

Jahresbericht, Februar 2005

Biomasse

Aktivitäten und Projekte 2004

BIOMASSE

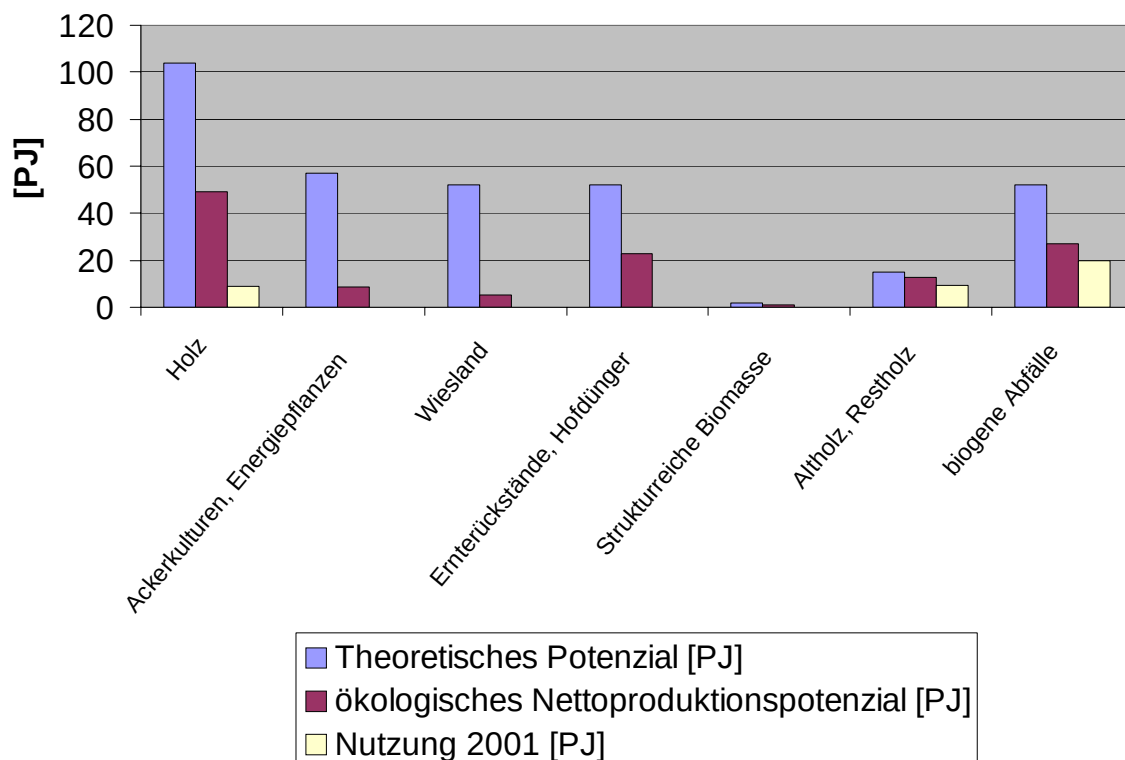
Überblicksbericht zum Forschungsprogramm 2004

Daniel Binggeli; Bruno Guggisberg

daniel.binggeli@bfe.admin.ch

bruno.guggisberg@bfe.admin.ch

Biomassepotenzial 2040



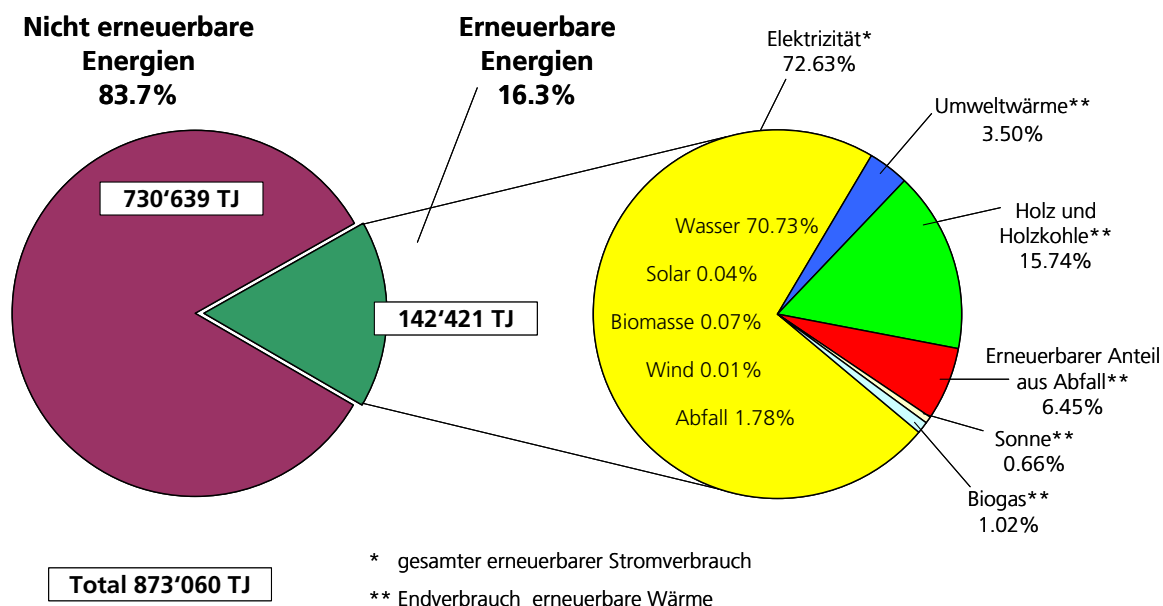
Biomassepotenzial in der Schweiz bis 2040

Insgesamt kann die Biomassenutzung von heute knapp 40 PJ bis 2040 auf verträgliche Weise verdreifacht werden. Die Daten stammen aus der Studie *Potenziäle zur energetischen Nutzung von Biomasse in der Schweiz*, Infraset al. 2004 [35]

Programmschwerpunkte und anvisierte Ziele

EINLEITUNG

Das Forschungsprogramm *Biomasse* konzentriert sich auf die effiziente Umwandlung von Biomasse in Wärme, Strom und Treibstoff. Es soll mithelfen, den Beitrag der Biomasse zur schweizerischen Energieversorgung stetig zu erhöhen. Der Energieträger Biomasse soll möglichst ökologisch und ökonomisch, mit einer maximalen Substitutionswirkung fossiler Energieträger, eingesetzt werden. Der Anteil der Biomasse am schweizerischen Endverbrauch erbrachte 2003 rund **4.1%** (thermisch und elektrisch). Dies entspricht einem Anteil am Endverbrauch der erneuerbaren Energien von **25 %**. Das mittelfristige politische **Ziel** des Bundes ist jedoch eine **Verdoppelung der energetischen Nutzung** von Biomasse.



Figur 1: Aufteilung des gesamtschweizerischen Endenergieverbrauchs 2003 auf erneuerbare und nicht erneuerbare Energiequellen (*Strom; **Wärme). Die Energie aus Biomasse wird im Endverbrauch zum grössten Teil **thermisch** (ca. 90 %), dann **elektrisch** (ca. 9 %) und zu einem geringen Anteil als **Treibstoff** (<1 %) genutzt.

Die verfügbare Menge an Biomasse und damit das theoretische Potenzial ist in der Schweiz auf Grund der Landesgrösse und der klimatischen Verhältnisse beschränkt. Das unter Berücksichtigung ökologischer Aspekte energetisch nutzbare Langfristpotential (ökologisches Nettoproduktionspotenzial 2040) beträgt gemäss einer neuen Studie [35] rund **126 PJ**. Das heutige ökologische Potenzial liegt bei ca. **123 PJ**, wird jedoch lediglich zu knapp **einem Drittel (37 PJ)** energetisch genutzt.

Die Steigerung der energetischen Nutzung von Biomasse kann grundsätzlich über 5 Wege erfolgen:

- verstärkte Nutzung** der vorhandenen Potenziale in der Schweiz gemäss Biomasse-Potenzialstudie (insbesondere Holz, Ernterückstände und Hofdünger)
- Erhöhung der **Gesamtnutzungsgrade**
- Optimieren** der biogenen **Stoffflüsse** (u.a. Kreisläufe schliessen)
- Ausscheiden von Agrarflächen für Anbaurohstoffe (Energiepflanzen), ggf. Kombination der energetischen Nutzung mit ökologischen Ausgleichs- oder Brachflächen sowie Nutzung von Stilllegungsflächen
- Import von Biomasse zur energetischen Nutzung unter Berücksichtigung ökologischer Aspekte

PROGRAMMSCHWERPUNKTE

Drei Schwerpunkte: (a) verstärkte Nutzung von Biomasse, (b) Verbesserung der Gesamtwirkungsgrade und (c) Optimieren der biogenen Stoffflüsse wurden für Forschung und deren Umsetzung festgelegt, unter Berücksichtigung der Systemgrenze Schweiz, den gesetzlichen Rahmenbedingungen und des Konzepts der Energieforschung des Bundes 2004-2007 [34].

Zur energetischen Nutzung stehen aufgrund der Potenzialstudie [35] und der gesetzten Schwerpunkte folgende **Biomassesortimente** im Vordergrund: Holz, Ernterückstände/Hofdünger, biogene Abfälle und Anbaurohstoffe auf ökologischen Ausgleichs- oder Brachflächen sowie Stilllegungsflächen. Als **Prozesse und Umwandlungstechnologien** stehen Verbrennen, Vergasen und Vergären im Mittelpunkt.

ANVISIERTE ZIELE

Generelles und langfristiges Ziel ist die Verbesserung der Voraussetzungen für die vermehrte energetische Nutzung der Biomasse. Um dieses Ziel zu erreichen gibt es für die Forschung folgende Ansatzpunkte:

- Steigerung der Energieeffizienz des Gesamtsystems (d.h. von der Primärenergie zur maximalen Nutzenergie)
- Entwicklung wirtschaftlicher Anlagen und Systeme
- Reduktion von ökologischen Auswirkungen (z.B. Emissionen)
- Aufbau und Erhalt einer Qualitätssicherung und Aus- und Weiterbildung

Im Berichtsjahr wurden folgende Ziele anvisiert:

- Grundlagen-, Qualitätssicherungsprojekte und Erfolgskontrollen durchführen in Technik und durch Aus- und Weiterbildungsstagen bekannt machen
- Know-how für Planung, Bau und Betrieb zur Anwendung in privaten, industriellen, kommunalen und landwirtschaftlichen Biomasseanlagen ausbauen
- Begleitforschung für Holz-Vergasungsanlagen sicher stellen
- Auswerten von bestehenden P+D-Anlagen im Bereich landwirtschaftlicher Co-Vergärung
- Kontrolliertes Herunterfahren des P+D-Programms bzw. Neupositionierung als Teil des Technologietransfers
- generell grössere Projekte mit besonderer Bedeutung unterstützen, Mittel konzentrieren
- neue Erhebung des Biomassepotenzials in der Schweiz für die Ausrichtung der F+E-Strategie und für die politische Diskussion

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse 2004

BIOMASSE UMWANDELN

a) Biomasse verbrennen und vergasen

Die **Systemoptimierung automatischer Holzfeuerungen** [1a] hat zum Ziel, dass bestehende automatische Holzfeuerungen optimal betrieben werden. Den Schwerpunkt bilden Holzkessel zwischen 300 kW und 1 MW, die seit mindestens fünf Jahren in Betrieb sind. Beurteilt werden die Bereiche Brennstoff, Technik und Betrieb in Bezug auf technische und wirtschaftliche Optimierung. Als Verbesserungsmöglichkeiten werden betriebliche und logistische Massnahmen aufgezeigt und wo möglich umgesetzt. Für Massnahmen mit Investitionsfolgen werden Potenzial und Kosten aufgezeigt und die Realisierung unterstützt. Die Erkenntnisse der Systemoptimierung wurden bei der Erarbeitung des Handbuchs QM Holzheizwerke berücksichtigt, an Symposien und Planungskursen an Fachleute vermittelt und in Zeitschriften und Tagungsbänden publiziert.

Partikel aus vollständiger Holzverbrennung sind grösstenteils Salze, während Partikel von Dieselmotoren hauptsächlich aus Russ bestehen. Das interdisziplinäre Forschungsprojekt **Wirkung von Verbrennungspartikeln** [1b] soll einen Beitrag liefern zum Vergleich der Gesundheitsrelevanz von Abgaspartikeln aus vollständiger Holzverbrennung, aus unvollständiger Holzverbrennung sowie aus Dieselmotoren. Dazu werden die Zytotoxizität und die Mutagenität (Punkt-Mutagenität und klastogene Mutagenität) der Partikel mit in-vitro Tests beurteilt. Das Projekt basiert auf einem Screening, das keine umfassende Beurteilung der Gesundheitsrelevanz, jedoch erste Anhaltspunkte und Erfahrungen für vertiefte Abklärungen liefern soll. In der Berichtsphase wurde die Probenahme an einer automatischen Holzfeuerung und an einem modernen PW-Dieselmotor ohne Partikelfilter durchgeführt. Im Weiteren wurden die Probenaufbereitung evaluiert sowie erste Zelltests durchgeführt und ausgewertet. Die Evaluation einer geeigneten Probenaufbereitung war ein wichtiger Schritt der bisherigen Untersuchung, da dazu kein standardisiertes Verfahren zur Verfügung stand. Das evaluierte Verfahren durch Extraktion im Zell-Medium zeichnet sich dadurch aus, dass kein thermischer Prozess-Schritt notwendig ist und keine Körperfremde Flüssigkeit zugegeben wird. Erste Zytotoxizitätstests an V79-Zellen zeigen, dass sowohl bei den Diesel- als auch bei den Holzfeuerungsproben zytotoxische Reaktionen auftreten. Quantitative Aussagen sind für das Jahr 2005 vorgesehen.

Da Feinstäube zusammen mit Ozon das grösste Problem der Luftreinhaltung sind und Holzfeuerungen im Vergleich zu anderen Heizsystemen hohe Staubemissionen aufweisen, besteht ein Bedarf an Massnahmen zur Staubminderung bei Holzfeuerungen. Im Rahmen des Forschungsprojekts *Grundlagen der Aerosolbildung in Holzfeuerungen* [36] wurde ein Low-Particle-Konzept zur Verbrennung von Holz entwickelt, das im Vergleich zu einer konventionellen Verbrennung eine Verminderung der Staubemissionen um rund 50% bis 80% ermöglicht. Im Projekt **Low-Particle-Pelletfeuerung** [1d] wurde das Low-Particle-Konzept für den Einsatz bei Pelletfeuerungen im Leistungsbereich von 100 kW bis 500 kW untersucht. An einer Prototypanlage konnten durch Primärmassnahmen, Verminderungen der Staubemissionen zur sicheren Einhaltung eines Staubgrenzwertes von 50 mg/Nm^3 (bei 13 Vol.-% O_2) erreicht werden. Das Projekt wurde erfolgreich abgeschlossen.

Aufbauend auf den vorgängigen Untersuchungen zum Low-Particle-Konzept soll nun eine **Low-Particle Unterschubholzfeuerung** [1e] zur Verbrennung von naturbelassenen Holzschnitzeln für den Leistungsbereich von 200 kW bis 800 kW entwickelt werden. Bei Wald- und Sägerestholz mit Rindenanteil von unter 5 Gew.-% sollen Partikelemissionen vor Zyklon von unter 50 mg/m_N^3 (bei 13 Vol.-% O_2) erreicht werden. Dazu soll eine Prototypanlage mit einer Leistung von 300 kW realisiert und ausgetestet werden. Im Berichtsjahr wurden das Anlagen- und das Regelungskonzept entworfen. Anfangs 2005 soll die Prototypanlage gebaut und nach einer Optimierungsphase eine umfangreiche Erfolgskontrolle durchgeführt werden.

Im Projekt **Bio-Pro** (BBW Nr. 03.0564-1) [3] fokussiert sich der Schweizer Partner auf die Entwicklung der Brennertechnologie mit flammloser Oxidation der Firma WS-Wärmeprozessestechnik (D). In einem ersten Schritt galt es, den Verbrennungsprozess des Prototypenbrenners auf den vom Projektkonsortium definierten Referenzbrennstoff Erdgas zu untersuchen. Prozesstechnisch konnte der Brennerstart vereinfacht werden. Dadurch gelang es, die Aufheizphase der Brennkammer auf die erforderliche Prozesstemperatur für die flammenlose Verbrennung zu verkürzen. Die Emissionswerte des Referenzbrennstoffs Erdgas unterschritten für NO_x mit 5 bis 30 mg/m_N^3 den Zielwert von 40 mg/m_N^3 deutlich. Die Kohlenmonoxidwerte erreichten bis 5 mg/m_N^3 bei einem Zielwert von 10 mg/m_N^3 . Ein zweiter Projektschritt beinhaltete den Betrieb des Brenners mit Gasen von geringem Heizwert bis um 5 MJ/m_N^3 . Es wurde eine Mischeinrichtung aufgebaut, mit der sich aus Erdgas und Abgas, Schwachgas mit verschiedenen Heizwerten erzeugen lässt. In Versuchsreihen konnte gezeigt werden, dass sich der flammlose Betrieb auch mit Brenngasen mit geringem Heizwert einstellt. Die NO_x -Emissionen lagen unter denen des Referenzbrennstoffs Erdgas.

Im Rahmen des BFE-Projekts *QM Holzheizwerke* wurden Standard-Schaltungen für Holzheizungsanlagen definiert. Diese beschreiben zwar generell die Schnittstellen, das Regelkonzept und die Messdatenerfassung zur Betriebsoptimierung, die detaillierte Planung und Realisierung wird jedoch weitgehend den beteiligten Firmen überlassen. Bisherige Erfahrungen haben gezeigt, dass hier noch wichtige Fragen offen sind, die durch **Messungen an einer Anlage mit Speicher in Azmoos** [5] geklärt werden sollen. Die Datenerfassung und Datenauswertung zur Erprobung der beiden Regelkonzepte im Winterbetrieb haben im Januar/Februar und März/April 2004 stattgefunden. Die Datenerfassung und Auswertung für die Übergangszeit haben jedoch keine befriedigende aussagen ergeben, so dass

im November/Dezember 2004 nochmals Erhebungen stattfinden. Der Schulssbericht ist für März 2005 angemeldet.

Das bei einigen Holzvergaseren entstehende Rohgas wird meist in einer Waschanlage gereinigt und abgekühlt, wobei Phenole, Cyanide und Ammonium entfernt werden. Das so anfallende belastete Wasser wird meist intern rezirkuliert, doch bedingt durch die Holzfeuchte müssen mehrere m² Wasser pro Tag aus dem Kreislauf entfernt werden. Die HSW untersuchte im Projekt **Verfahren zur Aufbereitung von Abwasser aus der Holzvergasung zu Nutzwasser in Polykulturen** [4] die Nutzung des bei der Holzvergasung anfallenden Abwassers in einem Gewächshaus zur Fisch- und Pflanzenproduktion (Aquaponic). Die vorliegende Studie zeigt, wie ein naturnahes Verfahren entwickelt werden kann, in dem das Waschwasser soweit gereinigt wird, dass es problemlos in den Kulturen des Gewächshauses als Düngemittel eingesetzt werden kann.

b) Biogene Abfälle vergären

Energie à partir du petit-lait: comparaison des filières biogaz et bioéthanol [6]: Zwei Energierückgewinnungsmodelle sind in der Schweiz für die Verwertung der jährlich rund 1.5 Mio. m³ Molke vorstellbar: Die Produktion von Biogas und die Produktion von Bioethanol. Die erste Phase des Projekts verfolgte das Ziel, ein Konzept für die Gewinnung von Biogas in einer Käserei mittlerer Grösse zu erstellen. Die Studie hat erlaubt, die optimalen Prozessparameter und Leistungsparameter zu definieren. Damit konnte auch experimentell 95 % des theoretisch möglichen maximalen Methanertrages erreicht werden. Die anschliessende Analyse der Energieverwendung hat ergeben, dass die Wärme- und Stromproduktion mittels Biogas die rentabelste Verwendung ist und damit rund 2/3 des jährlichen Heizölverbrauchs der betroffenen Käserei ersetzt werden könnte. Die zweite Phase wurde in Zusammenarbeit mit *Alcosuisse* und dem *Laboratoire des Systèmes Energétiques* der EPFL durchgeführt. Die Produktion von Bioethanol macht nur in grossen Verarbeitungszentralen Sinn, die bis zu 100 mal grössere Mengen verarbeiten können als die für die Biogasgewinnung ausgewählte Anlage. Die Kosten der beiden Verarbeitungsmethoden sind mit 26 - 27 CHF pro m³ Molke vergleichbar, ebenso die Einsparung fossiler Energie von rund 20 L Erdöl Equivalent und damit einer Emission von 60 kg fossilem CO₂. Die zwei beschriebenen Prozesse können demzufolge als komplementär betrachtet werden und sollten je nach Grösse und/oder Nähe des Produktionsstandortes ausgewählt werden.

Vorstudie "Ökobilanz von Energieprodukten" [8a]: Um einerseits im Forschungsprogramm *Biomasse* die richtigen Schwerpunkte setzen zu können und andererseits in der politischen Diskussion im Bereich Energie-, Umwelt- und Klimapolitik über die entsprechenden Entscheidungsgrundlagen zu verfügen, braucht es umfassende Ökoinventare von Energieprodukten, die alle relevanten Umweltbereiche gleichermassen berücksichtigen und sowohl biogene als auch fossile Energieträger umfassen. Im Rahmen dieser Vorstudie sind Vorabklärungen erfolgt und wichtige Entscheidungsgrundlagen für die Ausschreibung der Hauptstudie erarbeitet worden. Der definitive Schlussbericht liegt vor.

In der ersten Phase der **Hauptstudie "Ökobilanz von Energieprodukten"** [8b] werden nun die fehlenden Sachbilanzdaten für Energieprodukte aus Biomasse erhoben und in die ecoinvent-Datenbank integriert. Im Berichtsjahr wurde eine Ausschreibung zu verschiedenen Teilpaketen durchgeführt und die eingegangenen Angebote ausgewertet. Für die Projektbearbeitung zu den Themen *Biogas*, *BTL/synthetische Treibstoffe*, *Öl*, *Transport* und *Sonstige* wurden Projektbearbeiter ausgewählt. Das Projekt wird in Zusammenarbeit mit dem BUWAL und dem BLW durchgeführt.

Valorisation énergétique de matières organiques (VEMOT) - Avant projet [10]: Bei der Produktion von Biodiesel (Rapsmethylester - RME) fallen unter anderem flüssige, organisch hoch belastete Abfälle an. Die Entsorgung via Kläranlage ist aufgrund der Toxizität problematisch. Im Rahmen von bereits durchgeführten Studien und Laborversuchen wurde ein Verfahren entwickelt, mit dem diese toxischen Reste biologisch abgebaut werden können und gleichzeitig Energie in Form von Biogas anfällt. Das Verfahren kann auch für die Behandlung ähnlicher Abwässer z.B. aus der Chemie- und Pharmaindustrie eingesetzt werden. Im Rahmen der Vorstudie wurde unter anderem nach weiteren potenziellen Lieferanten solcher Abfälle gesucht und geeignete Standorte für eine erste Pilotanlage evaluiert.

Vergärung von Gülle im Membran-Bioreaktor (MBR-Messkampagne) [11]: Ziel des Projektes ist die Abklärung der Eignung des Membranreaktors (MBR) im Einsatz mit Gülle sowie mit Gülle und Co-

Substraten. Anhand einer Versuchsanlage sollen Erkenntnisse erarbeitet werden, die in den Betrieb der P+D-Anlage einfließen sollen. Verschiedene Komponenten, wie die Fest-Flüssig-Trennung und die Membranentrennung sind in einer Versuchsanlage installiert und in Betrieb gesetzt worden. Die Erkenntnisse aus dem Vorprojekt *Membranevaluation* [37] stellen die Basis für die beiden Projekte MBR-Pilot und MBR-Messkampagne dar.

Messkampagne für eine solare Klärschlamm-trocknungsanlage in Bilten GL [12]: Die ARA Bilten reinigt die Abwässer des Kantons Glarus (70'000 EW), wovon etwa die Hälfte aus der Industrie stammen. Die untersuchte Anlage besteht aus zwei Trocknungshallen (je 10 x 72 m) und einer gedeckten Lager- und Verladefläche. Wichtigstes Ziel der vorliegenden Studie war das Erstellen einer Massen- und Energiebilanz für die solare Klärschlamm-trocknungsanlage der ARA Bilten. Dazu wurden im Rahmen einer drei Jahre dauernden Messkampagne (November 1999 bis Dezember 2002) Betriebs- und Meteorodaten ausgewertet. Nebst der Überprüfung der Wirtschaftlichkeit liefert die Studie Beiträge zur Optimierung des Verfahrens und zeigt, wie das Verfahren hilft, Energieverbrauch und Transportaufwendungen zu reduzieren. Ferner dokumentiert sie die im Rahmen des Projektes erfolgte Öffentlichkeitsarbeit. Das in Bilten eingesetzte Verfahren eignet sich für den Einsatz mit entwässertem Klärschlamm (TSGehalt 20% und höher). Mehr als die Hälfte des nach der Entwässerung noch im Klärschlamm enthaltenen Wassers kann in der untersuchten Anlage verdunstet werden. Die Entsorgungskosten können massiv reduziert und die Anlage kann wirtschaftlich betrieben werden. Der definitive Schlussbericht liegt nun vor.

Machbarkeitsstudie für die energetische Nutzung von gebrauchten, unbehandelten, pflanzlichen Fetten aus der Gastronomie der Region St. Moritz [13]: Das Energiestadtprojekt St. Moritz sowie das Projekt *Clean Energy St. Moritz* haben sich zum Ziel gesetzt, den Energiebedarf wo möglich zu optimieren bzw. einen grossen Teil der benötigten Energie in einer energieintensiven touristischen Region wie St. Moritz möglichst mittels erneuerbarer Erzeugung zu gestalten. Im Rahmen dieser beiden Projekte sollte geklärt werden ob die gebrauchten unbehandelten, pflanzlichen Fette aus der Gastronomie, welche momentan von einer Firma in Liechtenstein entsorgt werden, zur lokalen Energiegewinnung genutzt werden können. Es hat sich gezeigt, dass sich die in St. Moritz und der Region anfallenden rund 72 Jahretonnen aus technischer und wirtschaftlicher Sicht nicht direkt zur lokalen energetischen Verwertung in einem BHKW eignen. Als Alternative sollte jedoch die Verwendung der pflanzlichen Öle und Fette als Co-Substrat in einer Vergärungsanlage wie z.B. die ARA in Celerina oder die geplante Gastro Kompakt-Biogasanlage des Hofes Lej Ovis-Chel in Surlej in Betracht gezogen werden. Dies würde ohne grosse Zusatzinvestitionen zu einem erheblichen Mehrertrag dieser Anlagen führen und somit einen wesentlichen Beitrag zur Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien sowie zur Reduktion der CO₂-Emissionen in der Region St. Moritz beitragen.

Bau und Betrieb einer Perkulationsanlage zur Aufbereitung von Bioabfällen [14]: Mit dieser Arbeit sollte gezeigt werden, dass Grüngut mittels Perkolation und anaerober Vergärung - einem Verfahren, welches für Restmüll entwickelt wurde - effizient zu Kompost und Biogas umgesetzt werden kann. Das Perkulationsverfahren besteht im Prinzip aus einem Perkulator, in dem das Abfallmaterial aerob aufbereitet und die gelösten Substanzen bei 45° bis 50°C ausgewaschen werden, sowie einem mesophilen Biogasfermenter, in dem die Reinigung des beladenen Waschwassers stattfindet. Dabei setzen Methanbakterien die gelöste Organik zu Biogas um. Das gereinigte Waschwasser wird anschliessend in den Perkulator rezykliert. Ziel der vorliegenden Arbeit war die deutliche Steigerung der Effizienz der Perkolation von Grüngut und der anschliessenden Vergärung durch Optimierung chemisch-physikalischer, verfahrenstechnischer und mechanischer Parameter. Die Ergebnisse zeigen, dass Grüngut mittels einer Perkulationsanlage effizient behandelt werden kann. Innerhalb von 3 bis 4 Tagen Behandlungszeit werden 75% des Gasertrages erreicht im Vergleich zu einer konventionellen Vollvergärung, welche 12 bis 20 Tage Aufenthaltszeit benötigt. Zudem ist das ausgelaugte Material bereits aerob und damit ohne NH₄-belastete Abluft. Damit kann auf eine geschlossene Halle mit Abluftbehandlung verzichtet werden. Trotz reduziertem Gasertrag ist der ganze Prozess energetisch immer noch positiv. Der definitive Schlussbericht liegt nun vor.

Teilstatistik Biogas 2003 [15]: In der Biogasstatistik 2003 wurden die Daten der Produktion und Nutzung von Biogas der Bereiche Landwirtschaft, Industrieabwasservorreinigung, Bioabfallvergärung sowie Co-Vergärung in den Faulanlagen von Kläranlagen präsentiert und kommentiert. Die Daten sind in die Statistik der erneuerbaren Energien 2003 eingeflossen.

Organische Schadstoffe in Kompost und Gärgut der Schweiz [16]: In der Schweiz werden jährlich rund 600'000 t biogene Abfälle zu hochwertigem Kompost verarbeitet und so in den Stoffkreislauf zurückgeführt. Die Kompostierung ist damit von grosser ökologischer und volkswirtschaftlicher Bedeutung. Mit den Ausgangsmaterialien können auch unerwünschte Substanzen (organische Schadstoffe und Schwermetalle) in den Kompost gelangen. Im Rahmen dieses Gemeinschaftsprojekts mit dem BUWAL soll eine solide Datenbasis als Grundlage für Qualitätssicherung und Risikomanagement erarbeitet werden. Der Ausstieg aus der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung wird massgeblich mit potenziellen, nicht genügend bekannten Auswirkungen des Eintrags von organischen Schadstoffen durch Klärschlammdeponierung in die Böden begründet. Eine ähnliche Entwicklung muss bei Kompost und Gärgut wegen deren grossen ökologischen und volkswirtschaftlichen Bedeutung vermieden werden.

Auswirkungen von Komposten und Gärgut auf die Umwelt, Bodenfruchtbarkeit und Pflanzengesundheit [17]: In der Schweiz werden zurzeit rund 600'000 t TS biogene Abfälle rezykliert. Längerfristig werden jedoch nur die Komposte und das Gärgut abgesetzt werden können, die eine Wertsteigerung der Böden bewirken. Ziel des vorliegenden Projektes ist es, die Qualitätsparameter gezielt in diese Richtung zu erweitern und die Auswirkungen von Kompost- und Gärgutapplikationen auf Pflanzenwachstum und -gesundheit, die Bodenparameter und die Umwelt zu evaluieren. Das vorliegende Projekt ist mit dem Projekt *Organische Schadstoffe in Komposten* der EPFL und der FAL koordiniert.

c) Biotreibstoffe

SwissFarmerPower (Projekt prix pegasus) [18]: Das Planungsprojekt zum Bau der ersten Aufbereitungsanlage, in welcher in einer Prozesskette Biogas produziert, zu Erdgasqualität aufbereitet und ins lokale Erdgasnetz eingespeist wird sowie mit der nachgeschalteten technischen Gülleaufbereitung die Nährstoffe (N, P, K) gezielt in einen handelbaren Dünger extrahiert werden sollen, wurde erfolgreich gestartet. In mehreren Teilprojekten und mit einer breit abgestützten Trägerschaft bestehend aus Firmen der Bereiche Mischfutterhandel, Tiervermarktung, Düngerindustrie, diversen Fachorganisationen sowie dem Gemeindeverband Kehrlichtbeseitigung Region GKLÜ, den Luzerner Bauern und den Behörden des Kantons Luzern, wird die erste Anlage im Kanton Luzern geplant. In der Berichtsperiode bildeten, nebst der Konstitution der Trägerschaft, Abklärungen betreffend der Marktsituation bei den Co-Substraten, mögliche Standorte und die Vermarktung von Energie und Gärresten (Dünger) den Schwerpunkt. Die Finanzierung der ersten Anlage muss bis spätestens Ende Februar 2005 gesichert sein, um den Fahrplan für die Realisierung einhalten zu können.

Methan aus Holz [19a]: Das Projektteam will innerhalb von 8 Jahren eine 20 MW_{th}-Anlage realisieren, welche erdgasnetztaugliches Methan aus Holz zu wirtschaftlich interessanten Bedingungen herstellen kann. Der nächste Schritt auf dem Weg zur Realisierung einer solchen Anlage ist die Erbringung des techno-ökonomischen Nachweises im kW-Massstab. Dazu wurde am PSI eine Pilotanlage (2 bis 10 kW) errichtet, welche u.a. für Langzeitversuche (1000 h) geeignet ist. Diese Pilotanlage ist im Jahr 2004 in Güssing am FICFB-Vergaser (Fast Internally Circulating Fluidized Bed) verknüpft worden. Das Ziel von 1000 h Betrieb konnte nicht erreicht werden, weil zweimal nacheinander der Katalysator nach 200 h ausgetauscht ist. Der theoretisch maximale Umwandlungswirkungsgrad in einer Grossanlage wird ohne Eigenenergieverbrauch und Einspeisung ins Erdgasnetz mit ca. 58% angegeben. Der erste Teil des Projekts wird bis Frühjahr 2005 abgeschlossen.

Im Projekt **Biogenes Methan durch hydrothermale Vergasung** [19b] wird ein hydrothermales Vergasungsverfahren für nasse Biomassesortimente entwickelt, mit dem Ziel, die Biomasse vollständig zu Methan und CO₂ zu vergasen und Nährsalze zurückzugewinnen. Die Laborversuche mit 9-10 Gew% Holz in einem absatzweise betriebenen Hochdruck-Reaktor bei 390-400°C und ca. 300 bar waren erfolgreich. Es konnte gezeigt werden, dass Holz vollständig zu CH₄, CO₂ und H₂ vergast werden kann. In einem nächsten Schritt soll nun eine kontinuierliche Anlage gebaut werden, die unter anderem der Erprobung von Katalysatoren und der Nährsalzabtrennung dient. Im Berichtsjahr wurde ausserdem Gülle chemisch auf den Anteil an anorganisch gebundenem Sauerstoff untersucht, der keinen Beitrag zur hydrothermalen Vergasung leistet.

Im Rahmen des Forschungsprojektes **RENEW** [8c] (Renewable Fuels for Advanced Powertrains) werden Verfahren für die Herstellung von Treibstoffen aus Biomasse mittels Vergasung und anschliessender Fischer-Tropsch Synthese entwickelt. Die verschiedenen Umwandlungsverfahren werden mit einer

Ökobilanz nach ISO 14040 ff verglichen. Diese Bilanz wird kritisch begutachtet. Dabei wird der Zyklus von der Biomasse Produktion bis zur Bereitstellung des Kraftstoffs untersucht. Im Jahr 2004 wurde ein Überblick zu bereits durchgeführten Ökobilanzen erstellt und die Zieldefinition für die Ökobilanz von Biomass-to-liquid (BTL) fuels erarbeitet. Die Ökobilanz wird von der Firma ESU-services durchgeführt. Am Gesamtprojekt sind über 30 Partner aus Europa unter Federführung der Volkswagen AG beteiligt.

Nationale Zusammenarbeit

Die meisten Projekte wurden direkt mit der Industrie und zusammen mit diversen Fachhochschulen, den ETH oder privaten Organisationen durchgeführt. Dieses Vorgehen erlaubt einen effizienten Technologietransfer von der Forschung in die Wirtschaft. Ausserdem wird auf dem Gebiet von Ökobilanzen mit den Bundesämtern BUWAL, BLW und ARE zusammengearbeitet. Die Finanzierung von Projekten wird immer anspruchsvoller. Die Projektpartner werden nur teilfinanziert und haben demzufolge ihr Interesse in Eigenleistungen auszuweisen. Solange die gesetzlichen Rahmenbedingungen beim Bau von Verbrennungs- und Vergärungsanlagen ohne grosse Schwierigkeiten eingehalten werden können, sind neue Forschungsarbeiten mit dem Ziel, tiefere Emissionen und Kosten sowie höhere Wirkungsgrade mit privaten Unternehmen schwierig zu realisieren. Für neue kostspielige und risikoreiche Entwicklungsprojekte fehlen der Industrie oft die Mittel, d.h. es müssen neue Finanzierungsmöglichkeiten, beispielsweise in Form eines Fonds angestrebt werden.

Zum Schwerpunkt Holzfeuerungen wurden zahlreiche Informations- und Ausbildungsanlässe durchgeführt. Im Frühjahr des Berichtsjahres fand das 4. *Kolloquium Klein-Holzfeuerungen* statt, im September anlässlich der Messe *Bauen und Modernisieren* das 4. *Pelletforum*, im Oktober das alle 2 Jahre stattfindende 8. *Holzenergie Symposium* und im November zwei Ausbildungstage zu *Holzheizwerke erfolgreich planen* und die Info-Veranstaltung *automatische Holzfeuerungen*. Weitere Ausbildungs- Informations- und Imageprojekte zur Verwendung der Ressource Biomasse fanden über die Biomasse-Partner vom energiepolitischen Aktionsprogramm EnergieSchweiz statt (www.holzenergie.ch, www.biomasseenergie.ch).

Internationale Zusammenarbeit

Die Vertretungen der Schweiz in der International Energy Agency (IEA), IA Bioenergy, Task 32: **Biomass Combustion and Cofiring** [1c], Task 33: **Thermal Gasification of Biomass** [2] und Task 37: **Energy from Biogas and Landfill Gas** [7] bezwecken den Erfahrungs- und Informationsaustausch, die Verbreitung der Informationen zur Produktion und Verwendung von den diversen Biomassesortimenten und Umwandlungstechnologien, die Anregung neuer Projekte in den Bereichen Forschung, Entwicklung, Pilot- und Demonstrationsanlagen und zur Markteinführung. Die Aktivitäten wurden im Berichtsjahr in unveränderter Art weiterverfolgt.

Die EU nimmt mit ihren zahlreichen Programmen zukünftig eine immer wichtigere Rolle ein. Im Bereich *Biomasse* beteiligt sich die Schweiz an diversen Projekten. Die wichtigsten Projekte können über folgende Links eingesehen werden:

Biotreibstoffe [8c]: www.renew-fuel.com, *Gasification Network*: www.gasnet.uk.net, *QM-Holzheizwerke* [5]: www.qmholzheizwerke.ch, *Biopro* [3]: www.eu-projects.de

Pilot- und Demonstrationsprojekte

a) Biomasse verbrennen und vergasen

Beim Projekt **Pilotanlage von rund 500 kW Leistung zum Verbrennen von landschaftlicher Biomasse mit Holz** [20] handelt es sich um eine neue Holzfeuerung ausgestattet mit gekühltem Rost und mit gekühlten Seitenwänden, Abgasrückführung und mit Elektrofilter, bei der auch landwirtschaftliche Feststoff-Biomasse wie z.B. Getreidebruch, Müllereiabgang, Ernterückstände usw. beige-mischt werden kann. Vorgängige Projekte haben gezeigt, dass landwirtschaftliche Biomasse alleine nicht einfach zu verbrennen ist. Es sind Mischverhältnisse diverser Sortimente (meist trocken, eher verholzt) mit dem Basisbrennmaterial Holz zu finden, bei welchem ein Dauerbetrieb möglich ist. Nach der Abnahme der Anlage sollen umfassende Verbrennungsversuche durchgeführt werden.

Der an der Empa entwickelte elektrostatische **Partikelabscheider für kleine Holzfeuerungen** [21] konnte ohne wesentlichen konstruktiven Mehraufwand für den Einbau in eine Cheminéeanlage der Firma *Rüegg Cheminée AG* adaptiert werden. Verbesserungen an Elektrode und Steuergerät lassen eine hohe Zuverlässigkeit der Bauteile erwarten. In den durchgeführten Labortests wurden die anvi-sierten Ziele bezüglich Abscheideeffizienz erreicht. Die Cheminéeanlage wurde durch die Firma *Rüegg Cheminée AG* neu erstellt und der Partikelabscheider inklusive der vorgesehenen Messstellen einge-baut. Die Anlage wurde in Betrieb genommen und der Start des Messprogramms ist erfolgt. Ein wei-terer Partikelabscheider, ein Rohr-Elektrofilter, für den Leistungsbereich von 200 kW bis 1,5MW soll ab 2005 entwickelt und gebaut und ausgemessen werden.

Mit dem **Forschungs- und Begleitprojekt an der Holzvergasungsanlage Pyroforce im AC-Zentrum Spiez** [22] kann mittels Contracting die Anlage weiter betrieben werden. Die vollständig im System eingebundene Vergaser-Pilotanlage hat bis heute rund 8'500 Stunden Betrieb mit dem Reak-tor und rund 6'300 Stunden mit der Wärme-Kraft-Kopplungsanlage. Weitere Anpassungen zur Be-triebsverbesserung sollen ab 2005 an diversen Anlagenteilen durchgeführt werden.

b) Biogene Abfälle vergären

Vergärung von Gülle im Membran-Bioreaktor (MBR-Pilot) [23]: Anstelle der ursprünglich geplan-ten P+D-Anlage zur Vergärung von Schweinegülle und Abfällen mit einer Verarbeitungskapazität von 15'000 Jahrestonnen, wird aufgrund der veränderten Marktverhältnisse eine Anlage mit rund 25'000 Jahrestonnen realisiert. Der Spatenstich zum Bau der Anlage ist Ende Berichtsjahr erfolgt. Die Inbe-triebnahme ist für Ende 2005 vorgesehen.

Lupo AG - Biogasverwertung mit BHKW [24]: In der anaeroben Abwasservorbehandlungsanlage der *LUPO Getränke AG*, Hochdorf fällt als Nebenprodukt Klärgas an, das in einem drucklosen Gas-speicher (150 m³) zwischengespeichert und danach in einem BHKW in Strom und Wärme umgewan-delt wird. Der Strom des BHKW wird ins Netz eingespeist und die Abwärme wird verwendet, um das Abwasser im Zulauf zum Vergärungsreaktor zu erwärmen und damit seine Effizienz zu steigern. Zum Schutz des Gasmotors wird der Schwefelgehalt (H₂S) des Biogases in einer biologischen Entschwefe-lungsanlage reduziert. Der definitive Schlussbericht liegt nun vor.

Kompakt-Biogasanlage für die Landwirtschaft mit effizienter BHKW-Technik [25]: Nach erteil-ter Baubewilligung konnte die Detailplanung zielgerichtet angegangen werden. Es erfolgte eine Pro-jektanpassung auf den Stand der Technik. Nebst SCR-Katalysator und Russfilter wurde das Konzept durch einen Nachgärer erweitert. Dadurch kann die restliche Abwärme des BHKW für eine höhere Gasproduktion eingesetzt werden. Die Aufträge für die Güllebehälter und die biogastechnischen Aus-rüstungen wurden erteilt. Im November 2004 wurden erste Grabarbeiten für Gülleleitungen erstellt und im Januar 2005 werden die Behälter aufgestellt. Es ist vorgesehen, die Anlage im Mai 2005 in Betrieb zu nehmen.

Biogaz agricole Installation de production de biogaz a partir de fumier et autres cosubstrats [26] : L'année 2004 a été consacrée à finaliser les dossiers administratifs liés à la procédure de Plan partiel d'affectation (PPA) requise pour la réalisation de notre projet de codigestion de fumiers et au-tres cosubstrats solides. L'examen préalable du PPA au niveau cantonal a abouti par un avis général

très favorable. La capacité de traitement envisagée reste fixée à 10'000 tonnes par an (fumier de bovins, de chèvres et de chevaux plus contenus de panses, déchets maraîchers, gazons, etc.).

Biogaz agricole : Amélioration de l'épandage du fumier digéré [27] : La mise en place d'une unité de séparation de phases liquide-solide doit être systématiquement envisagée pour les installations de codigestion agricole incorporant des cosubstrats secs ayant, entre autres, pour effet d'augmenter la teneur en matière sèche de l'effluent digéré. L'expérience réalisée sur l'installation de M. Georges Martin à Puidoux a permis de mettre en évidence les points suivants :

- avec un séparateur à vis de marque FAN, donné pour un débit nominal de 3-8 m³/h pour un lisier à 10-12% MS, on a obtenu une fraction liquide présentant une teneur en matière sèche de l'ordre de 5 à 6% et une fraction solide de l'ordre de 26 à 27,5% MS.
- les difficultés de stockage (formation d'une croûte en surface) et d'épandage du digestat ont pu être réglées grâce à cet équipement.
- de nouvelles possibilités d'écoulement du digestat se sont ouvertes sous forme d'un produit pelletable et mûré par compostage, facile à mettre en oeuvre par les jardiniers amateurs comme par les professionnels.

Financièrement, l'installation d'un séparateur augmente de 12 à 20% le coût d'une installation de biogaz agricole de type compact.

Der Bau der **Kompakt-Biogasanlage Winzeler, Thayngen SH** [28] wurde im November 2004 abgeschlossen. Der Bau der Anlage dauerte genau ein Jahr – was unüblich lange ist – weil ein angrenzendes Gewerbegebäude und ein Fernwärmeheiznetz mit ausgebaut wurden. Die Anlage ging am 19. November 2004 in Betrieb und läuft seither störungsfrei. Während des ersten Betriebsjahres sollen nun sämtliche Eckdaten, welche zum Betrieb einer Biogasanlage gehören, erfasst werden. Es soll vor allem das Wärmemanagement beobachtet werden. Die Biogasanlage liefert mit rund 125 kW thermischer Leistung die Grundaustausung für ein Fernwärmeheiznetz, an dem der landwirtschaftliche Betrieb und ein Gewerbegebäude angehängt sind. Es soll 2005 auf ein weiteres Gewerbegebiet erweitert werden. Die Spitzenlast wird mit einer Holzschnitzelfeuerung abgedeckt. Die Kombination Biogas-BHKW und Holzfeuerung soll speziell untersucht werden, da dieses Modell für landwirtschaftliche Betriebe besonders geeignet scheint.

BHKW-Optimierung und SCR-Katalysator Kompaktbiogasanlage Küssnacht [29]: Damit weiterhin die hocheffizienten Zündstrahlmotoren zur Nutzung des Biogases auf landwirtschaftlichen Biogasanlagen eingesetzt werden können, müssen die Abgase nachbehandelt werden, um die gesetzlichen Grenzwerte einhalten zu können. Die Stickoxidfracht schwankt wegen dem ständig ändernden Methangehalt sehr stark. Es wurde ein Abgasreinigungskatalysator entwickelt, der mit diesen Anforderungen und den einzigartigen Rahmenbedingungen auf landwirtschaftlichen Biogasanlagen umgehen kann. Die Katalysatorentwicklung wurde im Berichtsjahr abgeschlossen. Es gelang, einen standardisierten Katalysator auf SCR-Basis zu entwickeln, der alle Schwankungen im Abgas von BHKW in Biogasanlagen auszugleichen vermag. Die Werte der Luftreinhalteverordnung LRV werden mit dem neuen System problemlos eingehalten. Sollten sich in Zukunft die Abgasgrenzwerte weiter verschärfen, kann der Katalysator entsprechend ausgebaut werden.

Der Bau der **Kompakt-Biogasanlage Gansner, Graltshausen TG** [30] verlief problemlos und wurde im Juni 2004 abgeschlossen. Die Anlage ging im Juni 2004 in Betrieb und läuft seither störungsfrei. Während des ersten Betriebsjahres sollen nun sämtliche Eckdaten, welche zum Betrieb einer Biogasanlage gehören, erfasst werden. Es soll vor allem die nachgeschaltete Kompostiereinheit beobachtet werden. Damit kann mit der Abwärme des Motors der separierte Feststoffanteil nach dem Fermenter automatisch nachkompostiert werden.

Erhöhung des Gasertrags durch Co-Vergärung von protein- und fettreichen Stoffen [31]: Mit dem Ziel, eine Möglichkeit zur besseren energetischen Nutzung des Biogaspotenzials auf einer ARA aufzuzeigen, fand von Frühjahr bis Herbst 2004 in Frick AG ein Versuch zur Co-Vergärung statt. Dabei wurde kommunalem Klärschlamm zur Vergärung ein Substrat aus verbrauchtem Frittieröl beigemischt und zur Umwandlung des entstehenden Biogases in elektrische Energie eine Mikrogasturbine verwendet. Durch gezielte Beprobung der Faultürme wurde insbesondere die Veränderung der Zusammensetzung des Klärschlammes und der Abbaugrad einzelner Stoffe, stellvertretend für den Fortschritt bzw. die Hemmung des anaeroben Abbaus, sowie die Prozessstabilität und die Reinigungsleis-

tung der ARA bestimmt. Gasseitig wurden mittels spezieller Messelektronik die Mengen und die Qualität des Biogases und durch die direkte Weiterleitung in die Mikrogasturbine der Brennwert ermittelt. Grundsätzlich ist zu sagen, dass durch das Hinzufügen eines Co-Substrates eine wesentliche Erhöhung der Biogasproduktion möglich ist und man durch sehr geringe Änderungen an der Infrastruktur einer bestehenden Abwasserreinigungsanlage die Ausnutzung des Biogaspotentials erheblich steigern kann.

Pilot-, Demonstrations- und Testanlage zur Erzeugung von Strom und Wärme aus pflanzlichen Ölen und tierischen Fetten in Mikroturbinen [32]: Das Projekt soll aufzeigen, inwieweit pflanzliche Öle und/oder tierische Fette in Mikrogasturbinen in elektrische und thermische Energie umgesetzt werden können. Zu diesem Zweck wird eine Mikrogasturbine der Firma *Capstone* (USA) umgebaut. Bis heute wurden mit der Turbine verschiedene Versuche mit Dieselöl gefahren, um den Betrieb, das Handling und die Temperaturverläufe im Treibstoffsystem und der Turbine selber zu analysieren. Während eines einstündigen Testlaufs bei Volllast konnte zudem nachgewiesen werden, dass die Verbrennung von Pflanzenöl in der Mikrogasturbine vom thermodynamischen Prozess her kein grundsätzliches Problem darstellt. Ein willkommener Nebeneffekt konnte durch diesen ersten Praxistest bestätigt werden: durch die in der Turbine vorherrschenden Temperaturen werden Gerüche *verbrannt*. Die Herausforderung des Projektes liegt nun darin, den Brennstoff in der geforderten Viskosität, Temperatur und Reinheit in die Brennkammer zu bringen, so dass ein stabiler Dauerbetrieb möglich ist.

Biogaseinspeisung Engelhölzli [33]: Die *R.O.M. AG* in Frauenfeld betreibt den Kompostierplatz *Engelhölzli* (Gemeinde Jona/SG) und hat von den politischen Gemeinden Rüti, Jona und Rapperswil den Auftrag erhalten, auf diesem Kompostierplatz das Grüngut der drei Gemeinden nicht nur zu kompostieren, sondern auch energetisch zu nutzen. Sie will daher eine Kompogasanlage mit einer Jahreskapazität von 5'000 Tonnen bauen und betreiben. In unmittelbarer Nähe des Kompostierplatzes *Engelhölzli* verläuft die 5-bar-Transportleitung der Erdgas Zürich, die das Zürcher Oberland und den oberen Zürichsee mit Erdgas versorgt. Heute betreibt die *Kompogas AG* zwei Gasaufbereitungsanlagen (Samstagern und Bachenbülach). Im Gegensatz zu diesen beiden Aufbereitungsanlagen soll nun der Bau und Betrieb der Anlage in Engelhölzli direkt durch die *Erdgas Zürich* erfolgen. Die *R.O.M. AG* wird das anfallende Biogas der *Erdgas Zürich* verkaufen. Erstmals kommt ein neues Verfahren für die Aufbereitung des Biogases in Erdgasqualität zum Einsatz. Projektziel ist, die wirtschaftliche und technische Eignung des Verfahrens nachzuweisen.

Bewertung 2004 und Ausblick 2005

Verbrennung: Die Verbrennung ist nach wie vor die wichtigste Technik zur energetischen Nutzung von Holz und gleichzeitig die einzige mit bewährtem Stand der Technik und bedeutender Verbreitung. Die Feinstaub- und Stickoxidemissionen sowie die Kosten und Komfortansprüche der Betreiber sind die Hauptthemenisse zur weiteren Verbreitung der Nutzung von Energieholz. Im Berichtsjahr lag der Schwerpunkt auf Informationsanlässen und Ausbildungsseminaren, in denen der Stand der Technik und die laufenden Forschungsprojekten den Forschern, Planern der interessierten Bevölkerung vorgestellt wurde.

Vergasung: Um die Vergasersysteme zügig weiter zu entwickeln, müssten die nächsten Pilotanlagen realisiert werden können. Dies bedingt gute Standorte, Einsatz und Wille aller Beteiligten. Die Rahmenbedingungen könnten sich in der Schweiz auch für diese Technologie verbessern (siehe unten). Es wird weiter versucht, marktfähige Produkte zu entwickeln und Langzeiterfahrungen zu sammeln.

Vergärung: Das Interesse am Bau von landwirtschaftlichen Biogasanlagen hat im Berichtsjahr erneut stark zugenommen. Obwohl die Streichung der P+D-Mittel hemmend wirkt, konnten im Berichtsjahr einige Anlagen den Betrieb aufnehmen und daraus wertvolle Erfahrungen gesammelt werden. Weitere Anlagen sind in Planung. Die offenen raumplanerischen Fragen im Zusammenhang mit Biogasanlagen in der Landwirtschaft konnten mit den betroffenen Stellen im Berichtsjahr nicht vollständig geklärt werden. Der Bundesrat hat jedoch kürzlich entschieden, das Raumplanungsrecht zu ändern. Es sollen u.a. neue Bestimmungen für Bauten und Anlagen zur Erzeugung von Energie aus Biomasse in der Landwirtschaft eingefügt werden. Diese Änderungen sind wichtig, da die Erfahrung zeigt, dass

landwirtschaftliche Biogasanlagen zurzeit nur wirtschaftlich betrieben werden können, wenn sie vollständig in den Landwirtschaftsbetrieb integriert sind und Co-Vergärung betreiben können. Mit Ausnahme von einigen gewerblich-industriellen Vergärungsanlagen, bei denen Biogas zu Erdgasqualität aufbereitet und als Treibstoff eingesetzt wird, werden heute vor allem BHKW zur Umwandlung von Biogas in Strom und Wärme eingesetzt. Insbesondere für landwirtschaftliche Betriebe ist die Verstromung von Biogas die einfachste und ökonomisch interessanteste Variante.

Das **Positionspapier** des BUWAL über die energetische **Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen** zeigt deutlich auf, dass die intensive Feld-Bewirtschaftung nicht befürwortet wird. Die energetische Nutzung von *Energiepflanzen* aus extensiv bewirtschafteten Flächen (Wiesen, ökologische Ausgleichsflächen, Stilllegungs- oder Randflächen etc.) wird jedoch begrüßt. Die im Rahmen eines Gemeinschaftsprojekts mit dem BUWAL und dem BLW lancierte Studie Ökobilanz von Energieprodukten [8b] soll zeigen, welche Prozessketten für die Bereitstellung von Energieprodukten aus Biomasse sinnvoll sind.

Im Zusammenhang mit der neuen **Biomasse-Potenzialstudie** [35] stellt sich die Frage, welche Strategie zur Nutzung der verschiedenen Biomassesortimente verfolgt werden soll. Welche Sortimente sollen beispielsweise für welche Energieprodukte (Strom, Wärme, Treibstoff oder entsprechende Kombinationen) verwendet werden? Welche Technologien sind dazu geeignet? Wie ist ein maximaler Gesamtnutzungsgrad erreichbar und welchen Beitrag leisten die übrigen erneuerbaren Energien?

Allgemeiner Forschungsbedarf im Bereich Biomasse: Der Forschungsbedarf liegt vor allem in der Optimierung von Verfahren und Systemen, angefangen bei der Gewinnung des Einsatzmaterials (Feedstock), über die Aufbereitung und Umwandlung bis hin zur Nutzung oder Entsorgung bzw. Verwertung der Reststoffe. Die Forschung ist gefordert, einfache und effektive Lösungsansätze zu suchen, welche auch ein konkretes Umsetzungspotenzial aufweisen.

Als Folge der radikalen Budgetkürzungen im Bereich Pilot- und Demonstrationsanlagen werden vorerst keine Mittel mehr für die Förderung entsprechender Projekte zur Verfügung stehen. Die Realisierung von Pilot- und Demonstrationsanlagen als wichtiger Zwischenschritt von der Forschung und Entwicklung in den Markt wird damit erschwert und das Forschungsprogramm *Biomasse* klar geschwächt. Damit trotzdem ein Technologietransfer stattfinden kann, muss dieser Sektor neu positioniert werden.

Liste der F+E-Projekte

(JB) Jahresbericht 2004 vorhanden

(SB) Schlussbericht vorhanden

(*) Bericht nicht publiziert

Berichte sind bei www.energieforschung.ch aufgeschaltet

- [1] Th. Nussbaumer (thomas.nussbaumer@verenum.ch), VERENUM, Zürich: a) **Systemoptimierung automatischer Holzfeuerungen** (JB) • b) **Wirkung von Verbrennungspartikel** (JB) • c) **IEA, Bioenergy Agreement, Task 19 Biomass Combustion** (JB), (www.ieabcc.nl) • d) **Low-Particle-Pelletfeuerung** (SB) • e) **Low-Particle Unterschubholzfeuerung** (JB)
- [2] R. Bühler (rbbuehler@mus.ch), Maschwanden: **IEA, Bioenergy Agreement, Task 33, Thermal Gasification of Biomass** (JB), (<http://www0.gastechnology.org/pub/iea>).
- [3] Ch. Gaegauf (gaegauf@oekozentrum.ch), ÖKOZENTRUM, Langenbruck: **Bio-Pro** (JB), www.eu-projects.de.
- [4] Andreas Graber (a.graber@hsw.ch) HSW, Wädenswil: **Verfahren zur Aufbereitung von Abwasser aus der Holzvergasung zu Nutzwasser in Polykulturen** (JB).
- [5] H.R. Gabathuler (gabathuler.ag@bluewin.ch), Diessenhofen: **Regenkonzepte für bivalente Holzheizungsanlagen mit Speicher** (SB), www.qmholzheizwerke.ch.
- [6] Y. Membrez et al. (yves.membrez@erep.ch), EREP, Aclens: **Energie à partir du petit-lait: comparaison des filières biogaz et bioéthanol** (SB).
- [7] A. Wellinger (arthur.wellinger@novaenergie.ch), NOVA ENERGIE, Aadorf: **Vertretung der Schweiz im IEA Bioenergy Implementing Agreement, Task 37, Energy from Biogas and Landfill Gas** (JB), (www.novaenergie.ch/iea-bioenergy-task37).

- [8] N. Jungbluth (jungbluth@esu-services.ch), ESU-services, *Uster: ♦ a) Vorstudie "Ökobilanz von Energieprodukten" (SB) ♦ b) Hauptstudie "Ökobilanz von Energieprodukten" (LCI Bioenergy) (JB) ♦ c) RENEW (JB), www.renew-fuel.com.*
- [10] E. Luye (enga@crystalvision-microsystems.com), BELAIR Biotechnologie, *Lausanne: Valorisation énergétique de matières organiques (VEMOT) - Avant projet (SB)*
- [11] Hersener/Meier (hersener@agrenum.ch), ARGE UF-Membran, c/o Ingenieurbüro HERSENER, *Wiesendangen: Vergärung von Gülle im Membran-Bioreaktor (MBR-Messkampagne) (JB).*
- [12] O. Fischli (energieprojekte@fischli.cc), energieprojekte fischli, *Näfels: Messkampagne für eine solare Klärschlamm-trocknungsanlage in Bilten GL (SB).*
- [13] P. van Trigt (vteconsult@tiscali.ch), VTE Consult, *Baden: Machbarkeitsstudie für die energetische Nutzung von gebrauchten, unbehandelten, pflanzlichen Fetten aus der Gastronomie der Region St. Moritz (SB).*
- [14] Ch. Widmer, (afag@datacomm.ch), AFAG Engineering, *Binningen und Dr. A. Wellinger, Dr. G. Schober, Nova Energie GmbH, Aadorf: Bau und Betrieb einer Perkulationsanlage zur Aufbereitung von Bioabfällen (SB)*
- [15] R. Buri, Beat Kobel (beat.kobel@rysering.ch), Ryser Ingenieure AG, *Bern: Teilstatistik Biogas – Erfassung Biogasdaten aus kommunalen ARA (SB)*
- [16] Th. Kupper (thomas.kupper@epfl.ch), EPFL, *Lausanne: Organische Schadstoffe in Kompost und Gärgut der Schweiz (JB).*
- [17] Dr. Jacques Fuchs (jacques.fuchs@fibl.ch), FiBL, *Frick: Auswirkungen von Komposten und Gärgut auf die Umwelt, Bodenfruchtbarkeit und Pflanzengesundheit (JB).*
- [18] U. Brücker (ub@itz.ch), ARGE SwissFarmerPower, *Horw: Swiss Farmer Power „Biogas vom Bauer wird zum Treibstoff von morgen“ (prix pegasus) (JB).*
- [19] Paul Scherrer Institut, *Villigen: a) S. Biollaz (serge.biollaz@psi.ch), Methan aus Holz (JB) ♦ b) F. Vogel, Biogenes Methan durch hydrothermale Vergasung; (JB).*

Liste der P+D-Projekte

- [20] R. Bühler (rbbuehler@mus.ch), *Maschwanden: Pilotanlage von rund 500 kW Leistung zum Verbrennen von landwirtschaftlicher Biomasse mit Holz (JB).*
- [21] J. Brenn EMPA, (juerg.brenn@empa.ch) *Dübendorf: Partikelabscheider für kleine Holzfeuerungen www.minipap.ch (JB).*
- [22] H. Gemperle (welcome@pyroforce.ch), Pyroforce, *Emmenbrücke: Forschungs- und Begleitprojekt an der Holzvergasungsanlage Pyroforce im AC-Zentrum Spiez www.pyroforce.ch (JB).*
- [23] Jakob Bösch AG, Schwellbrunn und Hersener/Meier (hersener@agrenum.ch), ARGE MBR, c/o Ingenieurbüro HERSENER, *Wiesendangen: Vergärung von Gülle im Membran-Bioreaktor (MBR-Pilot) (JB).*
- [24] F. Büchler, M. Gabriel (f.buechler@kuenzlerpartner.ch), Künzler + Partner AG, *Luzern: Lupo AG - Biogasverwertung mit BHKW (SB).*
- [25] Bruno Liesch (bruno.liesch@ines-energy.ch), INES Ingenieurbüro, *Bern: Kompakt-Biogasanlage für die Landwirtschaft mit effizienter BHKW-Technik (JB).*
- [26] R. Bettex (info@fromagerie-bettex.ch), *Champstauroz: Installation de production de biogaz (JB).*
- [27] D. Ruch (ruch@genesys-gmbh.ch), GENESYS GMBH, *Frauenfeld: Kompakt-Biogasanlage Ott, Kanton Schwyz - Zusammenfassung und Betriebsauswertung der Anlage (JB).*
- [28] D. Ruch (ruch@genesys-gmbh.ch), GENESYS GMBH, *Frauenfeld: Kompakt-Biogasanlage Winzeler, Thayngen SH (JB).*
- [29] D. Ruch (ruch@genesys-gmbh.ch), GENESYS GMBH, *Frauenfeld: BHKW-Optimierung und SCR-Katalysator Kompakt-biogasanlage Küsnacht (JB).*
- [30] D. Ruch (ruch@genesys-gmbh.ch), GENESYS GMBH, *Frauenfeld: Kompakt-Biogasanlage Gansner, Graltshausen TG (JB).*
- [31] B. Näf (beat.naef@verdesis.com), Verdesis Suisse S.A., *Erlinsbach: Erhöhung des Gasertrags durch Co-Vergärung von protein- und fettreichen Stoffen (JB).*
- [32] P. Keller (info@biodrive.ch), Biodrive AG, *Lenzburg: Pilot-, Demonstrations- und Testanlage zur Erzeugung von Strom und Wärme aus pflanzlichen Ölen und tierischen Fetten in Mikroturbinen (JB).*
- [33] J.-C. Weber (jeanclaude.weber@erdgaszuerich.ch), Erdgas Zürich AG, *Zürich: Biogasaufbereitungsanlage Engelhölzli (JB).*

Referenzen

- [34] **Konzept der Energieforschung des Bundes 2004 – 2007**, ausgearbeitet durch die Eidgenössische Energieforschungskommission CORE, www.energie-schweiz.ch, Rubrik *Forschung; Konzepte*.
- [35] **Potenziale zur energetischen Nutzung von Biomasse in der Schweiz**, Infras et al. 2004, www.ewg-bfe.ch, Rubrik *Publikationen*.
- [36] Th. Nussbaumer (verenum@access.ch), Verenum, *Zürich*: Grundlagen der Aerosolbildung, 2003 (SB).
- [37] Hersener/Meier (info@agrenum.ch), ARGE UF-Membran, c/o Ingenieurbüro HERSENER, *Wiesendangen*: **Membranevaluation zur Vergärung von Gülle im Membranreaktor** (UF-Membran), 2003 (SB).

Bundesamt für Energie BFE

Worblentalstrasse 32, CH-3063 Ittigen • Postadresse: CH-3003 Bern

Tel. 031 322 56 11, Fax 031 323 25 00 • office@bfe.admin.ch • www.energie-schweiz.ch

Zu beziehen bei www.energieforschung.ch