlage V

Auftrag / Projekt	INHAND	Berichtsnummer	2500.15.001.1 (Abschlussbericht)
Bezeichnung	Fotodokumentation der Anlagentechnik der Pilotanlage	Seite	Seite 4 von 4
Ersteller	Dr. Holger Appel	Datum	29.07.2014

<p>Gasmengenerfassung</p>	<p>Verschmutzung Gitter Einlaufbauwerk</p>
	
<p>Verschmutzung Einlaufbereich</p>	<p>Verstopfung Zirkulationspumpe durch Abfallstoffe</p>
	
<p>Reinigung Förderpumpe Fermenterpuffer</p>	<p>Reinigung Messsensoren SBR-Reaktor</p>
	

Anlage VI

**Operating Instructions
for SBR waste water
treatment facility
in
Dai Lam**

Date: 01.08.2013
(AP)

Anlage VI

Content

1.	General Information	4
2.	Plant construction / switchgear	4
2.1.	Switchgear cabinet	4
2.2.	Feed-in	5
2.3.	Sense of rotation	5
2.4.	Tension Control / network failure	5
2.5.	Lighting and aerating System of the switchgear cabinet	5
2.6.	Uninterruptible power supply (UPS)	6
2.7.	Emergency- stop	6
2.8.	Lights control	6
2.9.	Outlets of the switchgear cabinet	6
2.10.	Operation /modes of operation	7
2.10.1	Operation of the switchgear cabinet and observation stations	8
2.10.2	Disturbances of the Actuators	9
3.	Measurement System	10
3.1.	Inlet pumping station	10
3.2.	Digester buffer tank	10
3.3.	Digester	10
3.4.	SBR buffer tank	10
3.5.	SBR reactor	10
4.	Door Display and Optical Indicators	11
5.	Procedural Description	14
5.1.	inlet pumping station	14
5.2.	SBR buffer tank	14
5.3.	SBR reactor	14
5.3.1.	Phase of acceptance	15
5.3.2.	Sedimentation phase	16
5.3.2.1.	Phase of after aeration time	16
5.3.2.2.	Phase of sedimentation	16
5.3.2.3.	Clear water outlet	16
5.3.2.4.	Excessive sludge outlet	16
5.4.	Digester buffer tank	17
5.4.1.	Crusher pump	17
5.5.	Digester	17
5.5.1.	Circulations pump	17
5.6.	Crusher	17
6.	Safety Advises/ Warnings	17

Anlage VI

7. Maintenance

18

Anlage VI

1. General Information

The operating instruction applies for both container (SBR and digester).

Control cabinet:

The electrical installation as well as the measuring (technical measurements)~ and control system of the pilotplant, are installed inside a wall closet, which is made from stainless steel and an overall dimensions (width x height x depth) of 800mm x 1200mm x 300mm. The control cabinet is mounted on top of the SBR-Container.

For additional protection against environmental influences, the control~ and monitoring unit on top of the door of the switchgear is placed behind a hinged and transparent window. Based on the switch gear all electrical operating functions can be executed for the respective container (SBR/digester). There is no electrical connection between both switch gears.

The cable entry of the outdoor cables into the free-standing cabinet, takes place via strained-relieved screwed cable glands.

The cable connection between the on-site equipment of the switch gear takes place via existing junction cables. The pump- and floating switch cables towards the inlet pump, clear water pump, the aerator 2 and the WSP 1and 2 is laid via distributor boxes and extended by energy cables from the type NYY-I.

The cable connection between the on-site equipment of the crusher pump and the float switch WSP 3 of the switch gear of takes place via existing gas-tight cable entry.

Potential equalization:

The container plant is connected to the on-site potential equalization.

Caution:

The floating switches WSP3, WSP4 and 4.1 operate as „intrinsically safe measuring circuits“ (Namur)! For this reason, the respective floating connection cables basically have to be laid separated from the energy cables!

2. Plant construction / switchgear:

2.1. Switchgear cabinet

Guide: The bracketed alphanumeric numbers correspond to the devices and the equipment which are situated on the inside of the switchgear and in the wiring schematics.

The first digit of the alphanumeric numbers corresponds to the sheet number of the wiring schematic on which one the appropriated device is demonstrated. The sheet number is also valid for all wiring schematics with so-called “point numbers” (underlined) e.g. Bl. 2.1 or 2.2 etc.

Anlage VI

The device designation, prefixed by + PLACE - is located on the outside of the switchgear.

The device designation, prefixed by a number + NUMBER (underlined) designates the switchgear cabinet in which one the appropriated device is built-in e.g. +1 - 1L2.

2.2. Feed-in

The voltage supply line of the entire plant can be switched „on“ and/or „off“ by the main breaker 1Q1. The fuse-protection of the feed-in takes place via a 3-pole DO-2 fuse. The feed-in of the switch gear is designed as a 4-pole network L1, L2, L3, PEN. In case of a 5-pole feed-in, a bridge between the N-clamp and PE-clamp of the switch gear has to be removed first.

Please consider: After switching off the main breaker, the light, the aerator and the voltage meter are further supplied by operating voltage! A disconnection of those plant components takes place via the pre-fuse 1F1.

2.3. Sense of rotation

It is important to pay attention that the phases L1, L2 and L3 are installed as a “right rotary field” and all actuators are pre-set for their sense of rotation by the manufacture. This is to be checked prior the first plant start-up. Due to a change of rotary direction, significant damages to the actuators can occur, if the rotary field has been modified after initial start-up of the plant. We are not liable for damage caused deliberately or through negligence.

2.4. Tension control / network failure

On a live line indicator with change-over switch 1U1, the current line voltage can be controlled phase to phase and phase to neutral. The applied voltage, phase to phase, should not fall below a value of 380V and it has to be relative constant at the deviation of 5% on the three phases.

If a phase is missing or the phase voltage of one or more phases is too low, the actuators shut down accordingly due to the motor-circuit breaker or the bi-relay. Thereby it is possible that damages to the engines occur and/or required performances of the pumps and the aerator potentially can't be provided any more.

2.5. Lightening and aerating system of the switchgear cabinet

The electrical outlets for the light and the aerator of the switchgear cabinet are observed by an earth-leakage circuit breaker (1F3). The operational function of the earth-leakage circuit breaker (RCB) is only warranted if the existing potential equalization system of the sewage treatment plant is installed and in working condition. The operating function of the RCB needs to be re-checked regularly (approx. every three month) by a specified test button.

Anlage VI

For lightening the switchgear, a lamp 1H1 is installed on the inside of the switchgear cabinet and can be turned on and/or off on the built-in switch of this lamp when the door of the switch gear is opened.

For moisture control and discharging the accumulating waste heat, a humidity- and temperature regulating aerator is built in. On the humidistat 1L1 a switching and tripping point of the switch gear has to be set up on approx. 60% humidity and 35grd.C temperature.

Please consider that for the intake and exhaust area of the air conditioning system, a free air exchange is required. The filter mats inside of the intake and exhaust area have to be cleaned regularly!

2.6. Uninterruptible power supply (UPS)

For generating the required control voltages of 230 V AC and 24 V DC, an UPS has to be assembled on the inside of the switchgear cabinet. To avoid damages by overvoltage - the UPS has to be provided with an overvoltage-protection-device on secondary side.

In case of dangerous overvoltage - it will be diverted to earth, but the device of overvoltage protection will be destructed and has to be replaced.

In case of a voltage breakdown, the UPS supports the generation of the control voltages 230VAC and 24V DC for approx. 10 minutes.

The UPS is not used for the power supply of the actuators.

2.7. Emergency-stop

For protecting plant and humans the power supply can be turned off by actuating the main switch of the switch gear.

After the main switch has switched on again, all drives turn on autonomously.

2.8. Light control

For function checking of the optical signal lights on the switchgear and of the on-site control-sections, a push-to-test button F1 is provided on each display. By pressing that push-to-test button all serviceable signal lights start to flash up.

2.9. Outlets of the switchgear cabinet

On the inside of the switchgear cabinet, outgoings of switching units for following actuators are assembled:

Anlage VI

- **Inlet pumping station**
- Inlet pump
- Floating switch WSP 1 = high and WSP 7 = low pump “on”
- Floating switch WSP 2 = low or WSP 6 = high pump “off”

- **Digester buffer tank**
- Crusher pump
- Namur floating switch WSP 3 = low pump “off”

- **Digester**
- Circulation pump
- Namur floating switch WSP 4 = low pump “off”
- Namur floating switch WSP 4.1 = high pump “on”

- **SBR buffer tank**
- Crusher and inlet pump 2
- Floating switch WSP 5 = low and WSP 7 = high - crusher and inlet pump 2 „on“
- Floating switch 7 = low or WSP 5 = high or WSP 10 high crusher and inlet pump2 “off”

- **SBR reactor**
- Aerator 1
- Aerator 2
- Excess sludge pump
- Clear water pump
- Floating switch WSP 5 > 2,00m - crusher pump 2 and inlet pump “off”
- Floating switch WSP 8 = high Aerator ½ “on”
- Floating switch WSP 8 = low Aerator ½ “off”
- Floating switch WSP 9 = high - clear water pump “on”
- Floating switch WSP 9 = low - clear water pump “off”
- Floating switch WSP 8 = low - excess sludge pump “off”

2.10. Operation/ modes of operation

Please consider: The operation of the drives in hand mode shall be conducted by instructed personnel only! Unauthorized operation results into faults of the plant and can cause danger to humans and also damage to the plant and the environment.

In hand mode there is no procedural locking mechanism of the appropriated drives. Only the electrical protection devices such as monitoring of over-current, short circuit and temperature are activated.

Drive mechanism, which are connected to the plant can be operated by following fundamental modes of operation:

Anlage VI

2.10.1. Operation~ and observation stations of the switching cabinet

For operation of the actuators: For each actuator inside the on-site control panel are following described control units dedicated.

Inlet pumping station

Inlet pump:

1. Operation mode: „on“
or
2. Operation mode: “off”
or
3. Operation mode: „automatic“ (by control mode)

Digester buffer tank

Crusher pump:

1. Operation mode: „on“
or
2. Operation mode: “off”
or
3. Operation mode: „automatic“ (by control mode)

Digester

Circulation pump:

1. Operation mode: „on“
or
2. Operation mode: “off”
or
3. Operation mode: „automatic“ (by control mode)

SBR buffer tank

Crusher Pump 1:

1. Operation mode: „on“
or
2. Operation mode: “off”
or
3. Operation mode: „automatic“ (by control mode)

Crusher/Inlet Pump 2:

1. Operation mode: “on”
or
2. Operation mode: “off” (0)
or
3. Operation mode: “automatic” (by control mode)

SBR reactor

Aerator 1:

1. Operation mode: “on”
or
2. Operation mode: “off” (0)
or
3. Operation mode: “automatic” (by control mode)

Anlage VI

Aerator 2:

1. Operation mode: "on"
or
2. Operation mode: "off" (0)
or
3. Operation mode: "automatic" (by control mode)

Sludge pump :

1. Operation mode: "on"
or
2. Operation mode: "off" (0)
or
3. Operation mode: "automatic" (by control mode)

Clear water pump:

1. Operation mode: "on"
or
2. Operation mode: "off" (0)
or
3. Operation mode: "automatic" (by control mode)

Signal lights

Signal light red - group fault
Signal light red - failure control voltage
Signal light red - cabinet fan fault
Signal light red – measurement fault
Signal light red - over flow Reactor
Signal light red - Biogas reactor water shortage

2.10.2. Disturbances of the actuators

On false phase voltage and/or in case of overcharge of the motors (mechanical defect), the motor protection device (motor protection switch / bi-relay) can activate.

Please take following actions sequentially:

- Switch to volt-free of the respective outlet
- Bring the H/O/A switch in position "0"
- Troubleshooting
- Connection of the supply voltage of the respective actuator outlet
- Bring the H/O/A switch in position "hand" (H)
- As from now the drive should operate in its regular way
- Bring the H/O/A switch in position "automatic" (A)

Anlage VI

3. Measurement system

For deduction of procedural relevant gauge heights of the respective constructions, floating switches have to be installed inside. The areas which have to be detected are zones with explosive atmosphere (ex-zone 1). For that reason the floating switches are actuated as „intrinsically safe circuits“. Therefore required partition barriers are mounted inside the switching cabinet. The floating switches must be installed on the outside of particular observation wells and they have to be fixed on the subsequent heights.

The control mode of the floating switches is more detailed described in chapter „Procedural Description“.

Please consider: The contact section of the floating switches are closed during upwards floated state.

3.1. Inlet pumping station

- Floating switch WSP 1: Inlet pump “dry run protection” > 0,3 m
- Floating switch WSP 2: Inlet pump “off” < 0,3 m

3.2. Digester buffer tank

- Namur floating switch WSP 3 Crusher pump “off” < 0,5 m

3.3. Digester

- Namur floating switch WSP 4: Circulation pump “off” < 0,8 m
- Namur floating switch WSP 4.1: Circulation pump “on” > 1,5 m

3.4. SBR – Buffer Tank

- Floating switch WSP 7: Crusher pump 1 and 2 “dry run protection” < 0,3 m
- Floating switch WSP 6: Crusher and inlet pump 2 „ on “ > 0,7 m

3.5. SBR – Reactor

- Floating switch WSP 5: Crusher and inlet pump 2 „ off “ > 2,00 m
- Floating switch WSP 8: Sludge pump, Aerator 1/2 „dry run protection“ < 0,3 m
- Floating switch WSP 9: Clear water pump „off“ < 1,60 m
- Floating switch WSP 10: Reactor „over flow“ > 2,20 m

Anlage VI

4. Door Display and Optical Indicators

For message indication a centralized alarm signal light has to be mounted on the inside of the switchgear cabinet door and on the outside section of the plant. All incoming faults will be indicated by a flashing light. The flashing light ceases after the faults have been eliminated.

Malfunctions will be monitored as a text message on the door display. It can be scrolled in between the individual malfunction messages using the $\Delta\nabla$ the arrow keys.

Faults basically need to be acknowledged by the "OK"-button on the display. The indicated fault ceases after the "OK"-button has been pressed and the malfunction message on the display has been disappeared.

The operator buttons of the display contains following functions:

- **Operator button F1:** By actuating this button the signal for checking the lights will be verified.
- **Operator button F2:** Incoming failure messages are indicated by flashing light. After the button F2 has been pressed and the malfunction is still present, the collective fault lamps switch into steady light. But if the malfunction has been eliminated the collective fault signal lights cease.
- **Operator button F3:** Switch-over: Aeration.
By actuating the operator button F3 both aerators work in an aerating mode. The operation After re-pressing the F3-button, both aerators work in aeration/resting mode.
Nitrification (Aerator turns on) /
De-nitrification (Aerator turns of)

Operating reports with time-stamp and required acknowledgment on the O.K. - button of the SB-reactor display

Text: _____ Meaning: _____

Inlet pumping station

Failure – inlet pump	The excessive load protection of the pump has released. No transportation of the drain possible. Check motor protection switch 4Q1 or the motor is overheated!
----------------------	---

Anlage VI

Digester buffer tank

Failure - crusher pump The excessive load protection of the pump has released. No circulation possible.

Check motor protection switch 9Q1 or the motor is overheated!

Digester buffer tank

Failure - circulation pump The excessive load protection of the pump has released. No circulation possible.

Check motor protection switch 12Q1 or the motor is Overheated!

SBR buffer tank

Failure - crusher pump 1 The excessive load protection of the pump has released. No circulation possible.

Check motor protection switch 18Q1 or the motor is Overheated!

Failure – crusher and inlet pump 2 The excessive load protection of the pump has released. No transportation of the drain water and no circulation possible.

Check motor protection switch 21Q1 or the motor is overheated!

SBR reactor

Failure - aerator 1 The excessive load protection of the aerator has released. No aeration is possible.

Check motor protection switch 27Q1 or the motor is overheated!

Failure - aerator 2 The excessive load protection of the aerator has released. No aeration is possible.

Check motor protection switch 30Q1 or the motor is Overheated!

Anlage VI

<p>Failure - excess sludge pump</p>	<p>The excessive load protection of the pump has released. No sludge transportation possible.</p> <p>Check motor protection switch 24Q1 or the motor is overheated!</p>
<p>Failure – clear water pump</p>	<p>The excessive load protection of the pump has released. No transportation of the clear water is possible</p> <p>Check motor protection switch 33Q1 or the motor is overheated!</p>
<p>Reactor - over flow</p>	<p>Risk of overflow inside the reactor at a gauge of > 2,20m. Check operational capability of the floating switch WSP 10</p>
<p>Failure – clear water outlet</p>	<p>Time of the clear water outlet has been ended and a water level of 1,60m has not been reached.</p> <p>Check operation capability of the clear water pump and the floating switch WSP 9</p>
<p>Failure control voltage</p>	<p>Digester not in operation</p> <p>Check the circuit breaker 2F1 and 2F5 or UPS</p>

After switches on the protection 2F1 and 2F2 all news must be acknowledged by the "OK"-button of the Display in the door.

<p>Failure level switch Reactor</p>	<p>Digester not in operation Check the circuit breaker 2F3 and 2F4</p>
<p>Failure level switch Digester</p>	<p>Digester not in operation not operation Check the circuit breaker 16A1</p>
<p>Digester Water shortage</p>	<p>Check the excess sludge pipe and the excess sludge pump</p>
<p>Failure cabinet fan</p>	<p>Check the circuit breaker 2F3 and 2F4</p>

Operating reports with time-stamp and no required acknowledgment on the 0.K. - button of the SB-reactors display

Phase of acceptance
After aeration time
Phase of sedimentation
Clear water outlet

Anlage VI

Dry-run protection – excess sludge pump
Dry-run protection – circulations pump
F 3 Aeration “on”
Excess sludge outlet
Aerator 1 / 2 residual time on/off
Crusher pump residual time on/off
Circulation pump residual time on/off

5. Procedural description (applies for automatic mode without failures only)

The reference point of the spot height is the base of the respective construction.

5.1. Inlet pumping station

- At a water level of > 0,30m (WSP 1, Signal = High) and the water level inside the SBR buffer is < 0,5m (WSP 7, Signal = Low) the inlet pump turns on.
- At a water level of < 0,30m (WSP 2 = Low) and a water level inside the reactor is > 0,7m (WSP 6 = High) or after a runtime of 4 minutes (timer B011) the pump is turned of.
- Pump is only operating during acceptance phase (timer B024)

5.2. SBR buffer tank

Inside the SBR buffer tank the incidental drain water will be temporary stored. During the temporary storage, the water will be circulated by the help of the crusher pump 1.

- At a water level of > 0,5 m (WSP 6 = High, WSP7 = high) and a water level in the SBR reactor is lower than 2,00 m (WSP5 = low) the crusher pump and the circulation pump turns on simultaneously.
- When the water level in the buffer tank is < 0,5 m (WSP7 = low), the waterlevel in the SBR tank of 2,0 m (WSP5 = high) or the overflow level of 2,2 m in the SBR-Tank are reached both pumps turns off.
- Pumps are only operating during acceptance phase (timer B024)

5.3. SBR reactor

The SBR reactor operates in two main phases:

- Phase of acceptance 9,0 h
- Sedimentation phase 3,0 h

After the sedimentation phase has finished, the phase of acceptance starts automatically.

Anlage VI

The adjustment of the duration of the phases takes place on the respective programmable logic controller of the pilot plant and can be modified on the particular control display due consideration of procedural conditions. For modification of the subsequent times, please take the allocation of the respective timer from the enclosed appendix block number/parameter. On the operator display of the corresponding control system, all times can be set up to the respective stated time unit.

5.3.1 Phase of acceptance

During phase of acceptance, the reactor will be filled with drain water by the crusher/inlet pump 2 until a level of 2,00m has been reached (see chapter 5.2.).

The phase of acceptance of the reactor takes about 9,5 hours (9 hours with crusher/inlet pump and 0,5 hours after aeration time). Two phases of acceptance per day are enabled.

Phase of acceptance: (Timer B024)Reactor: from 8:00 am until 17:00 pm.
from 8.00 pm. until 04.59 am.

During phase of acceptance both aerators can operate in following described modes of operation:

- Mode of Operation: Nitrification (Timer B031),

(Aerator turns on / De-nitrification aerator turns of)

During phase of acceptance – a summation of aeration time of 7,0h and pause time of 2,0h is required. The aeration~ and the pause time is distributed to five cycles.

Current time of the aerator (aeration): 1h 25 min.
Pause time of the aerator: 0h 24 min

- Mode of Operation: Aeration

During phase of acceptance an aeration time of 9,0h has to set up. This mode should be used as a start-up of the pilot plant. How many days the pilot plant should be operate in mode of aeration depends on the development of the biology inside the reactor and has to be investigated in situ.

Change-over of operation mode

On the display of the control system the mode of nitrification/de-nitrification can be pre-set by actuating the F3-button. By re-pressing the F3-button, the aerator

Anlage VI

works in continuous operation, i.e. a constant aeration of the waste water takes place.

5.3.2. Sedimentation phase

After ending the phase of acceptance, the sedimentation phase starts. The sedimentation phase consists of following sub phases:

- After aeration time
- Phase of sedimentation
- Clear water outlet
- Excessive sludge outlet

5.3.2.1. Phase of after aeration time

The after aeration time is 30 min. in this time, the aerator 1 and 2 turns on and the crusher / inlet pump 2 is turns of (Timer B038).

5.3.2.2. Phase of sedimentation

During sedimentation all actuators are turned off and all sliders are closed. In that time the waste water inside the reactor deposits, e.g. which leads to a formation of a clear water layer and a layer of sludge.

The duration of sedimentation is 1h and 30 min (Timer B039).

5.3.2.3. Clear water outlet

After sedimentation starts the outlet of the clear water. The clear water pump turns on. The operating time of the clear water pump is determined by following parameters:

- Duration of the clear water outlet is 0h and 45 min (Timer B041).
- Level inside the reactor of < 1,60 m

If one of those two parameters is fulfilled, the clear water pump turns off and the clear water outlet has ended. After the preset time of clear water outlet has expired, the sub phase „excessive sludge outlet” switches on.

5.3.2.4. Excess sludge outlet

After the clear water outlet has been finished the excess sludge outlet starts.

Anlage VI

Is the change-over switch in position “automatic”, then the excess sludge pump is turned on for 5 minutes (Timer B043).

On a water level height 0,30m (WSP8 = High) inside the SBR reactor – the working pump switches off or it is not possible to turn on the pump (dry-run protection). That applies for all modes of operation of the excess sludge pump.

After the excess sludge outlet is completed the rest period has ended and the phase of acceptance starts.

5.4 Digester buffer tank

5.4.1. Crusher pump (digester buffer tank)

- At a water level of > 0,5 m (WSP 3, Signal = High) and the crusher pump turns on for operation time.
- At a water level of < 0,5 m (WSP 3, Signal = Low) and the crusher pump turns of.

5.5 Digester

5.5.1 Circulation pump

- At a water level of > 1,50m (WSP 4.1, Signal = High) and the circulation pump turns on for operation time.
- At a water level of < 0,80m (WSP 4 = Low) the circulation pump turns of.

Operation time of the circulation pump is: 30 min (Timer B079).

Pause time of the circulation pump is: 30 min

5.5 Crusher

The Crusher for biogene waste operated only in “hand” mode.

6. Safety Advices/ Warnings

Unauthorized operation of the plant components such as the on-site control sections and the hand/null/automatic- switch, result into faults of the plant and can cause danger to humans and the pilot plant.

Inside the switchgear perilous voltage is impressed! The opening of the door and the built-in units of the switchgear cabinet, the readjusting of the adjustment buttons as well as the opening of the on-site control sections and cable junction boxes may just be executed by instructed personnel only!

Anlage VI

Please take further advices and information from the attached operating instructions of the individual installations, equipment and devices!

7. Maintenance

Please take maintenance instructions from the attached manuals of the individual devices!

Once in a year the switchgear has to be cleaned and all clamps have to be re-tightened. Loose clamp connections can set the plant into fire.

The filters of the aerating system have to be cleaned and maintenance regularly. The floating switches have to be cleaned from adhering dirt. A fouling of the floating switches can result into malfunction of the pilot plant and can damage the actuators.

Anlage VI

Operating Instructions Biogas and- Sewage Treatment Plant

Date: 05/25/2012
(DW/MB)

Anlage VI

Content	Page
1. General Information	3
2. Plant Construction / Switchgear	3
2.1. Switchgear Cabinet	3
2.2. Feed-In	4
2.3. Sense of Rotation	4
2.4. Tension Control / Network Failure	4
2.5. Lighting and Aerating System of the Switchgear Cabinet	4
2.6. Uninterruptible Power Supply (UPS)	5
2.7. Emergency- Stop	5
2.8. Lights Control	5
2.9. Outlets of the Switchgear Cabinet	5
2.10. Operation /Modes of Operation	6
2.10.1 Operation of the Switchgear Cabinet and Observation Stations	6
2.10.2 Disturbances of the Actuators	8
3. Measurement System	9
3.1. Area – Inlet pumping station	9
3.2. Area – Biogas reactor	9
3.3. Area – Buffer Tank Reactor	9
3.4. Area - Reactor	9
4. Door Display and Optical Indicators	9
5. Procedural Description	12
5.1. Area – inlet pumping station	12
5.2. Area – Buffer Tank	13
5.3. Area - Reactor	13
5.3.1. Phase of Acceptance	13
5.3.2. Rest Period	13
5.3.2.1. Phase of after aeration time	13
5.3.2.2. Phase of Sedimentation	14
5.3.2.3. Clear Water Outlet	15
5.3.2.4. Excessive Sludge Outlet	15
5.4. Biogas reactor	15
5.4.1. Crusher pump	15
5.4.2. Circulations pump	15
5.4.3. Crusher	16
6. Safety Advises/ Warnings	16
7. Maintenance	17

Anlage VI

1. General Information

The operating instruction applies for both container sewage-treatment- and biogas container plants.

The electrical installation as well as the measuring- and control system of the plant Dai lam, has to be installed inside two identical wall closets, which are made from stainless steel and an overall dimensions (width x height x depth) of 800mm x 1200mm x 300mm. The control cabinets are mounted under an awning as a protection against sun and rain.

For additional protection against environmental influences, the control- and monitoring units on top of the door of the switchgear have to be placed behind a hinged and transparent window. Based on the switch gear all electrical operating functions can be executed for the respective container sewage-treatment plant. There is no electrical connection between both switch gears.

The cable entry of the outdoor cables into the free-standing cabinet, takes place via strained-relieved screwed cable glands.

The cable connection between the on-site equipment of the switch gear of takes place via existing junction cables. The pump- and floating switch cables towards the inlet pump, clear water pump, the aerator 2 and the WSP 1 and 2 have to laid via distributor boxes and extended by energy cables from the type NYY-I.

The cable connection between the on-site equipment of the crusher pump and the float switch WSP 3 of the switch gear of takes place via existing gas-tight cable entry.

Potential Equalization:

The container plants have to be connected to the on-site potential equalization.

Caution:

The floating switches WSP3, WSP4 and 4.1 operate as „intrinsically safe measuring circuits“ (Namur)! For this reason, the respective floating connection cables basically have to be laid separated from the energy cables!

2. Plant Construction / Switchgear:

2.1. Switchgear Cabinet

Guide: The bracketed alphanumeric numbers correspond to the devices and the equipment which are situated on the inside of the switchgear and in the wiring schematics.

The first digit of the alphanumeric numbers corresponds to the sheet number of the wiring schematic on which one the appropriated device is demonstrated. The sheet number is also valid for all wiring schematics with so-called “point numbers” (underlined) e.g. Bl. 2.1 or 2.2 etc.

The device designation, prefixed by + PLACE - is located on the outside of the switchgear.

The device designation, prefixed by a number + NUMBER (underlined) designates the switchgear cabinet in which one the appropriated device is built-in e.g. +1 - 1L2.

Anlage VI

2.2. Feed-in

The voltage supply line of the entire plant can be switched „on” and/or „off” by the main breaker 1Q1. The fuse-protection of the feed-in takes place via a 3-pole DO-2 fuse. The feed-in of the switch gear is designed as a 4-pole network L1, L2, L3, PEN. In case of a 5-pole feed-in, a bridge between the N-clamp and PE-clamp of the switch gear has to be removed first.

Please consider: After switching off the main breaker, the light, the aerator and the voltage meter are further supplied by operating voltage! A disconnection of those plant components takes place via the pre-fuse 1F1.

2.3. Sense of Rotation

It is important to pay attention that the phases L1, L2 and L3 are installed as a “right rotary field” and all actuators are pre-set for their sense of rotation by the manufacture. This is to be checked prior the first plant start-up. Due to a change of rotary direction, significant damages to the actuators can occur, if the rotary field has been modified after initial start-up of the plant. We are not liable for damage caused deliberately or through negligence.

2.4. Tension Control / Network Failure

On a live line indicator with change-over switch 1U1, the current line voltage can be controlled phase to phase and phase to neutral. The applied voltage, phase to phase, should not fall below a value of 380V and it has to be relative constant at the deviation of 5% on the three phases.

If a phase is missing or the phase voltage of one or more phases is too low, the actuators shut down accordingly due to the motor-circuit breaker or the bi-relay. Thereby it is possible that damages to the engines occur and/or required performances of the pumps and the aerator potentially can't be provided any more.

2.5. Lightening and Aerating System of the Switchgear Cabinet

The electrical outlets for the light and the aerator of the switchgear cabinet are observed by an earth-leakage circuit breaker (1F3). The operational function of the earth-leakage circuit breaker (RCB) is only warranted if the existing potential equalization system of the sewage treatment plant is installed and in working condition. The operating function of the RCB needs to be re-checked regularly (approx. every three month) by a specified test button.

For lightening the switchgear, a lamp 1H1 is installed on the inside of the switchgear cabinet and can be turned on and/or off on the built-in switch of this lamp when the door of the switch gear is opened.

For moisture control and discharging the accumulating waste heat, a humidity- and temperature regulating aerator is built in. On the humidistat 1L1 a switching and tripping point of the switch gear has to be set up on approx. 60% humidity and 35grd.C temperature.

Anlage VI

Please consider that for the intake and exhaust area of the air conditioning system, a free air exchange is required. The filter mats inside of the intake and exhaust area have to be cleaned regularly!

2.6. Uninterruptible Power Supply (UPS)

For generating the required control voltages of 230 V AC and 24 V DC, an UPS has to be assembled on the inside of the switchgear cabinet . To avoid damages by overvoltage - the UPS has to be provided with an overvoltage-protection-device on secondary side.

In case of dangerous overvoltage - it will be diverted to earth, but the device of overvoltage protection will be destructed and has to be replaced.

In case of a voltage breakdown, the UPS supports the generation of the control voltages 230VAC and 24V DC for approx. 10 minutes.

The UPS is not used for the power supply of the actuators.

2.7. Emergency-Stop

For protecting plants and humans the plant can be turned off by actuating the main switch of the switch gear.

After the main switch have switched on again, all drives turn on autonomous.

2.8. Light Control

For function checking of the optical signal lights on the switchgear and of the on-site control-sections, a push-to-test button F1 is provided on each display. By pressing that push-to-test button all serviceable signal lights start to flash up.

2.9. Outlets of the Switchgear Cabinet

On the inside of the switchgear cabinet, outgoing of switching units for following actuators are assembled:

- **Inlet pumping station**
- Inlet pump
- Floating switch WSP 1 >1,60m pump “run”
- Floating switch WSP 2 < 0,60m pump “off”

- **Biogas reactor**
- Crusher pump
- Namur floating switch WSP 3 <1,00m pump “off”
- Circulation pump
- Namur floating switch WSP 4 <0,80m pump “off”
- Namur floating switch WSP 4.1 >1,50m pump “on”

Anlage VI

- **Buffer Tank**
- Crusher pump 1
- Crusher and inlet pump 2
- Floating switch WSP 6 > 0,70m - crusher and inlet pump 2 „run“
- Floating switch 7 < 0,30m - pump 1/2 „dry run protection“

- **Reactor**
- Aerator 1
- Aerator 2
- Excess sludge pump
- Clear water pump
- Floating switch WSP 5 > 2,00m - crusher pump 2 and inlet pump “off“
- Floating switch WSP 8 < 0,30m - dry run protection
- Floating switch WSP 9 < 1,60m - clear water pump “off“
- Floating switch WSP 10 > 2,20m - „overflow“

2.10. Operation/ Modes of Operation

Please consider: The operation of the drives in hand mode shall be conducted by instructed personnel only! Unauthorized operation results into faults of the plant and can cause danger to humans and also damage to the plant and the environment.

In hand mode there is no procedural locking mechanism of the appropriated drives. Only the electrical protection devices such as monitoring of over-current, short circuit and temperature are activated.

Drive mechanism, which are connected to the plant can be operated by following fundamental modes of operation:

2.10.1. Operation~ and Observation Stations of the Switching Cabinet

For operation of the actuators: For each actuator inside the on-site control panel are following described control units dedicated.

Area – Inlet pumping station

Inlet pump:

1. Operation mode: „on“
- or
2. Operation mode: “off”
- or
3. Operation mode: „automatic“ (by control mode)

Anlage VI

Area – Biogas Reactor (gasdicht)

Crusher pump:

1. Operation mode: „on“
or
2. Operation mode: “off”
or
3. Operation mode: „automatic“ (by control mode)

Area – Biogas reactor

Circulation pump:

1. Operation mode: „on“
or
2. Operation mode: “off”
or
3. Operation mode: „automatic“ (by control mode)

Area – Biogas reactor

Crusher

1. Operation mode: „on“
or
2. Operation mode: “off”

Area – Buffer Tank Reactor

Crusher Pump 1:

1. Operation mode: „on“
or
2. Operation mode: “off”
or
3. Operation mode: „automatic“ (by control mode)

Crusher/Inlet Pump 2:

1. Operation mode: “on”
or
2. Operation mode: “off” (0)
or
3. Operation mode: “automatic” (by control mode)

Area – Reactor

Aerator 1:

1. Operation mode: “on”
or
2. Operation mode: “off” (0)
or
3. Operation mode: “automatic” (by control mode)

Anlage VI

Aerator 2:

1. Operation mode: "on"
or
2. Operation mode: "off" (0)
or
3. Operation mode: "automatic" (by control mode)

Sludge Pump :

1. Operation mode: "on"
or
2. Operation mode: "off" (0)
or
3. Operation mode: "automatic" (by control mode)

Clear water pump:

1. Operation mode: "on"
or
2. Operation mode: "off" (0)
or
3. Operation mode: "automatic" (by control mode)

Signal lights

- Signal light red - Group fault
- Signal light red - failure control voltage
- Signal light red - cabinet fan fault
- Signal light red – measurement fault
- Signal light red - over flow Reactor
- Signal light red - Biogas reactor water shortage

2.10.2. Disturbances of the Actuators

On false phase voltage and/or in case of overcharge of the motors (mechanical defect), the motor protection device (motor protection switch / bi-relay) can activate.

Please take following actions sequentially:

- Switch to volt-free of the respective outlet
- Bring the H/O/A switch in position "0"
- Troubleshooting
- Connection of the supply voltage of the respective actuator outlet
- Bring the H/O/A switch in position "hand" (H)
- As from now the drive should operate in its regular way
- Bring the H/O/A switch in position "automatic" (A)

Anlage VI

3. Measurement System

For deduction of procedural relevant gauge heights of the respective constructions, floating switches have to be installed inside. The areas which have to be detected are zones with explosive atmosphere (ex-zone 1). For that reason the floating switches are actuated as „intrinsically safe circuits“. Therefore required partition barriers are mounted inside the switching cabinet. The floating switches must be installed on the outside of particular observation wells and they have to be fixed on the subsequent heights.

The control mode of the floating switches is more detailed described in chapter „Procedural Description“.

Please consider: The contact section of the floating switches are closed during upwards floated state.

3.1. Area – Inlet pumping station

- Floating switch WSP 1: Inlet pump “ON” > 1,6m
- Floating switch WSP 2: Inlet pump “OFF” < 0,6m

3.2. Area – Biogas reactor

- Namur floating switch WSP 3 Crusher pump “OFF” > 1,0 m
- Namur floating switch WSP 4: Circulation pump “OFF” < 0,8m
- Namur floating switch WSP 4.1: Circulation pump “ON” < 1,5m

3.3. Area – Buffer Tank Reactor

- Floating switch WSP 7: Crusher pump 1 and 2 “dry run protection” < 0,3m
- Floating switch WSP 6: Crusher and inlet pump 2 „ON“ > 0,7 m and inlet pump (inlet pumping station) off

3.4. Area – Reactor

- Floating switch WSP 5: Crusher and inlet pump 2 „off“ > 2,00m
- Floating switch WSP 8: Sludge pump „dry run protection“ < 0,3 m
- Floating switch WSP 9: Clear water pump „off“ < 1,60m
- Floating switch WSP 10: Reactor „over flow“ > 2,20m

4. Door Display and Optical Indicators

For message indication a centralized alarm signal light has to be mounted on the inside of the switchgear cabinet door and on the outside section of the plant. All incoming faults will be indicated by a flashing light. The flashing light ceases after the faults have been eliminated.

Malfunctions will be monitored as a text message on the door display. It can be scrolled in between the individual malfunction messages by the arrow keys▲▼.

Faults basically need to be acknowledged by the “OK”-button on the display. The indicated fault ceases after the “OK”-button has been pressed and the malfunction message on the display has been disappeared.

Anlage VI

The operator buttons of the display contains following functions:

- **Operator button F1:** By actuating this button the signal for checking the lights will be verified.
- **Operator button F2:** Incoming failure messages are indicated by flashing light After the button F2 has been pressed and the malfunction is still present, the collective fault lamps switch into steady light. But if the malfunction has been eliminated the collective fault signal lights cease.
- **Operator button F3:** Switch-over: Aeration
By actuating the operator button F3 both aerators work in an aerating mode. The operation After re-pressing the F3-button, both aerators work in aeration/resting mode.
Nitrification (Aerator turns on) / De-nitrification (Aerator turns of)

Operating reports with time-stamp and required acknowledgment on the O.K. - button of the SB-reactor display

Text:	Meaning:
<u>Inlet pumping station</u> Failure – inlet pump	The excessive load protection of the pump has released. No transportation of the drain possible. Check motor protection switch 4Q1 or the motor is overheated!
<u>Biogas reactor</u> Failure - crusher pump	The excessive load protection of the pump has released. No circulation possible. Check motor protection switch 9Q1 or the motor is Overheated!
Failure - circulation pump	The excessive load protection of the pump has released. No circulation possible. Check motor protection switch 12Q1 or the motor is Overheated!
<u>Area – Buffer tank reactor</u> Failure - crusher pump 1	The excessive load protection of the pump has released. No circulation possible. Check motor protection switch 18Q1 or the motor is Overheated!

Anlage VI

Text: _____ Meaning: _____

Failure – crusher and inlet pump 2 The excessive load protection of the pump has released. No transportation of the drain water and no circulation possible.
Check motor protection switch 21Q1 or the motor is overheated!

Area – Reactor

Failure - aerator 1 The excessive load protection of the aerator has released. No aeration is possible.
Check motor protection switch 27Q1 or the motor is overheated!

Failure - aerator 2 The excessive load protection of the aerator has released. No aeration is possible.
Check motor protection switch 30Q1 or the motor is Overheated!

Failure - excess sludge pump The excessive load protection of the pump has released. No sludge transportation possible.
Check motor protection switch 24Q1 or the motor is overheated!

Failure – clear water pump The excessive load protection of the pump has released. No transportation of the clear water is possible
Check motor protection switch 33Q1 or the motor is Overheated!

Reactor - over flow Risk of overflow inside the reactor at a gauge of > 2,20m. Check operational capability of the floating switch WSP 10

Failure – clear water outlet Time of the clear water outlet has been ended and a water level of 1,60m has not been reached.
Check operation capability of the clear water pump and the floating switch WSP 9

Failure control voltage Container sewage-treatment plants not operation
Check the circuit breaker 2F1 and 2F5 or UPS

After switches on the protection 2F1 and 2F2 all news must be acknowledged by the “OK”-button of the Display in the door.

Failure level switch reactor Container sewage-treatment plants not operation
Check the circuit breaker 2F3 and 2F4

Anlage VI

Failure level switch
Biogasreactor

Container sewage-treatment plants not operation
Check the circuit breaker 16A1

Failure cabinet fan

Container sewage-treatment plants not operation
Check the circuit breaker 2F3 and 2F4

Biogas reactor
Water shortage

Check the excess sludge pipe and the excess sludge pump

Operating reports with time-stamp and no required acknowledgment on the O.K. - button of the SB-reactors display

Phase of acceptance

After aeration time

Phase of sedimentation

Clear water outlet

Dry-run protection – excess sludge pump

Dry-run protection – circulations pump

F 3 Aeration “on”

Excess sludge outlet

Aerator 1 / 2 residual time on/off

Crusher pump residual time on/off

Circulation pump residual time on/off

5. Procedural Description (Applies for Automatic Mode without Failures only)

The reference point of the spot height is the base of the respective construction.

5.1. Area – Inlet pumping station

- At a water level of > 1,60m (WSP 1, Signal = High) and the water level inside the reactor is < 2,00m (WSP 5, Signal = Low) the inlet pump turns on.
- At a water level of < 0,60m (WSP 2 = Low) and the water level inside the reactor is > 0,7m (WSP 6 = High) and the timer B76 has expired inlet pump turns of.

Anlage VI

Change-over of operation mode

- On the display of the control system the mode of nitrification/de-nitrification can be pre-set by actuating the F3-button. By re-pressing the F3-button, the aerator works in continuous operation, i.e. a constant aeration of the waste water takes place.

Mode of Operation: Nitrification (Timer B031).

(Aerator turns on / De-nitrification Aerator turns of)

During phase of acceptance – a summation of aeration time of 7,0h and pause time of 2,0h is required. The aeration~ and the pause time is distributed to five cycles.

Current time of the aerator (aeration): 1h 25 min.
Pause time of the aerator: 0h 24 min

Mode of Operation: Aeration (after pressing the F3-button)

During phase of acceptance an aeration time of 9,0h has to set up. This mode should be used as a start-up of the container sewage.-treatment plant. How many days the container sewage-treatment plant should be operate in mode of aeration depends on the development of the biology inside the reactor and has to be investigated in situ.

5.3.2. Rest Period

After ending the phase of acceptance, the resting period starts. The rest period consists of following sub phases:

- After aeration time
- Phase of sedimentation
- Clear water outlet
- Excessive sludge outlet

5.3.2.1. Phase of After aeration time

The after aeration time is 30 min. in this time, the aerator 1 and 2 turns on and the crusher / inlet pump 2 is turns of (Timer B038).

5.3.2.2. Phase of Sedimentation

During sedimentation all actuators are turned off and all sliders are closed.

During that time the waste water inside the reactor deposits, e.g. which leads to a formation of a clear water layer and a layer of sludge.

The duration of sedimentation takes 1h and 30 min (Timer B039).

Anlage VI

5.3.2.3. Clear Water Outlet

After sedimentation starts the outlet of the clear water. The clear water pump turns on. The operating time of the clear water pump is determined by following parameters:

- Duration of the clear water outlet is 0h and 45 min (Timer B041).
- Level inside the reactor of < 1,60 m

If one of those two parameters is fulfilled, the clear water pump turns off and the clear water outlet has ended. After the preset time of clear water outlet has expired, the sub phase „excessive sludge outlet” switches on.

5.3.2.4. Excess Sludge Outlet

After the clear water outlet has been finished the excess sludge outlet starts.

Is the change-over switch in position “automatic”, then the excess sludge pump is turned on for 5 minutes (Timer B043).

On a water level height 0,30m (WSP8 = High) inside the reactor – the working pump switches off or it is not possible to turn on the pump (dry-run protection). That applies for all modes of operation of the excess sludge pump.

After the excess sludge outlet is completed the rest period has ended and the phase of acceptance starts.

5.4 Biogas reactor

5.4.1. Crusher pump

- At a water level of > 1,00m (WSP 3, Signal = High) and the crusher pump turns on for operation time.
- At a water level of < 1,00m (WSP 3, Signal = Low) and the crusher pump turns of.

Operation time of the circulation pump is: 30 min (Timer B077).

Pause time of the circulation pump is: 30 min

5.4.2. Circulation pump

- At a water level of > 1,50m (WSP 4.1, Signal = High) and the circulation pump turns on for operation time.
- At a water level of < 0,80m (WSP 4 = Low) and the circulation pump turns of.

Operation time of the circulation pump is: 30 min (Timer B079).

Pause time of the circulation pump is: 30 min

Anlage VI

5.4.3. Crusher

The Crusher operated only in “hand” mode.

6. Safety Advices/ Warnings

Unauthorized operation of the plant components such as the on-site control sections and the hand/null/automatic- switch, result into faults of the plant and can cause danger to humans and the plant.

Inside the switchgear perilous voltage is impressed! The opening of the door and the built-in units of the switchgear cabinet, the readjusting of the adjustment buttons as well as the opening of the on-site control sections and cable junction boxes may just be executed by instructed personnel only!

Please take further advices and information from the attached operating instructions of the individual installations, equipment and devices!

7. Maintenance

Please take maintenance instructions from the attached manuals of the individual devices! Once in a year the switchgear has to be cleaned and all clamps have to be re-tightened. Loose clamp connections can set the plant into fire.

The filters of the aerating system have to be cleaned and maintenance regularly. The floating switches have to be cleaned from adhering dirt. A fouling of the floating switches can result into malfunction of the sewage treatment plant and can damage the actuators.

Anlage VII

Anlage VII

Auftrag / Projekt	INHAND	Berichtsnummer	2500.15.001.1 (Abschlussbericht)
Bezeichnung	Fotodokumentation der neu aufgebauten Pilotanlage in Bac Ninh	Seite	Seite 1 von 1
Ersteller	Dr. Holger Appel	Datum	29.07.2014

<p>Gesamtanlage nach Wiederaufbau in Bac Ninh</p>	<p>SBR-Reaktor</p>
	
<p>Fermenter</p>	<p>Belüftungsphase (Nitrifikation)</p>
	

Anlage VIII

Verbundprojekt INHAND, Integriertes Wasserwirtschaftskonzept für Handwerksdörfer
am Beispiel von Dai Lam in Vietnam, TP 3 Konzeption und Entwicklung einer aeroben
Abwasserbehandlung und einer anaeroben Abfallaufbereitung

Erfolgskontrollbericht

Anlage VIII

zum Abschlussbericht

Förderkennzeichen: Nr. 02WA 1073
Projektlaufzeit: 01.01.2011 – 31.12.2014

Zuwendungsempfänger: VIS International GmbH
Goerzallee 305e
14167 Berlin

Projektleiter: Dr. Holger Appel
Telefon: 030 847 18 532
Telefax: 030 847 18 539
Email: appel@vis-international.biz

Berichtsnummer: 2500.15.002
Verfasser: Dr. Holger Appel
Datum: 04. August 2015

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor

INHALTSVERZEICHNIS	SEITE
III.1 Beitrag des Ergebnisses zu den förderpolitischen Zielen des BMBF	3
III.2 Wissenschaftlich-technische Ergebnisse des Vorhabens, die erreichten Nebenergebnisse und die gesammelten wesentlichen Erfahrungen.....	4
III.3 Fortschreibung des Verwertungsplans	6
III.4 Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben	7
III.5 Präsentationsmöglichkeiten für andere Nutzer	7
III.6 Zeit- und Kostenplan	8
III.6.1 Zeitplanverzögerung.....	8
III.6.2 Kostenzusammenstellung und Nachkalkulationwurden	9

III.1 Beitrag der Ergebnisse zu den förderpolitischen Zielen des BMBF

Das Projekt INHAND ist eingebunden in eine Projektstudie zur Verbesserung der Umweltsituation in Handwerksdörfern mit Schwerpunkt Lebensmittelproduktion. Seit Einführung der Erneuerungspolitik im Jahr 1986 und der damit einhergehenden Industrialisierung Vietnams haben auch die ehemals traditionell arbeitenden Handwerkerdörfer ihre Produktionen den neuen Bedürfnissen angepasst und sich zu regelrechten kleinen Industriezonen entwickelt. Der Umweltschutz fand in der bisherigen Entwicklungsphase kaum Berücksichtigung, was sich mit der mangelhaften Qualifikation von Planern und Betriebsverantwortlichen, mit fehlenden rechtlichen Voraussetzungen und in erheblichem Maße mit dem Umweltbewusstsein der vietnamesischen Bevölkerung begründet.

Die Zielsetzung des INHAND Projektes im Gesamten sowie die der Teilprojekte sind streng an den förderpolitischen Zielen des BMBF orientiert. Mit einer Bestandsaufnahme wurde die Abfall- und Abwassersituation in dem Dorf Dai Lam umfangreich erfasst, so dass Konzepte zur geordneten Abfallentsorgung und Abwasseraufbereitung erarbeitet werden konnten. Anhand einer mehrstufigen Pilotanlage zur Aufbereitung von Mischabwasser aus den Haushalten und Produktionsbetrieben wurde eine technische Lösung ausgearbeitet, mit der das bislang ungereinigt in die Umwelt abgeleitete Abwasser soweit aufbereitet werden kann, dass es den vietnamesischen Standards zur Abwassereinleitung entspricht. Gleichfalls war die Pilotanlage so konzipiert, dass der Klärschlamm gemeinsam mit organischen Hausabfällen energetisch verwertet wurde. Das gereinigte Abwasser wurde stetig in die Vorflut eingeleitet, so dass eine kontinuierliche Verbesserung der Wasserqualität des Vorfluters erzielt wurde.

Der Betrieb der Pilotanlage an einem exponierten Standort in dem Dorf (Schulnähe) und die für die Bewohner sichtbare Erzeugung von Klarwasser aus Abwasser, sorgte in der örtlichen Bevölkerung für eine Bewusstseinsweiterung der Erfordernis einer Abwasserreinigung. Die Pilotanlage diente im Zeitraum der Projektausführung als Schulungsobjekt. Mehrfach wurden workshops zur Qualifizierung von Ingenieuren und Facharbeitern im Umgang mit SBR-Abwasserreinigungsanlagen und Anaerobanlagen zur Biogasgewinnung ausgeführt. Nach Beendigung des Projektes wurde die Pilotanlage umgesetzt und dient derzeit als Ausbildungsanlage zur Aus- und Weiterbildung von Abwasseringenieuren und –technikern in Bac Ninh.

III.2 Wissenschaftliches Ergebnis des Vorhabens, die erreichten Nebenergebnisse und die gesammelten wesentlichen Erfahrungen

In dem Teilprojekt „TP 3 Konzeption und Entwicklung einer aeroben Abwasserbehandlung und einer anaeroben Abfallaufbereitung“ hat der Antragsteller eine Aufbereitungsanlage konzipiert, mit der organisch belastetes Abwasser aus einem Handwerkerdorf der lebensmittelverarbeitenden Industrie soweit aufbereitet wurde, dass es den vietnamesischen wasserbehördlichen Anforderungen entsprechend in einen Vorfluter eingeleitet werden konnte. Grundlage für das Anlagenkonzept sollten die Daten sein, die von den Partnern des Verbundprojektes erfasst wurden. Das Anlagenkonzept sah ergänzend vor, den bei der Abwasserbehandlung anfallenden Klärschlamm gemeinsam mit organischen Haus- und Marktabfällen anaerob energetisch zu verwerten.

Der Antragsteller hat eine Verfahrenskombination, bestehend aus einer SBR-Anlage und einem Fermenter, für einen Volumenstrom von 30 – 50 m³/d konzipiert. Das Anlagenkonzept wurde als semimobile Containeranlage ausgeführt. Die Pilotanlage wurde mit einer zentralen Steuereinrichtung und einem Datenfernübertragungssystem so ausgerüstet, dass ein vollautomatischer Betrieb und eine kontinuierliche Online-Überwachung möglich waren.

Im Regelbetrieb erfüllte die Pilotanlage die an sie gestellten Anforderungen. Die Reinigungsleistung war, unabhängig von den sehr stark variierenden organischen Frachten des Abwassers, stets ausreichend, um die geltenden Einleitbedingungen für das gereinigte Wasser einzuhalten. Dabei ist die chargenweise Abwasseraufbereitung der SBR-Technologie besonders geeignet. Der Überschussschlamm ist in einem Fermenter anaerob nachbehandelt worden. Dem Anaerobprozess wurden organische Haus- und Marktabfälle zugeführt, um den Klärschlamm in Form einer Co-Vergärung energetisch zu verwerten. In dem Anaerobprozess fanden im Regelbetrieb eine ordentliche Umsetzung der organischen Substanzen und die stetige Erzeugung von Biogas statt. Neben dem Biogas wurden aus der Anaerobstufe Gärreste ausgeleitet, die für die Verwertung als Flüssigdünger geeignet waren.

Ein Teilstrom dieser Gärreste ist in einem weiteren Behandlungsschritt eines Verbundpartners soweit getrocknet worden, dass dieser als Trockendünger verwendet werden konnte.

Der Regelbetrieb unterlag im Laufe des Projektzeitraumes zahlreichen Störungen. Im Wesentlichen waren die Störungen auf die besondere Verschmutzung des Abwassers mit Störstoffen zurückzuführen, die immer wieder zu Verstopfungen der Pumpen führten. Durch die nachträgliche Installation eines Gitterschutzes konnte die Störungshäufigkeit reduziert werden. Ein weiterer Sachverhalt, der stetige Unterbrechungen des Anlagenbetriebes verursachte, war das Stromnetz, in dem teilweise signifikante Stromschwankungen auftraten. Die Stromschwankungen hatten die Selbstabschaltung der Pilotanlage zur Folge. Die Pilotanlage ist stets jedoch wieder selbständig angefahren und hat sich in den Regelbetrieb justiert. So traten keine wesentlichen Störungen der mikrobiologischen Prozesse auf.

Im Laufe der Projektdauer sind Ingenieure und Techniker des Betreibers des örtlichen Klärwerkes geschult worden. Die Pilotanlage ist nach Beendigung des Projektes in Abstimmung mit dem Projektträger diesem Kooperationspartner übertragen worden und dient weiterhin der Ausbildung und Schulung von Ingenieuren.

Als besonderes Nebenergebnis ist der erfolgreiche Einsatz des Datenfernübertragungssystems zu bewerten.

In der täglichen Arbeit zur Umsetzung des Projektes wurde die Erfahrung gemacht, dass die frühzeitige Einbindung von örtlichen Entscheidungsträgern und lokalen Partnern unverzichtbare Voraussetzungen für das Gelingen eines Forschungs- und Entwicklungsvorhabens ist. Des Weiteren ist es von besonderem Vorteil für die Projektabwicklung „Counterpartprojekte“ vorzufinden, die das eigene Vorhaben flankieren. Somit können im Vorfeld nicht kalkulierbare Kosten für Personal (Anlagensicherheit, -betreuung) und Sachmittel (Strom, Bauleistungen etc.) wesentlich reduziert werden.

III.3 Fortschreibung des Verwertungsplans

In der Projektlaufzeit wurde das Anlagenkonzept zur Aufbereitung von organisch belastetem Abwasser und der energetischen Verwertung von Klärschlamm wie folgt umgesetzt:

- Planung, Bau und Betrieb einer zweistufigen Abwasserbehandlungsanlage, bestehend aus einer SBR-Anlage und einem Fermenter. Die Anlage wurde als semimobile Containeranlage ausgeführt.
- Behandlung von Teilchargen des aus dem Kanalsystem Dai Lams ausgeleiteten Abwassers in unterschiedlichen Reinigungszyklen (Zweier Zyklus (30 m³/d) und Dreier-Zyklus (45 m³/d))
- Abwasserreinigung bis zur Einhaltung der vietnamesischen wasserrechtlichen Regularien
- Energetische Verwertung des Überschussschlammes unter Einsatz von organischen Abfallstoffen
- Schulung von technischem Personal
- Übertragung der Pilotanlage an den örtlichen Kläranlagenbetreiber für den Einsatz zur Aus- und Weiterbildung

In der Folge soll die Verwertung der vorhabenbezogenen Erkenntnisse nach untenstehendem Plan fortgesetzt werden:

Pos.	Verwertung	Ausführungszeitraum
1.	Produktbewerbung	
1.1	Darstellung auf der Homepage der VIS International	2014
1.2	Herstellung von Prospektmaterial	2015
1.3	Präsentation der Pilotanlage als Referenzobjekt	2015
1.4	Erstellung von Bedarfsfragebögen für Kundenfragen	2015
1.5	Erstellung Basiskalkulationsunterlagen (Anlagenbau, Anlagenleistung)	2015/2016

<u>Pos.</u>	<u>Verwertung</u>	<u>Ausführungszeitraum</u>
2.	Markteinführung	
2.1	Angebot von Anlagen mit unterschiedlichen Leistungsmerkmalen in Vietnam	2016
3.	Kooperation	
3.1	Biogest	
3.2	Ingenieurbüro für Abwassertechnik Payer GmbH	

III.4 Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben

Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben, sind nicht angefallen.

Bereits vor Projektbeginn sind die groben Randbedingungen ausführlich recherchiert worden, um eine Vorauswahl technischer Lösungen zu treffen. Dabei war die Erfahrung aus anderen Projekten sehr hilfreich. Die auf Annahmen basierenden technischen und organisatorischen Ausführungen, die als solche klar in den Arbeitspaketen formuliert waren, konnten im Projektverlauf planungsgemäß umgesetzt werden.

Im Projektverlauf hat eine gute Projektsteuerung und die intensive und stetige Kommunikation mit den eigenen Mitarbeitern und denen der Verbundpartner sowie den vietnamesischen Kooperationspartnern dazu geführt, dass frühzeitig solche Tätigkeiten identifiziert werden konnten.

III.5 Präsentationsmöglichkeiten für andere Nutzer

Während des Projektes sind bereits zwei Workshops in Vietnam durchgeführt worden, bei denen Mitarbeitern aus vietnamesischen Planungsbüros, Behörden und Hochschulen die Pilotanlage und die Anlagentechnologie theoretisch und praktisch präsentiert wurde. Die Workshops hatten eine große Resonanz, insbesondere bei Fachplanern. Der Antragsteller und die Fa. Biogest präsentieren die Pilotanlage gegenüber potentiellen Kunden auf ihren Websites (www.VIS-International.biz, www.biogest.de). Eine Präsentation des Anlagentyps auf Fachmessen wird in

Erwägung gezogen. Aktuell wurden die Anlagentechnologie und Untersuchungsergebnisse in einer Diplomarbeit verwendet:

Nach Vorlage der Abschlussberichte aller Verbundpartner ist beabsichtigt, die Erkenntnisse, die aus Planung, Bau und Betrieb der Pilotanlage gewonnen wurden, in einer gemeinsamen Veröffentlichung mit den anderen Partnern des Verbundprojektes zu veröffentlichen.

III.6 Zeit- und Kostenplan

III.6.1 Zeitplanverzögerungen

Der ursprüngliche Zeitplan der Projektausführung hat sich zeitlich verändert. Diesbezüglich wurde am 22.01.2014 ein Antrag auf Projektverlängerung um 6 Monate bis zum 31.12.2014 gestellt, der vom Projektträger genehmigt wurde.

Die Pilotanlage stellt einen wesentlichen Projektschwerpunkt dar. Zeitliche Veränderungen im Bau und im Betrieb wirken sich demnach nicht unerheblich auf das gesamte Projekt aus. Wesentliche Sachverhalte, die die Zeitplanung beeinflussten, waren:

- Zeitliche Verzögerungen bei der Datenerhebung hatten zur Folge, dass die detaillierte Planung der Pilotanlage erst verspätet begonnen werden konnte.
- Entgegen der Annahmen zu Projektbeginn war der zugewiesene Anlagenstandort nicht per Lastkraftverkehr zu erreichen. Somit war die Anlieferung der Komplettanlage nicht möglich. Der Containerbau musste vor Ort erfolgen. Dazu musste ein vietnamesisches Unternehmen gefunden und beauftragt werden. Der Einbau der Aggregate konnte nicht vorab sondern erst nach Fertigstellung der Container erfolgen.
- Der Import, bzw. die Zollabwicklung dauerte mit vier Wochen erheblich länger als geplant.
- Die Inbetriebnahme der Pilotanlage verzögerte sich um etwa 4 Wochen, da die Stromversorgung durch die Kommune erst verspätet installiert wurde.
- Die Pilotanlage sollte ab Oktober 2013 mit geänderten Belastungsstufen betrieben werden. Gleichzeitig sollten auf Grundlage der im Anlagenbetrieb gewonnenen Erkenntnisse Programmfehler im Anlagenmonitoring behoben

werden. Wegen unerwarteten Versterbens des Programmierers musste erst ein neuer Mitarbeiter eingearbeitet werden, bevor die Anlagenumprogrammierung ausgeführt werden konnte.

- Zwischen November und Januar 2013 musste der Anlagenbetrieb aus Sicherheitsgründen nahezu vollständig unterbrochen werden. In diesem Zeitraum ist extrem wenig Abwasser angefallen und zeitgleich eine enorme Verschmutzung des Abwassers durch Fremdstoffe eingetreten, was in der Pilotanlage zu ständigen Störungen und teilweise erheblichen Schäden an den Aggregaten geführt hat.

III.6.2 Kostenzusammenstellung und Nachkalkulation

Nr.	Bezeichnung	Gesamt- vorkalkulation [€]	Gesamt- nachkalkulation [€]
0813	Material	10.500,00	13.649,18
0823	FE_Fremdleistungen	249.000,00	271.093,25
0837	Personalkosten	260.425,00	266.094,70
0838	Reisekosten	32.900,00	30.746,27
0847	AFA auf vorhaben- spezifische Anlagen	0,00	0,00
0848	AFA auf sonstige Anlagen	0,00	0,00
0850	Sonstige unmittelbare Vorhabenkosten	0,00	0,00
0856	Summe unmittelbare Vorhabenkosten	552.825,00	581.583,40
0860	Kosten innerbetrieblichen Leistungen	0,00	0,00
0899	Verwaltungskosten	0,00	0,00
0881	Selbstkosten des Vorhabens	552.825,00	581.583,40
0882	Eigenmittel des Antragstellers	110.565,00	139.323,40
0883	Mittel Dritter/Einnahmen	0,00	0,00
0884	Zuwendung	442.260,00	442.260,00

Aus der Kostenaufstellung ergibt sich, dass in dem Projekt einerseits Budgetverschiebungen vorgenommen wurden, insgesamt aber eine Kostenerhöhung in Höhe von 28.758,40 € eingetreten ist. Im Wesentlichen handelt es sich dabei um Mehrkosten für Material und Fremdleistungen. Die Kostensteigerung bei den Fremdleistungen resultiert einerseits aus dem Bedarf eines Datenmonitorings (s. Abschlussbericht) sowie aus Extrakosten für die lokale Anlagenbetreuung (Security). Die ursprüngliche Anlagenplanung beinhaltete keine kontinuierliche Datenübertragung via Mobilfunk. Diesbezüglich musste ein Datenerfassungs- und -übertragungssystem nachgerüstet werden. Neben den Gerätekosten fielen zusätzliche Kosten für die Datenübertragung via Mobilfunk an.

Entgegen der Ausgangssituation zum Planungszeitraum, wonach die örtliche Anlagenbetreuung und die Stromversorgung über ein Counterpartprojekt finanziert werden, mussten diese Kosten vom Antragssteller getragen werden.

Berlin, den 04.08.2015

VIS International GmbH

Dr. Holger Appel