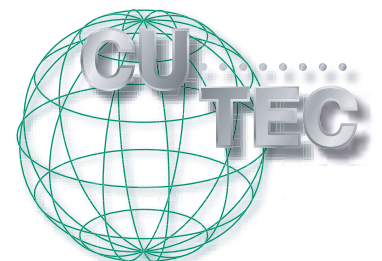


CLAUSTHALER UMWELTTECHNIK-INSTITUT GMBH







JAHRESBERICHT NEUE PROJEKTE

ZEITRAUM 9/2010 BIS 8/2011

(UNTERSTÜTZT DURCH FORSCHUNG FÖRDERNDE INSTITUTIONEN)



Abteilungen

-  Geschäftsführung
-  Biologische und Physikalische Prozesstechnik
-  Thermische Prozesstechnik
-  Chemische Prozesstechnik
-  Energiesysteme
-  CUTEC International

Kategorien

-  Ressourceneffizienz
-  Biomassekonversion
-  Brennstoffzelle
-  Prozessintensivierung
-  Consulting



Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

wie im vergangenen Jahr möchten wir Sie mit diesem Jahresbericht über die im gerade abgelaufenen Gesellschafterjahr – von September 2010 bis August 2011 – eingeworbenen neuen Projekte informieren, die von Forschung fördernden Institutionen finanziell unterstützt oder ganz getragen werden. Aufträge aus und Projekte mit der Industrie, mit Kommunen und öffentlichen Einrichtungen* fehlen in dieser Zusammenstellung auch in diesem Jahr, weil wir aufgrund von Vertraulichkeitsvereinbarungen darüber leider nicht berichten können.

Ich wünsche Ihnen viel Spaß und neue Erkenntnisse bei der Lektüre. Wenn sich dabei Fragen ergeben oder Sie zu bestimmten Projekten mehr Informationen wünschen, können Sie sich gerne an uns wenden.

Ihr

Prof. Dr.-Ing. Otto Carlowitz
Geschäftsführer

* Ausnahmen bestätigen die Regel – ein Bericht über eine Umweltberatung für die Federal Capital Territory Regierung in Abuja, Nigeria, finden Sie auf Seite 22 und 23.



AUF EINEN BLICK

Projektlaufzeit: 1. August 2010 bis 29. Februar 2012

Gefördert durch: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi)
ZIM-Programm

Stichworte: Trink- und Abwasseraufbereitung
Ozongenerator
Verbesserte Reaktionskinetik
Reduzierung Energie- und Sauerstoffverbrauch

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit

ausgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



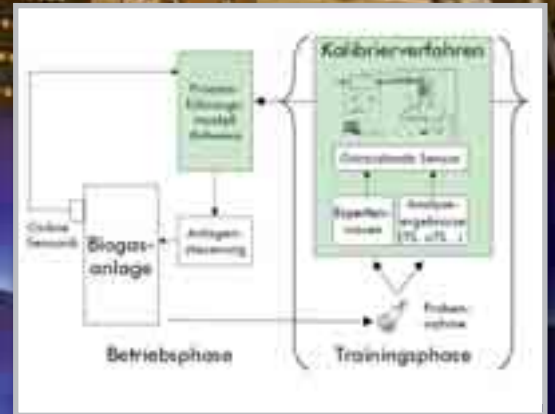
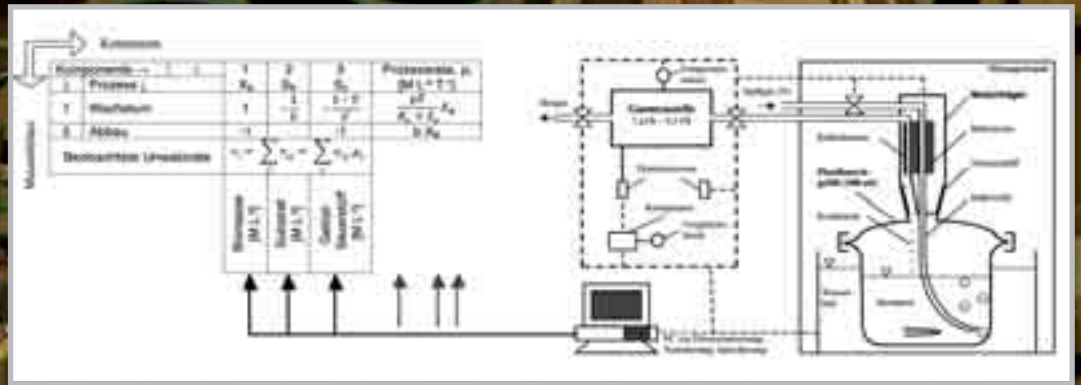
Entwicklung eines neuen Ozongenerators mit deutlich höherer Ozonausbeute

Die Wasserbehandlung mittels Ozon ist mit weltweit mehreren tausend Anlagen ein etabliertes Verfahren sowohl in der Trinkwasser- als auch in der Abwasseraufbereitung. Hauptziele sind die Entfernung biologisch nicht abbaubarer Inhaltsstoffe, die Entfärbung, Desodorierung und Entkeimung. Da der Energie- und Sauerstoffaufwand und die damit verbundenen Kosten das Anwendungspotenzial der Ozonbehandlung im Wasserbereich begrenzen, soll im Rahmen des Projektes gemeinsam mit der Fa. Anseros ein wartungsarmer Ozongenerator entwickelt werden, der im Vergleich zu konventionellen Generatoren eine um ca. 30% größere Ozonmenge bezogen auf die eingesetzte Sauerstoffmenge bereitstellen kann. Parallel dazu werden von der CUTEC Versuche durchgeführt, die eine ressourcen- und energiebezogene Bewertung der neuen Generatortechnik erlaubt sowie veränderte Stoffaustauschbedingungen im Hinblick auf die Einbindung in bestehende (z.B. Entfärbung) und neue technische Prozesse (z.B. Abbau von Spurenstoffen) untersucht. Dazu wird zunächst eine Laboranlage aufgebaut, an der Standardabbautests genutzt werden, um Ozongeneratoren herkömmlicher Technik mit der neu entwickelten Technik vergleichen zu können. Auf Basis dieser Versuche wird das Leistungspotenzial des neuen Generators bezüglich verbesserter Reaktionskinetik, reduziertem Energieverbrauch und reduziertem Sauerstoffverbrauch bewertet werden. Da die erhöhte Ozonkonzentration einen verbesserten Ozoneintrag bewirkt, ist es weiterhin geplant, das Effizienzpotenzial bezüglich der Reaktortechnik durch gekoppelte stoffübergangs- und reaktionstechnische Untersuchungen aufzuzeigen. Mit den gewonnenen Ergebnissen ist der Bau einer Pilotanlage im technischen Maßstab beabsichtigt, um nach weiteren Untersuchungen am Ende belastbare Aussagen zum wirtschaftlichen und technischen Anwendungspotenzial treffen zu können. Ein im Anschluss als Dauerversuch angelegter Pilotbetrieb mit realem Prozesswasser bzw. Abwasser stellt einen ersten Praxistest dar und dient dazu, Ansätze für weitere Verbesserungen auf dem Weg zur Praxisreife zu erhalten. Beide Partner führen zum Projektende eine Bewertung der neuen Generatortechnik anhand ökonomischer (Anseros) und ökologischer (CUTEC) Faktoren durch.

PROJEKTTRÄGER UND -PARTNER

Projektträger: AiF Projekt GmbH, Berlin

Projektpartner: Anseros Klaus Nonnenmacher GmbH, Tübingen



AUF EINEN BLICK

Projektlaufzeit: 1. Juli 2011 bis 30. Juni 2013

Gefördert durch: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi)
ZIM-Programm

Stichworte: Prozesssimulation
Kalibriersystem
Modellierung
Biogaspotenzialmessung
Regelung Biogasanlagen

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit

ausgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Erweiterung modellgestützter Prozessführungssysteme zur Effizienzsteigerung von Biogasanlagen

Damit auf der in Deutschland zurzeit nutzbaren Fläche die durch die Bundesregierung gesteckten Ziele für die Biogas-Erzeugung und -Einspeisung erreicht werden können, ist eine erhebliche Verbesserung der Leistungsfähigkeit von Biogasanlagen durch Zucherfolge bei der Biomasse und bessere Technik in der Gaserzeugung und -aufbereitung erforderlich. Dies betrifft nicht nur neu hinzukommende Anlagen, sondern vor allem auch ältere, die häufig nicht mehr dem Stand der Technik entsprechen.

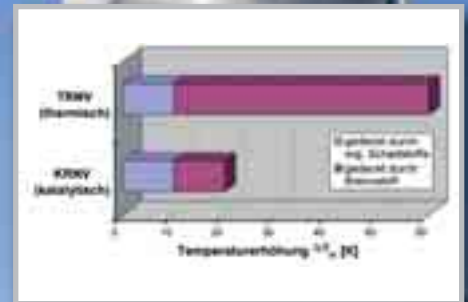
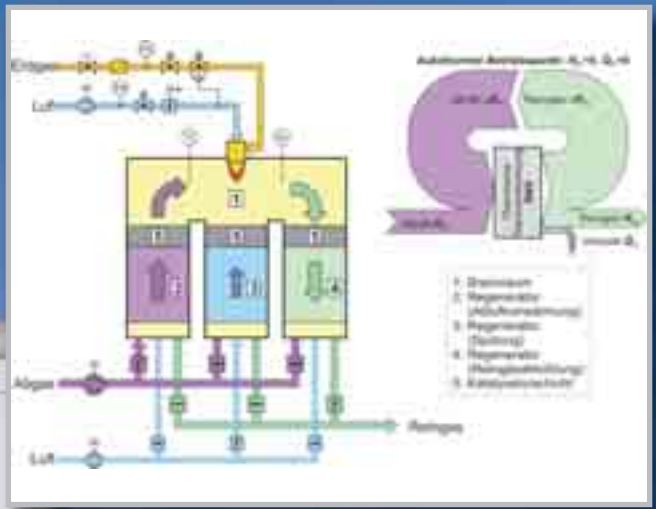
Die Verbesserung der Prozessführung hat dabei aus ökonomischer Sicht den großen Vorteil, dass bei weitgehend gleich bleibender Anlagentechnik und nur geringen Investitionen in neue Führungssysteme erhebliche Leistungssteigerungen durch moderne Betriebsweise (Stand der Forschung) auch älterer Anlagen möglich werden.

Obwohl in Deutschland mehrere tausend Biogasanlagen existieren, werden modellgestützte Ansätze zur Unterstützung von Prozesssteuerungen bis heute nicht eingesetzt. Das liegt vor allem daran, dass vorhandene Modelle in der Praxis noch nicht anwendbar sind. Wesentliche Parameter sind bisher gar nicht berücksichtigt oder lediglich abgeschätzt worden. Diese Lücke soll dadurch geschlossen werden, dass die wesentlichen Parameter gemessen werden. In dem Vorhaben soll ein im CUTEC bereits vorhandenes Prozessmodell zur anaeroben Vergärung von Biomassen angewendet werden, das um die fehlenden physikalischen und biologischen Parameter ergänzt wird. Parallel dazu erfolgt die Entwicklung eines Kalibriersystems zur Anpassung des Modells an die jeweiligen realen Betriebsbedingungen. Der Projektpartner Common-Link wird dabei die für die Kalibrierung erforderlichen Sensoren zur Erfassung des Gärzustandes entwickeln (Kalibrator), während CUTEC die biologischen Kalibrierungsversuche sowie die Einbindung der Daten in das Prozessmodell übernehmen wird. Durch diese softwaretechnische Erweiterung vorhandener Modelle in Kombination mit einem messtechnischen Abgleich mit der Praxis (Soft-Sensor) sollen zukünftig modellgestützte dynamische Prozessführungssysteme zur Effizienzsteigerung von Biogasanlagen einsetzbar werden.

PROJEKTTRÄGER UND -PARTNER

Projekträger: AiF Projekt GmbH, Berlin

Projektpartner: Common-Link AG, Karlsruhe



AUF EINEN BLICK

Projektdauerzeit: 1. Juni 2010 bis 31. Mai 2012

Gefördert durch: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi)
ZIM-Programm

Stichworte: Abgasreinigung
Nachverbrennung
Katalysator
Energieeinsparung
CO₂-Minderung

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Einsatz von Oxidationskatalysatoren in thermisch-regenerativen Abgasreinigungsanlagen (TRNV-Anlagen) zur Senkung des Brennstoffbedarfs

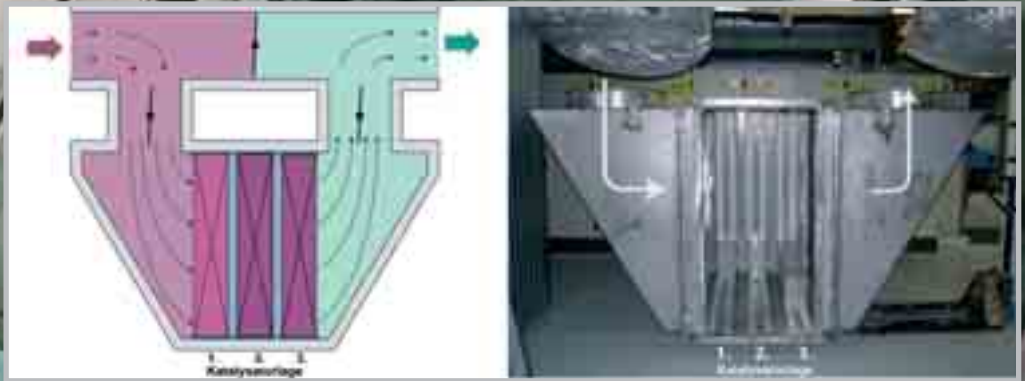
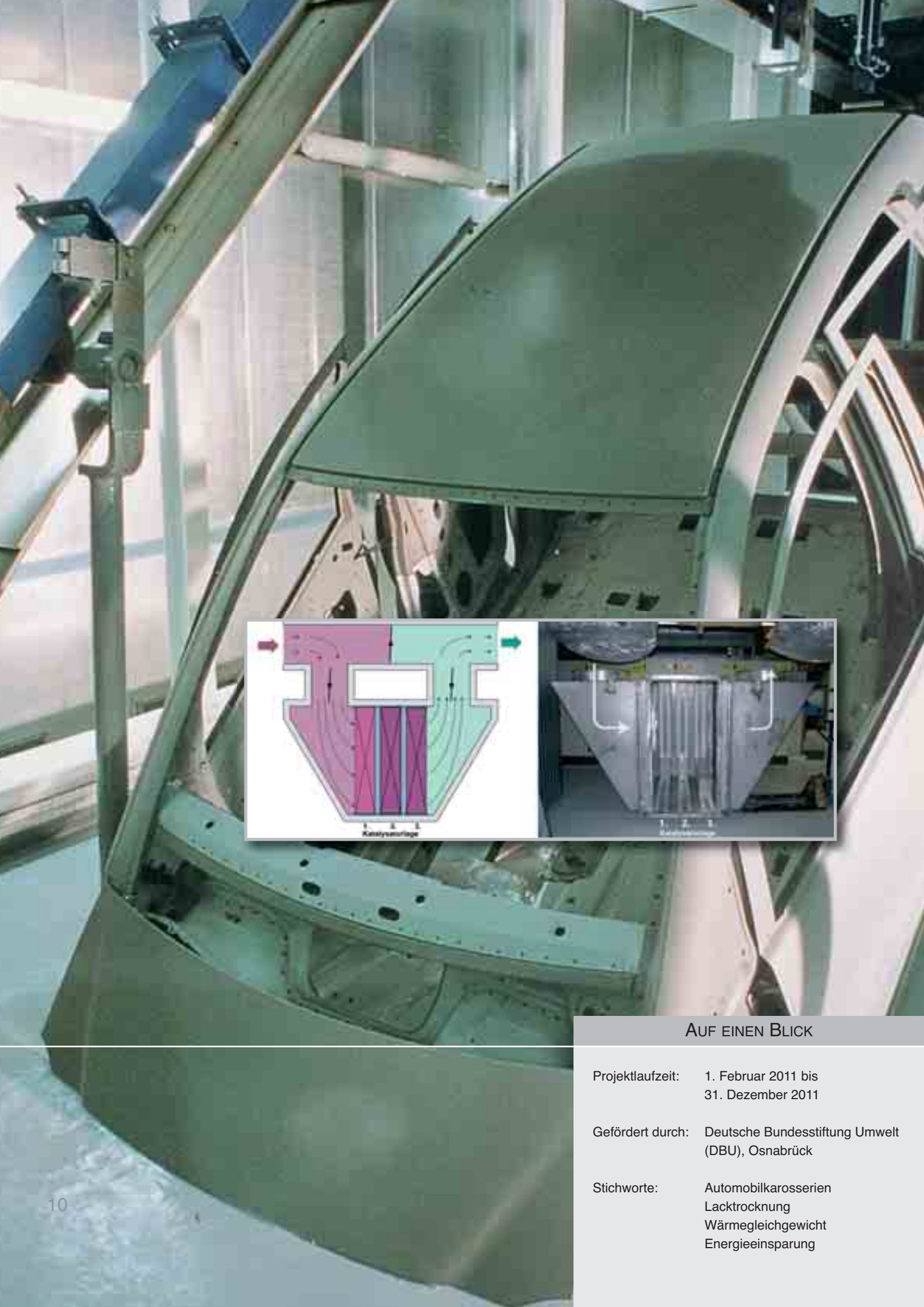
Im Rahmen des Projektes soll ein Verfahren entwickelt werden, das es erlaubt, durch den nachträglichen Einbau von Katalysatorstufen in vorhandene thermisch-regenerative Nachverbrennungsanlagen (TRNV-Anlagen) den Zusatzbrennstoffbedarf und damit die Kohlenstoffdioxidemissionen beim Betrieb dieser Anlagen in erheblichem Umfang zu senken. Nachverbrennungsanlagen dienen der Behandlung von kohlenwasserstoffhaltigen bzw. lösemittelhaltigen Abgasen. Dabei werden toxische Kohlenwasserstoffe in nichttoxische Verbindungen bei etwa 800 °C oxidativ umgesetzt. Regeneratoren stellen hier Abgasvorwärmesysteme zur Reduktion des Zusatzbrennstoffeinsatzes dar. Zwar sind neue katalytisch-regenerative Nachverbrennungsanlagen (KRVN-Anlagen) am Markt verfügbar, jedoch liegt in der Nachrüstung von Katalysatoren und zugehörigen Brennersystemen auch deshalb ein hoher ökonomischer Anreiz, weil der weit überwiegende Teil der vorhandenen Anlagen übernommen bzw. erhalten wird und dadurch deutlich niedrigere Investitionen aufzubringen sind. Zielgruppe sind unterautotherm arbeitende (also Zusatzbrennstoff benötigende) TRNV-Anlagen. Hiervon existieren etwa 1.800 in Deutschland mit einer mittleren Abluftkapazität von 20.000 m³/h (Normzustand). Die meisten Anlagen arbeiten dreischichtig, etwa 220 Tage im Jahr. Setzt man die jährlich eingesparten Energiekosten gegen die erforderlichen Umbaukosten, so ist mit einer Amortisationszeit von ca. 1,75 Jahren zu rechnen. Das grundsätzliche CO₂-Einsparpotenzial lässt sich bei der betrachteten Anlagengröße und -anzahl mit ca. 656.000 t CO₂/Jahr beziffern. Das technische Risiko des Projektes wird im Wesentlichen durch das Gefahrenpotenzial der Katalysatordeaktivierung bestimmt. Diese kann grundsätzlich thermische, mechanische oder chemische Ursachen haben. Typische Katalysatorgifte sind siliziumorganische Verbindungen oder Chlor- und Schwefelverbindungen, von denen sich folglich für einen störungsfreien Betrieb keine relevanten Mengen im Abgas befinden dürfen.

Die technologische Entwicklung wird durch die Zusammenarbeit dreier Unternehmen vorangetrieben und beinhaltet die Entwicklung eines neuen Brennersystems (KG ELBE-Gas-Anlagenbau GmbH & Co.), die Durchführung von Technikumsversuchen und Simulationen (CUTEC) und die Erarbeitung von Auslegungs- und Beurteilungskenngrößen (Allog Engineering GmbH).

PROJEKTTRÄGER UND -PARTNER

Projektträger: AiF Projekt GmbH, Berlin

Projektpartner: Allog Engineering GmbH, Worpsswede
KG ELBE-Gas-Anlagenbau GmbH & Co., Winsen an der Luhe



AUF EINEN BLICK

Projektlaufzeit: 1. Februar 2011 bis
31. Dezember 2011

Gefördert durch: Deutsche Bundesstiftung Umwelt
(DBU), Osnabrück

Stichworte: Automobilkarosserien
Lacktrocknung
Wärmegleichgewicht
Energieeinsparung



Abgasreinigung Automobillackierung

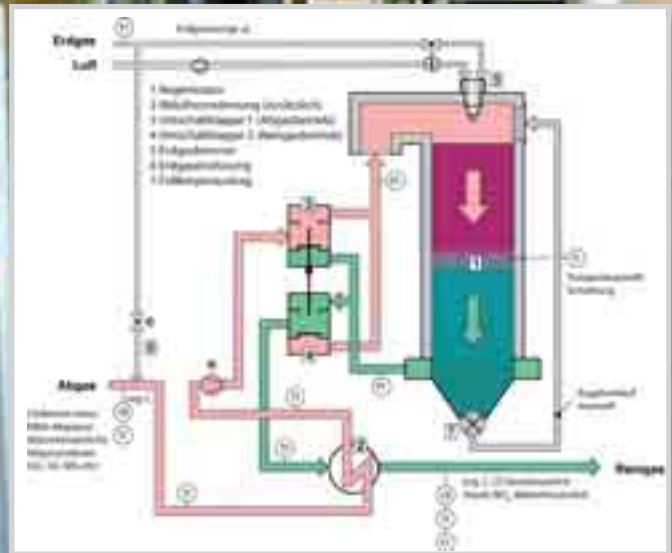
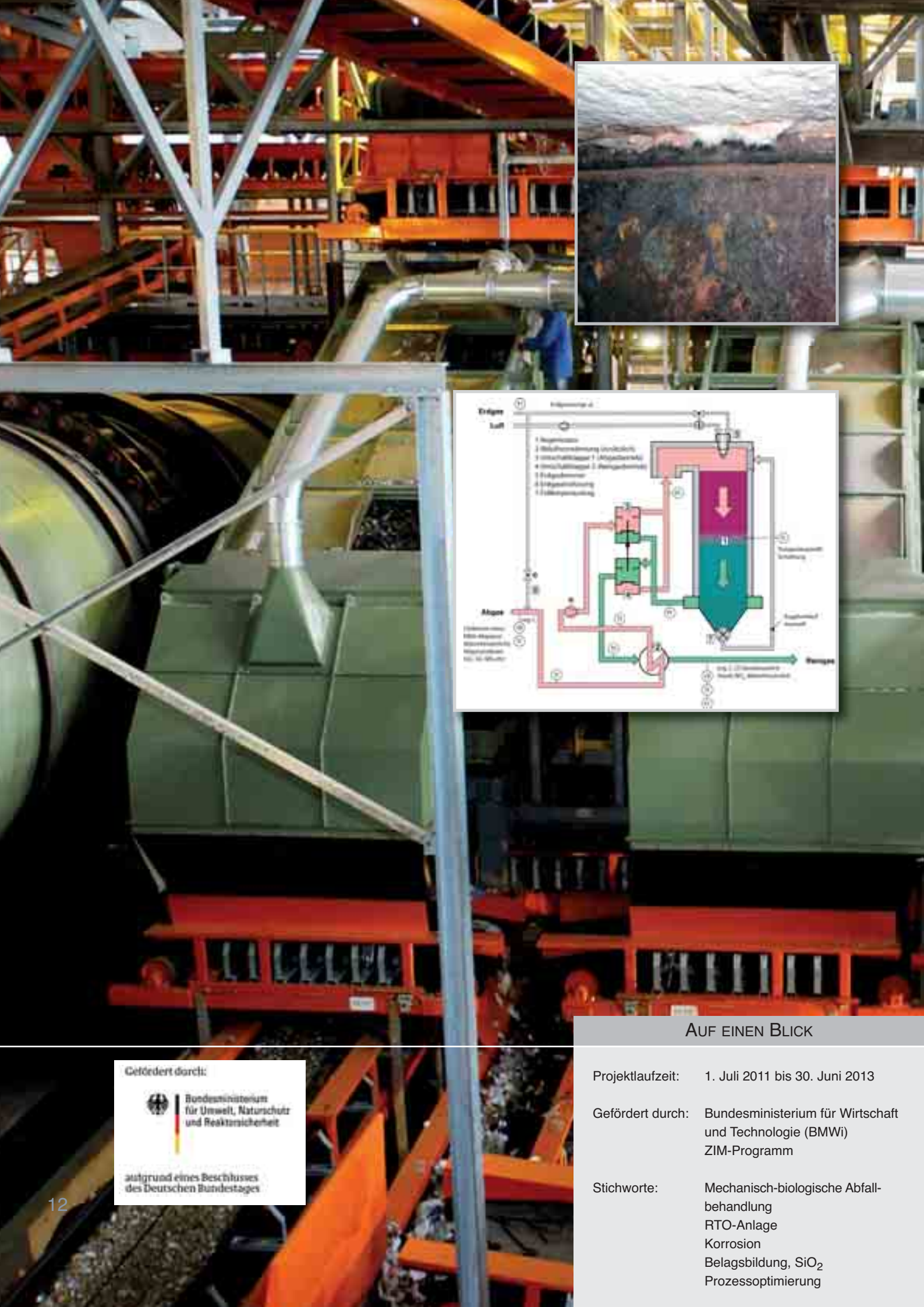
[Abschluss 1. Phase – Ausblick 2. Phase]

Bei der Endbehandlung von Automobilkarosserien werden die verschiedenen aufgetragenen Lackschichten sowie der Unterbodenschutz (UBS) getrocknet. Die Lackschicht auf einer Automobilkarosserie besteht aus mehreren Teilschichten: der kathodischen Tauchlackierung (KTL), dem Füller, dem Basecoat (BC, farbgebend) und dem Clearcoat (CC, Glanz). Während des Trocknungsprozesses fallen unterschiedliche, mit organischen Lösungsmitteln beladene Abluftströme an, die in Thermischen Nachverbrennungsanlagen (TNV) behandelt werden, wobei KTL, Füller, UBS sowie BC/CC jeweils über eine eigene Kombination aus Trockner und TNV verfügen. Die erste Phase dieses Vorhabens konzentrierte sich auf die Teillackschichten BC/CC, Füller und UBS und hat gezeigt, dass nach dem Einbau katalytischer Stufen durch die Absenkung der Reaktionstemperatur in den TNV-Anlagen erhebliche Erdgasmengenströme eingespart werden können. Beim Kooperationspartner Volkswagen wurden in Wolfsburg bei Decklackanlagen Potenziale bis zu etwa 40 %, bei Fülleranlagen etwa 20 % und bei UBS-Linien bis zu 40 % ermittelt. Zwischenzeitlich sind 12 Decklack-, 8 Füller- und 3 UBS-Linien als Vollstromanlagen ausgerüstet worden. Die ermittelten Einsparpotenziale an Erdgas konnten verifiziert werden, wobei die Emissionswerte insbesondere bezüglich Kohlenstoffmonoxid drastisch und Stickoxiden deutlich gesenkt werden konnten. Die Emissionswerte an organisch gebundenem Kohlenstoff sind sehr niedrig und unterschreiten die Emissionsbegrenzungen ebenfalls deutlich. Vielfältige eigene Untersuchungen zeigen, dass mit einer irreversiblen Katalysatordeaktivierung durch einen Mix von Spurenstoffen, insbesondere metallischen Spurenstoffen (Decklack) und siliziumorganischen Verbindungen (Füller) zu rechnen ist, diese jedoch relativ langsam voranschreitet, so dass sich eine katalytische Stufe auf alle Fälle lohnt. Die Anlagen der kathodischen Tauchlackierung („KTL-Linien“), die sich durch ein andersartiges Lackapplikationsverfahren und schwierige Lackinhaltsstoffe auszeichnen, stellen dagegen noch eine wirkliche Herausforderung insbesondere bezüglich der Katalysatordeaktivierung dar. Die zweite, zeitlich kürzere Phase des Vorhabens wird sich daher speziell mit dieser Problematik auseinandersetzen, wobei die in der ersten Phase entwickelte Vorgehensweise (Wärmegleichgewichtsermittlung/Abgasanalysen, Ermittlung der möglichen Brennstoffeinsparung, Betrieb von Versuchsanlagen, Installation von Hauptausführungen/Vollstromanlagen, sofern dies als zielführend erachtet wird) übernommen werden soll. Dass in diesem Kontext auch eine messtechnische Validierung bestehender Vollstromanlagen erfolgen wird, ist für den Erkenntnisgewinn zwingend notwendig.

PROJEKTRÄGER UND -PARTNER

Projekträger: DBU

Projektpartner: Lufttechnik Bayreuth GmbH & Co. KG (LTB), Goldkronach
Volkswagen AG, Wolfsburg



AUF EINEN BLICK

- Projektlaufzeit: 1. Juli 2011 bis 30. Juni 2013
- Gefördert durch: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi)
ZIM-Programm
- Stichworte: Mechanisch-biologische Abfall-
behandlung
RTO-Anlage
Korrosion
Belagsbildung, SiO₂
Prozessoptimierung

Gefördert durch:

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit

ausgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Ganzheitliche Entwicklung zum ressourceneffizienten Betrieb von MBA-Prozessen mit RTO¹-Technologie

Mit der Einführung der 30. BImSchV² im Jahr 2001 wurden die Betreiber von Anlagen zur nichtthermischen oder mechanisch-biologischen Abfallbehandlung (MBA) zur Einhaltung von Emissionsgrenzwerten verpflichtet, was dazu führte, dass zur Entgiftung von Abgasströmen mit höheren organischen Frachten aus den mechanisch-biologischen Abfallbehandlungsstufen Verbrennungsanlagen (sog. RTO-Anlagen) implementiert wurden. Diese erweisen sich wegen der besonderen Abgaseigenschaften in MBA-Anlagen im Betrieb aus drei Gründen als problematisch:

- Es treten massive Korrosionsprobleme durch säurehaltige Kondensate auf.
- Die Wärmespeichermassen verstopfen als Folge der Oxidation siliziumorganischer Verbindungen durch Beläge.
- Der Zusatzbrennstoffbedarf ist hoch, weil der organische Kohlenstoffgehalt (TOC) im Abgas zu niedrig ist.

Für diese drei Problemfelder sollen im Rahmen des Vorhabens innovative Ansätze auf der Grundlage eines ganzheitlichen Ansatzes entwickelt werden, die die Randbedingungen für eine neue Generation von RTO-Anlagen schaffen und gleichzeitig den MBA-Prozess optimieren. Von dem Vorhaben profitieren somit nicht nur die Antragsteller selbst, sondern ebenso MBA-Anlagenbetreiber sowie die überwiegend mittelständischen Hersteller von RTO-Anlagen, weil in absehbarer Zukunft in den MBA-Anlagen die 1. Generation der jetzt implementierten RTO-Anlagen wegen der Probleme mit Korrosion, Belägen und zusätzlichem Brennstoffbedarf ersetzt werden muss.

Iba wird der Aufgabenstellung nachgehen, auf welche Weise die Verfahrenstechnik der Rotte³ und die Prozessführung verändert werden muss, damit für die RTO-Anlage verbesserte Ausgangsbedingungen – wie höhere Kohlenwasserstofffracht (kleinerer Zusatzbrennstoffverbrauch); verringerter Anteil an Säurebildnern (Verminderung des Korrosionspotenzials); Reduzierung der Siloxangehalte – gegeben sind. CUTEC konzentriert sich auf die RTO-Anlage selbst und geht der Frage nach, durch welche Maßnahmen (wie beispielsweise zusätzliche Abluftvorwärmung) innerhalb der RTO die Korrosion auf ein Minimum beschränkt bleibt, erprobt parallel dazu ein neuartiges RTO-Konzept für ein einfaches Belagshandling und nimmt eine Bewertung von verschiedenen Maßnahmen zur Senkung des Zusatzbrennstoffverbrauchs vor. Beide Partner streben gemeinsam auch eine technische Verbesserung konventioneller RTOs an, so dass die Anlagen bei Anfall von siliziumorganischen und Ammoniumverbindungen im Abgas ausreichende Standzeiten aufweisen und keine massiven Korrosionsprobleme mehr auftreten.

PROJEKTTRÄGER UND -PARTNER

Projektträger: AiF Projekt GmbH, Berlin

Projektpartner: Ingenieurbüro für Abfallwirtschaft und Energietechnik (iba), Hannover

¹ RTO: Regenerative Thermische Oxidation zur Behandlung von organisch belasteten Abluftströmen

² BImSchV: Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (30. Verordnung über Anlagen zur biologischen Behandlung von Abfällen)

³ Rotte: So wird der Prozess der Zersetzung und Umwandlung organischer Stoffe bei der Kompostierung bezeichnet.



AUF EINEN BLICK

Projektlaufzeit: 1. Juli 2011 bis 31. Dezember 2013

Gefördert durch: Forschungs-Gesellschaft
Verfahrens-Technik e.V., Frankfurt

Stichworte: Brennstoffflexibilität
Brennstoffwechsel
Biomasseheizkraftwerk
Dezentrale Energieversorgung
Biomassebewertung

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Biomasseheizkraftwerke: gesteigerte Wirtschaftlichkeit durch Brennstoffflexibilität – Entwicklung eines Klassifizierungssystems für Biomassen

Ein wichtiges Standbein der erneuerbaren Energien ist die energetische Nutzung von Biomassen, weil diese im Unterschied zu Sonne, Wind und Wasser speicherbar sind. Momentan werden in Deutschland ca. 50 Biomassekraftwerke der Leistungsgrößen zwischen 1 und 20 MWel betrieben. Sie sind dabei überwiegend auf holzstämmige Biomassen in Form von Hack-schnitzeln, Pellets oder Scheitholz ausgerichtet, wobei die stetig wachsende Nachfrage nach Holz zu steigenden Preisen führt, zumal die energetische Holznutzung grundsätzlich auch in Konkurrenz zur stofflichen Nutzung steht. Um auch zukünftig rentabel zu bleiben, bietet sich für Biomassekraftwerke eine Erhöhung der Brennstoffflexibilität an. Dem Anlagenbetreiber stehen dazu in der Regel zwei Optionen zur Verfügung: entweder einen kostengünstigeren Biomassebrennstoff einzusetzen und mit vertretbaren Modifikationen den bestehenden Prozess anzupassen oder eine an den Substitutionsbrennstoff angepasste neue Anlage zu errichten. Auf der Biomasse-Angebotsseite stehen Stoffe, welche als Reststoffe in der Landwirtschaft, der Getreideaufbereitung, der Lebensmittelindustrie und der Landschaftspflege anfallen. Zu denken ist beispielsweise an Mist aus der Tierzucht, Gärreste aus Biogasanlagen, Bruchkorn, Ölpressekuchen, Trester, Grünschnitt usw. Dabei müssen jedoch die brennstoffspezifischen Eigenschaften, die veränderten Emissionen sowie das Verbrennungsverhalten der Substitutionsbrennstoffe berücksichtigt werden. Die Änderungen von der Brennstoffaufgabe über die thermo-chemische Umsetzung bis zur Abgasnachbehandlung müssen beherrschbar bleiben. Bisher versuchen die Betreiber die Eignung neuer Brennstoffe durch Zumischungen im laufenden Betrieb oder Laborexperimente zu ermitteln. Lösungen werden nur für die jeweilige Anlage ermittelt. Hier besteht Forschungsbedarf für die drei praktisch angewandten thermo-chemischen Grundprozesse Pyrolyse, Vergasung und Verbrennung. Zwar existieren erste Normen und Regelwerke zur Charakterisierung von Biomassen; die Kenntnis von elementarer Zusammensetzung, Heizwert und der Spurenstoffe reicht bei weitem nicht aus, um einen Brennstoffwechsel durchzuführen. Eine umfassende und auf verschiedene Biomassebrennstoffe und Verfahren aufgebaute prozessorientierte Bewertung der Gesamtsysteme für Biomassen fehlt bisher. Die Ziele des Vorhabens lassen sich auf drei Kernfragen fokussieren:

1. Auf die Ermittlung der Brennstoff-Flexibilität bestehender Anlagen. Welches Verfahren hat welche Flexibilität im Hinblick auf die Substitution von Holz durch andere Biomassen und Biomassereststoffe?
2. Wie muss die Verfahrens- und Apparatechnik bestehender Anlagen geändert werden, um neue Biomassen aufnehmen zu können?
3. Welche verfahrenstechnischen Möglichkeiten ergeben sich beim Einsatz neuer biogener Brennstoffe für die Auslegung von Neuanlagen?

Das Ergebnis ist die Erstellung eines Klassifizierungssystems für Biomassen, welches über die bereits bekannten chemischen und physikalischen Daten wie z.B. Elementaranalyse, Aschezusammensetzung und -schmelzpunkt hinausgeht. Zusätzlich sollen Kenngrößen auf der Basis brennstofftechnischer Untersuchungen zu den jeweiligen Biomassen für den Einsatz in der Energieumwandlung ermittelt werden, nach denen eine Klassifizierung möglich ist. Dabei werden Kriterien für die Eignung der Biomassen im Hinblick auf die Verwendung in verschiedenen Verfahren unter Berücksichtigung der prozesstechnischen und apparativen Gestaltung sowie technologischen, ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten aufgestellt.

PROJEKTRÄGER UND -PARTNER

Projekträger: Förderprogramm „Industrielle Gemeinschaftsforschung und -entwicklung des BMWi, Berlin, über die AiF-Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto Guericke e.V.“, Köln

Projektpartner: Institut für Energietechnik, TU Dresden, Dresden
Karlsruher Institut für Technologie (KIT) ITC-TAB, Karlsruhe
Institut für Energieverfahrenstechnik und Brennstofftechnik (IEVB),
TU Clausthal, Clausthal-Zellerfeld



Gefördert durch:



Forschungskommission
für Wirtschaft
und Technologie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

AUF EINEN BLICK

Projektlaufzeit: 1. Juli 2010 bis 30. September 2012

Gefördert durch: DECHEMA Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V., Frankfurt a. M.

Stichworte: SOFC
Anodenabgasrückführung
Brennstoffzellensysteme



Weiterentwicklung des Konzeptes der partiellen Anodenabgasrückführung für propanbetriebene SOFC-Brennstoffzellensysteme

Brennstoffzellen zeichnen sich durch einen hohen Wirkungsgrad der Stromerzeugung und ein breites Einsatzspektrum aus. Für kleine und mittlere Leistungen sind Feststoffoxidbrennstoffzellen (sogenannte SOFC¹-Stacks) bereits am Markt erhältlich. Die erforderliche Systementwicklung zur Bereitstellung markt- und konkurrenzfähiger Energiesysteme steht allerdings noch aus. Für eine kommerzielle Konkurrenzfähigkeit solcher SOFC-Systeme sind gleichzeitig ein möglichst hoher elektrischer Wirkungsgrad und ein einfacher Systemaufbau anzustreben. Von den Antragstellern wurde in einem Vorgängerprojekt von April 2007 bis Oktober 2009 ein neuartiger Systemansatz (AAGR²-Konzept) untersucht, bei dem ein Teil des Anodenabgases der SOFC für die Reformierung des als Brenngas verwendeten Propanes eingesetzt wird. Das Gesamtsystem wurde dabei in einer Ofenumgebung im POX³-Betrieb gestartet und über mehrere Stunden stabil im AAGR-Modus betrieben. Ziel des aktuellen Projektes ist die technische Umsetzung des AAGR-Konzeptes für ein propanbetriebenes SOFC-System in der Leistungsklasse 1 kW_{el}. Es soll dabei die Erhöhung des Systemwirkungsgrades gegenüber dem POX³-Konzept unter realen Bedingungen inklusive seiner regelungstechnischen Beherrschbarkeit nachgewiesen werden. Dies beinhaltet den weitgehend selbständigen Systembetrieb und Verzicht auf externe Wärmezufuhr im stationären Betrieb. Das erfordert technisch ein Scale-Up um den Faktor 3 und damit eine Überarbeitung der drei wesentlichen Baugruppen gegenüber den im ersten Projekt untersuchten Komponenten. Für das Gesamtsystem werden ein modifizierter Reformer/Brenner-Reaktor und ein verbesserter, bisher am Markt nicht erhältlicher Injektor für heiße Prozessgase von 850 °C inklusive veränderter Düsen entwickelt sowie SOFC-Stacks der neuesten Generation eingesetzt. Begleitend zu den Experimenten dient die Systemsimulation mittels des vorhandenen, kontinuierlich verbesserten dynamischen Prozessmodells einerseits zur Entwicklung der Komponenten und des Gesamtsystems und andererseits der Optimierung von Regelung und Steuerung sowie der Vermeidung kritischer Betriebszustände. Schließlich erlauben die Simulationen auch die Abschätzung der Auswirkungen von Änderungen der Stack-Charakteristik auf die Leistung des Gesamtsystems. Mit der technischen Umsetzung wird eine deutliche Weiterentwicklung im Vergleich zum Stand der Technik erzielt und die Markteinführung von SOFC-Anlagen unterstützt.

PROJEKTRÄGER UND -PARTNER

- Projekträger: IFG-Vorhaben 16638 N der Forschungsvereinigung DECHEMA über die AiF Programm zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
- Projektpartner: Zentrum für Brennstoffzellen Technik (ZBT), Duisburg
Institut für Elektrische Energietechnik (IEE), TU Clausthal, Clausthal-Zellerfeld
Institut für Wärme- und Brennstofftechnik (IWBT), TU Braunschweig, Braunschweig

¹ SOFC: Solid Oxide Fuel Cell, engl. für Feststoffoxidbrennstoffzelle
² AAGR: Anodenabgasrecycling
³ POX: Partielle Oxidation



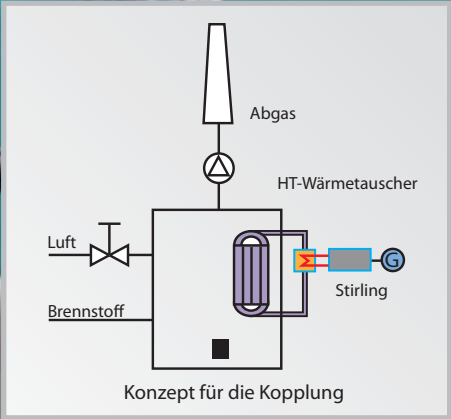
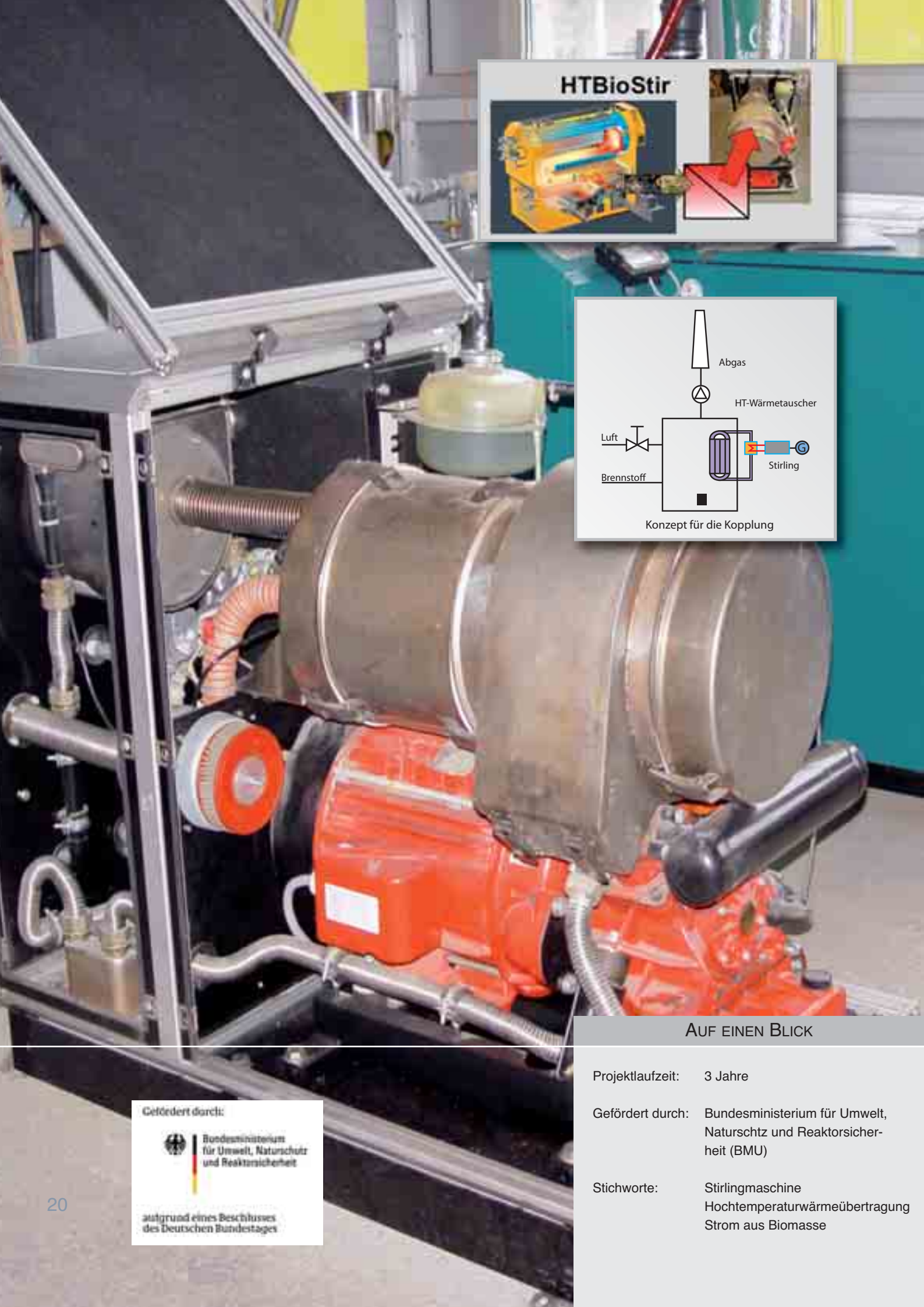
Verfahrenstechnische Fließbildsimulation für ein kundenspezifisches SOFC-Systemdesign

Im August 2011 starteten das französische Unternehmen SOPRANO (www.soprano.fr) und CUTEC eine Kooperation für die gemeinsame Entwicklung eines SOFC¹-Systems. SOPRANO produziert ein flexibles Kraft-Wärme-Kälte-Kopplungs-Modul EnerTermoPac, das dem Anwender heißes oder gekühltes Wasser, Raumheizung bzw. -kühlung und Strom aus multiplen Energiequellen wie Biogas, Erdgas, Diesel, Netzstrom und Wasserstoff zur Verfügung stellt. Die interne Systemsteuerung ermöglicht die automatische Auswahl der jeweils günstigsten Energiequelle für jeden Betriebszustand auf Basis der jährlichen oder momentanen Beschaffungskosten. Die Integration der SOFC-Technologie kann die Flexibilität, den Wirkungsgrad und die Zuverlässigkeit des EnerTermoPac-Moduls deutlich erhöhen, und dabei gleichzeitig sowohl den Platzbedarf als auch die Wartungskosten verringern, denn ein SOFC-System kleiner Leistung stellt effizient, sauber und leise Strom und Wärme bereit und erweitert so die bisher bereits vorhandenen Funktionalitäten des EnerTermoPac-Moduls. CUTEC wurde nun beauftragt, unterschiedliche Systemvarianten für ein SOFC-System zur Integration in das EnerTermoPac-Konzept zu untersuchen. SOPRANO und CUTEC unterzeichneten einen Vertrag zur Fließbildsimulation und Erarbeitung von System-Varianten für einen Brennstoffzellengenerator sowohl für 2 als auch für 10 kW_{el} auf Basis der Fuel Cell Stack-Technologie der dänischen Firma Topsoe Fuel Cell A/S, die die erforderlichen SOFC-Leistungsdaten als Kern des künftigen Brennstoffzellengenerators zur Verfügung stellen wird. CUTEC wird mit diesen technischen Daten unterschiedliche Designoptionen zur Bereitstellung der geforderten elektrischen Leistung aus dem jeweils zur Verfügung stehenden Brennstoff anhand stationärer Fließbildsimulationen erarbeiten. Solche Untersuchungen erlauben die Abschätzung vorläufiger Leistungskennfelder; durch die Variation einzelner Einflussparameter wird die Bewertung der verschiedenen Designoptionen hinsichtlich des angestrebten Einsatzspektrums ermöglicht. SOPRANO wird anschließend die jeweiligen Vor- und Nachteile der von CUTEC erarbeiteten Designoptionen hinsichtlich ihrer Wirkung innerhalb der EnerTermoPac-Umgebung bewerten. Diese Ergebnisse dienen als Entscheidungsgrundlage für die Entwicklung eines Prototyps eines EnerTermoPac-SOFC-Systems.

PROJEKTTRÄGER UND -PARTNER

Auftraggeber: SOPRANO

¹ Solid Oxide Fuel Cell – engl. für Feststoffoxidbrennstoffzelle



AUF EINEN BLICK

- Projektlaufzeit: 3 Jahre
- Gefördert durch: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)
- Stichworte: Stirlingmaschine
Hochtemperaturwärmeübertragung
Strom aus Biomasse

Gefördert durch:

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



Entwicklung eines Hochtemperaturwärmeeübertragers für die Kopplung von Biomassekesseln mit Stirlingmaschinen

Es wird ein Wärmeübertragungssystem entwickelt und erprobt, das eine Kopplung eines Stirlingmotors mit einer Biomassefeuerung erlaubt. Üblicherweise werden Stirlingmotoren als Blockheizkraftwerke (BHKW) in der dezentralen Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) bei Nutzung von Erdgas als Primärenergieträger eingesetzt. Dabei wird die im Abgasstrom (über die Verbrennung von Erdgas) enthaltene Energie über einen Wärmeübertragungsvorgang an das Arbeitsgas des geschlossenen Stirling-Kreislaufs übertragen und kann somit den Wärmekraftprozess speisen. Der Wärmeeintrag erfolgt am sog. Erhitzerkopf¹ des Stirlingmotors, der als Wärmeübertrager ausgeführt ist. Die bisher verfolgten Ansätze zur Biomassenutzung über die direkte Kopplung (Positionierung des Erhitzerkopfes im Abgasstrom der Biomassefeuerung) oder über eine vorgeschaltete Vergasung von Biomasse und Verbrennung des Gases am Erhitzerkopf konnten sich aufgrund unterschiedlichster Probleme nicht durchsetzen. Zusätzlich sollte zur Erlangung hoher elektrischer Wirkungsgrade eine Systemtemperatur auf der wärmeaufnehmenden Seite des Stirlingmotors im Bereich von über 800°C erreicht werden. Dies erfordert weitaus höhere Temperaturen auf der Biomasseverbrennungsseite und vergrößert die zu erwartenden Probleme einer direkten Beaufschlagung (Verschmutzung, Staubeinfluss, Teer, Ascheschmelzen usw.). Daher wird ein indirektes Wärmeübertragungsverfahren vorgeschlagen, das den Abgasstrom aus der Biomasseverbrennung vom Stirlingsystem trennt. Eine Festlegung der endgültigen Ausführung im Detail erfolgt im Laufe des Vorhabens. Die zur Verfügung stehenden Alternativen sind eine Lösung mittels Regeneratoren (z.B. mit festen oder bewegten Wärmespeichern) oder über Rekuperatoren (direkt als z.B. Rohrbündel oder als Sonderfall einer heat pipe). Die indirekte Kopplung über einen Wärmeübertrager verbreitert zusätzlich die Brennstoffauswahl, weil damit auch im kleinen Leistungsbereich nicht nur Holzpellets, sondern auch weniger „genormte“ Biobrennstoffe eingesetzt werden können. Das Projekt besteht aus zwei voneinander abgegrenzten Teilprojekten. In dem ersten Arbeitsschritt sollen die technischen und konstruktiven Voraussetzungen für den Einsatz eines Hochtemperaturwärmeeübertragers zum Transport von Wärme auf einem hohen Temperaturniveau zwischen einem Biomassekessel und einem Stirlingmotor erarbeitet werden. Hier muss die optimale Lösung aus den prinzipiell zur Verfügung stehenden Alternativen ausgewählt werden, wobei sowohl die Randbedingungen des Biomassekessels als auch die des Stirlingmotors zu beachten sind. Am Ende stehen die fertigen Konstruktionsunterlagen mit allen Details zur Verfügung. Im zweiten Arbeitsschritt wird der so definierte Wärmeübertrager gefertigt und in einem bestehenden System im Energiepark Clausthal (hier: automatisierte Hackschnitzelkesselanlage und Stirlingmotor-BHKW) eingesetzt und getestet. Es geht dabei in erster Linie um den Erkenntnisgewinn und die Erarbeitung einer tragfähigen allgemeingültigen Lösung vor dem Hintergrund wissenschaftlich-technischer Randbedingungen. Die erzielten Ergebnisse sind dann zu bewerten und im Versuch zu verifizieren. Auf der Grundlage der gewonnenen Erkenntnisse soll dann zum Abschluss des Projektes eine Vermarktungs- und Potenzialanalyse erfolgen. Im Verlauf des Projektes werden industrielle Partner aus dem Bereich Stirlingmotoren und Wärmeübertrager angesprochen, allerdings steht eine mögliche Kommerzialisierung (noch) nicht im Hauptfokus der geplanten Aktivitäten.

PROJEKTRÄGER UND -PARTNER

- Projektträger: PT Jülich/Berlin für BMU
(Programm: Optimierung der energetischen Biomassenutzung)
- Projektpartner: ERK Eckrohrkessel GmbH, Berlin
zwei weitere Partner werden während des Projektes bestimmt

¹ Der Erhitzerkopf des Stirlingmotors ist ebenfalls ein Wärmeübertragungsapparat. Um nicht zu verwirren, soll mit Wärmeübertrager immer der hier neu zu entwickelnde Apparat gemeint sein, während der Wärmeübertrager des Stirlingmotors immer Erhitzerkopf genannt werden soll.



AUF EINEN BLICK

Projektlaufzeit: Juli 2006 bis Juni 2011 (5 Jahre)

Gefördert durch: Nigerianische Regierung in Abuja, Nigeria

Stichworte: Umweltberatung
Deponie Gosa
Luftqualität
Gesundheit
künftige Nutzung



Umweltberatung in Nigeria: Erstellung eines Gutachtens zur Luftqualität im Umfeld einer Deponie

Im Rahmen der Kooperation zwischen der nigerianischen Regierung und der CUTEC erfolgt eine umfassende Untersuchung zur aktuellen Umweltsituation der Deponie „Gosa“. Das Untersuchungsgebiet befindet sich westlich der Hauptstadt Abuja im Einzugsgebiet des Flusses Rubuchi. Diese Deponie ist gekennzeichnet durch die heterogene Ablagerung verschiedenster Materialien: das Spektrum reicht von organischen Abfällen über Plastikabfälle jeglicher Art bis hin zu Fahrzeugteilen. Es ist dort eine räumlich eng verzahnte Landnutzung vorzufinden, wobei die Deponie nicht klar von der Umgebung abgegrenzt ist. In direkter und unmittelbarer Nachbarschaft zu den Mülldeponierungen sind landwirtschaftlich genutzte Flächen vorzufinden, auf denen Nahrungsmittel für die Subsistenzwirtschaft angebaut werden. Ferner werden die Deponieflächen im Zuge von Beweidungen durch Viehherden überquert und es sind Siedlungsstrukturen im Umkreis von wenigen hundert Metern um die Deponie vorzufinden. Gegenstand der vor Ort durchgeführten Erstuntersuchungen ist das Medium „Luft“, das durch Emission von Schadstoffen aus dem Deponiekörper beeinträchtigt werden kann und gleichzeitig diese Schadstoffe in angrenzende Nutzungsräume transportiert. Zur Erkundung der Belastung im Bereich der Deponie erfolgten Luftbeprobungen im März und April 2011. Das noch zu erstellende Gutachten soll drei Aufgaben erfüllen: nach der Auswertung aller Messungen und der Bewertung der Ergebnisse erstens eine allgemeine Einschätzung der Luftqualität im Untersuchungsgebiet hinsichtlich der Belastungen durch die Deponie vornehmen, darauf fußend zweitens eine Einordnung der Gefährdung für die menschliche Gesundheit im Umfeld der Deponie ableiten und drittens im Rahmen von Handlungsszenarien Empfehlungen und Maßnahmen für die künftige Nutzung der Deponie aussprechen.

Die Erstellung des Gutachtens zur Luftqualität im Umfeld einer Deponie ist eine in den Berichtszeitraum fallende innovative Dienstleistung innerhalb eines mehrjährigen Consulting-Projektes, das eine Umweltberatung der Regierung von Abuja zum Inhalt hat. Dazu zählen neben einer Bestandsaufnahme zur Situation der Abfallwirtschaft und der Darstellung und Bewertung der Lösungsmöglichkeiten für die erkannten Probleme auch die Durchführung von speziell ausgearbeiteten Trainingsprogrammen für nigerianische Führungskräfte aus Verwaltung, Regierung und technischen Bereichen.

PROJEKTTRÄGER UND -PARTNER

Projektträger:	Federal Capital Territory Regierung in Abuja, Nigeria
Projektpartner:	Prof. Hartung+Partner GmbH, Braunschweig Mock Rechtsanwälte, Berlin und nigerianische Unternehmen

Clausthaler Umwelttechnik-Institut GmbH

– **CUTEC-Institut GmbH** –

Leibnizstraße 21 + 23

D-38678 Clausthal-Zellerfeld

Geschäftsführer: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Otto Carlowitz

Tel. +49 5323 933-0

Fax +49 5323 933-100

E-Mail: cutec@cutec.de

Internet: www.cutec.de

Redaktion: Dr. Thomas Heere
Satz und Layout: Gabriela Wessels

Stand: August 2011