



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Energie BFE

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA)

BIOENERGY TASK 32:

BIOMASS COMBUSTION AND COFIRING

Jahresbericht 2011

Autor	Prof. Dr. Thomas Nussbaumer
beauftragte Institution	Verenum
Adresse	Langmauerstrasse 109, 8006 Zürich
Telefon	Telefon: 044 377 70 70 (Zentrale) 044 377 70 71 (direkt)
E-mail	E-mail: thomas.nussbaumer@verenum.ch
Internetadresse	Internet: www.verenum.ch
BFE Projekt-/Vertrag-Nummer	Projekt-Nr.: SI/500062, Vertrags-Nr.: SI/500062-02
BFE-Projektleiterin	Dr. Sandra Hermle
Dauer des Projekts (von – bis)	1. Januar 2011 bis 31. Dezember 2011
Datum	2.12.11

ZUSAMMENFASSUNG

Die IEA Bioenergy Task 32 setzt sich für die energetische Nutzung von Biomasse ein und befasst sich mit der Technik der Verbrennung sowie mit ökonomischen und nicht-technischen Fragen zur Biomassenutzung. Dazu erfolgen ein Erfahrungsaustausch unter den Mitgliedsstaaten sowie eine Zusammenarbeit zu ausgewählten Themen. Das Berichtsjahr entspricht der mittleren Phase des IEA Trienniums 2010 bis 2013 unter Leitung von Jaap Koppejan (NL). Die Arbeitsschwerpunkte sind Small-scale combustion, Aerosole, Torrefaction, Co-firing, Combined heat and power, Pellets, Ash utilization sowie als neuer Aspekt das Thema Sicherheit.

Im Berichtsjahr wurden im Frühling je ein Workshop über Aerosole und Torrefaction (Torrefizierung, Rösten) in Graz anlässlich der Central European Biomass Conference organisiert. Zudem wurden im Herbst ein Workshop über Small scale biomass combustion und ein IEA-Meeting in Irland organisiert. Daneben wurde bei der European Biomass Conference im Scientific Committee mitgewirkt. Aus Österreich wurde ein Statusreport über Staubaabscheider bei kleinen Holzfeuerungen zusammengestellt, der in Kürze abgeschlossen wird. Von SP Sweden wird derzeit ein Bericht über Sicherheitsaspekte wie Silobrände und CO in Silos verfasst. Von Holland ist ein Bericht über Asche in Bearbeitung. Informationen sind auf der Homepage www.ieabioenergyltask32.com verfügbar. Die Schweiz trug im Berichtsjahr mit folgenden Aktivitäten zur Task 32 bei:

- Teilnahme an den Meetings in Graz und Irland mit Vorträgen über die Aktivitäten in der Schweiz.
- Vortrag am Aerosol-Workshop in Graz über Auslegungsgrundlagen für Elektroabscheider.
- Mit-Organisation der BAU-Feinstaub-Tagung 2011 mit Input und Referenten vom IEA-Aerosol-Workshop.
- Vortrag am Workshop in Irland über Health effects from biomass combustion.
- Vertretung der Schweiz im Scientific Committee der 19th European Biomass Conference.
- Beitrag zur Studie über den Stand der Technik von Feinstaubabscheidern für kleine Feuerungen.

Im März 2012 findet ein Meeting zu Torrefaction in Kopenhagen statt sowie im Juni 2012 ein Meeting mit voraussichtlich einem Workshop in Milano anlässlich der 20th European Biomass Conference.

1 Projektziele

Ziel der IEA Bioenergy Task 32 ist die Förderung des vermehrten Einsatzes von Biomasse in Verbrennungsanlagen zur Energienutzung und Substitution fossiler Energieträger. Dazu sollen Schwachstellen der heutigen Versorgung identifiziert und in internationaler Zusammenarbeit an deren Lösung gearbeitet werden. Im Weiteren sollen die Potenziale der zur Biomasseverbrennung an geeigneten Sortimenten abgeschätzt und so ein sinnvoller Ausbau der Biomasse unterstützt werden.

Die IEA sichert dazu einen Erfahrungsaustausch über Methoden und Verfahren zur Verbesserung der Effizienz und Umweltverträglichkeit von Anlagen zur Biomasseverbrennung. Die Mitarbeit der Schweiz stellt die Vertretung der nationalen Interessen in der IEA sicher und wirkt bei der Festlegung der Arbeitsschwerpunkte mit. Dazu werden die schweizerischen Aktivitäten und Forschungsresultate im internationalen Raum vermittelt, Firmen aus der Schweiz bekannt gemacht. Im Gegenzug wird die Branche in der Schweiz über internationale Aktivitäten und den internationalen Stand der Technik informiert, was hauptsächlich anlässlich von nationalen Tagungen sowie dem Einsatz in Fachgremien sichergestellt wird.

2 Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

2.1 IEA Aktivitäten

- Von SP Sweden wurde eine erste Bestandesaufnahme zu **Sicherheitsaspekte** am Workshop in Irland vorgestellt. Die wichtigsten Gefahren sind Brände allgemeiner Art sowie im Besonderen durch Selbstentzündung sowie die Vergiftungsgefahr durch Kohlenmonoxid aus Holzpellets. Im Zusammenhang mit den Bränden in Gross-Silos sind auch die Techniken zum Löschen entscheidend, wozu noch Erfahrungen gesammelt werden müssen. Löschen mit Wasser ist kritisch und kann die Oxidation verstärken und durch Quellen von Pellets die Silos zerstören. Als sichere Massnahme gilt das Inertisieren, wozu die Silos entsprechend vorbereitet sein müssen. Außerdem sollen Massnahmen zur raschen Not-Entleerung auf einen sicheren Platz vorgesehen werden. Während Selbstentzündung vor allem in grossen Silos kritisch ist, kann CO auch in kleinen Lagern gefährlich sein, wie aus einzelnen Unfällen bekannt ist. Über die Arbeiten zur Sicherheit liegt noch kein Bericht vor, dies ist aber innert diesem Triennium vorgesehen. Detaillierte Informationen sind auf der IEA Homepage zum Workshop in Irland 2011 verfügbar.
- Von Österreich wurde ein Bericht über den **Stand der Technik kleiner Staubabscheider** für Holzfeuerungen bis 50 kW erarbeitet. Der Entwurf wurde im Berichtsjahr zur Vernehmlassung abgegeben und wird auf Ende 2011 fertig gestellt. Wie aus anderen Untersuchungen bekannt und am IEA-Workshop in Graz sowie an der BAFU-Feinstaub-Tagung in Bern gezeigt, ist der Stand der Technik der Staubabscheider für Kleinfelderungen widersprüchlich. Resultate von Praxiserhebungen mit Klein-Elektroabscheidern und einfachen Wäschern in Deutschland und Skandinavien sind grossteils wenig erfolgsversprechend. Einerseits sind die Abscheidegrade teilweise sehr gering und andererseits treten im Praxiseinsatz zum Teil erhebliche Nebeneffekte auf. Dazu zählen Lärm, die Notwendigkeit der manuellen Reinigung, die rasche Zerstörung von SprühElektroden und vieles mehr. Daneben liegen auch einzelne positive Erfahrungen vor, allerdings meist nicht von Praxiserhebungen. Sehr bescheidene Abscheidewirkungen werden auch von einfachen Wäschern und von Katalysatoren im Kaminrohr berichtet. Im Bericht wird deshalb gefordert, dass die Zuverlässigkeit der Systeme verbessert werden muss und – obwohl keine Verbesserungsansätze aufgezeigt werden – gefolgert, dass bis in fünf Jahren mit einer Verbreitung von Kleinelektroabscheidern gerechnet wird. Der Bericht liegt in der Entwurfsfassung vor, die definitive Fassung wird Kürze erwartet und auf der IEA Homepage aufgeschaltet.
- Unter der Leitung von Holland wird derzeit eine Studie erarbeitet über **Aschen aus der Biomasseverbrennung**. Zu dieser Studie liegt noch keine Dokumentation vor, es ist aber im laufenden Triennium ein Bericht zu erwarten.

2.2 Workshop zu Aerosols from Biomass Combustion in Graz

Der IEA-Workshop über Aerosole war mit rund 100 Teilnehmern besucht. Inhaltlich wurden die gross-teils bekannten Arbeiten aus Österreich, Finnland, Schweden, Deutschland und der Schweiz vorgestellt. Neu wurde von Praxiserhebungen an Klein-Elektroabscheidern in Deutschland und Dänemark ein schlechtes (D) oder gar sehr schlechtes (Dk) Urteil über diese Geräte abgegeben.

2.2.1 Low-dust technologies

Jorma Jokiniemi: The effect of gasification-combustion technology on emissions

In Finnland wurde das Prinzip der Vergasung und anschliessenden Verbrennung an einem Pelletkessel und an einer 7 MW-Rostfeuerung untersucht. Die Arbeit bestätigt die Aussagen des im BfE-Projekt entwickelten Low-Particle-Konzepts, dass die Vergasung zwei Effekte bewirke, nämlich

1. eine tiefe Temperatur im Glutbett und damit ein reduzierter Transfer von Kalium in die Gasphase
2. eine reduzierende Atmosphäre, welche den Transfer in die Gasphase ebenfalls reduziert.

Der Aufbau der Technik wurde nur rudimentär gezeigt. In beiden Fällen konnten die Feinstaubemissionen deutlich reduziert werden. Die erzielten Werte sind beim Pelletkessel mit 2 mg/MJ Staub bei 6 mg/MJ CO so tief, dass Sekundärmassnahmen überflüssig werden. Allerdings wurde nicht aufgezeigt, wie die Ausführung konkret erfolgte.

Thomas Brunner, BIOS: Primary measures for low-dust combustion - relevant findings

Brunner beschrieb die bekannten Prinzipien zur Erzielung einer vollständigen Verbrennung, insbesondere die Optimierung der Zumischung der Sekundärluft, zur Erzielung eines vollständigen Ausbrands und damit der Reduktion von Russ. Zur Reduktion des Feinstaub aus Kalium wies er darauf hin, dass Si und Na den Transfer reduzierten und dass als Alternative zu einem Vergasungsbetrieb auch eine externe Kühlung des Glutbetts in Frage käme.

Linda S. Bäfver, SP Sweden: Reduction of particle emissions by using additives

Von Schweden wurde die bereits mehrfach vorgestellte Untersuchung zur Wirkung von Additiven bei der Zugabe zu Pellets präsentiert. Die Wirkung war in allen untersuchten Fällen sehr gering, weshalb ein Einsatz dieser Technik keinen Sinn macht. Dennoch wurde vorgeschlagen, anstelle der Additivzugabe zu den Pellets die direkte Einbindung der Additive in die Pellets zu untersuchen.

2.2.2 Small-scale precipitators

Ole Schleicher, FORCE Technology, Brøndby, Denmark: Evaluation of small-scale precipitators in Denmark - results of lab- / field tests

In Dänemark wurden drei Klein-Elektroabscheider (Rüegg, Spartherm, APP) sowie ein im Kamin eingeführter Katalysator (MoreCat) und eine zusätzlich angebrachte Tertiärluft-Einrichtung (Ecoxy-Afterburner) auf ihre Wirkung zur Feinstaubabscheidung und Reduktion organischer Verbindungen an bestehenden Holzöfen untersucht. Die Resultate erfüllten die in die Geräte zur Emissionsminderung gesteckten Erwartungen nicht und zeigten außerdem erhebliche Anwendungsprobleme. Insgesamt wurden folgende Erfahrungen gemacht:

Der Katalysator zeigte im Test keine Wirkung auf die Emissionen.

Von den Elektroabscheidern wurden Abscheidegrade gefunden, die mit 10% bis 60% sehr gering waren. Am schlechtesten schneidet der Abscheider „Zumikron“ von Rüegg mit einer dokumentierten Wirkung von rund 10% ab. Alle Elektroabscheider zeigten erhebliche Schwächen in der Praxisanwendung wie etwa eine massive Verteilung (die sehr schwierig abzureinigen ist und bei APP auftrat), die Notwendigkeit einer monatlichen Reinigung (was durch den Betreiber kaum möglich ist und durch den Kaminfeger die Kosten prohibitiv erhöht und insbesondere, aber nicht nur für Zumikron ausgeführt wurde) und zudem das Auftreten von Lärm (durch den Ventilator und/oder durch regelmässige Durchschläge bei allen Geräten). Der Lärm würde eine Aufstellung im Wohnbereich verunmöglichen, aller-

dings wurde die Lärmbelästigung auch bei der Montage auf dem Kamin oder im Keller als inakzeptabel bewertet, da der Lärm durch das Kaminrohr in das ganze Haus übertragen wird. Als besonders störend wurde der durch Durchschläge verursachte, plötzliche Lärm empfunden. Beim Rüegg Abscheider wurde ausserdem bemängelt, dass die Sprühelektrode eine Lebensdauer von kaum mehr als einem Monat erwarten lasse (sie war innert eines Monats auf einen Viertel der Ausgangslänge geschrumpft) und ein monatlicher Ersatz dem Betreiber kaum zumutbar sei. Bei dem auf dem Dach montierten Gerät trat Wasser in das Kamin und ins Gebäude ein, was grosse Folgeschäden nach sich brachte.

Trotz der geringen Wirkung der einzelnen Abscheider zeigten Messungen der Umgebungsluft neben einer mit Elektroabscheidern ausgerüsteten Häuserzeile einen klaren Unterschied beim Einschalten der Abscheider. Während der Feinstaub im Grössenbereich zwischen 80-100 nm signifikant reduziert wurde, stieg die Konzentration an Staub von 10-20 nm an. Dies wurde damit erklärt, dass organische Komponenten auf dem Staub im Abgas kondensieren und ein Partikelwachstum bewirken. Bei Abscheidung der Partikel würden die organischen Verbindungen dagegen direkt kondensieren und Partikel im Nuklei-Modus bilden. Diese Beobachtung ist im Widerspruch zur Aussage, dass die Abscheider nur sehr geringe Abscheidegrade erzielten, was nicht weiter kommentiert wurde.

Obwohl die Praxiserhebung nützliche Hinweise zum Alltagsbetrieb aufzeigt, wies die messtechnische Erfassung methodische Mängel auf, die eine verlässliche Auswertung und Interpretation in Frage stellen. So zeigten einzelne Messungen (insbesondere, aber nicht nur beim Gerät von Rüegg) teilweise negative Abscheidegrade mit bis zu doppelt so hohen Staubwerten im Reingas wie im Rohgas. Das Phänomen, dass eine konventionelle Staubmessung bei einfachen Elektroabscheidern problematisch sein kann (Agglomeration, Wirkung der Sonde als Niederschlagselektrode für die nach dem Abscheider geladenen Partikel) wurde bei den Messungen nicht beachtet, weshalb die Schlussfolgerungen nur teilweise vertrauenswürdig sind. Ebenso wurde die pauschale Schlussfolgerung gezogen, dass der Ersatz bestehender Feuerungen durch neue eine viel grössere Reduktion der Staubemissionen bewirke als die Nachrüstung mit Elektroabscheidern, obwohl dies nicht belegt werden konnte.

[Hans Hartmann, TFZ, Straubing, Germany: Electrostatic precipitators for small-scale wood combustion systems - results from lab- and field tests](#)

Am TFZ wurden insgesamt vier Elektroabscheider untersucht (Rüegg, APP, Spanner, TH Feinstaubkiller). Die Resultate sind differenzierter als diejenigen aus Dänemark, zeigen aber einen ähnlichen Trend, obwohl insbesondere beim Gerät von Spanner bei korrekter Anwendung auch befriedigende Abscheidegrade von 60% bis 80% gefunden wurden. Vereinzelt traten aber ebenfalls negative Abscheidegrade auf. In den Feldtests waren die Abscheidegrade oft gering und es traten diverse Praxisprobleme auf. Beim Produkt von Spanner wurde darauf hingewiesen, dass eine fehlerhafte Stellung der Bypassklappe zu einem negativen Abscheidegrad führen könne.

[Thomas Nussbaumer, Verenum, Switzerland: Characterisation of particles from wood combustion with respect to health relevance and electrostatic precipitation](#)

Aus der Schweiz wurden die Resultate aus drei Untersuchungen zusammengefasst.

Einleitend wurde auf die Relevanz der organischen Verbindungen hingewiesen und deren Fraktionierung anhand von Messungen der gasförmigen und der kondensierbaren Verbindungen aufgezeigt.

Im zweiten Teil wurden die Resultate der früheren BAFU-Untersuchung über die Gesundheitswirkung von Verbrennungsstäuben beschrieben. Darin wurde gezeigt, dass Salz aus guter Verbrennung von Holz eine geringe Toxizität aufweist, Dieselruss eine mindestens zehnmal grössere, Staub aus unvollständiger Verbrennung von Holz jedoch eine nochmals zehnmal grössere Toxizität erzielte.

Im dritten Teil wurden die Eigenschaften der Partikel in einem Elektroabscheider bewertet. Während Salz eine ideale Leitfähigkeit zur Abscheidung aufweist, führt Russ wegen zu geringer Leitfähigkeit zu

Wiedereintrag agglomerierter Partikel, Teer dagegen verursacht eine elektrisch isolierende Schicht, die zu Rücksprühen führt und zudem stark klebrig und schlecht abzureinigen ist.

2.2.3 Health effects

Volker Lenz, German Biomass Research Center, Leipzig: Development of a measurement method for health effects of PM-emissions from biomass combustion and evaluation of results achieved

Lenz stellte Messungen aus der Umgebungsluft in Augsburg vor und wies darauf hin, dass Kalium als guter Tracer für Biomasse-Rauch dienen kann, während das sonst verwendete Levoglucosan gemäss ihren Erfahrungen schlecht geeignet ist. Der in der Umgebung gefunden Gehalt an Feinstaub und polzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) korrelierte gemäss den Erhebungen mit den Holzheizungen in der Umgebung.

Thomas Brunner, Bioenergy 2020+ GmbH, Graz, Austria: Influence of combustion conditions on the genotoxic potential of fine particle emissions from small-scale wood combustion

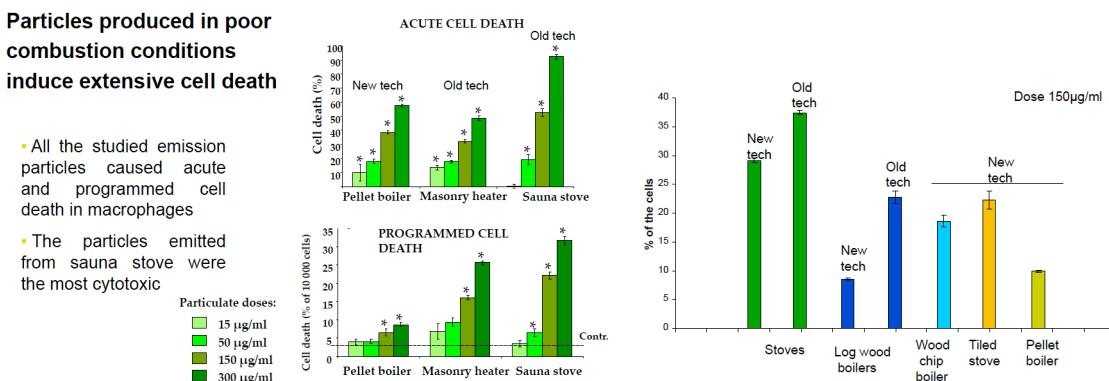
Von Brunner wurden die an zahlreichen Tagungen bereits vorgestellten Resultate eines grossen Verbundprojekts mit Finnland vorgestellt, in dem die Partikel von alten und neuen Feuerungen im Hinblick auf Gesundheitswirkungen untersucht wurden. Wie bereits an der EU-Konferenz wurde ausgeführt, dass Salze teils höhere Entzündungswirkung als organische belastete Partikel aufwiesen. Allerdings wird eine Interpretation der Daten teilweise dadurch in Frage gestellt, dass die Zellen wegen der hohen Toxizität abgestorben waren (die Analysen also mit unzulässig hoher Belastung durchgeführt worden waren) und somit eine Beurteilung der Entzündungswirkung nicht möglich ist.

Maija-Riitta Hirvonen, Department of Environmental Health, University of Eastern Finland: Health related toxicological effects of aerosols from small-scale biomass combustion systems

Aus Finnland wurden umfangreiche biologische Tests (Dosis orientierte Zelltests an Makrophagen und weitere) von verschiedenen Partikeln aus Holzfeuerungen vorgestellt und in allen Fällen deutliche Wirkungen nachgewiesen. Partikel aus unvollständiger Verbrennung bewirkten extensiven Zelltod.

Daneben wurde eine schwache, jedoch mit zunehmender Dosierung zunehmende Entzündungswirkung gefunden. Bei hoher Dosierung war die Entzündungswirkung teilweise jedoch viel geringer als bei mittlerer Dosierung. Allerdings waren bei diesen Versuchen die Zellen sehr rasch gestorben, weshalb die Bewertung der Entzündungswirkung nicht mehr aussagekräftig war (wie beim Referat Brunner als Kommentar erläutert, jedoch dort vom Referenten nicht präzise ausgeführt).

Im Projekt wurde unterschieden zwischen „neuer“ und „alter“ Technologie, was allerdings technisch nicht präzise konkretisiert und zudem statistisch nicht verlässlich unterschieden wurde.



Zusammenfassend wurde festgehalten, dass die Verbrennungspartikel nur ein geringes Potenzial zu Entzündungswirkungen aufweisen, jedoch toxisches und genotoxischen Potenzial haben. Eine Schlüsselrolle im Zusammenhang mit der Toxizität kommt dabei den PAK zu. Im weiteren wurde gefolgt, dass der Verbrennungs-Technologie eine entscheidende Rolle zukommt und schliesslich abgeleitet, dass die Gesundheitsbeeinträchtigung von Holzfeuerungen durch geeignete Feuerungstechniken drastisch reduziert werden kann. Bei den mündlichen Ausführungen wurde die am Workshop

von mehreren Referenten geäusserte pauschale Schlussfolgerung gezogen, dass der Ersatz bestehender durch neue Heizungen die grösste Wirkung zur Reduktion der Umweltschäden durch Holzfeuerungen erzielen würde. Diese Aussage konnte jedoch statistisch nicht belegt werden, da lediglich jeweils eine „alte“ und ein „neue“ Feuerung gleichen Typs untersucht worden war und weitere Informationen zur Betriebsweise fehlten.

2.3 Workshop zu Torrefaction in Graz

2.3.1 Einleitung

Der IEA-Workshop über Torrefaction (Torrefizierung, Rösten) stiess auf sehr grosses Interesse und wurde von über 200 Teilnehmern besucht. Er gab eine gute Übersicht über die bisherigen Grundlagen-Arbeiten aus den Niederlanden und über laufende Umsetzungen in ganz Europa, wenngleich die Ausführungen der Industrie oberflächlich blieben, da ein grosses Geschäft erwartet und Firmengeheimnisse gehütet werden.

Von Seite der IEA wird deutlich, dass die Torrefizierung ein riesiges Marktpotenzial aufweist, weil die Gesamtkosten zum Betrieb von Kohlekraftwerken mit „Biokohle“ deutlich geringer sind als mit unbehandelter Biomasse, das Potenzial an Biomasse vergrössert werden kann und der Energieverlust von rund 10% bis 20% durch die Einsparungen überkompensiert wird. Anwendungen für Kleinanlagen werden bis anhin kaum betrachtet.

2.3.2 Zusammenfassung

Aufgrund der verschiedenen Beiträge kann Torrefizierung oder Rösten als milde thermische Behandlung von Biomasse unter Sauerstoff-Ausschluss bei Temperaturen zwischen 240°C und 320°C bezeichnet werden, die vor allem zu einer Dehydrierung und Abgabe von Sauerstoff und damit zu einer Zunahme des Kohlenstoff-Anteils führt. Die Verweilzeit des Prozesses hängt von der Korngrösse ab. Es ist ein enges Korngrössenspektrum notwendig, damit ein einheitlicher Röstgrad erreicht wird. Das Produkt weist einen höheren Heizwert auf als das Ausgangsmaterial, ist biologisch stabil, aber gut brennbar und in Pulverform damit explosionsgefährlich. Torrefizierte Biomasse ist gut mahlbar und kann damit sehr gut als Kohle-Ersatz in Kraftwerken genutzt werden. Durch alleinige Torrefizierung bleiben jedoch Elemente wie Schwefel, Chlor und Alkalimetalle in der Biomasse erhalten, was die Anteile zur Zufeuерung dennoch begrenzen kann.

2.3.3 Beurteilung

Torrefizierte Biomasse ist als Ersatz-Brennstoff in Kohlekraftwerken geeignet. Die Herstellung (Technik und Aufwand) wurde anfänglich wohl eher unterschätzt, ist aber dennoch im Vergleich zu anderen Aufbereitungsverfahren voraussichtlich technisch sicher beherrschbar und kostengünstig handhabbar. Der Energieverlust durch die Torrefizierung kann typischerweise 10% bis 20% betragen und ist umso grösser, je höher die Anforderungen an die Produktqualität sind. Weil durch die Aufbereitung jedoch die Kosten und der Energieaufwand für die nachfolgenden Prozesse erheblich reduziert werden können, die Palette an Biomasse-Rohstoffen vergrössert werden kann und die Produkteigenschaften wesentlich homogener gestaltet werden können, ist davon auszugehen, dass sich die Torrefizierung zumindest für einzelne Anwendungsbereiche durchsetzen wird. Gemäss Abschätzungen aller Vertreter am Workshop (die jedoch eine Auswahl und kein gesamtheitliches Bild ergeben) sind die Gesamtkosten über die ganze Versorgungskette von der Biomasse bis zur Stromerzeugung in heutigen Kohlekraftwerken über die Torrefizierung deutlich geringer als über die direkte Nutzung von Biomasse. Aus diesem Grund ist damit zu rechnen, dass der Einsatz von torrefizierten Biomasse-Brennstoffen in Kohlekraftwerken einen Boom erleben wird. Bei einem Anstieg der Kohlepriise und/oder der CO₂-Steuern ist davon auszugehen, dass der Bedarf an torrefizierten Biomasse-Brennstoffen das Angebot an Biomasse in Europa bei weitem übersteigen wird und die Herstellung von torrefizierten Brennstoffen in biomassareichen Gegenden der Erde etabliert wird. Demgegenüber ist bis anhin nicht absehbar, dass torrefizierte Brennstoffe für rein biogene befeuerte Anlagen erhebliche Vorteile bieten

und sich insbesondere bei Kleinanlagen etablieren werden. Dies kann sich allerdings ändern, sobald bei Erschöpfung des europäischen Biomasse-Angebots auch mittlere und kleine Anlagen auf die Versorgung mit Biomasse aus Übersee angewiesen sind und sich dadurch die Aufbereitung zu einem energiereicherem Brennstoff lohnen wird. Im weiteren bestehen nebst der Torrefizierung weitere Verfahren zur Erhöhung der Energiedichte. Dazu gehört insbesondere die Herstellung von flüssigen Treibstoffen, die zwar höhere Aufbereitungsverluste aufweisen (eher 50% als 10% bis 20%) gleichzeitig jedoch breitere Nutzungsmöglichkeiten und höhere Anlagenwirkungsgrade erzielen könnten (zur Stromerzeugung über die Kombikraftwerkstechnik).

Für die Schweiz ohne Kohlekraftwerke ist nicht damit zu rechnen, dass sich die Torrefizierung in den nächsten Jahren in relevantem Mass etablieren wird. Die Technologie weist aber ein gewisses Potenzial auf zur Erschliessung von bis anhin nicht genutzten Biomasse-Sortimenten wie Rückständen aus der Landwirtschaft und der Nahrungsmittelindustrie. Dabei steht sie allerdings in Konkurrenz zu anderen Verfahren (Vergärung, Pyrolyse, Vergasung). Wenn sich torrefizierte Brennstoffe im europäischen Raum etablieren, wird ausserdem die Möglichkeit bestehen, dass diese aus Kostengründen auch in der Schweiz zur Anwendung kommen. In allen Fällen wird sich bei einer allfälligen Anwendung von torrefizierten Brennstoffen die Notwendigkeit zur Abklärung und Festlegung der gesetzlichen Rahmenbedingungen (LRV, TVA) und der in Frage kommenden Techniken ergeben.

2.4 Workshop zu Small Scale Biomass Combustion in Irland

Der Workshop in Irland diente in erster Linie dem Know how-Transfer von IEA-Experten an Industrie und Behörden in Irland.

Von Eric Smit (NL) wurde der Stand der **EU-Anstrengungen zu LOT 15** vorgestellt und darauf hingewiesen, dass für den Vollzug eine **Einigung bei der Staubmessung** erforderlich ist. Allerdings werden nach wie vor drei nicht kompatible Methoden diskutiert, nämlich:

1. Direct sampling on a heated filter (GER, AUT, B, DK) (Anmerkung: Auch Schweiz)
2. Sampling of diluted flue gas (Norway)
3. Sampling on an ESP (UK).

Bis im Jahr 2015 muss isch die CEN TC 295-WG5 auf eine Methode einigen.

Die WG5 hat ein zweistufiges Vorgehen vorgeschlagen:

1. Stufe: Basierend auf einer existierenden Methode.
2. Stufe: Neues Verfahren mit kontinuierlicher Messung, wie (Anzahl, Masse, Grösse) ist offen.
Die Einführung wird in 7 bis 12 Jahren erwartet.

Da offenbar keine Einigung zu einem heutigen Standard erzielt wird, werden zwei Methoden vorgeschlagen:

1. VDI-Feststoffmessung plus FID-Messung für OGC.
2. Vollstrom-Verdünnungstunnel mit Filtermessung.

Von Ingwald Obernberger (A) wurde die **Technik der Holzkessel** und von Hans Hartmann (D) die **Technik der Holzöfen** vorgestellt. Als einzige Neuigkeiten wurden aus Österreich zwei Pelletkessel mit den Nahmen „**Powercorn**“ (Guntamatic) und „**Agrofire**“ (Hargassner) beschrieben, die dank Bewegrost und grösserer Brennkammer auch Maiskörner oder Agropellets aus Stroh und ähnlichem verbrennen können. Auf die Problematik der höheren Emissionen an Feinstaub und Stickoxiden aus diesen Brennstoffen sowie der zumindest teilweisen Konkurrenzierung zur Nahrung wurde nicht eingegangen.

Thomas Nussbaumer (CH) gab eine **Einführung über Gesundheitseffekte** von Feinstaub aus Holzfeuerungen und zitierte dabei nebst eigenen Untersuchungen auch die im Workshop in Graz von Finnland vorgestellten Resultate.

Alle Präsentationen sind auf der IEA-Homepage als Download verfügbar.

3 Nationale Zusammenarbeit

Zum Austausch der Aktivitäten besteht in der Schweiz eine Zusammenarbeit mit:

- Bundesamt für Energie
- Bundesamt für Umwelt
- Kommission zur Förderung der Technischen Innovation (KTI)
- Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit (DEZA)
- AWEL Kanton Zürich
- ETH Zürich
- EMPA Dübendorf
- Paul Scherer Institut Villigen
- Institut für Solartechnik (SPF) Rapperswil
- Holzenergie Schweiz (inklusive Kommission Qualitätssiegel)
- Industrie im Bereich Holzenergie (Schmid AG, Müller AG, Tiba AG, Liebi LNC AG, Attika AG)
- Terraconsult
- QM Holzheizwerke
- IEA Delegierte der Schweiz zu den IEA Tasks 33 Vergasung und 37 Vergärung.

Die Erfahrungen aus dem IEA-Austausch wurden in der Schweiz in Vorträgen weitergegeben und in der Vorlesung „Erneuerbare Energie – Bioenergie“ an der Hochschule Luzern vermittelt.

Im Berichtsjahr konnten insbesondere die Erfahrungen von den vergangenen IEA-Aerosol-Workshops genutzt werden zur Festlegung des Programms der BAFU-Feinstaub-Tagung in Bern im Herbst 2011.

4 Internationale Zusammenarbeit

- Niederlande (S. van Loo, J. Koppejan, Procede)
- Deutschland (TFZ Straubing)
- Schweden (SP Sweden)
- Österreich (Bios, TU Graz, TU Wien, Joanneum Graz, BLT Wieselburg).

5 Bewertung 2011 und Ausblick 2012

Die Schwerpunkte im Berichtsjahr waren die zwei erfolgreichen Workshops an der Central European Conference in Graz, die zum fachlichen Erfahrungsaustausch beitrugen, sowie das IEA-Meeting in Irland, an dem die IEA-Projekte ausführlich diskutiert wurden. Im Weiteren wurde der Status-Bericht über Feinstaubabscheider für Kleinanlagen als Vernehmlassungsexemplar vorgelegt. Der Bericht bestätigt die bekannten Schwachstellen dieser Geräte und gibt eine Übersicht zu den Systemen. Im Gegensatz zu den Workshops gab die Tagung in Graz lediglich einen Ausschnitt der an der EU-Konferenz in Vorjahren vermittelten Informationen wider. Wegen der Doppelspurigkeit ist deshalb eine Teilnahme an der breiter abgestützten EU-Konferenz vorzuziehen. Im 2012 findet ein Meeting in Kopenhagen im März über Torrefaction sowie eines an der EU-Konferenz in Mailand im Juni statt.

Als künftige Aktivität wurde aus der Schweiz die Analyse von Fernwärmennetzen zur Erhebung von Kennzahlen und Erarbeitung von Massnahmen zur Optimierung im Hinblick auf Energie und Ökonomie vorgeschlagen. Zu dieser Aktivität ist nebst eines Austausches in der Task 32 ein Kontakt zum Bioenergy Agreement District Heating and Cooling (www.iea-dhc.org), bei die Schweiz allerdings nicht vertreten ist, vorgesehen.

Unter den laufenden Aktivitäten sind für die Schweiz die in Arbeit befindliche Studie über die Ascheverwertung (NL) sowie die Studie über Sicherheitsaspekte (S) von besonderem Interesse. Da die kommerzielle Einführung der Torrefaction den künftigen Pelletsmarkt beeinflussen könnte, ist zudem eine Verfolgung dieser Aktivitäten von Interesse, auch wenn nicht davon auszugehen ist, dass in der Schweiz in den nächsten Jahren Anlagen zur Torrefaction zum Einsatz kommen werden.

6 Vorträge und Publikationen

6.1 Vorträge und Publikationen an IEA-Anlässen

- Nussbaumer, T.: Characterisation of particles from wood combustion with respect to health relevance and electrostatic precipitation, *Central European Biomass Conference*, 26th-29th January 2011, Graz (A). Download unter www.ieabioenergytask32.com
- Nussbaumer, T.: Health Issues in Biomass Combustion, *IEA Workshop on Small Scale Biomass Combustion*, Dublin, 18.10.11. Download unter www.ieabioenergytask32.com
- Nussbaumer, T.: Activites on Biomass Combustion in Switzerland, *IEA Bioenergy Task 32*, Carlow (Ireland), 19.10.11

6.2 Publikationen und Vorträge mit Bezug zu IEA-Aktivitäten

- Nussbaumer, T.; Lauber, A.: Verhalten von Staub aus Holzfeuerungen in Elektroabscheidern, *HK Gebäudetechnik*, 10 (2011), 38–43
- Nussbaumer, T.: Verkettung von mehreren Ursachen (Beitrag zum Thema Kohlenmonoxid-Unfälle in Pelletsilos), *Schweizer Kaminfeger*, Nr. 2 2011, 32–33
- Nussbaumer, T.: Feuerungen: Aerosole, *Umwelt Perspektiven*, Nr. 1 2011, 38–41
- Nussbaumer, T.; Lauber, A.: Wie verhalten sich Partikel? *Umwelt Perspektiven*, 3 (2011), 40–43
- Nussbaumer, T.; Lauber, A.: Feinstaub aus Holzfeuerungen elektrostatisch abscheiden, *BWK*, Bd. 63 (2011) Nr. 5, 63–66
- Nussbaumer, T.: Zukunftsfähiger Pfeiler der Energieversorgung, *Energie der Zukunft, Beigelegte Themenzeitung zum Tages-Anzeiger*, März 2011, Smart Media, 6
- Nussbaumer, T.: Grundlagen und Emissionsfaktoren, *Cercl'Air-Tagung*, 9.11.11, Bern
- Nussbaumer, T.: Staubabscheidesysteme – Eine Einführung, *Fachtagung Holzverbrennung und Feinstaub*, Bundesamt für Umwelt, 8.11.11, Bern
- Nussbaumer, T.: Technik und Anwendungen moderner Holzheizungen, Schweizer Hausbau und Minergie-Messe 2011, Tagung „Heizen mit Holz im Wohnbereich“, Bern 26.11.11
- Nussbaumer, T.: Staubabscheidesysteme. Betrieb von Holzkesseln nur mit zusätzlichem Feinstaub-partikelabscheider? 12. Fachtagung der IG Holzenergie-Nordwestschweiz, Zunzgen 17.11.11