

BIOKRAFTSTOFFE DER NÄCHSTEN GENERATION FÜR EINE CO₂-NEUTRALE MOBILITÄT BEI REDUZIERTEM NO_x.



LÖSUNGSVORSCHLAG VON FRAUNHOFER UMSICHT

- Eine neue Generation technischer Verfahren erlaubt die wirtschaftliche und CO₂-neutrale Herstellung von nachhaltigen Kraftstoffen im industriellen Maßstab
- Eine angepasste Einspritzregelung ermöglicht Stickoxid (NO_x)-Reduzierung in Dieselfahrzeugen um bis zu 40 % - mit nachhaltigen Kraftstoffen ohne Verschlechterung der CO₂-Bilanz
- Langfristig lassen sich die CO₂-Emissionen auch bei zukünftigen Diesel- und Benzin-Motoren dauerhaft reduzieren

VORTEILE

- CO₂-neutrale-Stickoxid (NO_x)-Reduzierung um bis zu 40 % durch Änderung des Einspritzverhaltens in Dieselfahrzeugen
- Kompensation der zusätzlichen CO₂-Emissionen durch den Betrieb mit nachhaltigen Biokraftstoffen aus Reststoffen bei CO₂-neutraler Herstellung
- Einsatz biogener Reststoffe (Gärreste, Kompostrückstände, Papierrückstände, Klärschlamm uvm.) verhindert eine Teller-Tank-Diskussion
- Die dezentrale Verwertung von Reststoffen fördert die regionale Wertschöpfung
- Eine Berechnung der CO₂-Bilanzen nach dem Well-to-Wheel- anstatt dem Tank-to-Wheel-Prinzip könnte die Flottenverbräuche der OEM langfristig senken. Mit einem Einstieg in die Produktion von nachhaltigen synthetischen Kraftstoffen könnten OEM ihr Portfolio erweitern und die zukünftige Mobilität umfassend mitgestalten.
- Die bestehende Mobilitäts-Infrastruktur (Tankstellen, Raffinerie) kann weiterhin genutzt werden
- Es entstehen keine Mehrkosten für die Fahrzeugbetreiber. Dies kommt insbesondere dem Mittelstand in Transportgewerbe, Logistik und Handwerk zu Gute

HERAUSFORDERUNG

Stickstoffoxide stellen eine erhebliche Gesundheitsbelastung für die Bevölkerung in Ballungszentren dar. Der größte Beitrag der Stickstoffmonoxid- und Stickstoffdioxid-Emissionen (NO_x) im Straßenverkehr kommt mit ca. 70% von KFZ mit Dieselmotor. Die NO_x-Emissionen selbst moderner Euro-6 Diesel überschreiten die zulässigen Grenzwerte im Realbetrieb auf der Straße. Erst komplett neue, nach Euro-6d zugelassene Dieselfahrzeuge, werden die Grenzwerte auch im Realbetrieb einhalten.

Vor diesem Hintergrund stehen viele Großstädte in Deutschland vor der Notwendigkeit, Fahrverbote für Diesel insbesondere für ältere Normen bis Euro-5 zu erlassen. Solche Fahrverbote führen zu einer erheblichen Belastung für viele der etwa 15 Mio. Besitzer von Dieselfahrzeugen in Deutschland.

Neben einer Nachrüstung durch SCR-Katalysator kann hier ein bedeutender Beitrag durch eine verhältnismäßig einfach umsetzbare Anpassung der Steuerungssoftware für die Motoren erreicht werden. Durch eine Verzögerung des Düsenöffnungsbeginns im Motor entstehen bei der Verbrennung deutlich geringere NO_x-Emissionen. So kann nach bestehenden Erfahrungswerten eine Verzögerung um etwa 4° Kurbelwinkel die NO_x- Emissionen bis zu 40% je nach Motor und Fahrzustand verringern.

Eine solche Anpassung der Motorsteuerung hat jedoch auch Nachteile. So beeinträchtigt die Anpassung das Beschleunigungsverhalten und den Verbrauch des Fahrzeuges, da der Motor nicht weiter im energieoptimalen Betriebspunkt arbeitet. Nach Experteneinschätzung dauert die Beschleunigung etwas länger, während der Kraftstoffverbrauch im Durchschnitt um etwa 0,5 – 2% ansteigt.



Diese Nachteile können jedoch begrenzt werden, indem eine Verzögerung der Düsenöffnung nur bei Geschwindigkeiten unterhalb von 50 km/h einsetzt – also bei Geschwindigkeiten, welche in belasteten Ballungszentren üblich sind. Ein erheblicher Vorteil der beschriebenen Maßnahme besteht darin, dass diese vergleichsweise kurzfristig und mit begrenztem finanziellen Aufwand umsetzbar ist.

Bei Umsetzung dieser Maßnahme gilt es jedoch gleichzeitig auch, den erhöhten Ausstoß an Kohlendioxid (CO₂) durch Mehrverbrauch zu kompensieren.

LÖSUNG

Der Ansatz von UMSICHT beruht auf der Idee, dass CO₂-Emissionen durch die Verbrennung von fossilen Kraftstoffen vermieden wird. Dies wird durch die Substitution des fossilen Diesels durch Kraftstoff aus biogenen Quellen mit identischen Spezifikationen nach EN590 erreicht. Die CO₂-Emissionen werden, da aus biogener Quelle, neutral bewertet.

Ohne zusätzliche CO₂-Emissionen, können die Verbrennungstemperaturen im Diesel wieder abgesenkt werden, da der Verbrauch für die CO₂-Bilanz des Fahrzeugs nicht mehr ausschlaggebend ist. Folglich sinkt durch diese einfache Primärmaßnahme der NO_x-Ausstoß, da der Zeldovich-Mechanismus deutlich abgeschwächt wird. Zudem erfordert dieser Ansatz keine Umrüstung der KFZ etwa durch zusätzliche Tanks für Harnstoff o. ä. Eine software-basierte Anpassung ist hier die einzig durchzuführende Maßnahme.

TECHNOLOGIE: DAS THERMO-KATALYTISCHE REFORMING

Beim »thermo-katalytischen Reforming« (TCR®-Verfahren) wird Biomasse in einem mehrstufigen, thermischen Verfahren in hochwertige Energie- und Nährstoffträger umgewandelt. Das Verfahren kann eine breite Basis an Biomassen und Reststoffen ab einem Trockengehalt von 70 Prozent und darüber effizient verarbeiten – insbesondere Reststoffe wie:

- Gärreste aus Biogas- und Bioethanolverfahren
- Holzreste und Landschaftspflegematerial
- Industrielle Biomassereststoffe wie Biertreber oder Schlemphen aus dem Papierrecycling
- Klärschlämme
- landwirtschaftliche Reststoffe und Tierexkremte

In einer ersten Stufe wird die Biomasse bei mittleren Temperaturen (400 bis 450 °C) schonend in feste und flüchtige Bestandteile aufgeschlossen. Im Ergebnis entstehen drei qualitativ hochwertige Produkte:

- Staubfreies Produktgas bestehend aus Wasserstoff (bis 40 Volumenprozent), Kohlenmonoxid, Kohlendioxid und Methan sowie einem geringen Anteil höherer Kohlenwasserstoffe
- Hochwertiges Produktöl mit hohem Heizwert und sehr niedrigen Säuregehalten (vergleichbar mit pflanzlichen Ölen)
- Biokohle mit hohem Kohlenstoffanteil und hohem Düngersatzmittelpotenzial



Mit den Ölen aus der TCR®-Technologie ist es erstmals möglich, Kraftstoffe für Fahrzeuge aus biogenen Reststoffen (z.B. Gärrest) zu gewinnen.

- Das Verfahren hebt sich technisch deutlich von anderen thermo-chemischen Verfahren ab:
 - Hohe Betriebsstabilität durch Vermeidung von Staub- und Teerbildung
 - Einsatzgut mit Feuchtegraden bis zu 30 Prozent kann ohne weitere Vortrocknung verarbeitet werden. Gleichzeitig stellt das Verfahren Eigenwärme zur Vortrocknung von Biomasse mit einem Feuchtegrad von über 50 Prozent bereit.
 - Etwa 75 Prozent der eingesetzten Energie aus dem Heizwert des Einsatzgutes wird in den Produkten genutzt. Berücksichtigt man die zur Biomassetrocknung bereitgestellte Wärme, stehen etwa 90 Prozent der eingesetzten Energie zur nachhaltigen Nutzung bereit.
 - Durch das robuste, containerisierte Anlagendesign können dezentrale Anlagengrößen bereits ab 300 kW_e wirtschaftlich sinnvoll realisiert werden.

Vorort-Hydrierung

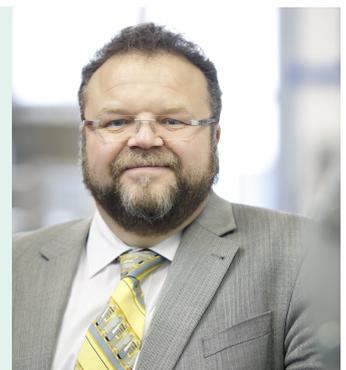
Die Hydrierung von Pflanzenölen zur Kraftstoffgewinnung für die Mobilität hat sich inzwischen als gängiges Verfahren etabliert. Mit den Ölen aus der TCR-Technologie ist es erstmals auch möglich, Kraftstoffe für Fahrzeuge aus biogenen Reststoffen zu gewinnen. Durch den hohen Wasserstoffanteil der TCR-Gase ist es wirtschaftlich möglich, eine Vorort-Hydrierung der Öle durchzuführen und normgerechte Kraftstoffe lokal zu erzeugen. Alternativ kann das Rohöl in einer bestehenden Raffinerie direkt umgewandelt werden.

**Fraunhofer-Institut für
Umwelt-, Sicherheits- und
Energietechnik UMSICHT**

**Institutsteil
Sulzbach-Rosenberg**
An der Maxhütte 1
92237 Sulzbach-Rosenberg

Leitung
Prof. Dr. Andreas Hornung
Telefon +49 9661 908-403
andreas.hornung@umsicht.fraunhofer.de

www.umsicht-suro.fraunhofer.de
www.umsicht.fraunhofer.de



LEBENS LAUF

PROF. DR. ANDREAS HORNUNG

LEITER INSTITUTSTEIL SULZBACH-ROSENBERG

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR UMWELT-, SICHERHEITS- UND
ENERGIETECHNIK UMSICHT



seit 01/2013

**Leiter Fraunhofer-Institut für Umwelt-,
Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT
Institutsteil Sulzbach-Rosenberg**

seit 06/2015

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Professor für Hochtemperaturprozesstechnik

seit 04/2014

Universität Birmingham
Lehrstuhl in Bioenergie

2014 - 2017

Universität Bologna
Außerordentliche Professur

2013 - 2014

Mitglied des Vorstands der
Internationalen Biokohle Initiative (IBI)

2008 - 2013

European Bioenergy Research Institute (EBRI)
Gründer und Direktor

2007 - 2014

Aston University / UK
Inhaber des Lehrstuhls für Chemieingenieurwesen und
Angewandte Chemie

2002 - 2007

Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, ITC-TAB
Abteilung Pyrolyse / Gasbehandlung

2001

Sea Marconi Technologies, Italy
Umweltengineering

2000 - 2001

AHT Austria
Prototypenbau

1996 - 2000

TU Karlsruhe - Chemische Technik
Abteilung Pyrolyse

1991 - 1997

TU Kaiserslautern
Dissertation zum Dr. rer. nat.
im Bereich Technische Chemie

1985 - 1991

TH Darmstadt
Studium der Chemie / Chemischen Technologie