



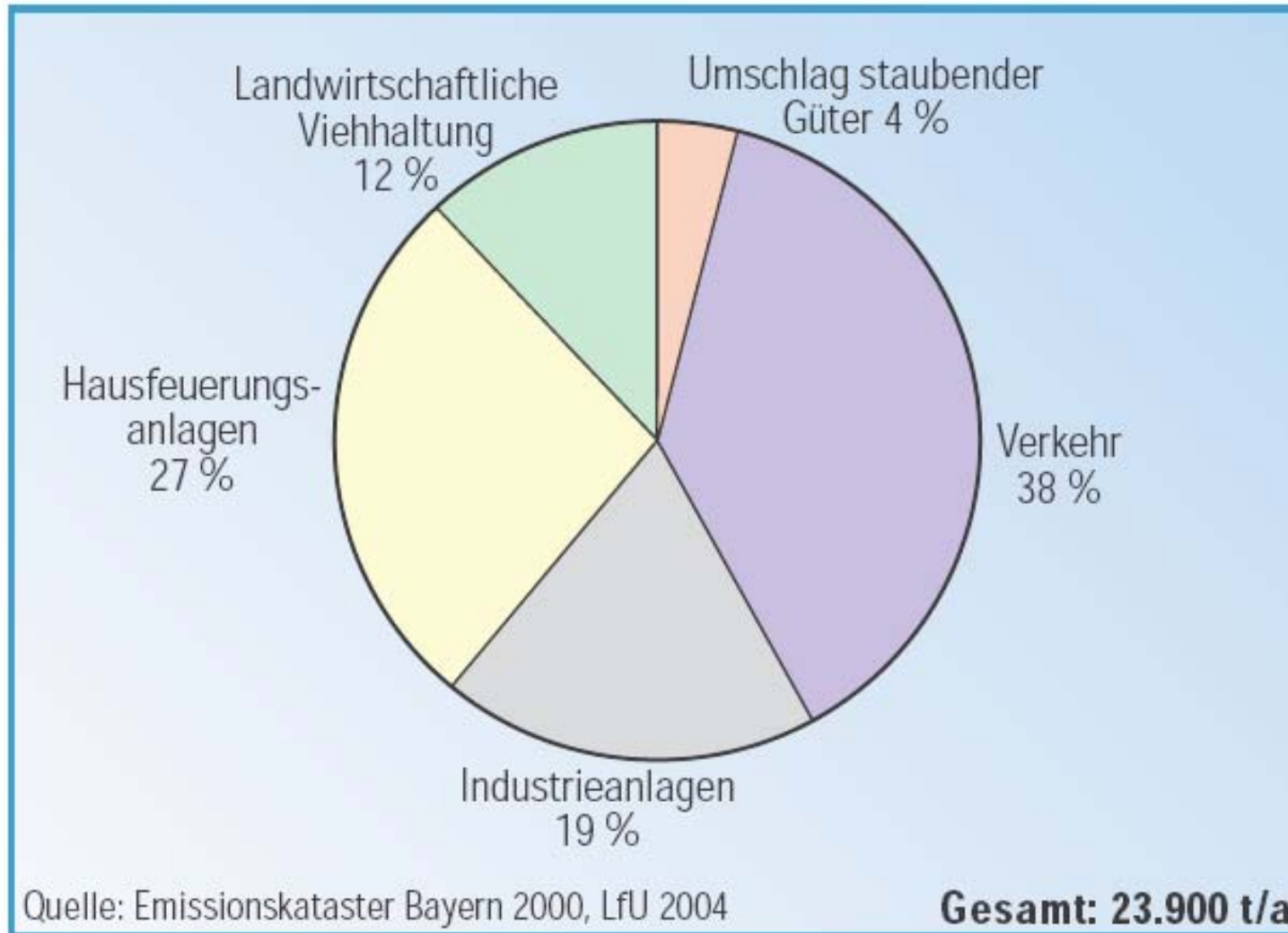
ZAE BAYERN

Feinstaubemissionen bei der Biomasseverbrennung in Kleinanlagen

Robert Kunde

E-Mail: kunde@muc.zae-bayern.de

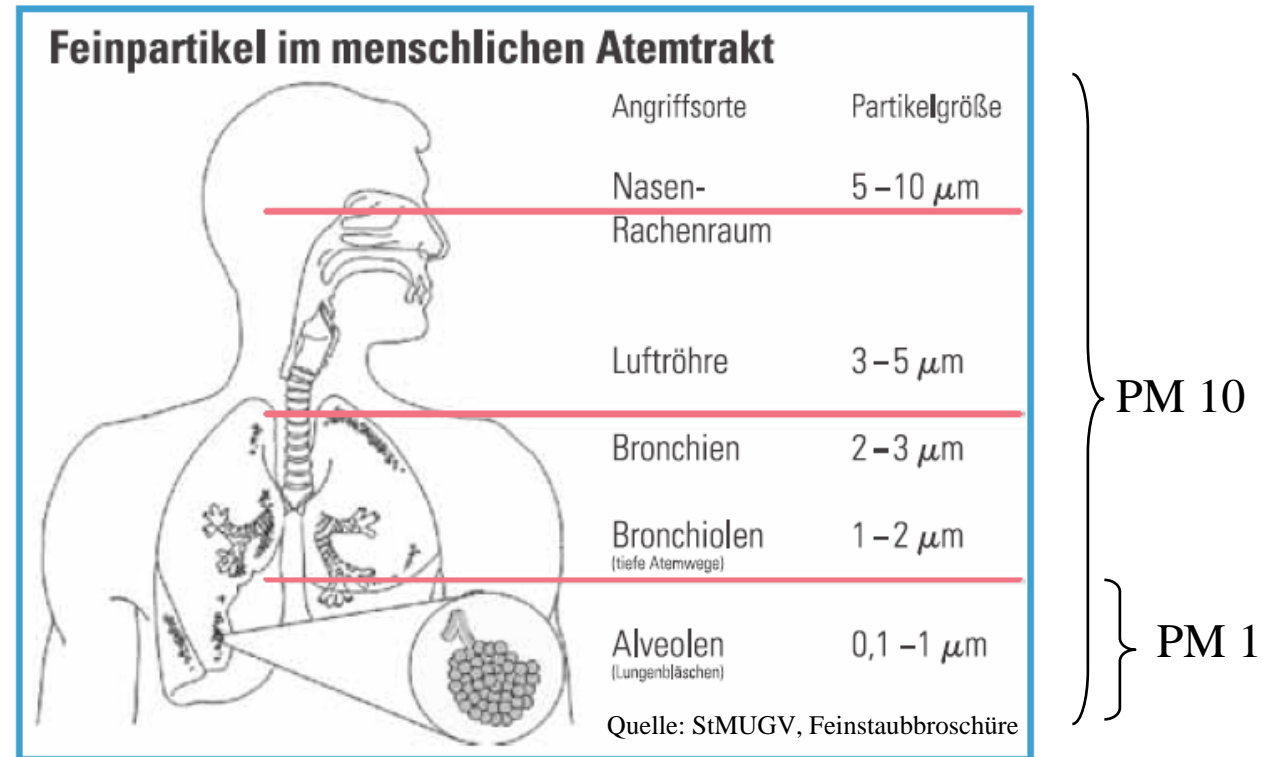






Eine Vielzahl epidemiologischer Studien belegen eine gesundheitsschädigende Wirkung von Partikeln in der Atemluft.

Die genauen Wirkmechanismen sind aber bis heute wenn überhaupt allenfalls sehr beschränkt bekannt.



Die gesundheitsschädigende Wirkung kann von der **Masse**, der **Größe**, der **Anzahl**, der **chemischen Zusammensetzung**, der mit der Lunge wechselwirkenden **Oberfläche**, der **Morphologie** der Partikel oder von **Kombinationen dieser Partikeleigenschaften** abhängen.

Gravimetrische Staubmessverfahren

JohnAs – II Impaktor:

Dreistufiger Kaskadenimpaktor nach VDI 2066 - 10

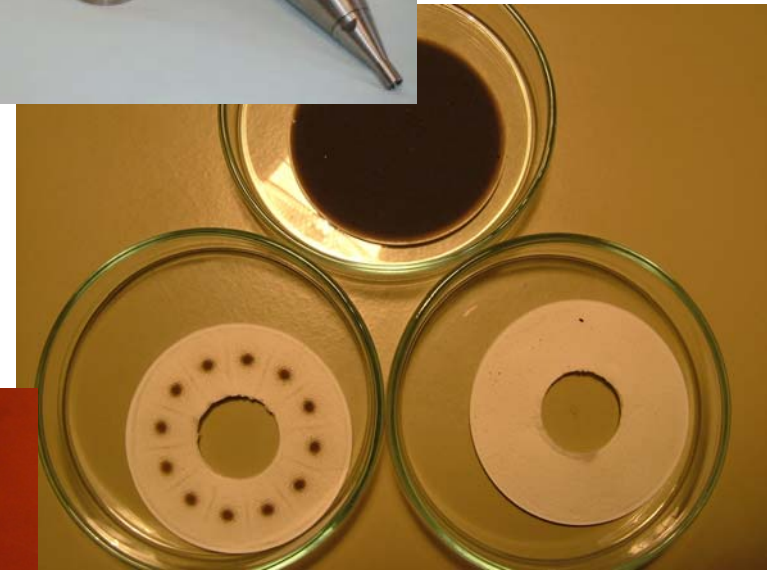
Wägung des auf Filtern abgeschiedenen Staubes

> 10 μ m 10 μ m - 2,5 μ m < 2,5 μ m



Immissionsschutzmessung nach 1. BImSchV:

Wägung des auf einer Filterhülse abgeschiedenen Gesamtstaubes



Größenklassierte Partikelanzahlmessung

SMPS (scanning mobility particle sizer): 15 – 860 nm

Elektrostatischer Klassierer (differentielle Mobilitätsanalyse, DMA),
nangeschalteter Kernzähler (CPC)

1 Größenspektrum in 5 Minuten

ELPI (electrical low pressure impactor): 7nm – 10 μ m

12- stufiger Kaskadenimpaktor mit elektrischer
Partikeldetektion (Elektrometer)

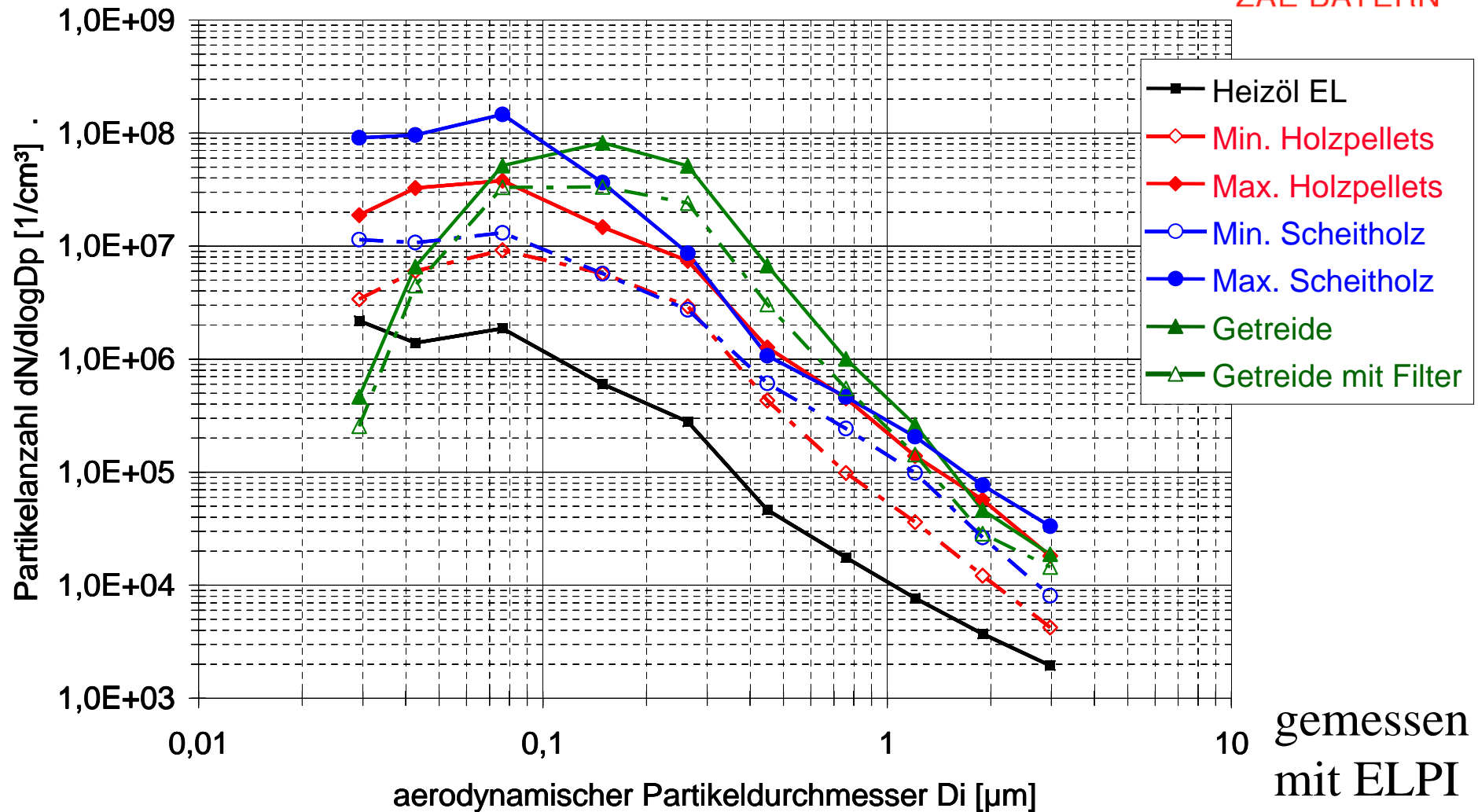
1 Größenspektrum jede Sekunde



Partikelgrößenverteilung im Rauchgas von Biomassekleinfeuerungen

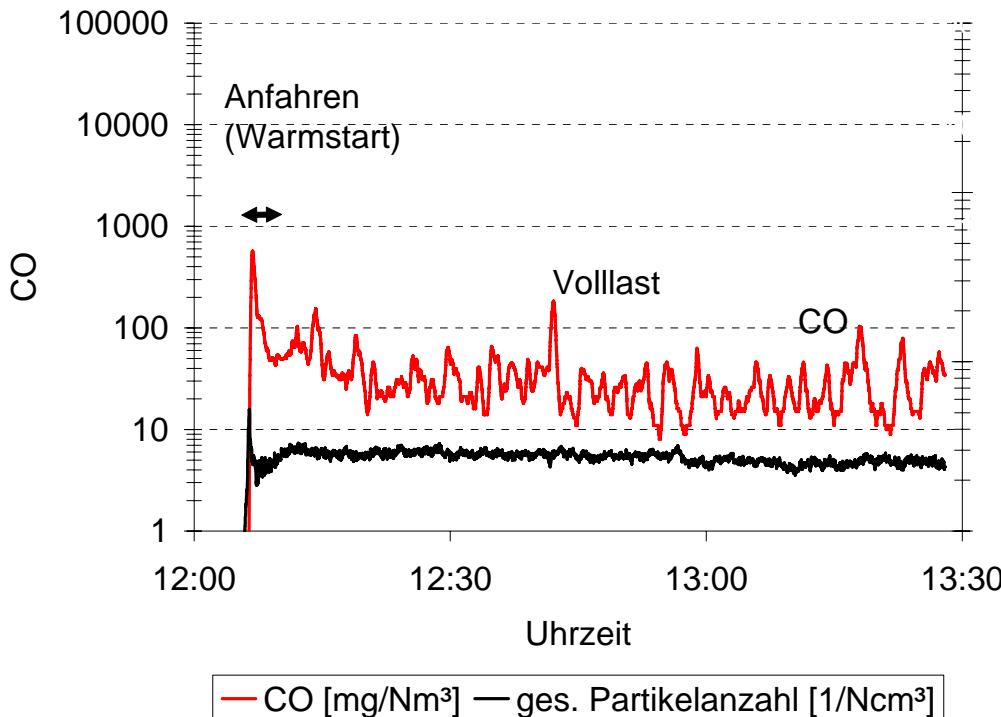


ZAE BAYERN

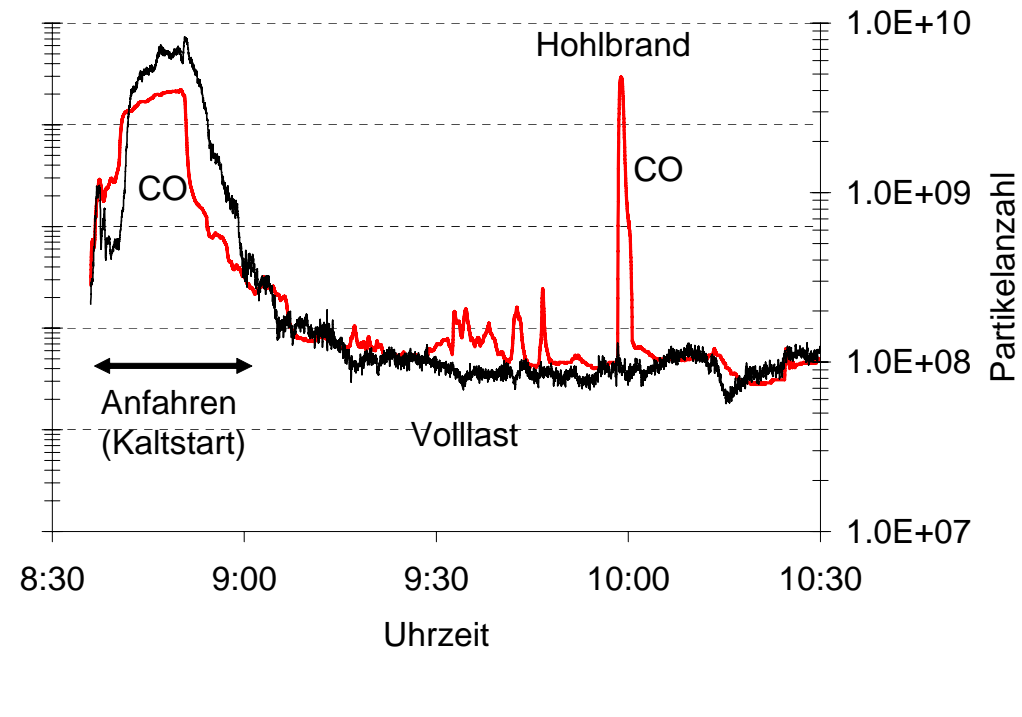


Typischer zeitlicher Verlauf von CO- und Partikelemissionen

Emissionsverlauf eines Pelletkessels

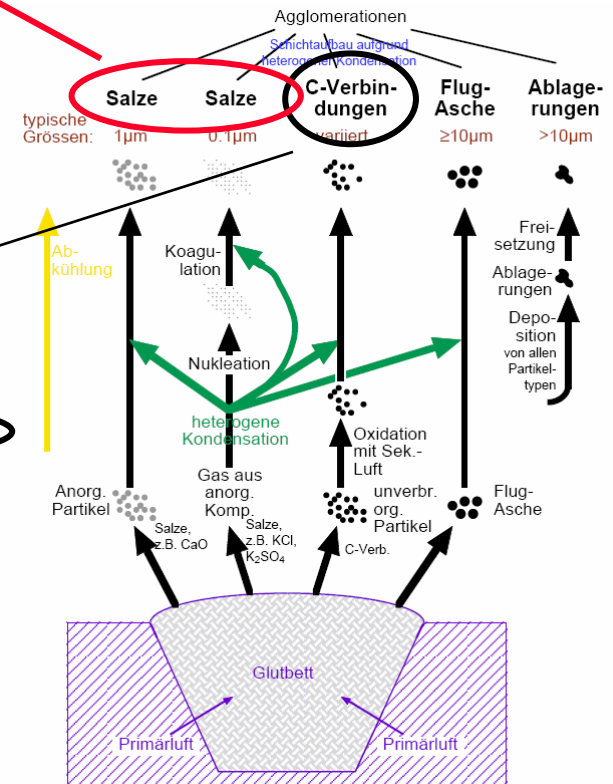


Emissionsverlauf eines Scheitholzessels



Ölfeuerungen (auch Dieselmotoren) emittieren hauptsächlich Ruß.
Holzfeuerungen emittieren unterschiedliche staubförmige Komponenten:

- **Salze** auch bei vollständiger Verbrennung
Automatische Feuerungen (Pelletkessel): geringe Rußemissionen im optimalen Betriebszustand, relativ hohe Emissionen an salzartigem (mineralischem) Feinstaub. Diese Partikel sind auch lungengängig und deshalb nicht unbedenklich, sie werden aber als weniger gesundheits-schädlich beurteilt als Ruß.
- **Ruß und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK's)**, bei unvollständiger Verbrennung in hoher Konzentration
⇒ **krebserregend!**
- zusätzliche Schadstoffe: **Schwermetalle** und **Dioxine** bei der Verbrennung von Abfall oder Abfallholz (zum Teil hochgiftig). Diese Emissionen können bei missbräuchlichem Betrieb von Holzheizungen auftreten.



Quelle: BFE & BAFU, Schweiz
Oser et al., verenum

Partikelmasse und Partikelanzahl

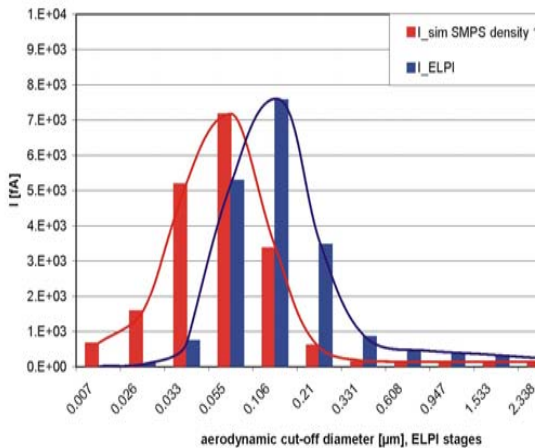


ZAE BAYERN

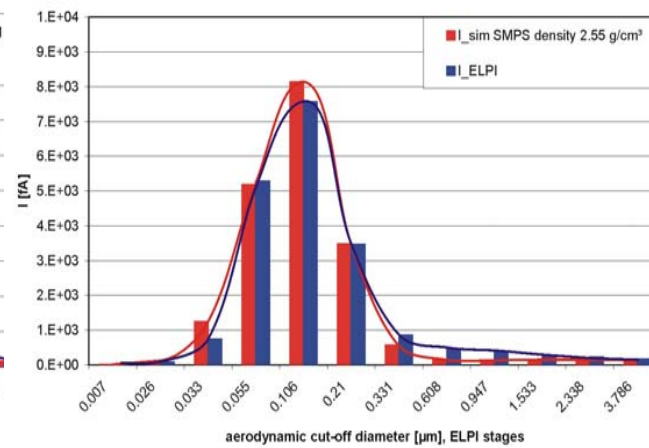
Bei Partikeln aus der Verbrennung von Biomasse handelt es sich überwiegend um Metalloxide (z.B. SiO_2), Alkalichloride (z.B. KCl) und Sulfate (z.B. K_2SO_4) und je nach Verbrennungsqualität um mehr oder weniger Ruß und polyzyklisch-aromatische Kohlenwasserstoffe [Oser et al., verenum]; entsprechend variiert die durchschnittliche effektive Partikeldichte

Berechnung der Partikelmasse aus der größenklassierten Partikelanzahlverteilung

Verschiebung der Größenverteilung durch Variation der effektiven Partikeldichte

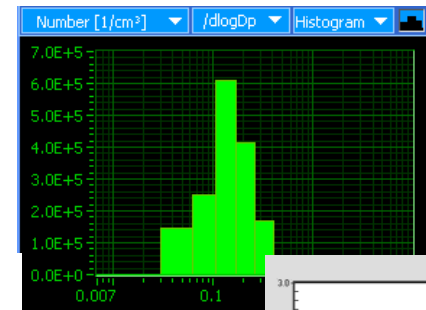


Dichte $1,00 \text{ g/cm}^3$

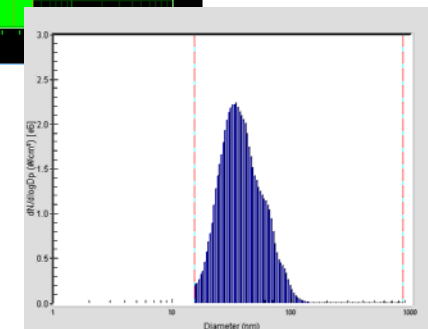


Dichte $2,85 \text{ g/cm}^3$

ELPI



SMPS

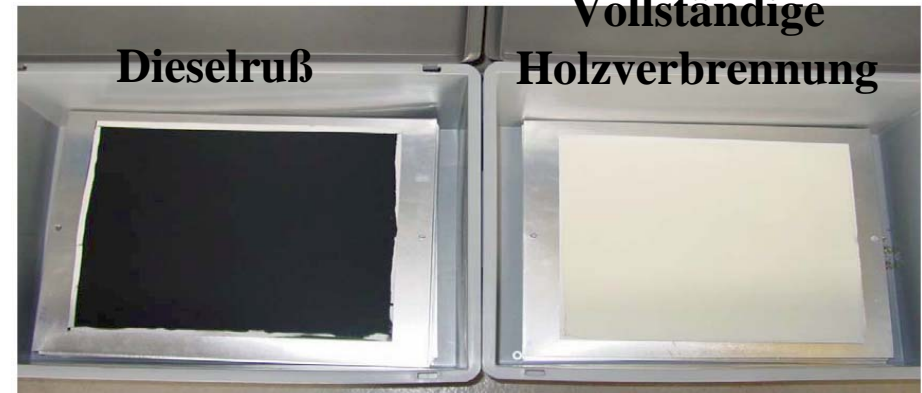


Pelletkessel $2,2 - 3,4 \text{ g/cm}^3$
Ölkessel $1,55 \text{ g/cm}^3$

JohnAs-Messungen:
PM 2,5



Scheitholz
(normale Verbrennung)



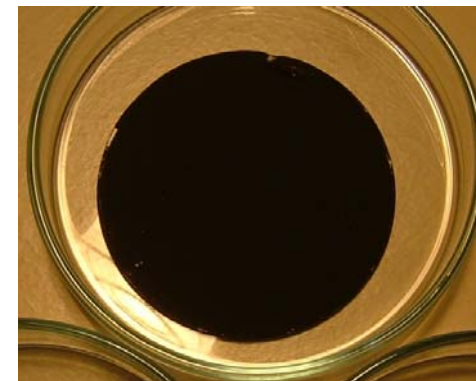
Partikelmasse **0.6 g**

Partikelmasse **1 g**

Quelle: Nussbaumer, Klippel (verenum)



Holzpellets
(sehr gute Verbrennung)

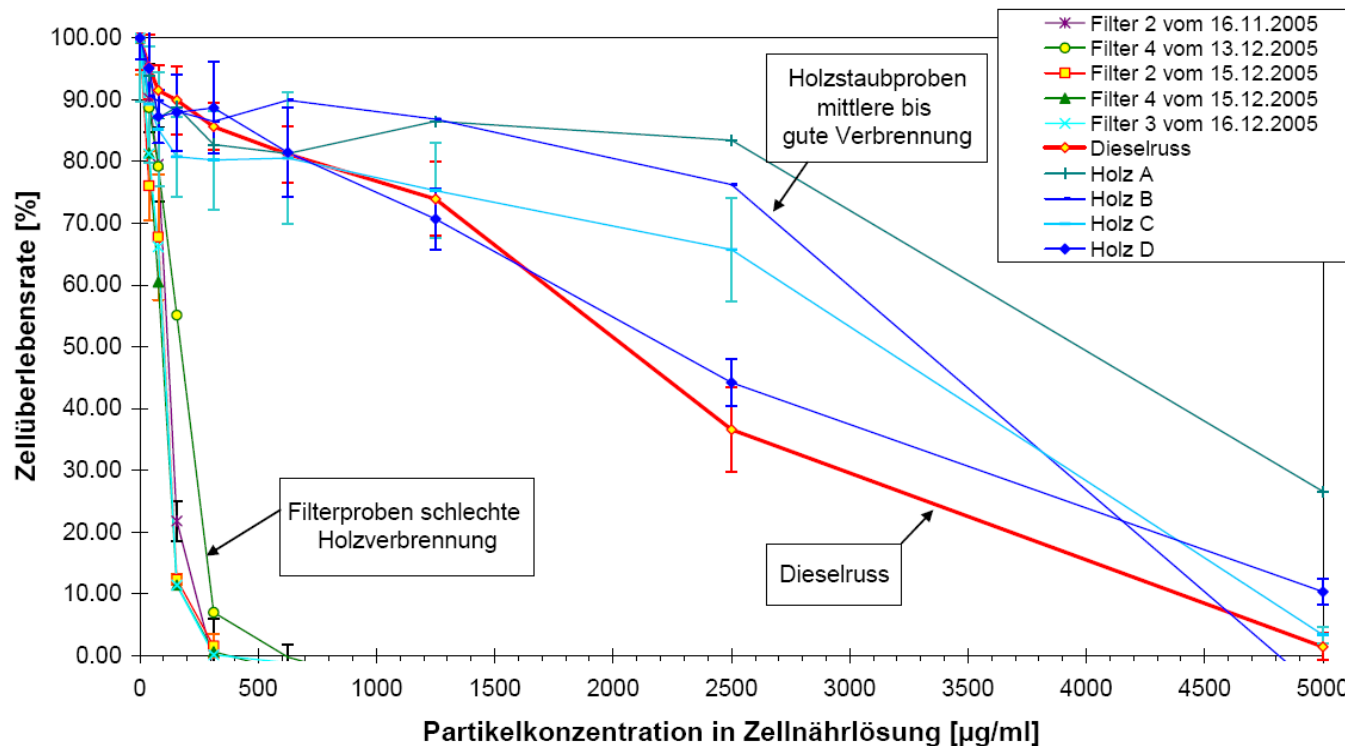


Holzpellets
(schlechte Verbrennung)

Quelle: eigene Messungen, ZAE Bayern

Feinstaubproben aus fast vollständiger Holzverbrennung und aus einem Fahrzeugdieselmotor wurden in unterschiedlichen Konzentrationen zu einem Zellmedium hinzugefügt und die Überlebensrate von Lungenzellen untersucht.

Biologische Zelltests: Holzruss im Vergleich zu Dieseleruss



www.holzenergie-symposium.ch ... Download ... Klippel

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Robert Kunde
ZAE Bayern,
Walther-Meißner-Str. 6
D-85748 Garching

E-Mail: kunde@muc.zae-bayern.de

Puff analysis of a burning cigarette



ZAE BAYERN

