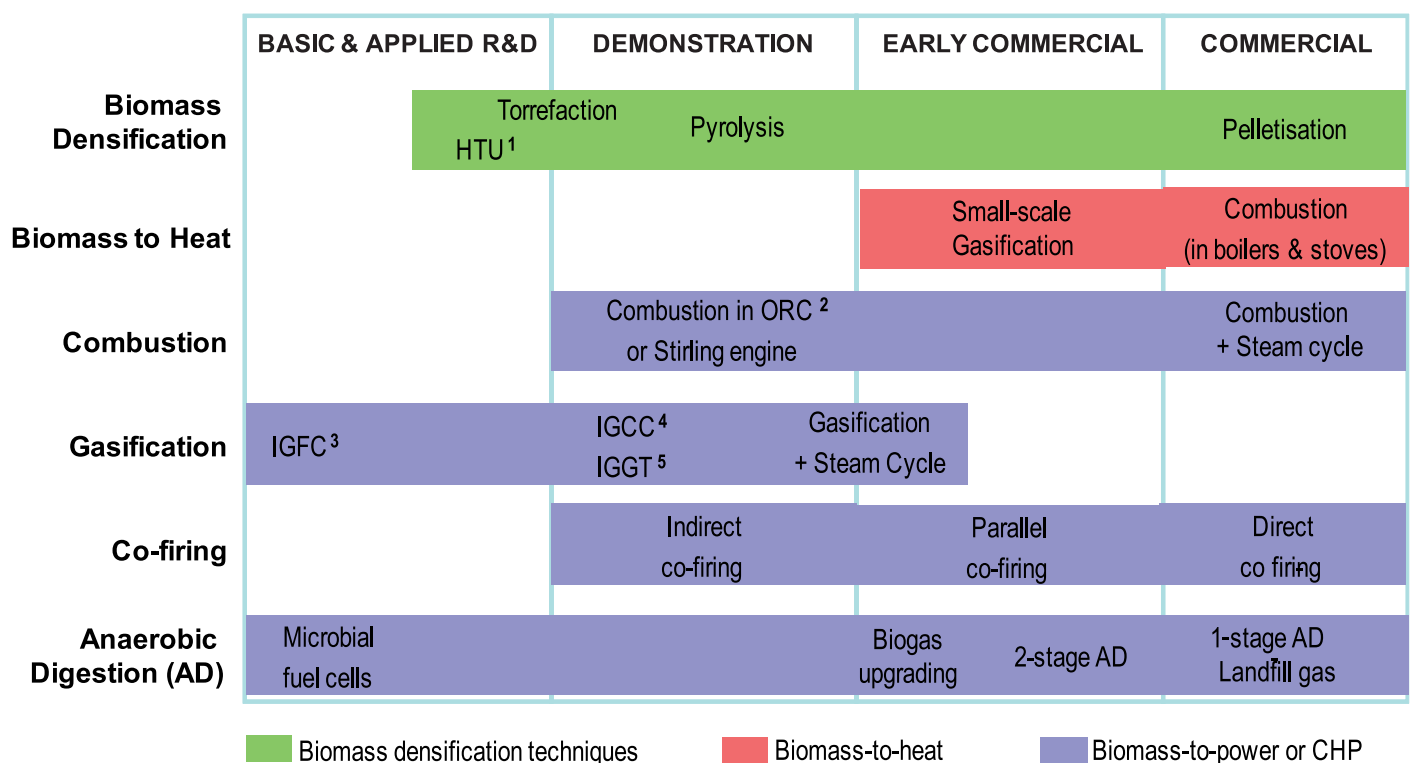


Überblicksbericht 2010

Forschungsprogramm Biomasse und Holzenergie



¹ Hydrothermal upgrading; ² Organic Rankine Cycle; ³ Integrated gasification fuel cell; ^{4/5} Integrated gasification combined cycle (CC) / gas turbine (GT)



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie BFE
Office fédéral de l'énergie OFEN

Titelbild:

Entwicklungsstand der wichtigsten Technologien zur Aufbereitung und Umwandlung von Biomasse (Quelle: IEA Bioenergy)

BFE Forschungsprogramm Biomasse und Holzenergie

Überblicksbericht 2010

Auftraggeber:

Bundesamt für Energie BFE
CH-3003 Bern

Programmleiterin BFE (Autorin):

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

Bereichsleiterin BFE:

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

www.bfe.admin.ch/forschungbiomasse/

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. Dementsprechend vielfältig sind die internationalen Forschungsbestrebungen in der Biomassenutzung, welche auch durch die lokal verfügbare Biomasse geprägt sind. Exemplarisch sollen die Zielsetzungen der Europäischen Union und der USA im Bereich Energieerzeugung und im Speziellen der Einsatz von Biomasse genauer erörtert werden.

Im April 2009 wurde die Richtlinie des europäischen Parlaments und des Rates zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen verabschiedet. Jeder Mitgliedstaat soll den Anteil an erneuerbaren Energien erhöhen, um dazu beizutragen, diesen Anteil in der EU von heute 8,5 % bis 2020 auf 20 % aufzustocken. Die EU-Länder können selber entscheiden, zu welchen Teilen sie welche erneuerbaren Energien in ihren bevorzugten Mix einfließen lassen wollen, um die unterschiedlichen Potenziale nutzen zu können.

Der Einsatz von Biotreibstoffen zu 10 % des Gesamttreibstoffverbrauchs im Verkehrswesen ist im Gesamtziel der EU ebenfalls mit eingeschlossen. Die Verbindlichkeit dieses Ziels hängt jedoch davon ab, ob die Erzeugung nachhaltig ist und ob genügend Biotreibstoffe der zweiten Generation kommerziell zur Verfügung stehen. Auch die EU hat Nachhaltigkeitskriterien für Biotreibstoffe formuliert; der Vollzug liegt aber bei den Mitgliedstaaten. Als eines der ersten Länder hat Deutschland einen Leitfaden für die nachhaltige Biomassenutzung erstellt [1].

Der Anteil der erneuerbaren Energien an den neu installierten Stromerzeugungskapazitäten liegt in der EU27 bei 62 % (17 GW) für das Jahr 2009.

In absoluten Zahlen wurden 19,9 % des Gesamtelektrizitätsverbrauchs in der EU im Jahr 2009 aus erneuerbaren Energien gedeckt [2]. Der grösste Anteil entfiel dabei auf die Wasserkraft (11,6 %), gefolgt von Windkraft (4,2 %), Biomasse (3,5 %) und Solarenergie (0,4 %). Laut Bericht [2] können, sofern die aktuellen Wachstumsraten beibehalten werden, im Jahr 2020 bis zu 1'400 TWh Strom aus erneuerbaren Ressourcen bezogen werden. Es wird geschätzt, dass bis zum Jahr 2020 35 bis 40 % der gesamten Elektrizität (3'200–3'500 TWh) aus erneuerbaren Quellen produziert werden muss, um das gesetzte 20 %-Ziel zu erreichen. Im Jahr 2008 lag der Beitrag der Biomasse zur Stromerzeugung (EU27) bei 19 % (107 TWh). Wird das aktuelle Wachstum der Elektrizitätsproduktion aus Biomasse zugrunde gelegt, so könnte die Produktion auf 200 TWh steigen [2]. Elektrizitätsproduktion aus Biomasse, besonders via Biogas oder WKK, hat den Vorteil, dass Biomasse lagerbar und somit Elektrizität gemäss Nachfrage produziert werden kann.

Um diese EU-weiten Zielsetzungen zu erreichen braucht es verstärkte Forschung in den Bereichen Biomasselogistik, Konditionierung von Biomasse (Produktion von sog. Bio-energy carriers, wie z. B. torrefiziertes Holz oder Pyrolyseöl), die intelligente Nutzung von Stoffströmen, die Optimierung von vorhanden Technologien und neue Ansätze zur Konversion von Biomasse, was sich auch in den EU-Calls des 7. Rahmenforschungsprogrammes widerspiegelt. Zahlreiche aktuelle Themen beschäftigen sich mit dem Bereich Biotreibstoffe (Algen, Lignozellulose, Ethanol etc.). Ein weiterer sich stark entwickelnder Forschungsbereich beschäftigt sich mit dem Bioraffinerieansatz, d. h. der Koproduktion von Treibstoffen, Chemikalien, Strom und Materialien aus Biomasse.

Mit der europäischen Biomasseindustrie-Initiative wurde von der Euro-

päischen Kommission eine Plattform geschaffen, welche besonders die Industrie für Grossprojekte gewinnen will (siehe Abschnitt 6: International Collaboration).

Das Biomasseprogramm der USA beschäftigt sich ebenfalls mit der ganzen Versorgungskette. Schlüsselkomponenten beinhalten: (1) Entwicklung einer nachhaltigen, hoch qualitativen Substratversorgungskette, (2) Entwicklung von Biomassekonversionstechnologien, (3) industrielle Demonstrationsprojekte und Validierung integrierter Bioraffinerien und Biostromerzeugung und (4) Schnittstellenaktivitäten bezüglich Nachhaltigkeit, strategische Analysen und Marktexpansion. Ziel der Forschung ist die Unterstützung der nationalen Energieziele bezüglich der erneuerbaren Energien, welche im Wesentlichen den Aufbau einer lokalen Biotreibstoffindustrie (volumetrisches Ziel: Einsatz von 36 Mrd. US-Gallonen pro Jahr bis 2022) und die Erhöhung des Anteils an erneuerbarem Strom umfassen. Das Budget für die Biomasseforschung in den USA umfasst jährlich ca. 85 Mio. USD. In Präsident Obamas «New Energy for America»-Plan forderte er Bundesinvestitionen in der Höhe von 150 Mrd. USD für eine saubere Energiezukunft. Im Bereich Elektrizität sollen bis 2012 10 % und bis 2025 25 % der nationalen Elektrizitätsproduktion durch Erneuerbare abgedeckt werden. Übergeordnete Ziele betreffen die Versorgungssicherheit des Landes und damit die Unabhängigkeit von ausländischen Energiequellen, und die Reduktion der Treibhausgasemissionen im Transportsektor.

Biomasse in der Schweiz

Die Biomasse ist – nach der Wasserkraft – die zweitwichtigste einheimische, erneuerbare Energiequelle. Die energetische Nutzung der Biomasse kann einen wichtigen Beitrag zur Schonung von nicht erneuerbaren Ressourcen, zur Versorgungssicherheit des

Landes sowie zur Reduktion der CO₂-Emissionen leisten. Der Anteil der gesamten Biomasse am schweizerischen Endenergieverbrauch beträgt heute 4,6 % [3]. Dies entspricht einem Anteil am Endverbrauch der erneuerbaren Energien von 24,4 % [3].

Die verfügbare Menge an Biomasse und damit das theoretische Potenzial ist in der Schweiz auf Grund der hohen Besiedlungsdichte, des beschränkten Anteils an produktiven Flächen und der schwierigen Topografie sowie der klimatischen Verhältnisse beschränkt. Gemäss Biomasse-Potenzialstudie [3] könnten gut 10 % des heutigen Primärenergieverbrauchs ökologisch vertretbar mit Biomasse gedeckt werden. Die Nahrungs- und Futtermittelproduktion sowie die stoffliche Nutzung von Biomasse (z. B. Bau- und Industrieholz) werden dabei nur in geringem Masse tangiert. Ungenutzte Potenziale sind insbesondere im Bereich Holzenergie (Waldholz) und in der Landwirtschaft (Ernterückstände, Hofdünger) vorhanden. Bei der energetischen Nutzung von Hofdüngern ist die geringe Energiedichte eine Herausforderung. Im Bereich der Verwertung von biogenen Abfällen (z. B. nasse Grünabfälle in KVA, Klärschlamm) gibt es ebenfalls noch Optimierungspotenzial. Bei der Biomasseforschung stehen neben der Optimierung von Prozessen und Verfahren auch Wirkungsgraderhöhungen, Qualitätssicherung und die Förderung neuer Technologien im Vordergrund. Ökobilanzen spielen sowohl bei neuen, als auch bei bestehenden optimierten Verfahren eine Rolle, um Entscheidungsgrundlagen zu liefern und Perspektiven für Technologien und Prozesse aufzuzeigen. Ein weiterer Themenkomplex beinhaltet Emissionen, welche zum einen klima- und/oder umweltrelevant sind, zum anderen aber auch im sozialen und ökonomischen Bereich eine Rolle spielen können.

Programmschwerpunkte

Das Forschungsprogramm richtet sich in seinem Biomasseforschungskonzept sowohl nach ökologischen, als auch ökonomischen und sozialen Kriterien. Ökologische Leitlinien betreffen einerseits die Minimierung von Schadstoffen bei der Produktion und über den ganzen Lebenszyklus (Reduktion von Emissionen), andererseits die ganzheitliche Betrachtung von verfahrenstechnischen Prozessen u.a. mit Hilfe von Ökobilanzen und das Schliessen von Stoffkreisläufen. Bei den ökonomischen Leitlinien steht die Förderung von möglichst einfachen und kostengünstigen Technologien mit hoher Verfügbarkeit ebenso im Vordergrund, wie die maximale Ausnützung der Primärenergie bezogen auf die Nutzenergie. Es soll Nutzenergie mit hoher Wertigkeit bereitgestellt werden. Zudem sollen die zur Energiegewinnung eingesetzten Biomassetypen nicht in Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion stehen. Innerhalb dieser Leitlinien beschäftigt sich das Forschungsprogramm mit der thermochemischen (Verbrennung, Vergasung) und der biochemischen Umwandlung (anaerobe Vergärung). Forschungsschwerpunkte bei allen Technologien sind (1) Systemoptimierung und -integration, (2) Qualitätssicherung und (3) Neue Verfahren und Technologien. Der erste Schwerpunkt beinhaltet die Effizienzverbesserung des Gesamtsystems, die Reduktion von Emissionen (insbesondere Partikel, NO_x , Ammoniak, Methan), die Kostensenkung und eine umfassende Bewertung der Wertschöpfungskette von Biomassepfaden. Innerhalb des Schwerpunkts Qualitätssicherung sollen Grundlagen für Massnahmen entwickelt werden. Ebenso spielen Standardisierungen und die Umsetzung der weitgehend bekannten Massnahmen zur Qualitätssicherung der Gesamtanlagen eine wichtige Rolle. Durch den dritten Schwerpunkt werden neue Verfahren und Technologien gefördert, wobei sowohl die Erprobung im Labor, als auch die nachfolgende Aufskalierung inkl. wissenschaftlicher Begleitung als wichtig erachtet werden.

Rückblick und Bewertung 2010

Themengebiete, welche im Jahr 2010 bearbeitet wurden und den Schwerpunkten des Forschungsprogramms entsprechen, sind:

- Optimierung der Prozesse bei der anaeroben Vergärung;
- Förderung von neuen Technologien;
- Erstellung und Aufdatierung von Ökobilanzen;
- Emissionen.

Zu Punkt 1: Eine erste Analyse von verschiedenen physikalischen und enzymatischen Vorbehandlungsmethoden zeigten für Schweizer Substrate sehr unterschiedliche Wirkungsweisen. Am besten wirken bis dato Kombinationen von physikalischen und nachfolgenden enzymatischen Methoden.

Mit einem Membran-Bioreaktor (MBR) im halbtechnischen Massstab konnte gezeigt werden, dass die Leistungsfähigkeit bei der Vergärung von Gülle im MBR doppelt so hoch wie in konventionellen Biogasanlagen ist.

Zu Punkt 2: Neue Erkenntnisse konnten im Bereich hydrothermale Vergasung und Vergasung von fester Biomasse gewonnen werden. Auch die Analytik spielte bei den Prozessen eine wichtige Rolle. Das Zusammenspiel zweier verschiedener Technologien (Pelletheizung und Solarthermie) wurde ebenfalls untersucht.

Zu Punkt 3: Ökobilanzen wurden zu verschiedenen Biomasseverwertungspfaden erstellt. Dabei wurden verschiedene Co-Substrate, neue Kulturen und neue Konversionstechnologien berücksichtigt.

Zu Punkt 4: Bei den Stückholzkesseln führt die Startphase zu deutlich erhöhten Schadstoffemissionen (flüchtige und kondensierbare organische Verbindungen). Bei Pelletkesseln tragen sowohl die Start- als auch die Stopp-Phasen entscheidend zur Gesamtfracht an organischen Verbindungen bei. Taktender Betrieb ist somit grundsätzlich unerwünscht. Bei landwirtschaftlichen Biogasanlagen zeigte sich, dass vor allem Gärrestlager, Feststoffbesicker und Vorgruben ein grosses Emissionspotenzial besitzen (CH_4 , Geruch).

Ausblick 2011

Abgesehen von den im vorherigen Kapitel beschriebenen Themenfeldern in denen verschiedene Projekte noch am Laufen sind, werden vermehrt Projekte in den Fokus rücken, welche thematisch zwei oder mehrere Forschungsprogramme betreffen (z. B. Verfahrenstechnische Prozesse, Wasserstoff, motorische Verbrennung). Die Fragestellungen werden komplexer und umfassen das System als Ganzes und nicht nur einzelne Teilprozesse.

Auch im Jahr 2011 gilt es, die Stakeholder miteinander zu vernetzen, und die Ergebnisse der Projekte einem weiteren Kreis zugänglich zu machen. Durch die Ausschreibung 2009 wurden thematische Schwerpunkte gelegt, welche durch mehrere Projekte bearbeitet werden. Diese Projekte sind nun weit fortgeschritten, so dass im Herbst eine Biomassetagung geplant ist, um diese Ergebnisse Experten und Interessierten vorzustellen und zu diskutieren. Gleichzeitig ist die «OdorVision 11», eine Tagung zum Thema Geruchskonflikte bei Biogasanlagen in Vorbereitung (Organisation: HSR, UMTEC).

Im Herbst 2010 wurde die Biomasseenergiestrategie des BFE (unter Einbezug des Forschungsprogramms) durch die Geschäftsleitung verabschiedet. Unter der Federführung der Sektion Erneuerbare Energien ist das Forschungsprogramm Biomasse ebenso involviert in der Ausarbeitung eines Massnahmenkatalogs. Dieser soll den Handlungsbedarf anhand verschiedener Themenfelder aufzeigen.

Highlights 2010

Methan- und Geruchsemissionen bei landwirtschaftlichen Biogasanlagen

Unter diesem Forschungsschwerpunkt laufen aktuell vier Projekte. Bei der Erzeugung von Biogas und der anschließenden Strom- und Wärmeproduktion mittels BHKW oder der Aufbereitung des Gases zur Einspeisung ins Erdgasnetz sind Leckagen entlang der gesamten Prozesskette möglich. Ziel dieser Projekte ist es, diese zu ermitteln, zu bilanzieren und in Relation zu energie- und umweltrelevanten Parametern zu stellen. Der ökonomische Aspekt soll dabei ebenfalls beleuchtet werden. Auch die Komponenten der Geruchsbelastung sollen messtechnisch erfasst werden, um emissionsmindernde Massnahmen in Relation zu aktuellen Messwerten setzen zu können.

In Bezug auf Methanverluste zeigen erste Messungen, dass vor allem Gärrestlager und Vorgruben ein grosses Emissionspotenzial besitzen. Schwachstellen sind beispielsweise der Verbindungsbereich zwischen Folienabdeckung und Fermenterkrone. Ebenfalls konnten Rührwerksdurchführungen und Durchführungen für die Rührwerksverstellung von Tauchrührwerken als häufige Ursache für Gasverluste festgestellt werden.

Insbesondere wurden die CH_4 -Emissionen bei EPDM-Gasspeichern (Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk) untersucht. Hier stellte sich die Frage, ob die Qualität der Folie nach einer gewissen Einsatzdauer und unter bestimmten Bedingungen (erhöhte Säurewerte im Fermenter, Substratzusammensetzung) nachlässt. Die gemessene Methanpermeation liegt bei gemessenen neuen Folien deutlich höher, als die Angabe durch den Hersteller. Die ge-

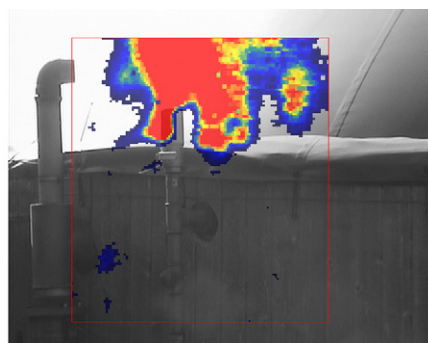
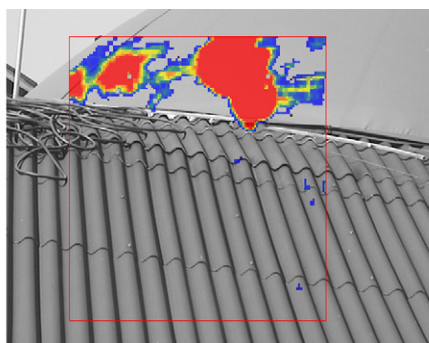
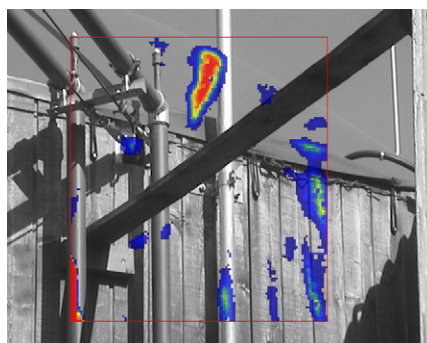


Figur 1: (Links) Beprobung einer aktiven Geruchsquelle und (rechts) einer passiven Geruchsquelle. Bei der Probenahme von aktiven Geruchsquellen wird ein Probenahmebeutel in einen Behälter gegeben (Abbildung links in der blauen Tonne), der für die Probenahme luftdicht abgeschlossen wurde. Der Probenahmebeutel wird über einen Teflonschlauch mit der Probenahmestelle verbunden. Durch Evakuierung des Behälters strömt die Probeluft direkt und unbeeinflusst (kein Kontakt mit der Pumpe) in den Beutel ein. Der Probenahmebeutel aus geruchslosem Nalophan wird so nach dem «Lungenprinzip» gefüllt. Der abgebildete Probenehmer ist für eine Probenahme von einer Minute ausgelegt. Da passive Flächenquellen nicht aktiv durchströmt werden, muss zur olfaktorischen Probenahme die geruchsemitternde Fläche mit geruchsneutraler Luft überströmt werden. Die Beprobung einer passiven Flächenquelle erfolgt mit Hilfe einer belüfteten Probenahmehaube und einem 1-Minuten-Probenehmer.

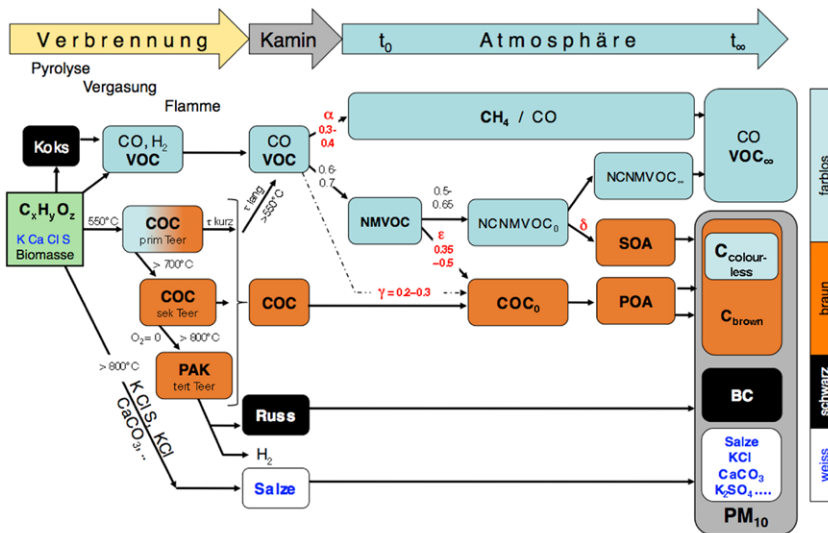
nutzten Folien zeigten keine eindeutige Zunahme der Permeationsrate mit zunehmendem Alter. Die Art der untersuchten Substrate hatte keinen Einfluss auf die Methanpermeation der Folien. Aufgrund der Permeation durch die gedehnten EPDM-Folien gehen je nach Grösse jährlich 100 bis 460 Nm^3 Methan verloren. Dies entspricht im Schnitt rund 0,26 % des täglichen Gasspeichervolumens und liegt bei rund 1,5 % der Gesamtmethanverluste pro Anlage, resp. bei 6,1 %, wenn die Anlage bereits mit einem Nachgärer, abgedecktem Endlager, sowie Gülleausbringung mit Schleppschlauchverfahren optimiert ist. Im Durchschnitt über alle untersuchten Anlagen zeigt

sich ein jährlicher Mindererlös aufgrund des Methanverlustes durch die EPDM-Folie von rund CHF 250.– pro Anlage, wobei die Anlagen Faulraumvolumina von 340 bis 2'200 m^3 (pro Anlage) aufweisen.

Um eine bessere Datengrundlage im Bereich Geruchsemissionen von Biogasanlagen zu schaffen, werden momentan zwei Projekte bearbeitet. Ziel der Projekte ist es, relevante Geruchsquellen von Biogasanlagen zu identifizieren und zu quantifizieren. Dies erfolgt mittels Luftprobenahme an verschiedenen Geruch emittierenden Anlagenteilen und mittels Fahnenbegehungen, um die Geruchsbelastung



Figur 2: Methanemissionen an den lokalisierten Quellen im Bereich der Fermenterkrone



Figur 3: Konversion der organischen Verbindungen von der Verbrennung über den Kamin bis in die Atmosphäre, wo durch Verdünnung sowie durch fotochemische Reaktionen von VOC (volatile organic compounds) zu SOA (secondary organic aerosol) eine Aufteilung in Gase und Feinstaub (PM₁₀) erfolgt. In der Grafik werden die Fraktionierungsfaktoren α , ϵ und γ eingeführt, die durch Analysen bestimmt wurden. Bei der Bildung von SOA nimmt die Masse durch Aufnahme weiterer Elemente um einen Faktor δ zu, für den in der Literatur für Holzrauch ein Wert von 2,2 bis 2,6 gefunden wurde. In der Grafik werden die Begriffe VOC für KW (Kohlenwasserstoffe) und NMVOC (non methane VOC) NMKW verwendet. Die Bezeichnung NCMNVOC steht für nicht-kondensierbare (non condensing) NMVOC.

der Gesamtanlage immissionsseitig ebenfalls zu erheben. Anschliessend soll ein Geruchsemissionsmodell erstellt werden, welches Planern, Investoren und Bewilligungsbehörden eine Planungshilfe schaffen soll.

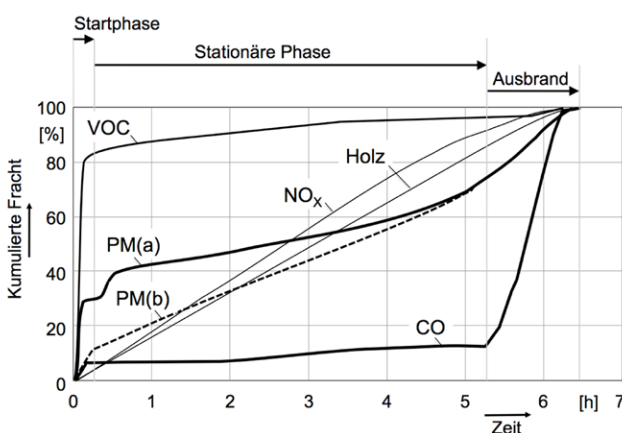
Es hat sich gezeigt, dass die grössten Geruchskonzentrationen an der Vorgrube und am Feststoffbeschicker vorherrschen. Die Geruchsintensität hängt

stark vom Substrat ab, wobei Schweinegülle und Fleischsuppe in Verbindung mit feuchten Co-Substraten sehr geruchsintensiv sind. Zudem hat sich gezeigt, dass das Aufwerfen von gelagerten Co-Substraten, z. B. beim Eintragen in den Fermenter, eine ca. 2- bis 30-fache Emission verursacht gegenüber dem einfachen Lager.

Prüfverfahren für die Startphase

Ziel dieser Arbeit ist, das Startverhalten von Stückholzkesseln zu untersuchen, den Anteil der während der Startphase emittierten Schadstoffe an der Gesamtfracht zu bestimmen und eine Einbindung der Startphase in die Prüfung nach EN 303-5 als Zusatzanforderung für das Qualitätssiegel zu überprüfen. Zur Berücksichtigung in der EN ist von Interesse, welche Schadstoffe in der Startphase von Bedeutung sind, und welche Leitgrössen zur Messung in Frage kommen, wozu die Korrelationen unter den verschiedenen Stoffgruppen untersucht werden sollen.

Die Bestimmung der Emissionen zeigt, dass die Startphase bei modernen Kesseln für den Grossteil der Fracht an organischen Verbindungen verantwortlich ist. Da diese Schadstoffe besonders gesundheitsrelevant sind und in der Startphase ausserdem rund viermal mehr organische Kondensate als Russ und andere Feststoffe emittiert werden, wird die Begrenzung der organischen Schadstoffe in der Startphase als vordringlich beurteilt. Dazu kommt die Messung von VOC in Frage, da diese bereits heute für die Prüfung nach EN 303-5 für Holzkessel vorgeschrieben ist und da NMVOC während der Startphase über 70 % der VOC ausmachen. Daneben kann während der Startphase aber auch ein gleichläufiges Verhalten von CO mit VOC, NMVOC und COC nachgewiesen werden, so dass auch eine einfachere Messung von CO in der Startphase als Indikator für die organischen Verbindungen in Fra-



Figur 4: Zeitverlauf der Frachten eines Abbrands von Kessel 1 (unterer seitlicher Abbrand, guter Start) sowie der Frachten für Feinstaub (PM) aus der Anzahlkonzentration von SMPS (Scanning Mobility Particle Sizer) und OPC (Optical Particle Counter) von Kessel 2 und 3 (Sturzbrand) (gestrichelt).

Parameter	Einheit	konv. RK	MBR
Rohgülle	l	1000	-
Dünngülle	l	-	950
TS	g/kg	36.2	25.3
OTS	g/kg	26.0	18.2
Gasausbeute	l/kg OTS	266.1	616.9
Gasmenge	l	6926	11241
Methangehalt	Vol.-%	60.5	63.1
Methanmenge	l CH ₄ /m ³	4190	7091
Methanertrag	relativ	100%	169%
Heizwert	kWh	154.2	107.9
Gasertrag	kWh	41.8	70.7
Energieeffizienz	System-Input	27.1%	65.5%
Gesamteffizienz	relativ	27.1%	45.8%

Figur 5: Leistungsvergleich von konventioneller Vergärung (konv. RK) und MBR

ge kommt. Da die Fracht an Feststoffen im Gegensatz zu der organischen Fracht nicht durch die Startphase dominiert wird, wird eine Staubmessung während der Startphase nicht als zwingend notwendig erachtet. Bezüglich Kaminzug wird vorgeschlagen, zur Einführung der Startphase entweder vorerst eine konstante Vorgabe von 12 Pa einzuhalten oder eine aufgrund von Untersuchungen noch festzulegende praxisnahe Vorgabe zu definieren.

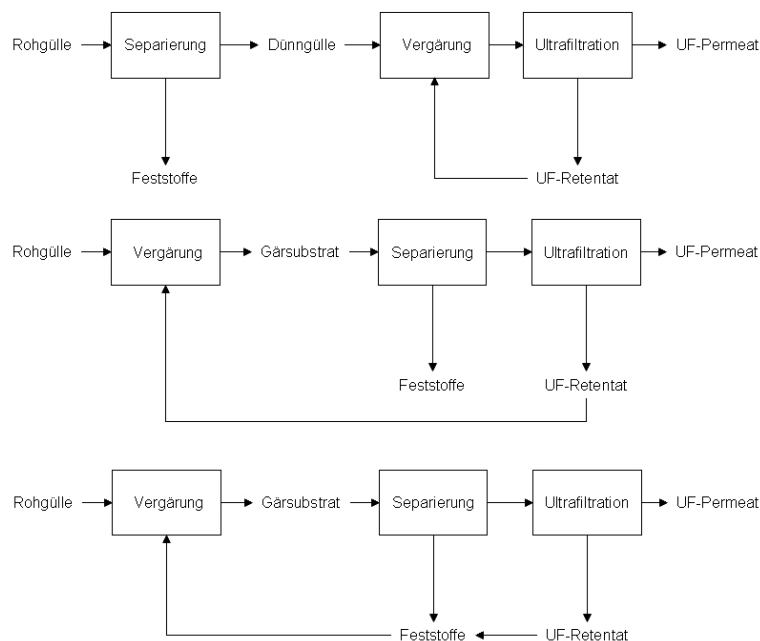
Als erste Stufe wird für CO ein Grenzwert von 4000 mg/Nm³ bei 13 Vol.-% O₂ und für VOC ein Grenzwert von 15 % des CO-Grenzwerts vorgeschlagen. Als weitere Stufe können die Grenzwerte um 25 % oder um 50 % der für die Einführungsphase vorgeschlagenen Grenzwerte reduziert werden. Einer einfachen Einbindung der Startphase in die Typenprüfung steht aufgrund der vorliegenden Untersuchung allerdings die schlechte Reproduzierbarkeit des Startverhaltens entgegen.

Vergärung von Gülle und Co-Substraten in einem Membranbioreaktor (MBR)

Hofdünger, v.a. Gülle, stellt neben Holz das grösste Biomassepotenzial in der Schweiz dar [4]. Ein Konversionspfad ist die Vergärung zu Biogas. Konventionelle Biogasanlagen (Rührkessel) haben den Nachteil, dass bei jeder Beschickung von Frischmaterial gleichzeitig Substrat aus dem Reaktor ausgeschleust wird. Neben unvergorenem Substrat gehen damit auch aktive Bakterien verloren. Dies reduziert die Leistungsfähigkeit der Gasproduktion.

Das System des Membranbioreaktors (MBR) hingegen hält die aktive Bakterienmasse mittels einer Ultrafiltrationsmembran im Reaktor zurück, Wasser und Salze können passieren. Der Rückhalt der Biomasse erhöht die Leistungsfähigkeit der Biogasproduktion. Das Verfahren ist besonders für Flüssigkeiten geeignet und bietet sich ideal für die Vergärung von Gülle an. Zudem wird durch die Trennung von Salzen und organischem Material ein Flüssigdünger produziert.

Während drei Versuchsphasen sollen die Leistungsfähigkeit, die Wirtschaftlichkeit sowie die Implementierung des MBR-Systems untersucht werden. Dabei werden drei Substrate nämlich Gülle, Konzentrat aus Gülle (Retentat)



Figur 6: Konzepte zur Implementierung des MBR-Systems: Das 1. Konzept basiert auf dem klassischen MBR-Verfahren mit einer Vorbehandlung der Rohgülle über eine Separierung und einer Vergärung mit direkt betriebener UF. Vorteile dieser Prozessführung sind die Ausschleusung hemmender Substanzen und das geringere Fermentervolumen. Nachteilig wirkt sich aus Sicht einer Energieertragsmaximierung der Verlust an OTS (organische Trockensubstanz) in Form der Feststoffe aus.

Das 2. Konzept umfasst eine konventionelle Vergärung der gesamten Gülle. Nach der Vergärung wird das Gärsubstrat separiert und die Gärdünngülle über die UF weiterbehandelt. Das UF-Retentat gelangt zurück in den Fermenter. Da bei der Separierung nicht alle Bakterien und nicht alle umgesetzten organischen Bestandteile abgetrennt werden, kann davon ausgegangen werden, dass ein Teil davon mit der UF zurück in den Fermenter geführt wird. Die Leistungsfähigkeit betreffend produzierte Gasmenge liesse sich dadurch noch weiter steigern.

Das 3. Konzept ist mit dem 2. vergleichbar, wobei die Feststoffe mit dem UF-Retentat zusammen in den Reaktor zurückgeführt werden. Mit dieser Variante könnte eine Energiemaximierung erreicht werden.

sowie Konzentrat aus Gülle mit flüssigem Abfall untersucht. Dies erfolgt auf zwei Anlagen. Die Versuchsanlage im halbtechnischen Massstab dient zur Abklärung von Verfahrenstechnik, Wirtschaftlichkeit und Implementierung. Die Prozesstechnik und die biologischen Grenzen werden mittels einer Laboranlage untersucht. In der Versuchsanlage konnte in der ersten Versuchsphase gezeigt werden, dass die Leistungsfähigkeit bei der Vergärung von Gülle im MBR doppelt so hoch ist wie in konventionellen Biogasanlagen. Die Gasausbeute konnte gegenüber Rohgülle mit 270 l/kg organischer Substanz (OTS) auf 610 l/kg OTS bei einer Aufenthaltsdauer (HRT) von 10 Tagen gesteigert werden. Die HRT lässt sich im Gegensatz zu konventionellen Anlagen mit mehr als 20 Tagen bis auf vier Tage reduzieren, ohne dass eine Beeinträchtigung des Prozesses

eintritt. Damit ist eine Reduktion des Fermentervolumens um bis zu 80 % möglich. Bezogen auf die zugeführte OTS-Menge konnte die Biogasproduktion von 27 % im Rührkessel auf 65 % im MBR erhöht werden. Die filtrierte Flüssigkeit aus der Ultrafiltration ist hygienisch einwandfrei und kann ideal als Stickstoff- und Kaliumdünger stofflich verwendet werden.

Die Schwelle der Wirtschaftlichkeit wird bei einem Betrieb ausschliesslich mit Gülle beim MBR vor 35'000 Jahrestonnen erreicht.

Nationale Zusammenarbeit

Das Forschungsprogramm Biomasse und Holzenergie hat auch 2010 eng mit dem Marktbereich zusammengearbeitet und sich abgestimmt. 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 angeregte fachliche Diskussionen 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). Dieser Bedarf wurde auch von der KTI erkannt, weshalb sie ein spezielles F&E-Konsortium gegründet hat (www.sustainableengineering.ch), welches Unternehmer mit Experten aus der Hochschulforschung im Bereich Ressourcenmanagement und Ressourcenschutz vernetzt. Innerhalb dieses Konsortiums soll eine Plattform im Themenbereich «Biorefinery-stoffliche und energetische Biomasseverwertung» aufgebaut werden.

Auch die Ämter übergreifende Zusammenarbeit spielt innerhalb des Forschungsprogramms eine wichtige Rolle. Neben der vom BAFU initiierten Koordinationsgruppe Ökobilanzen wurde mit verschiedenen Sektionen des BAFU und auch mit dem BLW der Austausch gepflegt. Erste Kontakte wurden auch zum BAG geknüpft. Ein weiteres Instrument zum Ämterübergreifenden Austausch ist die AG Biomasse mit Einsitz von ARE, BAFU, BLW, BVet, EAV, EZV, und Seco.

Auf Programmebene haben verschiedene Meetings zu einzelnen Forschungsthemen stattgefunden, zu denen mehrere Projekte laufen und somit die Koordination zwischen den einzelnen Projektnehmern unabdingbar ist. Ein Austausch fand sowohl bei den laufenden Emissionsprojekten (landwirtschaftliche Biogasanlagen), als auch bei den aktuell zu erstellenden Ökobilanzen statt.

Im Rahmen des Aktionsplans Erneuerbare Energien des Bundesrats wurde das BFE beauftragt, in Anlehnung an die übergeordnete Biomassestrategie der Schweiz [5] eine Strategie zur energetischen Nutzung der Biomasse in der Schweiz zu erarbeiten. Diese soll aufzeigen, wie das vorhandene energetische Biomassepotenzial möglichst vollständig, effizient und umweltschonend genutzt werden kann. Diese Strategie wurde unter der Federführung der Sektion Erneuerbare Energien erarbeitet und im Berichtsjahr publiziert. Auch die Bereichsleitung des Forschungsprogramms Biomasse und Holzenergie arbeitete aktiv in dieser Arbeitsgruppe mit und wird dies auch weiterhin tun, da in einem nächsten Schritt Massnahmen zur Umsetzung dieser Strategie erarbeitet werden sollen. Die Fertigstellung der Massnahmen ist auf Ende 2011 geplant.

Die nationale Vernetzung wurde im 2010 durch zwei internationale Veranstaltungen gestärkt. Beim 11. Holzenergiesymposium wurde das Holzpotenzial und Strategien zu dessen Nutzung diskutiert, der Einfluss der Betriebsweise auf die Schadstoffemissionen und Wirkungsgrade aufgezeigt und neue technische Konzepte zur effizienten Nutzung von Holz für Wärme und Strom vorgestellt.

An der Tagung von BiomasseEnergie mit dem Titel «Gemeinsam Visionen schaffen» haben Vertreter der Branche im Gespräch mit in- und ausländischen Experten bestätigt, dass Biomasse künftig im globalen und schweizerischen Energiemix eine zentrale Rolle spielen muss. Bis zu 30 % des globalen Energiebedarfs können bis 2030 über eine nachhaltige Nutzung feuchter und fester Biomasse bereitgestellt werden. Trotz einer positiven Bilanz wird das Potenzial in der Schweiz erst zu einem Bruchteil genutzt. Besonders in der Landwirtschaft und bei Abfall- und Reststoffen sieht man eine grosse Chance für eine nachhaltige und klimaschonende Energiegewinnung aus Biomasse.

Internationale Zusammenarbeit

Das BFE ist Mitglied beim Implementing Agreement Bioenergy (www.ieabioenergy.com) 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

Dieser Task [7] hat zum Ziel, die Markteinführung der Biomasseverbrennung zur Energieerzeugung zu fördern. Die Arbeitsgruppe setzt sich zur Überwindung

technischer und nicht-technischer Hindernisse ein und unterstützt den Einsatz effizienter und schadstoffarmer Technologien. Dazu erfolgen ein umfassender Erfahrungsaustausch unter den Mitgliedstaaten sowie die Zusammenarbeit in ausgewählten Schwerpunktthemen. 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. Im Berichtsjahr wurden die bisherigen Themen bestätigt und spezifische Arbeitsschwerpunkte gesetzt. Dazu gehören Aerosole, Torrefaction, Co-firing, combined heat and power, pellets, small-scale combustion und ash utilization. Für die Schweiz von besonderem Interesse sind die Aktivitäten zu Feinstaub, der Erfahrungsaustausch über Wärmekraftkopplung, die Thematik der Sicherheit

(unter anderem zu Kohlenmonoxid aus Holzpellets) und Konzepte zur Ascheverwertung.

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 der Erfahrungsaustausch betreffend Gross- und Kleinanlagen anhand von Vorträgen, aber auch durch Anlagenbesichtigungen aktiv vorangetrieben. International stehen die weltweiten intensiven Forschungsaktivitäten und Anlagenentwicklungen für die 2. Generation Biotreibstoffe ab Gross-Vergasungsanlagen (300 MW Brennstoffeintrag) im Vordergrund. Die kleinen Holz-Vergasungsanlagen (< 10 MW Brennstoffeintrag) mit kombinierter Nutzung von Wärme und Strom haben sich nach wie vor nicht durchgesetzt.

Task 37: Energy from Biogas and Landfill Gas

Die übergeordnete Aufgabe des Tasks [9] ist die Information über die Technik der anaeroben Vergärung. Dazu gehört, neben der Gärtechnik und den verschiedenen

Substraten, die Aufbereitung und Nutzung des produzierten Biogases sowie der Einsatz des Gärguts als organischer Dünger. Die Schwerpunkte 2010 wurden auf die Gasaufbereitung und auf die Verwendung von Gärgut als Dünger gelegt. Die Gasaufbereitung ist – nach den Vorreitern Schweden und Schweiz – inzwischen bei fast allen Mitgliedsländern des Tasks ein Top-Thema geworden. Insbesondere in Deutschland boomt der Anlagenbau, aber auch in Holland und Österreich beginnt der Bau neuer Aufbereitungsanlagen anzusteigen. Weltweit stehen rund 130 Aufbereitungsanlagen in Betrieb, die meisten davon in Schweden und Deutschland. Das Thema Gasschlupf gewinnt nach Deutschland und der Schweiz auch in den anderen Mitgliedsländern an Bedeutung.

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) [10] der Europäischen Kommission ein. Ziel von EIBI ist (1) die Kommerzialisierung von fortgeschrittenen Bioenergiotechnologien im grossen Massstab bis 2020 voranzutreiben und (2) die Führungsrolle der EU im Bereich Technologieentwicklung für erneuerbare Biotreibstoffe zu stärken. Um die Hürde der Kommerzialisierung zu nehmen, sollen diese Ziele durch public-private-partnerships erreicht werden. Insgesamt stehen 7 Wertschöpfungsketten im Fokus (thermochemisch, als auch biochemisch), wobei die Schweiz am thermochemischen Umwandlungspfad der Vergasung interessiert ist. Im vergangenen Jahr wurde die Initiative an der SET-Plan Konferenz im Juni in Madrid verabschiedet. Des weiteren fanden 2 Meetings statt, wo es bezüglich möglicher Projekte um «Eligibility and award criteria», «Key performance indicators» und die Vorbereitung eines «Call for Expression of Interest» ging.

Referenzen

[1] Bundesamt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE): Leitfaden Nachhaltige Biomasseherstellung (2010)

[2] European Commission Joint Research Centre: Renewable Energy Snapshots (2009)

[3] Bundesamt für Energie (BFE): Schweizerische Statistik der erneuerbaren Energien 2009 (2010).

[4] Bundesamt für Energie (BFE): Potenziale zur energetischen Nutzung von Biomasse in der Schweiz (2004).

[5] BFE, 2009: Biomassestrategie Schweiz (www.bfe.admin.ch/dokumentation/publikationen)

[6] International Energy Agency (IEA) Implementing Agreement Bioenergy (www.ieabioenergy.com)

[7] Implementing Agreement Bioenergy Task 32 (www.ieabcc.nl)

[8] Implementing Agreement Bioenergy Task 33 (www.gastechnology.org)

[9] Implementing Agreement Bioenergy Task 37 (www.iea-biogas.net)

[10] SET-Plan und European Bioenergy Industrial Initiative (ec.europa.eu/energy/technology/initiatives/initiatives_en.htm)

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: Dauriat Arnaud 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. Les résultats de l'étude permettront de préciser le type d'installations de biogaz agricole le plus performant du point de vue environnemental, et de définir en particulier jusqu'à quel rayon de collecte moyen la production centralisée serait préférable à la production décentralisée.
- AUFBEREITUNGS- UND BETANKUNGSANLAGE FÜR KLEINERE BIOGASPRODUKTIONSMENGEN**

R+D 3.4.1

Lead: Apex AG	Funding: BFE
Contact: Oester Ueli info@apex.eu.com	Period: 2006–2010

Abstract: Das Projekt hat zum Ziel, für kleinere Biogasproduktionsmengen entsprechende Aufbereitungs- und Betankungsanlagen zu entwickeln, sodass beispielsweise auch landwirtschaftliche Biogasanlagen Treibstoff bereitstellen könnten.
- BIOGASPILOTANLAGE – ENERGIESCHULE ZHAW WÄDENSWIL**

P+D 3.4

Lead: Hochschule Wädenswil HSW	Funding: BFE
Contact: Baier Urs urs.baier@zhaw.ch	Period: 2009–2012

Abstract: Durch den Bau einer P&D Biogasanlage am Standort Wädenswil der ZHAW wird eine Plattform für anwendungsorientierte F&E Projekte aus Industrie, Anlagenbau & Verwaltung geschaffen. Die Anlage beinhaltet zwei verschiedene Bauformen von Bioreaktoren (Fests substrate / Flüssigsubstrate) sowie eine leistungsfähige MSR Technik und ermöglicht damit die Bearbeitung unterschiedliche prozesstechnischer Fragestellungen.
- CH4-EMISSIONEN BEI EPDM-GASSPEICHERN UND DEREN WIRTSCHAFTLICHEN UND ÖKOLOGISCHE FOLGEN**

R+D 3.4

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

Abstract: Auf landw. Biogasanlagen wird das Biogas häufig in einem Gasspeicher mit einer EPDM Folie (Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk) 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.
- DESIGN UND OPTIMIERUNG DER HOCHTEMPERATUR-ENTSCHWEFELUNG FÜR KATALYSATOREN**

R+D 3.4

Lead: PSI Paul Scherrer Institut	Funding: BFE
Contact: Biollaz Serge serge.biollaz@psi.ch	Period: 2007–2010

Abstract: Es soll eine schwefelresistente Methanisierungsstufe für den Prozess Methan aus Holz entwickelt werden. Gegenüber der Nieder-temperaturentschwefelung mittels Gaswäsche, die bei der 1 MW SNG-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: Prévot André andre.prevot@psi.ch	Period: 2007–2011

Abstract: Mit diesem Projekt soll die Holzfeuerungsbranche im Bemühen, partikelarme Verbrennungstechnologien zu entwickeln, unterstützt werden. Mit der Aerosolanalytik am PSI können die Emissionen mit der in stationären Verbrennungsphasen notwendigen Zeitauflosung gemessen werden, was erlaubt, gezielt technische Verbesserungen an Feuerungen vornehmen zu können. Die Aerosolanalytik kann zusätzlich wichtige Daten als Basis für die Abschätzung der Emissionsfaktoren im realen Betrieb von Holzfeuerungen liefern.
- EVALUATION UND AUSWAHL EINER FESTSTOFFANLAGE ZUR BIOGASPRODUKTION**

R+D 3.4

Lead: Nova Energie	Funding: BFE
Contact: Wellinger Arthur arthur.wellinger@novaenergie.ch	Period: 2009–2010

Abstract: Auf einem Schweizer Hof soll eine Feststoffanlage zur Biogasproduktion gebaut werden. Als Substrat dient der eigene und von umliegenden Höfen anfallende Mist. Die Dimension der Anlage liegt bei 150 bis max. 250 m³. In einer ersten Phase des Projekts soll eine Gegenüberstellung von bestehenden Verfahren zur Feststoffvergärung stattfinden. Anhand einer Evaluationsmatrix wird dann die Auswahl einer Anlage erfolgen.

● GERUCHSQUELLEN BEI BIOGASANLAGEN

R+D 3.4

Lead:	Forschungsanstalt Agroscope ART	Funding:	BFE
Contact:	Schick Matthias 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:	Zah Rainer rainer.zah@empa.ch	Period:	2009–2011
Abstract:	Projektziel ist es, die Bioenergie-Daten der ecoinvent Datenbank in Hinblick auf die aktuellen Entwicklungen im landwirtschaftlichen Anbau und Energie-Umwandlung zu aktualisieren, harmonisieren und zu erweitern. Die Überarbeitung der Bioenergie-Daten verbessert die Entscheidungsunterstützung für die Bundesämter; sie schafft aber auch klarere Rahmenbedingungen für Investoren und Industrie.		

● 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.		

● IEA BIOENERGY

WTT 3.4

Lead:	Diverse Auftragnehmer	Funding:	BFE
Contact:	Diverse Auftragnehmer thomas.nussbaumer@verenum.ch	Period:	2007–2010
Abstract:	Die Schweiz ist Mitglied im Implementing Agreement Bioenergy der IEA. Innerhalb von IEA Bioenergy gibt es verschiedene Arbeitsgruppen, sog. Tasks, welche bestimmte Themen vertieft behandeln. Die Schweiz ist Mitglied in Task 32 Biomass Combustion and Co-firing, Task 33 Thermal Gasification of Biomass und Task 37 Energy from Biogas und hat dementsprechend Fachvertreter in diesen Arbeitsgruppen, welche für den Wissenstransfer verantwortlich sind.		

● IEA BIOENERGY TASK 32 2007–2009

WTT 3.4

Lead:	Verenum	Funding:	BFE
Contact:	Nussbaumer Thomas thomas.nussbaumer@verenum.ch	Period:	2007–2010
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 Schwerpunktthemen. 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.		

● IEA BIOENERGY TASK 33 2007–2009

WTT 3.4

Lead:	ETECA GmbH	Funding:	BFE
Contact:	Rüegsegger Martin eteca@gmx.ch	Period:	2010–2011
Abstract:	Die IEA Bioenergy Task 33 (Thermische Vergasung von Biomasse) begleitet Forschung, Umsetzung in Pilot- und Demonstrationsanlagen sowie die Markteinführung und den kommerziellen Anlagenbetrieb der thermischen Vergasung von Biomasse.		

● IEA BIOENERGY TASK 37 2007–2009

WTT 3.4

Lead:	Nova Energie	Funding:	BFE
Contact:	Wellinger Arthur arthur.wellinger@novaenergie.ch	Period:	2009–2011
Abstract:	Die übergeordnete Aufgabe der Task 37 (Energy from Biogas and Landfill Gas) ist die Information über die Technik der anaeroben Vergärung. Dazu gehören, neben der Gärtechnik und der Evaluation von verschiedenen Substraten, die Aufbereitung und Nutzung des produzierten Biogas sowie der Einsatz des Gärguts als organischer Dünger.		

- **INFLUENCES OF BIOCOMPONENTS (FAME) ON EMISSIONS AND ON EXHAUST SYSTEMS OF HD-DIESEL ENGINES (BIOEXDI)** R+D 3.4
- Lead: Ing. Schule Biel Funding: BFE
- Contact: Czerwinski Jan jan.czerwinski@bfh.ch Period: 2009–2010
- Abstract: In the Diesel sector the fatty acid methyl esters (FAME's) are largely used as blends with the Diesel fuel (B10, B20, Bxx). The use of low blending ratios, like B5 or B7 is common, but the use of higher ratios (up to B30) is rarer. There are several open questions and sometimes contradictory opinions about the emissions (especially unregulated components) with these fuels, about the influences on DPF regeneration and about ageing of catalysts (DBP & SCR systems).
- **LOW-PARTICLE UNTERSCHUB-HOLZSCHNITZELFEUERUNG** R+D 3.4
- Lead: Ing. Büro Verenum, Zurich Funding: BFE
- Contact: Nussbaumer Thomas thomas.nussbaumer@verenum.ch Period: 2004–2010
- Abstract: Das Low-Particle-Konzept für automatische Holzfeuerungen basiert auf dem Ansatz, die Freisetzung von anorganischen Verbrennungspartikeln in der Glutbettzone zu begrenzen und so den Staubgehalt im Abgas zu reduzieren. Im vorliegenden Projekt soll dieser Low-Particle-Betrieb an der 200 kW Versuchsanlage realisiert werden. Ziel ist die sichere Einhaltung des verschärften Staubgrenzwerts nach Luftreinhalte-Verordnung beim Einsatz konventioneller Waldhackschnitzel mit unterschiedlichem Wassergehalt.
- **MASSNAHMEN ZUR OPTIMIERUNG DER VERGÄRUNG DURCH VORBEHANDLUNG, PROZESS UND VERFAHRENSTECHNIK UND HILFSSTOFFE** R+D 3.4
- Lead: Hochschule Wädenswil HSW Funding: BFE
- Contact: Baier Urs urs.baier@zhaw.ch Period: 2009–2011
- Abstract: Im vorliegenden Projekt werden Konzepte der chemisch – physikalischen, enzymatischen und biologischen Vorbehandlung zur Steigerung der Biogasausbeute untersucht. Im Fokus der Untersuchungen stehen inländische Substrate mit hohem Massenpotential. Das Schwergewicht liegt dabei auf Hofdünger, zellstoffreicher Biomasse und langsam abbaubaren Proteinsubstraten, welche im Labor- und im Pilotmassstab untersucht werden.
- **MESSUNG VON GERUCHSEMISSIONEN UND ENTWICKLUNG EINES GERUCHSEMISSIONSMODELLS FÜR BIOGASANLAGEN** R+D 3.4
- Lead: Ernst Basler + Partner AG Funding: BFE
- Contact: Frantz Holger holger.frantz@ebp.ch Period: 2009–2011
- Abstract: Ziel des Projektes ist die Erstellung eines Geruchsemissionsmodells für Biogasanlagen. Dafür werden zunächst Geruchsemissionen von verschiedenen Anlagenteilen von Biogasanlagen aus der Schweiz jeweils mit und ohne geruchsmindernde Massnahme gemessen. Aus den Messwerten wird ein Emissionsmodell entwickelt. Mit der dazu entwickelten Software können die Geruchsemissionen von Biogasanlagen und die Wirkung von spezifischen Minderungsmaßnahmen abgeschätzt werden.
- **METHANVERLUSTE BEI BIOGASANLAGEN** R+D 3.4
- Lead: Forschungsanstalt Agroscope ART Funding: BFE
- Contact: Schick Matthias matthias.schick@art.admin.ch Period: 2009–2011
- 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.
- **MISCANTHUS KLEINFEUERUNG** P+D 3.4
- Lead: Forschungsanstalt Agroscope ART Funding: BFE
- Contact: Anken Thomas thomas.anken@art.admin.ch Period: 2008–2011
- Abstract: Ziel des Projektes ist die Demonstration des Einsatzes von Miscanthus in einer Kleinfeuerungsanlage. 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 und Miscanthus sich umweltfreundlich anbauen lässt.
- **OBERFLÄCHEN-IONISATIONSDETEKTOR ZUR ONLINE-MESSUNG VON ALKALIEN IN PROZESSGASEN** R+D 3.4
- Lead: PSI Paul Scherrer Institut Funding: BFE
- Contact: Ludwig Christian christian.ludwig@psi.ch Period: 2007–2010
- Abstract: Bei der Umwandlung von Biomasse zu Strom oder Syngas können die in Spuren vorhandenen Alkalien Anlagenteile schädigen oder Prozessschritte verunmöglichen. Der Alkali-Detektor funktioniert nach dem Oberflächen-Ionisationsprinzip. Mit ihm könnten Spuren von Alkalien (K, Na) in Prozessgasen online messbar und kritische Konzentrationen überwachbar gemacht werden. Der Alkali-Detektor soll für zeitaufgelöste Messungen 'im Feld' vorbereitet und in Messkampagnen an Biomasse-Vergasern eingesetzt werden.

● 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. Damit soll auch eine Verbesserung der Datengrundlage zur Beurteilung von Biogaserzeugung und Nutzung in Ökobilanzen verbunden sein.		

● ÖKOBILANZ DER VERBRENNUNG VON BIOMASSESUBSTRATEN

R+D 3.4

Lead:	ESU-services	Funding:	BFE
Contact:	Jungbluth Niels jungbluth@esu-services.ch	Period:	2009–2010
Abstract:	Biomasse Ressourcen wie z.B. Abfälle aus der Lebensmittelindustrie (Presskuchen, Kaf-feesatz 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. Dafür müssen die notwendigen Daten zunächst entsprechend der aktuellen ecoinvent Qualitätsrichtlinien erhoben werden.		

● ÖKOBILANZ DES ANBAUES VON ZWISCHENFRÜCHTEN ZUR BIOGASPRODUKTION

R+D 3.4

Lead:	Forschungsanstalt Agroscope ART	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 mithilfe der Ökobilanzmethode SALCA abgeschätzt. Anhand der Ergebnisse können die Zwischenfrüchte aufgrund der Emissionen pro m ³ Methanertrag bewertet werden. Die betriebswirtschaftliche Bewertung beinhaltet eine detaillierte Rentabilitätsberechnung.		

● 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. Dazu sind Entscheidungsgrundlagen notwendig. In diesem 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 DER HYDROLYSE UND SALZABTRENNUNG BEI DER HYDROTHERMALEN VERGASUNG VON BIOMASSE

R+D 3.4

Lead:	PSI Paul Scherrer Institut	Funding:	BFE
Contact:	Vogel Frédéric frederic.vogel@psi.ch	Period:	2007–2011
Abstract:	Die katalytische hydrothermale Vergasung erlaubt die Umwandlung von nasser Biomasse in Methan unter Rückgewinnung der Nährsalze. Ein Hindernis für die Umsetzung sind chemische Reaktionen von Salzen mit dem organischen Anteil der Biomasse (Koks- und vorzeitige Gasbildung). Es sollen einerseits die chemisch-physikalischen Grundlagen dieser Reaktionen untersucht werden und andererseits die chemisch-verfahrenstechnischen Massnahmen erarbeitet werden, um die Koksbildung zu vermeiden.		

● OPTIMIERUNG VON STANDARDISIERTEN VERGÄRBARKEITSTESTSYSTEMEN IN BATCH- UND DURCHFLUSSREAKTOREN

R+D 3.4

Lead:	EPFL/ENAC/IE/LBE	Funding:	BFE
Contact:	Holliger Christof christof.holliger@epfl.ch	Period:	2009–2011
Abstract:	Mittels standardisierten Vergärungstests 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 Biogasproduktionspotentials führen, identifizieren. Das Biogasproduktionspotential soll sowohl in Batch- als auch Durchflussreaktoren getestet werden.		

● PARTIKELEMISSIONEN VON HOLZFEUERUNGEN BIS 70 KW

R+D 3.4

Lead:	Hochschule Luzern	Funding:	BFE
Contact:	Nussbaumer Th. thomas.nussbaumer@hslu.ch	Period:	2006–2009
Abstract:	Ziel des Projektes ist die Datenerhebung zu Feinstaubemissionen und Emissionen von kondensierbaren Aerosolen bei realitätsnahen Bedingungen. Es sollen Vorschläge für ergänzende Anforderungen zur Betriebsweise für zukünftige Prüfungen oder Qualitätssiegel erarbeitet werden. Auf Grund der vorliegenden Erkenntnisse wird aufgezeigt, ob allenfalls gleichzeitig Vereinfachungen der heutigen Prüfnormen möglich sind, ohne die lufthygienisch relevante Beurteilung zu verschlechtern.		

● **PELLETSOLAR-2**

R+D 3.4

Lead:	Institut für Solartechnik, SPF	Funding:	BFE
Contact:	Frank Elimar elimar.frank@solarenergy.ch	Period:	2007–2009
Abstract:	Die Kombination Pelletfeuerung und thermische Solaranlage wird immer öfters nachgefragt und die Pelletfeuerungen werden für eine zukünftige Nachinstallierung mit einer Solaranlage vorgesehen. Mit dem ersten Projekt PelletSolar wurden Potenziale zu energetischen und emissionsmindernden Optimierungen aufgezeigt. Ziel dieses zweiten Projektes ist es an zwei weiteren Systemen die ersten Resultate zu validieren sowie eine standardmässige Systemprüfung für Pellet-Solaranlagen zu schaffen.		

● **PRÜFVERFAHREN FÜR DIE STARTPHASE AUF DER BASIS VON EN 303-51 1. STÜCKHOLZKESSEL**

R+D 3.4

Lead:	Hochschule Luzern	Funding:	BFE
Contact:	Nussbaumer Th. thomas.nussbaumer@hslu.ch	Period:	2009–2010
Abstract:	In diesem Projekt soll abgeklärt werden, ob es sinnvoll ist, die auf das Anzünden folgende Startphase bei Stückholzkesseln in die Prüfung nach EN 303-5 einzubeziehen, um damit Kessel mit hohen Emissionen in der Startphase vom Gütesiegel auszuschliessen und Kessel mit gutem Startverhalten zu belohnen. Falls eine Messung der Startphase empfohlen werden kann, soll aufgezeigt werden, wie das Startverhalten zu definieren und zu bewerten ist.		

● **SIMPEL: ENTWICKLUNG EINER METHODE ZUR BESTIMMUNG VON JAHRESNUTZUNGSGRADEN VON BIOMASSE-KLEINFUEHRUNGEN**

R+D 3.4

Lead:	Institut für Solartechnik, SPF	Funding:	BFE
Contact:	Frank Elimar elimar.frank@solarenergy.ch	Period:	2009–2010
Abstract:	Das Projekt hat zum Ziel, eine Methode zur Bestimmung von Jahresnutzungsgraden von Biomasse-Kleinfuehrungen zu entwickeln. Hierzu wird ein speziell dafür geeignetes Kesselmodell parametrisiert und validiert. Es werden Randbedingungen definiert, um anschliessend entsprechende Jahressimulationen zur Bestimmung des Jahresnutzungsgrades durchzuführen. Die neue Prüfmethode soll dazu beitragen, die Qualität und Effizienz von Biomassekleinfuehrungen international voranzutreiben.		

● **STOFFLICH-ENERGETISCHE VERWERTUNG VON KOMPOGAS-PRESSWASSER DURCH HYDRO-THERMALE VERGASUNG**

R+D 3.4

Lead:	PSI Paul Scherrer Institut	Funding:	BFE
Contact:	Vogel Frédéric frederic.vogel@psi.ch	Period:	2009–2010
Abstract:	In diesem Projekt soll die Eignung der hydrothermalen Vergasung (HTV), für die vollständige Vergasung und Methanierung von KOMPOGAS-Presswasser, mit gleichzeitiger Rückgewinnung der Nährstoffe, evaluiert werden. Ziel ist es, eine Aussage zum Gasertrag, zur Methanausbeute, zum kombinierten Verfahrenskonzept KOMPOGAS-HTV, zur Reduktion der spezifischen Treibhausgasemissionen, und zu den Kosten einer HTV-Anlage zu erhalten.		

● **TRAITEMENT DE L'AZOTE DES DIGESTATS ISSUS D'INSTALLATIONS DE BIOGAZ AU MOYEN D'UN RÉACTEUR À BIOFILM SUR SUPPORT MOBILE**

P+D 3.4

Lead:	EREP Sa	Funding:	BFE
Contact:	Membrez Yves yves.membrez@erep.ch	Period:	2009–2010
Abstract:	Un premier projet de recherche se proposait de développer un concept intégré de production de bio-gaz et d'élimination biologique de l'ammoniac. Une étude expérimentale avec un réacteur à l'échelle du laboratoire a été réalisée. On a pu montrer que les processus de nitrification et de dénitrification sont obtenus dans un seul réacteur aérobie. Le prolongement de la recherche au moyen d'une installation-pilote en taille réelle est destiné à permettre d'évaluer la fiabilité et l'applicabilité du concept.		

● **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
Contact:	Hersener J.-L. 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 breitgefächerter als Dünger einsetzen.		

