



„Feinstaubemissionen von Holzheizungen“

**Fachtagung Holzbrennstoff-Logistik:
Rohstoffbereitstellung – Qualitätsstandards - Märkte**

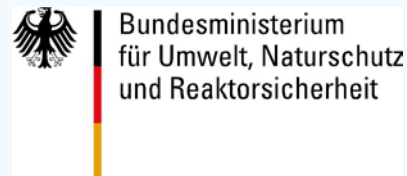
Im Rahmen der LIGNA+ Hannover, 14.05.2007

Dipl.-Ing. und Dipl.-EWi (FH) Volker Lenz



„Feinstaubemissionen aus häuslichen Holzfeuerungen“ – Einflüsse und Minderungsmöglichkeiten

Im Auftrag des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit



Im Zusammenarbeit mit:



Technologie- und Förderzentrum
im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (TFZ)



Technische Universität Hamburg-Harburg
Arbeitsbereich Umweltschutztechnik



30. November 2007

www.ie-leipzig.de

Institut für Energetik und Umwelt

Institute for Energy and Environment

**Forschung, Entwicklung,
Dienstleistung für**

- **Energie**
- **Wasser**
- **Umwelt**

Institut für Energetik und Umwelt gGmbH



Torgauer Str. 116

04347 Leipzig

Tel.: 0341/2434-112

Fax: 0341/2434-133

Mail: info@ie-leipzig.de

Internet: www.ie-leipzig.de



Inhalt

- ◇ Feinstaubdiskussion
- ◇ Feinstaubklassifikation
- ◇ Feinstaubquellen
- ◇ Spez. Feinstaubemissionen Holzfeuerungen
- ◇ Charakterisierung der Feinstäube
- ◇ Wirkzusammenhänge und Minderungsmögl.
- ◇ Schlussfolgerungen



Feinstaubdiskussion

- ◇ Untersuchungen von Krankheitsbildern deuten hin auf eine erhebliche Gesundheitsgefährdung durch Feinstäube
- ◇ EU-Richtlinie 1999/30/EG und Änderung der 22. BImSchV (2002) bis Ende 2004 wenig beachtet
- ◇ Seit 1.1.2005 verbindliche Grenzwerte für Feinstaubimmissionen
- ◇ Vielfache Grenzwertüberschreitungen
- ◇ Bericht der WHO Europe zu verlorenen Lebensmonaten
- ◇ Akuter Handlungsbedarf



EU-Grenzwerte

- ◇ Aktuelle Grenzwerte
 - Jahresmittelwert PM_{10} : $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$
 - Tagesmittelwert $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an maximal 35 Tagen/Jahr
- ◇ Geplante / diskutierte Grenzwerte
 - Ab 2010 Tagesmittelwert PM_{10} bei $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$
 - Grenzwerte $PM_{2,5}$
 - Erhöhung der zulässigen Tagesüberschreitungen
- ◇ Medizinisch geforderte Werte
 - WHO fordert Jahresmittelwert von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- ◇ ABER: Hintergrundbelastung bereits z.T. bei $15 - 25 \mu\text{g}/\text{m}^3$



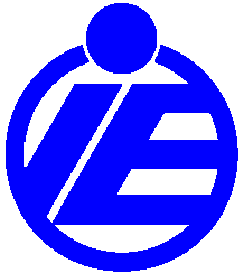
Feinstaubklassifikation – Größenklassen und Human-Wirkung

Bezeichnung	Aerodynamischer Durchmesser in μm	Human-Einwirkung	Gefährdungspotenzial
Schwebstaub als TSP (total suspended particulates)	bis maximal 30	Über 10 μm im Nasen- und Rachenraum herausgefiltert	Hustenreiz, Nießen
Thorakaler Schwebstaub (thoracic particulates)	< 10 (PM10)	5-10 μm Nase und Rachenraum; 3-5 μm Luftröhre; 2-3 μm Bronchien	Nachweisbare Gesundheitsbeeinträchtigung
Alveolengängiger Schwebstaub (respirable particulates)	< 2,5 (PM2,5)	1-2 μm in Bronchiolen; 0,1 – 1 μm Alveolen (Lungenbläschen)	Lungenerkrankungen und Herz-Kreislauf-Erkrankungen
Ultrafeine Partikel (UFP)	< 0,1 (PM0,1)	Durch Lungenbläschen und Zellmembran direkt in Blutkreislauf	Zusätzlich Gehirn- und Herzerkrankungen

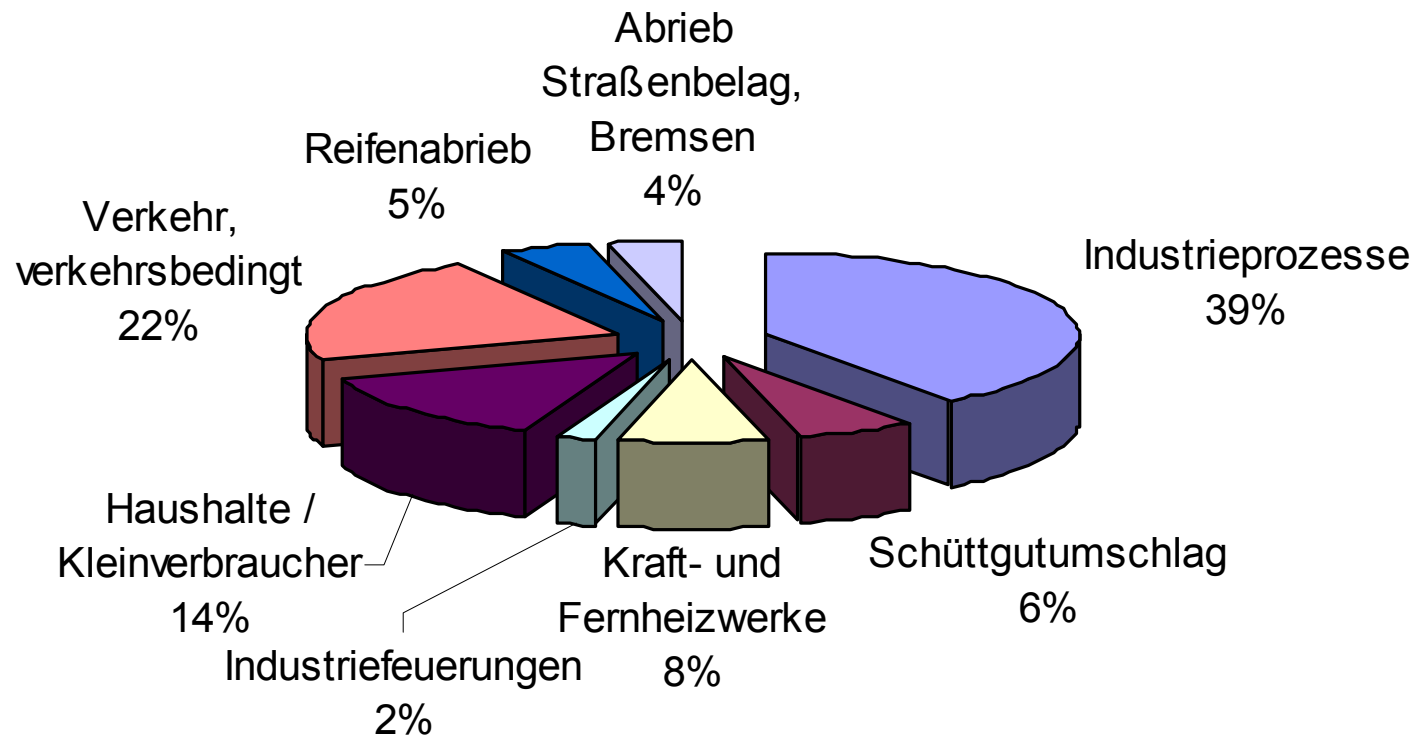


Feinstaubquellen

Quelle für Feinstäube	primär	sekundär
natürlich	Vulkane Meere Bodenerosion Wald- und Buschfeuer Hautschuppen und Haare Schimmelpilzreste und -sporen	Methan aus Feuchtgebieten Distickstoffoxid durch biologische Aktivitäten in Böden Vulkangase Sulfat und Nitrat aus Böden und Gewässern
anthropogen	Stationäre Verbrennungsanlagen Industrieprozesse Schüttgutumschlag Diesel-Fahrzeuge, Schifffahrt, Schienenverkehr und Luftfahrt Reifen-, Bremsen- und Kupplungsabrieb Aufgewirbelter Straßenstaub	Verbrennungsanlagen Landwirtschaft Lösemiteleinsatz Chemische Industrie Petrochemie (Schwefeloxide, Stickstoffoxide, Ammoniak, NMVOC)



Feinstaubemittenten in Deutschland - eine Verteilung



ohne land- und forstwirtschaftlichem Verkehr und natürliche Quellen

Gesamt: 138.000 t/a
(2003) gsf - UBA



Feinstaubemittenten in Deutschland- Unsicherheiten

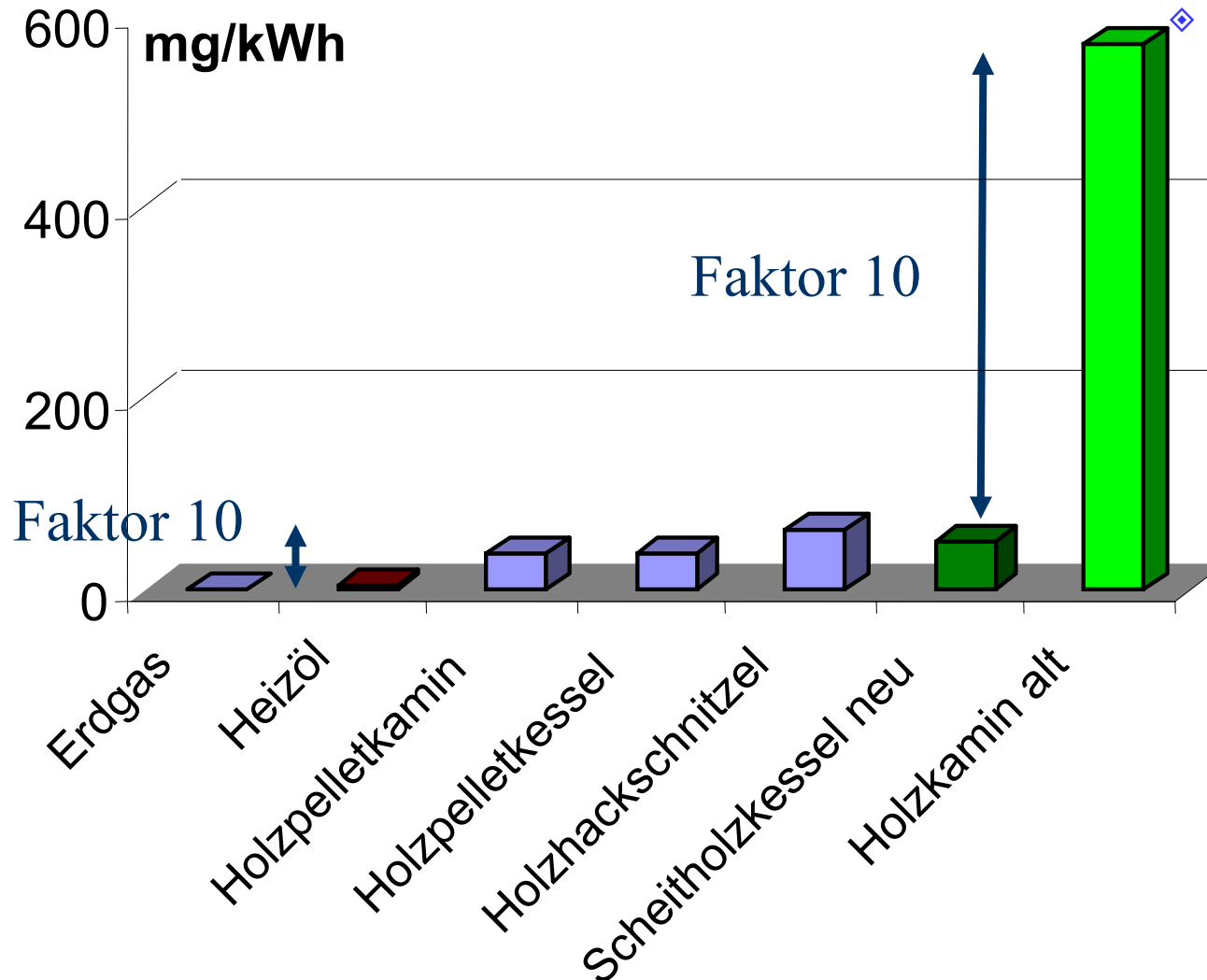
- ◇ Reifen-, Bremsen- und Kupplungsabrieb
- ◇ aufgewirbelter Straßenstaub
- ◇ Hintergrundbelastung und Ferntransport
- ◇ Land- und Forstwirtschaft
- ◇ Baumaschinen und Straßenmeistereien (Schneepflüge)
- ◇ Holzfeuerungsanlagen
 - Anlagenzahl
 - Nutzungshäufigkeit
 - spezifischen Emissionen

=> Insgesamt ca. 200 kt Feinstaubemissionen pro Jahr



Spezifische Feinstaubemissionen häuslicher Holzfeuerungsanlagen (1/3)

Feinstaub in
600
mg/kWh



Gesamtemissionen an Feinstaub aus Holzfeuerungen ergeben sich aus

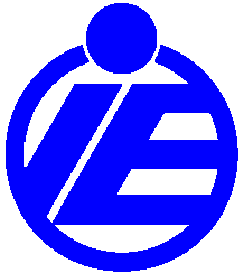
- Anzahl an Kesseln einer Feuerungsart und eines Alters
- Vollbenutzungsstunden dieser Kesselgruppe
- Spezifischen Emissionswerte dieser Gruppe



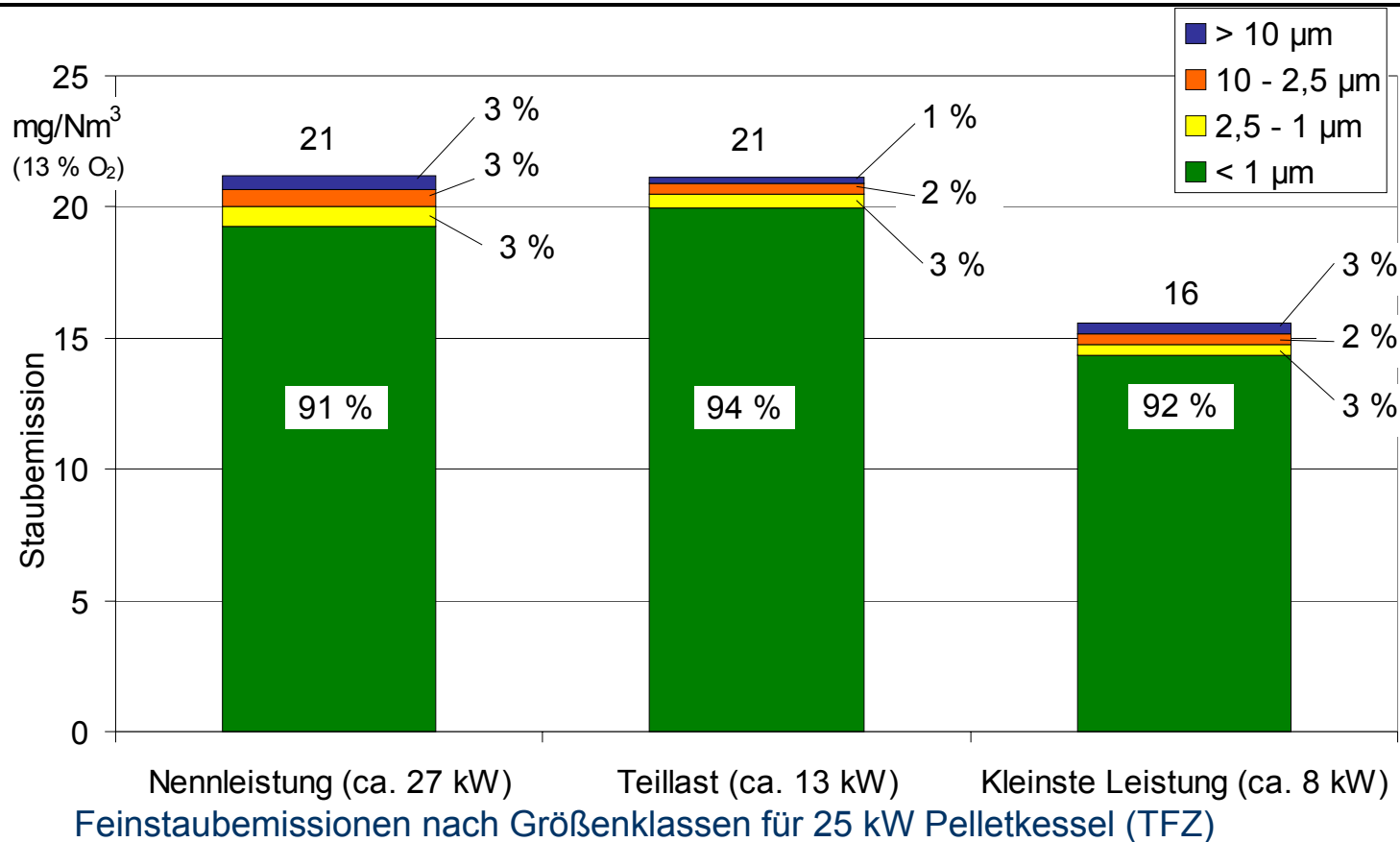
Spezifische Feinstaubemissionen häuslicher Holzfeuerungsanlagen (2/3)

	Einheit	Stückholz	Hackgut	Pellet
Wirkungsgrad	%	90	91	91
Organischer Kohlenstoff	mg/MJ	3	1	1
Staub	mg/MJ	14	18	11

Statistische Auswertung der Anlagenprüfung an der BLT von 1999 bis 2004



Spezifische Feinstaubemissionen häuslicher Holzfeuerungsanlagen (3/3)



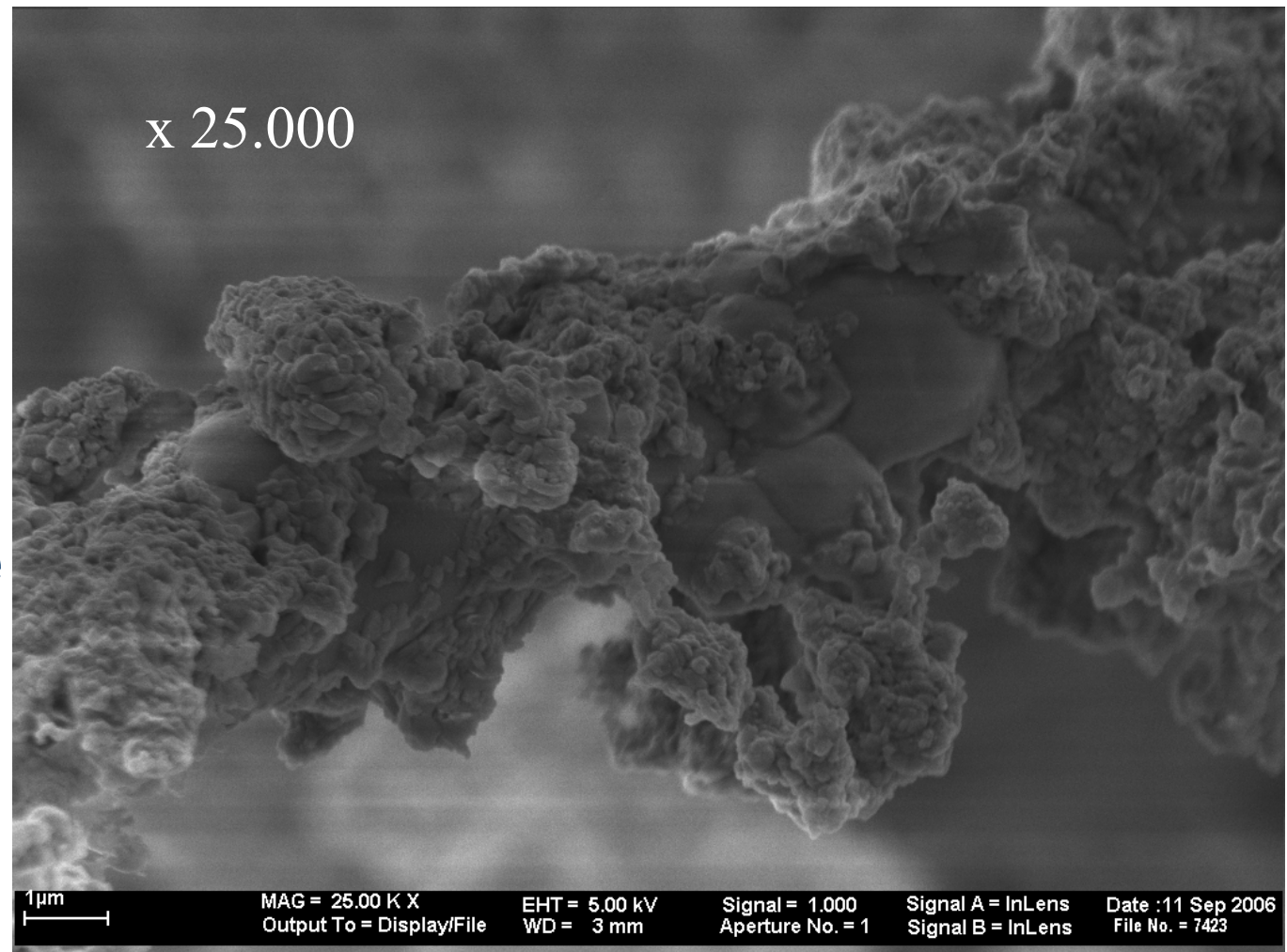
Moderne Pellet-, Holzhackschnitzel- und Stückholzkessel liegen bei Nennleistung in ihren Staubemissionen im Bereich um 15 – 35 mg/Nm² (bei 13% O₂);
Ölkessel um 1 mg/Nm³

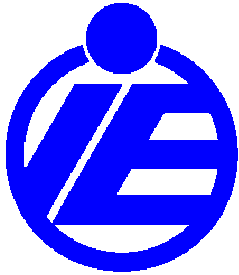


Charakterisierung der Feinstäube

- ◇ Größe der Partikel
- ◇ Form
- ◇ Material
- ◇ Angelagerte Stoffe

Pelletfeuerung, 25 kW



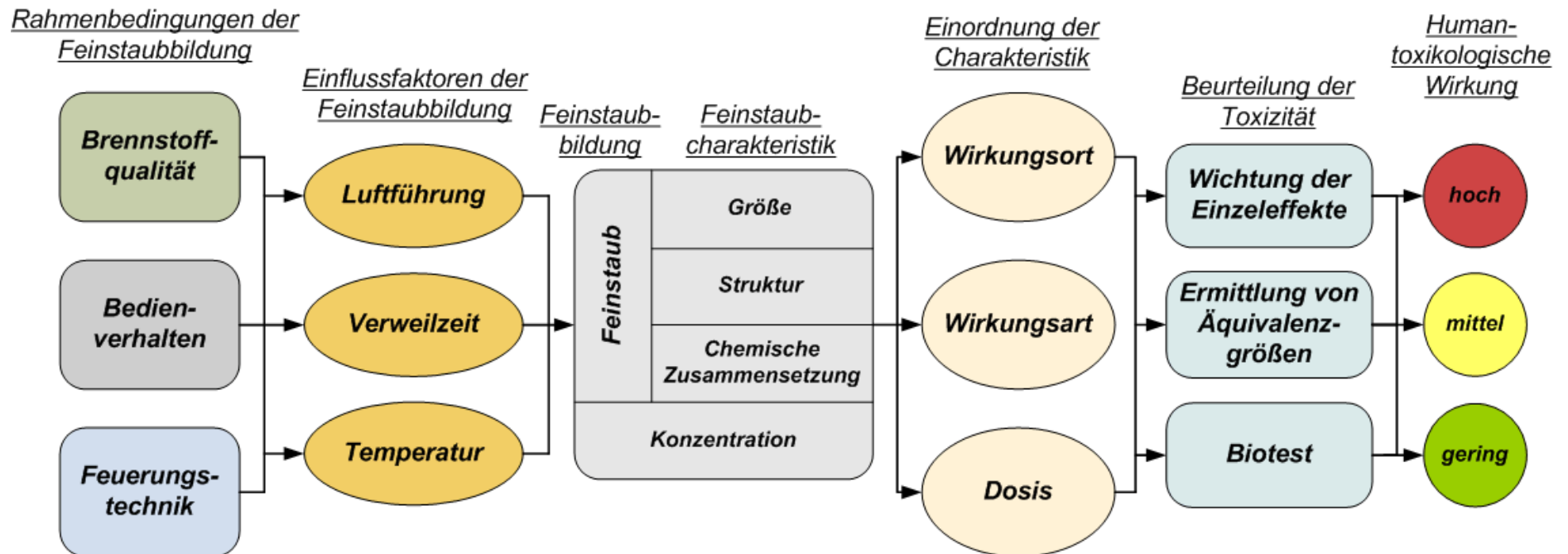


Feinstaubanalysen Pelletfeuerung

- ◇ Metalle: v.a. Cd, Pb, Cr, Cu, Zn; kaum Hg
- ◇ Org. Schadstoffe: wenig PAK, steigen deutlich bei Teillast; kaum PCB, PCP, Kresole
- ◇ OC / EC bei Vollast unter 5%; deutlicher Anstieg bei Teillast
- ◇ Anionen v.a. Nitrat und Chlorid (unter 5 %) und Sulfate (z.T. 20 – 50%)
- ◇ Röntgendiffraktometrie -> Verbindungen als Inhaltsstoffe
- ◇ Optische Auswertung über Elektronenrastermikroskopie



Wirkungskette der Feinstaubproblematik in Holzfeuerungen





Toxizitätsbewertung

- ◆ Neben der Menge an Feinstäuben (akute Belastung) ist ganz wesentlich die Toxizität der Feinstäube (chronische Belastung).
- ◆ Untersuchungen von Nussbaumer zeigen, dass eine vollständige Holzverbrennung zu Feinstaubemissionen führt, die in biologischen Tests deutlich günstiger abschneiden als Dieselruß; Feinstäube aus unvollständiger Verbrennung sind jedoch z.T. deutlich kritischer einzustufen.
- ◆ Ansatz IE: Vergleichsmatrix mit den Kriterien (Gesamtmenge, Größenverteilung, Metalle, org. Stoffe, EC/OC, Anionen, Form der Partikel)



Minderungsmöglichkeiten

- ◇ Brennstoff (Feinanteil, Feuchte, Mineralstoffe)
- ◇ Bedienenverhalten (Bestückung, Luftzufuhr)
- ◇ Kessel (optimaler Ausbrand, Reinigung)
- ◇ Schornsteinzug (Zugbegrenzer)
- ◇ Sekundären Maßnahmen (Filter)



Filteransätze für Kleinf Feuerungen

Verfahren	Technische Verfügbarkeit	Feinstaubminderung	Kosten	Bemerkungen
Fliehkraftabscheider (Zykon)	++	--	++	
Rotierender Partikelabscheider	-	+	+	Stabilitätsprobleme
Gewebe filter	+	++	0	für Kleinanlagen in der Entwicklung
Elektro-Filter	+	++	0	
Nasswäsche	+	0/+	-	Abwasser
Rauchgaskondensation	+	+	0	Abwasser



Schlussfolgerungen (1/2)

- ◇ Bezogen auf ca. 200 kt an Feinstaubemissionen haben Biomassefeuerungsanlagen einen Anteil von 10-15%.
- ◇ Die Toxizität dieser Feinstäube muss noch genauer bestimmt werden.
- ◇ Häusliche Holzfeuerungsanlagen können sowohl bei den Neuanlagen als auch beim Bestand deutlich verbessert werden -> Minderungspotenzial ca. 2/3 der heutigen Gesamtemissionen.
- ◇ Modernste Holzzentralheizungskessel haben bereits sehr niedrige Feinstaubemissionen, die in Zukunft noch weiter sinken werden (Ziel Einhaltung der Vorgaben der neuen 1. BImSchV ohne Filter).



Schlussfolgerungen (2/2)

- ◆ Feinstaubfilter auch für Kleinanlagen müssen zur Serienreife gelangen (zur Verbesserung der Emissionen von Kaminen, Öfen ...).
- ◆ Vollständige Verbrennung ist sicherzustellen (Toxizität) -> Einsatz von Pufferspeichern!

◆ Feinstaubemissionen aus häuslichen Holzfeuerungsanlagen sollten soweit reduzierbar sein, dass sie einem weiteren Ausbau dieser wichtigen Nutzungsoption der Biomasse nicht im Wege stehen!