

Deutsche Bundesstiftung Umwelt  
- Ref. 23, Herrn F.-P. Heidenreich -  
An der Bornau 2  
49090 Osnabrück

Halle, den 31.07.2009

**Ihr Zeichen: AZ 25590-23**

**Förderprojekt**

**„Entwicklung und wissenschaftliche Begleitung einer Technologie zur Erzeugung von synthetischem Öl aus Kunststoffabfällen der Krankenhäuser zur klima-relevanten Substitution von Rohöl“**

## **Abschlußbericht**

**Inhalt**

	<i>Seite</i>
Projektdatenblatt der DBU (Zusammenfassung)	3
1.) Ziele des Projekts	5
2.) Projektverlauf	7
3.) Besondere Rahmenbedingungen und Umstände	12
4.) Ergebnisse	14
4.1.) Das Inputmaterial	14
4.2.) Die Produkte	15
4.3.) Technologieentwicklung	17
4.4.) Die Analytik	20
4.5.) Energiebilanz	20
4.6.) Vorläufige ökologische Bilanz	23
4.7.) Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	23
5.) Offene Fragen und Aufgaben	23
6.) Zur Patentsituation	24
7.) Aussichten	24

## Anlagen

<i>Anlage 1:</i>	Logmed-Desinfektionsanlage	<b>26</b>
<i>Anlage 2:</i>	Fließschema TKR 10/50 (aktueller Entwicklungsstand)	<b>27</b>
<i>Anlage 3:</i>	Auszüge aus dem Mailverkehr 2009 des <b>Steinbeis Transferzentrum RTM</b> mit dem Bundesamt für Statistik zur Branchenzuordnung von Betrieben der rohstofflichen Verwertung und Veredlung von Abfällen	<b>28</b>
<i>Anlage 4:</i>	REACH-Vorregistrierung für drei Logmed-Produkte aus der Kunststoffabfallverölung	<b>34</b>
<i>Anlage 5:</i>	Laboranalyse Gasprobe (Beispiel)	<b>35</b>
<i>Anlage 6:</i>	TLT-Trenntechnik	<b>36</b>
<i>Anlage 7:</i>	DEKRA-Feststoffprobe (Beispiel)	<b>38</b>
<i>Anlage 8:</i>	Laboranalyse Siedeverlauf (Beispiele)	<b>41</b>
<i>Anlage 9:</i>	Laboranalyse Produktöl (Beispiele)	<b>45</b>
<i>Anlage 10:</i>	Überschlägige GuV / Liquiditätsplanung	<b>48</b>

**Projektkennblatt**  
der  
**Deutschen Bundesstiftung Umwelt**



Az	<b>25590</b>	Referat	<b>23</b>	Fördersumme	<b>98.820,00 €</b>
<b>Antragstitel</b>		<b>Entwicklung und wissenschaftliche Begleitung einer Technologie zur Erzeugung von synthetischem Öl aus Kunststoffabfällen der Krankenhäuser zur klimarelevanten Substitution von Rohöl</b>			
<b>Stichworte</b>		Abfall, Emissionen, Rohstoffe, Substitution			
Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)		
<b>24,5 Monate</b>	<b>17.07.2007</b>	<b>31.07.2009</b>	<b>1</b>		
Zwischenberichte					
<b>Bewilligungsempfänger</b>	<b>LOGOIL Cooperation GmbH</b>			Tel.	0345 - 4780-230
	Daniel-Vorländer-Str. 8			Fax	0345 - 4780-233
	06120 Halle/Saale			Projektleitung	
				Helmut Göldner	
			Bearbeiter		
			Dr. Jens-Andreas Böttger		
<b>Kooperationspartner</b>		FH Merseburg Geusaer Str. , 06217 Merseburg, Tel. 03461 - 462953			

### ***Zielsetzung und Anlaß des Vorhabens***

Im Produkt existierender Logmed-Anlagen zur Desinfektion, Entwässerung und Zerkleinerung von Abfällen des Gesundheitswesens sind bis zu 80% hochwertige Kunststoffe enthalten. Diese werden mit dem Abfall nach seiner Desinfizierung bislang kostenpflichtig in Abfallverbrennungsanlagen thermisch entsorgt. Ziel des Vorhabens war die Entwicklung einer Technologie zur Abtrennung und weitergehenden, rohstofflichen Verwertung der hochwertigen Inhaltsstoffe zu synthetischem Öl. Damit können die natürlichen Erdölressourcen geschont, die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Abfallverbrennung vermieden und Krankenhauskosten bei einer Wertschöpfung aus Recycling des Krankenhausabfalls sowie durch Vereinfachung der krankenhausesinternen Versorgungslogistik nachhaltig gesenkt werden. Eine funktionierende Technologie zur Verölung von Kunststoffen eröffnet darüber hinaus dem gesamten Kunststoffabfall-Recycling neue Möglichkeiten.

### ***Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden***

1. Analyse der verschiedenen Kunststofffraktionen im durchschnittlichen, desinfizierten Krankenhausabfall und Ermittlung der jeweils optimalen Bedingungen für den thermodynamischen Crackprozeß, z.T. unter Verwendung unterschiedlicher Katalysatoren und der Ermittlung von prozeßabhängigen Massebilanzen.
2. Optimierung und inputabhängige Anpassung des vorgeschalteten Nass-Trenn- und -Sortierverfahrens; Ermittlung von nicht verölungsfähigen, aber stofflich verwertbaren Sortierfraktionen.
3. Input- und katalysatorabhängige Abbildung des Strömungsverhaltens verschiedener Mischkunststoffe, u.a. unter Verwendung eines speziellen Versuchsreaktors aus Acrylglas, zur Ermittlung von Basiswerten für die Anpassung der Meßtechnik sowie zur Optimierung der Thermodynamik des Prozesses.
4. Entwicklung von Analytik-Algorithmen von der Analyse des Inputs und der Prozeßgase bis zur Analyse der Produkte des Depolymerisationsprozesses (Öle, Benzin, Naphtha, Paraffine etc.)
5. Entwicklung und Erprobung konstruktiver Lösungen für einzelne Anlagenkomponenten der Depolymerisationsanlage (Heizsystem, Materialein- und -austrag, Wärmeprozeführung, Eigenenergieversorgung etc.)
6. Entwicklung und Erprobung einer inputabhängigen, interaktiven, prozeßoptimierten Steuerungssoftware.
7. Betriebswirtschaftliche Optimierung des Gesamtprozesses.
8. Erstellung einer input- und anlagenbezogenen Energiebilanzanalyse als Nachweis der höheren Effizienz der Verölung gegenüber der thermischen Entsorgung.

## **Ergebnisse und Diskussion**

1. Das FuE-Vorhaben erwies sich in der Realisierung als komplizierter und komplexer, als ursprünglich absehbar. Es konnte dennoch – nach zweimaliger Verlängerung von je einem halben Jahr – erfolgreich abgeschlossen werden. Die Technologie zur Verölung der Kunststoffe in Krankenhausabfällen wurde bis zur Überführung in die Serienreife gebracht. Die mehrfach umgebaute Technikumsanlage arbeitet seit Mai 2009 kontinuierlich und ist in der Lage, je nach Inputstoff hoch- und mittelwertige Leichtöle sowie als Nebenprodukte verwertbares Paraffin, Schweröl, Naphtha und Prozeßgas herzustellen, insgesamt 1 t täglich. Ein Gutachten belegt die Motortauglichkeit der produzierten Leichtöle. Ein mit einem Öl-Wasser-Gemisch über vier Monate betriebenes BHKW weist ausgezeichnete Verbrennungs- und Leistungsparameter vor.
2. Die serienreifen Anlagen werden 2011 zur Verfügung stehen und eine Tageskapazität von mind. 10 t bzw. eine Jahreskapazität von mind. 3.500 t haben. Für verschiedene Stoffströme können Anlagen mehrzünftig gebaut und dadurch insgesamt effektiver betrieben werden.
3. Dem Hinweis des beratenden *Steinbeis-Transferzentrums RTM* folgend, wurde auf Basis der Inputanalysen zunächst eine trennscharfe Vorsortierung des Kunststoff-Inputs gesichert, da für den technologischen Kernprozeß – die katalytische Niedertemperaturkonvertierung – nur bestimmte Kunststoffarten geeignet sind: weitestgehend alle Arten von Polyolefinen und Polycarbonate. Mit einer Schwimm-Sink-Anlage wurden nach anfänglichen Pumpenproblemen die erforderlichen Reinheitsgrade bei der Trennung erreicht. Gleichzeitig können aus den Kunststoffgemischen Fraktionen aussortiert werden, die nicht verölt, aber als hochwertige Recyclate verkauft werden können, z.B. PVC und PET. Die Trennung erfolgte bislang nur mit Wasser. Tests mit weiteren Trennflüssigkeiten für weitere Trennstufen bzw. Kunststoffgemische werden – bei Bedarf – später erfolgen.
4. Für die Ermittlung der inputabhängig optimalen Reaktortemperatur und für die Auswahl des richtigen Katalysators wurde unter Einbeziehung der DEKRA ein Analytik-Algorithmus entwickelt, mit dem eine effektive Prüfung der Inputstoffe, der Produkte und eine schnelle Feinjustierung der Anlage möglich ist.
5. Die aufwendigste Entwicklungsarbeit war an der Reaktoreinheit zu leisten. Als Hauptprobleme erwiesen sich der Materialeintrag, das Heizsystem und damit verbunden die Temperaturführung, die Füllstandsmessung sowie die Behandlung des Sumpfes. Mit Ausnahme der Füllstandsmessung im Reaktor, die noch zu ungenau und zu anfällig ist, konnten alle Probleme gelöst werden. Parallel wurde die Prozeßsteuerung auf Basis Siemens S7 entwickelt und mit jedem Umbau der Anlage sowie mit jeder neuen Erkenntnis über Inputmaterial und Prozeß angepaßt. Ziel ist eine teilweise bedienerlose Produktion und ferngesteuerte Überwachung.
6. Das geplante FuE-Budget für das Projekt wurde aufgrund der genannten und weiteren Probleme um über 122% überzogen. Die Mehrkosten wurden von den Gesellschaftern aufgebracht.
7. Von den Rahmenbedingungen her sind abfallrechtliche Aspekte und in diesem Zusammenhang die REACH-Klassifizierung sowie die BImSchG-Einstufung offen. Das bedeutet schon jetzt erhebliche wirtschaftliche Nachteile. Positiv kann sich hier auswirken die von *Steinbeis RTM* geklärte Zuordnung solcher Abfallverwerter wie *Logmed* zur rohstoffherstellenden chemischen Industrie.

## **Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation**

Die Ergebnisse des FuE-Vorhabens werden durch Presse, Fachartikel, Messen und weitere Verkaufsfördermaßnahmen öffentlich gemacht. Zielbranchen sind Gesundheitswesen, Recyclingwirtschaft, die Erdöl- und die Kunststoffverarbeitung.

## **Fazit**

1. Die Ergebnisse des FuE-Vorhabens weisen weit über die Entsorgung von medizinischen Abfällen hinaus und sind relevant für über 1 Mio. t verölungsfähiger Kunststoffabfallgemische, die allein in der deutschen Recyclingwirtschaft jährlich anfallen. Internationaler Export der Anlagentechnik ist vorgesehen.
2. Vor diesem Hintergrund und im Hinblick auf das Gesamtkonzept ist das geförderte Unternehmen *Logmed* nach Einschätzung von *Steinbeis RTM* auf dem Weg zum Technologieführer bei der rohstofflichen Verwertung von Kunststoffabfall im Allgemeinen und von medizinischen Abfällen im Besonderen.
3. Nach dem vorläufigen Erkenntnisstand ist bei der stofflichen Verwertung der Krankenhausabfälle neben der betriebswirtschaftlichen auch die Energiebilanz des *Logmed*-Verfahrens der bisherigen Müllverbrennung überlegen und damit aus ökologischer Sicht unverzichtbar.

## 1.) Ziele des Projekts

Die **Logmed Cooperation GmbH Halle** wurde im September 2006 als gemeinsames Unternehmen der Fa. **Energiequelle GmbH** und der **Göldner Umwelt- & Hygienetechnik GmbH** gegründet. Das letztgenannte Unternehmen ist seit fast 30 Jahren erfolgreich auf dem Gebiet der Desinfektion und Sterilisation von krankenhausspezifischen Abfällen sowie bei der Entsorgung von Krankenhausabfällen tätig und hat weltweit 28 Anlagen aus eigener Entwicklung verkauft bzw. auf dem Wege der Dienstleistung im Einsatz.  
(s. **Anlage 1**)

Das Produkt einer Logmed-Anlage ist desinfizierter, entwässerter und geschredderter Krankenhausabfall in Flockenform. Dieser Abfall besteht bis zu 80% aus hochwertigen Kunststoffen.<sup>1</sup> In der Regel wird dieser Abfall nach seiner Desinfektion kostenpflichtig in Sonderabfallverbrennungsanlagen verbracht und thermisch entsorgt. Bei den Abfällen mit dem Abfallschlüssel EAK 18 01 03 (C) zahlen Krankenhäuser, Pflegeeinrichtungen usw. derzeit bis zu 1.800 €/t. Für hausmüllähnliche Abfälle gem. EAK 18 01 04 und 20 03 01 sind im Durchschnitt 130 €/t<sup>2</sup> zu zahlen. Bei einem statistischen Anfall von täglich 1,5 kg Krankenhausabfall je Bett und Tag im deutschen Gesundheitswesen insgesamt werden die Krankenhäuser und Kliniken mit den Entsorgungskosten enorm belastet. Die Entsorgung des Abfalls durch Verbrennung ist angesichts des hohen Gehalts an hochwertigen Kunststoffen und anderen wertvollen Inhaltsstoffen zudem ökologisch äußerst bedenklich.

Seit den 90er Jahren versuchten große Unternehmen wie BASF, Veba Oil (jetzt Eon) und RWE, Kunststoffabfälle wieder zu den eigentlichen Ausgangsstoffen Öl oder Gas rückzuwandeln. Alle Projekte wurden jedoch nach einigen Jahren wieder fallen gelassen, da sich die verschiedenen Technologien als zu anfällig erwiesen, die angestrebte Ölqualität nicht erreicht wurde oder die hohen Kosten keine Wirtschaftlichkeit zuließen. Die zahlreich existierenden Pyrolyseanlagen mit einem relativ breiten Inputspektrum (Altgummi und Reifen, Kunststoffe, Altholz, Klärschlamm etc.) produzieren ebenso allenfalls minderwertige Öle, Gase und Kokse und sind daher bislang nur unter ganz bestimmten Einsatzbedingungen rentabel (hohe Entsorgungsgebühren, Abnehmer für die Produkte, Verkauf von Abwärme und ggf. Strom).

Seit rund 9 Jahren versuchen nun kleinere Technologiefirmen wieder, diese Nische auszufüllen, da der Rohstoff Kunststoffabfall im Zuge endlicher Erdölressourcen immer wertvoller wird. Von den seitdem in Europa errichteten Technikums- oder Pilotanlagen zur Herstellung von hochwertigem Leichtöl aus Kunststoffabfällen arbeitet bis jetzt jedoch keine einzige kontinuierlich und rentabel.

Vor diesem Hintergrund hatte *Logmed Cooperation* die **Zielstellung**,

- die existierende Logmed-Technologie zur Desinfektion an ein nachgelagertes Stofftrennsystem anzupassen,
- ein zuverlässiges Trennverfahren zur Aussortierung nichtverölungsfähiger Kunststofffraktionen zu finden und an die Erfordernisse der zu entwickelnden Verölungs-Technologie anzupassen,
- Analytik-Algorithmen zu entwickeln zur Charakterisierung der Einsatzstoffe, der Prozeßgase und der Reaktionsprodukte und

---

<sup>1</sup> <http://www.energiequelle.de/logoil/070317Projektvorstellungneu>. Zu Flüssigabfällen im Gesundheitswesen s. Artikel von Sebastian Wandmacher in der „Krankenhaus Umschau 2002“. Bei separater Behandlung und Entsorgung (also nicht bei Einleitung in die Kanalisation) kosten die jährlich anfallenden 11.000 t mind. 3.940 €/t. Eine MVA verbraucht dafür ein Heizäquivalent von 717 t Erdöl und emittiert 1.955 t CO<sub>2</sub>.

<sup>2</sup> Stadt Halle z.B. bis 31.09.2009 = 136,04 €, ab 01.10.2009 = 130,90 €.

- ein neuartiges thermokatalytisches Verfahren zur Niedertemperaturkonvertierung und Verölung ausgewählter Kunststoffe zu entwickeln und zu erproben, das ökologischer und effizienter ist als die Müllverbrennung.

**Ökologische Effekte** im einzelnen sind:

- wertvolle Abfallstoffe können zurückgewonnen und existierenden Stoffkreisläufen zugeführt werden,
- die natürlichen Erdöl- und Erdgasressourcen werden geschont.
- Mit der Substitution von mineralischen Treibstoffen und chemischen Grundstoffen durch hochwertige Öle aus Kunststoffabfall soll die CO<sub>2</sub>-Emission einer thermischen Entsorgung nachhaltig und erheblich reduziert werden.
- Krankenhauskosten können bei einer Wertschöpfung aus Recycling des Krankenhausabfalls nachhaltig gesenkt werden.

## 2.) Projektverlauf

Die Vorgehensweise erfolgte in den nachstehenden **Hauptschritten**, wobei diese z.T. nicht in zeitlicher Abfolge, sondern parallel gegangen wurden:

1. Analyse der verschiedenen Kunststofffraktionen im durchschnittlichen, desinfizierten Krankenhausabfall bzw. in den Materialproben der Pharmaindustrie
2. Recherchen über das Crackverhalten der relevanten Kunststoffe; Klärung der Fragen,
  - a. Welche Kunststoffarten und –abfallfraktionen sind verölungsfähig, welche müssen aussortiert werden? Versuchspraktische Überprüfung von aus der Literatur bekannten Ergebnissen katalytischer Spaltprozesse
  - b. Ermittlung relevanter Stoffparameter der jeweiligen zwar vorsortierten, z.T. aber noch sehr heterogenen Abfallfraktionen nach:
    - i. C-H-O-Verhältnis
    - ii. Schmelzpunkt
    - iii. Siedepunkt
    - iv. Chlor- und Schwefelgehalt
    - v. Aschegehalt
  - c. Erfassung der Stoffparameter des Inputmaterials vor dem Cracken zur Reduzierung von Fehlversuchen und Sicherung optimaler Testläufe, Analyse der Prozeßgase im Reaktor sowie Produktanalyse (Gase, Öle, Benzinfraktionen, Paraffine, Sumpf).
  - c. Analyse des inputabhängigen, thermodynamischen Crackprozesses unter Verwendung unterschiedlicher Katalysatoren; Ermittlung optimaler Cracktemperaturen, Korngrößen, ggf. Mischungsverhältnissen von verschiedenen Abfällen sowie von prozeßabhängigen Massebilanzen.
3. Entwicklung der einzelnen Anlagenkomponenten
  - a. Anpassung der Materialaufbereitung (Schredder) und der TLT-Nass-Trennanlage
  - b. Anpassung des Materialeintrages – Trocknungs-, Eintrags- und Transportschnecken unter Verwendung eines zusätzlichen, neuen Turbinensystems (Nutzung der Schneckensysteme aus der Logmed-Desinfektionstechnologie)
  - c. Entwicklung und Bau der Versuchsanlage, Kapazität 10 – 50 kg/h
    - i. Heizungssystem, Wärmeführung
    - ii. Reaktor
    - iii. Pumpensystem
    - iv. Meßsystem, insbes. Füllstandsmessung
    - v. Destillation, Filter
    - vi. Produktaustrag, Sumpfumlauf, Störstoffaustrag
    - vii. Gasspeicher, Abluftsystem
    - viii. Steuerungssystem.

4. Produkttests (Labor, Motortests usw.); Evaluierung der Wirtschaftlichkeit; Energie- und Ökobilanz
5. Klärung/Sicherung der Rahmenbedingungen
  - a. BlmschG-Genehmigung
  - b. Produkt-Klassifizierung, Optimierung der Produktpalette, Produktvermarktung
  - c. Eigene Schutzrechte sichern, die von Dritten nicht verletzen.

**Folgende Hauptprobleme waren zu bewältigen:**

1. Technische Probleme bei der TKR-Entwicklung
  - a. Heizsystem, Wärmeeintrag: Eine im ersten Versuchsreaktor verwendete elektrische Heizung mit Quarzsand als Wärmeträger hat sich als äußerst ungeeignet erwiesen – elektrische Stabheizung und aufgeklebte Heizwendel zu energieintensiv; schlechter, sehr langsamer und inhomogener Wärmeeintrag; fehlende Temperaturbegrenzung nach oben usw.



*Erste Heizungsanlage*

Nach einem Defekt an der Heizanlage kam es zu in einer Auseinandersetzung zwischen dem Anlagenbauer und dem Lieferanten der Elektroheizung.

**Lösung:** Mit dem Umbau des Reaktors Implementierung eines neuen Heizsystems auf Basis Wärmeträgeröl im doppelwandigen Reaktor mit effektiver, gradgenauer, gut regelbarer, zeitnaher Temperaturführung.

- b. Füllstandsmessung: Die handelsüblichen Füllstandmessungen erwiesen sich angesichts der im folgenden beschriebenen Reaktionsbedingungen im Reaktor als nicht zuverlässig genug:

- i. Hohe Reaktorbetriebstemperatur 340 – 375 Grd. C
- ii. Reaktorstrudel durch Rührgerät
- iii. Schaum auf dem flüssigen Material
- iv. Fließender Übergang von flüssiger zur Gasphase

Verschiedene Meßsysteme und –sonden wurden probiert; bis zum Projektende befinden sich noch verschiedene Füllstandsmeßtechnologien in der Erprobungsphase. Der u.a. zur Verifizierung des Strudelverhaltens gefertigte **Acrylglasreaktor** vermag nur annäherungsweise die realen Reaktorbedingungen zu nachzubilden.



Acrylglasreaktor

**Lösung:** Ist noch offen; z.Z. werden eine neue, radargeführte Meßsonde sowie eine mechanische Meßtechnik erprobt.

- c. Verstopfung der Produktzufuhr: Die anfänglich fehlenden Erfahrungen im Temperaturmanagement führten dazu, dass es in den Schnecken zu Verklebungen kam, bevor sie vollständig leer gefahren waren. Diese Schnecken mußten ausgewechselt bzw. die Kunststoffpropfen aufwändig beseitigt werden.

**Lösung:** Erneuerung und Verstärkung der Schneckensysteme und Einbau von Verschleißschienen.



Verstopfte Eintragsschnecke

- d. Sumpf-Umlauf für maximale Ausbeute des Crackprozesses und Filterung des Sumpfes: Die Ausbeute war in den ersten Versuchsreihen relativ gering, der Anteil crackfähiger Kunststoffe im Sumpf dagegen noch recht hoch.

**Lösung:** Nach dem Reaktor wurden eine 2. Pumpe und ein neues Filtersystem auf der Basis von 2 parallelen Filtertöpfen mit entsprechenden Sieben (Bypass-Prinzip) eingebaut. So geht fließ- und crackfähiges Material wieder in den Reaktor zurück. Damit wird neben der Ausbeute die Produktqualität höher. Außerdem wurde so eine zusätzliche Möglichkeit für eine Reaktor-entleerung geschaffen, s. **Anlage 2**, TKR-Komponenten 21, 10, 14.

- e. Anlagensicherheit: Neuralgischer Punkt einer drucklosen Niedertemperatur-konvertierungsanlage ist der Produktaustrag. Kommt es dort zu Verstopfungen, kann der Reaktor Schaden nehmen.

**Lösung:** Produktpumpe und Sumpfpumpe wurden mit jeweils eigener Energiezufuhr ausgestattet. Generell wurde die Elektroenergieversorgung für den thermischen Kreislauf (Reaktor) getrennt von der für die sonstigen Komponenten (z.B. Filterbeheizung, Abluft usw.) ausgelegt. Über Sicherheitsarmaturen und -ableitungen kann die Anlage heruntergefahren werden. Durch integrierte Sensortechnik wird der gesamte Prozeß überwacht, geregelt und gespeichert.

## 2. Probleme bei der Materialvorbereitung

- a. Vom technologischen Ansatz her hat sich die TLT-Anlage zur sauberen Trennung der Kunststofffraktionen bewährt. Es trat vorzeitiger Verschleiß der gelieferten Pumpen auf.

**Lösung:** Zusammen mit der Fa. *Speck-Pumpen* wurden Pumpensysteme entwickelt und dem Trennprozeß angepaßt. Weiterhin ist es nun möglich, größere Teile im Material mit zu verarbeiten

- b. Nach dem Trennvorgang im Schwimm-Sink-Verfahren enthält das Inputmaterial nach Passieren der Rüttelsiebe noch einen Wasseranteil von ca. 25%. Die Trocknung erfolgt durch Aufheizung zwischen 120 bis 140 °C in der Einführschnecke.

**Lösung:** Eine künftige Serienanlage wird die Vorwärmung durch eine Wärmeversorgung auf der Basis des Produktgases erhalten. Zusätzlich kann die Abwärme eines BHKW's, das auch eine autarke Stromversorgung der ganzen Anlage ermöglicht, genutzt werden.

### 3.) Besondere Rahmenbedingungen und Umstände

#### 1. Kooperationspartner

Im Verlaufe des Projekts mußten die Aufgaben des Gemeinschaftspartners **FH Merseburg** mehrfach geändert werden. Eine tragende Teilleistung war zunächst die Entwicklung der Steuerungssoftware für die TKR 10/50 durch Prof. Rainer Winz. Da für die Logoil-Anlagen anfangs die Steuerungssoftware für die vorgeschaltete Logmed-Desinfektionsanlage anzupassen war und sich mithin die förderfähigen von den nicht förderfähigen Leistungen nicht mehr sauber abgrenzen ließen und zudem das DBU-Teilbudget zugunsten der Reaktor-Entwicklung reduziert werden mußte, wurde die Softwareentwicklung aus dem Förderprojekt genommen und aus zusätzliche Mitteln der Logmed-Gesellschafter getragen. Dafür wurden dann die Möglichkeiten der Hochschule zur Durchführung von Tests der Produktöle und -benzine im Hinblick auf ihre Motortauglichkeit in Anspruch genommen.

Fachjournalist **Ingo Leipner** und die **Forschungsstätte der Evangelischen Studiengemeinschaft FEST e.V.** waren vertraglich gebunden worden, eine Energiebilanzstudie zu erarbeiten, in der im Wesentlichen die rohstoffliche Verwertung von Kunststoffabfall zu Ölen verglichen werden sollte mit der thermischen Verwertung in MVA. Nachdem die erforderlichen Werte der TKR 10/50 vorlagen, stellte sich heraus, daß die unterschiedlichen Auffassungen über die Art und Weise der Datenzusammenstellung und -verarbeitung nicht vereinbar waren. So übernahm kurzfristig Prof. Dr. T. Martin von der *FH Merseburg* den Auftrag.<sup>3</sup> Aufgrund der o.g. Budgetumschichtung mußten auch die Fortführung der Beratung durch **Steinbeis RTM** zu rd. 50% aus der DBU-Förderung gestrichen und aus den zusätzlichen Eigenmitteln von Logmed getragen werden.

#### 2. BlmSchG-Genehmigung

Die Technikumsanlage TKR 10/50 kann auf Basis § 1 Abs. 6 der 4. BlmSchV genehmigungsfrei arbeiten. Aber im Hinblick auf die spätere Pilotanlage entschied das Landesverwaltungsamt Halle vorsorglich, das Logoil-Verfahren nicht als physikalisch-chemisches Behandlungsverfahren (wie beim – mittlerweile insolventen – niedersächsischen Mitwettbewerb *Clyvia GmbH*) zu betrachten, sondern als thermische Abfallbehandlung, und somit das entsprechend „schärfere“ Genehmigungsverfahren gem. Pkt. 8.1 a. Spalte 1 des Anhangs der 4. BlmSchV zu beauftragen.

Fazit: Im Zusammenhang mit der neuen Abfallrichtlinie der EU und der darin geforderten Bevorzugung der stofflichen vor der thermischen Verwertung und vor dem Hintergrund der mittlerweile geklärten Branchenzuordnung solcher Firmen wie *Logmed Cooperation* zum Verarbeitenden Gewerbe bzw. zur Chemischen Industrie (s. **Anlage 3**) ist eine bundeseinheitliche Regelung für entsprechende BlmSchG-Verfahren zu initiieren. Empfohlen wird eine Einstufung nach Pkt. 8.10, Spalte 2 (chem.-physikalische Behandlung).

#### 3. Abfallrechtliche Aspekte

Nach noch geltendem deutschem Abfallrecht ist *Logmed Cooperation* mit Inbetriebnahme der Pilotanlage ein genehmigungspflichtiger Abfallentsorgungsbetrieb. Das angenommene Inputmaterial hat i.d.R. eine Abfallschlüssel-Nummer.

---

<sup>3</sup> Diese Leistung der FH Merseburg konnte aus hochschulinternen Gründen ebenso wie die Motortestreihe nicht über Personalkostenerstattung, sondern nur als normale umsatzsteuerpflichtige Leistung abgerechnet werden. Aus diesen Gründen mußte das anteilige DBU-Förderbudget um 2.400 € abgesenkt werden, da nur noch der geringere Fördersatz für externe Leistungen zum Ansatz gebracht werden konnte.

Insofern handelt es sich bei der Katalytischen Niedertemperaturkonvertierung um eine Abfallentsorgungsanlage. D.h., trotz Stoffumwandlung würden die Produkte allenfalls den Charakter von Recyclaten haben, keineswegs aber als Neuware deklariert werden dürfen. Die Produkte sind dann - derzeit - weiterhin Abfall mit entsprechenden Abfallschlüssel-Nummern.<sup>4</sup> Das hätte enorme Auswirkungen auf die Verkaufbarkeit der Produkte, entsprechend geringe Preise, keine Weiterverarbeitung oder -verwendung der Produkt-Öle dort, wo der Einsatz von Recyclaten untersagt oder begrenzt ist, usf. Wenn die neue EU-Abfallrichtlinie<sup>5</sup> in deutsches Recht überführt sein wird, würde das Inputmaterial nach der Verarbeitung in einer Logoil-Anlage zwar seine Abfalleigenschaft verlieren. Aber die Produkte wären sofort REACH-pflichtig. Neben den enormen Kosten und Fristen einer REACH-Anmeldung bedeutet dies, enge Produktparameter einhalten zu müssen, was bei der üblichen Inhomogenität des Inputmaterials u.U. schwer sicherzustellen ist.

Fazit: Es ist eine generelle Klärung der abfall- und REACH-rechtlichen Probleme bei rohstofflichem Recycling im Allgemeinen und bei der Verölung von Kunststoffabfällen im Besonderen nötig! Logmed hat dennoch vorsorglich die REACH-Vorregistrierung für die Hauptprodukte eingereicht (s. **Anlage 4**).

---

<sup>4</sup> Über die unhaltbare Rechtssituation in Dt. s. Jahresbericht 2007 der Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall LARA; [http://laga-online.de/laganeu/images/stories/pdfdoc/allgemein/LAGA\\_JaBer\\_2007.pdf](http://laga-online.de/laganeu/images/stories/pdfdoc/allgemein/LAGA_JaBer_2007.pdf), S. 9f.

<sup>5</sup> s. RL 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19.11.2008 über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien

## 4.) Ergebnisse

### 4.1.) Das Inputmaterial

Auf der Grundlage bereits vorliegender Erkenntnisse über die Schmelz- und Siedepunkte der verschiedenen Kunststoffarten sowie über deren Crackverlauf mußte jeder aus dem Krankenhausabfall separierte Kunststoff – auch nach der TLT-Trennung – gesondert getestet werden, da es sich i.d.R. niemals um reine Monofractionen handelt und die für die Verölung relevanten Parameter immer von der Normkurve abweichen. Als wesentliche Erkenntnis aus den über 120 bislang mit der TKR 10/50 durchgeführten Materialtests bleibt daher festzuhalten, dass eine Feinjustierung des Crackprozesses stets auf den konkreten Inputstoff abgestimmt sein muß und nicht allein auf die in der Fachliteratur ermittelten Werte für reine Kunststoffe abgestellt werden kann. (Aus diesem Grunde sind auch die bereits erwähnten Analytik-Algorithmen im Vorfeld so wichtig, s. Pkt. 4.4)

Folgende Kunststoffarten bzw. Produkte haben sich als **geeignetes Inputmaterial** erwiesen:

- Polyethylen (PE) und Polypropylen (PP) in allen Variationen und Gemischen
- Polycarbonate, auch im Gemisch mit PE und PP
- Die Verarbeitung von PCB-freien Altölen mit Siedepunkten < 300 °C bzw. deren Beimischung hat überwiegend positive Versuchsergebnisse gebracht. Förderliche Nebeneffekte sind die Reduzierung des Eintrags von Luftsauerstoff, die Verringerung der Verstopfungsgefahr für die Eintragungsschnecke sowie ein besserer Wärmeübergang in der Aufheizphase.

**Nicht geeignet als Inputmaterial sind unter anderem:**

- PVC
- Polysulfone (max. 1%)
- PET

Noch keine Klarheit gibt es bei polyamidbasierten Kunststoffabfällen sowie bei Polyester.

Insgesamt werden die Erkenntnisse aus der Fachliteratur sowie aus ähnlich gelagerten Forschungsprojekten vom Grunde her bestätigt, wobei die positiven Ergebnisse für Polycarbonat so nicht erwartet worden waren.



*Inputmaterial*

Bei dieser Anlagenkonfiguration ist es möglich, die Korngröße zwischen 20 und 40 mm Schreddergut einzustellen. Bei Folien können die Streifen bis zu 10 cm lang sein.

Bei – insbesondere mit Metallen – vernetzten Kunststoffen könnte zusätzlicher Nebeneffekt die Rückgewinnung dieser Metalle aus dem Sumpf sein. Dafür sind jedoch noch weitere Versuchsreihen sowie ein zusätzliches Modul nötig.

#### 4.2.) Die Produkte

Die **Hauptprodukte** der Katalytischen Niedertemperaturkonvertierung von Logmed sind Destillate:

- Diesel / Heizöl
- Fuel Oil / Naphtha
- erdgasähnliches Gas, mit vorwiegend Methan, Ethan, Propen, Propan, i-Butan und Kohlendioxid.

Als **Nebenprodukte** fallen – in Abhängigkeit vom jeweiligen Inputmaterial und der Prozeßführung – in geringem Maße an:

- Schweröl,
- dunkle Wachse sowie
- ein Sumpf mit Reststoffen und sonstigen abgeschiedenen Verunreinigungen.

Sämtliche Nebenprodukte sind verwertbar:

- Das Schweröl, ggf. nach einer Filtration oder Verschneidung mit handelsüblichem Schweröl, kann als Kraftstoff für Schiffsdiesel oder robuste BHKW's genutzt oder zur Weiterverarbeitung der chemischen Industrie zugeführt werden.
- Die Wachs- und Paraffinfraktion ist zwar nicht bleichbar, aber für einfache Produkte in der Wachsbranche verwendbar (z.B. Schuhcreme, Bitumenzuschlagstoff etc.).
- Der Sumpf hat einen Mindestheizwert von > 20.000 kJ und eignet sich zum Einsatz als Zusatzbrennstoff in Heizwerken, in der Zementindustrie usw.



*v.l.n.r.:* Naphtha,  
Diesel, Heizöl

## Diesel / Heizöl:

Das – mengenmäßig gesehen – Hauptprodukt (45 – 85%) kann bei entsprechendem Inputmaterial mit > 80% Polyolefin-Kunststoffen die DIN-Norm EN 51603 für mineralisches Heizöl bzw. der DIN EN 590 für Diesel erfüllen. In der Regel bleiben die verbrennungstechnischen Parameter jedoch etwas unter denen von Diesel. Das Gutachten der *FH Merseburg* zu Konversionsölen aus der TKR 10/50 bestätigt deren volle Motortauglichkeit, mit Abstrichen bei der CO- und der NO<sub>x</sub>-Emission. Bei höheren Drehzahlbereichen waren die Unterschiede zu Diesel am geringsten. Bei der Abgastrübung erreichten die Konversionsöle sogar um 25% bessere Werte als Diesel, ebenso beim Schwefelgehalt. (Das Gutachten kann bei Interesse bei *Logmed Cooperation* angefordert werden.)

Im Dauereigentest wurde ein gebrauchtes MB 8-Zylinder-BHKW mit einer Emulsion aus mittelwertigem Leichtöl und 25 – 30% vollentsalztem Wasser betrieben. Alle Leistungswerte entsprachen denen des reinen Dieselbetriebs (siehe DEKRA-Gutachten).



Deutz-BHKW



BHKW-Modul

### **Rohbenzin / Naphtha:**

ist ähnlich einsetzbar wie die in einer Erdölraffinerie gewonnenen Rohbenzine. D.h., je nach Inputmaterial, Prozeßführung und Destillation können geradkettige und verzweigt-kettige Benzinfraktionen gewonnen werden. Diese können mit vergleichsweise geringem Aufwand z.B. zu normalem Ottokraftstoff, aber auch zu hochwertigen Kraftstoffadditiven weiterverarbeitet werden. Ähnlich dem iso-Octan hat Rohbenzin aus Abbauprozessen von vornherein höhere Oktanzahlen und bietet sich daher als Rohmaterial für Klopfestiger oder Stockpunktsenker (bei DK) an, insbesondere die flüssigen Spaltprodukte aus Polypropylen.

### **Produktgas:**

kann in der Destillation zugunsten der Flüssigprodukte weitestgehend abgereichert werden, ist i.d.R. aber immer ausreichend energiereich, um in gasbetriebenen BHKW's (ggf. in Schwachgasauslegung) eingesetzt zu werden (Laboranalyse s. **Anlage 5**). Im Falle einer angestrebten vollständigen Eigenenergieversorgung ist allerdings ein größeres Aggregat erforderlich, das sowohl mit Gas, als auch mit Öl zu betreiben ist.

### 4.3.) Technologieentwicklung

Der Grundprozeß der Depolymerisation ist seit den 70er Jahren bekannt. Für vergleichsweise reine Polyolefine als Einsatzstoffe und Monofractionen gab es funktionierende technische Lösungen. Die Großunternehmen EON, RWE u.a. zogen sich jedoch aus derartigen Projekten zurück, unter anderem deshalb, weil die Kosten der Aufbereitung zu hoch und die technisch beherrschbaren und bezahlbaren Reststoffe nicht in ausreichenden Mengen vorhanden waren. Die realen Abfallströme am Kunststoffrecycling-Markt ließen mit der damaligen Technik allenfalls dezentrale Nischenprojekte zu. Ende der 90er Jahre trat Dr. Christian Koch mit einer Wiederbelebung der Idee „Reststoffe zu Öl“ an die Öffentlichkeit. Auf der Basis neuer „ionentauschender“, „durchkristallisierter“ Katalysatoren wollte er Depolymerisationsanlagen unter der Bezeichnung „KDV Katalytische Drucklose Verölung“ mit sehr breiter Inputpalette (von Kunststoffgemischen bis zu biologischen Reststoffen) auf den Markt bringen. In Deutschland gibt es nach nun 10 Jahren direkter

Entwicklungsarbeit lediglich Zugang zu der 60 l-KDV-Technikumsanlage in Eppendorf. Das, was an belegbaren Fakten über diese Anlage wie über die KDV-Anlagen in Kanada, Mexiko, Spanien und Bulgarien bekannt ist, belegt:

- Alle diese Anlagen sind noch nicht über die Erprobungsphase hinaus gekommen, obgleich sie z.T. schon mehrere Jahre existieren<sup>6</sup>;
- Funktionstüchtig erweisen sich diese Anlagen vor allem dann, wenn vergleichsweise reine Rohstofffraktionen, z.B. Altöl, Polyolefine usw. verarbeitet werden. Der Nachweis gleichbleibender Ölqualität bei inhomogenem Inputmaterial ist bis heute nicht erbracht.

*Logmed Cooperation* hat bei der eigenen Technologieentwicklung den sicheren Weg eingeschlagen und großes Augenmerk auf die Auswahl, Aufbereitung und Vorsortierung des Inputmaterials gelegt. Auf dieser Basis sind für den Kernprozeß, die Katalytische Niedertemperaturkonvertierung, einfache und originelle Detaillösungen gelungen. In deren Folge weist die Technikumsanlage, die eine Soll-Kapazität von 50 l je Std. hat (und kurzzeitig sogar 100 l / h erreicht), schon bei äußerlicher Betrachtung wesentlich geringere räumliche Ausmaße und weniger Teilprozesse und Teilkomponenten auf als die 60 l-KDV-Anlage von ALPHAKAT. So benötigt die Logoil-Anlage von *Logmed Cooperation* z.B. keine Vakuumpumpen, die Destillationskolonne ist erheblich kleiner ausgelegt usw.



TKR 10/50

<sup>6</sup> S. z.B. [http://alphakat.de/index.php?option=com\\_content&task=blogcate](http://alphakat.de/index.php?option=com_content&task=blogcate): Bei allen genannten Referenzen wird der Charakter als Erprobungsanlage definiert oder die Anlage sei im Umbau ...

Die mittlerweile insolvente *Clyvia GmbH* in Wildenrath applizierte eine Reihe von technologischen ALPHAKAT-Komponenten, hatte bei ihrer CL 500 Plastic aber ebenso wie Dr. Koch zu keiner Zeit das altbekannte Problem der Verteerung des Reaktors in den Griff bekommen. *Clyvia* entwickelte und patentierte deshalb einen Schaber, der den Reaktor bei Bedarf von innen mechanisch säubert. Verteerung ist allerdings ein Nachweis dafür, daß – in diesem Falle wahrscheinlich – Materialeintrag und –aufheizung sowie Temperaturmanagement bis zur Destillation nicht vollständig beherrscht werden.

Die Firma *Gossler Envitech GmbH* hat seit 2005 eine mobile Pilotanlage zur Verölung von Kunststoffabfällen mit einer Jahreskapazität von 1.000 t in Betrieb. Das Verfahren basiert auf einem hauseigenen Patent zum Einsatz eines Chromsilikates als Katalysator. Das Produktöl ist stark paraffinhaltig (bis 40%) und ausschließlich als chemischer Grundstoff zur Weiterverarbeitung in der chemischen Industrie einsetzbar. Vorteil des Verfahrens ist der gegenüber *Logmed* um 40% geringere Investitionsaufwand. Nachteile sind:

- doppelt so hohe Betriebskosten, insbesondere durch hohen Eigenenergieverbrauch (ca. 15% des Heizwertpotentials des eigenen Produktöls), durch anteilig höheren Personalbedarf, durch kurze Reinigungs- und Wartungsintervalle sowie durch die hohen Katalysatorkosten;
- die ebenfalls permanente Verkokung des Reaktors und
- die (u.E. ebenfalls sehr problematische) Leerung bzw. Reinigung des Reaktors mittels eigenem Paraffinöl und Ausleitung in ein Wasserbad.

Eine eigenständige Technologie unter dem Namen SYNTROL will der einzig aussichtsreiche Technologie-Wettbewerber, die Fa. *Nill-Tech GmbH* aus Holzgerlingen, auf den Markt bringen. Seit über vier Jahren ist eine Pilotanlage mit 4.500 t/a in Baar-Siehlbrugg in der Schweiz – allerdings mit vielen Unterbrechungen und Umbauten – in Betrieb. Nill arbeitet ohne Katalysator und hat dadurch etwas höhere Prozeßtemperaturen. Die Technik ist von vornherein auf größere Toleranzen bei der Inputqualität ausgelegt, benötigt dafür aber – ggf. stetig wechselnde – Zuschlagstoffe (z.B. Kalk für die Chlorbindung von PVC-Verunreinigungen) bzw. zusätzliche Anlagenkomponenten um den Crackprozeß herum. Dem patentierten Materialeintrag ist lediglich eine Grobsortierung mit Schredderanlage vorgeschaltet. Infolge dessen sind die Investitionskosten je Jahrestonne Produktöl um ca. 20% höher als bei *Logmed*. Nach Aussagen von Nill soll die erste SYNTROL-Anlage 2011 in Deutschland errichtet werden.<sup>7</sup>

Zusammengefaßt besteht der technologische Fortschritt bei *Logmed Cooperation* vor allem in dem schlüssigen Gesamtkonzept, das auf folgenden Prämissen beruht:

- genaue Auswahl, Analyse und Evaluierung der Kunststoffabfälle;
- anlagenbezogene gründliche Vorsortierung und Aufbereitung des Inputmaterials, zusätzliche Wertschöpfung durch hohe Reinheitsgrade der aussortierten Kunststofffraktionen sowie anderer Inhaltsstoffe des jeweiligen Stoffstroms, s. **Anlage 6**;
- auf das konkrete Inputmaterial exakt zugeschnittene, durch die Analytik und in Technikumsversuchen ermitteltes, gradgenaues Temperatur- und Zeitmanagement vom Materialeintrag über den Reaktordurchlauf bis zur Destillation unter Einbindung material- und/oder prozeßbezogener Katalysatoren, u.a. Zeolith und Tonminerale;
- stoffliche Verwertung von rd. 95% der Inputmasse nach Vortrennung durch TLT, einschließlich der entstehenden Abwärme;
- entsprechend hohe Material- und Energieeffizienz sowie Wirtschaftlichkeit.

---

<sup>7</sup> s. RW Management 2009, Ausgabe 4-5, S. 57

#### 4.4.) Die Analytik

Wie bereits dargestellt, spielt die Analytik im Gesamtkonzept von *Logmed Cooperation* eine entscheidende Rolle. Im Zuge des FuE-Projekts hatte sich folgender Analytik-Algorithmus entwickelt und bewährt:

1. Stufe: DEKRA Umwelt Labor Halle – Analyse des Chlor- und Schwefelgehaltes, des C-H-O-Verhältnisses, Ermittlung von Schmelzpunkt, Siedepunktverlauf und Aschegehalt (s. **Anlage 7**) => Bei geeigneten Parametern Übergang zur
2. Stufe: Laborverölung bei *ASG Leipzig GmbH* in einer eigens von der Fa. *ECH Elektrochemie Halle GmbH* entwickelten „Tischverölungsanlage“; Überprüfung der DEKRA-Ergebnisse; Tests des Depolymerisationsverhaltens, der Produktqualität und –ausbeute sowie Ermittlung der Nebenprodukte (s. **Anlage 8** und **7**) => Vorschläge für Verfahrensführung in der
3. Stufe: Verarbeitung des Testmaterials (mind. eine Reaktorfüllung) in der Technikumsanlage TKR 10/50 und Analyse der Produkte (s. **Anlage 9**) sowie Dokumentation der Steuerungsparameter und der Katalysatorwirkung.

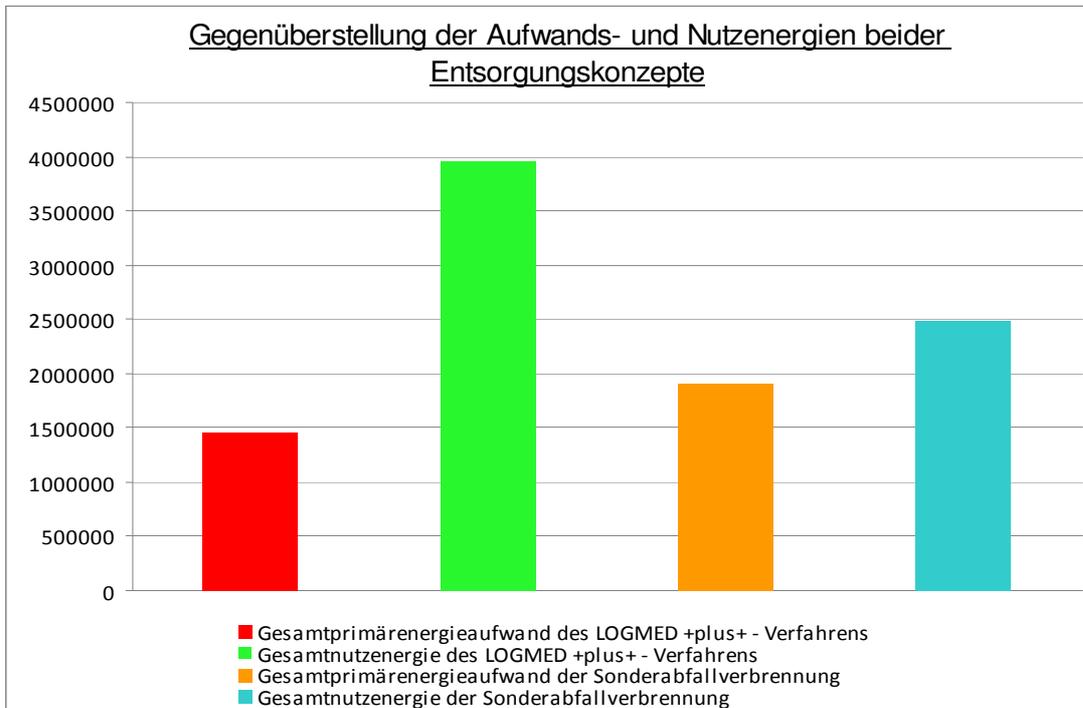
Bis Ende Juli 2009 wurden so mehrere unterschiedliche Testreihen gefahren und Laborprotokolle erstellt. Im Ergebnis der vielfältigen Daten über die verschiedenen Inputmaterialien läßt sich dann auch für neue Abfälle und Kunststoffgemische ein „Stoffdreieck“ bzw. „Stoffparallelogramm“ für eine austarierte Prozeßführung bei der Verölung dieser Gemische in einer TKR-Anlage ermitteln.

#### 4.5.) Energiebilanz

Die **Energiebilanzstudie der FH Merseburg** wurde bezogen auf die existierende Entsorgungslogistik für 170 t infektiösen Krankenhausabfall, beginnend bei der Erfassung in der Klinik über die Zwischenlagerung, den Transport bis zur thermischen Entsorgung in einer der für C-Abfälle vorgeschriebenen Sondermüllverbrennungsanlagen. Demgegenüber gestellt wurde das Logmed+Plus+®Konzept, welches die Erfassung, Desinfektion, Sortierung und Verwertung – einschließlich der Verölung der inerten Kunststoffe – vor Ort sowie die Entsorgung der Restfraktion in der nächstgelegenen Hausmüllverbrennungsanlage beinhaltet.

Der Vergleich der Entsorgungswege „Sonderabfallverbrennung“ und „LOGMED +plus+®“ zeigt, dass sich beide, energetisch betrachtet als auch anlagentechnisch, erheblich voneinander unterscheiden.

Im folgenden Schaubild sind die Beträge der Primäraufwandsenergien und Nutzenergien der beiden untersuchten Entsorgungsvarianten für infektiöse Krankenhausabfälle dargestellt.



Gegenüberstellung der Aufwands- und Nutzenergien beider Entsorgungskonzepte

Der Gesamtprimärenergieaufwand für die Behandlung der infektiösen Krankenhausabfälle ist beim LOGMED +plus+®-Verfahren mit  $1455 \cdot 10^3$  MJ ( $8 \cdot 10^3$  MJ/kg Abfall) wesentlich geringer als bei der Entsorgungsvariante „Sonderabfallverbrennung“ mit  $1911 \cdot 10^3$  MJ ( $11,2 \cdot 10^3$  MJ/kg Abfall).

Außerdem wird bei dem Entsorgungsverfahren LOGMED +plus+® mit  $3960 \cdot 10^3$  MJ ( $23 \cdot 10^3$  MJ/kg Abfall) fast 60 % mehr Nutzenergie zur Verfügung gestellt als bei dem Entsorgungsverfahren Sonderabfallverbrennung mit nur  $2495 \cdot 10^3$  MJ ( $14 \cdot 10^3$  MJ/kg Abfall). Diese Tatsache ist darauf zurückzuführen, dass die krankenhausspezifischen Abfälle beim Entsorgungskonzept Sonderabfallverbrennung unbehandelt verbrannt werden. Diese Abfälle weisen einen Flüssigkeitsanteil auf, der bei 15-20 Masse-% liegt. Zur Verdampfung dieser Flüssigkeiten muss ein Großteil der im Abfall enthaltenen Energie aufgewandt werden. Dieser Energieanteil kann deswegen nicht mehr als Nutzenergie zur Verfügung stehen.

Beim Entsorgungskonzept LOGMED +plus+® wird der krankenhausspezifische Abfall zunächst entwässert und desinfiziert. Der Feuchtigkeitsgehalt der Abfälle verringert sich dadurch auf ca. 10 Masse-%. Nachdem die desinfizierten Abfälle in der TLT-Anlage nach den Fraktionen Polyolefine und Sortierreste getrennt wurden, werden sie zunächst getrocknet. Getrocknete Abfallkleinteile weisen einen Wassergehalt von weniger als 5 Masse-% auf.

Da die in der LOGMED®-Anlage behandelten Abfälle nur noch einen geringen Wassergehalt besitzen, muss beispielsweise bei der Verbrennung der Sortierreste viel weniger Energie zur Verdunstung der Feuchtigkeit aufgebracht werden als bei der Verbrennung unbehandelter krankenhausspezifischer Abfälle. Die in der LOGMED®-Anlage behandelten Abfälle weisen in etwa den doppelten Heizwert von unbehandelten Krankenhausabfällen auf.

Weiterhin muss beachtet werden, dass beim LOGMED +plus+® - Verfahren die gesamte Nutzenergie aus den Abfällen stammt, während ein Teil der Nutzenergie bei der Sonderabfallverbrennung (27 %) aus dem Zusatzbrennstoff gewonnen wird.

Der Netto-Primärwirkungsgrad des LOGMED +plus+® - Konzeptes ist mehr als doppelt so hoch, wie der des Konzeptes Sonderabfallverbrennung. Der Betrag der Netto-Nutzenergie der Entsorgungsvariante LOGMED +plus+® überschreitet den der Entsorgungsvariante Sonderabfallverbrennung um mehr als das Dreifache.

Entsorgungskonzept	Netto-Nutzenergie	Netto-Aufwandsenergie	Netto-Primärwirkungsgrad	Aufwandsgrad
Sonderabfallverbrennung	-	713 · 10 <sup>3</sup> MJ (4,2 · 10 <sup>3</sup> MJ/kg Abfall)	-	-21 %
LOGMED +plus+®	1772 · 10 <sup>3</sup> MJ (10,4 · 10 <sup>3</sup> MJ/kg Abfall)	-	65 %	-

Netto-Energien und Wirkungsgrade der Entsorgungskonzepte

Während bei dem Entsorgungskonzept „Sondermüllverbrennung“ pro kg krankenhausspezifischem Abfall 4,2 MJ Primärenergie aufgewandt werden müssen werden bei dem Entsorgungskonzept „LOGMED +plus+®“ pro kg Abfall 10,4 MJ Nutzenergie zur Verfügung gestellt.

Weitere Vorteile des LOGMED +plus+®-Verfahrens sind die unterschiedlichen Nutzenergiearten. Die verschiedenen synthetischen Öle, das Wachs und das Gas aus der LOGOIL®-Anlage können vielseitig eingesetzt und zumindest zur Gewinnung von thermischer Energie genutzt werden. Des Weiteren ist die Verwertung der Stoffe und somit deren Energienutzung nicht an den Anlagenstandort gebunden. Die Restmüllverbrennungsanlage stellt gleichzeitig elektrische Energie, Wärmeenergie und Dampfenergie zur Verfügung.

Bei der Sonderabfallverbrennung steht Dampfenergie als einzige Nutzenergie zur Verfügung. Sie kann nur als Prozessdampf für technische Zwecke eingesetzt werden und ihre Verwertung muss in der Nähe des Anlagenstandortes erfolgen.

Selbst bei Schwankungen im Energiegehalt der Logmed-Produkte sind die Unterschiede zwischen Verbrennung und Verölung von aus Krankenhausabfall gewonnenen Kunststoffen so signifikant, daß eine Energieeffizienz-Bewertung eindeutig zugunsten von *Logmed* ausfällt.

Wichtig wäre es, die Studie fortzuschreiben und einen Vergleich vorzunehmen zwischen dem Gesamtenergieaufwand bei der thermischen Entsorgung von Reststoffen aus den existierenden Stoffströmen des Kunststoffrecyclings (z.B. DSD-Material, Schredderleichtfraktion oder Ersatzbrennstoffherstellung und -verwendung) einerseits und einer rohstofflichen Verwertung dieser Stoffströme durch die Logmed-Verölungstechnologie andererseits.

Die Studie „Vergleichende Energiebilanz für die Depolymerisation und thermische Verwertung von Polyolefinen am Beispiel des Logoil-Prozesses – Zwischenbericht zum Projekt“ vom 31.07.2009 kann bei Interesse bei *Logmed Cooperation* bezogen werden.

#### 4.6.) Vorläufige ökologische Bilanz

Je Tonne Krankenhausabfall beträgt die Differenz beim Primärenergieaufwand/-ertrag nach vorgenannten Zahlen zwischen Verölung und Sondermüllverbrennung  $14,15 \cdot 10^3$  MJ. Das entspricht dem Energiegehalt von 382 l Heizöl. Diese wiederum entsprechen einem CO<sub>2</sub>-Äquivalent von 1,16 t. D.h., würden jene rd. 11.000 t der jährlich in Sondermüllverbrennungsanlagen entsorgten C-Abfälle des Gesundheitswesens mit dem Logmed-Plus+® Verfahren verwertet werden, ergäbe sich allein bei dieser Abfallgruppe eine jährliche CO<sub>2</sub>-Reduzierung von 12.760 t.

Offen ist, wie groß die zusätzlichen ökologischen Effekte der Einsatz der Logmed-Verölungstechnologie im allgemeinen Kunststoffrecycling wären. Dies könnte bei der vorgeschlagenen Fortschreibung der Energiebilanzstudie genauer verifiziert werden.

#### 4.7.) Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Ein überschlägiger Wirtschaftlichkeits- und Liquiditätsplan für eine TKR 500 zeigt, daß eine Investition i.H.v. 4,2 Mio. € inkl. Logmed-Desinfektionsanlage bei kalkulierten Verkaufspreisen der Produkte von durchschnittlich 350 €/t und einer (hoch angesetzten) Restabfallquote von 25% des gesamten Inputmaterials (=1.250 t/a) sowie 180 €/t Entsorgungsgebühr für den zusammengefaßten C- und B-Abfall bereits ab dem 3. Jahr eine kumulierte Überdeckung erwirtschaftet. Der Return-on-Investment wäre (vor Steuern) nach rd. 7,5 Jahren erreicht (s. **Anlage 10, Blatt 1**). Der Grenzwert für die Höhe der Entsorgungsgebühren im Hinblick auf eine marktconforme Umsatzrendite liegt – unter sonst gleichbleibenden Umständen – bei 20 €/t. (s. **Anlage 10, Blatt 2**)

In der überschlägigen Kalkulation wurden Preissteigerungen nicht berücksichtigt, insbesondere nicht jene für das Produktöl. Mittelfristig ist jedoch davon auszugehen, daß der Marktpreis von Erdöl wieder anzieht und mit ihm auch der Marktpreis von Substituten. Ebenfalls nicht einbezogen wurden mögliche Zusatzerlöse aus dem Verkauf von aussortierten hochwertigen Reststoffen aus dem Krankenhausabfall.

Im Hinblick auf den Einsatz der Logmed-Verölungstechnik beim allgemeinen Kunststoffrecycling würde eine TKR 500 ohne das Logmed-Desinfektionsmodul zum Einsatz kommen.

Die damit verbundene Reduzierung der Investitionssumme um rd. 0,5 Mio. € hätte zur Folge, daß eine TKR 500 sich auch bei einer kostenlosen Annahme der Kunststoffabfälle wirtschaftlich betreiben läßt (s. **Anlage 10, Blatt 3**).

### **5.) Offene Fragen und Aufgaben**

Im finalen Engineering für die erste TKR-Pilotanlage sind noch Detailaufgaben zu lösen, die – nach jetzigem Überblick und in diesem Entwicklungsstadium – allerdings keine wirklichen Neuentwicklung mehr darstellen, sondern eine schöpferische Anwendung ingenieurtechnischen Wissens des Chemieanlagenbau beim Scaling up sind. Die Pilotanlage wird, wie die serienreifen Anlagen i.d.R. dann auch, auf die Spezifik eines nachhaltigen Inputmaterials abgestimmt. So soll es die acht Produktausgänge der Technikumsanlage für verschiedene Destillate nicht mehr geben, sondern i.d.R. eine Konzentration auf 2 – 3 Produkte. Die Destillationsanlage wird je nach Verwendung der Produkte ausgelegt. Will man beispielsweise Spezialprodukte herstellen (z.B. o.g. Stockpunktsenker für DK aus PP-Material), muß die Destillationsanlage mehr Druckumläufe leisten können, also aufwendiger konstruiert sein.

Offen sind im einzelnen noch z.B.

- die Optimierung des Energiemanagements (eigene Strom- und Wärmeversorgung),
- automatische Füllstandsmessung im Reaktor (s. S. 8-9 des Abschlußberichts)
- Durchkonstruktion aller Schnittstellen für eine automatisierte Beschickung der Anlage und eine automatisierte Produktabfüllung,
- eine durchgängige prozeßintegrierte Qualitätskontrolle an allen neuralgischen Punkten (Inputmaterial, Crackgase, Produkte) mit Rückkopplung auf die Prozeßsteuerung, u.a.m.

Für den letztgenannten Punkt sowie für alle denkbaren neuen Inputstoffe ist Voraussetzung die weitere systematische, materialbezogene Ermittlung sowie Dokumentation aller relevanten Stoffeigenschaften und Prozeßdaten in der Technikumsanlage. Dafür sind allein in kommenden 18 Monaten Versuche bzw. Testdurchläufe erforderlich, wie unter 4.4 beschrieben.

## **6.) Zur Patentsituation**

Einige der technologisch neuen Erfindungen sollen zum Patent angemeldet werden, die Auswahl ist jedoch noch nicht entschieden. Die entsprechenden Recherchen der Patentanwälte sind noch im Gange, eine Entscheidung soll in 2010 gefällt werden.

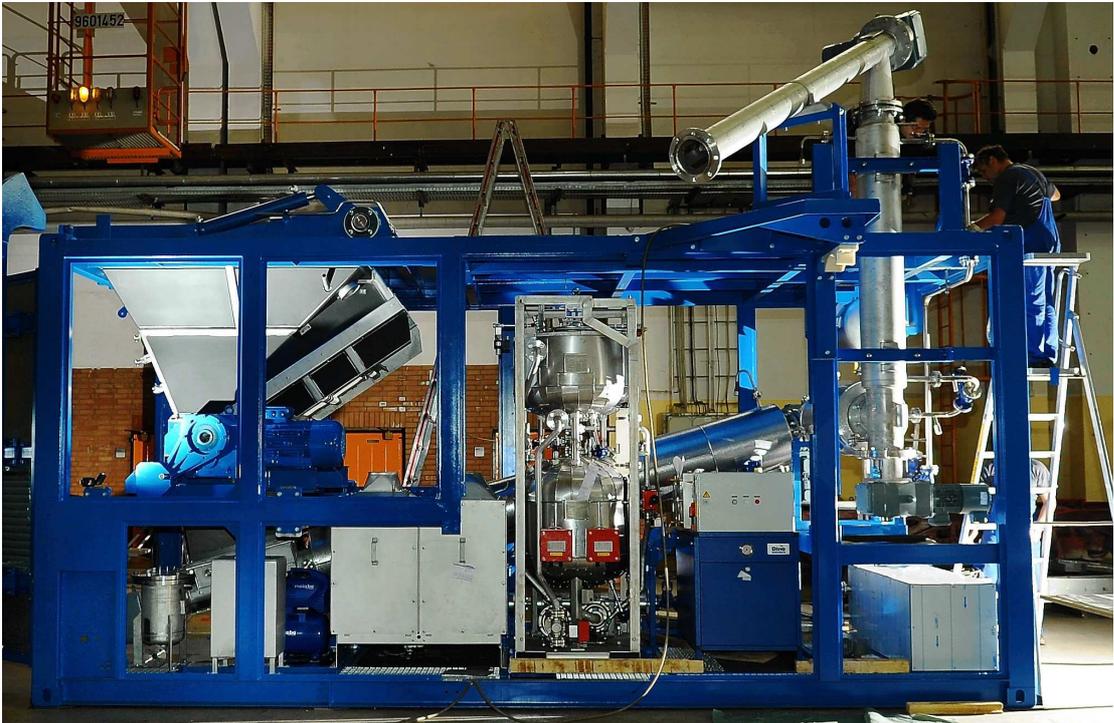
## **7.) Aussichten**

Das Interesse des Gesundheitswesens sowie der Recyclingwirtschaft an einer funktionierenden und wirtschaftlichen Verölung von Kunststoffabfällen ist genauso groß wie die Skepsis angesichts der bereits gescheiterten Anläufe anderer Anbieter. Deshalb ist es Ziel von *Logmed Cooperation* und aller Partner, den Nachweis zu führen, daß eine TKR-Pilotanlage nachhaltig mindestens 7.200 Jahresbetriebsstunden funktioniert und nicht nur kostensenkend im Verhältnis zur thermischen Entsorgung wirkt, sondern gewinnbringend ist. Das ehrgeizige Ziel soll bis 2011 erreicht sein. Große Entsorgungsunternehmen evaluieren schon jetzt regelmäßig die Zwischenergebnisse.

## **ANLAGEN**

Anlage 1

Logmed-Desinfektionsanlage





## Anlage 3

### Auszüge aus dem Mailverkehr 2009 des **Steinbeis Transferzentrum RTM** mit dem Bundesamt für Statistik zur Branchenzuordnung von Betrieben der rohstofflichen Verwertung und Veredlung von Abfällen

#### **Vorbemerkungen:**

Nachfolgende Texte sind Bestandteil eines Mailwechsels zwischen dem Steinbeis Transferzentrum RTM und dem Bundesamt für Statistik. Hintergrund war der abgelehnte Förderantrag eines Investors in Sachsen-Anhalt, der eine ähnliche Anlage zur Veredlung von Kunststoffabfällen errichten wollte. Der Förderantrag wurde zunächst abgelehnt, weil das für die Investition neu gegründete Unternehmen bei der Branchenzuordnung durch das Statistische Landesamt zunächst der Recyclingwirtschaft zugeordnet worden war. In Sachsen-Anhalt sind derartige Unternehmen nicht bzw. nur unter ganz engen Voraussetzungen mit Mitteln der Gemeinschaftsaufgabe Ost förderfähig. Der Investor hatte – in Abstimmung mit der Berufsgenossenschaft – die Zuordnung zur Chemischen Industrie beantragt. Mit dem Widerspruchsverfahren wurde Herrn Dr. Saueremann (Steinbeis RTM) beauftragt, der beim zuständigen Abteilungsleiter des Bundesamtes für Statistik, Matthias Greulich, eine schnelle Lösung über den informellen Weg herbeiführen konnte. Die Neuuzuordnung zur Chemischen Industrie bzw. zum Verarbeitenden Gewerbe erfolgte letztlich unter Bezugnahme auf den Musterfall einer Reifenpyrolyse in Sachsen-Anhalt. Der Mailwechsel war nicht nur für Logmed Cooperation interessant, sondern gibt generell einen Einblick in die Komplexität der Problemsituation. (Wie üblich ist der Mailverkehr chronologisch rückwärts zu lesen.)

Halle, 27.05.2009

Sehr geehrter Herr Greulich,

hiermit möchten wir uns ganz herzlich bedanken für die ausführliche Darstellung des Sachverhaltes aus Sicht des Statistischen Bundesamtes. Sie haben uns mit Ihren Ausführungen und mit der Abklärung unseres Anliegens in Brüssel Planungssicherheit für eine Reihe von uns betreuter Investitionsvorhaben in der Recyclingwirtschaft gegeben. Wichtig ist aus unserer Sicht auch, daß damit nun auch den Statistikämtern die Branchenzuordnungen im Grenzbereich Verarbeitendes Gewerbe / Recyclingwirtschaft leichter fallen dürfte und Förderbanken mehr Entscheidungssicherheit für die Bewilligung oder Ablehnung von Förderanträgen bei Recycling-Projekten haben.

Natürlich freut uns, daß Sie vom Grunde her unsere Sichtweise auf die Branchenzuordnung der Fa. .... GmbH bestätigt haben, die ja in einer Niedertemperaturpyrolyse aus vorsortierten Kunststoffabfällen ausschließlich hochwertiges Leichtöl gewinnt, was nichts anderes ist als "Herstellung von sonstigen chemischen Erzeugnissen".

Nicht zuletzt freut mich die Erfahrung, daß derartig schwierige verwaltungsrechtliche Angelegenheiten unkompliziert auf dem kurzen informellen Weg geklärt werden können, ohne daß Rechtsanwälte und die Verwaltungsgerichtbarkeit bemüht werden und Jahre bis zu einer Entscheidung vergehen müssen.

...

Uwe Saueremann

Steinbeis Transferzentrum Ressourcen Technologie & Management Halle  
Dr. Uwe Saueremann  
Am Saalehafen 1, 06118 Halle/S.  
Tel.: +49 (034606) 22778  
Fax: +49 (03222) 1159144

-----Ursprüngliche Nachricht-----

Von: Matthias Greulich (Statistisches Bundesamt IV A)  
[mailto:matthias.greulich@destatis.de]  
Gesendet: Freitag, 22. Mai 2009 14:08  
An: u.sauermann@arcor.de  
Betreff: Re: AW: ...-Zuordnung

Sehr geehrter Herr Dr. Sauermann,

.... Auslöser für Ihre E-Mail war ja die Frage nach der statistischen Zuordnung der Herstellung von Pyrolyseöl aus Abfällen. Unser Versuch, hierzu eine EU-weite Klärung herbeizuführen, hat leider lange Zeit in Anspruch genommen - und die Diskussionen waren nicht sehr ergiebig. Nachfolgend möchten wir uns (unter Berücksichtigung verschiedener Diskussionen auf EU-Ebene) zu Ihren Hinweisen und Argumenten äußern.

Sie thematisieren in Ihrer E-Mail vom 6. März 2009 die klassifikatorische Zuordnung neuer Verwertungstechniken für Altmaterialien und Reststoffe vor dem Hintergrund neuer abfallrechtlicher Regelungen auf nationaler und europäischer Ebene und der zunehmenden Rohstoffknappheit.

Natürlich ist es die Aufgabe der amtlichen Statistik (und damit auch der ihr zugrunde liegenden statistischen Klassifikationen), sich ändernde Realitäten sachgerecht abzubilden. Allerdings hat die Statistik noch eine andere, immer wichtiger werdende Aufgabe: Sie soll weltweit vergleichbare statistische Daten als Grundlage für politische oder unternehmerische Entscheidungen bereitstellen (Stichwort: Globalisierung). Diese Aufgabe kann eine Klassifikation nur erfüllen, wenn sie weltweit harmonisiert ist - und wenn sie nicht zu oft geändert wird. Die Entwicklung und Einführung einer geänderten (Wirtschafts-zweig-) Klassifikation verursacht nämlich einen enormen Aufwand, den auch Industriestaaten nur mit Mühe bewältigen können.

Um weltweit vergleichbare Statistiken erstellen zu können, wurde (schon Ende der 80-er Jahre des vorigen Jahrhunderts) ein internationales System von Wirtschaftsklassifikationen ... entwickelt. Im Prinzip besagt dieses System, dass (a) die nationale Wirtschaftszweigklassifikation aus der europäischen und internationalen Wirtschaftszweigklassifikation ableiten werden und deren Vorgaben respektieren muss, und (b) die Wirtschaftszweige durch Güter beschrieben werden.

Die Wirtschaftszweigklassifikationen stellen jedoch auf Tätigkeiten und damit auf Produktionsprozesse ab. Insoweit hat die Beschreibung der Wirtschaftszweige durch Güter (also den Output der Produktionsprozesse) Grenzen. Maßgeblich für die Zuordnung zu einem Wirtschaftszweig ist im Zweifel die Beschreibung / Interpretation der ausgeübten Tätigkeit.

Das System von Wirtschaftsklassifikationen hat seine Wurzeln also auf Weltebene. Es darf daher nicht erwartet werden, dass europäisches oder gar deutsches Abfallrecht oder auch die in Europa besonders ausgeprägte Kreislaufwirtschaft sich in den internationalen Wirtschafts(zweig)klassifikationen und deren Konzepten und Klassifizierungsregeln niederschlagen. Wie weiter oben schon ausgeführt, sind die Vorgaben der internationalen Referenzklassifikationen aber bei der Erarbeitung und Anwendung europäischer und nationaler Wirtschafts(zweig)klassifikationen zu übernehmen. An dieser Stelle müssen wir darauf hinweisen, dass sich das Statistische Amt der Europäischen Gemeinschaften (auch in Abstimmung mit der Statistischen Abteilung der Vereinten Nationen) und die große Mehrheit der EU-Mitgliedstaaten bei der Klassifizierung von Tätigkeiten im Zusammenhang mit der Behandlung von Abfällen (Altmaterialien und Reststoffen) stets sehr "konservativ" gezeigt haben! Beispielsweise haben mehrere Diskussionen über die Zuordnung der Erzeugung von Sekundärbrennstoffen aus Siedlungs- und Gewerbeabfällen stets die Klassifizierung im Bereich der Abfallbeseitigung zum Ergebnis gehabt und die Erzeugung von Gas (auch reinem

Methangas) aus landwirtschaftlichen und sonstigen Reststoffen wurde stets als Gaserzeugung im Sinne der Abteilung 35 der WZ 2008 zugeordnet.

Aus den vorgenannten Zusammenhängen resultiert, dass Hinweise auf Regelungen in der Abfall-Richtlinie der EU oder dem deutschen Kreislaufwirtschaftsgesetz - z.B. was den Verlust der Abfalleigenschaft angeht - nicht zuordnungsrelevant sind! Regelungen der Abfallrichtlinie finden sich offenbar (zufällig (?)) insoweit in der WZ 2008 wieder, als die Materialrückgewinnung im Sinne der Unterklasse 38.32.0 der WZ 2008 unter anderem (in Abgrenzung zur Herstellung von Enderzeugnissen) darauf abstellt, dass dabei ein Sekundärrohstoff entsteht, der andere Materialien (Primärrohstoffe) ersetzt, die anderenfalls bei der Herstellung eines Produkts verwendet würden. Festzustellen bleibt aber auch, dass u.U. mehrere Unternehmen, die jeweils einzelne Schritte der Materialrückgewinnung durchführen, der Unterklasse 38.32.0 der WZ 2008 zuzuordnen sind, auch wenn das Material womöglich schon nach dem ersten Schritt juristisch betrachtet seine Abfalleigenschaft verloren hat.

Bei der Entscheidung, ob eine Be- oder Verarbeitung von Abfällen als Abfallbeseitigung oder als Herstellung neuer Erzeugnisse (im Sinne des Verarbeitenden Gewerbes) anzusehen ist, spielen Wertschöpfungsüberlegungen in der Tat eine große Rolle. Werden also Erlöse aus der Annahme von Abfällen (Entsorgungsgebühren) UND Erlöse für den Verkauf der aufbereiteten Erzeugnisse erzielt (z.B. für den Verkauf von Kompost), so richtet sich die Zuordnung nach den Erlös-(eigentlich Wertschöpfungs-) Relationen. Allerdings gilt auch hier, dass die ausgeübte Tätigkeit Vorrang vor anderen Überlegungen hat. Das heißt, dass bspw. die Aufbereitung von Abfällen zur sachgerechten (vorschriftsmäßigen) Beseitigung oder zur Reduzierung der Entsorgungsgebühr in jedem Fall zum Abschnitt E der WZ 2008 gehört. Nach den bisher wiederholt getroffenen Zuordnungsentscheidungen bleibt auch die Erzeugung von Ersatzbrennstoffen aus Abfällen grundsätzlich Teil der Abfallbeseitigung im Sinne von Abschnitt E der WZ 2008. Und der Ausbau weiterverwendbarer Teile (bspw. aus einem Altauto) zum Verkauf als Gebrauchteile wird stets im Handel klassifiziert.

Wir hoffen, Ihnen mit den vorstehenden Ausführungen nützliche Hinweise auf unsere grundsätzlichen Überlegungen bei der Klassifizierung der Behandlung von Altmaterialien und Reststoffen gegeben zu haben. Eine alle Besonderheiten berücksichtigende Aussage können wir leider nicht treffen. Über die konkrete Zuordnung muss - wie kürzlich auf EU-Ebene deutlich hervorgehoben wurde - in jedem Einzelfall gesondert entschieden werden.

Bei dem konkreten Fall, der Ihrer E-Mail zugrunde lag, ging es nach den uns durch das Statistische Landesamt Sachsen-Anhalt vorgelegten Informationen um ein Unternehmen, das geschredderte Altreifen (Granulat) erwirbt und daraus in einem chemischen Prozess (Pyrolyse) Pyrolysegas, Pyrolyseöl und Kohlenstoff gewinnt. Das Extrahieren von Kohlenstoff muss u.E. als Materialrückgewinnung im Sinne der Unterklasse 38.32.0 der WZ 2008 angesehen werden. Es wird ein bei der Herstellung in die Reifen eingebrachtes Material aus dem Granulat wieder herausgelöst.

Bei dem Kohlenstoff handelt es sich um einen Sekundärrohstoff, der als Ersatz für einen Primärrohstoff stofflich in ein weiteres Produkt eingeht. Bei Pyrolysegas und Pyrolyseöl sehen wir das anders. Öl und Gas sind nicht als Material (Rohstoff) in die Reifenproduktion eingegangen. Somit wird von dem zu klassifizierenden Unternehmen insoweit kein Material zurückgewonnen, sondern etwas gänzlich anderes hergestellt.

Eine Klassifizierung als "Rückgewinnung sortierter Werkstoffe" im Sinne der Unterklasse 38.32.0 der WZ 2003 scheidet u.E. daher aus. Die Gewinnung von flüssigen Kohlenwasserstoffen durch Pyrolyse wird in den Erläuterungen zur Unterklasse 06.20.0 ("Gewinnung von Erdgas") der WZ 2008 zwar ausdrücklich genannt. Die Betonung liegt aber auf "flüssig". Im Übrigen hat sich bei einer Vielzahl von Zuordnungsentscheidungen auf EU-Ebene regelmäßig gezeigt, dass die Erzeugung von Gas (mit ähnlichen Eigenschaften wie Erdgas) aus Abfällen und Reststoffen als Gaserzeugung im Sinne der Klasse 40.21 der WZ 2003 bzw. der Klasse 35.21 der WZ 2008 zugeordnet werden soll. Wir sind daher der Meinung, dass die Herstellung von Pyrolysegas aus Granulat von Altreifen für statistische Zwecke der Klasse 35.21 ("Gaserzeugung") der WZ 2008 zuzuordnen ist. Für

Pyrolyseöl kommt die vorgenannte Zuordnung natürlich nicht in Betracht. Will man die Erzeugung dieses Produkts nicht als Gewinnung von flüssigen Kohlenwasserstoffen durch Pyrolyse der Erdgasgewinnung (Unterklasse 06.20.0 der WZ 2008) zuordnen - was ganz sicher mit diesem Erläuterungstext nicht beabsichtigt ist -, so bleibt nur eine Klassifizierung in der Unterklasse 20.59.0 ("Herstellung von sonstigen chemischen Erzeugnissen a.n.g."). Die Zuordnung des gesamten Unternehmens richtet sich wie üblich nach dessen Haupttätigkeit.

...

Mit freundlichen Grüßen

Im Auftrag  
gez. Matthias Greulich

Statistisches Bundesamt  
65180 Wiesbaden  
Tel.: 0611 75 2280  
Fax: 0611 75 3953

>> Dr. Sauermann schrieb am 06.03.2009 13:58:

>>

>>> Sehr geehrter Herr Greulich,

>>

>>> ... gestern haben wir vom Landesamt für Statistik Sachsen-Anhalt erfahren, >>> daß der Antrag der ... GmbH ... zur Zuordnung einer Branchenkennziffer nach >>> Wz 2008 an das Bundesamt für Statistik weiter geleitet wurde.

>>

>>> Hintergrund für diesen Schritt sind allgemeine Unsicherheiten - nicht nur >>> beim Landesamt - über die Neueinordnung von Firmen nach der statistischen >>> Herauslösung der Recyclingbranche aus dem Verarbeitenden Gewerbe. Diese >>> Veränderung erfolgte zudem vor dem Hintergrund der neuen EU-Abfall-RL.

>>

>>> Ich erlaube mir, mich an Sie zu wenden, da wir als spezialisierte >>> Technologieberater genau in dem Grenzbereich zwischen >>> Recyclingwirtschaft und Verarbeitenden Gewerbe tätig und bereits jetzt >>> mit nachhaltigen praktischen Konsequenzen der neuen Situation >>> konfrontiert sind. So betreuen wir - z.B. bei der ... GmbH - neue, >>> innovative Verwertungstechnologien in einem vorindustriellen >>> Entwicklungsstadium, wo kleinere Unternehmen ohne zusätzliche >>> Fördermittel kaum den Sprung zur Serienreife schaffen. Genau diese >>> Fördermittel fallen jetzt jedoch weg, da die derzeitigen >>> Förderrichtlinien vieler relevanter Länder- und Bundesprogramme >>> Unternehmen der Abfallwirtschaft von einer Förderung ausschließen. Man >>> mag einwenden, daß dann - analog dem Land Sachsen - die >>> Förderrichtlinien so anzupassen sind, daß eine Förderung von Recycling >>> wieder möglich wird. Abgesehen von den damit verbundenen >>> Übergangsverlusten könnte diese Herangehensweise aber an dem >>> eigentlichen Knackpunkt vorbeiführen: Wo genau nun ist die Grenze zu >>> ziehen zwischen Abfallwirtschaft und Verarbeitendem Gewerbe? Schließlich >>> werden in den kommenden Jahren und Jahrzehnten (infolge zunehmender >>> Rohstoffknappheit auf der einen und ständig verbesserter >>> Kreislaufwirtschaft auf der anderen Seite) immer mehr Firmen des >>> Verarbeitenden Gewerbes ihre Rohstoffe vornehmlich aus der >>> Recyclingwirtschaft beziehen oder sogar selbst aus Abfällen herstellen >>> oder herstellen lassen. Somit werden sich auch die Grenzen zwangsläufig >>> immer mehr verwischen.

>>

>>> ... Fakt ist jedoch, daß es nicht in allen Punkten eine klare Bestimmung >>> der genannten Grenze gibt. Oder: Diese Grenzziehung ist schon klar, aber >>> noch nicht ausreichend kommuniziert.

>>

>>> Ziel unseres Schreibens ist es, Ihnen unsere Sicht auf die >>> erwähnte Grenzbestimmung mitzuteilen. Wir verbinden damit die Hoffnung,

>>> daß sich unser Standpunkt im besten Fall mit dem des Bundesamtes deckt  
>>> oder wir im anderen Fall im Nachgang dann wenigstens mehr Klarheit über  
>>> die Anwendung der Wz 2008 haben. Im konkreten Fall - mit exemplarischem  
>>> Charakter - geht es bei ... um die Zuordnung zu 38.21.0 (Behandlung  
>>> und Beseitigung nicht gefährlicher Abfälle) oder zu 20.14.0 (Herstellung  
>>> von sonstigen organischen Grundstoffen und Chemikalien). ... will  
>>> aus vorbehandelten Kunststoffabfällen mittels einer speziellen  
>>> Niedertemperaturpyrolyse ein dem Heizöl ähnliches, hochwertiges Rohöl  
>>> produzieren.

>>

>>> 1. Die neue Abfall-RL der EU bietet u.E. leider keine eindeutige  
>>> Definition, ab wann ein Abfall nach Behandlung bzw. Verwertung seine  
>>> Abfalleigenschaft verliert. Die in Artikel 6 genannten Kriterien dafür  
>>> treffen auf mehrere Stufen der Behandlung zu. So wäre im Falle von  
>>> ... das Inputmaterial einerseits kein Abfall mehr, da die  
>>> Kunststoffabfälle bereits vorher in Abfallentsorgungsfachbetrieben /  
>>> Recyclingunternehmen so sortiert, gereinigt und vorbehandelt wurden,  
>>> daß sie sämtlichen Kriterien von Artikel 6 Satz 1 entsprechen. Nur durch  
>>> diese kostenverursachende Aufbereitung ist eine Weiterverwendung für die  
>>> Verölung bei ... möglich. Hinzu kommt, daß für Kunststoffabfälle  
>>> gem. Satz 2 keine gesonderten Kriterien für das Ende der  
>>> Abfalleigenschaft gefordert werden. Insofern wäre ... dem  
>>> Verarbeitenden Gewerbe zuzuschlagen. Andererseits aber definiert  
>>> Artikel 3 Satz 15 jedes Verfahren als Verwertung, „dessen Hauptergebnis  
>>> Abfälle innerhalb der Anlage oder in der weiteren Wirtschaft einem  
>>> sinnvollen Zweck“ zuführt, „in dem sie andere Materialien ersetzen, die  
>>> ansonsten zur Erfüllung einer bestimmten Funktion verwendet worden  
>>> wären.“ Hier ersetzen die vorbehandelten Kunststoffabfälle herkömmliches  
>>> schweres Erdöl. Nicht zuletzt findet sich bei der Übersicht über  
>>> relevante Verwertungsverfahren im Anhang II die Fußnote „Dies schließt  
>>> Vergasung und Pyrolyse unter Verwendung der Bestandteile als Chemikalien  
>>> ein.“ Abgesehen von einer mehrdeutigen Interpretation dieser Fußnote  
>>> würde dies bedeuten, daß erst die Umwandlung des Kunststoffinputs im  
>>> Crackreaktor zu Leichtöl zur Beendigung der Abfalleigenschaft führt und  
>>> ... damit zu einem Unternehmen der Abfallbehandlung wird.

>>

>>> \* Frage: Wäre es nicht sinnvoll, vor der  
>>> Branchenzuordnung eines Betriebes, der Wertstoffe verarbeitet, zu  
>>> prüfen, ob der Abfall durch eine etwaige vorherige Behandlungsstufe  
>>> bereits die Abfalleigenschaft verloren hat? Wenn dies nachweislich der  
>>> Fall ist, müßte der Betrieb nicht auch dann dem verarbeitenden Gewerbe  
>>> zugeordnet werden, wenn bei der Weiterverarbeitung Verfahren zur  
>>> Anwendung kommen, die identisch mit Abfallbehandlungsverfahren sind,  
>>> aber zur Herstellung von marktfähigen Produkten führen?\*

>>

>>> Das heißt: Sollte man in derartigen  
>>> Grenzbereichen die Brancheneinstufung eines Unternehmens nicht von  
>>> vornherein nach dem jeweils charakteristischen Produkt (in Falle  
>>> ... Leichtöl) vornehmen? \*

>>

>>> 2. In der Regel spielen bei der Branchenzuordnung vornehmlich  
>>> stoffliche Behandlungsprozesse bzw. -kriterien eine Rolle. U.E. könnte  
>>> unter zusätzlicher Einbeziehung von Kostenfaktoren die Abgrenzung  
>>> zwischen Abfallbehandlung und Produktion erleichtert und präziser  
>>> bestimmt werden. So ist ein durch eine oder mehrere Bearbeitungsstufen  
>>> behandelte Abfall teurer als stofflich gleicher Abfall, der keine  
>>> Behandlung erfahren hat. Im Preisunterschied für behandelten und  
>>> unbehandelten Abfall schlägt sich der zuvor realisierte  
>>> Behandlungsaufwand nieder. Das Beispiel Ersatzbrennstoff (EBS) zeigt  
>>> jedoch, daß eine Vorbehandlung von Abfällen nicht zwingend den  
>>> Abfallstatus aufhebt, sondern nur die finale Beseitigung durch  
>>> Verbrennung weniger aufwendig macht. So muß für den  
>>> schadstoffentfrachteten EBS weniger Entsorgungsgebühr entrichtet werden  
>>> als für unbehandelte Abfälle. Die Vorbehandlung von Abfall kann  
>>> allerdings vom Aufwand her soweit gehen, daß dafür positive Preise -

>>> analog dem herkömmlichen Einkauf von Rohstoffen - bezahlt werden müssen.  
>>  
>>> Kostenaufwand für Rohstoffe - gleich welcher Herkunft - macht  
>>> wirtschaftlich nur Sinn, wenn es eine anschließende Wertschöpfung durch  
>>> produktiven Aufwand in der Verarbeitung gibt und diese Wertschöpfung  
>>> höher ist als der Einkaufspreis für die Rohstoffe. Unter den Bedingungen  
>>> von Rohstoffknappheit kann es selbstverständlich sein, daß auch für  
>>> unbehandelte Abfälle gezahlt werden muß, um überhaupt produzieren zu  
>>> können. In diesem Falle muß a) der Abfall im eigenen Betrieb aufbereitet  
>>> werden und b) die Wertschöpfung in der Weiterverarbeitung um so höher  
>>> sein, um den Mehraufwand kompensieren zu können. Aber gerade dieser Grad  
>>> von Wertschöpfung ist ja ein Merkmal für das Verarbeitende Gewerbe, auch  
>>> wenn das Unternehmen zwangsläufig zu einem Teil auch Abfallbehandlung  
>>> betreiben muß. Selbst für den Fall, daß der Betrieb - analog einem  
>>> Abfallentsorger - noch Entsorgungsgebühren einnimmt, kann der Betrieb  
>>> u.E. von seinem geschäftlichen Schwerpunkt her zum Verarbeitenden  
>>> Gewerbe gehören, wenn die Produktion der aus den Abfällen hergestellten  
>>> Waren eine höhere Wertschöpfung darstellt als die vereinnahmten  
>>> Entsorgungsgebühren.  
>>  
>>> \* Frage: Könnte als ein zusätzliches zweites  
>>> Kriterium für eine Zuordnung zum Verarbeitenden Gewerbe nicht auch ein  
>>> positiver Einkaufspreis für Abfälle/Rohstoffe bzw. eine Wertschöpfung  
>>> gelten, die höher als die etwaige Entsorgungsgebühr ist?\*>>  
>>> Das heißt: Sollte man in Grenzbereichen die  
>>> Brancheneinstufung eines Unternehmens - neben dem Kriterium des  
>>> charakteristischen Produktes - nicht auch weiterhin nach der  
>>> Top-down-Methode (Bestimmung der Gruppe gem. WZ 2008 nach dem höchsten  
>>> Anteil an der betrieblichen Wertschöpfung) vornehmen?\*>>  
>>> Nach den vorgenannten Punkten müßte ... dem Verarbeitenden Gewerbe  
>>> zugeschlagen werden. Wir hoffen, daß Sie zu demselben Ergebnis kommen,  
>>> und daß unsere Überlegungen - unabhängig vom Fall ... - für  
>>> derartige Grenzfälle vielleicht hilfreich sind. Ihre Meinung dazu  
>>> interessiert uns sehr, da noch mehrere unserer Mandanten (aus der  
>>> Gummibranche, Baustoffherstellung usw.) in verschiedenen Bundesländern  
>>> derzeit vor genau dem gleichen Problem stehen.  
>>  
>>> Mit Dank für Ihre Bemühungen und mit freundlichen Grüßen  
>>  
>>> Uwe Sauermann  
>>  
>>> Steinbeis Transferzentrum Ressourcen Technologie & Management Halle  
>>> Dr. Uwe Sauermann  
>>> Am Saalehafen 1, D-06118 Halle/S.  
>>> Tel.: +49 (034606) 22778  
>>> Fax: +49 (03222) 1159144  
>>> Funk: +49 (0163) 2535340  
>>> Mail: sauermann@steinbeis-rtm.com  
>>> www.steinbeis-rtm.com

**CONCAWE**

**SIEF Facilitation for Petroleum Substances**

## Response form

### Intended participation in petroleum substances SIEFs

<b>Name contact</b>	/
<b>E-mail contact</b>	info@logmed-coop.de

Legal entity	UUID	Substance (CAS)	Pre-registration number	Registration intended	≥ 1000 t/a <sup>1</sup>	1000 to ≥ 100 t/a	100 to ≥ 1 t/a
Logmed Cooperation GmbH	ECHA-7ec908d0-26c9-42c4-b895-79ce4ca9d9f5	68476-30-2	05-2115699080-44-0000	<input checked="" type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Logmed Cooperation GmbH	ECHA-7ec908d0-26c9-42c4-b895-79ce4ca9d9f5	68476-33-5	05-2115699856-19-0000	<input checked="" type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Logmed Cooperation GmbH	ECHA-7ec908d0-26c9-42c4-b895-79ce4ca9d9f5	86290-81-5	05-2115700000-78-0000	<input checked="" type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Please print this page before submitting your results!**

<sup>1</sup> plus substances classified as carcinogenic, mutagenic or toxic to reproduction, category 1 or 2, which are manufactured or imported in quantities of ≥ 1t/a, plus substances classified as very toxic to aquatic organisms, which may cause long-term adverse effects in the aquatic environment (R50/53) and which are manufactured or imported in quantities of ≥ 100t/a

## Anlage 5

### Laboranalyse Gasprobe (Beispiel)

#### Prüfprotokoll

##### Brenngas

Firma	Logoil
Aktennummer	2979-07
Journalnummer	5890
Standort	Bitterfeld
Probenbezeichnung	Abgas
Datum der Probenahme	18.09.07
Datum der Analyse	19.09.07
Probenehmer	Herr Philipp
Anlaß der Untersuchung	

##### Messwerte:

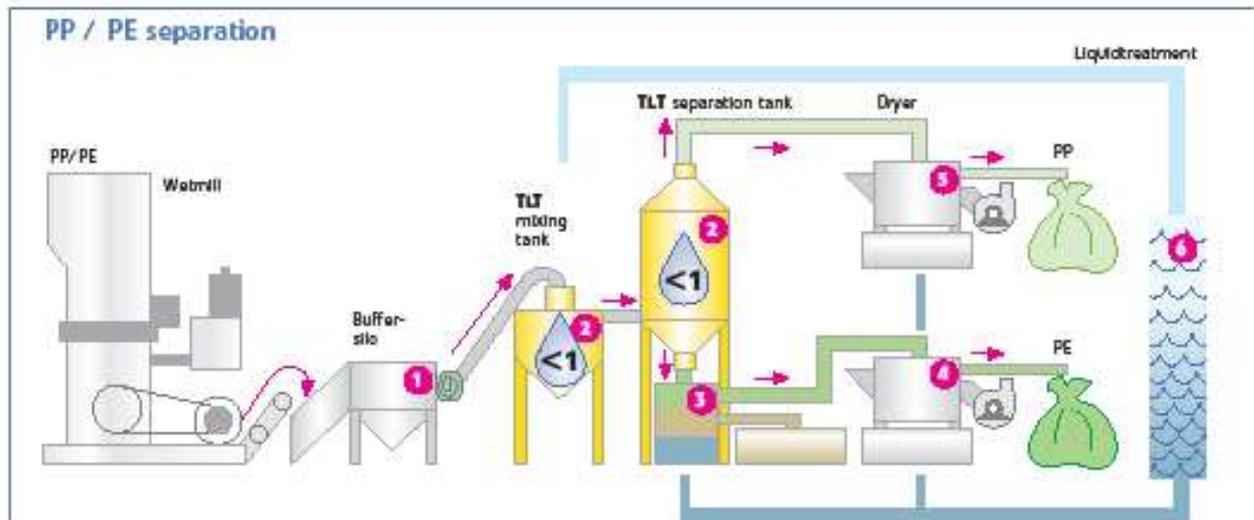
Komponente	Messwert				
Wasserstoff	: 2,09 %	Dichte	: 1,495	kg/m <sup>3</sup>	
Sauerstoff	: 2,82 %	H <sub>o</sub>	: 15185	kcal/m <sup>3</sup>	
Stickstoff	: 6,43 %	H <sub>o</sub>	: 63,63	MJ/m <sup>3</sup>	
Methan	: 13,75 %	H <sub>o</sub>	: 17,66	kWh/m <sup>3</sup>	
Kohlenmonoxid	: 3,48 %	H <sub>u</sub>	: 13697	kcal/m <sup>3</sup>	
Kohlendioxid	: 14,56 %	H <sub>u</sub>	: 57,39	MJ/m <sup>3</sup>	
Ethan	: 12,28 %	H <sub>u</sub>	: 15,93	kWh/m <sup>3</sup>	
Ethen	: 3,26 %	W <sub>o</sub>	: 14122	kcal/m <sup>3</sup>	
Ethin	: < 0,01 %	W <sub>o</sub>	: 59,17	MJ/m <sup>3</sup>	
Propan	: 11,23 %	W <sub>o</sub>	: 16,42	kWh/m <sup>3</sup>	
Propen	: 17,73 %				
i-Butan	: 6,07 %	dv	: 1,16		
n-Butan	: 0,23 %				

Bemerkungen : keine

Leipzig, den 19.09.2007

  
Bearbeiter

  
Laborleiter



**PP / PE Trennung**

Die vorsortierte PP/PE Fraktion wird mit der TLT Anlagentechnik getrennt. Im Unterschied zur Wassertrennstufe werden hier Medien im Dichtebereich von 0,92 bis 0,930 eingestellt, um PP von PE zu trennen. Das Medium ist ein Konzentrat und wird mit Wasser auf die notwendige Dichte eingestellt.

Das vorsortierte PP/PE Material wird über ein Puffersilo (1) mit einer Dosierschnecke kontinuierlich in die TLT Trenntechnik (2) eingegeben. Das Kunststoffmahlgut wird in eine Leicht- und eine Schwerfraktion getrennt. Die Leichtfraktion (PP) verlässt die Trennstufe über den oberen Ausgang und wird in einen Zentrifugaltrockner (5) gefördert. Die Schwerfraktion (PE) wird in eine Siebentwässerung (3) geleitet.

Die Siebentwässerung (3) ist mit zwei Siebdecks ausgerüstet. Über das erste (grüne) Siebdeck verlässt das Mahlgut die Anlage und wird in einen Zentrifugaltrockner (4) geleitet. Das zweite Siebdeck (3) separiert Schlamm (gelb) von der Flüssigkeit und fördert ihn in einen bereitstehenden Container. Das vom Mahlgut und Schlamm befreite Prozesswasser (blau) wird in den Kreislauf oder in die Medienaufbereitung (6) zurückgeleitet.



TLT-Anlage



**Prüfvorschriften und Bestimmungsgrenzen :**

Parameter	Prüfvorschriften	Bestimmungsgrenze
Wassergehalt	DIN CEN/TS 15414-1	0,1 %
Schmelzpunkt	ASTM D 87*	-
Siedepunkt	i. A. DIN 51751*	
Chlor	DIN 51577 Teil 1	0,01 %
Jod	i.A. DIN EN 1485	0,01 %
Schwefel, gesamt	DIN 51732	0,1 %
Kohlenstoff gesamt	DIN 51732	0,5 %
Wasserstoff gesamt	DIN 51732	0,5 %
Stickstoff gesamt	DIN 51732	0,1 %
Asche	DIN CEN/TS 15403	0,5 %

i. A. in Anlehnung

\* nicht akkreditiertes Prüfverfahren

**Prüfergebnisse**

Parameter	Einheit	Probe /	Probe /	Probe /
		Labor-Nr.	Labor-Nr.	Labor-Nr.
		REM-Gen 1 /	REM-Gen 2 /	REM-Gen 3 /
		12032952	12032953	12032954
Wassergehalt	%	1,0	14,4	0,8
Schmelzpunkt	°C	190 - 221	116 - 153	99 - 126
Siedepunkt	°C	215	116	105
Chlor	% TR	1,8	0,75	3,8
Schwefel, gesamt	% TR	0,57	0,29	0,21
Jod	% TR	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Kohlenstoff gesamt	% TR	71,9	70,4	61,4
Wasserstoff gesamt	% TR	11,6	10,3	8,7
Sauerstoff*	% TR	13,8	18,0	25,3
Stickstoff gesamt	% TR	0,32	0,29	0,57
Asche	% TR	10,1	5,1	1,4

\* berechnet

Die in den Normen angegebenen Messunsicherheiten werden eingehalten.

Proben sehr inhomogen; Mittelwert aus Mehrfachbestimmungen; Werte &gt; 100% ergeben sich durch Rundung der Einzelwerte

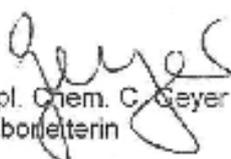
### Prüfergebnisse

Parameter	Einheit	Probe / Labor-Nr.	Probe / Labor-Nr.	Probe / Labor-Nr.
		REM-Lü 4 / 12032955	REM-Lü 8 / 12032956	TEW 7 / 12032957
Wassergehalt	%	1,0	19,6	0,1
Schmelzpunkt	°C	130 - 135	285 - 308	236 - 250
Siedepunkt	°C	130	285	250
Chlor	% TR	0,15	0,26	0,046
Schwefel, gesamt	% TR	0,74	1,3	0,25
Jod	% TR	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Kohlenstoff gesamt	% TR	85,3	83,7	85,5
Wasserstoff gesamt	% TR	13,9	14,8	14,1
Sauerstoff*	% TR	< 1	< 1	< 1
Stickstoff gesamt	% TR	< 0,1	0,12	< 0,1
Asche	% TR	1,4	2,8	< 0,5

\* berechnet

Die in den Normen angegebenen Messunsicherheiten werden eingehalten.

Proben sehr inhomogen; Mittelwerte aus Mehrfachbestimmungen; Werte > 100% ergeben sich durch Rundung der Einzelwerte.

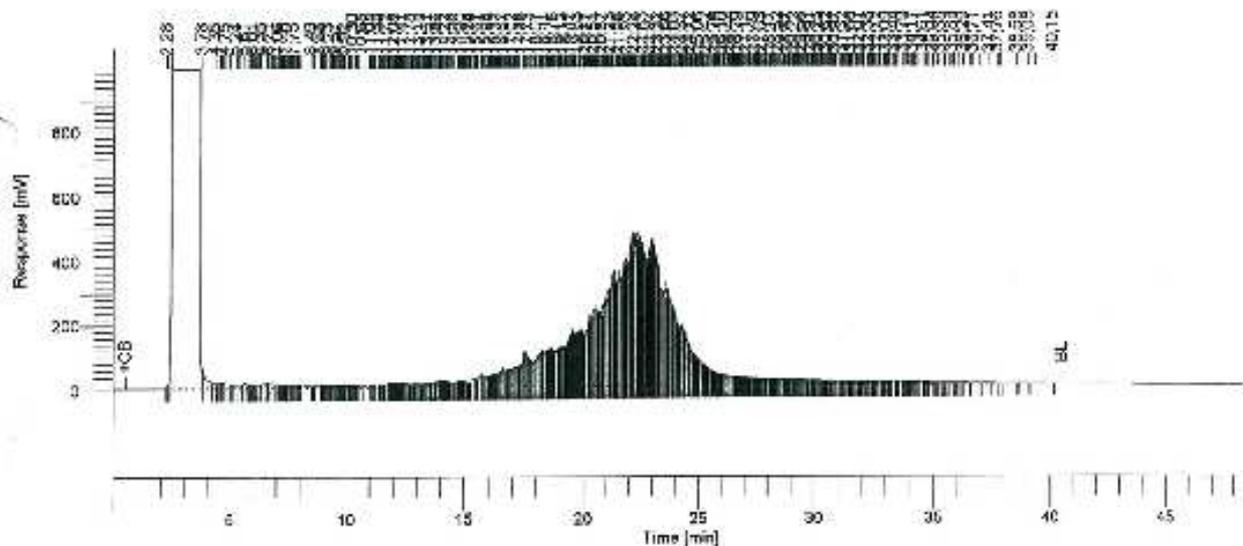
  
Dipl. Chem. C. Geyer  
Laborleiterin



D9

Software Version	: 8.3.1.0504	Date	: 24.04.2008 21:27:44
Reprocess Number	: gc-computer: 6141		
Sample Name	: 2863100µ-10ml	Data Acquisition Time	: 24.04.2008 20:39:34
Instrument Name	: ASYS D	Channel	: A
Rack/Vial	: 0/8	Operator	: tcprocess
Sample Amount	: 1,000000	Dilution Factor	: 1,000000
Cycle	: 8		

Result File : C:\PE\tc4\AutoDDaten\2863100µ-10ml\_008.rst  
 Sequence File : C:\PE\tc4\AutoDSequent\Siedeanalyse.seq



### Siedeverlauf

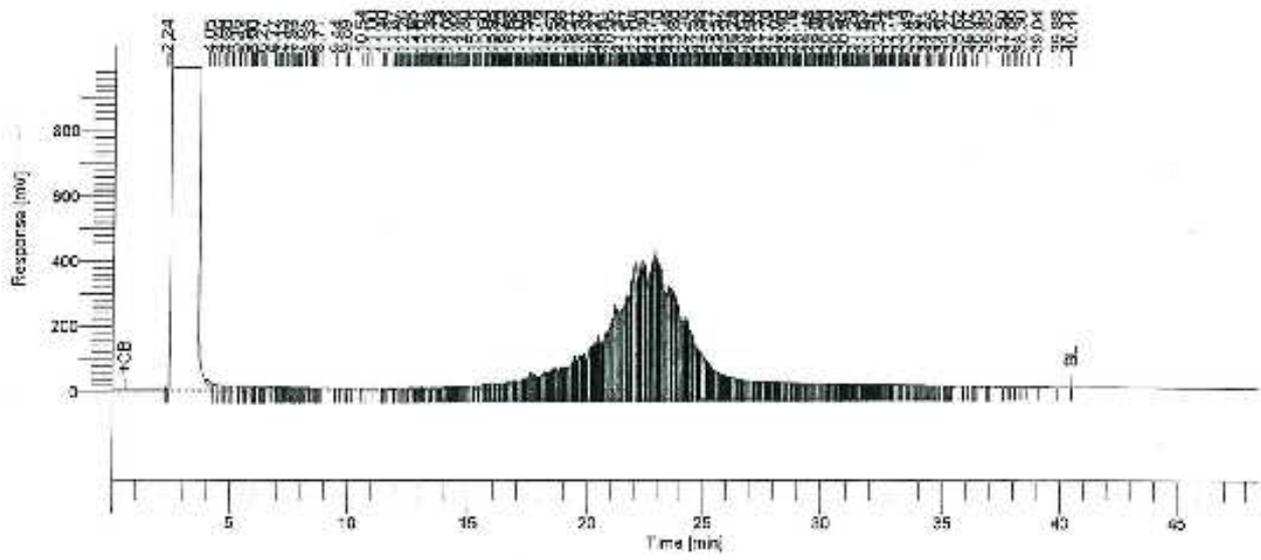
Methode: H53

Ret. Zeit [min]	Fläche [µV·s]	Siedebereich °C	Area [%]
7,000	3066016,42	<150	2,40
12,000	2651020,26	150 bis 200	2,07
16,000	10130030,72	200 bis 250	7,92
20,500	73395626,11	250 bis 300	57,39
25,000	32916530,65	300 bis 350	25,74
29,000	4035622,42	350 bis 400	3,16
32,500	1294242,99	400 bis 450	1,01
36,000	393434,37	450 bis 500	0,31
40,000	7722,78	>500	0,01
	1,28e+08		100,00

79

Software Version : 6.3.1.0504      Date : 15.05.2008 03:27:01  
 Reprocess Number : gc-computer: 6342  
 Sample Name : 3316 100µl-10ml      Data Acquisition Time : 15.05.2008 02:38:42  
 Instrument Name : ASYS D      Channel : A  
 Rack/Vial : 0/20      Operator : Labcr  
 Sample Amount : 1,000000      Dilution Factor : 1,000000  
 Cycle : 20

Result File : C:\PE\lc4\AutoDDaten\3316 100µl-10ml\_020.rst  
 Sequence File : C:\PE\lc4\AutoDSequen\Siedeanalyse.seq



### Siedeverlauf

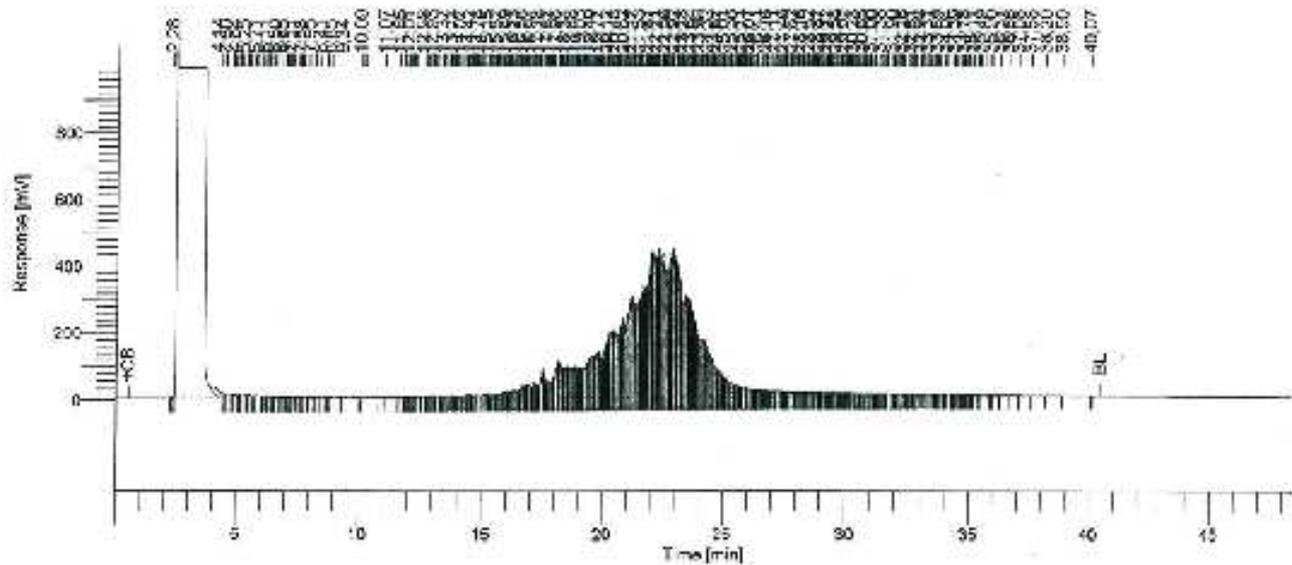
Methode: H53

Ret. Zeit [min]	Fläche [µV·s]	Siedebereich °C	Area [%]
7,000	2583521,92	<150	2,53
12,000	888812,67	150 bis 200	0,87
16,000	4918760,52	200 bis 250	4,82
20,500	54175368,29	250 bis 300	53,07
25,000	33512628,42	300 bis 350	32,83
29,000	3945050,27	350 bis 400	3,86
32,500	1614340,19	400 bis 450	1,58
36,000	425766,16	450 bis 500	0,42
40,000	15271,63	>500	0,01
1,02e+08			100,00

D 9

Software Version : 6.3.1.0504 Date : 14.05.2008 14:37:19  
 Reprocess Number : gc-computer: 6320  
 Sample Name : 3306 100µl-10ml Data Acquisition Time : 14.05.2008 13:48:52  
 Instrument Name : ASYS D Channel : A  
 Rack/Vial : 0/10 Operator : Labor  
 Sample Amount : 1,000000 Dilution Factor : 1,000000  
 Cycle : 10

Result File : C:\PE\lc4\AutoDaten\3306 100µl-10ml\_010.rst  
 Sequence File : C:\PE\lc4\AutoDSequent\Siedeanalyse.seq



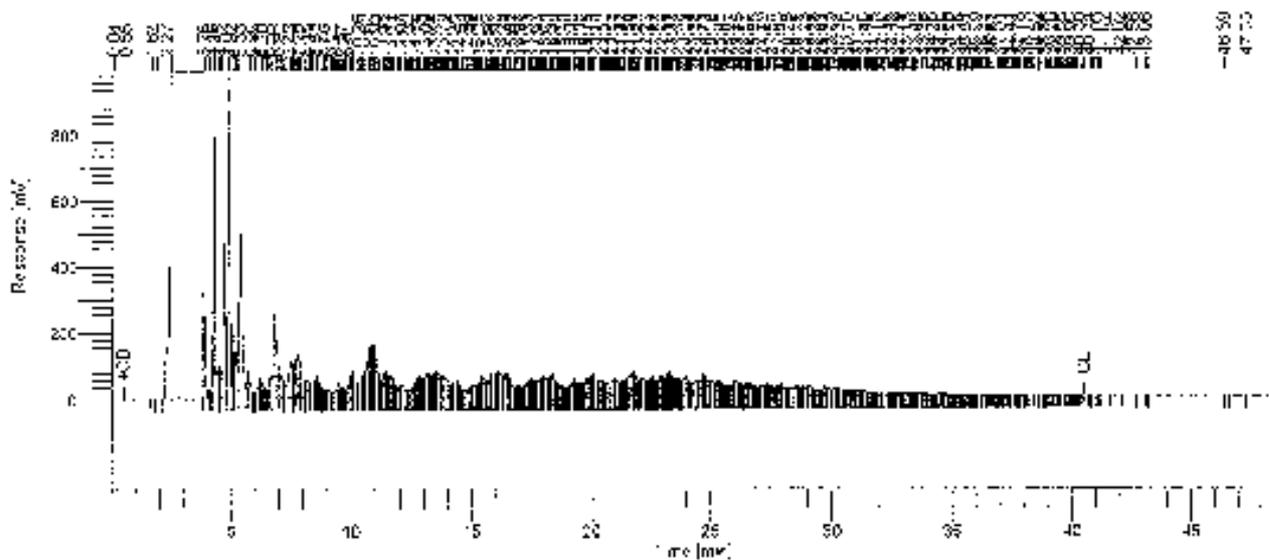
### Sieververlauf

Method: H53

Ret.zeit [min]	Fläche [µV·s]	Siedebereich °C	Area [%]
7,000	1877863,50	<150	1,76
12,000	964893,14	150 bis 200	0,90
16,000	5901971,83	200 bis 250	5,53
20,500	64947869,75	250 bis 300	60,88
25,000	28613138,42	300 bis 350	26,82
29,000	2990526,18	350 bis 400	2,80
32,500	1037234,92	400 bis 450	0,97
36,000	352152,19	450 bis 500	0,33
40,000	4246,98	>500	0,00
1,07e+08			100,00

Software Version	: 6.3.1.0604	Date	: 10.10.2007 23:28:48
Reprocess Number	: gc-computer: 4060		
Sample Name	: 6440		
Instrument Name	: ASYS D	Data Acquisition Time	: 10.10.2007 22:43:08
Rack/Vial	: 0/6	Channel	: A
Sample Amount	: 1,000000	Operator	: Labor
Cycle	: 9	Dilution Factor	: 1,000000

Result File : C:\PE\to4\AutoDDaten\6440\_009.rsr  
 Sequence File : C:\PE\to4\AutoD\Sequent\Siedeanalyse.seq



## Siedeverlauf

Methode: #153

Ret Zeit [min]	Fläche [µV·s]	Siedebereich °C	Area [%]
7,000	35175060,47	<150	95,57
12,000	16073304,38	150 bis 200	16,25
16,000	12024262,09	200 bis 250	12,16
20,500	15306695,69	250 bis 300	15,48
25,000	11186850,67	300 bis 350	11,31
29,000	6184630,99	350 bis 400	6,25
32,500	2068922,67	400 bis 450	2,05
36,000	798789,36	450 bis 500	0,81
40,000	74373,39	>500	0,08
	98893189,71		100,00

### Prüfbericht 2593-08

**Auftraggeber** I.OGÖIL GmbH  
 08120 Halle /Saale

**Projekt** Konvertierung  
 Mischproben Programm A

**Auftrag vom** 23.07.2008  
**Bestellnummer** .

**Probenart** Flüssigkeit  
**Probenehmer** Auftraggeber  
**Probenszahl** 5

**Probeneingang** 20.07.2008  
**Prüfbeginn/-ende** 30.07.2008 - 09.08.2008  
**Probennummer** 08/5533 - 08/5537

#### Bemerkung

Der Prüfbericht enthält 3 Seiten und keine Seite(n) Anlage.

**Archivierung**

Feststoffe	6 Monate	nach Probeneingang
FOB in Öl	3 Jahre	
Wasserproben	keine	
Gasproben	keine	

**Hinweise** Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den oben angegebenen Prüfgegenstand. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise ohne die Zustimmung des Labors veröffentlicht werden.

Prüfmethode	DIN
Pourpoint	DIN ISO 3016
kin. Viskosität (60°C)	DIN EN ISO 3104
Koksrückstand nach Conradson	DIN 51551-1
kin. Viskosität (40°C)	DIN EN ISO 3104
Aromaten	ZURÜCKGEZOGEN DIN 38409-1 B
Paraffine	ZURÜCKGEZOGEN DIN 38409-1 B
Dichte	DIN 51757
gesamt: Schwefel n. Bombenaufschluss	DIN EN 24280
gesamt: Chlor n. Bombenaufschluss	DIN 51727
gesamt Jod (Wickb.)	ANALOG DIN 51408-1
Aschegehalt in Öl (Oxidation)	DIN EN ISO 6245
Mikrowallenaufschluss	DIN EN 13657
Nickel i.A. (ICP)	DIN EN ISO 11885
Vanadium i.A. (ICP)	DIN EN ISO 11885
Kohlenstoff, Elementaranalyse	DIN 51721
Stickstoff, Elementaranalyse	DIN ISO 13678
Wasserstoff Elementaranalyse	DIN 51721
kin. Viskosität (100°C)	DIN EN ISO 3104

Originalsubstanz

Prüfmethode	Einheit	OS	Probe Nr.			
			09/05	02/06/05	12/04/05	02/04/05
Pourpoint	°C	OS	x	x	-12,0	-12,0
Paraffine	Ma %	OS	x	86,0	62,0	80,0
Aschegehalt	Ma %	OS	x	x	0,0610	<0,0100
Koksrückstand C.	Ma %	OS	x	x	0,246	0,0240
Aromaten	Ma %	OS	x	14,0	38,0	40,0
Dichte	g/cm³	OS	x	x	0,904	0,912
Viskosität 40 °C	mm²/s	OS	9,74	x	15,5	8,59
Viskosität 60 °C	mm²/s	OS	5,30	x	7,48	5,83

ABK: OS Originalsubstanz, TS Trockensubstanz, CL Eup., PE Probeinhalt einheitl.

Trockenmasse

Probenbezeichnung	Maßeinheit	Maßzahl	MP 08/05/08	MP 08/05/14	MP 08/05/20	MP 08/05/16
Nickel	mg/kg	TS	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
Schwefel	Ma %	TS	0,0700	0,0140	0,0100	0,0150
Vanadium	mg/kg	TS	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
Chlor	Ma %	TS	0,00800	0,00200	0,0900	0,00800
Jod	Ma %	TS	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100
Wasserstoff	Ma %	TS	12,0	13,8	11,6	11,6
Kohlenstoff	Ma %	TS	87,5	84,1	87,1	87,8
Stickstoff	Ma %	TS	0,0410	0,0980	0,110	0,0650

Ank.: OS Originalsubstanz, TS Trockensubstanz, EL Eluat, PE Probenahmeort

Originalsubstanz

Probenbezeichnung	Maßeinheit	Maßzahl	MP 08/05/08
Pourpoint	°C	OS	30,0
Paraffine	Ma %	OS	51,0
Aschegehalt	Ma %	OS	<0,0100
Koksrückstand G.	Ma %	OS	0,0210
Aromaten	Ma %	OS	39,0
Dichte	g/cm <sup>3</sup>	OS	0,904
Viskosität 60 °C	mm <sup>2</sup> /s	OS	7,40
Viskosität 100 °C	mm <sup>2</sup> /s	OS	4,85

Ank.: OS Originalsubstanz, TS Trockensubstanz, EL Eluat, PE Probenahmeort

Trockenmasse

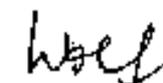
Probenbezeichnung	Maßeinheit	Maßzahl	MP 08/05/08
Nickel	mg/kg	TS	<2,00
Schwefel	Ma %	TS	0,0670
Vanadium	mg/kg	TS	<2,00
Chlor	Ma %	TS	0,470
Jod	Ma %	TS	<0,100
Wasserstoff	Ma %	TS	11,4
Kohlenstoff	Ma %	TS	87,1
Stickstoff	Ma %	TS	0,0630

Ank.: OS Originalsubstanz, TS Trockensubstanz, EL Eluat, PE Probenahmeort

  
G. Kandler

Qualitätssicherung

Lebz.g. 09.09.2016

  
Dr. B. Wolf

Laborleiter

## Anlage 10

### Logmed Cooperation GmbH - Überschlägige GuV / Liquiditätsplanung

TKR 500

#### Normal Case

Geschäftsjahre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Anlagenauslastung (5.000 t/a)		50%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<b>Auszahlungen</b>										
Investitionen (T€)	4.201									
Anlagenbau (inkl. Desinfektion)	2.400									
TLT-Anlage	490									
Montage	188									
Grundstück	69									
Annahmehalle	94									
Infrastruktur und Medien	281									
Büro- und Personalcontainer	125									
Sonstiges	300									
<b>Anlaufkosten</b>										
Konstruktionsplanung	200									
Zertifizierung	60									
<b>Markteinführung</b>										
Management	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
<b>Betriebskosten</b>										
Katalysatorkosten	0	33	65	65	65	65	65	65	65	65
Wartung, Ersatz und Verschleiß		82	142	142	142	142	142	142	142	142
Personalkosten	120	240	240	240	240	240	240	240	240	240
Transport und Versicherung	5	22	44	44	44	44	44	44	44	44
Sonstiger Verbrauch	20	39	77	77	77	77	77	77	77	77
Entsorgung Abfall	0	43	85	85	85	85	85	85	85	85
<b>Vertriebskosten</b>										
Summe	4.471	597	763	763	763	763	763	763	763	763
<b>Einzahlungen</b>										
Umsatz	0	1.106	2.213	2.213	2.213	2.213	2.213	2.213	2.213	2.213
Verkaufspreis [Euro/t]	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
Rohstoffe / Abfall [t/a]	0	2.500	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Annahmepreis Abfall [Euro/t]	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
Ertrag Produktöle [t/a]	0	1.875	3.750	3.750	3.750	3.750	3.750	3.750	3.750	3.750
Summe	0	1.106	2.213	2.213	2.213	2.213	2.213	2.213	2.213	2.213
<b>Einzahlungs-Auszahlungs-Saldo</b>	<b>-4.471</b>	<b>509</b>	<b>1.449</b>							
Abschreibungen (10 Jahre)		384	384	384	384	384	384	384	384	384
kalk. Zinsen (8%)	285	285	254	223	192	162	131	100	70	39
<b>Gewinn/Verlust vor Steuern</b>	<b>-555</b>	<b>-180</b>	<b>812</b>	<b>842</b>	<b>873</b>	<b>904</b>	<b>934</b>	<b>965</b>	<b>996</b>	<b>1.026</b>
<b>Umsatzrentabilität (In%)</b>	<b>0%</b>	<b>-14%</b>	<b>37%</b>	<b>38%</b>	<b>39%</b>	<b>41%</b>	<b>42%</b>	<b>44%</b>	<b>45%</b>	<b>46%</b>
										Stand: 30.7.09
Kum. Gewinn/Verlust	-555	-714	97	940	1.813	2.716	3.651	4.616	5.611	6.638
Kum. Einzahlungen	0	1.106	3.319	5.531	7.744	9.956	12.169	14.381	16.594	18.806
Kum. Auszahlungen	4.471	5.068	5.832	6.595	7.358	8.122	8.885	9.648	10.411	11.175

## Worst Case

Geschäftsjahr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Anlagenauslastung (5.000 t/a)		50%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<b>Auszahlungen</b>										
Investitionen (T€)	4.201									
Anlagenbau (inkl. Desinfektion)	2.400									
TLT-Anlage	490									
Montage	188									
Grundstück	63									
Annahmehalle	94									
Infrastruktur und Medien	281									
Büro- und Personalcontainer	125									
Sonstiges	300									
<b>Anlaufkosten</b>										
Konstruktionsplanung	200									
Zertifizierung	60									
Markteinführung	30	30								
Management	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
<b>Betriebskosten</b>										
Katalysatorkosten	0	33	65	65	65	65	65	65	65	65
Wartung, Ersatz und Verschleiß		82	142	142	142	142	142	142	142	142
Personalkosten	120	240	240	240	240	240	240	240	240	240
Transport und Versicherung	5	14	28	28	28	28	28	28	28	28
Sonstiger Verbrauch	20	25	49	49	49	49	49	49	49	49
Entsorgung Abfall	0	43	85	85	85	85	85	85	85	85
Vertriebskosten	15	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Summe	4.471	575	719	719	719	719	719	719	719	719
<b>Einzahlungen</b>										
Umsatz	0	706	1.413	1.413	1.413	1.413	1.413	1.413	1.413	1.413
Verkaufspreis [Euro/t]	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
Rohstoffe / Abfall [t/a]	0	2.500	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Annahmepreis Abfall [Euro/t]	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Ertrag Produktöle [t/a]	0	1.875	3.750	3.750	3.750	3.750	3.750	3.750	3.750	3.750
Summe	0	706	1.413	1.413	1.413	1.413	1.413	1.413	1.413	1.413
Einzahlungs-Auszahlungs-Saldo	-4.471	131	693	693	693	693	693	693	693	693
Abschreibungen (10 Jahre)		384	384	384	384	384	384	384	384	384
kalk. Zinsen (8%)	285	285	254	223	192	162	131	100	70	39
Gewinn/Verlust vor Steuern	-555	-538	56	86	117	148	178	209	240	270
Umsatzrentabilität (In%)		-76%	4%	6%	8%	10%	13%	15%	17%	19%
Stand: 30.7.09										
Kum. Gewinn/Verlust	-555	-1.092	-1.037	-950	-833	-686	-507	-298	-59	212
Kum. Einzahlungen	0	706	2.119	3.531	4.944	6.356	7.769	9.181	10.594	12.006
Kum. Auszahlungen	4.471	5.046	5.766	6.485	7.204	7.924	8.643	9.362	10.081	10.801

## Worst Case - allg. Kunststoffrecycling

Geschäftsjahr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Anlagenauslastung (5.000 t/a)		50%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<b>Auszahlungen</b>										
Investitionen (T€)	3.708									
<b>Anlagenbau (ohne Desinfektion)</b>	1.950									
TLT-Anlage	490									
Montage	180									
Grundstück	63									
Annahmehalle	90									
Infrastruktur und Medien	270									
Büro- und Personalcontainer	125									
Sonstiges	280									
<b>Anlaufkosten</b>										
Konstruktionsplanung	200									
Zertifizierung	60									
Markteinführung	30	30								
Management	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
<b>Betriebskosten</b>										
Katalysatorkosten	0	33	65	65	65	65	65	65	65	65
Wartung, Ersatz und Verschleiß		70	119	119	119	119	119	119	119	119
Personalkosten	120	240	240	240	240	240	240	240	240	240
Transport und Versicherung	5	13	26	26	26	26	26	26	26	26
Sonstiger Verbrauch	20	23	46	46	46	46	46	46	46	46
Entsorgung Abfall	0	43	85	85	85	85	85	85	85	85
Vertriebskosten	15	30	30	30	30	30	30	30	30	30
<b>Summe</b>	<b>3.978</b>	<b>561</b>	<b>691</b>							
<b>Einzahlungen</b>										
Umsatz	0	656	1.313	1.313	1.313	1.313	1.313	1.313	1.313	1.313
Verkaufspreis [Euro/t]	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
Rohstoffe / Abfall [t/a]	0	2.500	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
<b>Annahmepreis Abfall [Euro/t]</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Ertrag Produktöle [t/a]	0	1.875	3.750	3.750	3.750	3.750	3.750	3.750	3.750	3.750
<b>Summe</b>	<b>0</b>	<b>656</b>	<b>1.313</b>							
<b>Einzahlungs-Auszahlungs-Saldo</b>	<b>-3.978</b>	<b>95</b>	<b>621</b>							
Abschreibungen (10 Jahre)		337	337	337	337	337	337	337	337	337
kalk. Zinsen (8%)	249	249	222	195	168	141	114	87	60	34
<b>Gewinn/Verlust vor Steuern</b>	<b>-519</b>	<b>-491</b>	<b>83</b>	<b>90</b>	<b>117</b>	<b>143</b>	<b>170</b>	<b>197</b>	<b>224</b>	<b>251</b>
<b>Umsatzrentabilität (In%)</b>		<b>-75%</b>	<b>5%</b>	<b>7%</b>	<b>9%</b>	<b>11%</b>	<b>13%</b>	<b>15%</b>	<b>17%</b>	<b>19%</b>
										Stand: 30.7.09
Kum. Gewinn/Verlust	-519	-1.010	-947	-857	-741	-597	-427	-229	-5	246
Kum. Einzahlungen	0	656	1.969	3.281	4.594	5.906	7.219	8.531	9.844	11.156
Kum. Auszahlungen	3.978	4.539	5.231	5.922	6.613	7.305	7.996	8.687	9.378	10.070

Deutsche Bundesstiftung Umwelt  
- Ref. 23, Herrn F.-P. Heidenreich -  
An der Bornau 2  
49090 Osnabrück

Halle, den 31.07.2009

**Ihr Zeichen: AZ 25590-23**

**Förderprojekt**

**„Entwicklung und wissenschaftliche Begleitung einer Technologie zur Erzeugung von synthetischem Öl aus Kunststoffabfällen der Krankenhäuser zur klima-relevanten Substitution von Rohöl“**

## **Abschlußbericht**

**Inhalt**

	<i>Seite</i>
Projektdatenblatt der DBU (Zusammenfassung)	3
1.) Ziele des Projekts	5
2.) Projektverlauf	7
3.) Besondere Rahmenbedingungen und Umstände	12
4.) Ergebnisse	14
4.1.) Das Inputmaterial	14
4.2.) Die Produkte	15
4.3.) Technologieentwicklung	17
4.4.) Die Analytik	20
4.5.) Energiebilanz	20
4.6.) Vorläufige ökologische Bilanz	23
4.7.) Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	23
5.) Offene Fragen und Aufgaben	23
6.) Zur Patentsituation	24
7.) Aussichten	24

## Anlagen

<i>Anlage 1:</i>	Logmed-Desinfektionsanlage	<b>26</b>
<i>Anlage 2:</i>	Fließschema TKR 10/50 (aktueller Entwicklungsstand)	<b>27</b>
<i>Anlage 3:</i>	Auszüge aus dem Mailverkehr 2009 des <b>Steinbeis Transferzentrum RTM</b> mit dem Bundesamt für Statistik zur Branchenzuordnung von Betrieben der rohstofflichen Verwertung und Veredlung von Abfällen	<b>28</b>
<i>Anlage 4:</i>	REACH-Vorregistrierung für drei Logmed-Produkte aus der Kunststoffabfallverölung	<b>34</b>
<i>Anlage 5:</i>	Laboranalyse Gasprobe (Beispiel)	<b>35</b>
<i>Anlage 6:</i>	TLT-Trenntechnik	<b>36</b>
<i>Anlage 7:</i>	DEKRA-Feststoffprobe (Beispiel)	<b>38</b>
<i>Anlage 8:</i>	Laboranalyse Siedeverlauf (Beispiele)	<b>41</b>
<i>Anlage 9:</i>	Laboranalyse Produktöl (Beispiele)	<b>45</b>
<i>Anlage 10:</i>	Überschlägige GuV / Liquiditätsplanung	<b>48</b>

**Projektkennblatt**  
der  
**Deutschen Bundesstiftung Umwelt**



Az	<b>25590</b>	Referat	<b>23</b>	Fördersumme	<b>98.820,00 €</b>
<b>Antragstitel</b>		<b>Entwicklung und wissenschaftliche Begleitung einer Technologie zur Erzeugung von synthetischem Öl aus Kunststoffabfällen der Krankenhäuser zur klimarelevanten Substitution von Rohöl</b>			
<b>Stichworte</b>		Abfall, Emissionen, Rohstoffe, Substitution			
Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)		
<b>24,5 Monate</b>	<b>17.07.2007</b>	<b>31.07.2009</b>	<b>1</b>		
Zwischenberichte					
<b>Bewilligungsempfänger</b>	<b>LOGOIL Cooperation GmbH</b>			Tel.	0345 - 4780-230
	Daniel-Vorländer-Str. 8			Fax	0345 - 4780-233
	06120 Halle/Saale			Projektleitung	
				Helmut Göldner	
			Bearbeiter		
			Dr. Jens-Andreas Böttger		
<b>Kooperationspartner</b>		FH Merseburg Geusaer Str. , 06217 Merseburg, Tel. 03461 - 462953			

### ***Zielsetzung und Anlaß des Vorhabens***

Im Produkt existierender Logmed-Anlagen zur Desinfektion, Entwässerung und Zerkleinerung von Abfällen des Gesundheitswesens sind bis zu 80% hochwertige Kunststoffe enthalten. Diese werden mit dem Abfall nach seiner Desinfizierung bislang kostenpflichtig in Abfallverbrennungsanlagen thermisch entsorgt. Ziel des Vorhabens war die Entwicklung einer Technologie zur Abtrennung und weitergehenden, rohstofflichen Verwertung der hochwertigen Inhaltsstoffe zu synthetischem Öl. Damit können die natürlichen Erdölressourcen geschont, die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Abfallverbrennung vermieden und Krankenhauskosten bei einer Wertschöpfung aus Recycling des Krankenhausabfalls sowie durch Vereinfachung der krankenhausesinternen Versorgungslogistik nachhaltig gesenkt werden. Eine funktionierende Technologie zur Verölung von Kunststoffen eröffnet darüber hinaus dem gesamten Kunststoffabfall-Recycling neue Möglichkeiten.

### ***Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden***

1. Analyse der verschiedenen Kunststofffraktionen im durchschnittlichen, desinfizierten Krankenhausabfall und Ermittlung der jeweils optimalen Bedingungen für den thermodynamischen Crackprozeß, z.T. unter Verwendung unterschiedlicher Katalysatoren und der Ermittlung von prozeßabhängigen Massebilanzen.
2. Optimierung und inputabhängige Anpassung des vorgeschalteten Nass-Trenn- und -Sortierverfahrens; Ermittlung von nicht verölungsfähigen, aber stofflich verwertbaren Sortierfraktionen.
3. Input- und katalysatorabhängige Abbildung des Strömungsverhaltens verschiedener Mischkunststoffe, u.a. unter Verwendung eines speziellen Versuchsreaktors aus Acrylglas, zur Ermittlung von Basiswerten für die Anpassung der Meßtechnik sowie zur Optimierung der Thermodynamik des Prozesses.
4. Entwicklung von Analytik-Algorithmen von der Analyse des Inputs und der Prozeßgase bis zur Analyse der Produkte des Depolymerisationsprozesses (Öle, Benzin, Naphtha, Paraffine etc.)
5. Entwicklung und Erprobung konstruktiver Lösungen für einzelne Anlagenkomponenten der Depolymerisationsanlage (Heizsystem, Materialein- und -austrag, Wärmeprozessführung, Eigenenergieversorgung etc.)
6. Entwicklung und Erprobung einer inputabhängigen, interaktiven, prozeßoptimierten Steuerungssoftware.
7. Betriebswirtschaftliche Optimierung des Gesamtprozesses.
8. Erstellung einer input- und anlagenbezogenen Energiebilanzanalyse als Nachweis der höheren Effizienz der Verölung gegenüber der thermischen Entsorgung.

## **Ergebnisse und Diskussion**

1. Das FuE-Vorhaben erwies sich in der Realisierung als komplizierter und komplexer, als ursprünglich absehbar. Es konnte dennoch – nach zweimaliger Verlängerung von je einem halben Jahr – erfolgreich abgeschlossen werden. Die Technologie zur Verölung der Kunststoffe in Krankenhausabfällen wurde bis zur Überführung in die Serienreife gebracht. Die mehrfach umgebaute Technikumsanlage arbeitet seit Mai 2009 kontinuierlich und ist in der Lage, je nach Inputstoff hoch- und mittelwertige Leichtöle sowie als Nebenprodukte verwertbares Paraffin, Schweröl, Naphtha und Prozeßgas herzustellen, insgesamt 1 t täglich. Ein Gutachten belegt die Motortauglichkeit der produzierten Leichtöle. Ein mit einem Öl-Wasser-Gemisch über vier Monate betriebenes BHKW weist ausgezeichnete Verbrennungs- und Leistungsparameter vor.
2. Die serienreifen Anlagen werden 2011 zur Verfügung stehen und eine Tageskapazität von mind. 10 t bzw. eine Jahreskapazität von mind. 3.500 t haben. Für verschiedene Stoffströme können Anlagen mehrzünftig gebaut und dadurch insgesamt effektiver betrieben werden.
3. Dem Hinweis des beratenden *Steinbeis-Transferzentrums RTM* folgend, wurde auf Basis der Inputanalysen zunächst eine trennscharfe Vorsortierung des Kunststoff-Inputs gesichert, da für den technologischen Kernprozeß – die katalytische Niedertemperaturkonvertierung – nur bestimmte Kunststoffarten geeignet sind: weitestgehend alle Arten von Polyolefinen und Polycarbonate. Mit einer Schwimm-Sink-Anlage wurden nach anfänglichen Pumpenproblemen die erforderlichen Reinheitsgrade bei der Trennung erreicht. Gleichzeitig können aus den Kunststoffgemischen Fraktionen aussortiert werden, die nicht verölt, aber als hochwertige Recyclate verkauft werden können, z.B. PVC und PET. Die Trennung erfolgte bislang nur mit Wasser. Tests mit weiteren Trennflüssigkeiten für weitere Trennstufen bzw. Kunststoffgemische werden – bei Bedarf – später erfolgen.
4. Für die Ermittlung der inputabhängig optimalen Reaktortemperatur und für die Auswahl des richtigen Katalysators wurde unter Einbeziehung der DEKRA ein Analytik-Algorithmus entwickelt, mit dem eine effektive Prüfung der Inputstoffe, der Produkte und eine schnelle Feinjustierung der Anlage möglich ist.
5. Die aufwendigste Entwicklungsarbeit war an der Reaktoreinheit zu leisten. Als Hauptprobleme erwiesen sich der Materialeintrag, das Heizsystem und damit verbunden die Temperaturführung, die Füllstandsmessung sowie die Behandlung des Sumpfes. Mit Ausnahme der Füllstandsmessung im Reaktor, die noch zu ungenau und zu anfällig ist, konnten alle Probleme gelöst werden. Parallel wurde die Prozeßsteuerung auf Basis Siemens S7 entwickelt und mit jedem Umbau der Anlage sowie mit jeder neuen Erkenntnis über Inputmaterial und Prozeß angepaßt. Ziel ist eine teilweise bedienerlose Produktion und ferngesteuerte Überwachung.
6. Das geplante FuE-Budget für das Projekt wurde aufgrund der genannten und weiteren Probleme um über 122% überzogen. Die Mehrkosten wurden von den Gesellschaftern aufgebracht.
7. Von den Rahmenbedingungen her sind abfallrechtliche Aspekte und in diesem Zusammenhang die REACH-Klassifizierung sowie die BImSchG-Einstufung offen. Das bedeutet schon jetzt erhebliche wirtschaftliche Nachteile. Positiv kann sich hier auswirken die von *Steinbeis RTM* geklärte Zuordnung solcher Abfallverwerter wie *Logmed* zur rohstoffherstellenden chemischen Industrie.

## **Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation**

Die Ergebnisse des FuE-Vorhabens werden durch Presse, Fachartikel, Messen und weitere Verkaufsfördermaßnahmen öffentlich gemacht. Zielbranchen sind Gesundheitswesen, Recyclingwirtschaft, die Erdöl- und die Kunststoffverarbeitung.

## **Fazit**

1. Die Ergebnisse des FuE-Vorhabens weisen weit über die Entsorgung von medizinischen Abfällen hinaus und sind relevant für über 1 Mio. t verölungsfähiger Kunststoffabfallgemische, die allein in der deutschen Recyclingwirtschaft jährlich anfallen. Internationaler Export der Anlagentechnik ist vorgesehen.
2. Vor diesem Hintergrund und im Hinblick auf das Gesamtkonzept ist das geförderte Unternehmen *Logmed* nach Einschätzung von *Steinbeis RTM* auf dem Weg zum Technologieführer bei der rohstofflichen Verwertung von Kunststoffabfall im Allgemeinen und von medizinischen Abfällen im Besonderen.
3. Nach dem vorläufigen Erkenntnisstand ist bei der stofflichen Verwertung der Krankenhausabfälle neben der betriebswirtschaftlichen auch die Energiebilanz des *Logmed*-Verfahrens der bisherigen Müllverbrennung überlegen und damit aus ökologischer Sicht unverzichtbar.

## 1.) Ziele des Projekts

Die **Logmed Cooperation GmbH Halle** wurde im September 2006 als gemeinsames Unternehmen der Fa. **Energiequelle GmbH** und der **Göldner Umwelt- & Hygienetechnik GmbH** gegründet. Das letztgenannte Unternehmen ist seit fast 30 Jahren erfolgreich auf dem Gebiet der Desinfektion und Sterilisation von krankenhausspezifischen Abfällen sowie bei der Entsorgung von Krankenhausabfällen tätig und hat weltweit 28 Anlagen aus eigener Entwicklung verkauft bzw. auf dem Wege der Dienstleistung im Einsatz.  
(s. **Anlage 1**)

Das Produkt einer Logmed-Anlage ist desinfizierter, entwässerter und geschredderter Krankenhausabfall in Flockenform. Dieser Abfall besteht bis zu 80% aus hochwertigen Kunststoffen.<sup>1</sup> In der Regel wird dieser Abfall nach seiner Desinfektion kostenpflichtig in Sonderabfallverbrennungsanlagen verbracht und thermisch entsorgt. Bei den Abfällen mit dem Abfallschlüssel EAK 18 01 03 (C) zahlen Krankenhäuser, Pflegeeinrichtungen usw. derzeit bis zu 1.800 €/t. Für hausmüllähnliche Abfälle gem. EAK 18 01 04 und 20 03 01 sind im Durchschnitt 130 €/t<sup>2</sup> zu zahlen. Bei einem statistischen Anfall von täglich 1,5 kg Krankenhausabfall je Bett und Tag im deutschen Gesundheitswesen insgesamt werden die Krankenhäuser und Kliniken mit den Entsorgungskosten enorm belastet. Die Entsorgung des Abfalls durch Verbrennung ist angesichts des hohen Gehalts an hochwertigen Kunststoffen und anderen wertvollen Inhaltsstoffen zudem ökologisch äußerst bedenklich.

Seit den 90er Jahren versuchten große Unternehmen wie BASF, Veba Oil (jetzt Eon) und RWE, Kunststoffabfälle wieder zu den eigentlichen Ausgangsstoffen Öl oder Gas rückzuwandeln. Alle Projekte wurden jedoch nach einigen Jahren wieder fallen gelassen, da sich die verschiedenen Technologien als zu anfällig erwiesen, die angestrebte Ölqualität nicht erreicht wurde oder die hohen Kosten keine Wirtschaftlichkeit zuließen. Die zahlreich existierenden Pyrolyseanlagen mit einem relativ breiten Inputspektrum (Altgummi und Reifen, Kunststoffe, Altholz, Klärschlamm etc.) produzieren ebenso allenfalls minderwertige Öle, Gase und Kokse und sind daher bislang nur unter ganz bestimmten Einsatzbedingungen rentabel (hohe Entsorgungsgebühren, Abnehmer für die Produkte, Verkauf von Abwärme und ggf. Strom).

Seit rund 9 Jahren versuchen nun kleinere Technologiefirmen wieder, diese Nische auszufüllen, da der Rohstoff Kunststoffabfall im Zuge endlicher Erdölressourcen immer wertvoller wird. Von den seitdem in Europa errichteten Technikums- oder Pilotanlagen zur Herstellung von hochwertigem Leichtöl aus Kunststoffabfällen arbeitet bis jetzt jedoch keine einzige kontinuierlich und rentabel.

Vor diesem Hintergrund hatte *Logmed Cooperation* die **Zielstellung**,

- die existierende Logmed-Technologie zur Desinfektion an ein nachgelagertes Stofftrennsystem anzupassen,
- ein zuverlässiges Trennverfahren zur Aussortierung nichtverölungsfähiger Kunststofffraktionen zu finden und an die Erfordernisse der zu entwickelnden Verölungs-Technologie anzupassen,
- Analytik-Algorithmen zu entwickeln zur Charakterisierung der Einsatzstoffe, der Prozeßgase und der Reaktionsprodukte und

---

<sup>1</sup> <http://www.energiequelle.de/logoil/070317Projektvorstellungneu>. Zu Flüssigabfällen im Gesundheitswesen s. Artikel von Sebastian Wandmacher in der „Krankenhaus Umschau 2002“. Bei separater Behandlung und Entsorgung (also nicht bei Einleitung in die Kanalisation) kosten die jährlich anfallenden 11.000 t mind. 3.940 €/t. Eine MVA verbraucht dafür ein Heizäquivalent von 717 t Erdöl und emittiert 1.955 t CO<sub>2</sub>.

<sup>2</sup> Stadt Halle z.B. bis 31.09.2009 = 136,04 €, ab 01.10.2009 = 130,90 €.

- ein neuartiges thermokatalytisches Verfahren zur Niedertemperaturkonvertierung und Verölung ausgewählter Kunststoffe zu entwickeln und zu erproben, das ökologischer und effizienter ist als die Müllverbrennung.

**Ökologische Effekte** im einzelnen sind:

- wertvolle Abfallstoffe können zurückgewonnen und existierenden Stoffkreisläufen zugeführt werden,
- die natürlichen Erdöl- und Erdgasressourcen werden geschont.
- Mit der Substitution von mineralischen Treibstoffen und chemischen Grundstoffen durch hochwertige Öle aus Kunststoffabfall soll die CO<sub>2</sub>-Emission einer thermischen Entsorgung nachhaltig und erheblich reduziert werden.
- Krankenhauskosten können bei einer Wertschöpfung aus Recycling des Krankenhausabfalls nachhaltig gesenkt werden.

## 2.) Projektverlauf

Die Vorgehensweise erfolgte in den nachstehenden **Hauptschritten**, wobei diese z.T. nicht in zeitlicher Abfolge, sondern parallel gegangen wurden:

1. Analyse der verschiedenen Kunststofffraktionen im durchschnittlichen, desinfizierten Krankenhausabfall bzw. in den Materialproben der Pharmaindustrie
2. Recherchen über das Crackverhalten der relevanten Kunststoffe; Klärung der Fragen,
  - a. Welche Kunststoffarten und –abfallfraktionen sind verölungsfähig, welche müssen aussortiert werden? Versuchspraktische Überprüfung von aus der Literatur bekannten Ergebnissen katalytischer Spaltprozesse
  - b. Ermittlung relevanter Stoffparameter der jeweiligen zwar vorsortierten, z.T. aber noch sehr heterogenen Abfallfraktionen nach:
    - i. C-H-O-Verhältnis
    - ii. Schmelzpunkt
    - iii. Siedepunkt
    - iv. Chlor- und Schwefelgehalt
    - v. Aschegehalt
  - c. Erfassung der Stoffparameter des Inputmaterials vor dem Cracken zur Reduzierung von Fehlversuchen und Sicherung optimaler Testläufe, Analyse der Prozeßgase im Reaktor sowie Produktanalyse (Gase, Öle, Benzinfraktionen, Paraffine, Sumpf).
  - c. Analyse des inputabhängigen, thermodynamischen Crackprozesses unter Verwendung unterschiedlicher Katalysatoren; Ermittlung optimaler Cracktemperaturen, Korngrößen, ggf. Mischungsverhältnissen von verschiedenen Abfällen sowie von prozeßabhängigen Massebilanzen.
3. Entwicklung der einzelnen Anlagenkomponenten
  - a. Anpassung der Materialaufbereitung (Schredder) und der TLT-Nass-Trennanlage
  - b. Anpassung des Materialeintrages – Trocknungs-, Eintrags- und Transportschnecken unter Verwendung eines zusätzlichen, neuen Turbinensystems (Nutzung der Schneckensysteme aus der Logmed-Desinfektionstechnologie)
  - c. Entwicklung und Bau der Versuchsanlage, Kapazität 10 – 50 kg/h
    - i. Heizungssystem, Wärmeführung
    - ii. Reaktor
    - iii. Pumpensystem
    - iv. Meßsystem, insbes. Füllstandsmessung
    - v. Destillation, Filter
    - vi. Produktaustrag, Sumpfumlauf, Störstoffaustrag
    - vii. Gasspeicher, Abluftsystem
    - viii. Steuerungssystem.

4. Produkttests (Labor, Motortests usw.); Evaluierung der Wirtschaftlichkeit; Energie- und Ökobilanz
5. Klärung/Sicherung der Rahmenbedingungen
  - a. BlmschG-Genehmigung
  - b. Produkt-Klassifizierung, Optimierung der Produktpalette, Produktvermarktung
  - c. Eigene Schutzrechte sichern, die von Dritten nicht verletzen.

**Folgende Hauptprobleme waren zu bewältigen:**

1. Technische Probleme bei der TKR-Entwicklung
  - a. Heizsystem, Wärmeeintrag: Eine im ersten Versuchsreaktor verwendete elektrische Heizung mit Quarzsand als Wärmeträger hat sich als äußerst ungeeignet erwiesen – elektrische Stabheizung und aufgeklebte Heizwendel zu energieintensiv; schlechter, sehr langsamer und inhomogener Wärmeeintrag; fehlende Temperaturbegrenzung nach oben usw.



*Erste Heizungsanlage*

Nach einem Defekt an der Heizanlage kam es zu in einer Auseinandersetzung zwischen dem Anlagenbauer und dem Lieferanten der Elektroheizung.

**Lösung:** Mit dem Umbau des Reaktors Implementierung eines neuen Heizsystems auf Basis Wärmeträgeröl im doppelwandigen Reaktor mit effektiver, gradgenauer, gut regelbarer, zeitnaher Temperaturführung.

- b. Füllstandsmessung: Die handelsüblichen Füllstandmessungen erwiesen sich angesichts der im folgenden beschriebenen Reaktionsbedingungen im Reaktor als nicht zuverlässig genug:

- i. Hohe Reaktorbetriebstemperatur 340 – 375 Grd. C
- ii. Reaktorstrudel durch Rührgerät
- iii. Schaum auf dem flüssigen Material
- iv. Fließender Übergang von flüssiger zur Gasphase

Verschiedene Meßsysteme und –sonden wurden probiert; bis zum Projektende befinden sich noch verschiedene Füllstandsmeßtechnologien in der Erprobungsphase. Der u.a. zur Verifizierung des Strudelverhaltens gefertigte **Acrylglasreaktor** vermag nur annäherungsweise die realen Reaktorbedingungen zu nachzubilden.



Acrylglasreaktor

**Lösung:** Ist noch offen; z.Z. werden eine neue, radargeführte Meßsonde sowie eine mechanische Meßtechnik erprobt.

- c. Verstopfung der Produktzufuhr: Die anfänglich fehlenden Erfahrungen im Temperaturmanagement führten dazu, dass es in den Schnecken zu Verklebungen kam, bevor sie vollständig leer gefahren waren. Diese Schnecken mußten ausgewechselt bzw. die Kunststoffpropfen aufwändig beseitigt werden.

**Lösung:** Erneuerung und Verstärkung der Schneckensysteme und Einbau von Verschleißschienen.



Verstopfte Eintragsschnecke

- d. Sumpf-Umlauf für maximale Ausbeute des Crackprozesses und Filterung des Sumpfes: Die Ausbeute war in den ersten Versuchsreihen relativ gering, der Anteil crackfähiger Kunststoffe im Sumpf dagegen noch recht hoch.

**Lösung:** Nach dem Reaktor wurden eine 2. Pumpe und ein neues Filtersystem auf der Basis von 2 parallelen Filtertöpfen mit entsprechenden Sieben (Bypass-Prinzip) eingebaut. So geht fließ- und crackfähiges Material wieder in den Reaktor zurück. Damit wird neben der Ausbeute die Produktqualität höher. Außerdem wurde so eine zusätzliche Möglichkeit für eine Reaktor-entleerung geschaffen, s. **Anlage 2**, TKR-Komponenten 21, 10, 14.

- e. Anlagensicherheit: Neuralgischer Punkt einer drucklosen Niedertemperatur-konvertierungsanlage ist der Produktaustrag. Kommt es dort zu Verstopfungen, kann der Reaktor Schaden nehmen.

**Lösung:** Produktpumpe und Sumpfpumpe wurden mit jeweils eigener Energiezufuhr ausgestattet. Generell wurde die Elektroenergieversorgung für den thermischen Kreislauf (Reaktor) getrennt von der für die sonstigen Komponenten (z.B. Filterbeheizung, Abluft usw.) ausgelegt. Über Sicherheitsarmaturen und -ableitungen kann die Anlage heruntergefahren werden. Durch integrierte Sensortechnik wird der gesamte Prozeß überwacht, geregelt und gespeichert.

## 2. Probleme bei der Materialvorbereitung

- a. Vom technologischen Ansatz her hat sich die TLT-Anlage zur sauberen Trennung der Kunststofffraktionen bewährt. Es trat vorzeitiger Verschleiß der gelieferten Pumpen auf.

**Lösung:** Zusammen mit der Fa. *Speck-Pumpen* wurden Pumpensysteme entwickelt und dem Trennprozeß angepaßt. Weiterhin ist es nun möglich, größere Teile im Material mit zu verarbeiten

- b. Nach dem Trennvorgang im Schwimm-Sink-Verfahren enthält das Inputmaterial nach Passieren der Rüttelsiebe noch einen Wasseranteil von ca. 25%. Die Trocknung erfolgt durch Aufheizung zwischen 120 bis 140 °C in der Einführschnecke.

**Lösung:** Eine künftige Serienanlage wird die Vorwärmung durch eine Wärmeversorgung auf der Basis des Produktgases erhalten. Zusätzlich kann die Abwärme eines BHKW's, das auch eine autarke Stromversorgung der ganzen Anlage ermöglicht, genutzt werden.

### 3.) Besondere Rahmenbedingungen und Umstände

#### 1. Kooperationspartner

Im Verlaufe des Projekts mußten die Aufgaben des Gemeinschaftspartners **FH Merseburg** mehrfach geändert werden. Eine tragende Teilleistung war zunächst die Entwicklung der Steuerungssoftware für die TKR 10/50 durch Prof. Rainer Winz. Da für die Logoil-Anlagen anfangs die Steuerungssoftware für die vorgeschaltete Logmed-Desinfektionsanlage anzupassen war und sich mithin die förderfähigen von den nicht förderfähigen Leistungen nicht mehr sauber abgrenzen ließen und zudem das DBU-Teilbudget zugunsten der Reaktor-Entwicklung reduziert werden mußte, wurde die Softwareentwicklung aus dem Förderprojekt genommen und aus zusätzliche Mitteln der Logmed-Gesellschafter getragen. Dafür wurden dann die Möglichkeiten der Hochschule zur Durchführung von Tests der Produktöle und -benzine im Hinblick auf ihre Motortauglichkeit in Anspruch genommen.

Fachjournalist **Ingo Leipner** und die **Forschungsstätte der Evangelischen Studiengemeinschaft FEST e.V.** waren vertraglich gebunden worden, eine Energiebilanzstudie zu erarbeiten, in der im Wesentlichen die rohstoffliche Verwertung von Kunststoffabfall zu Ölen verglichen werden sollte mit der thermischen Verwertung in MVA. Nachdem die erforderlichen Werte der TKR 10/50 vorlagen, stellte sich heraus, daß die unterschiedlichen Auffassungen über die Art und Weise der Datenzusammenstellung und -verarbeitung nicht vereinbar waren. So übernahm kurzfristig Prof. Dr. T. Martin von der *FH Merseburg* den Auftrag.<sup>3</sup> Aufgrund der o.g. Budgetumschichtung mußten auch die Fortführung der Beratung durch **Steinbeis RTM** zu rd. 50% aus der DBU-Förderung gestrichen und aus den zusätzlichen Eigenmitteln von Logmed getragen werden.

#### 2. BlmSchG-Genehmigung

Die Technikumsanlage TKR 10/50 kann auf Basis § 1 Abs. 6 der 4. BlmSchV genehmigungsfrei arbeiten. Aber im Hinblick auf die spätere Pilotanlage entschied das Landesverwaltungsamt Halle vorsorglich, das Logoil-Verfahren nicht als physikalisch-chemisches Behandlungsverfahren (wie beim – mittlerweile insolventen – niedersächsischen Mitwettbewerb *Clyvia GmbH*) zu betrachten, sondern als thermische Abfallbehandlung, und somit das entsprechend „schärfere“ Genehmigungsverfahren gem. Pkt. 8.1 a. Spalte 1 des Anhangs der 4. BlmSchV zu beauftragen.

Fazit: Im Zusammenhang mit der neuen Abfallrichtlinie der EU und der darin geforderten Bevorzugung der stofflichen vor der thermischen Verwertung und vor dem Hintergrund der mittlerweile geklärten Branchenzuordnung solcher Firmen wie *Logmed Cooperation* zum Verarbeitenden Gewerbe bzw. zur Chemischen Industrie (s. **Anlage 3**) ist eine bundeseinheitliche Regelung für entsprechende BlmSchG-Verfahren zu initiieren. Empfohlen wird eine Einstufung nach Pkt. 8.10, Spalte 2 (chem.-physikalische Behandlung).

#### 3. Abfallrechtliche Aspekte

Nach noch geltendem deutschem Abfallrecht ist *Logmed Cooperation* mit Inbetriebnahme der Pilotanlage ein genehmigungspflichtiger Abfallentsorgungsbetrieb. Das angenommene Inputmaterial hat i.d.R. eine Abfallschlüssel-Nummer.

---

<sup>3</sup> Diese Leistung der FH Merseburg konnte aus hochschulinternen Gründen ebenso wie die Motortestreihe nicht über Personalkostenerstattung, sondern nur als normale umsatzsteuerpflichtige Leistung abgerechnet werden. Aus diesen Gründen mußte das anteilige DBU-Förderbudget um 2.400 € abgesenkt werden, da nur noch der geringere Fördersatz für externe Leistungen zum Ansatz gebracht werden konnte.

Insofern handelt es sich bei der Katalytischen Niedertemperaturkonvertierung um eine Abfallentsorgungsanlage. D.h., trotz Stoffumwandlung würden die Produkte allenfalls den Charakter von Recyclaten haben, keineswegs aber als Neuware deklariert werden dürfen. Die Produkte sind dann - derzeit - weiterhin Abfall mit entsprechenden Abfallschlüssel-Nummern.<sup>4</sup> Das hätte enorme Auswirkungen auf die Verkaufbarkeit der Produkte, entsprechend geringe Preise, keine Weiterverarbeitung oder -verwendung der Produkt-Öle dort, wo der Einsatz von Recyclaten untersagt oder begrenzt ist, usf. Wenn die neue EU-Abfallrichtlinie<sup>5</sup> in deutsches Recht überführt sein wird, würde das Inputmaterial nach der Verarbeitung in einer Logoil-Anlage zwar seine Abfalleigenschaft verlieren. Aber die Produkte wären sofort REACH-pflichtig. Neben den enormen Kosten und Fristen einer REACH-Anmeldung bedeutet dies, enge Produktparameter einhalten zu müssen, was bei der üblichen Inhomogenität des Inputmaterials u.U. schwer sicherzustellen ist.

Fazit: Es ist eine generelle Klärung der abfall- und REACH-rechtlichen Probleme bei rohstofflichem Recycling im Allgemeinen und bei der Verölung von Kunststoffabfällen im Besonderen nötig! Logmed hat dennoch vorsorglich die REACH-Vorregistrierung für die Hauptprodukte eingereicht (s. **Anlage 4**).

---

<sup>4</sup> Über die unhaltbare Rechtssituation in Dt. s. Jahresbericht 2007 der Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall LARA; [http://laga-online.de/laganeu/images/stories/pdfdoc/allgemein/LAGA\\_JaBer\\_2007.pdf](http://laga-online.de/laganeu/images/stories/pdfdoc/allgemein/LAGA_JaBer_2007.pdf), S. 9f.

<sup>5</sup> s. RL 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19.11.2008 über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien

## 4.) Ergebnisse

### 4.1.) Das Inputmaterial

Auf der Grundlage bereits vorliegender Erkenntnisse über die Schmelz- und Siedepunkte der verschiedenen Kunststoffarten sowie über deren Crackverlauf mußte jeder aus dem Krankenhausabfall separierte Kunststoff – auch nach der TLT-Trennung – gesondert getestet werden, da es sich i.d.R. niemals um reine Monofractionen handelt und die für die Verölung relevanten Parameter immer von der Normkurve abweichen. Als wesentliche Erkenntnis aus den über 120 bislang mit der TKR 10/50 durchgeführten Materialtests bleibt daher festzuhalten, dass eine Feinjustierung des Crackprozesses stets auf den konkreten Inputstoff abgestimmt sein muß und nicht allein auf die in der Fachliteratur ermittelten Werte für reine Kunststoffe abgestellt werden kann. (Aus diesem Grunde sind auch die bereits erwähnten Analytik-Algorithmen im Vorfeld so wichtig, s. Pkt. 4.4)

Folgende Kunststoffarten bzw. Produkte haben sich als **geeignetes Inputmaterial** erwiesen:

- Polyethylen (PE) und Polypropylen (PP) in allen Variationen und Gemischen
- Polycarbonate, auch im Gemisch mit PE und PP
- Die Verarbeitung von PCB-freien Altölen mit Siedepunkten < 300 °C bzw. deren Beimischung hat überwiegend positive Versuchsergebnisse gebracht. Förderliche Nebeneffekte sind die Reduzierung des Eintrags von Luftsauerstoff, die Verringerung der Verstopfungsgefahr für die Eintragungsschnecke sowie ein besserer Wärmeübergang in der Aufheizphase.

**Nicht geeignet als Inputmaterial sind unter anderem:**

- PVC
- Polysulfone (max. 1%)
- PET

Noch keine Klarheit gibt es bei polyamidbasierten Kunststoffabfällen sowie bei Polyester.

Insgesamt werden die Erkenntnisse aus der Fachliteratur sowie aus ähnlich gelagerten Forschungsprojekten vom Grunde her bestätigt, wobei die positiven Ergebnisse für Polycarbonat so nicht erwartet worden waren.



*Inputmaterial*

Bei dieser Anlagenkonfiguration ist es möglich, die Korngröße zwischen 20 und 40 mm Schreddergut einzustellen. Bei Folien können die Streifen bis zu 10 cm lang sein.

Bei – insbesondere mit Metallen – vernetzten Kunststoffen könnte zusätzlicher Nebeneffekt die Rückgewinnung dieser Metalle aus dem Sumpf sein. Dafür sind jedoch noch weitere Versuchsreihen sowie ein zusätzliches Modul nötig.

#### 4.2.) Die Produkte

Die **Hauptprodukte** der Katalytischen Niedertemperaturkonvertierung von Logmed sind Destillate:

- Diesel / Heizöl
- Fuel Oil / Naphtha
- erdgasähnliches Gas, mit vorwiegend Methan, Ethan, Propen, Propan, i-Butan und Kohlendioxid.

Als **Nebenprodukte** fallen – in Abhängigkeit vom jeweiligen Inputmaterial und der Prozeßführung – in geringem Maße an:

- Schweröl,
- dunkle Wachse sowie
- ein Sumpf mit Reststoffen und sonstigen abgeschiedenen Verunreinigungen.

Sämtliche Nebenprodukte sind verwertbar:

- Das Schweröl, ggf. nach einer Filtration oder Verschneidung mit handelsüblichem Schweröl, kann als Kraftstoff für Schiffsdiesel oder robuste BHKW's genutzt oder zur Weiterverarbeitung der chemischen Industrie zugeführt werden.
- Die Wachs- und Paraffinfraktion ist zwar nicht bleichbar, aber für einfache Produkte in der Wachsbranche verwendbar (z.B. Schuhcreme, Bitumenzuschlagstoff etc.).
- Der Sumpf hat einen Mindestheizwert von > 20.000 kJ und eignet sich zum Einsatz als Zusatzbrennstoff in Heizwerken, in der Zementindustrie usw.



*v.l.n.r.:* Naphtha,  
Diesel, Heizöl

## Diesel / Heizöl:

Das – mengenmäßig gesehen – Hauptprodukt (45 – 85%) kann bei entsprechendem Inputmaterial mit > 80% Polyolefin-Kunststoffen die DIN-Norm EN 51603 für mineralisches Heizöl bzw. der DIN EN 590 für Diesel erfüllen. In der Regel bleiben die verbrennungstechnischen Parameter jedoch etwas unter denen von Diesel. Das Gutachten der *FH Merseburg* zu Konversionsölen aus der TKR 10/50 bestätigt deren volle Motortauglichkeit, mit Abstrichen bei der CO- und der NO<sub>x</sub>-Emission. Bei höheren Drehzahlbereichen waren die Unterschiede zu Diesel am geringsten. Bei der Abgastrübung erreichten die Konversionsöle sogar um 25% bessere Werte als Diesel, ebenso beim Schwefelgehalt. (Das Gutachten kann bei Interesse bei *Logmed Cooperation* angefordert werden.)

Im Dauereigentest wurde ein gebrauchtes MB 8-Zylinder-BHKW mit einer Emulsion aus mittelwertigem Leichtöl und 25 – 30% vollentsalztem Wasser betrieben. Alle Leistungswerte entsprachen denen des reinen Dieselbetriebs (siehe DEKRA-Gutachten).



Deutz-BHKW



BHKW-Modul

### **Rohbenzin / Naphtha:**

ist ähnlich einsetzbar wie die in einer Erdölraffinerie gewonnenen Rohbenzine. D.h., je nach Inputmaterial, Prozeßführung und Destillation können geradkettige und verzweigt-kettige Benzinfraktionen gewonnen werden. Diese können mit vergleichsweise geringem Aufwand z.B. zu normalem Ottokraftstoff, aber auch zu hochwertigen Kraftstoffadditiven weiterverarbeitet werden. Ähnlich dem iso-Octan hat Rohbenzin aus Abbauprozessen von vornherein höhere Oktanzahlen und bietet sich daher als Rohmaterial für Klopfestiger oder Stockpunktsenker (bei DK) an, insbesondere die flüssigen Spaltprodukte aus Polypropylen.

### **Produktgas:**

kann in der Destillation zugunsten der Flüssigprodukte weitestgehend abgereichert werden, ist i.d.R. aber immer ausreichend energiereich, um in gasbetriebenen BHKW's (ggf. in Schwachgasauslegung) eingesetzt zu werden (Laboranalyse s. **Anlage 5**). Im Falle einer angestrebten vollständigen Eigenenergieversorgung ist allerdings ein größeres Aggregat erforderlich, das sowohl mit Gas, als auch mit Öl zu betreiben ist.

### 4.3.) Technologieentwicklung

Der Grundprozeß der Depolymerisation ist seit den 70er Jahren bekannt. Für vergleichsweise reine Polyolefine als Einsatzstoffe und Monofractionen gab es funktionierende technische Lösungen. Die Großunternehmen EON, RWE u.a. zogen sich jedoch aus derartigen Projekten zurück, unter anderem deshalb, weil die Kosten der Aufbereitung zu hoch und die technisch beherrschbaren und bezahlbaren Reststoffe nicht in ausreichenden Mengen vorhanden waren. Die realen Abfallströme am Kunststoffrecycling-Markt ließen mit der damaligen Technik allenfalls dezentrale Nischenprojekte zu. Ende der 90er Jahre trat Dr. Christian Koch mit einer Wiederbelebung der Idee „Reststoffe zu Öl“ an die Öffentlichkeit. Auf der Basis neuer „ionentauschender“, „durchkristallisierter“ Katalysatoren wollte er Depolymerisationsanlagen unter der Bezeichnung „KDV Katalytische Drucklose Verölung“ mit sehr breiter Inputpalette (von Kunststoffgemischen bis zu biologischen Reststoffen) auf den Markt bringen. In Deutschland gibt es nach nun 10 Jahren direkter

Entwicklungsarbeit lediglich Zugang zu der 60 l-KDV-Technikumsanlage in Eppendorf. Das, was an belegbaren Fakten über diese Anlage wie über die KDV-Anlagen in Kanada, Mexiko, Spanien und Bulgarien bekannt ist, belegt:

- Alle diese Anlagen sind noch nicht über die Erprobungsphase hinaus gekommen, obgleich sie z.T. schon mehrere Jahre existieren<sup>6</sup>;
- Funktionstüchtig erweisen sich diese Anlagen vor allem dann, wenn vergleichsweise reine Rohstofffraktionen, z.B. Altöl, Polyolefine usw. verarbeitet werden. Der Nachweis gleichbleibender Ölqualität bei inhomogenem Inputmaterial ist bis heute nicht erbracht.

*Logmed Cooperation* hat bei der eigenen Technologieentwicklung den sicheren Weg eingeschlagen und großes Augenmerk auf die Auswahl, Aufbereitung und Vorsortierung des Inputmaterials gelegt. Auf dieser Basis sind für den Kernprozeß, die Katalytische Niedertemperaturkonvertierung, einfache und originelle Detaillösungen gelungen. In deren Folge weist die Technikumsanlage, die eine Soll-Kapazität von 50 l je Std. hat (und kurzzeitig sogar 100 l / h erreicht), schon bei äußerlicher Betrachtung wesentlich geringere räumliche Ausmaße und weniger Teilprozesse und Teilkomponenten auf als die 60 l-KDV-Anlage von ALPHAKAT. So benötigt die Logoil-Anlage von *Logmed Cooperation* z.B. keine Vakuumpumpen, die Destillationskolonne ist erheblich kleiner ausgelegt usw.



TKR 10/50

<sup>6</sup> S. z.B. [http://alphakat.de/index.php?option=com\\_content&task=blogcate](http://alphakat.de/index.php?option=com_content&task=blogcate): Bei allen genannten Referenzen wird der Charakter als Erprobungsanlage definiert oder die Anlage sei im Umbau ...

Die mittlerweile insolvente *Clyvia GmbH* in Wildenrath applizierte eine Reihe von technologischen ALPHAKAT-Komponenten, hatte bei ihrer CL 500 Plastic aber ebenso wie Dr. Koch zu keiner Zeit das altbekannte Problem der Verteerung des Reaktors in den Griff bekommen. *Clyvia* entwickelte und patentierte deshalb einen Schaber, der den Reaktor bei Bedarf von innen mechanisch säubert. Verteerung ist allerdings ein Nachweis dafür, daß – in diesem Falle wahrscheinlich – Materialeintrag und –aufheizung sowie Temperaturmanagement bis zur Destillation nicht vollständig beherrscht werden.

Die Firma *Gossler Envitech GmbH* hat seit 2005 eine mobile Pilotanlage zur Verölung von Kunststoffabfällen mit einer Jahreskapazität von 1.000 t in Betrieb. Das Verfahren basiert auf einem hauseigenen Patent zum Einsatz eines Chromsilikates als Katalysator. Das Produktöl ist stark paraffinhaltig (bis 40%) und ausschließlich als chemischer Grundstoff zur Weiterverarbeitung in der chemischen Industrie einsetzbar. Vorteil des Verfahrens ist der gegenüber *Logmed* um 40% geringere Investitionsaufwand. Nachteile sind:

- doppelt so hohe Betriebskosten, insbesondere durch hohen Eigenenergieverbrauch (ca. 15% des Heizwertpotentials des eigenen Produktöls), durch anteilig höheren Personalbedarf, durch kurze Reinigungs- und Wartungsintervalle sowie durch die hohen Katalysatorkosten;
- die ebenfalls permanente Verkokung des Reaktors und
- die (u.E. ebenfalls sehr problematische) Leerung bzw. Reinigung des Reaktors mittels eigenem Paraffinöl und Ausleitung in ein Wasserbad.

Eine eigenständige Technologie unter dem Namen SYNTROL will der einzig aussichtsreiche Technologie-Wettbewerber, die Fa. *Nill-Tech GmbH* aus Holzgerlingen, auf den Markt bringen. Seit über vier Jahren ist eine Pilotanlage mit 4.500 t/a in Baar-Siehlbrugg in der Schweiz – allerdings mit vielen Unterbrechungen und Umbauten – in Betrieb. Nill arbeitet ohne Katalysator und hat dadurch etwas höhere Prozeßtemperaturen. Die Technik ist von vornherein auf größere Toleranzen bei der Inputqualität ausgelegt, benötigt dafür aber – ggf. stetig wechselnde – Zuschlagstoffe (z.B. Kalk für die Chlorbindung von PVC-Verunreinigungen) bzw. zusätzliche Anlagenkomponenten um den Crackprozeß herum. Dem patentierten Materialeintrag ist lediglich eine Grobsortierung mit Schredderanlage vorgeschaltet. Infolge dessen sind die Investitionskosten je Jahrestonne Produktöl um ca. 20% höher als bei *Logmed*. Nach Aussagen von Nill soll die erste SYNTROL-Anlage 2011 in Deutschland errichtet werden.<sup>7</sup>

Zusammengefaßt besteht der technologische Fortschritt bei *Logmed Cooperation* vor allem in dem schlüssigen Gesamtkonzept, das auf folgenden Prämissen beruht:

- genaue Auswahl, Analyse und Evaluierung der Kunststoffabfälle;
- anlagenbezogene gründliche Vorsortierung und Aufbereitung des Inputmaterials, zusätzliche Wertschöpfung durch hohe Reinheitsgrade der aussortierten Kunststofffraktionen sowie anderer Inhaltsstoffe des jeweiligen Stoffstroms, s. **Anlage 6**;
- auf das konkrete Inputmaterial exakt zugeschnittene, durch die Analytik und in Technikumsversuchen ermitteltes, gradgenaues Temperatur- und Zeitmanagement vom Materialeintrag über den Reaktordurchlauf bis zur Destillation unter Einbindung material- und/oder prozeßbezogener Katalysatoren, u.a. Zeolith und Tonminerale;
- stoffliche Verwertung von rd. 95% der Inputmasse nach Vortrennung durch TLT, einschließlich der entstehenden Abwärme;
- entsprechend hohe Material- und Energieeffizienz sowie Wirtschaftlichkeit.

---

<sup>7</sup> s. RW Management 2009, Ausgabe 4-5, S. 57

#### 4.4.) Die Analytik

Wie bereits dargestellt, spielt die Analytik im Gesamtkonzept von *Logmed Cooperation* eine entscheidende Rolle. Im Zuge des FuE-Projekts hatte sich folgender Analytik-Algorithmus entwickelt und bewährt:

1. Stufe: DEKRA Umwelt Labor Halle – Analyse des Chlor- und Schwefelgehaltes, des C-H-O-Verhältnisses, Ermittlung von Schmelzpunkt, Siedepunktverlauf und Aschegehalt (s. **Anlage 7**) => Bei geeigneten Parametern Übergang zur
2. Stufe: Laborverölung bei *ASG Leipzig GmbH* in einer eigens von der Fa. *ECH Elektrochemie Halle GmbH* entwickelten „Tischverölungsanlage“; Überprüfung der DEKRA-Ergebnisse; Tests des Depolymerisationsverhaltens, der Produktqualität und –ausbeute sowie Ermittlung der Nebenprodukte (s. **Anlage 8** und **7**) => Vorschläge für Verfahrensführung in der
3. Stufe: Verarbeitung des Testmaterials (mind. eine Reaktorfüllung) in der Technikumsanlage TKR 10/50 und Analyse der Produkte (s. **Anlage 9**) sowie Dokumentation der Steuerungsparameter und der Katalysatorwirkung.

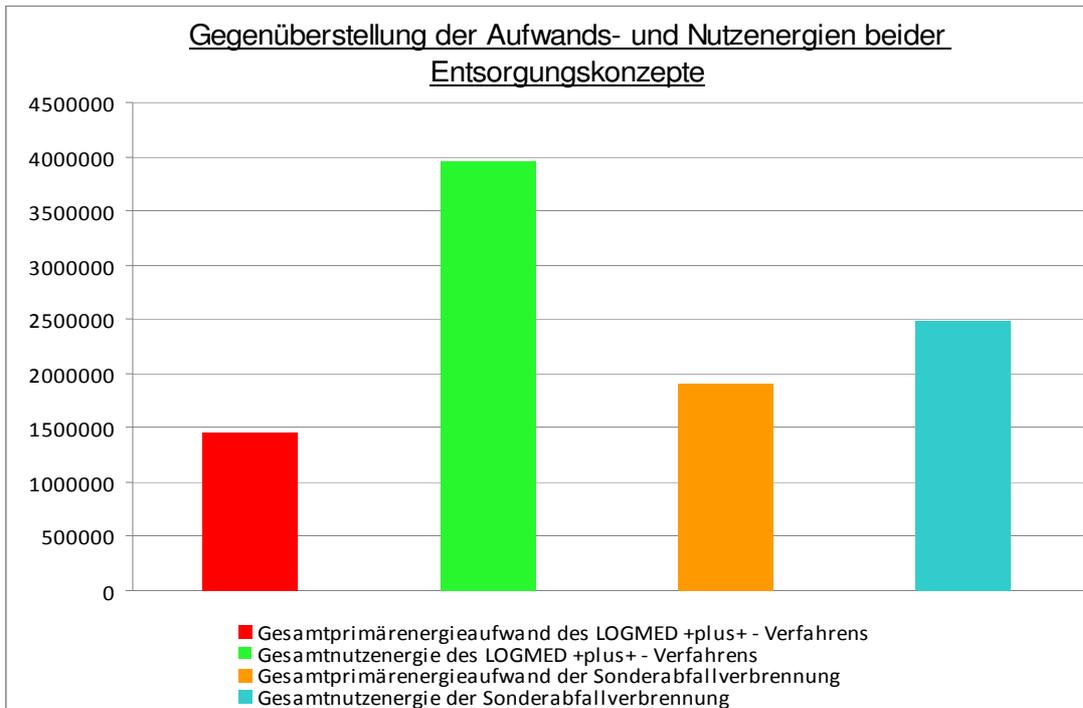
Bis Ende Juli 2009 wurden so mehrere unterschiedliche Testreihen gefahren und Laborprotokolle erstellt. Im Ergebnis der vielfältigen Daten über die verschiedenen Inputmaterialien läßt sich dann auch für neue Abfälle und Kunststoffgemische ein „Stoffdreieck“ bzw. „Stoffparallelogramm“ für eine austarierte Prozeßführung bei der Verölung dieser Gemische in einer TKR-Anlage ermitteln.

#### 4.5.) Energiebilanz

Die **Energiebilanzstudie der FH Merseburg** wurde bezogen auf die existierende Entsorgungslogistik für 170 t infektiösen Krankenhausabfall, beginnend bei der Erfassung in der Klinik über die Zwischenlagerung, den Transport bis zur thermischen Entsorgung in einer der für C-Abfälle vorgeschriebenen Sondermüllverbrennungsanlagen. Demgegenüber gestellt wurde das Logmed+Plus+®Konzept, welches die Erfassung, Desinfektion, Sortierung und Verwertung – einschließlich der Verölung der inerten Kunststoffe – vor Ort sowie die Entsorgung der Restfraktion in der nächstgelegenen Hausmüllverbrennungsanlage beinhaltet.

Der Vergleich der Entsorgungswege „Sonderabfallverbrennung“ und „LOGMED +plus+®“ zeigt, dass sich beide, energetisch betrachtet als auch anlagentechnisch, erheblich voneinander unterscheiden.

Im folgenden Schaubild sind die Beträge der Primäraufwandsenergien und Nutzenergien der beiden untersuchten Entsorgungsvarianten für infektiöse Krankenhausabfälle dargestellt.



Gegenüberstellung der Aufwands- und Nutzenergien beider Entsorgungskonzepte

Der Gesamtprimärenergieaufwand für die Behandlung der infektiösen Krankenhausabfälle ist beim LOGMED +plus+®-Verfahren mit  $1455 \cdot 10^3$  MJ ( $8 \cdot 10^3$  MJ/kg Abfall) wesentlich geringer als bei der Entsorgungsvariante „Sonderabfallverbrennung“ mit  $1911 \cdot 10^3$  MJ ( $11,2 \cdot 10^3$  MJ/kg Abfall).

Außerdem wird bei dem Entsorgungsverfahren LOGMED +plus+® mit  $3960 \cdot 10^3$  MJ ( $23 \cdot 10^3$  MJ/kg Abfall) fast 60 % mehr Nutzenergie zur Verfügung gestellt als bei dem Entsorgungsverfahren Sonderabfallverbrennung mit nur  $2495 \cdot 10^3$  MJ ( $14 \cdot 10^3$  MJ/kg Abfall). Diese Tatsache ist darauf zurückzuführen, dass die krankenhausspezifischen Abfälle beim Entsorgungskonzept Sonderabfallverbrennung unbehandelt verbrannt werden. Diese Abfälle weisen einen Flüssigkeitsanteil auf, der bei 15-20 Masse-% liegt. Zur Verdampfung dieser Flüssigkeiten muss ein Großteil der im Abfall enthaltenen Energie aufgewandt werden. Dieser Energieanteil kann deswegen nicht mehr als Nutzenergie zur Verfügung stehen.

Beim Entsorgungskonzept LOGMED +plus+® wird der krankenhausspezifische Abfall zunächst entwässert und desinfiziert. Der Feuchtigkeitsgehalt der Abfälle verringert sich dadurch auf ca. 10 Masse-%. Nachdem die desinfizierten Abfälle in der TLT-Anlage nach den Fraktionen Polyolefine und Sortierreste getrennt wurden, werden sie zunächst getrocknet. Getrocknete Abfallkleinteile weisen einen Wassergehalt von weniger als 5 Masse-% auf.

Da die in der LOGMED®-Anlage behandelten Abfälle nur noch einen geringen Wassergehalt besitzen, muss beispielsweise bei der Verbrennung der Sortierreste viel weniger Energie zur Verdunstung der Feuchtigkeit aufgebracht werden als bei der Verbrennung unbehandelter krankenhausspezifischer Abfälle. Die in der LOGMED®-Anlage behandelten Abfälle weisen in etwa den doppelten Heizwert von unbehandelten Krankenhausabfällen auf.

Weiterhin muss beachtet werden, dass beim LOGMED +plus+® - Verfahren die gesamte Nutzenergie aus den Abfällen stammt, während ein Teil der Nutzenergie bei der Sonderabfallverbrennung (27 %) aus dem Zusatzbrennstoff gewonnen wird.

Der Netto-Primärwirkungsgrad des LOGMED +plus+® - Konzeptes ist mehr als doppelt so hoch, wie der des Konzeptes Sonderabfallverbrennung. Der Betrag der Netto-Nutzenergie der Entsorgungsvariante LOGMED +plus+® überschreitet den der Entsorgungsvariante Sonderabfallverbrennung um mehr als das Dreifache.

Entsorgungskonzept	Netto-Nutzenergie	Netto-Aufwandsenergie	Netto-Primärwirkungsgrad	Aufwandsgrad
Sonderabfallverbrennung	-	713 · 10 <sup>3</sup> MJ (4,2 · 10 <sup>3</sup> MJ/kg Abfall)	-	-21 %
LOGMED +plus+®	1772 · 10 <sup>3</sup> MJ (10,4 · 10 <sup>3</sup> MJ/kg Abfall)	-	65 %	-

Netto-Energien und Wirkungsgrade der Entsorgungskonzepte

Während bei dem Entsorgungskonzept „Sondermüllverbrennung“ pro kg krankenhausspezifischem Abfall 4,2 MJ Primärenergie aufgewandt werden müssen werden bei dem Entsorgungskonzept „LOGMED +plus+®“ pro kg Abfall 10,4 MJ Nutzenergie zur Verfügung gestellt.

Weitere Vorteile des LOGMED +plus+®-Verfahrens sind die unterschiedlichen Nutzenergiearten. Die verschiedenen synthetischen Öle, das Wachs und das Gas aus der LOGOIL®-Anlage können vielseitig eingesetzt und zumindest zur Gewinnung von thermischer Energie genutzt werden. Des Weiteren ist die Verwertung der Stoffe und somit deren Energienutzung nicht an den Anlagenstandort gebunden. Die Restmüllverbrennungsanlage stellt gleichzeitig elektrische Energie, Wärmeenergie und Dampfenergie zur Verfügung.

Bei der Sonderabfallverbrennung steht Dampfenergie als einzige Nutzenergie zur Verfügung. Sie kann nur als Prozessdampf für technische Zwecke eingesetzt werden und ihre Verwertung muss in der Nähe des Anlagenstandortes erfolgen.

Selbst bei Schwankungen im Energiegehalt der Logmed-Produkte sind die Unterschiede zwischen Verbrennung und Verölung von aus Krankenhausabfall gewonnenen Kunststoffen so signifikant, daß eine Energieeffizienz-Bewertung eindeutig zugunsten von *Logmed* ausfällt.

Wichtig wäre es, die Studie fortzuschreiben und einen Vergleich vorzunehmen zwischen dem Gesamtenergieaufwand bei der thermischen Entsorgung von Reststoffen aus den existierenden Stoffströmen des Kunststoffrecyclings (z.B. DSD-Material, Schredderleichtfraktion oder Ersatzbrennstoffherstellung und -verwendung) einerseits und einer rohstofflichen Verwertung dieser Stoffströme durch die Logmed-Verölungstechnologie andererseits.

Die Studie „Vergleichende Energiebilanz für die Depolymerisation und thermische Verwertung von Polyolefinen am Beispiel des Logoil-Prozesses – Zwischenbericht zum Projekt“ vom 31.07.2009 kann bei Interesse bei *Logmed Cooperation* bezogen werden.

#### 4.6.) Vorläufige ökologische Bilanz

Je Tonne Krankenhausabfall beträgt die Differenz beim Primärenergieaufwand/-ertrag nach vorgenannten Zahlen zwischen Verölung und Sondermüllverbrennung  $14,15 \cdot 10^3$  MJ. Das entspricht dem Energiegehalt von 382 l Heizöl. Diese wiederum entsprechen einem CO<sub>2</sub>-Äquivalent von 1,16 t. D.h., würden jene rd. 11.000 t der jährlich in Sondermüllverbrennungsanlagen entsorgten C-Abfälle des Gesundheitswesens mit dem Logmed-Plus+® Verfahren verwertet werden, ergäbe sich allein bei dieser Abfallgruppe eine jährliche CO<sub>2</sub>-Reduzierung von 12.760 t.

Offen ist, wie groß die zusätzlichen ökologischen Effekte der Einsatz der Logmed-Verölungstechnologie im allgemeinen Kunststoffrecycling wären. Dies könnte bei der vorgeschlagenen Fortschreibung der Energiebilanzstudie genauer verifiziert werden.

#### 4.7.) Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Ein überschlägiger Wirtschaftlichkeits- und Liquiditätsplan für eine TKR 500 zeigt, daß eine Investition i.H.v. 4,2 Mio. € inkl. Logmed-Desinfektionsanlage bei kalkulierten Verkaufspreisen der Produkte von durchschnittlich 350 €/t und einer (hoch angesetzten) Restabfallquote von 25% des gesamten Inputmaterials (=1.250 t/a) sowie 180 €/t Entsorgungsgebühr für den zusammengefaßten C- und B-Abfall bereits ab dem 3. Jahr eine kumulierte Überdeckung erwirtschaftet. Der Return-on-Investment wäre (vor Steuern) nach rd. 7,5 Jahren erreicht (s. **Anlage 10, Blatt 1**). Der Grenzwert für die Höhe der Entsorgungsgebühren im Hinblick auf eine marktconforme Umsatzrendite liegt – unter sonst gleichbleibenden Umständen – bei 20 €/t. (s. **Anlage 10, Blatt 2**)

In der überschlägigen Kalkulation wurden Preissteigerungen nicht berücksichtigt, insbesondere nicht jene für das Produktöl. Mittelfristig ist jedoch davon auszugehen, daß der Marktpreis von Erdöl wieder anzieht und mit ihm auch der Marktpreis von Substituten. Ebenfalls nicht einbezogen wurden mögliche Zusatzerlöse aus dem Verkauf von aussortierten hochwertigen Reststoffen aus dem Krankenhausabfall.

Im Hinblick auf den Einsatz der Logmed-Verölungstechnik beim allgemeinen Kunststoffrecycling würde eine TKR 500 ohne das Logmed-Desinfektionsmodul zum Einsatz kommen.

Die damit verbundene Reduzierung der Investitionssumme um rd. 0,5 Mio. € hätte zur Folge, daß eine TKR 500 sich auch bei einer kostenlosen Annahme der Kunststoffabfälle wirtschaftlich betreiben läßt (s. **Anlage 10, Blatt 3**).

### **5.) Offene Fragen und Aufgaben**

Im finalen Engineering für die erste TKR-Pilotanlage sind noch Detailaufgaben zu lösen, die – nach jetzigem Überblick und in diesem Entwicklungsstadium – allerdings keine wirklichen Neuentwicklung mehr darstellen, sondern eine schöpferische Anwendung ingenieurtechnischen Wissens des Chemieanlagenbau beim Scaling up sind. Die Pilotanlage wird, wie die serienreifen Anlagen i.d.R. dann auch, auf die Spezifik eines nachhaltigen Inputmaterials abgestimmt. So soll es die acht Produktausgänge der Technikumsanlage für verschiedene Destillate nicht mehr geben, sondern i.d.R. eine Konzentration auf 2 – 3 Produkte. Die Destillationsanlage wird je nach Verwendung der Produkte ausgelegt. Will man beispielsweise Spezialprodukte herstellen (z.B. o.g. Stockpunktsenker für DK aus PP-Material), muß die Destillationsanlage mehr Druckumläufe leisten können, also aufwendiger konstruiert sein.

Offen sind im einzelnen noch z.B.

- die Optimierung des Energiemanagements (eigene Strom- und Wärmeversorgung),
- automatische Füllstandsmessung im Reaktor (s. S. 8-9 des Abschlußberichts)
- Durchkonstruktion aller Schnittstellen für eine automatisierte Beschickung der Anlage und eine automatisierte Produktabfüllung,
- eine durchgängige prozeßintegrierte Qualitätskontrolle an allen neuralgischen Punkten (Inputmaterial, Crackgase, Produkte) mit Rückkopplung auf die Prozeßsteuerung, u.a.m.

Für den letztgenannten Punkt sowie für alle denkbaren neuen Inputstoffe ist Voraussetzung die weitere systematische, materialbezogene Ermittlung sowie Dokumentation aller relevanten Stoffeigenschaften und Prozeßdaten in der Technikumsanlage. Dafür sind allein in kommenden 18 Monaten Versuche bzw. Testdurchläufe erforderlich, wie unter 4.4 beschrieben.

## **6.) Zur Patentsituation**

Einige der technologisch neuen Erfindungen sollen zum Patent angemeldet werden, die Auswahl ist jedoch noch nicht entschieden. Die entsprechenden Recherchen der Patentanwälte sind noch im Gange, eine Entscheidung soll in 2010 gefällt werden.

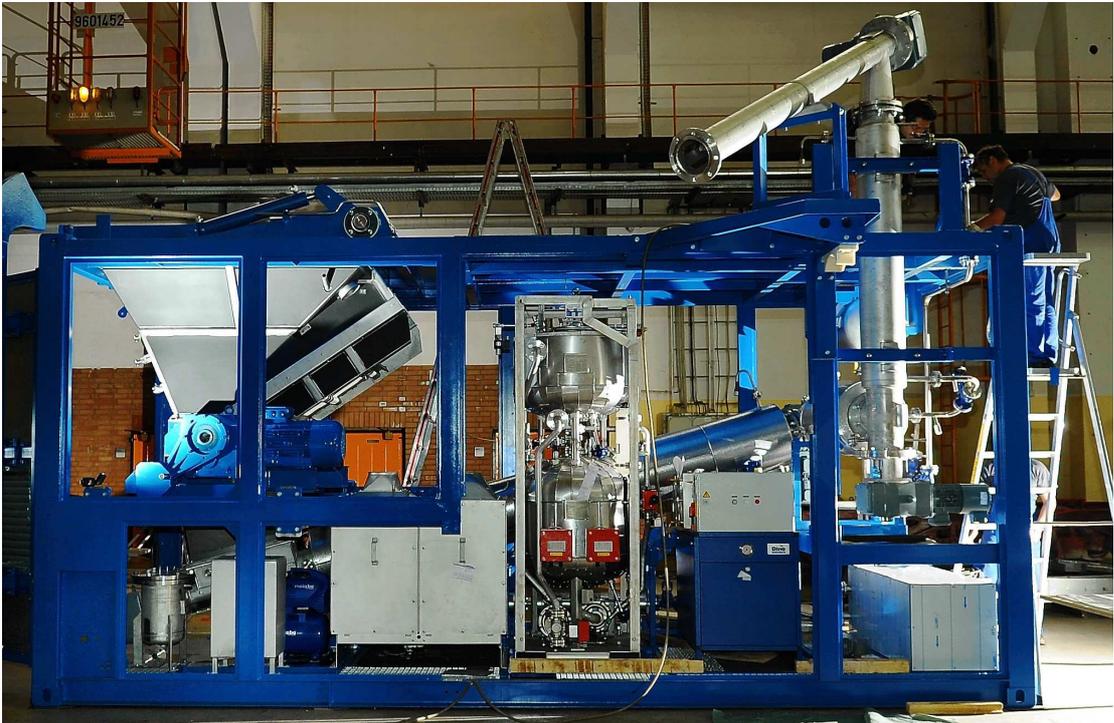
## **7.) Aussichten**

Das Interesse des Gesundheitswesens sowie der Recyclingwirtschaft an einer funktionierenden und wirtschaftlichen Verölung von Kunststoffabfällen ist genauso groß wie die Skepsis angesichts der bereits gescheiterten Anläufe anderer Anbieter. Deshalb ist es Ziel von *Logmed Cooperation* und aller Partner, den Nachweis zu führen, daß eine TKR-Pilotanlage nachhaltig mindestens 7.200 Jahresbetriebsstunden funktioniert und nicht nur kostensenkend im Verhältnis zur thermischen Entsorgung wirkt, sondern gewinnbringend ist. Das ehrgeizige Ziel soll bis 2011 erreicht sein. Große Entsorgungsunternehmen evaluieren schon jetzt regelmäßig die Zwischenergebnisse.

## **ANLAGEN**

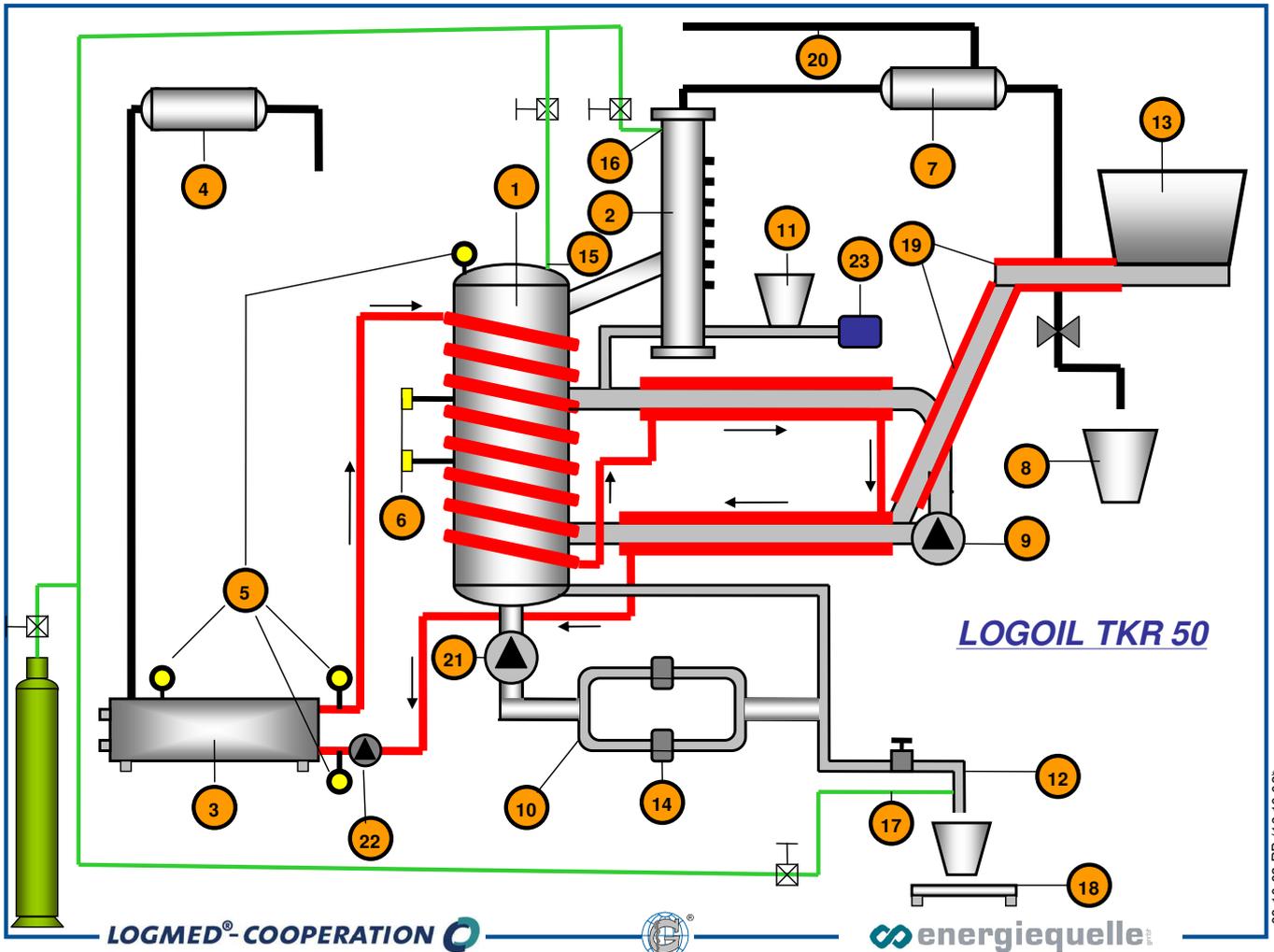
Anlage 1

Logmed-Desinfektionsanlage



## Anlage 2

### Fließschema



### Legende:

- |  |                                  |
|--|----------------------------------|
| 1 Reaktor                                  | 13 Rohstoffeingabe               |
| 2 Destillationskolonne                     | 14 Störstofffilter               |
| 3 Wärmetauscher / Heizung                  | 15 Einleitung Inertgas – Reaktor |
| 4 Ausdehnungsgefäß des Wärmetauschers      | 16 Einleitung Inertgas – Kolonne |
| 5 Temperaturfühler / Temperaturregulierung | 17 Einleitung Inertgas – Sumpf   |
| 6 Füllstandsmelder des Reaktors            | 18 Bodenwaage Sumpf              |
| 7 Kopfkondensator                          | 19 Rohstoffvorwärmung            |
| 8 Entnahmestelle Kopfkondensat             | 20 Gasableitung                  |
| 9 Umlaufpumpe                              | 21 Sumpfumlaufpumpe              |
| 10 Sumpfkreislauf                          | 22 Wärmeträgerölumlaufpumpe      |
| 11 Katalysatorzuführung                    | 23 Antrieb Dosierschnecke Kat.   |
| 12 Entnahmestelle Sumpf                    |                                  |

## Anlage 3

### Auszüge aus dem Mailverkehr 2009 des **Steinbeis Transferzentrum RTM** mit dem Bundesamt für Statistik zur Branchenzuordnung von Betrieben der rohstofflichen Verwertung und Veredlung von Abfällen

#### **Vorbemerkungen:**

*Nachfolgende Texte sind Bestandteil eines Mailwechsels zwischen dem Steinbeis Transferzentrum RTM und dem Bundesamt für Statistik. Hintergrund war der abgelehnte Förderantrag eines Investors in Sachsen-Anhalt, der eine ähnliche Anlage zur Veredlung von Kunststoffabfällen errichten wollte. Der Förderantrag wurde zunächst abgelehnt, weil das für die Investition neu gegründete Unternehmen bei der Branchenzuordnung durch das Statistische Landesamt zunächst der Recyclingwirtschaft zugeordnet worden war. In Sachsen-Anhalt sind derartige Unternehmen nicht bzw. nur unter ganz engen Voraussetzungen mit Mitteln der Gemeinschaftsaufgabe Ost förderfähig. Der Investor hatte – in Abstimmung mit der Berufsgenossenschaft – die Zuordnung zur Chemischen Industrie beantragt. Mit dem Widerspruchsverfahren wurde Herrn Dr. Saueremann (Steinbeis RTM) beauftragt, der beim zuständigen Abteilungsleiter des Bundesamtes für Statistik, Matthias Greulich, eine schnelle Lösung über den informellen Weg herbeiführen konnte. Die Neuuzuordnung zur Chemischen Industrie bzw. zum Verarbeitenden Gewerbe erfolgte letztlich unter Bezugnahme auf den Musterfall einer Reifenpyrolyse in Sachsen-Anhalt. Der Mailwechsel war nicht nur für Logmed Cooperation interessant, sondern gibt generell einen Einblick in die Komplexität der Problemsituation. (Wie üblich ist der Mailverkehr chronologisch rückwärts zu lesen.)*

Halle, 27.05.2009

Sehr geehrter Herr Greulich,

hiermit möchten wir uns ganz herzlich bedanken für die ausführliche Darstellung des Sachverhaltes aus Sicht des Statistischen Bundesamtes. Sie haben uns mit Ihren Ausführungen und mit der Abklärung unseres Anliegens in Brüssel Planungssicherheit für eine Reihe von uns betreuter Investitionsvorhaben in der Recyclingwirtschaft gegeben. Wichtig ist aus unserer Sicht auch, daß damit nun auch den Statistikämtern die Branchenzuordnungen im Grenzbereich Verarbeitendes Gewerbe / Recyclingwirtschaft leichter fallen dürfte und Förderbanken mehr Entscheidungssicherheit für die Bewilligung oder Ablehnung von Förderanträgen bei Recycling-Projekten haben.

Natürlich freut uns, daß Sie vom Grunde her unsere Sichtweise auf die Branchenzuordnung der Fa. .... GmbH bestätigt haben, die ja in einer Niedertemperaturpyrolyse aus vorsortierten Kunststoffabfällen ausschließlich hochwertiges Leichtöl gewinnt, was nichts anderes ist als "Herstellung von sonstigen chemischen Erzeugnissen".

Nicht zuletzt freut mich die Erfahrung, daß derartig schwierige verwaltungsrechtliche Angelegenheiten unkompliziert auf dem kurzen informellen Weg geklärt werden können, ohne daß Rechtsanwälte und die Verwaltungsgerichtbarkeit bemüht werden und Jahre bis zu einer Entscheidung vergehen müssen.

...

Uwe Saueremann

Steinbeis Transferzentrum Ressourcen Technologie & Management Halle  
Dr. Uwe Saueremann  
Am Saalehafen 1, 06118 Halle/S.  
Tel.: +49 (034606) 22778  
Fax: +49 (03222) 1159144

-----Ursprüngliche Nachricht-----

Von: Matthias Greulich (Statistisches Bundesamt IV A)  
[mailto:matthias.greulich@destatis.de]  
Gesendet: Freitag, 22. Mai 2009 14:08  
An: u.sauermann@arcor.de  
Betreff: Re: AW: ...-Zuordnung

Sehr geehrter Herr Dr. Sauermann,

.... Auslöser für Ihre E-Mail war ja die Frage nach der statistischen Zuordnung der Herstellung von Pyrolyseöl aus Abfällen. Unser Versuch, hierzu eine EU-weite Klärung herbeizuführen, hat leider lange Zeit in Anspruch genommen - und die Diskussionen waren nicht sehr ergiebig. Nachfolgend möchten wir uns (unter Berücksichtigung verschiedener Diskussionen auf EU-Ebene) zu Ihren Hinweisen und Argumenten äußern.

Sie thematisieren in Ihrer E-Mail vom 6. März 2009 die klassifikatorische Zuordnung neuer Verwertungstechniken für Altmaterialien und Reststoffe vor dem Hintergrund neuer abfallrechtlicher Regelungen auf nationaler und europäischer Ebene und der zunehmenden Rohstoffknappheit.

Natürlich ist es die Aufgabe der amtlichen Statistik (und damit auch der ihr zugrunde liegenden statistischen Klassifikationen), sich ändernde Realitäten sachgerecht abzubilden. Allerdings hat die Statistik noch eine andere, immer wichtiger werdende Aufgabe: Sie soll weltweit vergleichbare statistische Daten als Grundlage für politische oder unternehmerische Entscheidungen bereitstellen (Stichwort: Globalisierung). Diese Aufgabe kann eine Klassifikation nur erfüllen, wenn sie weltweit harmonisiert ist - und wenn sie nicht zu oft geändert wird. Die Entwicklung und Einführung einer geänderten (Wirtschaftszweig-) Klassifikation verursacht nämlich einen enormen Aufwand, den auch Industriestaaten nur mit Mühe bewältigen können.

Um weltweit vergleichbare Statistiken erstellen zu können, wurde (schon Ende der 80-er Jahre des vorigen Jahrhunderts) ein internationales System von Wirtschaftsklassifikationen ... entwickelt. Im Prinzip besagt dieses System, dass (a) die nationale Wirtschaftszweigklassifikation aus der europäischen und internationalen Wirtschaftszweigklassifikation ableiten werden und deren Vorgaben respektieren muss, und (b) die Wirtschaftszweige durch Güter beschrieben werden.

Die Wirtschaftszweigklassifikationen stellen jedoch auf Tätigkeiten und damit auf Produktionsprozesse ab. Insoweit hat die Beschreibung der Wirtschaftszweige durch Güter (also den Output der Produktionsprozesse) Grenzen. Maßgeblich für die Zuordnung zu einem Wirtschaftszweig ist im Zweifel die Beschreibung / Interpretation der ausgeübten Tätigkeit.

Das System von Wirtschaftsklassifikationen hat seine Wurzeln also auf Weltebene. Es darf daher nicht erwartet werden, dass europäisches oder gar deutsches Abfallrecht oder auch die in Europa besonders ausgeprägte Kreislaufwirtschaft sich in den internationalen Wirtschafts(zweig)klassifikationen und deren Konzepten und Klassifizierungsregeln niederschlagen. Wie weiter oben schon ausgeführt, sind die Vorgaben der internationalen Referenzklassifikationen aber bei der Erarbeitung und Anwendung europäischer und nationaler Wirtschafts(zweig)klassifikationen zu übernehmen. An dieser Stelle müssen wir darauf hinweisen, dass sich das Statistische Amt der Europäischen Gemeinschaften (auch in Abstimmung mit der Statistischen Abteilung der Vereinten Nationen) und die große Mehrheit der EU-Mitgliedstaaten bei der Klassifizierung von Tätigkeiten im Zusammenhang mit der Behandlung von Abfällen (Altmaterialien und Reststoffen) stets sehr "konservativ" gezeigt haben! Beispielsweise haben mehrere Diskussionen über die Zuordnung der Erzeugung von Sekundärbrennstoffen aus Siedlungs- und Gewerbeabfällen stets die Klassifizierung im Bereich der Abfallbeseitigung zum Ergebnis gehabt und die Erzeugung von Gas (auch reinem

Methangas) aus landwirtschaftlichen und sonstigen Reststoffen wurde stets als Gaserzeugung im Sinne der Abteilung 35 der WZ 2008 zugeordnet.

Aus den vorgenannten Zusammenhängen resultiert, dass Hinweise auf Regelungen in der Abfall-Richtlinie der EU oder dem deutschen Kreislaufwirtschaftsgesetz - z.B. was den Verlust der Abfalleigenschaft angeht - nicht zuordnungsrelevant sind! Regelungen der Abfallrichtlinie finden sich offenbar (zufällig (?)) insoweit in der WZ 2008 wieder, als die Materialrückgewinnung im Sinne der Unterklasse 38.32.0 der WZ 2008 unter anderem (in Abgrenzung zur Herstellung von Enderzeugnissen) darauf abstellt, dass dabei ein Sekundärrohstoff entsteht, der andere Materialien (Primärrohstoffe) ersetzt, die anderenfalls bei der Herstellung eines Produkts verwendet würden. Festzustellen bleibt aber auch, dass u.U. mehrere Unternehmen, die jeweils einzelne Schritte der Materialrückgewinnung durchführen, der Unterklasse 38.32.0 der WZ 2008 zuzuordnen sind, auch wenn das Material womöglich schon nach dem ersten Schritt juristisch betrachtet seine Abfalleigenschaft verloren hat.

Bei der Entscheidung, ob eine Be- oder Verarbeitung von Abfällen als Abfallbeseitigung oder als Herstellung neuer Erzeugnisse (im Sinne des Verarbeitenden Gewerbes) anzusehen ist, spielen Wertschöpfungsüberlegungen in der Tat eine große Rolle. Werden also Erlöse aus der Annahme von Abfällen (Entsorgungsgebühren) UND Erlöse für den Verkauf der aufbereiteten Erzeugnisse erzielt (z.B. für den Verkauf von Kompost), so richtet sich die Zuordnung nach den Erlös-(eigentlich Wertschöpfungs-) Relationen. Allerdings gilt auch hier, dass die ausgeübte Tätigkeit Vorrang vor anderen Überlegungen hat. Das heißt, dass bspw. die Aufbereitung von Abfällen zur sachgerechten (vorschriftsmäßigen) Beseitigung oder zur Reduzierung der Entsorgungsgebühr in jedem Fall zum Abschnitt E der WZ 2008 gehört. Nach den bisher wiederholt getroffenen Zuordnungsentscheidungen bleibt auch die Erzeugung von Ersatzbrennstoffen aus Abfällen grundsätzlich Teil der Abfallbeseitigung im Sinne von Abschnitt E der WZ 2008. Und der Ausbau weiterverwendbarer Teile (bspw. aus einem Altauto) zum Verkauf als Gebrauchteile wird stets im Handel klassifiziert.

Wir hoffen, Ihnen mit den vorstehenden Ausführungen nützliche Hinweise auf unsere grundsätzlichen Überlegungen bei der Klassifizierung der Behandlung von Altmaterialien und Reststoffen gegeben zu haben. Eine alle Besonderheiten berücksichtigende Aussage können wir leider nicht treffen. Über die konkrete Zuordnung muss - wie kürzlich auf EU-Ebene deutlich hervorgehoben wurde - in jedem Einzelfall gesondert entschieden werden.

Bei dem konkreten Fall, der Ihrer E-Mail zugrunde lag, ging es nach den uns durch das Statistische Landesamt Sachsen-Anhalt vorgelegten Informationen um ein Unternehmen, das geschredderte Altreifen (Granulat) erwirbt und daraus in einem chemischen Prozess (Pyrolyse) Pyrolysegas, Pyrolyseöl und Kohlenstoff gewinnt. Das Extrahieren von Kohlenstoff muss u.E. als Materialrückgewinnung im Sinne der Unterklasse 38.32.0 der WZ 2008 angesehen werden. Es wird ein bei der Herstellung in die Reifen eingebrachtes Material aus dem Granulat wieder herausgelöst.

Bei dem Kohlenstoff handelt es sich um einen Sekundärrohstoff, der als Ersatz für einen Primärrohstoff stofflich in ein weiteres Produkt eingeht. Bei Pyrolysegas und Pyrolyseöl sehen wir das anders. Öl und Gas sind nicht als Material (Rohstoff) in die Reifenproduktion eingegangen. Somit wird von dem zu klassifizierenden Unternehmen insoweit kein Material zurückgewonnen, sondern etwas gänzlich anderes hergestellt.

Eine Klassifizierung als "Rückgewinnung sortierter Werkstoffe" im Sinne der Unterklasse 38.32.0 der WZ 2003 scheidet u.E. daher aus. Die Gewinnung von flüssigen Kohlenwasserstoffen durch Pyrolyse wird in den Erläuterungen zur Unterklasse 06.20.0 ("Gewinnung von Erdgas") der WZ 2008 zwar ausdrücklich genannt. Die Betonung liegt aber auf "flüssig". Im Übrigen hat sich bei einer Vielzahl von Zuordnungsentscheidungen auf EU-Ebene regelmäßig gezeigt, dass die Erzeugung von Gas (mit ähnlichen Eigenschaften wie Erdgas) aus Abfällen und Reststoffen als Gaserzeugung im Sinne der Klasse 40.21 der WZ 2003 bzw. der Klasse 35.21 der WZ 2008 zugeordnet werden soll. Wir sind daher der Meinung, dass die Herstellung von Pyrolysegas aus Granulat von Altreifen für statistische Zwecke der Klasse 35.21 ("Gaserzeugung") der WZ 2008 zuzuordnen ist. Für

Pyrolyseöl kommt die vorgenannte Zuordnung natürlich nicht in Betracht. Will man die Erzeugung dieses Produkts nicht als Gewinnung von flüssigen Kohlenwasserstoffen durch Pyrolyse der Erdgasgewinnung (Unterklasse 06.20.0 der WZ 2008) zuordnen - was ganz sicher mit diesem Erläuterungstext nicht beabsichtigt ist -, so bleibt nur eine Klassifizierung in der Unterklasse 20.59.0 ("Herstellung von sonstigen chemischen Erzeugnissen a.n.g."). Die Zuordnung des gesamten Unternehmens richtet sich wie üblich nach dessen Haupttätigkeit.

...

Mit freundlichen Grüßen

Im Auftrag  
gez. Matthias Greulich

Statistisches Bundesamt  
65180 Wiesbaden  
Tel.: 0611 75 2280  
Fax: 0611 75 3953

>> Dr. Sauermann schrieb am 06.03.2009 13:58:

>>

>>> Sehr geehrter Herr Greulich,

>>

>>> ... gestern haben wir vom Landesamt für Statistik Sachsen-Anhalt erfahren, >>> daß der Antrag der ... GmbH ... zur Zuordnung einer Branchenkennziffer nach >>> Wz 2008 an das Bundesamt für Statistik weiter geleitet wurde.

>>

>>> Hintergrund für diesen Schritt sind allgemeine Unsicherheiten - nicht nur >>> beim Landesamt - über die Neueinordnung von Firmen nach der statistischen >>> Herauslösung der Recyclingbranche aus dem Verarbeitenden Gewerbe. Diese >>> Veränderung erfolgte zudem vor dem Hintergrund der neuen EU-Abfall-RL.

>>

>>> Ich erlaube mir, mich an Sie zu wenden, da wir als spezialisierte >>> Technologieberater genau in dem Grenzbereich zwischen >>> Recyclingwirtschaft und Verarbeitenden Gewerbe tätig und bereits jetzt >>> mit nachhaltigen praktischen Konsequenzen der neuen Situation >>> konfrontiert sind. So betreuen wir - z.B. bei der ... GmbH - neue, >>> innovative Verwertungstechnologien in einem vorindustriellen >>> Entwicklungsstadium, wo kleinere Unternehmen ohne zusätzliche >>> Fördermittel kaum den Sprung zur Serienreife schaffen. Genau diese >>> Fördermittel fallen jetzt jedoch weg, da die derzeitigen >>> Förderrichtlinien vieler relevanter Länder- und Bundesprogramme >>> Unternehmen der Abfallwirtschaft von einer Förderung ausschließen. Man >>> mag einwenden, daß dann - analog dem Land Sachsen - die >>> Förderrichtlinien so anzupassen sind, daß eine Förderung von Recycling >>> wieder möglich wird. Abgesehen von den damit verbundenen >>> Übergangsverlusten könnte diese Herangehensweise aber an dem >>> eigentlichen Knackpunkt vorbeiführen: Wo genau nun ist die Grenze zu >>> ziehen zwischen Abfallwirtschaft und Verarbeitendem Gewerbe? Schließlich >>> werden in den kommenden Jahren und Jahrzehnten (infolge zunehmender >>> Rohstoffknappheit auf der einen und ständig verbesserter >>> Kreislaufwirtschaft auf der anderen Seite) immer mehr Firmen des >>> Verarbeitenden Gewerbes ihre Rohstoffe vornehmlich aus der >>> Recyclingwirtschaft beziehen oder sogar selbst aus Abfällen herstellen >>> oder herstellen lassen. Somit werden sich auch die Grenzen zwangsläufig >>> immer mehr verwischen.

>>

>>> ... Fakt ist jedoch, daß es nicht in allen Punkten eine klare Bestimmung >>> der genannten Grenze gibt. Oder: Diese Grenzziehung ist schon klar, aber >>> noch nicht ausreichend kommuniziert.

>>

>>> Ziel unseres Schreibens ist es, Ihnen unsere Sicht auf die >>> erwähnte Grenzbestimmung mitzuteilen. Wir verbinden damit die Hoffnung,

>>> daß sich unser Standpunkt im besten Fall mit dem des Bundesamtes deckt  
>>> oder wir im anderen Fall im Nachgang dann wenigstens mehr Klarheit über  
>>> die Anwendung der Wz 2008 haben. Im konkreten Fall - mit exemplarischem  
>>> Charakter - geht es bei ... um die Zuordnung zu 38.21.0 (Behandlung  
>>> und Beseitigung nicht gefährlicher Abfälle) oder zu 20.14.0 (Herstellung  
>>> von sonstigen organischen Grundstoffen und Chemikalien). ... will  
>>> aus vorbehandelten Kunststoffabfällen mittels einer speziellen  
>>> Niedertemperaturpyrolyse ein dem Heizöl ähnliches, hochwertiges Rohöl  
>>> produzieren.

>>

>>> 1. Die neue Abfall-RL der EU bietet u.E. leider keine eindeutige  
>>> Definition, ab wann ein Abfall nach Behandlung bzw. Verwertung seine  
>>> Abfalleigenschaft verliert. Die in Artikel 6 genannten Kriterien dafür  
>>> treffen auf mehrere Stufen der Behandlung zu. So wäre im Falle von  
>>> ... das Inputmaterial einerseits kein Abfall mehr, da die  
>>> Kunststoffabfälle bereits vorher in Abfallentsorgungsfachbetrieben /  
>>> Recyclingunternehmen so sortiert, gereinigt und vorbehandelt wurden,  
>>> daß sie sämtlichen Kriterien von Artikel 6 Satz 1 entsprechen. Nur durch  
>>> diese kostenverursachende Aufbereitung ist eine Weiterverwendung für die  
>>> Verölung bei ... möglich. Hinzu kommt, daß für Kunststoffabfälle  
>>> gem. Satz 2 keine gesonderten Kriterien für das Ende der  
>>> Abfalleigenschaft gefordert werden. Insofern wäre ... dem  
>>> Verarbeitenden Gewerbe zuzuschlagen. Andererseits aber definiert  
>>> Artikel 3 Satz 15 jedes Verfahren als Verwertung, „dessen Hauptergebnis  
>>> Abfälle innerhalb der Anlage oder in der weiteren Wirtschaft einem  
>>> sinnvollen Zweck“ zuführt, „in dem sie andere Materialien ersetzen, die  
>>> ansonsten zur Erfüllung einer bestimmten Funktion verwendet worden  
>>> wären.“ Hier ersetzen die vorbehandelten Kunststoffabfälle herkömmliches  
>>> schweres Erdöl. Nicht zuletzt findet sich bei der Übersicht über  
>>> relevante Verwertungsverfahren im Anhang II die Fußnote „Dies schließt  
>>> Vergasung und Pyrolyse unter Verwendung der Bestandteile als Chemikalien  
>>> ein.“ Abgesehen von einer mehrdeutigen Interpretation dieser Fußnote  
>>> würde dies bedeuten, daß erst die Umwandlung des Kunststoffinputs im  
>>> Crackreaktor zu Leichtöl zur Beendigung der Abfalleigenschaft führt und  
>>> ... damit zu einem Unternehmen der Abfallbehandlung wird.

>>

>>> \* Frage: Wäre es nicht sinnvoll, vor der  
>>> Branchenzuordnung eines Betriebes, der Wertstoffe verarbeitet, zu  
>>> prüfen, ob der Abfall durch eine etwaige vorherige Behandlungsstufe  
>>> bereits die Abfalleigenschaft verloren hat? Wenn dies nachweislich der  
>>> Fall ist, müßte der Betrieb nicht auch dann dem verarbeitenden Gewerbe  
>>> zugeordnet werden, wenn bei der Weiterverarbeitung Verfahren zur  
>>> Anwendung kommen, die identisch mit Abfallbehandlungsverfahren sind,  
>>> aber zur Herstellung von marktfähigen Produkten führen?\*

>>

>>> Das heißt: Sollte man in derartigen  
>>> Grenzbereichen die Brancheneinstufung eines Unternehmens nicht von  
>>> vornherein nach dem jeweils charakteristischen Produkt (in Falle  
>>> ... Leichtöl) vornehmen? \*

>>

>>> 2. In der Regel spielen bei der Branchenzuordnung vornehmlich  
>>> stoffliche Behandlungsprozesse bzw. -kriterien eine Rolle. U.E. könnte  
>>> unter zusätzlicher Einbeziehung von Kostenfaktoren die Abgrenzung  
>>> zwischen Abfallbehandlung und Produktion erleichtert und präziser  
>>> bestimmt werden. So ist ein durch eine oder mehrere Bearbeitungsstufen  
>>> behandelte Abfall teurer als stofflich gleicher Abfall, der keine  
>>> Behandlung erfahren hat. Im Preisunterschied für behandelten und  
>>> unbehandelten Abfall schlägt sich der zuvor realisierte  
>>> Behandlungsaufwand nieder. Das Beispiel Ersatzbrennstoff (EBS) zeigt  
>>> jedoch, daß eine Vorbehandlung von Abfällen nicht zwingend den  
>>> Abfallstatus aufhebt, sondern nur die finale Beseitigung durch  
>>> Verbrennung weniger aufwendig macht. So muß für den  
>>> schadstoffentfrachteten EBS weniger Entsorgungsgebühr entrichtet werden  
>>> als für unbehandelte Abfälle. Die Vorbehandlung von Abfall kann  
>>> allerdings vom Aufwand her soweit gehen, daß dafür positive Preise -

>>> analog dem herkömmlichen Einkauf von Rohstoffen - bezahlt werden müssen.  
>>  
>>> Kostenaufwand für Rohstoffe - gleich welcher Herkunft - macht  
>>> wirtschaftlich nur Sinn, wenn es eine anschließende Wertschöpfung durch  
>>> produktiven Aufwand in der Verarbeitung gibt und diese Wertschöpfung  
>>> höher ist als der Einkaufspreis für die Rohstoffe. Unter den Bedingungen  
>>> von Rohstoffknappheit kann es selbstverständlich sein, daß auch für  
>>> unbehandelte Abfälle gezahlt werden muß, um überhaupt produzieren zu  
>>> können. In diesem Falle muß a) der Abfall im eigenen Betrieb aufbereitet  
>>> werden und b) die Wertschöpfung in der Weiterverarbeitung um so höher  
>>> sein, um den Mehraufwand kompensieren zu können. Aber gerade dieser Grad  
>>> von Wertschöpfung ist ja ein Merkmal für das Verarbeitende Gewerbe, auch  
>>> wenn das Unternehmen zwangsläufig zu einem Teil auch Abfallbehandlung  
>>> betreiben muß. Selbst für den Fall, daß der Betrieb - analog einem  
>>> Abfallentsorger - noch Entsorgungsgebühren einnimmt, kann der Betrieb  
>>> u.E. von seinem geschäftlichen Schwerpunkt her zum Verarbeitenden  
>>> Gewerbe gehören, wenn die Produktion der aus den Abfällen hergestellten  
>>> Waren eine höhere Wertschöpfung darstellt als die vereinnahmten  
>>> Entsorgungsgebühren.  
>>  
>>> \* Frage: Könnte als ein zusätzliches zweites  
>>> Kriterium für eine Zuordnung zum Verarbeitenden Gewerbe nicht auch ein  
>>> positiver Einkaufspreis für Abfälle/Rohstoffe bzw. eine Wertschöpfung  
>>> gelten, die höher als die etwaige Entsorgungsgebühr ist?\*>>  
>>> Das heißt: Sollte man in Grenzbereichen die  
>>> Brancheneinstufung eines Unternehmens - neben dem Kriterium des  
>>> charakteristischen Produktes - nicht auch weiterhin nach der  
>>> Top-down-Methode (Bestimmung der Gruppe gem. WZ 2008 nach dem höchsten  
>>> Anteil an der betrieblichen Wertschöpfung) vornehmen?\*>>  
>>> Nach den vorgenannten Punkten müßte ... dem Verarbeitenden Gewerbe  
>>> zugeschlagen werden. Wir hoffen, daß Sie zu demselben Ergebnis kommen,  
>>> und daß unsere Überlegungen - unabhängig vom Fall ... - für  
>>> derartige Grenzfälle vielleicht hilfreich sind. Ihre Meinung dazu  
>>> interessiert uns sehr, da noch mehrere unserer Mandanten (aus der  
>>> Gummibranche, Baustoffherstellung usw.) in verschiedenen Bundesländern  
>>> derzeit vor genau dem gleichen Problem stehen.  
>>  
>>> Mit Dank für Ihre Bemühungen und mit freundlichen Grüßen  
>>  
>>> Uwe Sauermann  
>>  
>>> Steinbeis Transferzentrum Ressourcen Technologie & Management Halle  
>>> Dr. Uwe Sauermann  
>>> Am Saalehafen 1, D-06118 Halle/S.  
>>> Tel.: +49 (034606) 22778  
>>> Fax: +49 (03222) 1159144  
>>> Funk: +49 (0163) 2535340  
>>> Mail: sauermann@steinbeis-rtm.com  
>>> www.steinbeis-rtm.com

concaawe

SIEF Facilitation for Petroleum Substances

## Response form

### Intended participation in petroleum substances SIEFs

Name contact	/
E-mail contact	info@logmed-coop.de

Legal entity	UUID	Substance (CAS)	Pre-registration number	Registration intended	≥ 1000 t/a <sup>1</sup>	1000 to ≥ 100 t/a	100 to ≥ 1 t/a
Logmed Cooperation GmbH	ECHA-7ec908d0-26c9-42c4-b895-79ce4ca9d9f5	68476-30-2	05-2115699080-44-0000	<input checked="" type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Logmed Cooperation GmbH	ECHA-7ec908d0-26c9-42c4-b895-79ce4ca9d9f5	68476-33-5	05-2115699856-19-0000	<input checked="" type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Logmed Cooperation GmbH	ECHA-7ec908d0-26c9-42c4-b895-79ce4ca9d9f5	86290-81-5	05-2115700000-78-0000	<input checked="" type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>

Please print this page before submitting your results!

<sup>1</sup> plus substances classified as carcinogenic, mutagenic or toxic to reproduction, category 1 or 2, which are manufactured or imported in quantities of ≥ 1t/a, plus substances classified as very toxic to aquatic organisms, which may cause long-term adverse effects in the aquatic environment (R50/53) and which are manufactured or imported in quantities of ≥ 100t/a

## Anlage 5

### Laboranalyse Gasprobe (Beispiel)

#### Prüfprotokoll

##### Brenngas

Firma	Logoil
Aktennummer	2979-07
Journalnummer	5890
Standort	Bitterfeld
Probenbezeichnung	Abgas
Datum der Probenahme	18.09.07
Datum der Analyse	19.09.07
Probenehmer	Herr Philipp
Anlaß der Untersuchung	

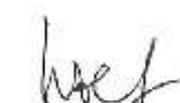
##### Messwerte:

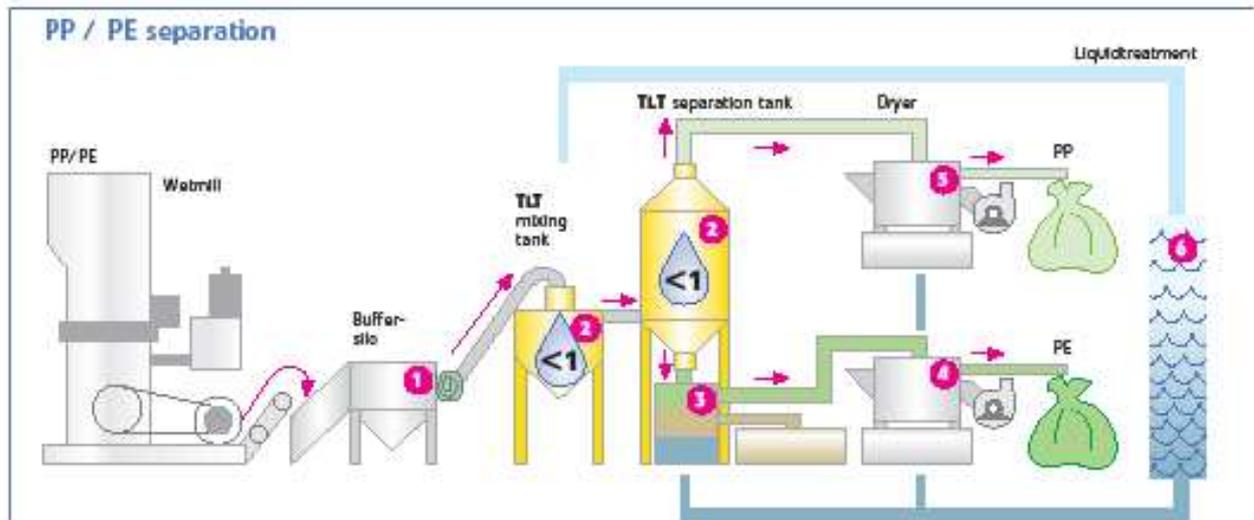
Komponente	Messwert				
Wasserstoff	: 2,09 %	Dichte	: 1,495	kg/m <sup>3</sup>	
Sauerstoff	: 2,82 %	H <sub>o</sub>	: 15185	kcal/m <sup>3</sup>	
Stickstoff	: 6,43 %	H <sub>o</sub>	: 63,63	MJ/m <sup>3</sup>	
Methan	: 13,75 %	H <sub>o</sub>	: 17,66	kWh/m <sup>3</sup>	
Kohlenmonoxid	: 3,48 %	H <sub>u</sub>	: 13697	kcal/m <sup>3</sup>	
Kohlendioxid	: 14,56 %	H <sub>u</sub>	: 57,39	MJ/m <sup>3</sup>	
Ethan	: 12,28 %	H <sub>u</sub>	: 15,93	kWh/m <sup>3</sup>	
Ethen	: 3,26 %	W <sub>o</sub>	: 14122	kcal/m <sup>3</sup>	
Ethin	: < 0,01 %	W <sub>o</sub>	: 59,17	MJ/m <sup>3</sup>	
Propan	: 11,23 %	W <sub>o</sub>	: 16,42	kWh/m <sup>3</sup>	
Propen	: 17,73 %				
i-Butan	: 6,07 %	dv	: 1,16		
n-Butan	: 0,23 %				

Bemerkungen : keine

Leipzig, den 19.09.2007

  
Bearbeiter

  
Laborleiter



### PP / PE Trennung

Die vorsortierte PP/PE Fraktion wird mit der TLT Anlagentechnik getrennt. Im Unterschied zur Wassertrennstufe werden hier Medien im Dichtebereich von 0,92 bis 0,930 eingestellt, um PP von PE zu trennen. Das Medium ist ein Konzentrat und wird mit Wasser auf die notwendige Dichte eingestellt.

Das vorsortierte PP/PE Material wird über ein Puffersilo (1) mit einer Dosierschnecke kontinuierlich in die TLT Trenntechnik (2) eingegeben. Das Kunststoffmahlgut wird in eine Leicht- und eine Schwerfraktion getrennt. Die Leichtfraktion (PP) verlässt die Trennstufe über den oberen Ausgang und wird in einen Zentrifugaltrockner (5) gefördert. Die Schwerfraktion (PE) wird in eine Siebentwässerung (3) geleitet.

Die Siebentwässerung (3) ist mit zwei Siebdecks ausgerüstet. Über das erste (grüne) Siebdeck verlässt das Mahlgut die Anlage und wird in einen Zentrifugaltrockner (4) geleitet. Das zweite Siebdeck (3) separiert Schlamm (gelb) von der Flüssigkeit und fördert ihn in einen bereitstehenden Container. Das vom Mahlgut und Schlamm befreite Prozesswasser (blau) wird in den Kreislauf oder in die Medienaufbereitung (6) zurückgeleitet.



TLT-Anlage



**Prüfvorschriften und Bestimmungsgrenzen :**

Parameter	Prüfvorschriften	Bestimmungsgrenze
Wassergehalt	DIN CEN/TS 15414-1	0,1 %
Schmelzpunkt	ASTM D 87*	-
Siedepunkt	i. A. DIN 51751*	
Chlor	DIN 51577 Teil 1	0,01 %
Jod	i.A. DIN EN 1485	0,01 %
Schwefel, gesamt	DIN 51732	0,1 %
Kohlenstoff gesamt	DIN 51732	0,5 %
Wasserstoff gesamt	DIN 51732	0,5 %
Stickstoff gesamt	DIN 51732	0,1 %
Asche	DIN CEN/TS 15403	0,5 %

i. A. in Anlehnung

\* nicht akkreditiertes Prüfverfahren

**Prüfergebnisse**

Parameter	Einheit	Probe /	Probe /	Probe /
		Labor-Nr.	Labor-Nr.	Labor-Nr.
		REM-Gen 1 /	REM-Gen 2 /	REM-Gen 3 /
		12032952	12032953	12032954
Wassergehalt	%	1,0	14,4	0,8
Schmelzpunkt	°C	190 - 221	116 - 153	99 - 126
Siedepunkt	°C	215	116	105
Chlor	% TR	1,8	0,75	3,8
Schwefel, gesamt	% TR	0,57	0,29	0,21
Jod	% TR	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Kohlenstoff gesamt	% TR	71,9	70,4	61,4
Wasserstoff gesamt	% TR	11,6	10,3	8,7
Sauerstoff*	% TR	13,8	18,0	25,3
Stickstoff gesamt	% TR	0,32	0,29	0,57
Asche	% TR	10,1	5,1	1,4

\* berechnet

Die in den Normen angegebenen Messunsicherheiten werden eingehalten.

Proben sehr inhomogen; Mittelwert aus Mehrfachbestimmungen; Werte &gt; 100% ergeben sich durch Rundung der Einzelwerte

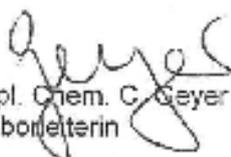
### Prüfergebnisse

Parameter	Einheit	Probe / Labor-Nr.	Probe / Labor-Nr.	Probe / Labor-Nr.
		REM-Lü 4 / 12032955	REM-Lü 8 / 12032956	TEW 7 / 12032957
Wassergehalt	%	1,0	19,6	0,1
Schmelzpunkt	°C	130 - 135	285 - 308	236 - 250
Siedepunkt	°C	130	285	250
Chlor	% TR	0,15	0,26	0,046
Schwefel, gesamt	% TR	0,74	1,3	0,25
Jod	% TR	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Kohlenstoff gesamt	% TR	85,3	83,7	85,5
Wasserstoff gesamt	% TR	13,9	14,8	14,1
Sauerstoff*	% TR	< 1	< 1	< 1
Stickstoff gesamt	% TR	< 0,1	0,12	< 0,1
Asche	% TR	1,4	2,8	< 0,5

\* berechnet

Die in den Normen angegebenen Messunsicherheiten werden eingehalten.

Proben sehr inhomogen; Mittelwerte aus Mehrfachbestimmungen; Werte > 100% ergeben sich durch Rundung der Einzelwerte.

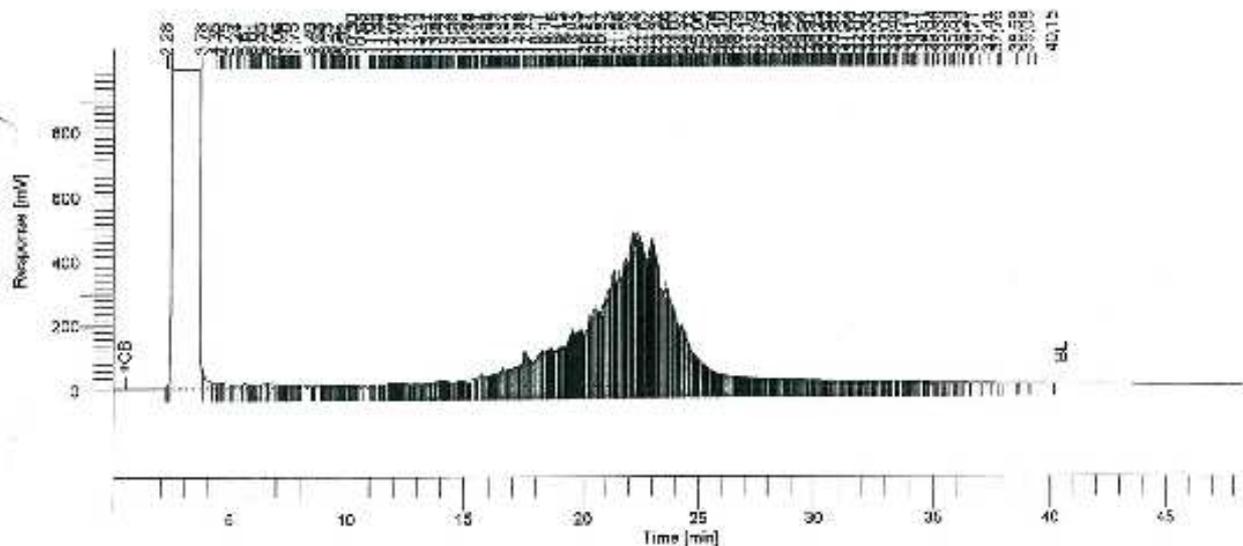
  
Dipl. Chem. C. Geyer  
Laborleiterin



D9

Software Version	: 8.3.1.0504	Date	: 24.04.2008 21:27:44
Reprocess Number	: gc-computer: 6141		
Sample Name	: 2863100µ-10ml	Data Acquisition Time	: 24.04.2008 20:39:34
Instrument Name	: ASYS D	Channel	: A
Rack/Vial	: 0/8	Operator	: tcprocess
Sample Amount	: 1,000000	Dilution Factor	: 1,000000
Cycle	: 8		

Result File : C:\PE\tc4\AutoDDaten\2863100µ-10ml\_008.rst  
 Sequence File : C:\PE\tc4\AutoDSequent\Siedeanalyse.seq



### Siedeverlauf

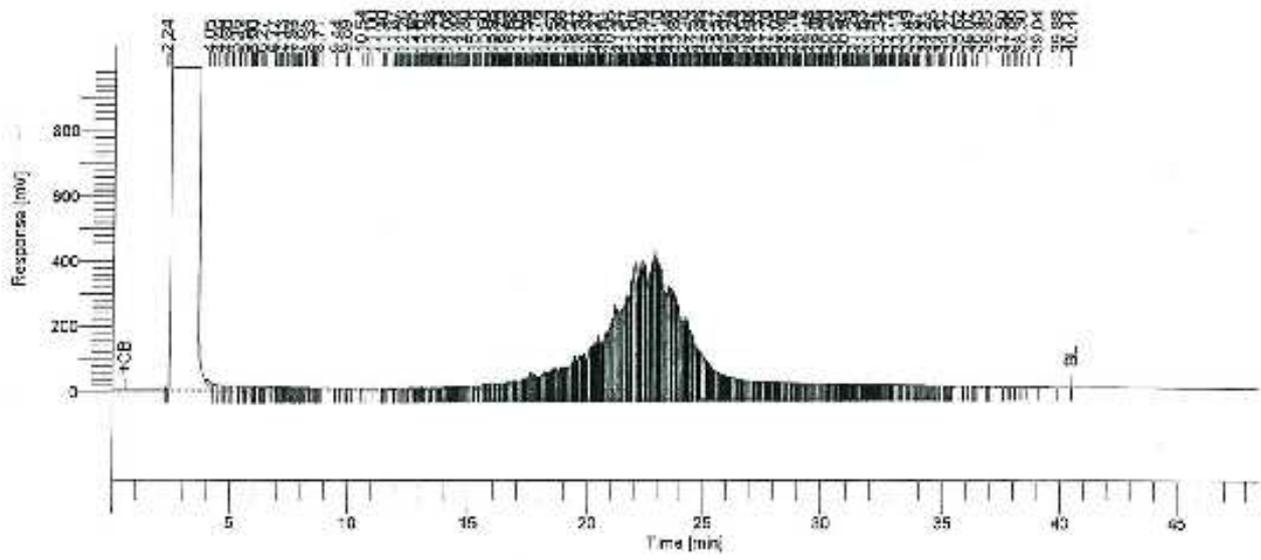
Methode: H53

Ret. Zeit [min]	Fläche [µV·s]	Siedebereich °C	Area [%]
7,000	3066016,42	<150	2,40
12,000	2651020,26	150 bis 200	2,07
16,000	10130030,72	200 bis 250	7,92
20,500	73395626,11	250 bis 300	57,39
25,000	32916530,65	300 bis 350	25,74
29,000	4035622,42	350 bis 400	3,16
32,500	1294242,99	400 bis 450	1,01
36,000	393434,37	450 bis 500	0,31
40,000	7722,78	>500	0,01
	1,28e+08		100,00

79

Software Version : 6.3.1.0504 Date : 15.05.2008 03:27:01  
 Reprocess Number : gc-computer: 6342  
 Sample Name : 3316 100µl-10ml Data Acquisition Time : 15.05.2008 02:38:42  
 Instrument Name : ASYS D Channel : A  
 Rack/Vial : 0/20 Operator : Labcr  
 Sample Amount : 1,000000 Dilution Factor : 1,000000  
 Cycle : 20

Result File : C:\PE\lc4\AutoDDaten\3316 100µl-10ml\_020.rst  
 Sequence File : C:\PE\lc4\AutoDSequen\Siedeanalyse.seq



### Siedeverlauf

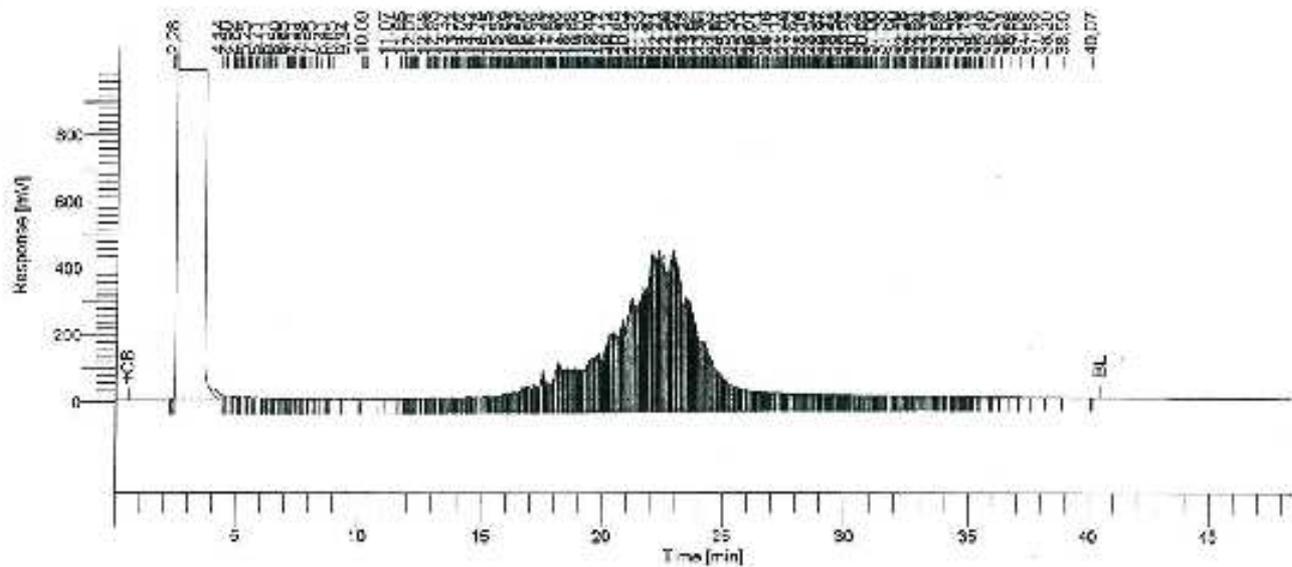
Methode: H53

Ret. Zeit [min]	Fläche [µV·s]	Siedebereich °C	Area [%]
7,000	2583521,92	<150	2,53
12,000	888812,67	150 bis 200	0,87
16,000	4918760,52	200 bis 250	4,82
20,500	54175368,29	250 bis 300	53,07
25,000	33512628,42	300 bis 350	32,83
29,000	3945050,27	350 bis 400	3,86
32,500	1614340,19	400 bis 450	1,58
36,000	425766,16	450 bis 500	0,42
40,000	15271,63	>500	0,01
1,02e+08			100,00

D 9

Software Version : 6.3.1.0504 Date : 14.05.2008 14:37:19  
 Reprocess Number : gc-computer: 6320  
 Sample Name : 3306 100µl-10ml Data Acquisition Time : 14.05.2008 13:48:52  
 Instrument Name : ASYS D Channel : A  
 Rack/Vial : 0/10 Operator : Labor  
 Sample Amount : 1,000000 Dilution Factor : 1,000000  
 Cycle : 10

Result File : C:\PE\lc4\AutoDaten\3306 100µl-10ml\_010.rst  
 Sequence File : C:\PE\lc4\AutoDSequen\Siedeanalyse.seq



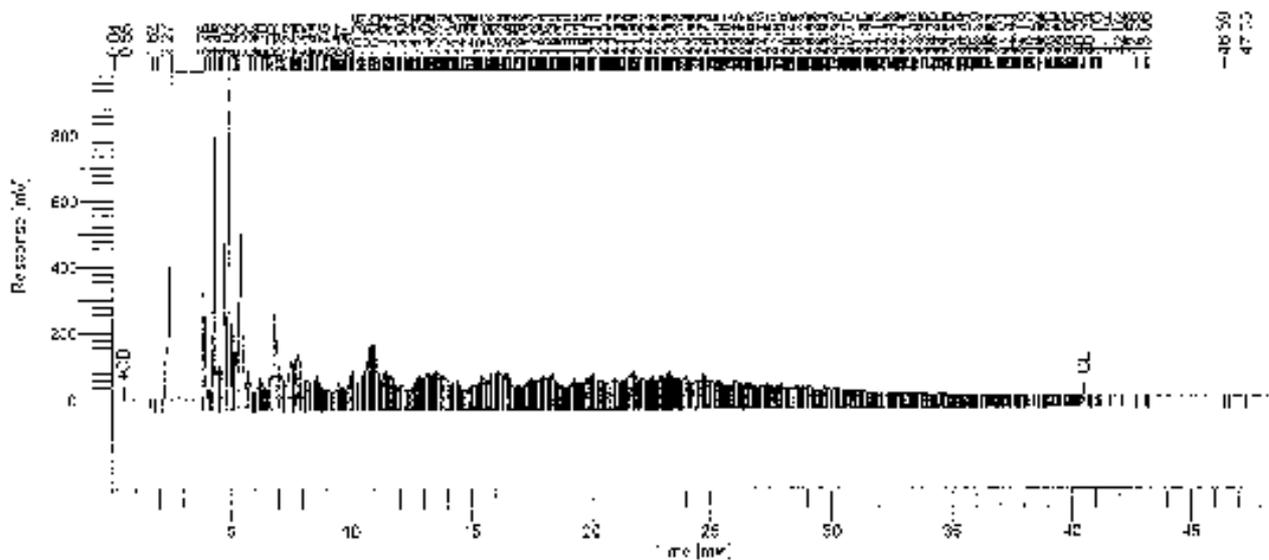
### Siedeverlauf

Method: H53

Ret. Zeit [min]	Fläche [µV·s]	Siedebereich °C	Area [%]
7,000	1877863,50	<150	1,76
12,000	964893,14	150 bis 200	0,90
16,000	5901971,83	200 bis 250	5,53
20,500	64947869,75	250 bis 300	60,88
25,000	28613138,42	300 bis 350	26,82
29,000	2990526,18	350 bis 400	2,80
32,500	1037234,92	400 bis 450	0,97
36,000	352152,19	450 bis 500	0,33
40,000	4246,98	>500	0,00
	1,07e+08		100,00

Software Version	: 6.3.1.0604	Date	: 10.10.2007 23:28:48
Reprocess Number	: gc-computer: 4060		
Sample Name	: 6440		
Instrument Name	: ASYS D	Data Acquisition Time	: 10.10.2007 22:43:08
Rack/Vial	: 0/6	Channel	: A
Sample Amount	: 1,000000	Operator	: Labor
Cycle	: 9	Dilution Factor	: 1,000000

Result File : C:\PE\to4\AutoDDaten\6440\_009.rsr  
 Sequence File : C:\PE\to4\AutoD\Sequent\Siedeanalyse.seq



## Siedeverlauf

Methode: #153

Ret Zeit [min]	Fläche [µV·s]	Siedebereich °C	Area [%]
7,000	35175060,47	<150	35,57
12,000	16073304,38	150 bis 200	16,25
16,000	12024262,09	200 bis 250	12,16
20,500	15306695,69	250 bis 300	15,48
25,000	11186850,67	300 bis 350	11,31
29,000	6184630,99	350 bis 400	6,25
32,500	2068922,67	400 bis 450	2,09
36,000	798789,36	450 bis 500	0,81
40,000	74373,39	>500	0,08
98893189,71			100,00

### Prüfbericht 2593-08

**Auftraggeber** I.OGÖIL GmbH  
 08120 Halle /Saale

**Projekt** Konvertierung  
 Mischproben Programm A

**Auftrag vom** 23.07.2008  
**Bestellnummer** .

**Probenart** Flüssigkeit  
**Probenehmer** Auftraggeber  
**Probenszahl** 5

**Probeneingang** 20.07.2008  
**Prüfbeginn/-ende** 30.07.2008 - 09.08.2008  
**Probennummer** 08/5533 - 08/5537

#### Bemerkung

Der Prüfbericht enthält 3 Seiten und keine Seite(n) Anlage.

**Archivierung**

Feststoffe	6 Monate	nach Probeneingang
FOB in Öl	3 Jahre	
Wasserproben	keine	
Gasproben	keine	

**Hinweise** Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den oben angegebenen Prüfgegenstand. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise ohne die Zustimmung des Labors veröffentlicht werden.

Prüfmethode	DIN
Pourpoint	DIN ISO 3016
kin. Viskosität (60°C)	DIN EN ISO 3104
Koksrückstand nach Conradson	DIN 51551-1
kin. Viskosität (40°C)	DIN EN ISO 3104
Aromaten	ZURÜCKGEZOGEN DIN 38409-1 B
Paraffine	ZURÜCKGEZOGEN DIN 38409-1 B
Dichte	DIN 51757
gesamt Schwefel n. Bombenaufschluss	DIN EN 24280
gesamt Chlor n. Bombenaufschluss	DIN 51727
gesamt Jod (Wickb.)	ANALOG DIN 51408-1
Aschegehalt in Öl (Oxidation)	DIN EN ISO 6245
Mikrowallenaufschluss	DIN EN 13657
Nickel i.A. (ICP)	DIN EN ISO 11885
Vanadium i.A. (ICP)	DIN EN ISO 11885
Kohlenstoff, Elementaranalyse	DIN 51721
Stickstoff, Elementaranalyse	DIN ISO 13678
Wasserstoff Elementaranalyse	DIN 51721
kin. Viskosität (100°C)	DIN EN ISO 3104

Originalsubstanz

Prüfmethode	Einheit	OS	Probe			
			TS	CL	PE	PE
Pourpoint	°C	OS	x	x	-12,0	-12,0
Paraffine	Ma %	OS	x	86,0	62,0	60,0
Aschegehalt	Ma %	OS	x	x	0,0610	<0,0100
Koksrückstand C.	Ma %	OS	x	x	0,246	0,0240
Aromaten	Ma %	OS	x	14,0	38,0	40,0
Dichte	g/cm³	OS	x	x	0,904	0,912
Viskosität 40 °C	mm²/s	OS	9,74	x	15,5	8,59
Viskosität 60 °C	mm²/s	OS	5,30	x	7,48	5,83

ABK.: OS Originalsubstanz, TS Trockensubstanz, CL Eup., PE Probeinhaltteilhaft

Trockenmasse

Probenbez.	Maßeinheit	Maß	MP 08/05/08	MP 08/05/14	MP 08/05/20	MP 08/05/16
Probe-Nr.			08/05/08	08/05/14	08/05/20	08/05/16
Nickel	mg/kg	TS	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
Schwefel	Ma %	TS	0,0700	0,0140	0,0100	0,0150
Vanadium	mg/kg	TS	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
Chlor	Ma %	TS	0,00800	0,00200	0,0900	0,00800
Jod	Ma %	TS	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100
Wasserstoff	Ma %	TS	12,0	13,8	11,6	11,6
Kohlenstoff	Ma %	TS	87,5	84,1	87,1	87,8
Stickstoff	Ma %	TS	0,0410	0,0980	0,110	0,0650

Ank.: OS Originalsubstanz, TS Trockensubstanz, EL Eluat, PE Probenahmeort

Originalsubstanz

Probenbez.	Maßeinheit	Maß	MP 08/05/08
Probe-Nr.			08/05/08
Pourpoint	°C	OS	30,0
Paraffine	Ma %	OS	51,0
Aschegehalt	Ma %	OS	<0,0100
Koksrückstand G.	Ma %	OS	0,0210
Aromaten	Ma %	OS	39,0
Dichte	g/cm <sup>3</sup>	OS	0,904
Viskosität 60 °C	mm <sup>2</sup> /s	OS	7,40
Viskosität 100 °C	mm <sup>2</sup> /s	OS	4,85

Ank.: OS Originalsubstanz, TS Trockensubstanz, EL Eluat, PE Probenahmeort

Trockenmasse

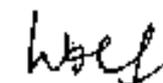
Probenbez.	Maßeinheit	Maß	MP 08/05/08
Probe-Nr.			08/05/08
Nickel	mg/kg	TS	<2,00
Schwefel	Ma %	TS	0,0670
Vanadium	mg/kg	TS	<2,00
Chlor	Ma %	TS	0,470
Jod	Ma %	TS	<0,100
Wasserstoff	Ma %	TS	11,4
Kohlenstoff	Ma %	TS	87,1
Stickstoff	Ma %	TS	0,0630

Ank.: OS Originalsubstanz, TS Trockensubstanz, EL Eluat, PE Probenahmeort

  
G. Kandler

Qualitätssicherung

Le.sz.g. 09.09.2016

  
Dr. B. Wolf

Laborleiter

## Anlage 10

### Logmed Cooperation GmbH - Überschlägige GuV / Liquiditätsplanung

TKR 500

#### Normal Case

Geschäftsjahre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Anlagenauslastung (5.000 t/a)		50%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<b>Auszahlungen</b>										
Investitionen (T€)	4.201									
Anlagenbau (inkl. Desinfektion)	2.400									
TLT-Anlage	490									
Montage	188									
Grundstück	69									
Annahmehalle	94									
Infrastruktur und Medien	281									
Büro- und Personalcontainer	125									
Sonstiges	300									
<b>Anlaufkosten</b>										
Konstruktionsplanung	200									
Zertifizierung	60									
<b>Markteinführung</b>										
Management	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
<b>Betriebskosten</b>										
Katalysatorkosten	0	33	65	65	65	65	65	65	65	65
Wartung, Ersatz und Verschleiß		82	142	142	142	142	142	142	142	142
Personalkosten	120	240	240	240	240	240	240	240	240	240
Transport und Versicherung	5	22	44	44	44	44	44	44	44	44
Sonstiger Verbrauch	20	39	77	77	77	77	77	77	77	77
Entsorgung Abfall	0	43	85	85	85	85	85	85	85	85
<b>Vertriebskosten</b>										
Summe	4.471	597	763	763	763	763	763	763	763	763
<b>Einzahlungen</b>										
Umsatz	0	1.106	2.213	2.213	2.213	2.213	2.213	2.213	2.213	2.213
Verkaufspreis [Euro/t]	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
Rohstoffe / Abfall [t/a]	0	2.500	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Annahmepreis Abfall [Euro/t]	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
Ertrag Produktöle [t/a]	0	1.875	3.750	3.750	3.750	3.750	3.750	3.750	3.750	3.750
Summe	0	1.106	2.213	2.213	2.213	2.213	2.213	2.213	2.213	2.213
<b>Einzahlungs-Auszahlungs-Saldo</b>										
Abschreibungen (10 Jahre)		384	384	384	384	384	384	384	384	384
kalk. Zinsen (8%)	285	285	254	223	192	162	131	100	70	39
Gewinn/Verlust vor Steuern	-555	-180	812	842	873	904	934	965	996	1.026
Umsatzrentabilität (In%)	0%	-14%	37%	38%	39%	41%	42%	44%	45%	46%
Stand: 30.7.09										
Kum. Gewinn/Verlust	-555	-714	97	940	1.813	2.716	3.651	4.616	5.611	6.638
Kum. Einzahlungen	0	1.106	3.319	5.531	7.744	9.956	12.169	14.381	16.594	18.806
Kum. Auszahlungen	4.471	5.068	5.832	6.595	7.358	8.122	8.885	9.648	10.411	11.175

## Worst Case

Geschäftsjahr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Anlagenauslastung (5.000 t/a)		50%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<b>Auszahlungen</b>										
Investitionen (T€)	4.201									
Anlagenbau (inkl. Desinfektion)	2.400									
TLT-Anlage	490									
Montage	188									
Grundstück	63									
Annahmehalle	94									
Infrastruktur und Medien	281									
Büro- und Personalcontainer	125									
Sonstiges	300									
<b>Anlaufkosten</b>										
Konstruktionsplanung	200									
Zertifizierung	60									
Markteinführung	30	30								
Management	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
<b>Betriebskosten</b>										
Katalysatorkosten	0	33	65	65	65	65	65	65	65	65
Wartung, Ersatz und Verschleiß		82	142	142	142	142	142	142	142	142
Personalkosten	120	240	240	240	240	240	240	240	240	240
Transport und Versicherung	5	14	28	28	28	28	28	28	28	28
Sonstiger Verbrauch	20	25	49	49	49	49	49	49	49	49
Entsorgung Abfall	0	43	85	85	85	85	85	85	85	85
Vertriebskosten	15	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Summe	4.471	575	719	719	719	719	719	719	719	719
<b>Einzahlungen</b>										
Umsatz	0	706	1.413	1.413	1.413	1.413	1.413	1.413	1.413	1.413
Verkaufspreis [Euro/t]	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
Rohstoffe / Abfall [t/a]	0	2.500	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Annahmepreis Abfall [Euro/t]	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Ertrag Produktöle [t/a]	0	1.875	3.750	3.750	3.750	3.750	3.750	3.750	3.750	3.750
Summe	0	706	1.413	1.413	1.413	1.413	1.413	1.413	1.413	1.413
Einzahlungs-Auszahlungs-Saldo	-4.471	131	693	693	693	693	693	693	693	693
Abschreibungen (10 Jahre)		384	384	384	384	384	384	384	384	384
kalk. Zinsen (8%)	285	285	254	223	192	162	131	100	70	39
Gewinn/Verlust vor Steuern	-555	-538	56	86	117	148	178	209	240	270
Umsatzrentabilität (In%)		-76%	4%	6%	8%	10%	13%	15%	17%	19%
Stand: 30.7.09										
Kum. Gewinn/Verlust	-555	-1.092	-1.037	-950	-833	-686	-507	-298	-59	212
Kum. Einzahlungen	0	706	2.119	3.531	4.944	6.356	7.769	9.181	10.594	12.006
Kum. Auszahlungen	4.471	5.046	5.766	6.485	7.204	7.924	8.643	9.362	10.081	10.801

## Worst Case - allg. Kunststoffrecycling

Geschäftsjahr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Anlagenauslastung (5.000 t/a)		50%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<b>Auszahlungen</b>										
Investitionen (T€)	3.708									
<b>Anlagenbau (ohne Desinfektion)</b>	1.950									
TLT-Anlage	490									
Montage	180									
Grundstück	63									
Annahmehalle	90									
Infrastruktur und Medien	270									
Büro- und Personalcontainer	125									
Sonstiges	280									
<b>Anlaufkosten</b>										
Konstruktionsplanung	200									
Zertifizierung	60									
Markteinführung	30	30								
Management	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
<b>Betriebskosten</b>										
Katalysatorkosten	0	33	65	65	65	65	65	65	65	65
Wartung, Ersatz und Verschleiß		70	119	119	119	119	119	119	119	119
Personalkosten	120	240	240	240	240	240	240	240	240	240
Transport und Versicherung	5	13	26	26	26	26	26	26	26	26
Sonstiger Verbrauch	20	23	46	46	46	46	46	46	46	46
Entsorgung Abfall	0	43	85	85	85	85	85	85	85	85
Vertriebskosten	15	30	30	30	30	30	30	30	30	30
<b>Summe</b>	<b>3.978</b>	<b>561</b>	<b>691</b>							
<b>Einzahlungen</b>										
Umsatz	0	656	1.313	1.313	1.313	1.313	1.313	1.313	1.313	1.313
Verkaufspreis [Euro/t]	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
Rohstoffe / Abfall [t/a]	0	2.500	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
<b>Annahmepreis Abfall [Euro/t]</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Ertrag Produktöle [t/a]	0	1.875	3.750	3.750	3.750	3.750	3.750	3.750	3.750	3.750
<b>Summe</b>	<b>0</b>	<b>656</b>	<b>1.313</b>							
<b>Einzahlungs-Auszahlungs-Saldo</b>	<b>-3.978</b>	<b>95</b>	<b>621</b>							
Abschreibungen (10 Jahre)		337	337	337	337	337	337	337	337	337
kalk. Zinsen (8%)	249	249	222	195	168	141	114	87	60	34
<b>Gewinn/Verlust vor Steuern</b>	<b>-519</b>	<b>-491</b>	<b>83</b>	<b>90</b>	<b>117</b>	<b>143</b>	<b>170</b>	<b>197</b>	<b>224</b>	<b>251</b>
<b>Umsatzrentabilität (In%)</b>		<b>-75%</b>	<b>5%</b>	<b>7%</b>	<b>9%</b>	<b>11%</b>	<b>13%</b>	<b>15%</b>	<b>17%</b>	<b>19%</b>
										Stand: 30.7.09
Kum. Gewinn/Verlust	-519	-1.010	-947	-857	-741	-597	-427	-229	-5	246
Kum. Einzahlungen	0	656	1.969	3.281	4.594	5.906	7.219	8.531	9.844	11.156
Kum. Auszahlungen	3.978	4.539	5.231	5.922	6.613	7.305	7.996	8.687	9.378	10.070