

**Abschlussbericht zum Förderprojekt
„Direktverölung von Hausmüllfraktionen“
“Direct Oil”**

– Kurzfassung –

Für die Vollversion kontaktieren Sie uns bitte unter info@dieselwest.de



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung

Ziel2.NRW
Regionale Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung

64.65.69 – PRO – 0053 A

64.65.69 – PRO – 0053 B

64.65.69 – PRO – 0053 C

Berichtszeitraum: 1. Juli 2014 – 30. Juni 2015

Projektleitung **Uni Paderborn**: Prof. Dr.-Ing. habil. E. Kenig

Wissenschaftlicher Mitarbeiter: Daokun Dai M.Sc., Julian Tran M.Sc.

Labor und Technikum: Franz Kapla

Universität Paderborn
Lehrstuhl für Fluidverfahrenstechnik
33098 Paderborn, Deutschland

Projektleitung **Recenso GmbH**: Dipl. Ing. Olivier Inhoff

Projektleitung **Dieselwest GmbH**: Dipl. Ing. Jörn Düsterloh

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	II
1 Einleitung.....	1
2 Das Verfahren.....	3
3 Ausgangssituation und Zielsetzung.....	4
4 Zusammenfassung und Ausblick.....	5

1 Einführung

Die **RECENSO GmbH** hat die weltweit erste industrielle Pilotanlage zur Direktverölung von heizwertreichen Abfallfraktionen am Standort des Entsorgungszentrums Ennigerloh (EZE) errichtet. Die von der **DIESELWEST GmbH** betriebene Installation belegt die Anwendbarkeit der Verölungstechnologie auf den Einsatzstoff. Vorliegende Erkenntnisse zur Effizienz des Verfahrens deuten auf eine Spitzenstellung der Technologie im Vergleich alternativer Verfahren hin. Zum Beleg der Vorteile ist der vollkontinuierliche Betrieb der Anlage erforderlich, der mit den installierten Teilsystemen nicht realisiert werden kann. Dazu ist die Entwicklung und Erprobung adäquater Ein- und Austragsysteme zwingend erforderlich.

Die **Universität Paderborn**, speziell der Lehrstuhl für Fluidverfahrenstechnik der Fakultät Maschinenbau verfügt über umfangreiches Wissen in den Bereichen Wärme- und Stoffübertragung, Anlagentechnik sowie in Kooperation mit der Fakultät Naturwissenschaften im Bereich Technische Chemie. Dieses Wissen dient der Optimierung, Entwicklung und Erprobung adäquater Ein- und Austragsysteme bei der vorhandenen Pilotanlage am Standort Ennigerloh.

Die angewandte Technologie basiert auf Forschungsergebnissen zur heterogenen Katalyse der letzten 30 Jahre. Es ist kein pyrolytisches Verfahren und zeichnet sich durch a) die Anwendung von Katalysatoren, b) die Drucklosigkeit und c) eine Prozesstemperatur von $< 400\text{ °C}$ aus. Die vorhandene Installation markiert den aktuellsten Stand der Technik für Verfahren der drucklosen Direktverölung. Für den Einsatz heizwertreicher Hausmüllfraktionen ist sie weltweit einzigartig. Im Unterschied zu anderen, mit alternativen Einsatzstoffen experimentierenden Testanlagen, ist die Anlage der DIESELWEST vollständig automatisiert und sie verfügt über zuverlässige Aggregate zum Energieeintrag. Darüber hinaus entspricht sie allen industriellen Standards.

Die Depolymerisation erfolgt in einem Sumpfphasenreaktor, bei einer Temperatur von bis zu 400 °C . Da das Eindringen von Sauerstoff in den Reaktor zur Vermeidung von Bränden unbedingt zu vermeiden ist, sind an die Eintragssysteme hohe Anforderungen zu stellen. Das gleiche gilt für den kontinuierlichen Austrag von Reststoffen, die den Prozess behindern. Das erzeugte Öl ist motorengängig, entspricht ohne weitere Behandlung jedoch nicht der DIN EN 590. Diese gilt es zu entwickeln. Hierzu ist die Formulierung der Massen- und Energiebilanzen notwendig. Hieraus werden gesicherte Auslegungsdaten erarbeitet, die die Basis für ein Prozessmodell darstellen. Mit diesem Modell können verschiedene Verfahrens-

und Anlagenvarianten diskutiert und optimiert werden. Ergänzt werden diese Arbeiten durch Labor- und Technikumsversuche in den universitätseigenen Laboren.

2 Das Verfahren

Die Katalytische Drucklose Verölung ist ein Verfahren, bei dem unter Verwendung eines Katalysators in einem geschlossenen Prozess und unter einer vergleichsweise niedrigen Betriebstemperatur aus einem breiten Spektrum kohlenwasserstoffhaltiger Einsatzstoffe (z. B. Altöl, Kunststoffe, Biomasse, etc.) dieselähnlicher Treibstoff hergestellt werden kann. Dieses Verfahren wird aufgrund der verschiedenen Wirkmechanismen auch als Catalytische Tribochemische Conversion (CTC) bezeichnet.

Vorbild für diesen Prozess ist die natürliche Erdölbildung, bei der mineralische Katalysatoren die abgestorbene organische Materie umwandeln. Die Extraktion von Sauerstoff führt zur Anreicherung des abgestorbenen organischen Materials in der Atmosphäre, sowie zur Speicherung der unverweslichen Materie als Erdöl. Dabei wirken die Mineralien im Boden als Katalysator. Dieser Prozess dauert in der Natur ca. 300 Millionen Jahre. Mittels moderner Katalysatoren und einer Temperatur von 280 °C – 380 °C, und nicht wie in der Natur Temperaturen von unter 40 °C, kann der Transformationsprozess auf einige Minuten reduziert werden. Ziel ist die kontrollierte Molekülverkürzung der Kohlenwasserstoffmoleküle. Für den industriellen Einsatz muss zusätzlich ein Neutralisator verwendet werden, um das beim Transformationsprozess entstehende Wasser auf einem neutralen pH-Wert halten zu können und Schadstoffe wie z. B. Halogene zu Salzen binden zu können. Die Salze können dann kontrolliert aus dem Prozess abgeführt werden. Bevor der eigentliche Verölungsprozess beginnen kann, muss das Inputmaterial zerkleinert und auf circa 10 Massen-% Restfeuchte getrocknet werden. Anschließend wird der Input im Mischbehälter mit dem Prozessmedium (Trägeröl), dem Katalysator und dem Neutralisator vermischt. Das Prozessmedium wird mit Hochleistungskammermischern, die Friktionsenergie einbringen, auf die Betriebstemperatur erwärmt. Der erste Prozessschritt, die Adsorption, ist das Andocken des ionisierten Katalysators an die molekularen Bindungen des Inputmaterials. Durch die Katalysatorstruktur werden die molekularen Bindungen geschwächt. Dies hat in Kombination mit der eingebrachten thermischen Energie zur Folge, dass bei der Reaktion die langkettigen Kohlenwasserstoffmoleküle aufgespalten werden. Anschließend folgt die Desorption, bei der der Katalysator von den Enden der Kohlenwasserstoffketten separiert wird. Im letzten Prozessschritt, der Evaporation, wird der entstehende Dampf in einem Separator von der Flüssigphase getrennt, kondensiert und entwässert.

3 Ausgangssituation

Der Betrieb der DIESELWEST-Anlage zeigt, dass die Erzeugung von Heiz- und Kraftstoff aus heizwertreicher Abfallfraktion möglich ist. Er zeigt aber auch, dass zur industriellen Nutzung und damit auch zum wirtschaftlichen Betrieb die Entwicklung spezifischer Eintrags- und Austragssysteme erforderlich ist. Mit der Ergänzung der Pilotanlage um diese Systeme sind der Dauerbetrieb sowie die gezielte Optimierung der Qualität der erzeugten Energieträger möglich. Diese Modifikationen haben somit einen wesentlichen Einfluss auf die Marktfähigkeit der CTC-Technologie.

Die Beantragung von Schutzrechten ist bei belegbarem Erfolg ebenso geplant wie die anschließende Vermarktung der Technologie. Alle Verbundpartner haben das Ziel, die Innovationskraft für diese Technologie in NRW zu bündeln und langfristig die mit der Vermarktung verbundene Wertschöpfung in NRW zu sichern. Die um zusätzliche Innovationen ergänzte Pilotanlage wird als Referenzobjekt für nationale und internationale Projekte dienen und somit weitere Dienstleistungen rund um die Technologie ermöglichen. Bei Erfolg ist angedacht, am Standort Ennigerloh ein Informations- und Schulungszentrum für die Verölungstechnologie aufzubauen. Gemeinsam mit den Verbundpartnern und weiteren Lieferanten wird somit ein ganzheitliches Angebot von der Konzepterstellung über das Engineering und die Realisierung bis zur Ausbildung des Betriebspersonals am Standort des weltweit ersten Betreibers einer industriellen Anlage zur Direktverölung ermöglicht.

4 Zusammenfassung

Die Zielsetzung dieses Förderprojekts, die Ein- und Austragsysteme bei der vorhandenen Pilotanlage zur Verölung von Hausmüllfraktionen der DIESELWEST GmbH am Standort Ennigerloh zu optimieren, zu entwickeln und zu erproben, ist in der Förderzeit gut gelungen. Nach zahlreichen Recherchen und Voruntersuchungen wurde das neue Eintragungssystem mit der Heizschnecke als Schlüsselkomponente installiert. Mit dem Einbau des neuen Eintragungssystems ist der Eintragungsmassenstrom auf 1000 kg/h gestiegen, gleichzeitig ist die Restfeuchte des EBS auf unter 1 % reduziert worden. Zudem ist ein gleichmäßiger und kontinuierlicher Materialeintrag in den Reaktor damit gewährleistet. Beim Austragsystem ist ebenso nach vielen Vorarbeiten die Entscheidung getroffen worden, einen Hydrozyklon einzubauen. Somit ist ein kontinuierlicher Austrag von Reststoffen aus dem Prozessmedium ermöglicht worden, so dass der unnötige Stillstand der Anlage vermieden werden kann und die Energie zum erneuten Beheizen des Prozessmediums erspart wird. Mit diesen optimierten Ein- und Austragsystemen ist eine industrielle Nutzung der Anlage und damit ein wirtschaftlicher und marktfähiger Betrieb grundsätzlich ermöglicht worden. Die Erfahrungen aus dem Probetrieb für die Optimierung des Ein- und Austragsystems können diesen Fortschritt bestätigen.

Es ist zu erwarten, dass es möglich sein wird bei entsprechendem apparativem Ausbau der Anlage die Normen der DIN EN 590 zu erzielen und damit ein allgemein verkäufliches Produkt zu erzeugen. Mindestens ist jedoch die Zugabe zum Normdiesel anstelle bzw. in Ergänzung des Bioölanteils zu erwarten.

Darüber hinaus zeigen sich aus den Erfahrungen noch weitere Forschungs- bzw. Optimierungsmöglichkeiten, die den gesamten Prozess verbessern können, wie z. B. die Optimierung des Katalysators und der Destillationskolone oder die Optimierung der Nutzungsmöglichkeiten der Gasphasen. Es besteht auch eine Nachfrage nach weiteren kohlenwasserstoffhaltigen Einsatzstoffen (z. B. Holz, Altreifen, oder Industrieabfälle).

Die mit dem Förderprojekt gesteckten Ziele sind nach heutigem Stand weitgehend erreicht worden. Die Schaffung eines kontinuierlichen Eintragungssystems, das erlaubt ausreichend Mengen in den Reaktor zu transportieren ist realisiert, die Qualitätsverbesserung sowohl des Rohproduktes, als auch die Findung einer Lösung zur Entschwefelung und einer Siliziumreduzierung ist gelungen. Ebenso konnte ein automatisches bzw. kontinuierliches Austragsystem für Reste aus dem Reaktorsumpf entwickelt werden.

Damit sind nach heutigem Stand alle Voraussetzungen geschaffen, um wirtschaftliche Mengen zu produzieren. Die nächsten Monate werden belegen, ob dieses Ziel ebenfalls innerhalb des Projektes erreicht werden wird.

Durch das Projekt konnte ein deutlicher technologischer Fortschritt generiert werden. Darüber hinaus hat es neue Themenfelder aufgezeigt, mit denen sich die Projektpartner zukünftig beschäftigen werden. Die durchgeführten Maßnahmen lassen darauf schließen, dass durch weitere Forschung und Entwicklung neue Potentiale der Technologie erschlossen werden können. Die Realisierung der industriellen Erstanwendung der KDV- bzw. CTC-Technologie für Ersatzbrennstoffe bzw. heizwertreiche Abfallfraktionen war in diesem Zusammenhang ein wichtiger Schritt, um das TRL (Technical Readiness Level) anzuheben.

Gegenstand zukünftiger Projekte muss neben dem Ausbau der realisierten industriellen Erstanwendung und einem weiterentwickelten Industriepiloten auch die weitergehende Untersuchung der Wirkmechanismen und alternativer Einsatzstoffe (z. B. Biomasse) sein.

Es wird seitens der Projektpartner angestrebt, die Technologie in Richtung Marktfähigkeit weiterzuentwickeln und eine breite Anwendung zu ermöglichen. Es werden weitere Investitionen und Modifizierungen notwendig sein, jedoch zeigt sich ein großer Bedarf, die Ressource Abfall als Energieträger zu erschließen. Die CTC-Technologie kann hierzu einen signifikanten Beitrag leisten.