European Low-emissions High-efficiency Biomass-fired Technologies

NESCAUM Directors Meeting
Boston, MA
June 26, 2008

Raymond J. Albrecht, P.E.
New York State
Energy Research and Development Authority
Albany, New York

Lisa Rector
Senior Policy Analyst
NESCAUM
Boston, MA

Biomass Combustion

Take Home Message

Low emissions	Possibly
Energy efficiency	Possibly
Economic benefits	Yes

The Concern
Swiss Research - Chemical Composition of PM from Wood Combustion

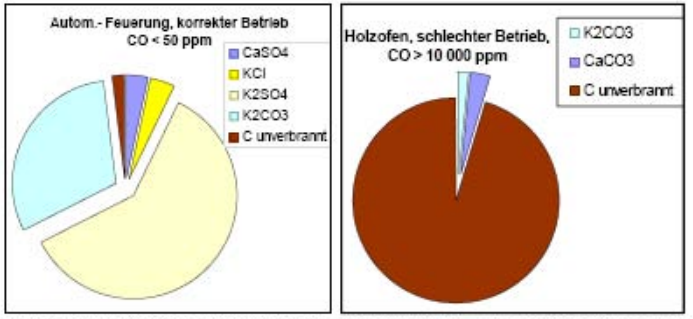


Bild 34 Chemische Zusammensetzung von Staubproben aus sehr unterschiedlicher Holzverbrennung.

Poor combustion - PM carbon-based

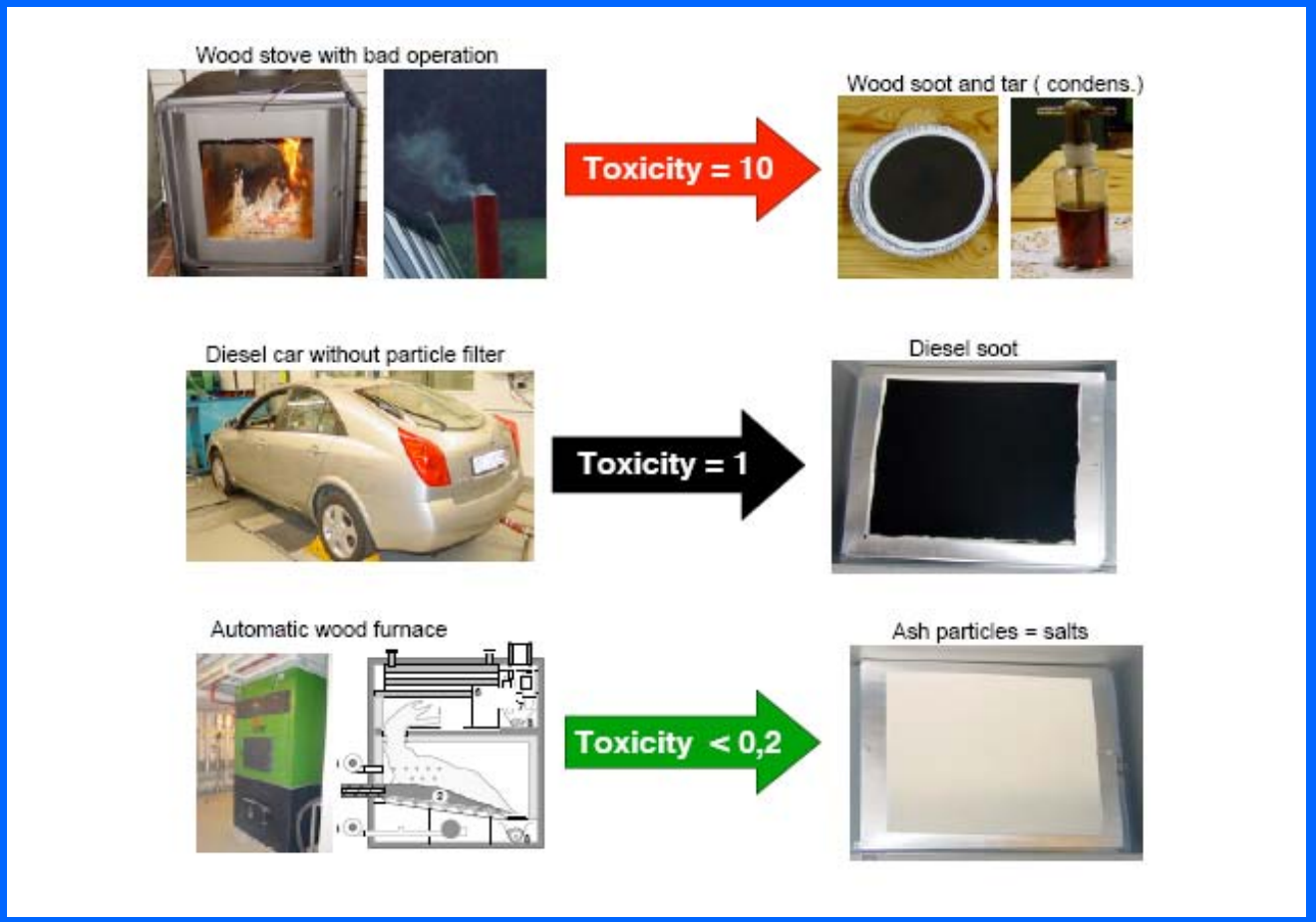
Clean combustion - PM inorganic salt-based

Feinstaub aus der Verbrennung von naturbelassenem Holz in automatischen Holzfeuerungen ist großteils anorganisch und besteht aus Salzen. Dieser Feinstaub weist eine mindestens rund fünffach geringere Zelltoxizität auf als der untersuchte Dieselruß.

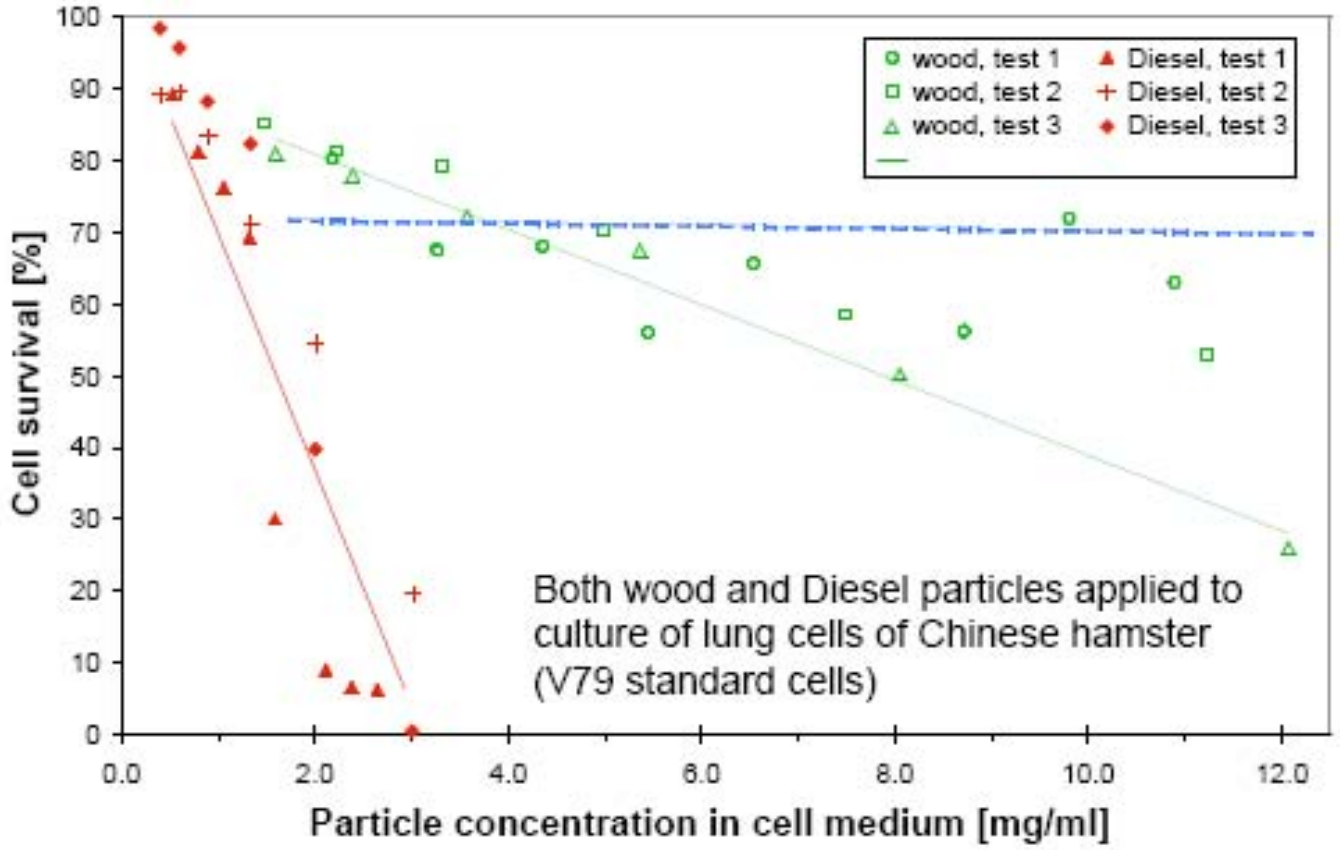
Quelle: Feinstaub in Holzfeuerungen und Gesundheitsrelevanz von Holzstaub im Vergleich zum Dieselruß – Dr. Norbert Klippel u. Dr. Thomas Nussbaumer, ETH-Zürich, 20.10.2006

Comparison of PM filters from diesel and clean wood combustion

Swiss Study of Relative Toxicity of Wood Smoke vs. Diesel Soot



Comparison between Diesel and wood particle toxicity



Verenum

Hochschule Luzern
Engineering & Architecture

Are European Boilers Cleaner???

Comparative Emissions

Commercial boilers	Energy Efficiency (%)	Fine particle emissions (lb/MMBtu)
US Conventional wood chip	70-75	0.2
European high efficiency and low emission chip or pellet (residential and commercial)	85-90	0.01-0.07
European high efficiency and low emission chip or pellet w/ ESP or baghouse	85-90	0.002-.02
No. 2 oil (2500 ppm S)	80-85	0.005
No. 2 oil (500 ppm S)	80-85	0.001
NO. 2 oil (15 ppm S)	85-93	0.00002-0.00004
Natural Gas	80-90	0.00002

Improved Energy and Environmental Performance

Of Wood and Biomass-fired Heating Systems

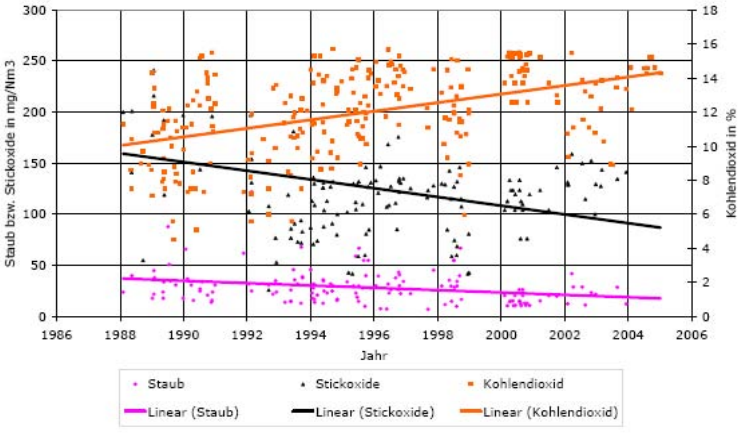


Abbildung 5: Emissionen von Stückholzkessel am Prüfstand

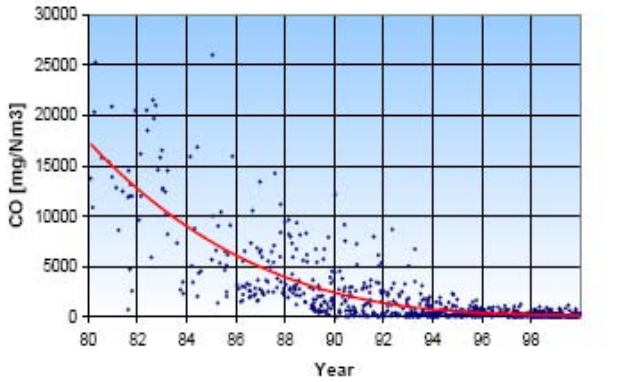


Figure 6: CO emissions of (log wood, chipped wood and pellet) boilers

Decreasing emissions

Increasing efficiency

Total Annual Emissions from Small Wood and Biomass Combustion in Lower Austria

Jahr	CO	NO_x	orgC	Staub
	Tonnen pro Jahr			
1980	97.666	1.404	11.878	2.148
1995	86.610	1.756	9.598	1.753
2000	82.226	1.866	9.344	1.918
2005	73.842	1.818	8.099	1.725

Tabelle 3: Gesamtemissionen aus Biomassekleinfeuerungen in Niederösterreich

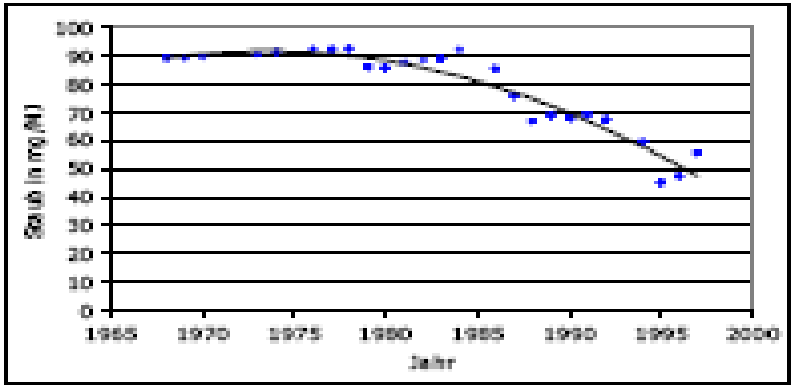


Abbildung 12: Gewichtete, zeitlich kumulierte Staubemissionswerte von Zentral-Heizungsanlagen betrieben mit Holz, jeweils gerechnet von Baujahr 1960 bis 1997

Note: Average PM values have continued to decrease with time

Potential Markets for Wood and Biomass-fired Systems

Schools

Businesses

District Heating

Bundesanstalt für Landtechnik
Federal Institute of Agricultural Engineering
Postfach 43
Rottenhauser Straße 1
A - 3250 Wieselburg
Austria / Österreich
Tel.: +43-7416-52175-0
Fax: +43-7416-52175-45
Internet: http://www.blt.bmlf.gv.at
E-Mail: direktion@blt.bmlf.gv.at
BLT WIESELBURG

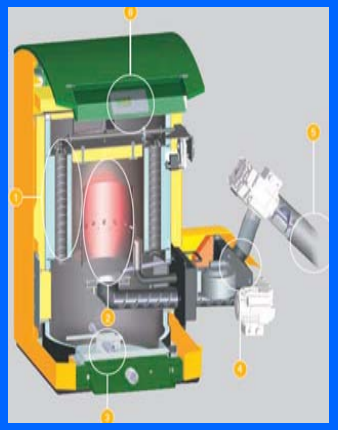
Austrian Bio Energy Centre

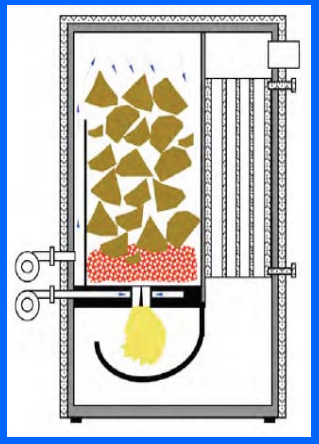
Firewood and wood pellets account for 25 percent of heating energy in Austria

BLT is the leading independent certification lab in Europe for biomass-fired heating systems

Austrian Bio-Energy Centre works with industry on R&D challenges

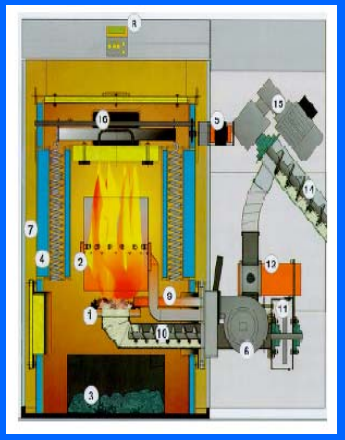
Low Emissions Wood Combustion Technology



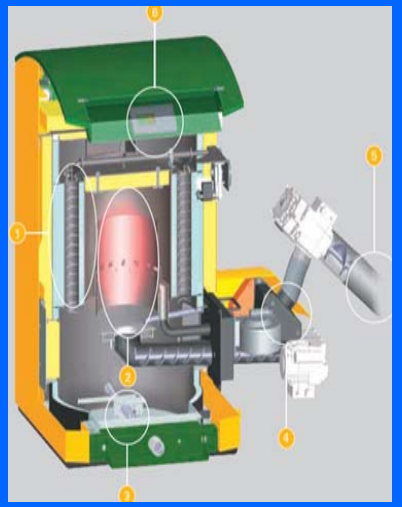


Gasification and Staged Combustion - separate paths for primary and secondary combustion air. About 40 or 50 percent primary air.

Maintain about 1200 deg F in gasification chamber. Lower temperature gasification helps to reduce soot formation by reducing fuel rich, high temperature zones in flame. Also reduces ash-based particle formation.



Technology Requirements for Low Emissions Wood Combustion

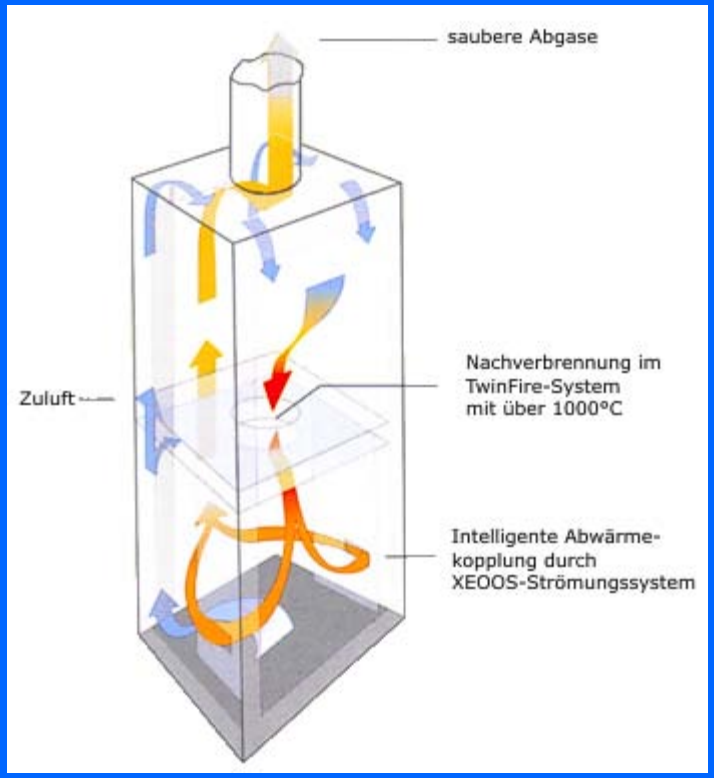


- Pre-heated combustion air
- Insulated secondary combustion chamber
- Residence time in secondary combustion chamber
- Oxygen sensor to automatically control Air/Fuel Ratio
- Forced combustion air supply to control firing rate
- Computer aided analysis to optimize firebox design

European Woodstove Manufacturers

- RIKA
- The Eco-plus
  - Modulated air flow
  - CFD air flow models

Specht – Twinfire



Swiss Woodstove Emissions Research

Field Emissions	Type 1 Pre – NSPS g/hr	Type 2 ceramic. g/hr	Type 3 Staged Comb. g/hr
Filterable PM	24.8	0.7	0.3
TOC	37.0	2.7	<0.02
Secondary filter	8.6	0.6	<.005
Total condensables	45.6	3.3	<0.03
Total PM	69.9	4.0	0.40

Ofen Typ 1
Einfacher Metallofen mit kleiner Brennkammer und kleinem Wärmeübertrager

Ofen Typ 2
Guter, heutiger Zimmerofen mit (unkontrolliert eingemischter) Sekundärluft von oben in den Feuerraum einströmend und grosser, voll schamottierter aber in den Füllraum integrierter Brennkammer und anschliessendem Wärmeübertrager

Ofen Typ 3
Ofen mit unterem Abbrand, Sekundärluftzuführung in verjüngter Zone und separater Brennkammer sowie anschliessendem Wärmeübertrager

Bild 15 Ofen-Typen zum Vergleich. Ofen Typ 1 ist etwa halb so hoch wie Typ 2.

Ofen Typ 1: **Einfacher Metallofen** mit oberem Abbrand, kleinem Feuerraum und kaum ausgeprägter Nachbrennkammer (typisch für Billigöfen, ohne Qualitätssiegel).

Ofen Typ 2: Typischer **heutiger Zimmerofen** der gehobenen Klasse mit grossem schamottiertem Feuerraum und oberem Abbrand. Sekundärluft und Ausbrandzone sind zwar vorhanden, jedoch keine räumlich klare Trennung zwischen den Zonen und eine Sekundärluftzuführung direkt im Feuerraum, nicht in einer verjüngten Zone (typisch für heutigen guten Ofen, erfüllt heutiges Qualitätssiegel)

Ofen Typ 3: **Zimmerofen mit zweistufiger Verbrennung** in Anlehnung an einen unteren Abbrand sowie mit Sekundärluftzufuhr in einer verjüngten Zone und einer schamottierten Nachbrennkammer. Der Ofen ist derzeit als Sonderbauform in Kleinserie verfügbar, wird aber mangels Marktvorteil gegenüber konventionellen Öfen (welche das Qualitätssiegel in der Laborprüfung bereits erfüllen) nicht mehr produziert.

0.40 g/hr = 0.13 lb/mmBtu

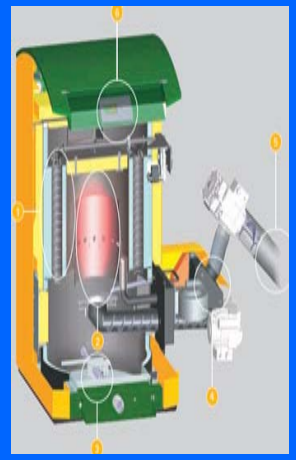
Residential furnaces

- KWB
  - wood boiler systems from 10 – 300kW
  - Standard features include automatic ignition, automatic boiler cleaning and automatic ash and soot extraction
- Other industry leaders include Kohlbach and Urbas

Typical Emissions from European Wood-fired Boilers up to 1 or 2 MMBtu/hr

Technische Daten

		KESSELTYP			
Typ		SHV 20	SHV 30	SHV 40	SHV 50
nach § 15a-BVG Österreich					
CO Nennleistung	mg/MJ	101	147	154	161
CO Teillast	mg/MJ	523	523	332	141
NOx Nennleistung	mg/MJ	45	40	70	100
NOx Teillast	mg/MJ	-	-	-	-
OGC Nennleistung	mg/MJ	5	6	8	5
OGC Teillast	mg/MJ	24	24	16	7
Staub Nennleistung	mg/MJ	3	4	12	20

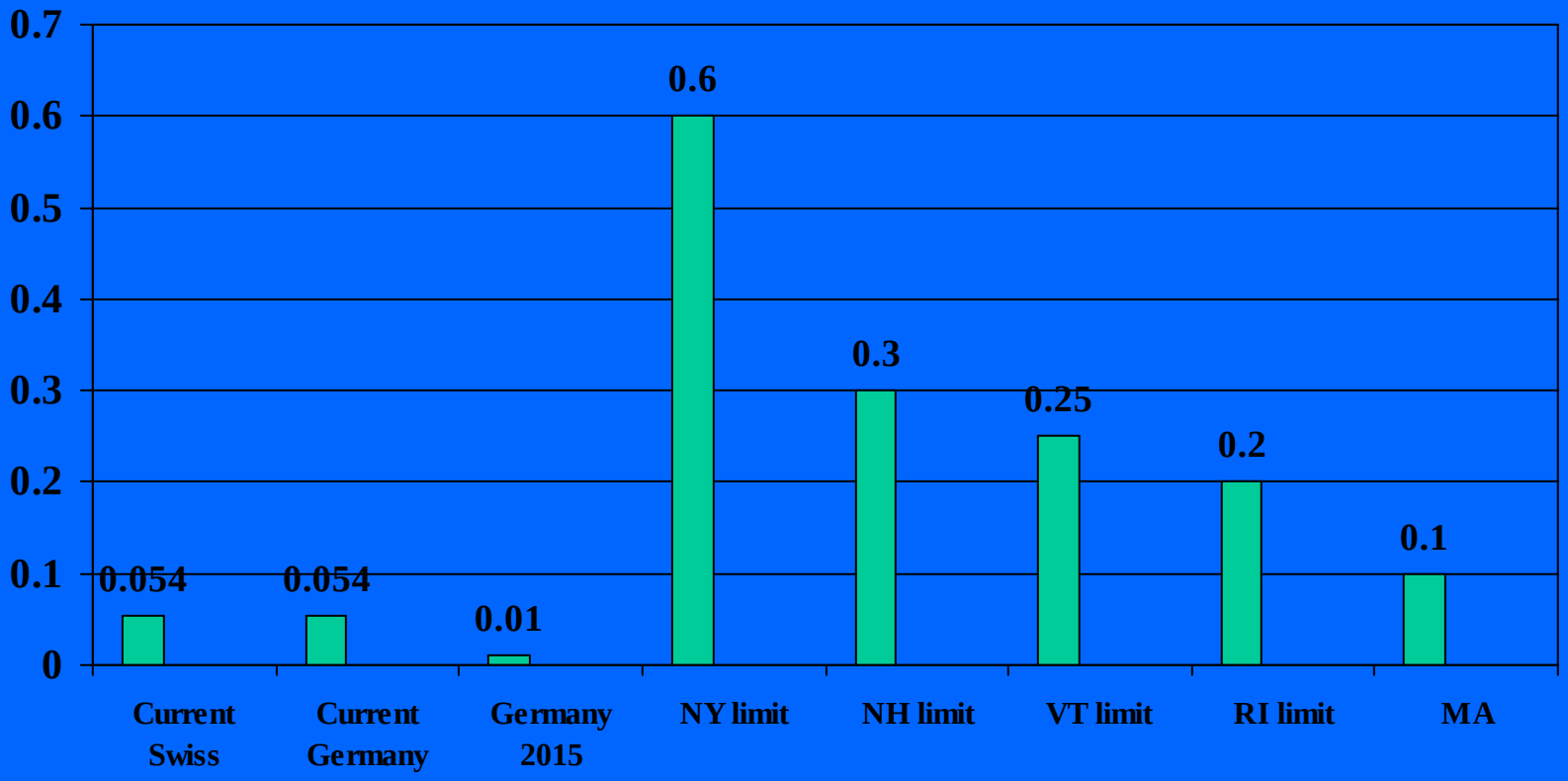


	European Wood	American Oil-fired	
NOx	0.08	0.10	lb/MMBtu
CO	10 to 60	10 - 30	ppm
PM	0.01 - 0.07	0.005	lb/MMBtu

Commercial Units

- **Stricter emission standards in Europe**
  - In Switzerland, new units over 1.8mmBtu required to have ESP now . By 2012 existing units must have ESP or equivalent controls
  - Before controls (ESP or baghouse), total PM emissions range from 0.01 to 0.07 lb/mmBtu
  - Most units are equipped with multi-cyclone and baghouse or ESP
- **European systems capable of meeting standards, US units would not**

Comparison of European and US Wood Emission Standards lb/mmBtu

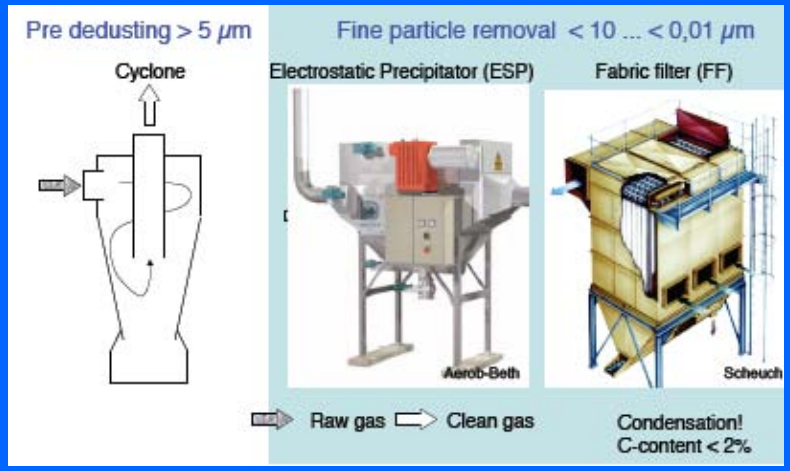


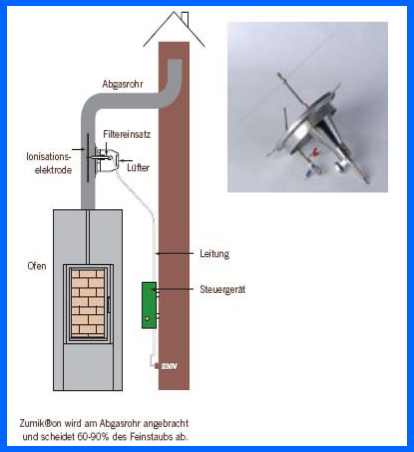
- Industry leaders in Europe include:
  - Schmid
    http://www.holzfeuerung.ch
  - Kohlbach
    http://www.kohlbach.at
  - Bertsch
    http://www.bertsch.at
  - Standard

Post - Combustion Treatment

In Europe use of advanced controls is commonplace!!

- Cyclones – used as first stage of control to eliminate coarse particles but not viewed as adequate control
- Baghouses – used but expensive and require maintenance
- ESPs – commonly used and effective with fine particles but are vulnerable to fouling under heavy load conditions



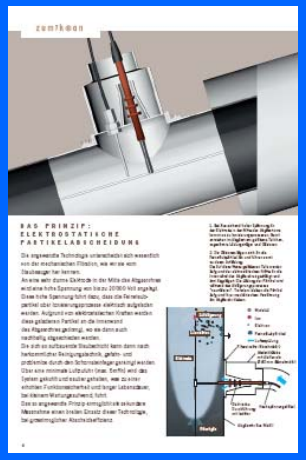


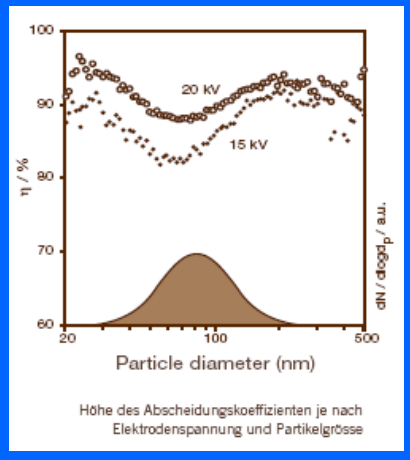
Zumik®on wird am Abgasrohr angebracht und scheidet 60-90% des Feinstaubs ab.

ZUMIK®ON
PARTIKELABSCHEIDER FÜR KLEINHOLZFEUERUNGEN

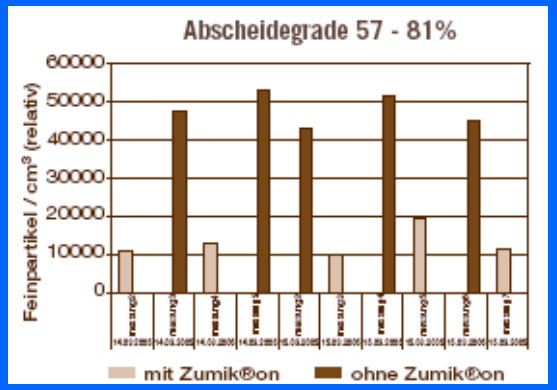
Electrostatic Particle Filter for Clean Wood Combustion Systems

Ruegg-Cheminee AG in Switzerland

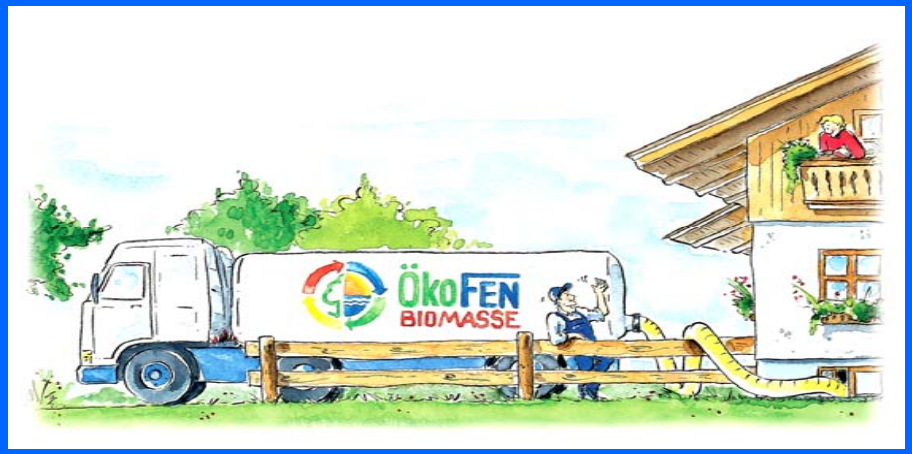




Höhe des Abscheidungskoeffizienten je nach Elektrodenspannung und Partikelgrösse



So what else is happening in Europe???



Pellet Heating Systems In Austria

New emissions standards implemented in early 1990's led to development of ultra-clean pellet combustion

Bulk delivery and storage of pellets

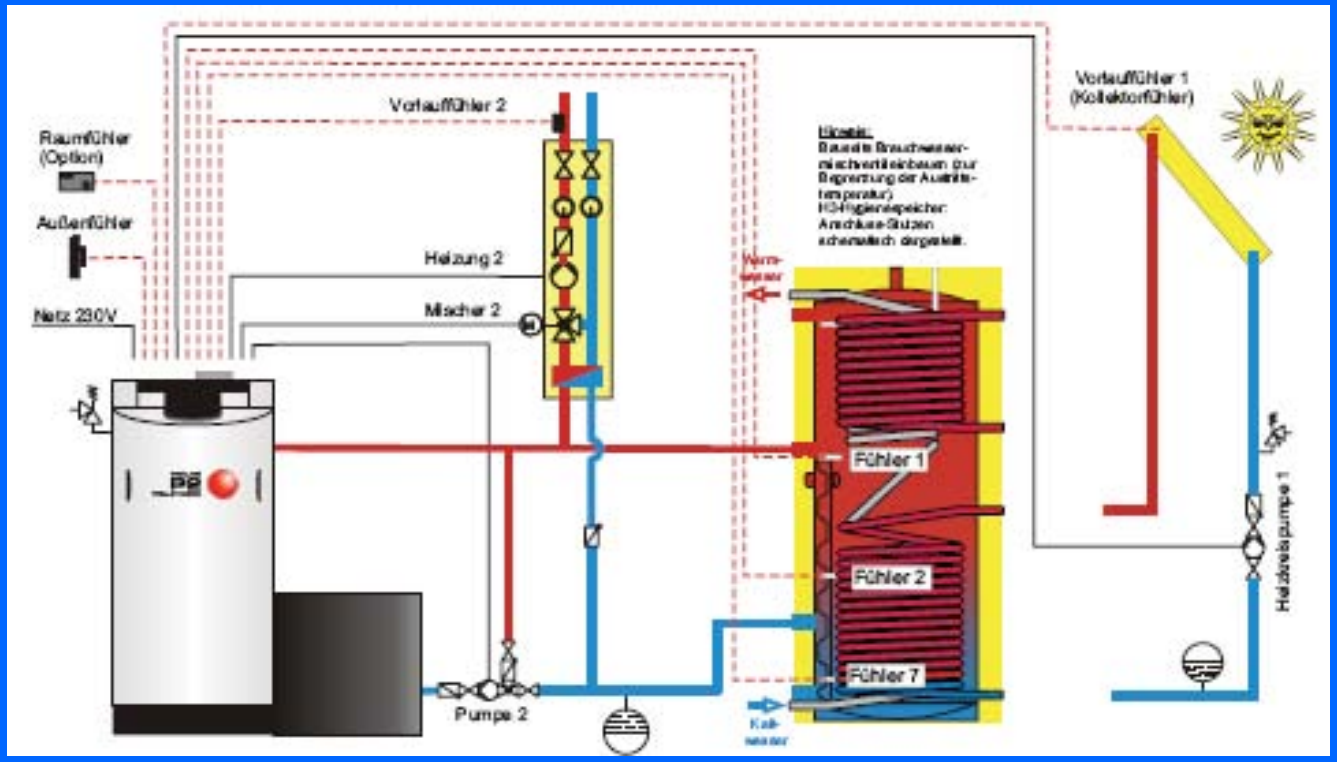
Pellet heating system sales have skyrocketed In Austria and several other European countries

Sales of pellet-fired systems now equal or exceed oil-fired heating systems in several regions of Europe

Fuel standards for pellets – size, makeup, binders, etc

Micro CHP

Integration with Solar Thermal Energy



Agricultural-based Fuels

For more information

Cornell University
Cooperative Extension

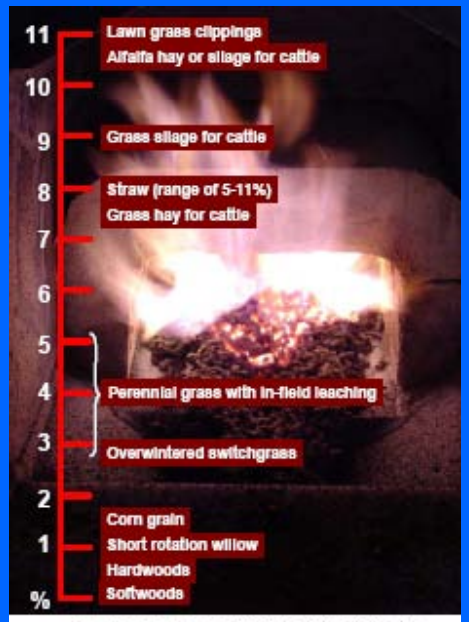
Dept. of Crop & Soil Sciences
http://www.GrassBioenergy.org
J.H. Cherney
E.V. Baker Professor of Agriculture
JHC5@cornell.edu

Switchgrass Reed canarygrass

Crop-based Pellet Fuels

Ash and Sulfur Content

August-cut switchgrass left in field to leach



Range in ash content of feedstocks.

Crop-based solid biofuels show interesting potential but high (3 - 5 %) ash contents can cause operating challenges

Some crop-based pellets have 0.1 % sulfur content (equivalent to high sulfur heating oil)

SO2 emissions not thoroughly tested yet

Oeko Therm - manufacturer of biomass boilers for fuels with high ash content

Located in southern Germany

ÖKO THERM®

Biomasse-Feuerungsmodule

Feuerungsleistung 1.800 kW und 3.600 kW

für Biomasse-Brennstoffe aller Klassen

Thermische Komponente
- Feuerung
- Nachbrennkammer
- elektronische Steuerung
- vollautomatische Brennstoffzuführung, Zündung und Entaschung

Brennstoffe
- Stroh-, Heupellets
- Raps, Rapskuchen
- Press-Rückstände
- Getreideabfälle
- Miscanthus
- Holzpellets
- Holzhackschnitzel

Ihre Vorteile
- Hohe Brennstoff-Flexibilität
- Innovative Verbrennungstechnologie
- Kein Anbacken von Schlacke
- Modernste Steuerungstechnik
- Hoher Bedienungskomfort
- Abgeführte Steuerungs- und Regelungstechnik mit integrierter Leistungsanpassung
- Optimales Abbrandverhalten
- Niedrige Werte von Abgasemissionen

Einsatzgebiete
- Warmwasser / Heißwasser
- Niederdruckdampf / Hochdruckdampf / Heißdampf
- Stromerzeugung über ORC-Anlagen

für
- Industriebetriebe
- Gewerbliche Gebäude
- Fern- und Nahwärmeversorgung

ÖKOTHERM® - Feuerungsmodule

Typ	Feuerungsleistung (kW)	Wärmeerzeugung des Feuerungsblockes (kW)	Wärmeerzeugung des Kessels (kW)
MA	1.800	260	1.500
MB	3.600	620	2.500

A.P. Bioenergietechnik GmbH
Trägthof 2
D- 92242 Hirschau

Tel +49 (0)9628-9200128
Fax +49 (0)9628-913019
info@oeko-therm.net
www.oeko-therm.net

Sales of Wood and Biomass Boilers

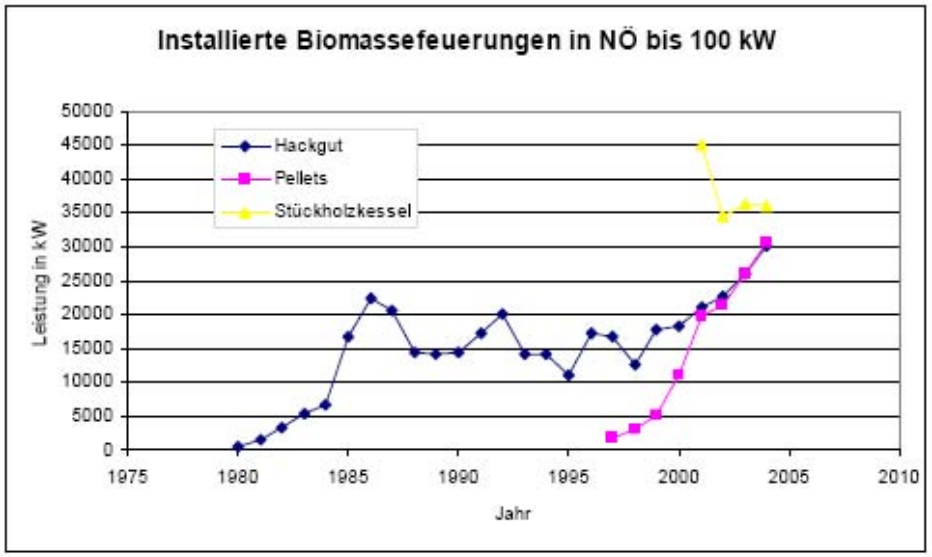


Abbildung 13: Installierte Leistung an Biomassefeuerungen bis 100 kW in Niederösterreich [Furtner et Haneder, 2005]

Questions???