



BMU - UMWELTINNOVATIONSPROGRAMM

ABSCHLUSSBERICHT ZUM VORHABEN:

„Errichtung einer Bioenergieanlage zur energetischen Verwertung der im Rahmen des Produktionsprozesses entstehenden biologischen Abfälle in einem Lederveredelungsbetrieb“

Inhalt

1	EINLEITUNG	1
1.1	Kurzbeschreibung des Unternehmens	1
1.2	Ausgangssituation.....	1
2	VORHABENSUMSETZUNG	4
2.1	Ziel des Vorhabens	4
2.2	Darstellung der technischen Lösung	5
2.3	Darstellung der Umsetzung des Vorhabens	8
2.4	Behördliche Anforderungen	10
2.5	Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten	11
3	ERGEBNISSE	13
3.1	Bewertung der Vorhabensdurchführung	13
3.2	Stoff- und Energiebilanzen.....	14
3.2.1	Substrat und Gärrest.....	14
3.2.2	Abfallmengen.....	21
3.2.3	Gasmengen und -zusammensetzung	22
3.2.4	Energie- und Massenbilanz.....	24
3.3	Umweltbilanz.....	25
3.4	Behördliche Anforderungen	27
3.5	Wirtschaftlichkeitsanalyse.....	27
4	EMPFEHLUNGEN.....	28
4.1	Erfahrungen aus der Praxiseinführung	28
4.2	Modellcharakter	28
4.3	Zusammenfassung	29
5	LITERATUR	31
5.1	verwendete Literatur	31
5.2	Veröffentlichungen	31
6	ANHANG.....	32
6.1	Abkürzungsverzeichnis	32
6.2	Abbildungsverzeichnis	33
6.3	Tabellenverzeichnis.....	34

6.4 Pläne	Fehler! Textmarke nicht definiert.
6.5 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	Fehler! Textmarke nicht definiert.
6.6 Bericht des Anlagenplaners zur Energiebilanz	Fehler! Textmarke nicht definiert.
.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
6.7 Tabellen und Abbildungen zur Energie- und Massenbilanz...	Fehler! Textmarke nicht definiert.
6.8 Emissionsmessungen der BHKW	Fehler! Textmarke nicht definiert.
6.9 Betriebsanweisung BEA-SÜDLEDER	Fehler! Textmarke nicht definiert.
6.10 Darstellung der Anlagensteuerung	62

1 EINLEITUNG

1.1 KURZBESCHREIBUNG DES UNTERNEHMENS

Die 1979 am Standort Rehau in Oberfranken gegründete Firma SÜDLEDER GmbH & Co. KG ist das größte Dienstleistungsunternehmen im Bereich der Lederherstellung in Deutschland. Täglich werden im Kundenauftrag bis zu 3.500 vorwiegend europäische Rinderrohhäute zu Wetblue, Wetwhite und Crust verarbeitet. Diese finden Verwendung in der internationalen Automobil-, Möbel- und Schuhindustrie. Schon früh vertrat das Unternehmen die Überzeugung, dass nur überragende Qualität in Verbindung mit konsequentem ökonomischen und ökologischen Handeln und der Umsetzung innovativer Eigenentwicklungen eine erfolgversprechende Basis für die Standortsicherung bilden kann.

Die Lederproduktion ist ein wasser- und energieintensiver chemischer Prozess bei dem auch erhebliche Mengen an Nebenprodukten anfallen. Die Verwertung dieser Nebenprodukte ist für einen Lederhersteller von signifikanter Bedeutung. Daher wurden schon seit Jahrzehnten immer wieder verschiedene Ansätze für Innovationen auf den Gebieten Energieeffizienz, Ressourcenmanagement und Abfallmengenreduzierung und -verwertung gemeinsam mit renommierten Partnern aus Industrie und Forschung, untersucht und die erfolgreichsten großtechnisch umgesetzt. Zuletzt legte man den Schwerpunkt auf Projekte, die darauf abzielen, die Firma energieautark zu stellen, um so neben ökonomischen Effekten einen nicht unerheblichen Beitrag zu Klimaschutz und CO₂-Emissionsreduzierung zu leisten. Nicht zuletzt sollen die genannten Entwicklungen auch zur Betriebsstabilität und Standortsicherung beitragen.

1.2 AUSGANGSSITUATION

Jährlich werden ca. 600.000 m³ Produktionsabwässer, ausschließlich aus der Lederherstellung, vom Standort Gerberstraße in die etwa 2 km entfernt liegende betriebseigene Prozesswasseraufbereitungsanlage (Katharinenhöhe) eingeleitet. Die dort durchgeführte Fällung/Flockung mit Eisen, Kalk und Polymer dient der Vorreinigung der gesamten Abwässer für die Indirekteinleitung in die Kläranlage des Abwasserverbandes Saale in Hof an der Saale. Dadurch werden ca. 92% der Verschmutzungen, gemessen als chemischer Sauerstoffbedarf und bei den

überwachungsbedürftigen Parametern etwa 99,5 % des leicht freisetzbaren sulfidischen Schwefels sowie des Gesamtchromgehaltes entfernt. Diese Abwasserinhaltsstoffe finden sich in ca. 70.000 Jahrestonnen Präcipitat mit einem biologisch verfügbaren Anteil von ca. 50% in aufkonzentrierter Form wieder. Dieses Präcipitat besteht in erster Linie aus Haarresten, nicht kollagenbildenden Eiweißen und nativem Rinderhautfett, enthält aber auch Schwermetalle wie Chrom in Form verschiedenster Cr-III-Verbindungen und Umsetzungsprodukte von ca. 200 verschiedenen Hilfsmitteln die in den wechselnden Rezepturen der Lederherstellung in der Lohngerberei Verwendung finden. Bis zur Projektumsetzung wurde das Präcipitat vor Ort entwässert und zum Zeitpunkt der Antragstellung von zugelassenen Fachbetrieben zum größten Teil inertisiert und im Deponiebau verwendet.

Neben dem Abwasser fallen verschiedene feste organische Reststoffe an, wie zum Beispiel unterschiedliche Arten von Leimleder, Beschneideabfälle, Falzspäne usw.. Die meisten davon können stofflich verwertet werden, z.Bsp. für die Lederfaserherstellung.

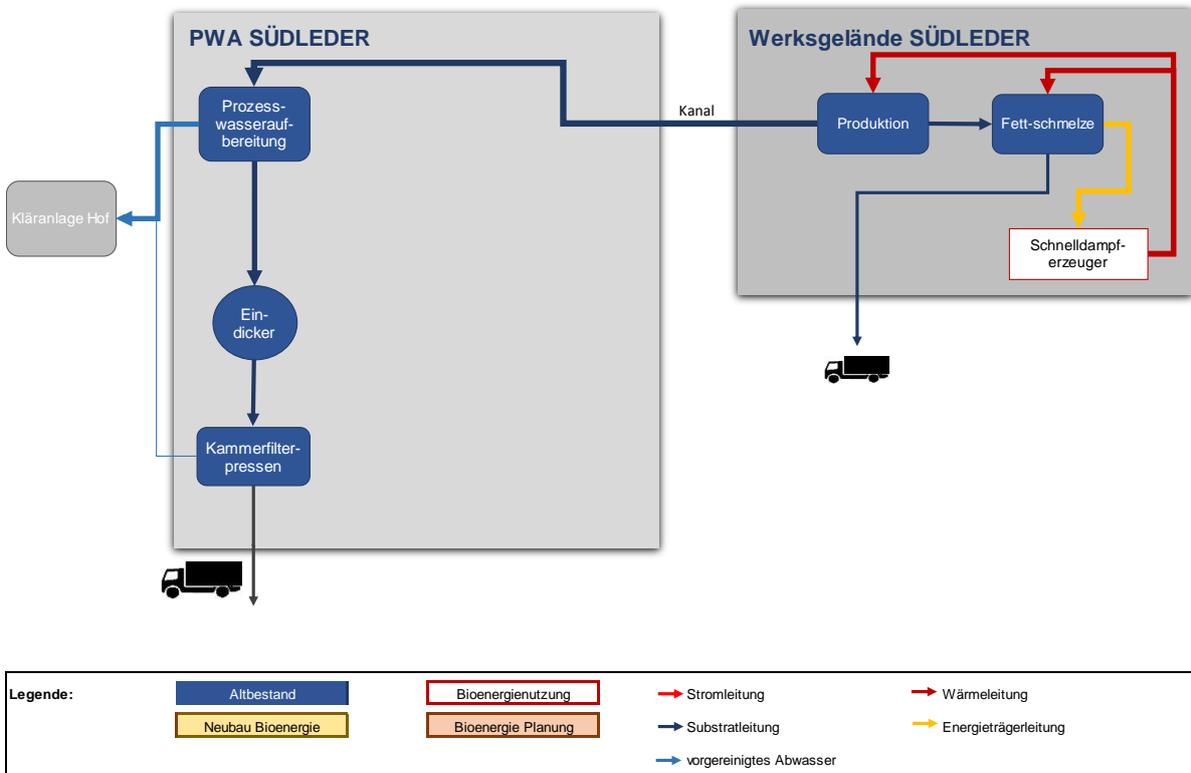


Abbildung 1: grafische Darstellung der Ausgangssituation

Die Fa. SÜDLEDER arbeitet schon seit Jahrzehnten intensiv und erfolgreich daran, die Lederproduktion und die zugehörige Abwasserbehandlung effizienter und ökologischer zu gestalten. Darunter verschiedene Forschungsprojekte die bis zur halbtechnischen Anlage entwickelt und betrieben wurden, wie z.B.: Niedertemperaturkonvertierung oder Membranfiltration. 2007 wurde ein erstes Teilprojekt auf dem Weg zur energieautarken Lederfabrik verwirklicht. Der bestehende Prozessablauf ist in Abbildung1 dargestellt.

Aus dem bei der Lederherstellung anfallenden Leimleder (Unterhautbindegewebe) wird das Fett abgetrennt und in zwei Schnelldampferzeugern zur Bereitstellung von Dampf genutzt. Dieses Verfahren wurde 2009 mit dem Umweltpreis der e.on Bayern AG ausgezeichnet. Dadurch konnten vor Beginn des hier beschriebenen Projektes bereits etwa 50% der benötigten fossilen Energieträger durch regenerative ersetzt werden. Dies ist gleichbedeutend mit einer Einsparung von jährlich 4.500 t CO₂-Emissionen. Der verbleibende Wärmeenergiebedarf wurde mit fossilen Brennstoffen in Form von Erdgas gedeckt.

Bei der Fettgewinnung bleibt LOW (Eiweißgrieben) zurück. Dieses bildet mit einer Menge von ca. 4.000 t/a den mengenmäßig wichtigsten Produktionsabfall. Dieser Reststoff besteht zu über 90% aus organischen Bestandteilen und wurde vor der Projektumsetzung vor allem kompostiert.

Verschiedene Versuchsreihen im Labormaßstab von 100 ml bis 20l haben gezeigt, dass sich die beschriebenen Substrate in der richtigen Kombination gut zu Biogas fermentieren lassen, obwohl darin Schwermetalle, Sulfide, Sulfite und Sulfate sowie erhebliche Mengen an Calcium enthalten sind. Auch die für die Lederherstellung verwendeten Hilfsmittel (Tenside, Bakterizide) sind als hemmend für Biogasbildungsprozesse einzustufen.

2 VORHABENSUMSETZUNG

2.1 ZIEL DES VORHABENS

Ausgehend von der oben beschriebenen Ausgangslage soll in dem hier vorgestellten Projekt die bei der Lederherstellung und während der Abwasseraufbereitung anfallende teilweise schwermetallhaltige Biomasse zu Methan umgesetzt werden und so als Energieträger für die Herstellung von Strom und Wärme verfügbar gemacht werden. Dadurch soll insgesamt das Ziel:

- **energieautarke Lederfabrik**

und damit Unabhängigkeit von schwankenden und schwer kalkulierbaren Energiepreisen erreicht werden.

Die Errichtung der Bioenergieanlage soll die zu entsorgenden chromhaltigen Abfallmengen durch

- **energetische Nutzung der biomassehaltigen Reststoffe der Lederherstellung**

um ca. 40% verringern.

Hauptaugenmerk der ökologisch sinnvollen und wirtschaftlichen Verwertung des dabei entstehenden Biogases soll

- **die Kraft-Wärmekopplung der wärmegeführten BHKW-Anlagen sein.**

Die Wärme soll direkt in der Produktion genutzt und der entstehende Strom ins öffentliche Netz eingespeist werden.

Die dadurch erreichte Einsparung fossiler Brennstoffe soll

- **zu einer weiteren erheblichen Verringerung der Gesamt CO₂-Emissionen auf insgesamt ca. 10.000 t pro Jahr führen.**

Durch die synergetisch sinnvolle Anbindung der Anlagenkomponenten an bestehende Betriebsteile soll die

- **Verarbeitung der Abfälle am Anfallort des Hauptsubstrates**
- **Aufbereitung des anfallenden Gärrestes über die bestehende Infrastruktur**

- **und die Energieerzeugung direkt beim Abnehmer ohne Wärmeverluste (Mikrogasnetz)**

gewährleistet werden.

Dadurch ist auch eine

- **Verringerung des logistischen Aufwandes**

zu erwarten. Die Anzahl Fahrten für die geordnete Entsorgung des Gärrestes wird nur noch einem Bruchteil der ursprünglichen Transporte des entwässerten Präcipitats entsprechen. Die Transportwege für die Verwertung des LOW werden sich erheblich verkürzen.

Die Nutzung der anfallenden Reststoffe soll nicht zuletzt auch weiterhin die für ein Dienstleistungsunternehmen unverzichtbare

- **Flexibilität bezüglich der Realisierung von Kundenwünschen**

gewährleisten. Die Abfallverwertung darf die Abwicklung bestehender Aufträge und neuer Produktentwicklungen nicht einschränken.

Die modulare Bauweise der Bioenergieanlage und des Mikrogasnetzes soll als Fernziel

- **die Versorgung Dritter mit erneuerbarer Energie**

ermöglichen. Als potentielle Nutzer kommen benachbarte Industriebetriebe und kommunale Einrichtungen in Frage.

2.2 DARSTELLUNG DER TECHNISCHEN LÖSUNG

Zur Erreichung der Ziele müssen wie in Abbildung 2 veranschaulicht verschiedene Anlagenkomponenten gebaut werden. Zum einen wird auf dem Gelände der Prozesswasseraufbereitung die Bioenergieanlage gebaut (vgl. Lageplan in Abbildung 13). Diese besteht aus zwei Vorlagebehältern aus Stahlbeton für die Substrate Präcipitat und LOW, zwei Fermentern aus Stahl, einem Gasbehälter (Gasometer), Notfackel, Gasaufbereitung, Gasverdichterstation, Heizkessel, BHKW und Schaltwarte.

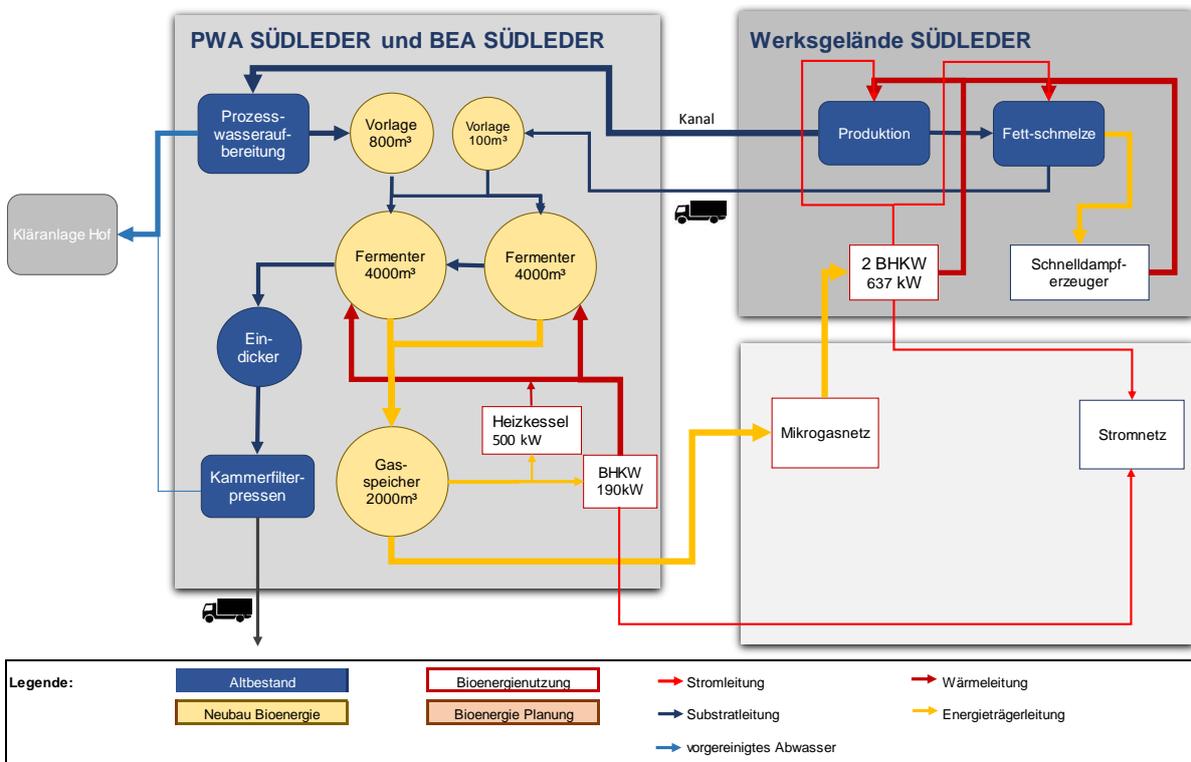


Abbildung 2: Grafische Darstellung der technischen Gesamtlösung

Da am Standort Prozesswasseraufbereitung Katharinenhöhe die größte Substratmenge (Abb.15) anfällt, kann so die größtmögliche Reduzierung der ursprünglich anfallenden Anzahl Transporte erreicht werden. Um Wärmeverluste zu vermeiden sind alle substratführenden Leitungen und Behälter isoliert ausgeführt.

Das Präcipitat wird der Fällung mit durchschnittlich 20°C über vorhandene Pumpen entnommen. Wegen des Absetzverhaltens des Präcipitats muss der Vorlagebehälter gerührt werden.

Ebenso muss der Vorlagebehälter für das LOW den Spezifikationen des Substrates angepasst werden, das mit etwa 70°C anfällt, nach dem Transport mit ca. 60°C Anliefertemperatur auf der BEA ankommt und bei unter 40°C gelieren würde. Dementsprechend müssen die Substratannahme und der Vorlagebehälter beheizbar ausgelegt sein. Wichtig ist hier außerdem eine kontinuierliche Durchmischung.

Technisch wird die biologische Abfallbehandlung von LOW und Präcipitat in Fermenter und Nachgärbehälter als mesophile Vergärung ausgelegt. Es könnten aber auch beide Behälter parallel als Fermenter betrieben werden. Die beiden

Behälter sind zentral gerührt und extern beheizt. Nach der Fermentation lässt sich die vorhandene Infrastruktur optimal zur Entwässerung des anfallenden Gärrestes nutzen.

Die für die Fermentation benötigte Prozesswärme wird über ein mit Biogas betriebenes BHKW (190 kW el.), welches im Funktionsgebäude der BEA untergebracht ist, erzeugt. Der entstehende Strom wird ins öffentliche Netz eingespeist. Die Anlage kann im Inselbetrieb oder in Volleinspeisung betrieben werden. Zusätzlich zum BHKW wird ein Heizkessel zur Verbrennung von Biogas installiert, der im Falle eines Ausfalls des BHKW oder bei erhöhtem Heizaufwand bei außergewöhnlich tiefen Wintertemperaturen den erhöhten Heizbedarf abdecken kann. Bei Betriebszuständen mit überschüssiger Wärmeproduktion kann diese zur Warmwasseraufbereitung für die PWA (Prozesswasseraufbereitung) genutzt werden.

Der Anteil des anfallenden Biogases, der nicht im BHKW auf der Bioenergieanlage und nicht im Heizkessel verbrannt wird (Verteilung produzierte Gasmengen vgl. Abbildung 15), wird durch das Mikrogasnetz an den Produktionsstandort der Lederfabrik zurückgeleitet. Da dort die gesamte Produktion mit Wärme versorgt werden muss (Kap. 6.7), wird das Biogas an diesem Standort in der Endausbaustufe in zwei Blockheizkraftwerken mit je 637 kW elektrische Leistung mittels wärmegeführter Kraft-Wärmekopplung in Strom und Wärme umgewandelt. Obwohl auch diese Anlage für Inselbetrieb, Überschuss- oder Volleinspeisung ausgelegt ist, ist das Ziel, die nutzbare Wärme vollständig in Form von Warmwasser direkt in der Produktion einzusetzen und Strom ins öffentliche Netz einzuspeisen, um optimale Betriebssicherheit und Prozessstabilität für die Produktion zu gewährleisten.

Insgesamt war bei Projektbeantragung geplant,

- ca. 1.300 kW elektrische und
- ca. 1.500 kW thermische Energie

bei einem zu erwartenden Wirkungsgrad von 96 % zu erzeugen. Im Verlauf der Projektrealisierung wird die installierte Leistung bei gleichem Wirkungsgrad wegen des Einbaus von BHKW-Modulen eines anderen Herstellers auf 1.464 kW el. und 1.689 kW thermische Energie erweitert.

Gemeinsam mit einer neuen Substratleitung vom Produktionsstandort zur Prozesswasseraufbereitung wurde auf gleicher Trasse die Mikrogasleitung verlegt.



Abbildung 3: Luftbild der Bioenergieanlage am Standort Katharinenhöhe

2.3 DARSTELLUNG DER UMSETZUNG DES VORHABENS

Der Antrag auf Förderung des Vorhabens im Rahmen des Umweltinnovationsprogrammes des Bundesumweltministeriums wurde am 19. Oktober 2009 eingereicht. Ungeachtet der noch ausstehenden Förderzusage wurde nach Bestätigung der Förderunschädlichkeit ein vorzeitiges Baubeginn am 4. Mai 2011 mit den Bauarbeiten für die Substrat- und Medienleitungen sowie das Mikrogasnetz begonnen. Die Substratleitung wurde im November 2011 in Betrieb genommen. Die entsprechenden Bauarbeiten wurden im Dezember 2011 abgeschlossen. Nach verschiedenen Ergänzungen und Erläuterungen wurde dem Antrag schließlich am 27. Oktober 2011 vom damaligen Bundesminister Dr. Norbert Röttgen stattgegeben und die Förderzusage erteilt.

Baubeginn für die Bioenergieanlage (Abbildung 3) war im Mai 2012. Im November 2012 wurde mit der Befüllung der Fermenter begonnen, als Impfkulturen wurden je

ca. 20 m³ Schlamm aus dem Faulturm der Kläranlage des Abwasserverbandes Hof und aus der Biogasanlage für nachwachsende Rohstoffe in Kühnschwitz verwendet.

Das erste BHKW am BEA-Standort ging im Dezember 2012 ans Netz. Die im BHKW erzeugte Wärme wird über einen Heizverteiler mittels Wärmetauscher vollständig an die Endverbraucher der Bioenergieanlage übertragen.

Statt der ursprünglich geplanten und genehmigten Aufstellung von 3 BHKW-Modulen am Produktionsstandort Gerberstraße mit insgesamt 1.200 kW el. Leistung wurde im Mai 2012 auf 2 BHKW mit insgesamt 1.274 kW el. geändert (Abbildung 4 und 14). Das erste dieser beiden BHKW ging ebenfalls noch im Dezember 2012 ans Netz. Die Wärmeübertragung vom BHKW am Standort Gerberstrasse wird in einem benachbarten Heizcontainer ebenfalls mittels Wärmetauschern über eine Nahwärmeleitung in das bestehende Warmwasseraufbereitungssystem überführt.

Nach erfolgreichem und stabilem Betrieb der Anlage mit Präcipitat wurde im April 2013 mit der Cofermentation von LOW begonnen und kontinuierlich gesteigert. Von August 2013 bis Dezember 2013 wurden die Dosiermengen der Substrate Präcipitat und LOW der mit nur einem großen BHKW verarbeitbaren Biogasmenge angepasst.

Die restlichen Bau- und Installationsarbeiten für die BEA-Anlage wurden im August 2013 abgeschlossen. Im Dezember 2013 konnte auch das 3.BHKW in Betrieb genommen und an den Heizcontainer zur Wärmeübergabe angebunden werden. Die notwendigen Programmierarbeiten konnten dementsprechend erst im März/April 2014 beendet werden.

Die ursprünglich für Oktober 2012 geplante Realisierung der In-Liner-Wärmerückgewinnung wurde nach Abschluss von eingehenden Versuchsreihen im April 2013 begründet auf außerhalb des Investitionszeitraumes zurückgestellt. Die zugehörige Förderung wurde vom Fördergeber wiederrufen. Aufgrund der bis dahin ermittelten Erfahrungen und Ergebnisse konnte davon ausgegangen, dass auch ohne Abwasserwärmenutzung das Projektziel „energieautarke Lederfabrik“ erreicht werden würde. Dem aus diesem Grund gestellten Antrag auf Umwidmung der Mittel wurde nicht stattgegeben.



Abbildung 4: Die beiden BHKW-Container am Produktionsstandort Gerberstraße

2.4 BEHÖRDLICHE ANFORDERUNGEN

Im Zuge des BImSchG-Genehmigungsverfahrens (Genehmigungsbescheid für die BEA am Standort Katharinenhöhe vom 21.12.2010, mit Änderungsbescheiden vom 20.01.2011, 13.03.2013 und vom 05.11.2013, Genehmigung für die BHKW-Anlage Gerberstraße vom 06.07.2011 mit Änderung vom 16.04.2013, Genehmigung für die Gasleitung und den Kanal zum Vollzug der Wassergesetze vom 26.04.2011 sowie die Genehmigung zur Ableitung von Niederschlagswasser aus der Auffangwanne zum Vollzug der Wassergesetze vom 20.09.2011) wurden von der Genehmigungsbehörde tieferegehende Auflagen gefordert, als in der ursprünglichen Planung vorgesehen. Dies waren insbesondere für Bau und Technik der BEA:

- Bau einer Auffangwanne in flüssigkeitsdichter Ausführung
- Ableitung des anfallenden Regenwassers in einem getrennten Genehmigungsverfahren
- Gasaufbereitung
- Messtechnik

Alle geforderten Auflagen wurden umgesetzt. Die entsprechende Messtechnik ist im Anhang Kap. 6.10. dargestellt. Fehler und Abweichungen im Rahmen der gesetzten Grenzen und Ausfälle wichtiger Aggregate werden vor Ort als Warnmeldung ausgegeben und als Warnung per e-mail auch an die Betreiber weitergeleitet. Der Feuerwehrplan ist in Abbildung 13 zu finden, eine entsprechende Feuerwehrrübung wurde am 10.10.2014 erfolgreich durchgeführt.

In die Betriebsanweisung (Kap. 6.9) wurde auch der Gefahrenabwehrplan integriert. Darüber hinausgehende allgemeine Notfallmaßnahmen sind über den umfassenden Notfallplan der Fa. SÜDLEDER GmbH & Co. KG abgedeckt. Es wurde darauf geachtet, dass im Falle von Störungen verschiedenster Art immer auf das System ohne Bioenergieanlage zurückgestellt werden kann.

Die Leckageeinrichtungen werden mindestens monatlich überprüft, die Prüfungen werden vor Ort dokumentiert. Vor Entwässerung der Auffangwanne in die Schwessnitz Auffangwanne wird das Regenwasser beprobt und die Entwässerung dokumentiert.

Für die Errichtung der Blockheizkraftwerke am Produktionsstandort waren die Kriterien Brand- und Schallschutz maßgebend. Die vorgegebenen Rahmenbedingungen wurden unter Kostensteigerung bei der Ausführung berücksichtigt. Aus Brandschutzgründen war eine Installation der beiden BHKW am Produktionsstandort in den bestehenden Gebäuden nicht möglich. Daher wurden diese beiden BHKW in Containerausführung erstellt, wodurch wegen der Nähe zu umliegenden Wohngebäuden besondere Schallschutzmaßnahmen getroffen werden mussten.

2.5 ERFASSUNG UND AUFBEREITUNG DER BETRIEBSDATEN

Die Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten erfolgt vollautomatisch über verschiedenste Messsysteme für Füllstand, Durchfluss, Druck, Gasmengen, Temperatur usw. Diese werden in der Anlagensteuerung (Siemens WinCC) erfasst und archiviert. Parallel dazu werden weitere Daten wie die Zähler des

Netzbetreibers, nachträglich installierte Wärmemengenzähler und zusätzliche Aufzeichnungen der Anlagenbetreiber erfasst.

Die Messung der Zusammensetzung des Biogases vor und nach der Gasaufbereitung erfolgt über kontinuierliche Gasmessungen, die ebenfalls über die Anlagensteuerung archiviert werden.

Bei verschiedenen Messsystemen gab es Schwierigkeiten im Verlauf der Installation und Inbetriebnahme und es waren leider auch einige Programmierfehler zu verzeichnen, die beginnend mit der Inbetriebnahme des dritten BHKW im Dezember 2013 bis April 2014 keine korrekte Ermittlung bestimmter Parameter, insbesondere der Gasmengen, erlaubten.

Die Zusammensetzungen von Präcipitat, LOW, Gärrest und die Abwasserparameter werden teils im SÜDLEDER Labor teils in Drittlabors untersucht.

3 ERGEBNISSE

3.1 BEWERTUNG DER VORHABENSDURCHFÜHRUNG

Insgesamt wurde das Vorhaben erfolgreich umgesetzt und die gesteckten Ziele, wie Energieautarkie, CO₂-Emissionsmengenreduzierung, Abfallmengenreduzierung usw. erreicht.

Errichtet wurde eine Anlage, die dank ihres modularen Aufbaus äußerst flexibel für verschiedene Betriebszustände geeignet ist. So können z.B. die Fermenter entweder in Reihe, in Serie oder auch einzeln betrieben werden, was die Anlagensicherheit im Falle von Störungen oder Ausfällen erheblich steigert, weil einzelne Anlagenteile weggeschaltet werden können. Ähnliches gilt auch für die Fermenterbeheizung und die BHKWs. Des Weiteren wurde darauf geachtet, dass die gesamte technische Ausrüstung ohne nennenswerte Störungen im Gesamtbetrieb ausgebaut und gewartet werden kann. Hier sind in erster Linie die Tauchrührwerke in den Vorlagebehältern und die Zentralrührwerke der Fermenter zu erwähnen.

Leider wurde das Gesamtprojekt aus verschiedenen Gründen teurer, als ursprünglich geplant. Dies lag zum einen an den Preiserhöhungen für einzelne Gewerke, die allein auf Grund der Teuerung während der langen Zeitspanne zwischen Erstplanung und endgültiger Umsetzung verursacht wurden. Des Weiteren haben verschiedene ursprünglich nicht erwartete behördliche Auflagen (z.B. Auffangwanne) zu erheblichen Kostensteigerungen geführt. Nichts desto trotz sind die Gesamtkosten als für den technischen Stand der Anlage angemessen zu betrachten.

Besonders erfreulich ist auch, dass die Anlage für benachbarte Betriebe Initialzündung war, sich mit der Thematik Energie aus Abfällen ebenfalls zu beschäftigen und daher wird derzeit eine weitere Bioenergieanlage zur Vergärung von Biomasse aus der Biotonne errichtet.

Dieser externe Erzeuger wird sein Biogas ebenfalls in das im Rahmen des hier beschriebenen Projektes erbaute Biogasnetz einspeisen (Abbildung 5). Es gibt auch bereits externe Abnehmer (benachbartes Industrieunternehmen), die Biogas aus dem Mikrogasnetz beziehen und in eigenen BHKWs daraus wiederum Strom und Wärme produzieren werden. SÜDLEDER arbeitet derzeit daran, das

Betriebsgebäude der PWA und ein benachbartes Wohnhaus in Rehau direkt mit Wärme zu versorgen.

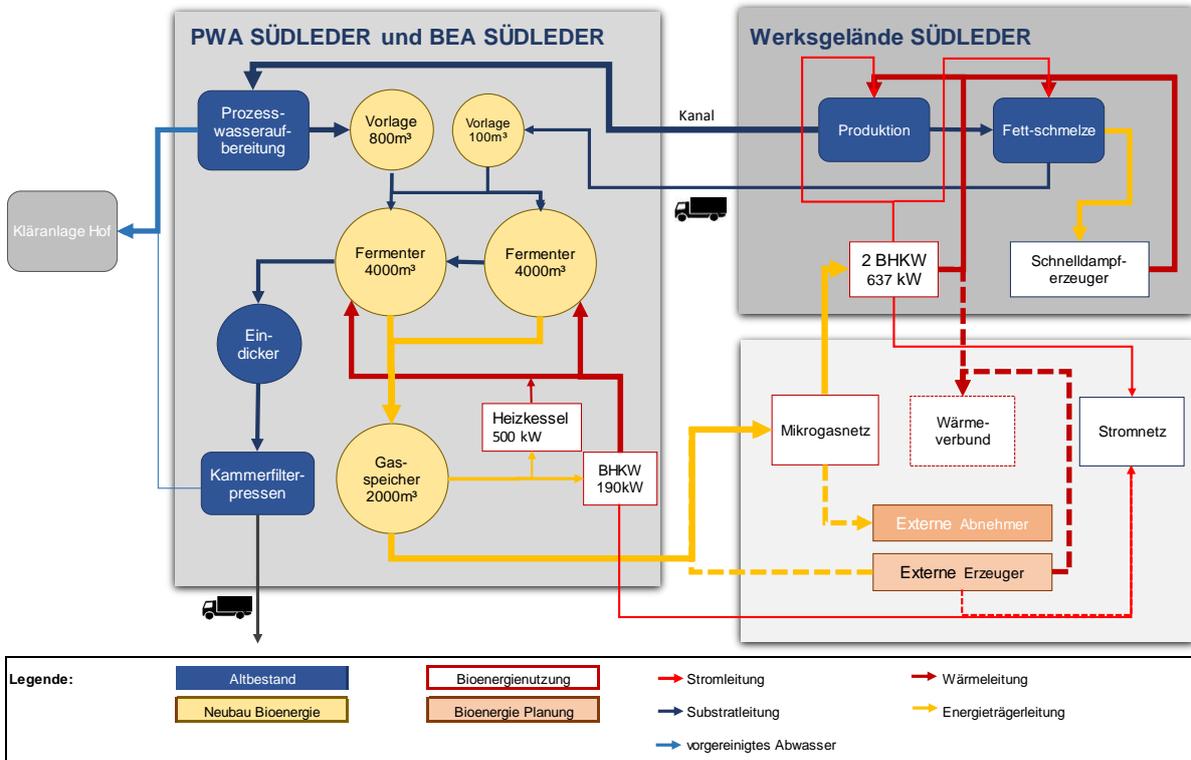


Abbildung 5: Schematische Darstellung der zukünftigen Nutzung des Mikrogasnetzes unter Berücksichtigung etwaiger externer Erzeuger und Verwerter

3.2 STOFF- UND ENERGIEBILANZEN

3.2.1 Substrat und Gärrest

Die Abbildung 6 zeigt die Entwicklung der durchschnittlichen Zusammensetzungen der eingesetzten Substrate Präcipitat und LOW, sowie des Gärrestes in Bezug auf TS und oTS, bestimmt als Glühverlust, seit Beginn der kontinuierlichen Bestückung der Fermenter. Die schwarze Linie zeigt den aus den Einzelmessergebnissen der beiden Substrate Präcipitat und LOW durch Mischungsrechnung ermittelten TS und oTS-Werte für den Fermenterinput.

Die grünen Linien zeigen die gemittelten Messwerte für TS und oTS des durch die Fermentation entstehenden Gärrestes. Für den Zeitraum von Juli 2013 bis Oktober 2014 (vollständige Verwertung des anfallenden LOW) ergibt sich somit ein durchschnittlicher TS-Gehalt des Gesamtsubstrates von 68,5 g/L bei einem oTS von 42,1 g/L.

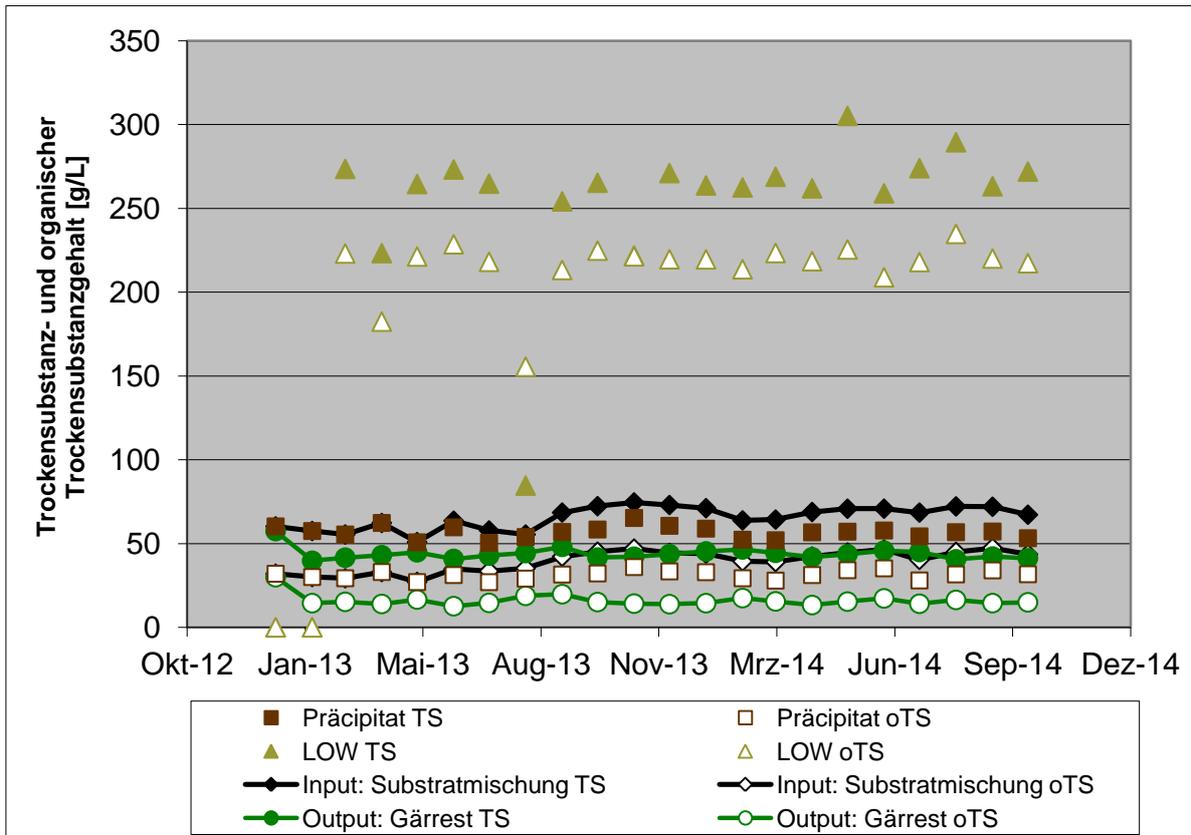


Abbildung 6: Darstellung der TS und oTS Gehalte der eingesetzten Substrate und des Gärrestes

Beim entstehenden Gärrest liegt der entsprechende Mittelwert beim TS bei 44,2 g/L und beim oTS bei 15,8 g/L. Durch den Vergleich des organischen Trockensubstanzgehalts des Mischsubstrates mit demjenigen des Gärrestes ergibt sich ein durchschnittlicher Abbaugrad für den organischen Anteil des Feststoffs von 63%. Für die Biogasausbeuten ist zu berücksichtigen, dass auch die flüssige Phase noch organische, fermentierbare Anteile enthält. Diese sind Teil des Summenparameters CSB bei der Wasseranalytik.

Tabelle 1 zeigt typische Analysen der beiden eingesetzten Substrate. Die Elemente Calcium, Chrom und Schwefel stammen in erster Linie aus den Aescher- und Gerbchemikalien. Die Metallgehalte des Präcipitats (ohne Chrom) werden durch die Zugabe der Fällungsmittel generiert.

Tabelle 1: Typische Analysen der Substrate Präcipitat und LOW

	Präcipitat	LOW
pH	8,5	10,3
TS [g/l]	4,5	284
Glühverlust % der TS	56,10	76,8
Org. Kohlenstoff ges. [g/kg TS]	227	120,7
Kjehldahl Stickstoff [g/kg TS]	56,9	29,8
Phosphor ges. [g/kg TS]	9,9	8,82
Calcium [g/kg TS]	85,4	125
Magnesium [g/kg TS]	23,1	1,89
Kalium [mg/kg TS]	830	520
Chrom [g/kg TS]	6,67	n.e.
Blei [mg/kg TS]	28	<2,0
Cadmium [mg/kg TS]	<0,1	<0,3
Kupfer [mg/kg TS]	33,3	9,1
Nickel [mg/kg TS]	90,1	<2,0
Quecksilber [mg/kg TS]	<0,02	0,51
Chlorid [g/kg TS]	n.e.	1,52
Sulfat [mg/kg TS]	n.e.	205
Gesamt Schwefel [g/kg TS] Sauerstoff ges.	60	1,989

n.e. – nicht ermittelt

Die zur Fermentation benötigten Verweilzeiten lassen sich aus der entsprechenden Dosiermenge an Substraten berechnen. Die berechneten Verweilzeiten sind im Diagramm dargestellt (Abbildung 7).

Die Dosiermengen LOW werden vorgegeben durch den Anfall an Leimleder. Dieser wiederum wird bestimmt durch die in der Gerberei verarbeitete Rohhautmenge, die eingesetzten Rohhautqualitäten und nicht zuletzt die Gerb- und Nachgerberezepturen. Daher lassen sie sich auch nur äußerst schwer vorherbestimmen.

Zudem richtet sich die mögliche Dosiermenge nach dem Präcipitanfall im Verlauf der Prozesswasseraufbereitung. Bei guten Flockungseigenschaften z. B. fällt

weniger Präcipitat mit einem höheren TS an. Bei schlechten Flockungseigenschaften fällt viel Präcipitat mit geringem TS an. So dass über die absolut eingesetzte Substratmenge nur beschränkt Rückschlüsse auf den verwertbaren Organikanteil gemacht werden können. Die Flockungseigenschaften wiederum werden ebenso wie das LOW durch die eingearbeitete Rohware (Menge und Qualität) und die eingesetzten Hilfsmittel (z.B. Tenside) bestimmt.

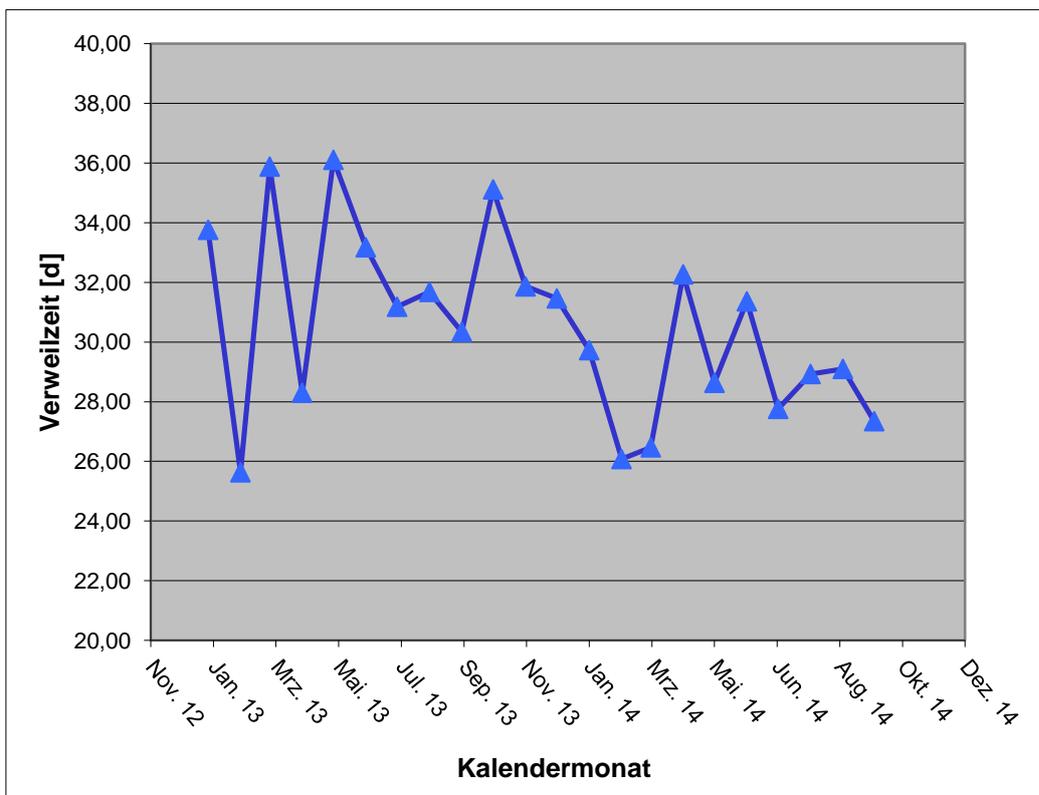


Abbildung 7: Verweilzeiten in beiden Fermentern zusammen

Die Flockungseigenschaften während der Prozesswasseraufbereitung sind wegen der hohen Schwankungsbreite der Abwasserinhaltsstoffe bedingt durch wechselnde Rezepturen für die Bearbeitung der Kundenwünsche nur innerhalb bestimmter Grenzen einstellbar. Dies macht deutlich, dass die Substratdosierung in die Fermenter in erster Linie durch die Art und Menge der Einarbeitung in der Produktion und die Qualität der Abwasserbehandlung bestimmt wird und sich die Fermentation diesen Gegebenheiten einerseits unterordnen muss und andererseits anpassen kann. Diese Tatsache bestätigt die Eignung des gewählten Systems als end-of-pipe-Technologie eines Dienstleisters. Dies bestätigt auch die Auslegung

des Fermentationsvolumens, so dass sicher genügend lange Verweilzeiten gewährleistet werden können.

Die täglich dosierten Substratmengen seit Inbetriebnahme der Anlage sind in Abbildung 8 dargestellt.

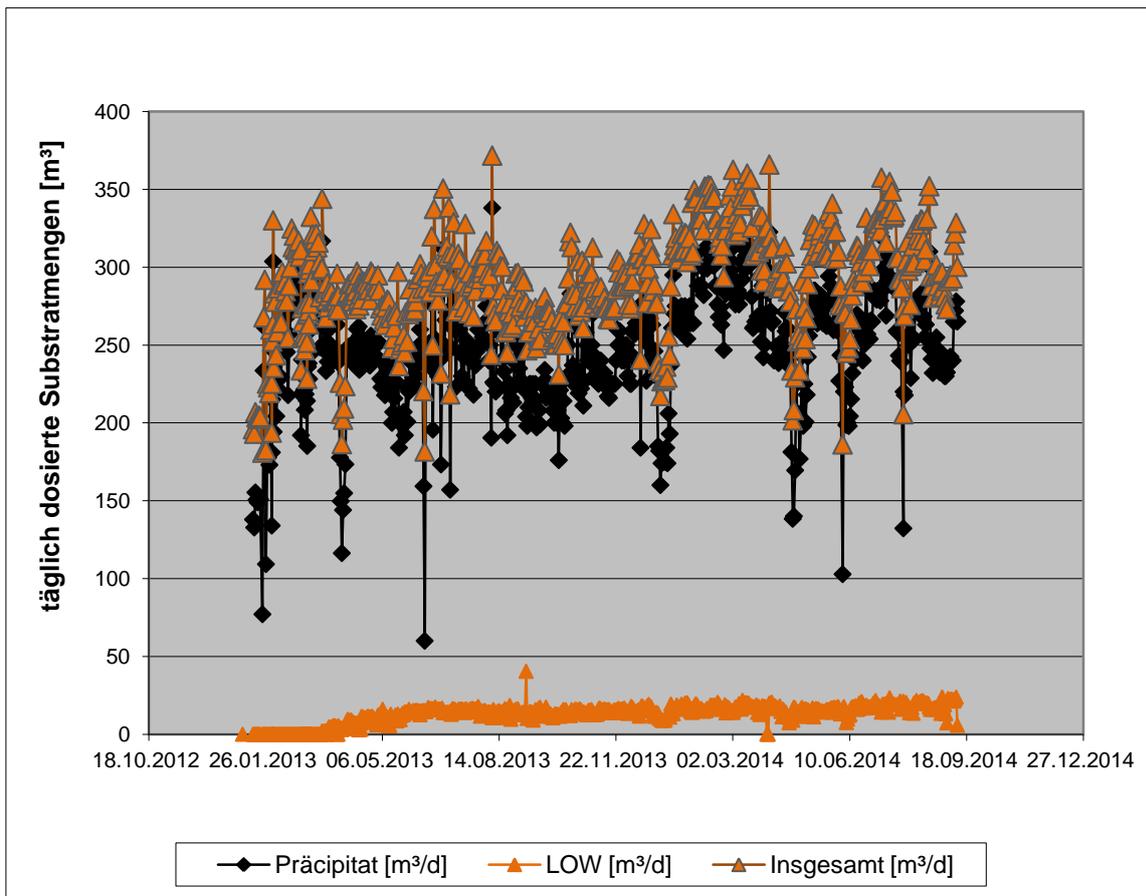


Abbildung 8: tägliche Dosiermengen

Zu beachten ist, dass nur die verarbeiteten Volumina, nicht aber der jeweilige TS-Gehalt berücksichtigt wurde. Die Dichte der Substrate liegt bei 1 kg/l, so dass das Volumen von 1m³ einer Masse von 1t entspricht.

Eine detaillierte Aufstellung der monatlich eingesetzten Mengen Original-, Trocken- und organischer Trockensubstanz findet sich im Anhang in Tabelle 7.

Durchschnittlich wurden pro Tonne im Betrieb eingearbeitete Rohware 2,03 t Präcipitat als Originalsubstanz entsprechend 115 kg Trockensubstanz von der 63 kg organische Trockenmasse sind und 93 kg LOW-Originalsubstanz, die 24 kg

Trockensubstanz und davon 20 kg organische Trockenmasse enthalten. Daraus resultieren 2,122 t Gesamtsupstrat mit einem TS von 139 kg, die wiederum 83 kg oTS enthält. Nach Vergärung und Entwässerung resultieren daraus 233 kg entwässerter Gärrest mit einem TS von 96 kg, davon 40 kg oTS.

Die dem dosierten Volumen entsprechende Menge läuft durch hydraulische Verdrängung vom zweiten Fermenter in den Gärrestbehälter. Danach wird der Gärrest über zwei Kammerfilterpressen entwässert. Die flüssige Phase wird danach zur vollbiologischen Behandlung in die Kläranlage des Abwasserverbandes Hof eingeleitet, exakt so, wie bisher mit dem Filtrat des Präcipitats verfahren wurde. Dies bewirkt, dass die in die Verbandskläranlage eingeleitete Abwassermenge nicht verändert wird.

Tabelle 2: Inhaltsstoffe des Filtratwassers aus Präcipitat und Gärrest

	Filtratwasser (Präcipitat vor Vergärung)	Filtratwasser (Gärrest)
pH	8,95	8,10
CSB [mg O ₂ /l]	1850	1280
Chrom gesamt [mg/l]	0,31	0,45
Sulfid [mg/l]	0,6	0,8

Die typischen Analyseergebnisse der flüssigen Phase resultierend aus dem bisherigen Verfahren im Vergleich zum Gärrest sind in Tabelle 2 aufgelistet. Dabei beschränkte man sich auf die lt. AbwV Anhang 25 relevanten Parameter. Die zulässigen Einleitwerte gemäß Bescheid vom Oktober 1993, mit Änderung vom Juni 2002 und Verlängerung vom Dezember 2013 erteilt durch das Landratsamt Hof betragen für Chrom gesamt 0,6 mg/l und 2 mg/l für leicht freisetzbaren sulfidischen Schwefel.

Die scheinbaren Veränderungen bei allen vier Parametern liegen innerhalb der üblichen Schwankungsbreite der Messergebnisse nach Eigenüberwachungsverordnung. Die Möglichkeit einer alternativen stofflichen Nutzung der Flüssigphase nach der Entwässerung war wegen der relativ hohen Verschmutzung und dem Chromgehalt noch nicht Gegenstand weiterer Überlegungen. Die Jahresmittelwerte des PWA-Ablaufs der letzten drei Jahre, entnommen den Jahresberichten gemäß Eigenüberwachungsverordnung sind in Tabelle 3 gegenübergestellt.

Tabelle 3: Abwasserinhaltsstoffe des PWA-Ablaufs vor und nach Inbetriebnahme der BEA

	Jahresmittel 2012	Jahresmittel 2013	Jahresmittel 2014
CSB [mg O2/l]	2624	2404	2327
Chrom gesamt [mg/l]	0,12	0,20	0,23
Sulfid [mg/l]	1,25	1,24	1,05

Tabelle 4: Zusammensetzung von entwässertem Präcipitat und entwässertem Gärrest nach KVO (Stichprobe)

		Präcipitat*	Gärrest *
Allgemeine Parameter	Einheit		
Trockensubstanzgehalt	%	32,8	40,8
Organische Trockensubstanz -	%	56,3	41,5
Basisch wirksame Stoffe	%	6,2	13,6
Nährstoffe			
Gesamtstickstoff	%	5,69	0,77
Ammonstickstoff	%	1,27	1,95
Phosphat	%	0,99	1,59
Kaliumoxid	%	0,083	0,064
Magnesiumoxid	%	2,31	1,32
Calciumoxid	%	8,54	14,1
Schwermetalle			
Blei	mg/kgTS	28	27,1
Cadmium	mg/kgTS	0,1	<0,2
Chrom	mg/kgTS	6670	8.622
Kupfer	mg/kgTS	33,3	38,4
Nickel	mg/kgTS	90,1	103
Zink	mg/kgTS	417	1,542
Quecksilber	mg/kgTS	<0,02	<0,02
AOX	mg/kgTS	77	90
Aktivitäten			
Atmungsaktivität	mg/O2/g	140	28
Brennwert	kJ/kg FS	16100	7150
TOC	%	31,1	13,3
Eluatkriterien			
Chrom	mg/l	0,02	0,082
DOC	mg/l	170	35,8

* alle Angaben bezogen auf Trockensubstanz

Der entwässerte Gärrest wird inzwischen vollständig in geeigneten Anlagen mitverbrannt. Ausschlaggebend für die Wahl der Anlage ist die Genehmigung zur Annahme von Abfällen unter der Schlüsselnummer 040106 des europäischen Abfallartenkatalogs, dadurch entstehen Einschränkungen für die Verwertung.

Die Tabelle 4 zeigt die Messergebnisse repräsentativer Stichproben des Filterkuchens aus dem Präcipitat (Standard vor Errichtung der Bioenergieanlage) und demjenigen aus dem Gärrest (Standard nach Errichtung der Bioenergieanlage). Die Zusammensetzung des Präcipitates aus der Prozesswasseraufbereitung hat sich nicht verändert, früher wurde es direkt entwässert, jetzt wird es in den Fermentern gemeinsam mit LOW vergoren, wodurch der Gärrest entsteht.

Eine alternative Nutzung der Gärreste ist wegen der Chromgehalte von ca. 6000-9000 mg/kg TS derzeit noch nicht gegeben. Verschiedene Anfragen über Fachinstitute zu diesem Thema, z.B. BAM verliefen bisher leider erfolglos. Die Thematik wird gemeinsam mit Forschungspartnern (BTN, FILK) weiter verfolgt.

3.2.2 Abfallmengen

Abbildung 9 zeigt die Entwicklung der Abfallmengen seit der Beantragung des Projektes. Bis zur Realisierung der BEA wurden entwässertes Präcipitat und LOW getrennt auf den in der Ausgangssituation beschriebenen Wegen entsorgt bzw. thermisch verwertet. 2013 musste während des Anfahrbetriebes noch eine geringe Menge LOW anderweitig verwertet werden. Insgesamt konnten durch die BEA die Abfallmengen von durchschnittlich 42% auf 24% der in der Produktion eingearbeiteten Rohwarenmengen (Einarbeitung) gesenkt werden.

Die Fremdverwertung von LOW und auch die Möglichkeit Präcipitat direkt abzupressen bleiben weiterhin offen. Dadurch können die Dosiermengen flexibel angepasst und auf Störfälle reagiert werden.

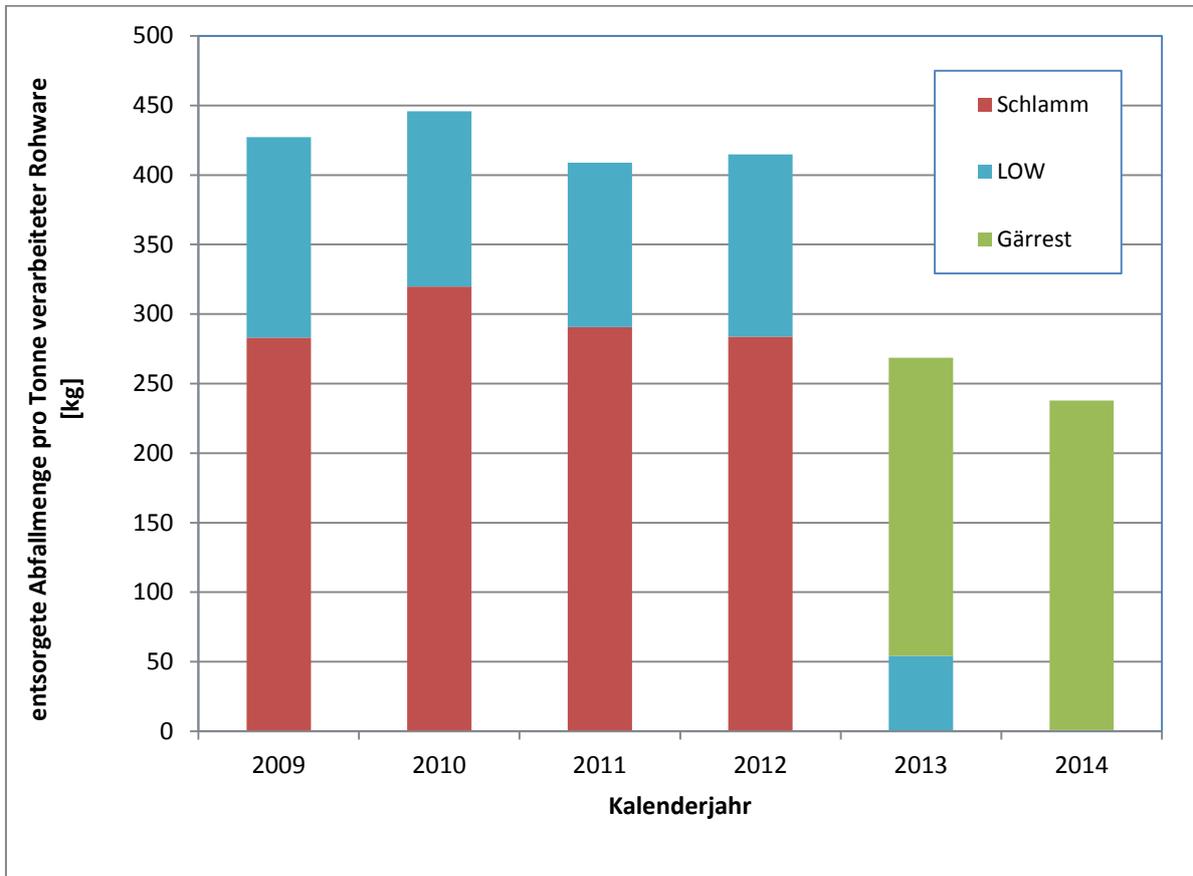


Abbildung 9: Entwicklung der Abfallmengen im Verhältnis zur Einarbeitung

3.2.3 Gasmengen und -zusammensetzung

Die Qualität des entstehenden Biogases wird seit August 2013 kontinuierlich gemessen und aufgezeichnet. Aus Abbildung 10 ist ersichtlich, dass der Methangehalt des Biogases bei etwa 72-74% liegt. Damit ist der Methangehalt um 9-11% höher als in den kontinuierlichen Vorversuchen. Die Methanausbeute wiederum verbessert sich hierdurch um ca. 17% und erklärt warum mehr Energie durch die Fermentierung gewonnen werden kann, als ursprünglich vermutet.

Der Schwefelwasserstoffgehalt im Rohgas ist stark schwankend, dies lässt sich durch unterschiedliche LOW und Präzipitatqualitäten, sowie Einflüsse aus der Prozesswasseraufbereitung erklären. Durch den der Gaskühlung nachgeschalteten

Aktivkohlefilter (Standzeit 18 Monate) kann aber immer eine für die BHKW unschädliche Reingasqualität erzielt werden.

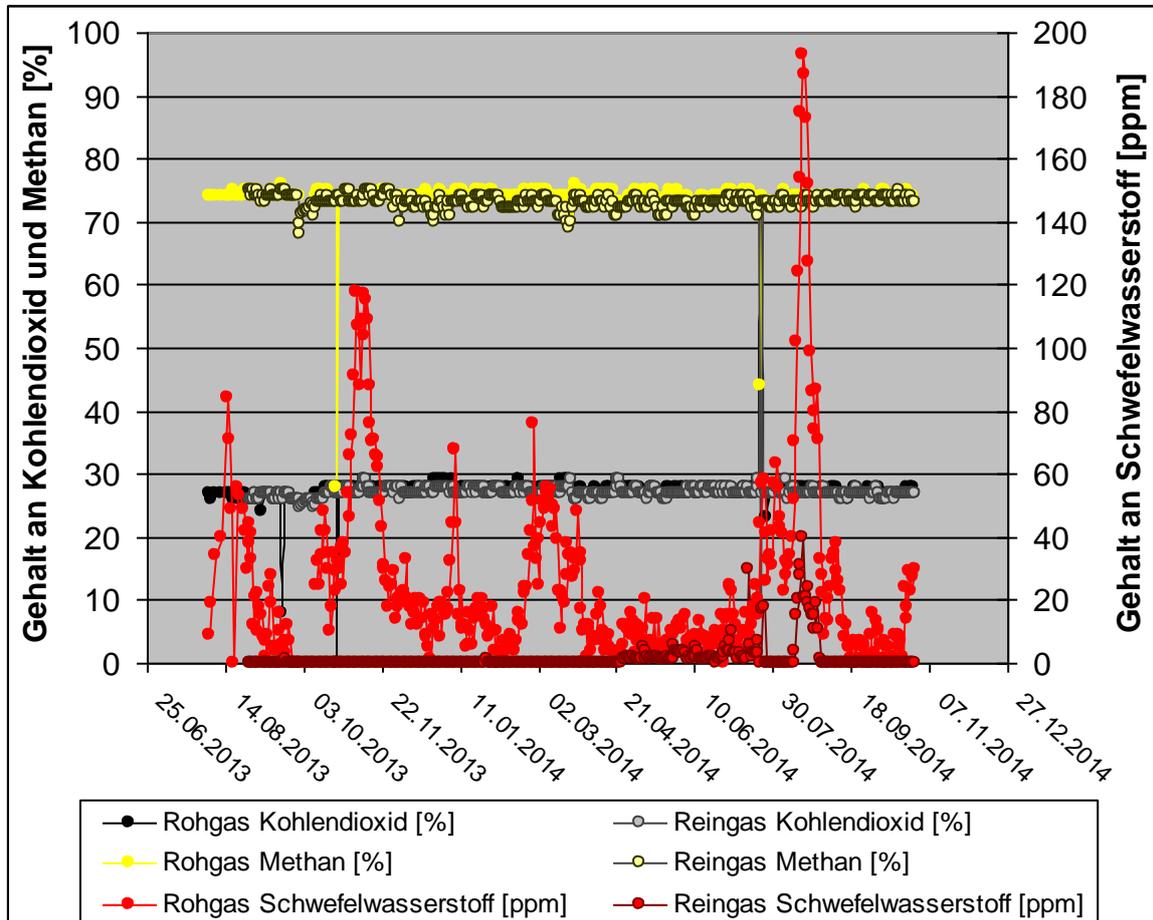


Abbildung 10: Darstellung der Biogaszusammensetzung in Roh- und Reingas

Die Messungen der Emissionswerte wurden am 15. und 16. April 2014 durchgeführt. Die Messergebnisse finden sich im Anhang (Kap. 6.8).

Die Ermittlung der produzierten Biogasmengen gestaltete sich relativ schwierig. Die Auswertung der Messsignale der Volumenstrommessung erfolgt über die eigens programmierte Anlagensteuerung. Diese rechnerische Datenauswertung war vor allem seit der Inbetriebnahme des zweiten BHKW am Produktionsstandort mit erheblichen Fehlern behaftet, so dass erst seit Mai/Juni 2014 wirklich belastbare Messwerte vorlagen. Aus diesem Grunde enthält auch die Abbildung 11 insbesondere vom 1.3. – 27.4.14 unrealistische Werte, die nicht mit den durch die BHKW produzierten Strommengen und den eingesetzten Substratmengen in

Einklang stehen. Daher eignen sich die Gasmengenmessungen nicht für die Energiebilanzen. Sie sollen hier zwar nicht vorenthalten aber doch nicht weiter diskutiert werden.

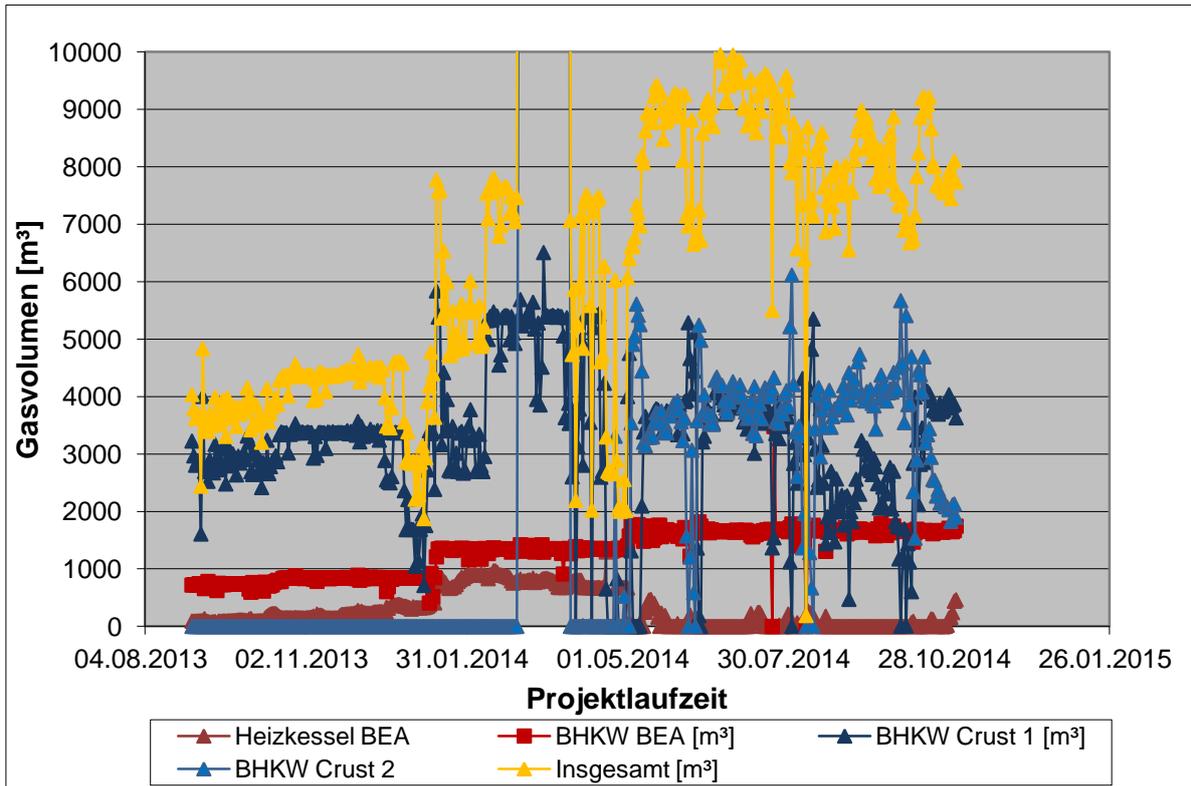


Abbildung 11: täglich verarbeitete Biogasmengen

Zur Ermittlung der Energiebilanzen wurden die Aufzeichnungen aus der Steuerung der BHKW und die Messungen des Netzbetreibers herangezogen (Tabelle 8).

3.2.4 Energie- und Massenbilanz

Basierend auf den produzierten Strommengen, ermittelt über die Aufzeichnungen in der BHKW-Steuerung und den Aufzeichnungen des Netzbetreibers, wurde die im beigefügten Bericht (Anhang Kap. 6.6) nachzulesende Energiebilanz aufgestellt. Danach kann festgestellt werden, dass in Bezug auf die Summe von elektrischer

und thermischer Energie ein Deckungsgrad von 101,2 % erreicht wurde und somit die Energieunabhängigkeit nachgewiesen ist.

In Abbildung 15 findet man eine Darstellung der Energie- und Massenströme vor Inbetriebnahme der Bioenergieanlage. Alle Werte sind als Mittelwerte des Zeitraums Januar bis Oktober 2014, bezogen auf eine Tonne in der Produktion eingearbeiteter Rohware, angegeben, um die Vergleichbarkeit mit den Werten in Abbildung 16 sicherzustellen. Diese wiederum zeigt die Energie- und Massenströme nach Inbetriebnahme der Bioenergieanlage. Beide Abbildungen zeigen in weißen Feldern die Massenbilanzen bei der Bereitstellung der Substrate, in gelben Feldern die Massen bzw. Volumina der Energieträger, die in der Bioenergieanlage gewonnen werden und in roten Feldern die Energie die in Form von Strom und Wärme gewonnen bzw. benötigt wird.

Ergänzend dazu werden in Tabelle 7 die monatlichen Dosiermengen der beiden Substrate, des gesamten Mischsubstrates und des Gärrestes jeweils als Originalsubstanz, dem enthaltenen Trockensubstanzgehalt und dem schlussendlich für die Vergärung relevanten organischen Trockensubstanzgehalt zusammengestellt. Auch hier wurde wieder auf eine Tonne in der Produktion eingearbeiteter Rohware rückgerechnet.

Tabelle 8 stellt die monatlich in den Blockheizkraftwerken verbrannten Biogasmengen dar, die in gleicher Weise normiert wurden.

Tabelle 9 wiederum gibt die monatliche Strom- und Wärmeerzeugung wieder, ebenfalls bezogen auf eine Tonne in der Produktion eingearbeiteter Rohware.

Da der gesamte Anhang aus betrieblichen Gründen nicht veröffentlicht wird, bitten wir bei Interesse um direkte Kontaktaufnahme mit der Fa. SÜDLEDER GmbH & Co. KG.

3.3 UMWELTBILANZ

Die Umweltbilanz des Projektes soll in vereinfachter Form anhand der erreichten CO₂-Emissionseinsparungen, dargestellt in der nachfolgenden Tabelle 5, deutlich gemacht werden. Die erhofften Emissionseinsparungen wurden um ca. 1.000 t unterschritten.

BMU – UMWELTINNOVATIONSPROGRAMM - ABSCHLUSSBERICHT

Tabelle 5: CO₂-Bilanz Hochrechnung für ein Jahr, basierend auf den Daten aus dem ersten Halbjahr 2014

	Menge	Entfernung	Emissionsfaktor	Einsparung
Einsparung durch Wechsel der Energiequelle				
genutzte elektrische Energie aus Biogas	6.235.181 kWh/a		0,489 kg/kWh ¹⁾	3049 tCO ₂ /a
genutzte Wärmeenergie aus Biogas	7.045.222 kWh/a		0,21 kg/kWh ²⁾	1479 tCO ₂ /a
Einsparungen durch wegfallende Transporte				
Entwässertes Präcipitat zum Verwerter	11.888 t/a	100 km	0,075 kg/t/km ³⁾	89 tCO ₂ /a
LOW zum Verwerter	4.406 t/a	255 km	0,075 kg/t/km	84 tCO ₂ /a
Belastungen durch neue Transporte				
Entwässertes Gärrest zum Verwerter	9.670 t/a	100 km	0,075 kg/t/km	-73 tCO ₂ /a
LOW zur BEA	4.406 t/a	2,5 km	0,075 kg/t/km	-1 tCO ₂ /a
Summe				4629 tCO₂/a

¹⁾ Angaben des Stromlieferanten

²⁾ Erdgasersatz

³⁾ Verbrauchswerte durchschnittlicher LKW

Die positiven Auswirkungen des Gesamtprojektes auf die Energieeffizienz und die CO₂-Emissionen der Fa. SÜDLEDER wurden am 08.04.2014 mit der erfolgreichen Auditierung nach ECO₂L – Energy Controlled Leather (Abbildung 14) bestätigt.

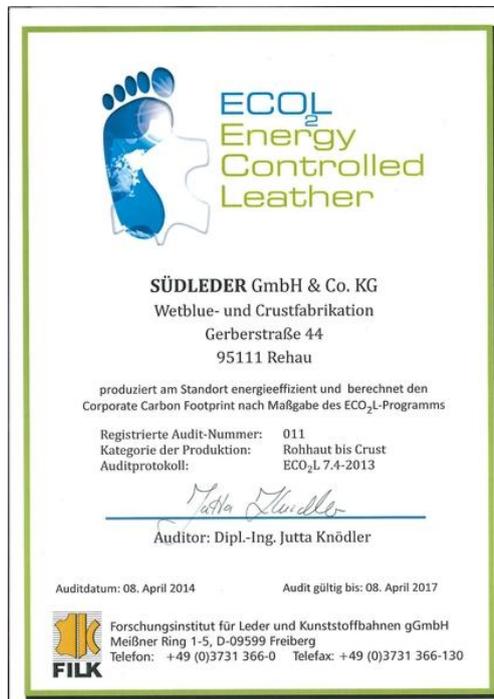


Abbildung 12: Zertifikat ECO₂L - Energy Controlled Leather

3.4 BEHÖRDLICHE ANFORDERUNGEN

Die im Rahmen der erwähnten Genehmigungen gestellten Anforderungen der Behörden wurden erfüllt.

3.5 WIRTSCHAFTLICHKEITSANALYSE

Ebenfalls im Anhang befindet sich eine aktualisierte Wirtschaftlichkeitsbetrachtung (Tabelle 5), basierend auf den aktuell gültigen Rahmenbedingungen. Viele dieser Bedingungen haben sich im Verlauf der Projektrealisierung geändert, wie z.B. Baukosten, Vergütungssätze für eingespeisten Strom, Entsorgungskosten für den Gärrest usw.. Daher hat sich auch der ROI gegenüber der ursprünglichen Planung verändert.

4 EMPFEHLUNGEN

4.1 ERFAHRUNGEN AUS DER PRAXISEINFÜHRUNG

Die Praxiseinführung des Verfahrens selbst war im Verhältnis zur Projekt- und Anlagengröße überraschender Weise nur mit vergleichsweise geringen Schwierigkeiten verbunden, nicht zuletzt mag dies in der Auswahl der Projektpartner und ausführenden Firmen begründet liegen.

Durch die lange Zeitspanne zwischen Beantragung, Genehmigungen sowie Förderzusage und der schlussendlichen Realisierung kam es zu erheblichen Preissteigerungen.

Hervorzuheben sind vor allem die Schwierigkeiten bei der Realisierung des Netzanschlusses, der Einspeiseverträge und den zugehörigen Zählerinstallationen, die zu nennenswerten Einschränkungen bei Inbetriebnahme der Anlage in der geplanten Form und vor allem auch bei der Datenerfassung und Auswertung geführt haben.

Für die Inbetriebnahme war die Auslegung für den Inselbetrieb, äußerst hilfreich, da sonst der Betrieb wegen fehlender Zähler nicht hätte aufgenommen werden können.

4.2 MODELLCHARAKTER

Aus den Ergebnissen der vorstehenden Kapitel und basierend auf den Erfahrungen bei der Umsetzung lassen sich nachstehende Schlussfolgerungen für den Modellcharakter des Projektes ziehen:

- Diese Anlage ist weltweit die erste, die es einer Lederfabrik ermöglicht den gesamten thermischen und elektrischen Energiebedarf aus Abfallstoffen der eigenen Produktion und damit aus regenerativen Energiequellen zu decken.
- Insbesondere ist hervorzuheben, dass Abwasserströme anaerob fermentiert werden, die viel Anorganik in Form von (Schwer)Metallverbindungen (Chrom, Eisen) und Calciumverbindungen enthalten. Des Weiteren sind auch hohe Schwefelgehalte charakteristisch für die Abwasserzusammensetzung. Hinzu kommen unterschiedliche Abbauprodukte der verschiedenen eingesetzten chemischen Hilfsmittel.

- Es konnte gezeigt werden, dass sich die Ergebnisse aus über 6 Jahren Laborarbeit, die im Vorfeld und während des Baus der Anlage durchgeführt wurden auch großtechnisch umsetzen lassen.
- Ebenso konnte nach Inbetriebnahme und Erreichen eines stabilen Betriebszustandes nachgewiesen werden, dass sich genannte Rohstoffe auch bei wechselnden Rezepturen und Verhältnissen in der Produktion stabil in einer end-of-pipe Anlage fermentieren lassen.
- Die erzeugte Energie stammt ausschließlich aus organischer Biomasse, die bisher als Abfall entsorgt werden musste. Es werden keine nachwachsenden Rohstoffe eingesetzt, die eigens zum Zweck der Energiegewinnung hergestellt wurden. Es werden keine Kapazitäten gebunden, die der Produktion von Lebensmitteln dienen könnten.
- Die weitergehende Vorbehandlung der Abfälle verbessert die Entsorgungssicherheit.
- Grundsätzlich ist das Gesamtkonzept unter Berücksichtigung der jeweiligen spezifischen Rahmenbedingungen sowohl auf andere Betriebe der Lederindustrie als auch andere Branchen mit Abfallstoffen aus regenerativer Biomasse übertragbar.

Diese Punkte in Summe zeichnen das Projekt als richtungsweisend und einzigartig aus.

4.3 ZUSAMMENFASSUNG

Die Fa. SÜDLEDER GmbH & Co. KG in Rehau hat im Rahmen dieses Projektes erfolgreich eine Bioenergieanlage errichtet, die ausschließlich der Verwertung organischer Reststoffe dient, die während der Verarbeitung von Rinderrohhäuten zu Leder und der zugehörigen Abwasseraufbereitung anfallen. Dadurch wurde das Ziel erreicht, den gesamten für Produktion und Abwasseraufbereitung benötigten Strom und die für den Prozess benötigte Wärme selbst zu erzeugen und somit energetisch autark zu werden.

Die Bioenergieanlage besteht aus einer Biogaserzeugung am Standort der Prozesswasseraufbereitung und einer Bioenergiezentrale am Produktionsstandort, welche über Medienleitungen und Mikrogasnetz miteinander verbunden sind.

Dieses Mikrogasnetz ist geeignet, um auch von externen Erzeugern Biogas aufzunehmen, welches dritte Verbraucher dann entnehmen können. Dadurch wird

auch anderen Unternehmen und kommunalen Einrichtungen die Möglichkeit eröffnet, erneuerbare Energien aus Abfallstoffen zu nutzen.

Nicht zuletzt kann die Technologie unter Berücksichtigung der jeweiligen Rahmenbedingungen auch auf andere Betriebe der Lederbranche übertragen werden.

5 LITERATUR

5.1 VERWENDETE LITERATUR

- Prof. Dr. Gerd-Rainer Vollmer, Ergebnisbericht: Cofermentation von Präcipitat mit Leimleder vom 09.09.2009
- Biogashandbuch Bayern, Landesamt für Umweltschutz, 2010
- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, Handreichung Biogasgewinnung und Nutzung, ISBN 3-00-014333-5
- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, Ergebnisse des Biogasmessprogramms
- Genehmigungsbescheide des Landratsamtes Hof:
 - Für die Prozesswasseraufbereitungsanlage: Az. 632/7.1-611-25 vom 16.11.1993 mit Änderungen vom: 15.01.1999, 24.5.2000 und 28.05.2002 und Verlängerungen vom Dezember 2013 und Oktober 2014
 - Für Kanal und Mikrogasnetz: Az. 6472/1-504 vom 06.10.2010 mit Änderung vom 26.04.2011
 - Für die Bioenergieanlage am Standort Katharinenhöhe: Az. 1700/4.1-504 vom 21.12.2010 mit Änderungen vom 20.01.11, 13.03.2013 und 5.11.2013
 - Für die Blockheizkraftwerke am Standort Gerberstr. Az. 1700/4.2-504 vom 6.07.2011 mit Änderung vom 16.4.13
 - Für die Ableitung von Niederschlagswasser aus der Auffangwanne: Az. 6326/3.2-04-11-504 vom 20.09.2011

5.2 VERÖFFENTLICHUNGEN

- Umwelt, 1/2012, S. 58
- Frankenpost, 30.06.2012, SÜDLEDER startet in eine neue Energieära
- Frankenpost, 13.06.2013, Erster Schritt in eine neue Energie-Ära
- PRO LEDER, 4/2013, S. 15, In eine energieautarke Zukunft gestartet
- ILM, International Leather Maker, September 2013, Tannery Waste into Bioenergy

6 ANHANG

6.1 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abkürzung	Bedeutung
BAM	Bundesanstalt für Materialprüfung
BEA	Bioenergieanlage
BHKW	Blockheizkraftwerk
BTN	Biotechnologie Nordhausen
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf
Eab	Einarbeitung; in der Produktion eingesetzte Rohware
el.	elektrisch
FILK	Forschungsinstitut für Leder und Kunststoffbahnen
KVO	Klärschlammverbringungsverordnung
LOW	Leimleder ohne Wasser, Eiweißgrieben
OS	Originalsubstanz
oTS	Organischer Trockensubstanzgehalt
PWA	Prozesswasseraufbereitung
TS	Trockensubstanzgehalt
usw.	und so weiter
vgl.	vergleiche
Vwz	Verweilzeit
z.B.	Zum Beispiel

6.2 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: grafische Darstellung der Ausgangssituation	2
Abbildung 2: Grafische Darstellung der technischen Gesamtlösung.....	6
Abbildung 3: Luftbild der Bioenergieanlage am Standort Katharinenhöhe.....	8
Abbildung 4: Die beiden BHKW-Container am Produktionsstandort Gerberstraße.....	10
Abbildung 5: Schematische Darstellung der zukünftigen Nutzung des Mikrogasnetzes unter Berücksichtigung etwaiger externer Erzeuger und Verwerter	14
Abbildung 6: Darstellung der TS und oTS Gehalte der eingesetzten Substrate und des Gärrestes	15
Abbildung 7: Verweilzeiten in beiden Fermentern zusammen.....	17
Abbildung 8: tägliche Dosiermengen.....	18
Abbildung 9: Entwicklung der Abfallmengen im Verhältnis zur Einarbeitung.....	22
Abbildung 10: Darstellung der Biogaszusammensetzung in Roh- und Reingas.....	23
Abbildung 11: täglich verarbeitete Biogasmengen.....	24
Abbildung 12: Zertifikat ECO ₂ L - Energy Controlled Leather	27
Abbildung 13: Lageplan Katharinenhöhe und Feuerwehrplan	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 14: Lageplan der BHKW am Standort Gerberstraße.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 15: Darstellung der Energie- und Massenbilanz vor Inbetriebnahme der Bioenergieanlage. Alle Werte sind bezogen auf eine Tonne in der Produktion eingearbeiteter Rohware ..	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 16: Darstellung der Energie- und Massenbilanz nach Inbetriebnahme der Bioenergieanlage. Alle Werte sind bezogen auf eine Tonne in der Produktion eingearbeiteter Rohware ..	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 17: Anlagensteuerung – Gesamtübersicht.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 18: Anlagensteuerung – Fermenter	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 19: Anlagensteuerung – Vorlage	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 20: Anlagensteuerung – Gasstrecke	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 21: Anlagensteuerung – BHKW	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 22: Anlagensteuerung – Maschinencontainer	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 23: Anlagensteuerung – Heizung	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 24: Anlagensteuerung – Crusthof.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.

6.3 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Typische Analysen der Substrate Präcipitat und LOW	16
Tabelle 2: Inhaltsstoffe des Filtratwassers aus Präcipitat und Gärrest	19
Tabelle 3: Abwasserinhaltsstoffe des PWA-Ablaufs vor und nach Inbetriebnahme der BEA.....	20
Tabelle 4: Zusammensetzung von entwässertem Präcipitat und entwässertem Gärrest nach KVO (Stichprobe)	20
Tabelle 5: CO ₂ -Bilanz Hochrechnung für ein Jahr, basierend auf den Daten aus dem ersten Halbjahr 2014	26
Tabelle 6: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Tabelle 7: Zusammenfassung der Dosiermengen in die Fermenter und des resultierenden entwässerten Gärrestes, dargestellt als Tonnen Original, Trocken- oder organische Trockensubstanz pro Tonne in der Produktion eingearbeiteter Rohware.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Tabelle 8: Zusammenstellung der monatlich in den BHKW verwerteten Biogasmengen.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Tabelle 9: Monatliche Strom- und Wärmeerzeugung bezogen auf eine Tonne in der Produktion eingearbeiteter Rohware.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.