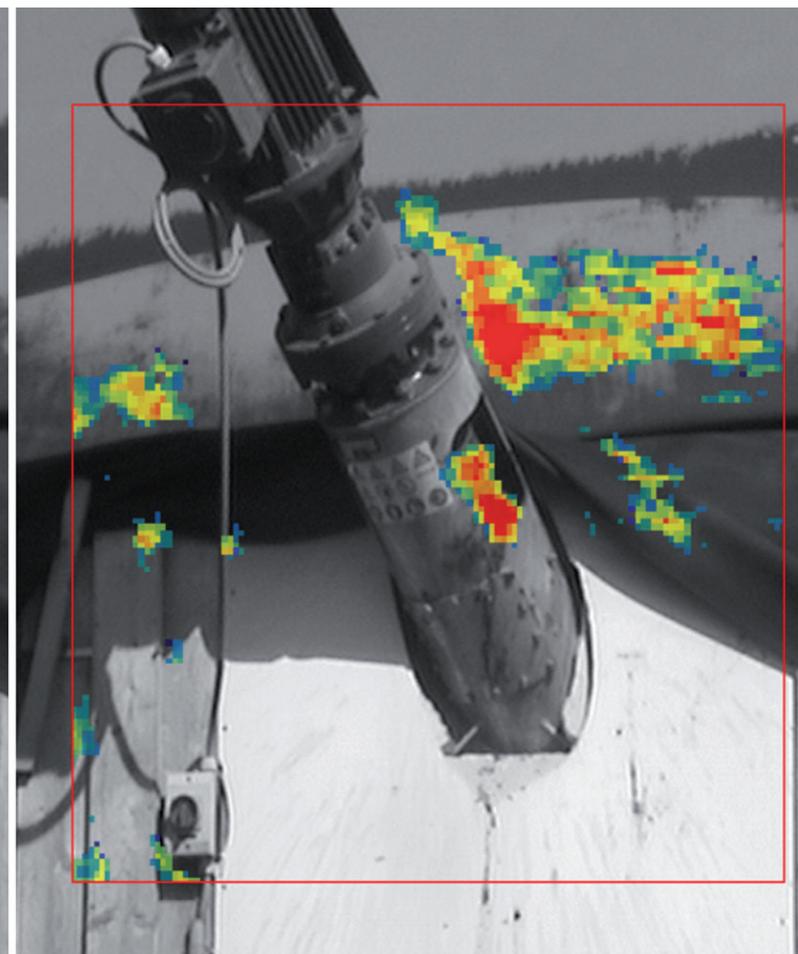
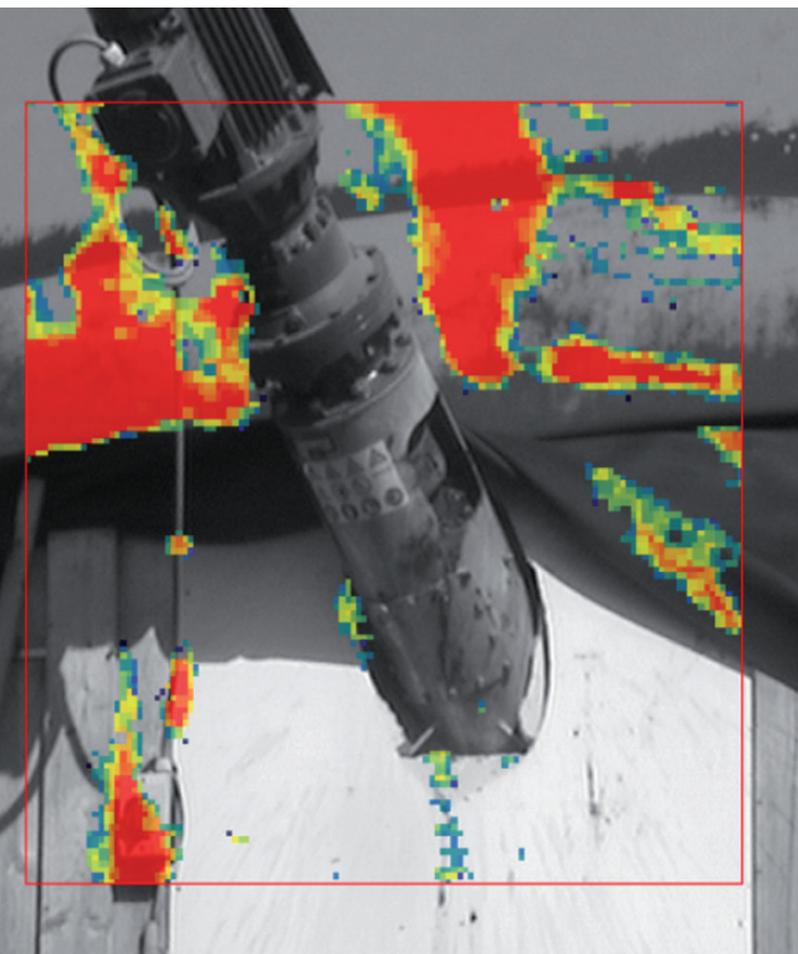


Überblicksbericht 2011

Forschungsprogramm Biomasse und Holzenergie



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie BFE
Office fédéral de l'énergie OFEN

Titelbild:

Visualisierte Gasverluste an einem Rührwerk einer Biogasanlage (links vor Einfetten des Rührwerks; rechts nach Einfetten des Rührwerks) (Quelle: Agroscope Reckenholz-Tänikon ART)

Das Bild zeigt die Gasverluste aus dem Fermenterrührwerk einer Biogasanlage, aufgenommen aus einer Entfernung von ca. 16 m. Bei den rot dargestellten Flächen handelt es sich um hohe Methan-Konzentrationen, die blau dargestellten Flächen weisen niedrige Konzentrationen auf. Die Quelle wurde mit Hilfe des Konzentrationsmessgerätes im Bereich des Antriebsmotors des Rührwerks lokalisiert. Die gemessene Methankonzentration in diesem Bereich betrug maximal 0,65 Vol% CH₄ (bei laufendem Motor).

BFE Forschungsprogramm Biomasse und Holzenergie

Überblicksbericht 2011

Auftraggeber:

Bundesamt für Energie BFE
CH-3003 Bern

Programmleiter BFE (Autor):

Dr. Sandra Hermle, Bundesamt für Energie (sandra.hermle@bfe.admin.ch)

Bereichsleiter BFE:

Dr. Sandra Hermle (sandra.hermle@bfe.admin.ch)

www.bfe.admin.ch/forschung/biomasse

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich die Autorin dieses Berichts verantwortlich.

Einleitung

Der Einsatz von Biomasse zur Energieproduktion ist sehr komplex und vielfältig. Zum einen existiert eine breite Palette an einsetzbaren Ausgangssubstraten, und zum anderen stehen verschiedene Umwandlungstechnologien zur Produktion von Strom, Wärme und Treibstoff zur Verfügung. Biomasse ist mit dem geringsten technischen Aufwand speicher- und regelbar und für alle drei oben genannten Energiebereiche geeignet. Dementsprechend vielfältig sind die internationalen Forschungsbestrebungen in der Biomasse-nutzung, welche auch durch die lokal verfügbare Biomasse geprägt sind.

Innerhalb der europäischen Union spielt der SET (Strategic Energy Technology) Plan [1] der europäischen Kommission bei der Förderung der Energieproduktion aus erneuerbarer Energie eine wichtige Rolle. Im Rahmen des SET Plans wurde die «European Industry Bioenergy Initiative (EIBI)» [2] initiiert. Ziel dieser Industrieinitiative ist die Demonstration innovativer Bioenergie-Wertschöpfungsketten mit grossem Marktpotenzial, um die Klima- und Energieziele 2020 der EU mittels dem Einsatz nachhaltiger Bioenergie zu erreichen. Die Implementierung der Initiative erfolgt durch Errichtung von Demonstrationsanlagen unter anderem über ein ERA-NET-Plus-Programm. Mit diesem Programm will man sowohl nationale als auch internationale Synergien im Bereich Bioenergie nutzen, um durch kooperative und koordinierte Aktivitäten die Bioenergienutzung voranzutreiben. Auch die Schweiz ist in der Ausgestaltung des Calls für das ERA-NET-Plus-Programm involviert.

Die Implementierung der EIBI mittels Demonstrationsanlagen zeigt, dass viele neue Bioenergie-technologien aus der Forschungsphase heraustreten und

sich Richtung Markteinführung bewegen. Dies wird national wie auch international bei verschiedenen Technologien, wie z.B. der Biomassevergasung zur Produktion von synthetischen Treibstoffen bzw. Methan, der Pyrolyse, der Torrefizierung, der Nutzung von aquatischer Biomasse zur Herstellung von Bioenergieträgern etc. ersichtlich.

Im Forschungsbereich stehen sowohl national wie auch international die Optimierung der Technologien und die Reduktion von Schadstoffen im Vordergrund.

International ist bei der anaeroben Vergärung die Biogasaufbereitung weiterhin eines der wichtigen Themen. Die Aufbereitungstechnologien sind heute Stand der Technik und werden im grossen Rahmen angewendet. Das Europäische Komitee für Normung ist an der Erarbeitung einer Norm bezüglich der Gasqualität von Biomethan (CEN/TC408). In der Forschung wird die Entwicklung von effizienten und rentablen Klein- Aufbereitungsanlagen angestrebt, die auf landwirtschaftlichen Anlagen eingesetzt werden können. Da gerade bei Kleinanlagen der Wärme-Nutzungsgrad gering ist, würde die Aufbereitung eine interessante Alternative darstellen. In Schweden ist eine erste Anlage zur Verflüssigung von Biogas in Betrieb gegangen (Kryotechnik), weitere sind in Planung. Der Vorteil von flüssigem Biogas ist der geringe Platzbedarf, was den Transport erleichtert. Das Verfahren ist jedoch sehr energieaufwändig. Ein weiteres wichtiges Thema betrifft das Gärgutmanagement, was national wie international von Bedeutung ist. Schaut man auf die deutsche Biogasproduktion, so geht der Forschungstrend hin zum Einsatz neuer Substrate wie z.B. Wildpflanzen, Quinoa, Buchweizen

und Sorghum-Hirsens. Eine effizientere Biogasproduktion wird durch den gezielten Einsatz von Enzymen angestrebt.

Bei der festen Biomasse sind verschiedene Themen sowohl von internationalem, als auch teilweise von nationalem Interesse. In Deutschland ist für den Wärmesektor die Energieholzproduktion auf dem Acker mittels schnell nachwachsender Gehölze in Kurzumtriebsplantagen ein Zukunftsthema. Die Fokussierung auf die Erhöhung der Energiedichte von Biomasse, z.B. durch Torrefizierung, spielt international eine wichtige Rolle. Der Einsatz von torrefizierten Biomasse-Brennstoffen wird insbesondere für Kohlekraftwerke von Interesse sein. Ein weiteres Thema, welches in Europa von Bedeutung ist, betrifft die Ascheverwertung von Verbrennungsprozessen. Im Biotreibstoffsektor rechnet man langfristig mit einer Ablösung der 1. Generation mit der 2. Generation, wie z.B. BtL (Biomass-to-Liquids)-Treibstoffen.

Generell werden Forschungsthemen im Biomassebereich immer vernetzter und komplexer. Dementsprechend gewinnen Fragestellungen im Zusammenhang mit der Kombination von verschiedenen Technologien oder über verschiedene Forschungsbereiche hinaus an Bedeutung. Beispiele hierfür sind der gesamte Themenkomplex der Bioraffinerie, Einsatz von Biomasse in industriellen Prozessen zur Substitution fossiler Energieträger, Kombination von Biomassevergasung und Brennstoffzelle, Produktion von Wasserstoff aus Biomasse, um nur einige zu nennen.

IEA Klassifikation: 3.4 Bio-Energy

Schweizer Klassifikation: 2.4 Biomasse und Holz

Programmschwerpunkte

Das Forschungsprogramm Biomasse und Holzenergie des BFE leistet einen wichtigen Beitrag zur effizienten Nutzung der nationalen Biomasse zur Energieproduktion. Im Fokus der Forschungsförderung stehen die drei Technologien Biomasseverbrennung, Biomassevergasung und anaerobe Vergärung. Alle drei Technologien werden anhand von Forschungsfragen an Schweizer Hochschulen, Fachhochschulen, KMUs und privaten Büros untersucht, um die Verfahren zu optimieren, den Wirkungsgrad zu steigern und die Emissionen zu senken.

Rückblick und Bewertung 2011

Bei der anaeroben Vergärung war im Jahr 2011 die Erfassung und Quantifizierung von Emissionen ebenso zentral wie Prozessoptimierungen und Ökobilanzen zur optimalen (im ökologischen Sinne) Biomasseverwertung. Bei der Verbrennung lag das Hauptaugenmerk auf der Minderung der Schadstoffemissionen – sowohl durch Primär-, als auch durch Sekundärmassnahmen. Des Weiteren wurden Messverfahren zur Bestimmung der Partikelemissionen entwickelt, welche sowohl primäre, als auch sekundäre organische Aerosole in den Abgasen erfassen können. Ferner sind mehrere P&D Projekte im Bereich Holznutzung aktiv, welche sich u.a. mit der Entwicklung einer marktreifen Technik für die kombinierte Steigerung der Energieeffizienz (durch Wärmerückgewinnung aus den Abgasen) und die Reinigung der Abgase bei Holzfeuerungen beschäftigt. Ein weiteres Projekt hat die Entwicklung eines holzbefeuerten BHKW mit Heissluftturbine im Pilotmassstab zum

Ziel. Anhand einer weiteren Pilotanlage in Form einer Kleinf Feuerung wurde der Betrieb dieser Anlage über längere Zeit mit 100 % Miscanthus als Substrat im Hinblick auf die hohen Anforderungen an die Verbrennung (tiefer Ascheschmelzpunkt, hoher Chlorgehalt) und die Feinstaubemissionen geprüft.

Im Bereich der Biomassevergasung wurde die Entwicklung zu marktreifen Holzvergasungsanlagen durch die Initiierung von Pilot- und Demonstrations (P&D)-Projekten ebenso vorangetrieben, wie auch durch die Entwicklung der Hochtemperaturentschwefelung, welche Dank effizienter Gasreinigung eine Wirkungsgradsteigerung verspricht.

Im Rahmen der Qualitätssicherung wurde die Datengrundlage für Ökobilanzen aktualisiert bzw. aufgrund neuer Erkenntnisse erweitert.

Neben der Beantwortung von wissenschaftlichen Herausforderungen in den einzelnen Forschungsprojekten ist die Vernetzung der Akteure in der Biomasseszene ein wichtiger Aspekt, um Erkenntnisse kritisch zu diskutieren und publik zu machen. Neben dem alle zwei Jahre stattfindenden Holzenergiesymposium (nächste Auflage 2012) [3] wurde im Jahr 2011 erstmals eine Konferenz «Biomasseforschung in der Schweiz» [4] vom BFE initiiert, welche sehr gute Resonanz hatte. Ziel dieser Tagung war der Informationsaustausch zu ausgewählten Themenschwerpunkten der Biomasseforschung im Bereich der «nicht-holzigen» Biomasse, um die Forschung in der Schweiz zu stärken und die einzelnen Akteure noch besser miteinander zu vernetzen (siehe Kapitel Nationale Zusammenarbeit).

Ausblick

In Zukunft wird die Förderung von P&D-Anlagen von marktnahen Entwicklungen im Biomassebereich eine wichtige Rolle spielen. Für möglichst tiefe spezifische Kosten sind tiefe Investitionskosten und ein hoher Nutzungsgrad wichtige Voraussetzungen. Gleichzeitig gilt es auch, bestehende Anlagen und Prozesse betreffend Betriebskosten zu optimieren und auch mit anderen Technologien – wo sinnvoll – zu kombinieren. Bei der Erzeugung von Strom im Rahmen der Biomassenutzung fällt in erheblichem Masse Wärme an. Um die Energieausbeute bei der Nutzung von Biomasse zu optimieren, gilt es, diese Wärme zu nutzen (optimale Standorte, neue Konzepte, bessere Anlagenintegration). Um die Förderung der Verwendung von biogenen Abfällen, Hofdünger und Reststoffe, welche sich günstig auf die Nachhaltigkeit und Treibhausgasbilanz der ganzen Kette auswirken, und die ein grosses Potenzial besitzen, zu stärken, sollen neue Technologien zur möglichst vollständigen Umsetzung der Abfallbiomasse und zur Wiederverwertung der Reststoffe entwickelt werden. Für die rasche Umsetzung ist nicht nur die Vernetzung der Forscher von Bedeutung sondern in erster Linie die Vernetzung von Industrie und Forschung.

Highlights aus Forschung und Entwicklung

Die Weiterentwicklung der Messmethodik und die Optimierung der Prozesse wurden im Berichtsjahr sowohl bei der anaeroben Vergärung, als auch bei der Verbrennung und Vergasung von Biomasse bearbeitet.

Weiterentwicklungen im Bereich Messmethodik

Bei der anaeroben Vergärung existieren Vergärbarkeitstests seit bald 25 Jahren und trotzdem sind die Resultate oft unzuverlässig, da die Methanproduktion regelmässig über- oder unterschätzt wird. Die falsche Abschätzung der Biogasproduktion hat vor allem für die Dimensionierung von Anlagen nicht zu unterschätzende Konsequenzen. Für die Verwertung des Biogases in Blockheizkraftwerken werden Module verschiedener Grössen verwendet. Wird zu wenig Biogas produziert, können ein oder mehrere Module nicht in Betrieb genommen werden, wird zu viel produziert, muss Biogas abgefackelt werden, da die Verwertungsanlage zu klein dimensioniert wurde. Mehrere Grossanlagen haben mit diesen Problemen zu kämpfen, Probleme, die man hätte vermeiden können, wenn das Biogasproduktionspotenzial der zu vergärenden Substrate zu Beginn realistischer hätte abgeschätzt werden können.

Verantwortlich für die schwer miteinander vergleichbaren Resultate von Vergärungstests sind die Testbedingungen, welche von der verwendeten Norm und den spezifischen Laborgewohnheiten abhängen (Wahl des Inokulums, Medienzusammensetzung, Volumen des Testreaktors). Ziel dieses Projekts war, die Parameter zu analysieren, die zu solchen Unsicherheiten führen. Das bessere Verständnis des Testverfahrens soll erlauben, genauere Anweisungen zu umstrittenen Punkten zu geben und damit die Verlässlichkeit der Resultate zu verbessern.

Die Literaturstudie sowie die Resultate von zwei Ringtests haben klar gezeigt, dass Lücken bestehen bei den Anweisungen zu Vergärbarkeitstests. Abweichungen der Resultate bis 30 % bei einem Referenzsubstrat (Cellulose) und bis 75 % bei komplexeren Substraten mussten festgestellt werden.

Zur Durchführung der Experimente wurde ein Protokoll mit folgenden fixen Schlüsselparametern erarbeitet: Ein Verhältnis der oTS-Inokulum/oTS-Substrat von 4:1 (oTS = organische Trockensubstanz), eine Konzentration der oTS-gesamt von ca. 40 g/L und die Abwesenheit von jeglichen Zusätzen wie Mineralsalze, Vitamine, und Spurenelemente. Der Einfluss der Herkunft und Adaptierung des Inokulums wurden im Rahmen der Studie analysiert. Gärschlamm aus Faultürmen in Abwasserreinigungsanlage (ARA), Upflow anaerobic sludge blanket (UASB), Landwirtschaft und Industrie wurden getestet, mit und ohne Adaptierung an das Gärsubstrat.

Die Resultate haben gezeigt, dass das definierte Protokoll eine robuste Testführung gewährt. Die Herkunft des Inokulums war nicht massgebend, unter der Bedingung, dass es von guter Qualität ist, und dass die Temperatur des Tests mit derjenigen des Faulturms übereinstimmt. Unter den gegebenen Bedingungen hatte auch die Adaptierung des Inokulums keinen bedeutenden Einfluss auf das Testresultat (lediglich in einigen Fällen auf die Kinetik). In Folge der Experimente wurde ein Empfehlungskatalog zu den Vergärbarkeitstests gemäss dem Stand der Technik erstellt.

Im Bereich Feststoffverbrennung stand die Entwicklung und Validierung eines

neuen Messverfahrens für Partikelemissionen (particulate matter emissions, PME) im Vordergrund. Das Verfahren soll Basis für ein zukünftiges einheitliches Messprozedere sein, das in eine europäische Norm einfließen soll.

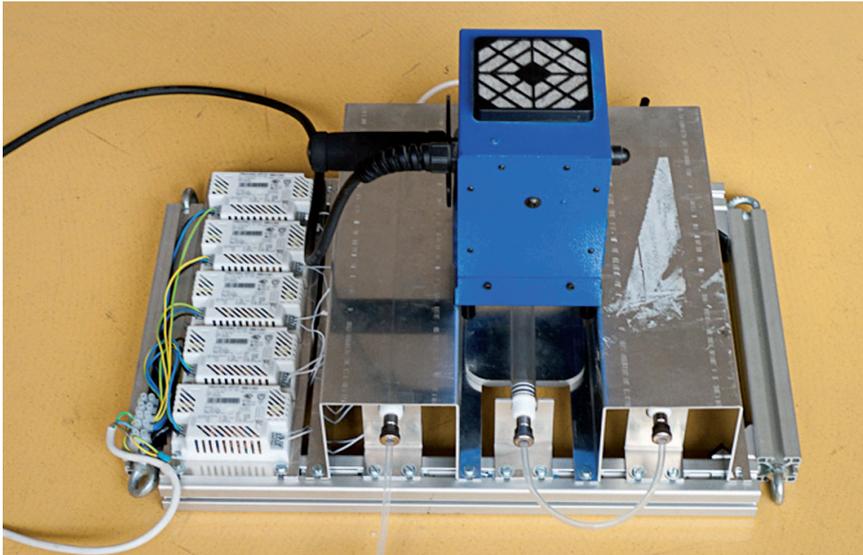
Die Arbeiten sind in fünf Arbeitspakete aufgeteilt, die von insgesamt 19 Partnern aus 10 europäischen Ländern bearbeitet werden. Im europäischen Projektkonsortium sind Forschungsanstalten und Prüflabors vertreten.

Im Berichtsjahr erarbeitete das Schweizer Projektkonsortium ein Set von PME-Messverfahren und beurteilte ihr Potenzial als mögliche europäische Messnorm. Die evaluierten Messverfahren sollen sowohl die Primärpartikel als auch die organischen Sekundärpartikel (secondary organic aerosols, SOA) erfassen können, da beide Fraktionen zu den partikulären Frachten in der Umgebungsluft beitragen.

Zwei Ansätze zur Erfassung von Sekundäraerosolen sollen vertieft untersucht werden: die Messung von organischen Substanzen in den Abgasen mit Ausschluss von Methan mittels einer Nicht-Methan-FID-Gasmessung und die Erzeugung von SOA in einer Mikro-Smog-Kammer, die organische Substanzen in den Abgasen durch die Bestrahlung mit UV-Strahlung zu SOA umwandelt.



Figur 1: Vorbereitung des Batch-Tests: Spülung des Gasdoms mit N_2/CO_2 (Quelle: EPFL).

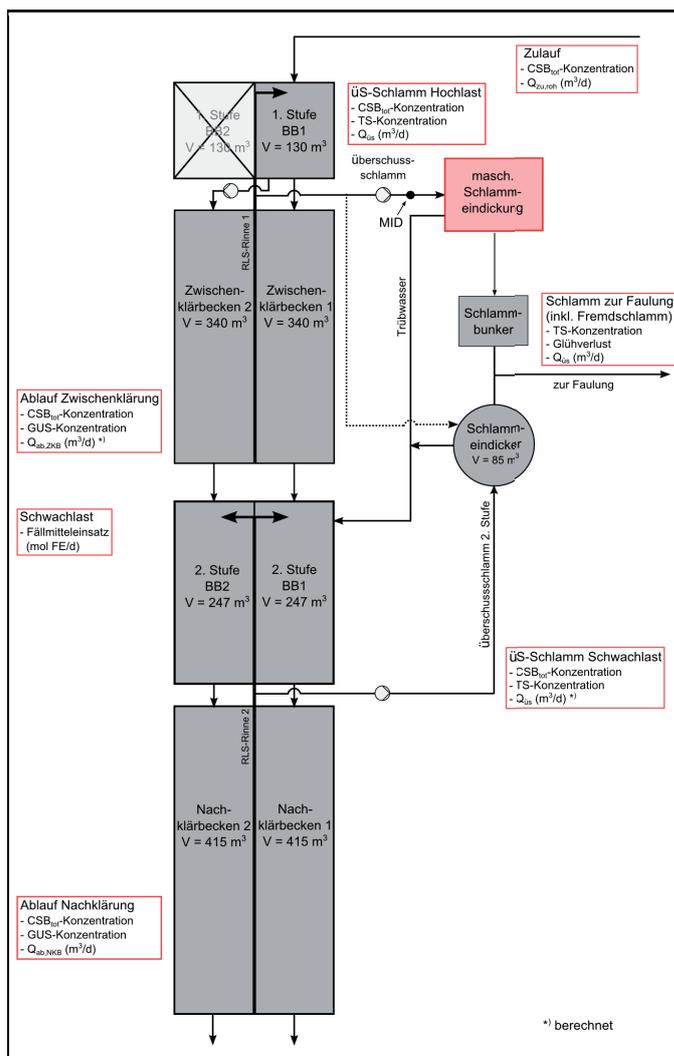


Figur 2: Migro-Smog-Kammer zur Erzeugung von sekundären organischen Aerosolen aus Abgasen mittels UV-Strahlung (Quelle: FHNW).

Das europäische technische Normenkomitee CEN/TC 295 WG5 (die Schweiz ist darin vertreten) arbeitet derzeit daran, eine kurzfristige PME-Messmethode zu entwickeln, und steht deshalb in intensivem fachlichen Austausch mit dem europäischen Projektkonsortium.

Prozessoptimierungen bei Kläranlagen und der Holzvergasung

Im Bereich Prozessoptimierung wurde im Jahr 2011 unter anderem das Konzept der energieautarken Kläranlage anhand einer realen Anlage verfolgt. Kommunale Kläranlagen gehören in der Regel zu den grössten einzelnen Energieverbrauchern der öffentlichen Hand. Schweizerische Kläranlagen, welche dem Stand der Technik entsprechen, sind nahezu wärmeautark. Bezüglich Elektrizität wird üblicherweise jedoch nur ein Eigenversorgungsgrad von ca. 50 % erreicht. Aufgrund von diversen Abschätzungen kann jedoch erwartet werden, dass ein energieautarker Betrieb von Kläranlagen möglich sein sollte. Besonders geeignet sind hierfür Kläranlagen, welche mit einem zweistufigen Belebtschlammverfahren ausgerüstet sind. Es ist zu erwarten, dass infolge einer äusserst starken Belastung der Hochlaststufe ein Grossteil der organischen Fracht an den Belebtschlamm adsorbiert. Dies führt dazu, dass einerseits der für die Belüftung der biologischen Stufe erforderliche Strombedarf reduziert und andererseits eine grössere organische Fracht der Faulung zugeführt werden kann, was sich positiv auf die Energieproduktion auswirkt. Ein erster Pilotversuch wurde auf einer Anlage durchgeführt. Hierfür wurde durch eine Verfahrensumstellung die Hochlastbiologie über den Zeitraum von sieben Wochen äusserst stark belastet. Mittels einer CSB- (chemischer Sauerstoffbedarf) und einer Schlammbilanz über die Hochlaststufe wurde das Adsorptionsverhalten des Belebtschlammes untersucht. Es zeigte sich, dass während der Versuchsphase ca. 70 % der gesamten CSB-Zulauf-fracht in der Hochlaststufe eliminiert werden konnte. Verbunden mit einer erhöhten Schlammproduktion wurde ein Anstieg der Gasproduktion von ca.



Figur 3: Anlagenlayout sowie Messstellen zur CSB- und Schlammbilanz über die Hochlaststufe während des Pilotbetriebs auf der ARA Vorderes Prättigau (Quelle: Kappeler Concept AG).

26 % gegenüber dem üblichen Betrieb der ARA gemessen. Die erste Auswertung der erhobenen Daten zeigt, dass das Konzept viel versprechend ist.

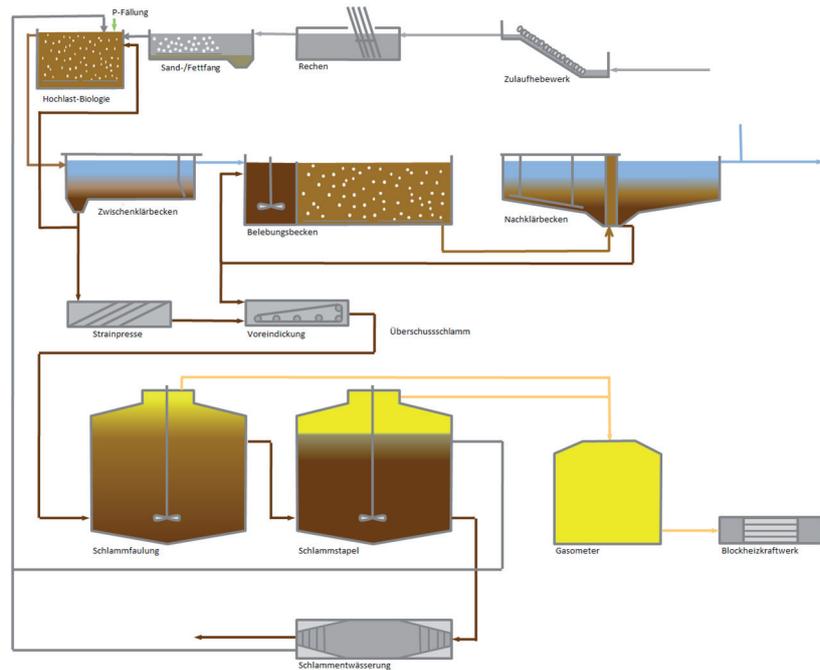
Auch bei der Holzvergasung gibt es noch Optimierungspotenzial bezüglich der ablaufenden Prozesse.

Gegenüber der Niedertemperatur-Entschwefelung mittels Gaswäsche, die zurzeit bei der Herstellung von synthetischem Erdgas (SNG) aus Holz Stand der Technik ist, hat eine Hochtemperatur-Entschwefelung Vorteile hinsichtlich des Gesamtwirkungsgrades und der Anlagenverfügbarkeit. Ein solcher Schritt erfordert die Umwandlung von organischen Schwefelverbindungen (z.B. Thiophene) im Holzvergaser-Produktgas zu Schwefelwasserstoff, da sich dieser mittels etablierten Standardverfahren wie etwa Zinkoxid-Betten zuverlässig bei hohen Temperaturen auch in Gegenwart von Wasserdampf abscheiden lässt.

Aufgrund einer kritischen qualitativen Analyse möglicher Prozessketten für die SNG-Technologie mit einer Hochtemperatur-Entschwefelung wurden die Reaktionsbedingungen für das Materialscreening und die Experimente zur Ermittlung kinetischer Parameter eingengt. Es zeigte sich, dass bei Anwendung eines Hochtemperaturfilters Reaktionstemperaturen ab 300 °C bis zu 600 °C möglich sind.

In einer parallelen Aktivität wurden die diagnostischen Möglichkeiten zur repräsentativen Probenahme und anschließender Analyse der Teer- und Schwefelverbindungen weiter verbessert. Dies geschah einerseits durch systematische Experimente zur Optimierung der Betriebsbedingungen des eingesetzten Gas-Flüssig-Quench-Probenahmesystems. Andererseits wurden die Analysemöglichkeiten der erzeugten Flüssigproben durch qualitative online-Analyse mittels UV-VIS und quantitative offline-Analyse mittels GC-MS, GC-SCD und GC-FID erweitert.

Aufgrund der Prozesskettenanalyse ergab sich, dass neben der notwendigen Umwandlung von organischen Schwefelverbindungen zu Schwefelwasserstoff grundsätzlich weitere Reaktionen der Verbindungen im Holzvergaser-Produktgas ablaufen könnten: Ethylen-



Figur 4: Umrüstung einer Kläranlage mit Vorklärung in eine Anlage mit einer Hochlastbiologie durch Erstellung einer separaten Hochlastbiologie (Quelle: Kappeler Concept AG).

Hydrierung, Teerabbau, Wassergas-Konvertierung sowie Methanisierung der Kohlenoxide. Ausserdem ist mit der Deaktivierung eingesetzter Katalysatoren durch Kohlenstoffablagerungen, Umwandlung der aktiven Phase in Gegenwart von Wasserdampf, aber auch mit Sinterung zu rechnen. Daraus ergab sich, dass die Testbedingungen des Materialscreenings diese Phänomene berücksichtigen sollten.

Einerseits wurden Molybdänsulfid-basierte Standardkatalysatoren (CoMo- und NiMo-Katalysatoren) für die HDS-Stufe (sog. Hydrodesulphurisation) in Raffinerien untersucht, andererseits wurden neue Materialien synthetisiert. Mittels Screeningtests in einem Mikroreaktor konnte festgestellt werden, dass neben den Standardkatalysatoren auch ein Rutheniumsulfid-Typ für die Thiophen-Umwandlung, die Wassergaskonvertierung und die Ethylenhydrierung aktiv ist. Dieses neu synthetisierte Material kann bei deutlich höheren Temperaturen eingesetzt werden als die Standardmaterialien, so dass sich Vorteile bei der Prozessführung ergeben. Für die besten Materialien (CoMo, NiMo, RuS₂-basiert) wurde eine angewandte Kinetik gemäss Langmuir-Hinshelwood-Ansatz

bestimmt, die die Modellierung der Hochtemperatureschwefelungsstufe und damit die weitere Optimierung ermöglicht.



Figur 5: Laborversuchsanlage für Katalysatoruntersuchungen mit schwefelhaltigen Gasgemischen, z.B. simuliertem Produktgas aus der Biomassevergasung (Quelle: PSI).

Pilot- und Demonstrationsprojekte

Heissluftturbine im unteren Leistungsbereich (80–100 kW_{el})

Ein aktuelles P&D-Projekt hat die Entwicklung eines Blockheizkraftwerks mit Holzenergie im unteren Leistungsbereich (80–100 kW_{el}) zum Ziel. Der Einsatz der Heissluftturbine soll dort sein, wo eine hohe Laufzeit möglich ist, die thermische Energie abgesetzt und dementsprechend ein hoher Gesamtwirkungsgrad erreicht werden kann (z.B. Sägereien, die ohnehin eine Holzfeuerung haben und bei denen der Brennstoff vorhanden ist, Fernheizungen, Industrieanlagen). Die Heis-

sluftturbine würde eine wesentliche Lücke im Bereich kleinerer Stromerzeuger mit Holz schliessen.

Eine wichtige Voraussetzung für ein marktfähiges Produkt ist die Forderung, dass die mit Holz betriebene Heissluftturbine während 6'000–8'000 h pro Jahr mit wenig Bedienung- und Unterhaltskosten laufen muss. Im Weiteren muss versucht werden, die gesamte Abluftmenge durch höhere Temperaturen in der Anlage zu reduzieren. Dies, weil die Reinigung grosser Luftmengen sehr teuer und der Eigenstromverbrauch hoch ist. Ebenso muss die Ausnutzung der thermischen Ener-

gie und damit der Gesamtwirkungsgrad durch entsprechende Nahwärmetauscher hoch sein.

Herausforderungen in diesem Projekt waren zum einen die Evaluation und Lieferung einer Mikroturbine, die auf eine solche Leistung abgestimmt ist und zum anderen die hohen Anforderungen an den Abgas-Luft-Wärmetauscher bezüglich der aussergewöhnlich hohen Temperaturen von bis zu 750 °C (Spezialstahl notwendig), welche notwendig sind, um die Turbine rationell zu betreiben. Bei diesen Temperaturen sind neben der Festigkeit auch die Ausdehnungen konstruktiv nicht einfach.

Im November 2011 erfolgte dann die Inbetriebnahme zusammen mit den Fachleuten der Turbine und des Konverters. Bereits am zweiten Tag konnte die Anlage gestartet werden und lieferte erstmals Strom ins Netz. Die Turbine wurde bis zu einer Leistung von 94 kW_{el} hochgefahren und anschliessend mit ca. 85 kW_{el} weiterbetrieben. In der zweiten Woche nach der Inbetriebnahme konnte man bereits erstmals einen 24-Stundenbetrieb ansetzen und die Anlage über Nacht ohne Kontrolle durch Personen laufen lassen. Im Weiteren wurde das Herunterfahren der Anlage getestet und erste Emissionsmessungen (ohne Staub) durchgeführt. Die Anlage ist Erfolg versprechend, zumal erste Erfahrungen zeigen, dass die angestrebten Werte erreicht werden könnten. Im Weiteren werden nun noch Optimierungen vorgenommen, um einen stabilen Betrieb zu gewährleisten. Anschliessend sind die Leistungsmessungen und deren Auswertung vorgesehen.



Figur 6: Maschinenraum der mit Hackschnitzeln befeuerten Heissluftturbine (Quelle: Schmid AG).

Nationale Zusammenarbeit

Das Forschungsprogramm Biomasse und Holzenergie pflegt eine intensive Zusammenarbeit mit Hochschulen, Universitäten, privaten Forschungsstellen und Kompetenzzentren.

BFE-intern arbeitete man auch im Jahr 2011 eng mit dem Marktbereich zusammen, um marktrelevante Bedürfnisse im Forschungsprogramm aufzunehmen. In der Begleitgruppe des Forschungsprogramms haben deshalb sowohl die Marktbereichsleiter Biomasse (Sektion Erneuerbare Energien), als auch die Mandatsträger von EnergieSchweiz Einsitz, wodurch sowohl der Informationsfluss, als auch informeller fachlicher Austausch gewährleistet sind. Gleichzeitig erfolgt ausserhalb der Begleitgruppe auch ein Austausch mit anderen Forschungsprogrammen des BFE, welche thematisch eng mit dem Forschungsprogramm Biomasse und Holzenergie verknüpft sind (z. B. WKK, Industrielle Prozesse).

Um die nationale Vernetzung der Fachleute, welche im Bereich «nicht-holzige» Biomasse tätig sind, zu unterstützen wurde im Jahr 2011 erstmals eine Tagung «Biomasseforschung in der Schweiz» vom BFE durchgeführt, welche mit 90 Teilnehmern grosse Resonanz fand. Aktuelle Projekte wurden zu den drei Schwerpunkten (1) Prozessoptimierung von Biogasanlagen, (2) Methan- und Geruchsemissionen und (3) Neue Entwicklungen von Wissenschaftlern als auch von Vertretern von involvierten Unternehmen vorgestellt und diskutiert [4]. Die Rückmeldungen der Teilnehmer zeigten, dass die Veranstaltung in einem 2-jährigen Turnus wiederholt werden soll.

Eine weitere wichtige Tagung im Forschungsbereich wurde vom BAFU und dem Cercl'Air zum Thema «Holzverbrennung und Feinstaub» im November 2011 durchgeführt, welche ebenfalls sehr grossen Anklang fand. Die Tagung zeigte, dass die Spannweite zwischen lufthygienisch schlechten und guten kleinen Holzfeuerungen gross ist. Der Feinstaubausstoss kleiner Heizungen lässt sich aber wirksam verringern, indem auf die Funktionstüchtigkeit und den sachgemässen Betrieb der Anlage geachtet und ausschliesslich geeignetes Brennmaterial verwendet wird. Die Erfahrungen beim Vollzug der LRV-Bestimmungen für mittelgrosse und grosse Holzfeuerungen haben gezeigt, dass selbst bei neuen Anlagen die Grenzwerte bei Normalbetrieb nicht immer eingehalten werden. Die Gründe dafür liegen häufig in Konzeptionsmängeln und beim unsachgemässen Betrieb der Anlagen. Für die Verringerung der Feinstaubemissionen aus solchen Anlagen sind daher Qualitätssicherungsmaßnahmen von entscheidender Bedeutung [5].

Auch die Ämter übergreifende Zusammenarbeit spielt innerhalb des Forschungsprogramms eine wichtige Rolle. Neben der vom BAFU initiierten Koordinationsgruppe Ökobilanzen (Einsitz von BAFU, BBL, BFE, SECO) wurde mit verschiedenen Sektionen des BAFU und auch mit dem BLW der Austausch gepflegt. Ein weiteres Instrument zum ämterübergreifenden Austausch ist die AG Biomasse mit Einsitz von ARE, BAFU, BLW, BVet, EAV, EZV, und SECO.

Internationale Zusammenarbeit

IEA

Das BFE ist Mitglied beim Implementing Agreement Bioenergy der IEA (International Energy Agency) [6], welches aus 13 Tasks besteht. Die Schweiz arbeitet in 3 Tasks aktiv mit. Generell haben die Schweizer Vertreter in dem jeweiligen Task zum Ziel, den internationalen Stand von Technik, Forschung und Marktumsetzung zu kennen und in der Schweiz zu vermitteln, und gleichzeitig die Anliegen der Schweiz in der IEA zu vertreten.

Task 32: Biomass Combustion and Co-Firing

Ziel des IEA Bioenergy Task 32 ist die Förderung des vermehrten Einsatzes von Biomasse in Verbrennungsanlagen zur Energienutzung und Substitution von fossiler Energie [7]. Dazu sollen Schwachstellen der heutigen Versorgung identifiziert und in internationaler Zusammenarbeit an deren Lösung gearbeitet werden. Im Weiteren sollen die Potenziale der zur Biomasseverbrennung geeigneten Sortimente abgeschätzt und so

ein sinnvoller Ausbau der Biomasse unterstützt werden. Die IEA sichert dazu einen Erfahrungsaustausch über Methoden und Verfahren zur Verbesserung der Effizienz und Umweltverträglichkeit von Anlagen zur Biomasseverbrennung. Im Berichtsjahr wurden drei Workshops zu den Themen Aerosole, «Torrefaction» und «Small Scale Biomass Combustion» durchgeführt, welche auch für die Schweiz von Interesse waren. Unter den laufenden Aktivitäten sind für die Schweiz die in Arbeit befindliche Studie über Ascheverwertung sowie die Studie über Sicherheitsaspekte (Silobrände, CO in Silos etc.) von besonderem Interesse.

Task 33: Thermal Gasification of Biomass

Dieser Task [8] begleitet die Forschung, Umsetzung in Pilot- und Demonstrationsanlagen sowie die Markteinführung und den kommerziellen Anlagenbetrieb der thermischen Vergasung von Biomasse. Konzepte für Kleinanlagen im kW-Bereich als auch für Grossanlagen im 100-MW-Bereich und grösser stehen zur Diskussion.

Forschungsthemen im Bereich Vergasung sind (1) Optimierung der Anlagenkonzepte für CHP, SNG, Mixedfuel und Biofuel-Produktion, (2) Prozessoptimierung für die Herstellung von SNG, Mixedfuel, BtL, (3) Komponente-optimierung: Gasreinigung, Filterkonzepte, Optimierung der Synthetisierung und (4) Verbesserung des gesamten Anlagen-Wirkungsgrades auf den verschiedenen Verfahren. Im vergangenen Jahr wurde zwei Workshops mit den Themen «Gasification and Alternative Fuels Development» und «Biomass Gasification Opportunities in the Forest Industry» durchgeführt. Generell scheinen sich in den skandinavischen Ländern die Forschungsaktivitäten bezüglich Biomassevergasung zu verstärken, was sich auch in der Tatsache niederschlägt, dass sich vermehrt Fachhochschulen mit der thermischen Vergasung auseinandersetzen.

Task 37: Energy from Biogas and Landfill Gas

Die übergeordnete Aufgabe des Tasks [9] ist der Informationsaustausch über die Technik der anaeroben Vergärung. Dazu gehören die Gärtechnik, die Beurteilung von Substraten, die Nutzung von produziertem Biogas, sowie der Einsatz des Gärguts als organischer Dünger. Im Triennium 2010 bis 2012 führt die Arbeitsgruppe zahlreiche Aktivitäten im Bereich der definierten Schwerpunktthemen Gärsubstrate, Prozessoptimierung, Aufbereitung und Einspeisung von Biogas, Gärrettestverarbeitung und Emissionen durch. Die Schweizer Vertreterin

hat die Leitung bzw. Co-Leitung bei den Arbeitsthemen «Anaerobic Digestion of Sewage Sludge» und «Small Scale Anaerobic Digestion». Im Berichtsjahr wurden zwei Workshops zu den Themen «Biogas Production and Utilisation» und «Energy from Biogas» durchgeführt. Im Folgenden sind einige Schwerpunkte für das kommenden Triennium (2013–2015) genannt: Vergärung von Klärschlamm; Aufbereitungstechniken für Gärgut, im Hinblick auf Nährstoffregeneration; Integration der Vergärung in andere industrielle Prozesse für einen besseren Ressourceneinsatz und eine Reduzierung von Treibhausgasemissionen; Emissionsmanagement bei der Biogasproduktion über die gesamte Prozesskette hinweg.

SET Plan

Neben den Aktivitäten innerhalb der IEA nahm das BFE eine Koordinationsfunktion bei der European Industrial Bioenergy Initiative (EIBI) des SET-Plans (European Strategic Energy Technology Plan) [1,2] der Europäischen Kommission ein. Im Berichtsjahr wurde ein Proposal für die Lancierung eines ERA-NET-Plus-Calls im Herbst 2012 erarbeitet. Ziel dieses Calls ist die Implementierung von Bioenergie-Demonstrationsprojekten gemäss EIBI Implementation Plan. Insgesamt stehen 7 Wertschöpfungsketten im Fokus (sowohl thermochemisch, als auch biochemisch), wobei die Schweiz am thermochemischen Umwandlungspfad der Vergasung interessiert ist.

Referenzen

[1] Europäische Kommission: *Strategic Energy Technology Plan (SET Plan) (2008)* (http://ec.europa.eu/energy/technology/set_plan/set_plan_en.htm).

[2] Europäische Kommission: *European Industry Bioenergy Initiative (EIBI) (2008)* (http://setis.ec.europa.eu/activities/implementation-plans/European%20Industrial%20Bioenergy%20Initiative_-EIBI.pdf/view).

[3] 11. *Holzenergiesymposium (2010)* (<http://www.holzenergie-symposium.ch/>).

[4] BFE 2011: *Tagung Biomasseforschung in der Schweiz* (http://www.bfe.admin.ch/forschungbiomasse/index.html?lang=de&dossier_id=05021).

[5] BAFU 2011: *Fachtagung Holzverbrennung und Feinstaub* (<http://www.bafu.admin.ch/luft/11577/index.html?lang=de>).

[6] International Energy Agency (IEA) *Implementing Agreement Bioenergy* (<http://www.ieabioenergy.com/>).

[7] *Implementing Agreement Bioenergy Task 32* (<http://www.ieabcc.nl/>).

[8] *Implementing Agreement Bioenergy Task 33* (<http://www.ieatask33.org/>).

[9] *Implementing Agreement Bioenergy Task 37* (<http://www.iea-biogas.net/>).

Laufende und im Berichtsjahr abgeschlossene Projekte

(* IEA-Klassifikation)

- ANALYSE DE CYCLE DE VIE DE LA PRODUCTION CENTRALISÉE ET DÉCENTRALISÉE DE BIOGAZ EN EXPLOITATIONS AGRICOLES**

R+D 3.4*

Lead:	ENERS Energy Concept Co.	Funding:	BFE
Contact:	arnaud.dauriat@eners.ch	Period:	2009–2011

Abstract: La présente étude a pour objectif principal la comparaison de systèmes centralisés et décentralisés de production de biogaz en milieu agricole au moyen d'une analyse de cycle de vie (ACV). Cette étude s'appuiera en particulier sur des cas concrets d'exploitations de biogaz agricole sur l'ensemble du territoire suisse. Les résultats de l'étude permettront de préciser le type d'installations de biogaz agricole le plus performant du point de vue environnemental.
- MESSVERFAHREN ZUR BESTIMMUNG DER PARTIKELEMISSIONEN VON FESTBRENNSTOFFFEUERUNGEN**

R+D 3.4

Lead:	Ökozentrum Langenbruck	Funding:	BFE, BAFU
Contact:	christian.gaegauf@oekozentrum.ch	Period:	2011–2012

Abstract: Ziel des Projektes ist die Entwicklung und Validierung eines neuen Messverfahrens für Partikelemissionen in den Abgasen von Feuerstätten und Kesseln für feste Brennstoffe. Das Verfahren will Basis für ein zukünftiges einheitliches Messprozedere sein, das in eine europäische Norm einfließen soll. Die Arbeiten werden von insgesamt 19 Partnern aus 10 europäischen Ländern durchgeführt.
- CH4-EMISSIONEN BEI EPDM-GASSPEICHERN UND DEREN WIRTSCHAFTLICHEN UND ÖKOLOGISCHE FOLGEN**

R+D 3.4

Lead:	Genesys Biogas AG	Funding:	BFE
Contact:	elmar.bueeler@oekostromschweiz.ch	Period:	2009–2011

Abstract: Auf landw. Biogasanlagen wird das Biogas häufig in einem Gasspeicher mit einer EPDM Folie zwischengelagert. Als Ziel dieses Projekts gilt es festzustellen, ob nach einer gewissen Einsatzdauer und unter gewissen Bedingungen (z. B. erhöhte Säurewerte im Fermenter) diese Folie an Qualität einbüsst und die Methanverluste an die Umwelt zunehmen. Die evaluierten Methanverluste werden wirtschaftlich und ökologisch beurteilt.
- ENTWICKLUNG DER INGENIEURWISSENSCHAFTLICHEN GRUNDLAGEN DER SCHWEFELRESISTENTEN METHANISIERUNG**

R+D 3.4

Lead:	PSI Paul Scherrer Institut	Funding:	BFE
Contact:	serge.biollaz@psi.ch	Period:	2010–2012

Abstract: Es soll eine schwefelresistente Methanisierungsstufe für den Prozess Methan aus Holz entwickelt werden. Gegenüber der Niedertemperaturentschwefelung mittels Gaswäsche, die bei der 1MWSNG-Anlage am Standort Güssing zum Einsatz kommt, hat die Hochtemperatur-Entschwefelung Vorteile hinsichtlich des Gesamtwirkungsgrades und der Anlagenverfügbarkeit.
- ERWEITERTE PARTIKELANALYTIK FÜR HOLZFEUERUNGSABGASE**

R+D 3.4

Lead:	PSI Paul Scherrer Institut	Funding:	BFE
Contact:	andre.prevot@psi.ch	Period:	2007–2011

Abstract: Mit diesem Projekt soll die Holzfeuerungsbranche im Bemühen, partikelarme Verbrennungstechnologien zu entwickeln, unterstützt werden. Dazu ist die Anpassung der On-line-Aerosolanalytik auf die Anforderungen der Emissionsmessung im Abgasstrom erforderlich. Mit der Aerosolanalytik können die Emissionen mit der in instationären Verbrennungsphasen notwendigen Zeitauflösung gemessen werden, was erlaubt, gezielt technische Verbesserungen an Feuerungen vornehmen zu können
- GERUCHSQUELLEN BEI BIOGASANLAGEN**

R+D 3.4

Lead:	Forschungsanstalt Agroscope ART	Funding:	BFE
Contact:	matthias.schick@art.admin.ch	Period:	2009–2012

Abstract: Landwirtschaftliche Biogasanlagen werden häufig an bestehenden Standorten mit Tierhaltung ergänzt und für eine effektive Wärmenutzung bevorzugt in der Nähe zur Wohnbebauung errichtet. Dies führt zu Geruchsklagen der Anwohner. Ziel des Projektes ist es, relevante Geruchsquellen zu identifizieren und zu quantifizieren sowie Minderungsmaßnahmen aufzuzeigen.
- HARMONISIERUNG UND ERWEITERUNG DER BIOENERGIE-ÖKOINVENTARE UND -ÖKOBILANZEN**

R+D 3.4

Lead:	EMPA	Funding:	BFE
Contact:	rainer.zah@empa.ch	Period:	2009–2012

Abstract: Projektziel ist es, die Bioenergie-Daten der ecoinvent Datenbank in Hinblick auf die aktuellen Entwicklungen im landwirtschaftlichen Anbau (z.B. Jatropha oder schnellwachsende Gräser) und Energie-Umwandlung (z.B. hydrothermale Vergasung) zu aktualisieren, harmonisieren und zu erweitern.

- IEA BIOENERGY TASK 32**

Lead: **Verenum**

Contact: **Nussbaumer Thomas** thomas.nussbaumer@verenum.ch

Abstract: Die IEA Bioenergy Task 32 befasst sich mit der Biomasseverbrennung zur Energieerzeugung und setzt sich zur Überwindung technischer und nicht-technischer Hindernisse ein. Dazu erfolgt ein Erfahrungsaustausch unter den Mitgliedsstaaten sowie die Zusammenarbeit zu Schwerpunktsthemen. Die schweizerische Vertretung hat zum Ziel, die Anliegen der Schweiz in der IEA zu vertreten und in der Schweiz den internationalen Stand der Technik zu vermitteln

WTT 3.4

Funding: **BFE**

Period: **2011–2012**
- IEA BIOENERGY TASK 33**

Lead: **ETECA**

Contact: **Rüegsegger Martin** eteca@gmx.ch

Abstract: Die IEA Bioenergy fördert mit Task 33 die energetische Nutzung von Biomasse über die thermische Vergasung (Thermal Gasification of Biomass). Task 33 begleitet die Forschung, deren Umsetzung in Pilot- und Demonstrationsanlagen sowie die Markteinführung und den kommerziellen Anlagenbetrieb der thermischen Vergasung von Biomasse.

WTT 3.4

Funding: **BFE**

Period: **2011–2012**
- IEA BIOENERGY TASK 37**

Lead: **EREP SA**

Contact: **Membrez Yves** yves.membrez@erep.ch

Abstract: Als Arbeitsgruppe der IEA Bioenergy befasst sich der Task 37 mit der Produktion von Biogas und dessen energetischen Anwendung, wobei die gesamte Produktionskette betrachtet wird. Ziel ist der Informationsaustausch und die Weiterverbreitung neuester Erkenntnisse zur Gärtechnik, Beurteilung von Substraten, Nutzung des produzierten Biogas sowie der Einsatz des Gärguts als organischen Dünger.

WTT 3.4

Funding: **BFE**

Period: **2011–2012**
- PRAXISEINSATZ ELEKTROABSCHIEDER - TEIL 1**

Lead: **Ing. Büro Verenum, Zurich**

Contact: **Nussbaumer Thomas** thomas.nussbaumer@verenum.ch

Abstract: In der Schweiz werden autom. Holzfeuerungen ab 500 kW meist mit Elektroabscheidern ausgerüstet, um die verschärften Emissionsgrenzwerte einzuhalten. Allerdings werden Heizanlagen oft bei Teillast oder im Ein-/Aus-Betrieb betrieben, weshalb die Feinstaubabscheider während eines Grossteils der Betriebszeit der Feuerung unwirksam sind. Im Projekt wird der Einsatz von Elektroabscheidern im Praxisbetrieb untersucht (Betrieb, Regelung, Verfügbarkeit, Betriebsprobleme).

R+D 3.4

Funding: **BFE**

Period: **2011–2014**
- MASSNAHMEN ZUR OPTIMIERUNG DER VERGÄRUNG DURCH VORBEHANDLUNG, PROZESS UND VERFAHRENSTECHNIK UND HILFSSTOFFE**

Lead: **Hochschule Wädenswil HSW**

Contact: **Baier Urs** urs.baier@zhaw.ch

Abstract: Im Projekt werden verschiedene Optimierungsbereiche des Biogasverfahrens im Hinblick auf inländische Substrate mit hohem Massenpotenzial im Labor- und im Pilotmassstab untersucht. Das Schwergewicht liegt dabei auf Hofdünger, zellstoffreicher Biomasse und langsam abbaubaren Proteinsubstraten. Es werden Konzepte der chemisch – physikalischen, enzymatischen und biologischen Vorbehandlung zur Steigerung der Biogasausbeute untersucht.

R+D 3.4

Funding: **BFE**

Period: **2009–2011**
- MESSUNG VON GERUCHSEMISSIONEN UND ENTWICKLUNG EINES GERUCHSEMISSIONSMODELLS FÜR BIOGASANLAGEN**

Lead: **Ernst Basler + Partner AG**

Contact: **Frantz Holger** holger.frantz@ebp.ch

Abstract: Ziel des Projektes ist die Erstellung eines Geruchsemissionsmodells für Biogasanlagen in der Schweiz. Das Geruchsemissionsmodell soll Planern, Investoren und Bewilligungsbehörden eine Planungshilfe schaffen, mit der Geruchsemissionen von Biogasanlagen noch in der Planungs- und Bewilligungsphase abgeschätzt, sowie sinnvolle geruchsmindernde Massnahmen geplant werden können.

R+D 3.4

Funding: **BFE, BAFU, div. Kt**

Period: **2009–2011**
- METHANVERLUSTE BEI BIOGASANLAGEN**

Lead: **Forschungsanstalt Agroscope ART**

Contact: **Schick Matthias** matthias.schick@art.admin.ch

Abstract: In diesem Projekt sollen die relevante Methanverlustquellen (Flächenquellen, Leckagen, Methanschlupf) bei landwirtschaftlichen Biogasanlagen identifiziert und das Verlustpotenzial näherungsweise bestimmt werden. Dabei sollen auch bauliche, verfahrenstechnische, organisatorische und klimatische Parameter sowie der Gasertrag als Einflussgrößen auf die Methanverluste erhoben werden. Im Abschluss sollen davon Minderungsmaßnahmen abgeleitet werden.

R+D 3.4

Funding: **BFE**

Period: **2009–2011**

- **ÖKOBILANZ DER VERBRENNUNG VON BIOMASSESUBSTRATEN** R+D 3.4
- | | | | |
|----------|--|----------|-----------|
| Lead: | ESU-services | Funding: | BFE |
| Contact: | Jungbluth Niels
jungbluth@esu-services.ch | Period: | 2009–2011 |
- Abstract: Biomasse Ressourcen wie z.B. Abfälle aus der Lebensmittelindustrie (Presskuchen, Kaffeesatz oder Olivenkerne), eignen sich nicht nur für die Vergärung. Einige dieser Abfälle können auch direkt verbrannt und dabei in Strom und Wärme umgewandelt werden. In diesem Projekt soll eine Ökobilanz der Verbrennung unterschiedlicher Biomassesubstrate erstellt werden.
- **ÖKOBILANZ DES ANBAUES VON ZWISCHENFRÜCHTEN ZUR BIOGASPRODUKTION** R+D 3.4
- | | | | |
|----------|--|----------|-----------|
| Lead: | Forschungsanstalt Agroscope ART Reckenholz | Funding: | BFE |
| Contact: | Hayer Frank
frank.hayer@art.admin.ch | Period: | 2009–2011 |
- Abstract: Ziel des Projektes ist es, Zwischenfrüchte hinsichtlich ihrer Eignung zur Biogaserzeugung aus ökologischer, wirtschaftlicher und agronomischer Sicht zu bewerten. Die Umweltauswirkungen des Anbaues werden aufgrund der Emissionen pro m³ Methanertrag bewertet. Die betriebswirtschaftliche Bewertung beinhaltet eine detaillierte Rentabilitätsberechnung und die agronomische Eignung wird zusammen mit Vertretern der Praxis beurteilt.
- **ÖKOBILANZ ZU BIOMASSENUTZUNG** R+D 3.4
- | | | | |
|----------|---------------------------------------|----------|-----------|
| Lead: | Carbotech AG Umweltanalytik | Funding: | BFE |
| Contact: | Dinkel Fredy
f.dinkel@carbotech.ch | Period: | 2009–2011 |
- Abstract: Mit der vermehrten Nutzung von Biomasse, stellt sich auch die Frage nach der optimalen Verwertung. Im Projekt werde die folgenden Hilfsmittel zur Evaluation der Umweltauswirkungen erarbeitet bzw. bestehende aktualisiert: (1) Ökoinventare von verschiedenen Anlagen, Grüngutarten, energetischer und stofflicher Nutzung; (2) Erarbeitung eines Tools zur Evaluation der optimalen Grüngutverwertung bei verschiedenen Rahmenbedingungen.
- **OPTIMIERUNG VON STANDARDISIERTEN VERGÄRBARKEITSTESTSYSTEMEN IN BATCH- UND DURCHFLUSSREAKTOREN** R+D 3.4
- | | | | |
|----------|--|----------|-----------|
| Lead: | EPFL/ENAC/IEE/LBE | Funding: | BFE |
| Contact: | Holliger Christof
christof.holliger@epfl.ch | Period: | 2009–2011 |
- Abstract: Mittels standardisierten Vergärtests wird die Biogasproduktion oft unter- beziehungsweise überschätzt. Dies hängt mit der Wahl des Inokulums, der Medienzusammensetzung, der Temperatur, des Volumens des Testreaktors, usw. zusammen. Das Projekt soll die Hauptparameter, die zur Unter- beziehungsweise Überschätzung des Biogasproduktionspotenzials führen, identifizieren.
- **VERGÄRUNG VON GÜLLE UND CO-SUBSTRATEN IN EINEM MEMBRAN-BIO-REAKTOR (MBR II)** R+D 3.4
- | | | | |
|----------|--|----------|----------------|
| Lead: | ARGE MBR II c/o Ingenieurbüro | Funding: | BFE, BLW, Axpo |
| Contact: | Hersener Jean-Louis
postmaster@agrenum.ch | Period: | 2007–2012 |
- Abstract: Die Grenzen und Möglichkeiten des Membran-Bio-Reaktors (MBR) sollen in diesem Projekt vertieft untersucht werden. Das Prinzip des MBR besteht darin, dass der Biogasfermenter mit einer nachgeschalteten Ultrafiltration betrieben wird. Das MBR-Verfahren verspricht eine gesteigerte Effizienz. Zudem lassen sich die eingesetzten Biomassesortimente durch die verfahrensbedingte Trennung und Aufbereitung viel bereitgefächerter als Dünger einsetzen.
- **TORPLANT - PHASE 1** R+D 3.4
- | | | | |
|----------|---|----------|-----------|
| Lead: | HEIG-VD | Funding: | BFE |
| Contact: | Michel Jean-Bernard
jean-bernard.michel@heig-vd.ch | Period: | 2011–2012 |
- Abstract: Le projet consiste en la construction, les essais et l'optimisation d'une unité pilote de torréfaction de biomasse d'une capacité de 620 kg/h soit environ 3000 kWth avec production combinée d'énergie mécanique et étude de la valorisation des gaz de torréfaction. Les objectifs de la phase 1 sont: 1) la torréfaction de divers sources de biomasse, 2) la production de pellets à partir de la biomasse torréfiée et 3) la démonstration de leur conformité aux normes environnementales.
- **PRODUCTION OF ULTRA-PURE HYDROGEN FROM WOODY BIOMASS USING A MODIFIED CHEMICAL LOOPING PROCESS** R+D 3.4
- | | | | |
|----------|--------------------------------------|----------|-----------|
| Lead: | ETHZ | Funding: | BFE |
| Contact: | Müller Christoph
muelchri@ethz.ch | Period: | 2011–2014 |
- Abstract: The proposal is concerned with a novel method for the production of hydrogen from woody biomass which is of sufficient purity to be used directly in PEM fuel cells without substantial gas clean-up, using a modified chemical looping combustion process.

● **ENERGIEAUTARKE KLÄRANLAGE** R+D 3.4

Lead:	Abwasserverband Vorderes Prättigau	Funding:	BFE, Kt GR
Contact:	Gabathuler Hans hans.gabathuler@bluewin.ch	Period:	2011–2012

Abstract: Im Rahmen des Projekts soll das Konzept einer energieautarken Kläranlage am Beispiel der ARA Vorderes Prättigau untersucht werden. Die Energieautarkie kann erreicht werden, wenn ein Grossteil der organischen Fracht am Belebtschlamm adsorbiert wird und nicht veratmet werden muss. Dafür ist die Hochlaststufe von zweistufigen Belebtschlammverfahren signifikant höher zu belasten, als üblicherweise praktiziert.

● **ÖKOBILANZ DER BIOGASPRODUKTION AUS UNTERSCHIEDLICHEN SUBSTRATEN** R+D 3.4

Lead:	ESU-services	Funding:	BFE
Contact:	Jungbluth Niels jungbluth@esu-services.ch	Period:	2009–2011

Abstract: In den letzten Jahren gab es eine Reihe von Ökobilanzen zur Verwendung von Grüngut in Biogasanlagen. Bisher gibt es unterschiedliche Ergebnisse bzgl. der Vor- und Nachteile der Vergärung von Grüngut. Ziel dieses Projektes ist ein Vergleich der Verwendung verschiedener gekaufter bzw. angebauter Substrate für die Biogasproduktion.

● **NACHBEREITUNG VON GÄRGUT** R+D 3.4

Lead:	Engeli engineering	Funding:	BFE, BAFU
Contact:	Engeli Hans engeli@compuserve.com	Period:	2011–2013

Abstract: Ziel des Projektes ist zu untersuchen, ob die Gärgutaufbereitung Sinn macht. Dazu werden Daten über den Energiebedarf, Emissionen, Nährstoffgehalte und hygienische Aspekte gesichtet und zur Schliessung von identifizierten Datenlücken Messungen und Laboranalysen durchgeführt. Anschliessend werden die erforderlichen Energie- und Stoffbilanzen durchgeführt und mit den Kennzahlen von Verfahrenskonzepten ohne Gärgutaufbereitung verglichen.

● **KOMBINIERTE ABGASKONDENSATION/ABGASREINIGUNG FÜR HOLZHEIZANLAGEN** P+D 3.4

Lead:	GUNEP	Funding:	BFE
Contact:	Koller Eugen e.koller@gunep.ch	Period:	2011–2013

Abstract: Ziel des Projektes ist die Abgaskondensation zur Marktreife zu entwickeln, welche die Emissionswerte von 20mg/Nm³ bzw. 50mg/Nm³ Abgas unterschreiten und zugleich eine Wärmerückgewinnung bis über 20% erreichen. Um diese Ziel zu erreichen soll ein Kompaktgerät als Gaswäscher mit integriertem bzw. nachgeschaltetem Filtermodul entwickelt werden.

● **MISCANTHUS KLEINFEUERUNG** P+D 3.4

Lead:	Forschungsanstalt Agroscope ART	Funding:	BFE, Kt. TG
Contact:	Anken Thomas thomas.anken@art.admin.ch	Period:	2008–2011

Abstract: Der Einsatz von Miscanthus soll in einer Kleinfeuerungsanlage demonstriert werden. Dabei sollen Feinstaub und andere Emissionen messtechnisch erfasst werden. Mittels Rauchgaswäscher soll aufgezeigt werden, dass sich die Feinstaubemissionen auf das Niveau vergleichbarer Holzfeuerungen reduzieren lassen. Des weiteren soll aufgezeigt werden, dass die thermische Nutzung von Miscanthus hohe Energieerträge pro Nutzfläche generiert.

● **HOLZBEFEUERTES BLOCKHEIZKRAFTWERK MIT HEISSLUFTTURBINE IM KLEINEREN LEISTUNGSBEREICH 80-100 KWEL** P+D 3.4

Lead:	Schmid AG	Funding:	BFE
Contact:	Schmid Hans-Jürg HJ@holzfeuerung.ch	Period:	2010–2011

Abstract: Ziel ist die Entwicklung eines Blockheizkraftwerks mit Holzenergie, welches rationell im unteren Leistungsbereich der Stromerzeugung (70-100 kWel) eingesetzt werden kann.

