

Jahresbericht 2002, 2. Dezember 2002

International Energy Agency (IEA)

Bioenergy Task 33:

Thermal Gasification

Autor und Koautoren	Ruedi Bühler
beauftragte Institution	Umwelt + Energie
Adresse	Dörflistrasse 7, 8933 Maschwanden
Telefon, E-mail, Internetadresse	Telefon 01 767 15 16, E-mail: rbuehler@mus.ch
BFE Projekt-/Vertrag-Nummer	Projekt 2461, Vertrag 50 140
Dauer des Projekts (von – bis)	1. Januar 2002 bis 31. Dezember 2002

ZUSAMMENFASSUNG

Ziel der Vertretung der Schweiz in der IEA Task 33 (thermische Vergasung von Biomasse) ist die Sicherstellung des Erfahrungs- und Informationsaustausches zwischen den Mitgliedsländern (7 EU Länder, USA, CH) sowie die Zusammenarbeit auf ausgewählten Gebieten.

Im Jahr 2001 ist das von der EU finanzierte Netzwerk «ThermoNet» gestartet und im Jahr 2002 weitergeführt worden. Es besteht aus den beiden Netzwerken PyNe (für die Pyrolyse) und GasNet (für die Biomassevergasung). In GasNet sind 12 EU-Länder und die Schweiz vertreten. Die Ziele von GasNet und IEA Task 33 sind weitgehend identisch. Einmal pro Jahr wird ein gemeinsames Meeting organisiert und werden gemeinsame Projekte bearbeitet.

Der Informationsaustausch wurde 2002 gewährleistet durch die Vertretung der Schweiz an folgenden Treffen:

- ThermoNet (GasNet + PyNe) Meeting vom 10. - 13. Januar 2002 in Graz
- IEA Gasification Meeting an der europäischen Biomassekonferenz vom 17. - 21. Juni 2002 in Amsterdam.
- Gemeinsames GasNet und IEA Gasification Meeting vom 2. - 3. Oktober 2002 in Strassburg

Unter Leitung des Schweizerischen IEA-Delegierten wurde die gemeinsame IEA/GasNet-Aktivität «Health & Safety» gestartet. Ziel dieser Aktivität ist eine europäische Leitlinie «Safe Biomass Gasifier Installation with Engine Application up to 1 MW_{el}». Zu diesem Thema wurde am 3. Oktober 2002 am Meeting in Strassburg ein Workshop durchgeführt.

Gemeinsam von GasNet und IEA Gasification wird ein periodisch revidierter Statusbericht herausgegeben, in welchem von jedem beteiligten Land über den Stand der Biomasse-Vergasung berichtet wird. Die letzte Version datiert vom September 2002 und enthält Berichte von 16 Ländern [1].

GasNet gibt zweimal jährlich einen Newsletter heraus. Ein Probexemplar kann beim Berichtersteller bezogen oder über [6] bestellt werden.

Eine detaillierte Beschreibung der beiden Netzwerke ist auf den entsprechenden Internetseiten zu finden [5],[6].

Projektziele

IEA Bioenergy Task 33 baut auf den Aktivitäten der früheren Perioden auf mit den folgenden Zielen: Informationsaustausch, Förderung und Koordination im Bereich Forschung, Entwicklung und Demonstration der Biomassevergasung. Die Mitarbeit der Schweiz in Task 33 hat dabei folgende Ziele:

- Präsentation der in der Schweiz durchgeführten Arbeiten im Bereich Biomassevergasung
- Kenntnis über den Stand der Aktivitäten in den Mitgliedstaaten
- Weitergabe der Informationen an die Interessenten in der Schweiz
- Einbringen der Interessen der Schweiz in die Zielsetzung und Aufgabenstellung von Task 33
- Erarbeiten eines Statusreports über die Biomassevergasung in den Mitgliedländern.

Im Jahr 2001 ist das von der EU finanzierte Netzwerk «ThermoNet» gestartet und wurde im Jahr 2002 weitergeführt. Es besteht aus den beiden Teil PyNe (für die Pyrolyse) und GasNet (für die Biomassevergasung). Die Ziele dieses Doppelnetzwerkes sind:

- Informations- und Ideenaustausch im Bereich Pyrolyse und Vergasung von Biomasse
- Beratungsgruppe für die Europäische Kommission bezüglich Vergasung und Pyrolyse
- Weitergabe der Informationen an die Interessenten in der Schweiz
- Unterstützung für einen schnellere und erfolgreiche kommerzielle Einführung der Biomassevergasung
- Erarbeiten eines Statusreports über die Biomassevergasung in den Mitgliedländern.

Die Ziele und Arbeitsmethoden von GasNet sind weitgehend identisch mit IEA Task 33 mit folgenden Unterschieden:

- In ThermoNet sind alle Mitgliedländern der EU vertreten (in GasNet die meisten).
- Die Mitglieder von IEA Task 33 werden von den Mitgliedländern ernannt und vertreten die Interessen ihres Landes.
- Die Mitglieder von GasNet wurden vom Koordinator (H. Knoef, BTG, NL) um Mitarbeit angefragt. Vor allem die zahlreichen Industrievertreter bringen dabei die spezifischen Interessen ihrer Firma ein.

Der Berichterstatter nimmt (soweit dies im Rahmen des bestehenden Mandates möglich ist) als Vertreter der Schweiz im GasNet teil.

Durchgeführte Arbeiten

- Vorbereitung und Teilnahme am ThermoNet (GasNet + PyNe) Meeting vom 10. - 13. Januar 2002 in Graz.
- Vorbereitung und Teilnahme am IEA Gasification Meeting an der europäischen Biomassekonferenz vom 17. - 21. Juni 2002 in Amsterdam.
- Vorbereitung und Teilnahme am gemeinsamen GasNet und IEA Gasification Meeting vom 2. - 3. Oktober 2002 in Strassburg.
- Information der schweizerischen «Infogruppe Vergasung» (gemäss Adressliste des Berichterstatters) über die Aktivitäten von IEA Task 33 und GasNet.
- Information von ausländischen Interessenten über die Vergasungsaktivitäten in der Schweiz.
- Aufbau der gemeinsamen IEA/GasNet Aktivität «Health & Safety».
- Organisation und Durchführung des Workshops über «Health & Safety am 3. Oktober 2002 in Strassburg.
- Mitarbeit am Statusbericht Vergasung [1].
- GasNet gibt zweimal jährlich einen Newsletter heraus (siehe unter [6]).

Erreichte Ergebnisse

ThermoNet Meeting vom 10. - 13. Januar 2002 in Graz

An diesem Meeting wurden die Aktivitäten (Topics) festgelegt, welche im Rahmen von GasNet bearbeitet werden sollen. Die wichtigsten sind:

- Austausch von Betriebserfahrungen mit Demonstrationsanlagen (Leitung H. Hofbauer, AT). An den GasNet Meetings soll möglichst offen über Probleme und Lösungen informiert und diskutiert werden. Als erstes Thema wurde das Thema Gasreinigung und Gaskühlung gewählt, welches am Workshop in Strassburg (siehe unten) behandelt werden soll.
- Legislation (Leitung E. Scoditti, IT). In dieser Aktivität sollen die für den Bau und Betrieb von Vergasungsanlagen relevanten Vorschriften in den europäischen Ländern gesammelt und in einer Übersicht dargestellt werden. Die Vorschriften über Health & Safety werden in der separaten Aktivität behandelt (siehe nachstehend).
- Health & Safety (Leitung R. Bühler, CH). Ziel dieser Aktivität ist eine europäische Leitlinie «Safe Biomass Gasifier Installation with Engine Application up to 1 MW_{el}». Diese Aktivität soll gemeinsam mit IEA gasification bearbeitet werden. Sie ist in einem separaten Abschnitt beschrieben.
- Country Reports (Leitung K. Kwant, NL). Der bestehende Statusbericht von IEA Gasification soll mit den EU Ländern ergänzt werden, welche nicht Mitglieder der IEA Aktivität sind.

Eine detaillierte Beschreibung der Topics findet sich in [6].

Am Meeting wurden Empfehlungen diskutiert und beschlossen, welche an die Europäische Kommission weitergeleitet werden sollen.

Exkursionen:

- Güssing Vergaser: P+D Anlage mit 10 MW_{th}, FICB Vergaser, welcher an der Technischen Universität von Wien (H. Hofbauer) entwickelt wurde.
- Norske Skog: Grosse Papierfabrik in Bruck, welche eine der ersten Wirbelschichtanlagen zur Verbrennung von Biomass betreibt.
- Techn. Universität Graz: Besichtigung des 30 kW_{el} Doppelfeuervergasers, basierend auf dem AHT-Vergaser.

IEA Gasification Meeting vom 19. Juni 2002 an der Biomassekonferenz in Amsterdam

Dieses abgekürzte Meeting diente vor allem dazu, Informationen über den Stand in den einzelnen Ländern auszutauschen und über den Stand der Teilaktivitäten zu berichten. Siehe auch unter [5].

IEA / GasNet Meeting vom 2. - 3. Oktober 2002 in Strassburg

Die drei Hauptthemen dieses Meetings waren:

- Statusberichte der Länder [1]
- Workshop Gasreinigung und Gaskühlung bei bestehenden Demonstrationsanlagen
- Workshop Health & Safety

Workshop Gasreinigung und Gaskühlung

Nachstehend sind aus der Sicht des Berichterstatters einige Informationen zusammengefasst (Details siehe unter [5]):

- Bei Wirbelschicht-Vergasern, welche unter Druck arbeiten und deren Gas anschliessend in einer Gasturbine genutzt wird, ist eine Heissgasreinigung zur Abscheidung der Partikel erforderlich. Eine Teerabscheidung ist nicht nötig, da das Gas nicht unter den Taupunkt der Teere abgekühlt wird.

Die Heissgasreinigung wurde in der Demonstrationsanlage in Värnamo über lange Betriebszeiten eingesetzt [2]. Die ursprünglich eingesetzten Keramikfilter erzielten wohl einen hohen Abscheidegrad. Da sie aber immer wieder brachen, wurden sie durch Filterkerzen aus Sintermetall ersetzt, mit welchen der gleich hohe Abscheidegrad erreicht werden konnte wie mit den Keramikfiltern. Während der ganzen Betriebszeit traten keine Risse und Brüche auf.

- Das Gas aus Wirbelschicht-Vergasern, welche im Bereich des atmosphärischen Druckes arbeiten, müssen vor einem Einsatz in Motoren oder Turbinen gekühlt werden und erfordern eine

Abscheidung von Teeren und Partikeln. Da die Teergehalte im Rohgas sehr hoch sind, wird dieser in einem ersten Schritt mittels Katalysatoren reduziert (z.B. Ni, Dolomit, Olivin). Dies allein genügt aber meist nicht, so dass für die weitere Abscheidung von Teer sowie von Partikeln die gleichen Techniken eingesetzt werden wie für Gase aus Festbett-Vergasern, welche in Verbrennungsmotoren eingesetzt werden.

- Bei mehreren Demonstrationsanlagen wird von Problemen mit dem Heissgaskühler (erster Wärmetauscher nach dem Vergaser) berichtet. Bei genügend hoher Temperatur können Teerablagerungen vermieden werden. Die Ablagerung von Partikeln kann aber kaum vermieden werden. Für einen kontinuierlichen Betrieb erfordert dies eine automatische periodische Abreinigung.
- Zur Abscheidung von Teer und von Partikeln werden in mehreren Anlagen Nasselektrofilter mit Erfolg eingesetzt.
- Bei der nassen Gasreinigung wird zur Abscheidung von Teer statt Wasser teilweise ein organisches Lösungsmittel eingesetzt (z.B. Dieselöl). Das verschmutzte Lösungsmittel kann dann in geeigneten Anlagen verbrannt werden.

Aktivität Health & Safety

Die Vorschriften bezüglich Health & Safety (vor allem die Vorschriften zum Explosionsschutz) haben einen grossen Einfluss auf die Investitions- und Betriebskosten von Vergasungsanlagen. Damit ein Lieferant einer Vergasungsanlage ein zuverlässiges Angebot machen kann, muss er wissen, was für Sicherheitsmassnahmen getroffen werden müssen.

Bei grossen Anlagen ist für jede Anlage eine eigene Risikoanalyse erforderlich. Für Anlagen im Bereich bis ca. 1 MW_{el} ist der dafür erforderliche Aufwand aber zu gross.

Im Moment herrscht grosse Unsicherheit über die bei Vergasungsanlagen geforderten Sicherheitsmassnahmen. Sie sind sehr abhängig vom beurteilenden Sicherheitsexperten.

Ziel der Aktivität Health & Safety ist eine für die europäischen Länder geltende Leitlinie «Safe Biomass Gasifier Installation with Engine Application up to 1 MW_{el}».

Bisherige Aktivitäten:

- Beizug von Sicherheitsexperten welche bereit sind, die Sicherheitsprobleme von Vergasungsanlagen zu analysieren.
- Durchführung des Workshops Health & Safety vom 3. Oktober 2002 am IEA / GasNet Meeting in Strassburg. An diesem Meeting haben die Sicherheitsexperten ihre Sicht der Situation dargestellt und es wurde diskutiert, wie das Ziel «Leitlinie» erreicht werden kann.
- Aufbau einer Arbeitsgruppe unter Leitung des Schweizerischen IEA-/GasNet-Delegierten, bestehend aus Vergasungsfachleuten und Sicherheitsexperten.

Weiteres Vorgehen

- Wichtige Grundlage für eine explosionsschutz-technische Beurteilung von Holzvergasungsanlagen sind Kenngrössen wie z.B. untere Explosionsgrenze, obere Explosionsgrenze etc. In einem ersten Schritt sollen diese Daten – soweit sie vorhanden sind – gesammelt und den Sicherheitsexperten zugänglich gemacht werden.
- Falls wichtige Daten fehlen, sollen diese in Versuchen ermittelt werden.
- Basierend auf einer bestehenden HAZOP-Studie (HAZard and OPerability analysis: Systematische Methode zur Ermittlung der Ursachen und Folgen von Störungen in Prozessinstallationen) einer Vergasungsanlage soll der Aufbau und die Systematik eine zukünftigen Leitlinie festgelegt werden.

Stand der Vergasung in Europa

In der technischen Entwicklung der Biomassevergasung sind wichtige Fortschritte erzielt worden. Kommerziell erfolgreich waren bis heute aber nur Anlagen, wo das Gas zur Erzeugung von Wärme verbrannt wird und vorher nicht gereinigt werden muss. Beispiele einer solchen Anwendung sind die Bioneer Festbett-Gegenstromvergaser und der Wirbelschicht-Vergaser (60 MW_{th}) in Lahti,

Finnland. In der Anlage Lahti wird das Gas in der Kohle-Wirbelschichtfeuerung eines Heizkraftwerkes verbrannt.

Der kommerzielle Erfolg der Stromproduktion mittels Biomassevergasung ist aber – soweit dies dem Berichtersteller bekannt ist – bis heute ausgeblieben.

Wirbelschichtanlagen zur Stromerzeugung

Tabelle 1 zeigt die europäischen Projekte mit Wirbelschicht-Vergasern, mit welchen Strom mittels Gasmotor oder Gasturbine erzeugt wird.

Bei der Anlage Värnamo wurden mehrere technische Modifikationen vorgenommen, mit denen ein technisch erfolgreicher Betrieb erreicht werden konnte. Aus wirtschaftlichen Gründen wurde die Anlage aber stillgelegt.

Die Anlage in Arbre durchlief seit 2001 verschiedene Phasen der Inbetriebsetzung. Nachdem die Anlage aus unbekanntem Gründen an einen neuen Besitzer (EPRI) verkauft wurde, hat dieser die Anlage während der Inbetriebsetzung stillgelegt.

Nachdem die Europäische Kommission der Bioelettrica Anlage die finanzielle Unterstützung entzogen hat, wird dieses Projekt wahrscheinlich gestoppt.

Die einzige Wirbelschichtanlage, mit welcher Strom erzeugt wird, ist die von der Technischen Universität Wien entwickelte Anlage in Güssing. Abgesehen von einzelnen Startschwierigkeiten läuft die Anlage im Moment problemlos. Ein zweijähriger Demonstrationsbetrieb ist finanziell gesichert. Während dieser Zeit wird sich zeigen, ob ein erfolgreicher Dauerbetrieb unter kommerziellen Bedingungen möglich ist.

Ort der Anlage	Anlage	Kapazität MWe	Status
Värnamo, Schweden	Zirkulierende Wirbelschicht, Druckvergaser, Heissgasreinigung	7	Technisch erfolgreich, aus kommerziellen Gründen aber stillgelegt.
Arbre, Yorkshire, UK	Zirkulierende Wirbelschicht, atmosphärisch, TPS Technologie	9	Während der Inbetriebsetzung vom neuen Besitzer stillgelegt
Güssing, Österreich	Fast internal circulating fluidized bed	3	In Betrieb seit Januar 2002, Jenbacher Gasmotor
Bioelettrica, Italien	Vorgesehen: Zirkulierende Wirbelschicht, Druckvergaser zuerst Lurgi dann Carbona System vorgesehen	8	Während der Projektierung hat die EC die finanzielle Unterstützung eingestellt.

Tabelle 1: Wirbelschichtanlagen zur Stromerzeugung

Festbettvergaser zur Stromerzeugung

Eine grosse Zahl von Festbett-Vergasern ist in Entwicklung oder als Pilotanlage in Betrieb. Wohl hört der Berichtersteller immer wieder von erfolgreichen kommerziellen Anwendungen, welche angeblich im Dauerbetrieb gefahren werden. Wirklich gesicherte Daten sind aber kaum erhältlich. Der einzige Gleichstromvergaser, welcher seit Jahren im Tagesbetrieb von einem Bauern gefahren wird und hohe Betriebsstunden erreicht hat, ist offenbar der Vergaser in Londonderry, Nordirland. Tabelle 2 gibt einen Überblick über die im IEA / GasNet Statusreport beschriebenen Anlagen [1]. Die Angaben in der Spalte «Status» erfolgen ohne Gewähr.

Ort	System, Lieferant	Leistung MWe	Status
Høgild, Dänemark	Martezo, Gleichstrom, mit Mercedes Gasmotor	0.13	Anlage und Gasreinigung mehrmals umgebaut
Harboøre, Dänemark	Babcock & Wilcox, Vølund Gegenstromvergaser; seit 2000 mit Gasreinigung und 2 Jenbacher Motoren	1.5	Seit 2000: 3000 Stunden Stromproduktion, Motorwirkungsgrad 36%
Gazel, Belgien	Xylowatt sa, Gleichstromvergaser und Zündstrahlmotor	0.15	In Betrieb seit Sept. 2000
Regal, Belgien	Xylowatt sa, Gleichstromvergaser und Zündstrahlmotor	0.3	Kontinuierlicher Betrieb ab November 2002
Viking gasifier, DTU, Dänemark	2-stufiger Vergaser, entwickelt von DTU, vorgesehen für Langzeitversuche	0.017	In Betrieb seit Juni 2002
Eckenförde, EVN, Domsland, Deutschland	Gleichstromvergaser basierend auf AHT Technologie	0.18	Betriebsaufnahme 2001, Weiterentwicklung des Vergasers geplant
Siebenlehn, Deutschland	Gleichstromvergaser Procone	3	Nach Konkurs von Babcock Borsig stillgelegt
UET, Freiberg, Deutschland	Carbo V Verfahren	0.25	1000 h Dauerbetrieb, Kompakteinheit im Bau
Österreich	Grübl, Holzvergaser	0.05	Mehrere Anlagen auf Bauernhöfen in Betrieb
Londonderry, Nordirland, UK	Gleichstromvergaser	0.1	Tagesbetrieb, 15'000 Betriebsstunden
Blackwater Valley Museum, Nordirland	Gleichstromvergaser	0.2	Kontinuierlicher Betrieb, 1'000 Betriebsstunden
Spiez, Schweiz	Pyroforce Vergaser, Doppelfeuervergaser	0.2	In Betrieb seit 2001 Mehr als 1'500 Betriebsstunden mit Motor
Bulle, Schweiz	Xylowatt,, Open Top Vergaser	0.2	In Betrieb seit Juni 2002 600 Betriebsstunden mit Motor

Tabelle 2: Festbettvergaser zur Stromerzeugung

Beurteilung

- Wirbelschicht-Vergaser arbeiten zuverlässig und werden kommerziell erfolgreich eingesetzt, falls für die Verwendung des Gases keine Reinigung erforderlich ist. Von den verschiedenen Systemen scheint das in Värnamo eingesetzte Anlagekonzept (inkl. Gasreinigung) technisch nun ausgereift zu sein [2]. Die Betriebskosten sind aber bei den heutigen tiefen Energiepreisen (tiefer Strompreis in Schweden) zu hoch. Ob eine solche Anlage unter besseren kommerziellen

Rahmenbedingungen (z.B. Strompreise in Deutschland) kommerziell erfolgreich betrieben werden könnte, ist offen.

- Bei den anderen Wirbelschichtsystemen ist die technische Reife von kommerziellen Anlagen zu Stromerzeugung noch nicht nachgewiesen. Falls dies gelingen wird, so sind (abhängig von den kommerziellen Rahmenbedingungen) die gleichen wirtschaftlichen Herausforderungen zu erwarten wie bei der Anlage Värnamo.
- Nach langjährigen Weiterentwicklungen scheint es, dass beim Vølund Gegenstromvergaser das Problem der Teerabscheidung und vor allem die Aufbereitung des dabei anfallenden Waschwassers (mit sehr hohem Teergehalt) gelöst ist [3], [4]. Wieweit die Anlage kommerziell eingesetzt werden kann, ist offen.
- Einige der vielen Typen von Gleichstromvergasern können mit geeignetem Brennstoffsortiment ein relativ teer- und partikelarmes Gas produzieren. Eine Gasreinigung ist aber immer erforderlich. Hier liegt die grosse Herausforderung: Eine technisch zuverlässige Gasreinigung zu entwickeln, mit welcher mit geringen Investitions- und Betriebskosten eine für die motorische Nutzung geeignete Gasqualität erreicht wird. Teure technische Lösungen sind wohl möglich, verunmöglichen aber bis jetzt den erfolgreichen kommerziellen Einsatz.
- Die schwierigen kommerziellen Rahmenbedingungen (tiefe Energiepreise) haben bisher den kommerziellen Erfolg der Stromerzeugung mittels Biomasse-Vergasung verhindert. Wenn sich die kommerziellen Rahmenbedingungen nicht ändern, wird dies auch in Zukunft (vor allem in naher Zukunft, welche für das Überleben vieler Vergaserhersteller entscheidend ist) der Fall sein.

Nationale Zusammenarbeit

- Die in IEA Task 33 und in GasNet gesammelten Informationen werden über E-mail laufend an die Infogruppe Vergasung weitergeleitet.
- Erfahrungsaustausch mit Herstellern von Vergasungsanlagen in der Schweiz

Internationale Zusammenarbeit

Mitglieder der IEA Task 33

- | | |
|--------------------------------|-------------------------------|
| – USA (S. Babu, R. Bain) | – Schweden (E. Rensfelt) |
| – Italien (E. Scoditti) | – Grossbritannien (N. Barker) |
| – Dänemark (H.F. Christiansen) | – Österreich (H. Hofbauer) |
| – Finnland (E. Kurkela) | – EC (K. Maniatis) |
| – Niederlande (K. Kwant) | – Schweiz (R. Bühler) |

Mitglieder von GasNet:

- | | |
|--------------------------------------|--|
| – Italien (P. Barbucci, E. Scoditti) | – Dänemark (U. Henriksen) |
| – Schweiz (R. Bühler) | – Belgien (J. Martin) |
| – Finnland (E. Kurkela) | – Schweden (E. Rensfelt, K. Sjorstrom, K. Stahl) |
| – Österreich (H. Hofbauer) | – Niederlande (K. Kwant, H. Knoef) |
| – Griechenland (J. Gavriilides) | – Grossbritannien (P. Fardy, R. McLellan, M. Walker) |
| – Frankreich (P. Girard) | – Irland (K. Healion) |
| – Deutschland (C. Greil, E. Oettel) | – Portugal (I. Gulyurtlu) |

Bewertung 2002 und Ausblick 2003

Bis heute konnten die hohen Erwartungen (unter anderem der Europäischen Kommission), welche in die Stromerzeugung mit Biomassevergasung gesetzt wurden, nicht erfüllt werden. Es wird daher zunehmend schwieriger, finanzielle Mittel für die Weiterentwicklung zu erhalten. Es gibt nun

Tendenzen, welche die Lösung in der Produktion von Pyrolyseöl (mittels Pyrolyse) sehen (siehe Jahresbericht von IEA Task 32 Verbrennung). Diese Technik ist aber weniger ausgereift und wird kommerziell wahrscheinlich noch weniger attraktiv sein als die Vergasung. Weil dies im Moment aber noch nicht bestätigt ist besteht die Gefahr, dass die finanziellen Mittel von der Vergasung abgezogen und für die Pyrolysetechnik eingesetzt werden.

Referenzen

- [1] K. Kwant, H. Knoef (Herausgeber): **Status of Gasification in countries participating in the IEA and GasNet activity**, September 2002. Bezug: www.gastechnology.org/pub/iea/
- [2] Krister Ståhl: **Värnamo Demonstration Plant, The Demonstration Programme 1996-2000**, Sydkraft, March 2001.
- [3] Bjorn Teislev, Babcock & Wilcox Volund R&D Centre: **Wood-Chips Gasifier Combined Heat and Power**, Juli 2002, Bezug: www.gastechnology.org/pub/iea/
- [4] Bjorn Teislev, Babcock & Wilcox Volund: **A Status Report on the Babcock Volund Biomass Gasification Project**, Juni 2002, Bezug: www.gastechnology.org/pub/iea/
- [5] **Internetseite der IEA Task 33**: www.gastechnology.org/pub/iea/ Beschreibung von Task 33, Protokolle der Meetings, Download von Publikationen
- [6] **Internetseite von GasNet**: www.gasnet.uk.net Beschreibung von GasNet, Beschreibung der Topics, Download von Publikationen