

# **Gefährdungsbeurteilung bei Exposition gegenüber Ultrafeinstäuben**

**2. Sankt Augustiner Expertentreff  
„Gefahrstoffe“**

**5. und 6. Juli 2011**

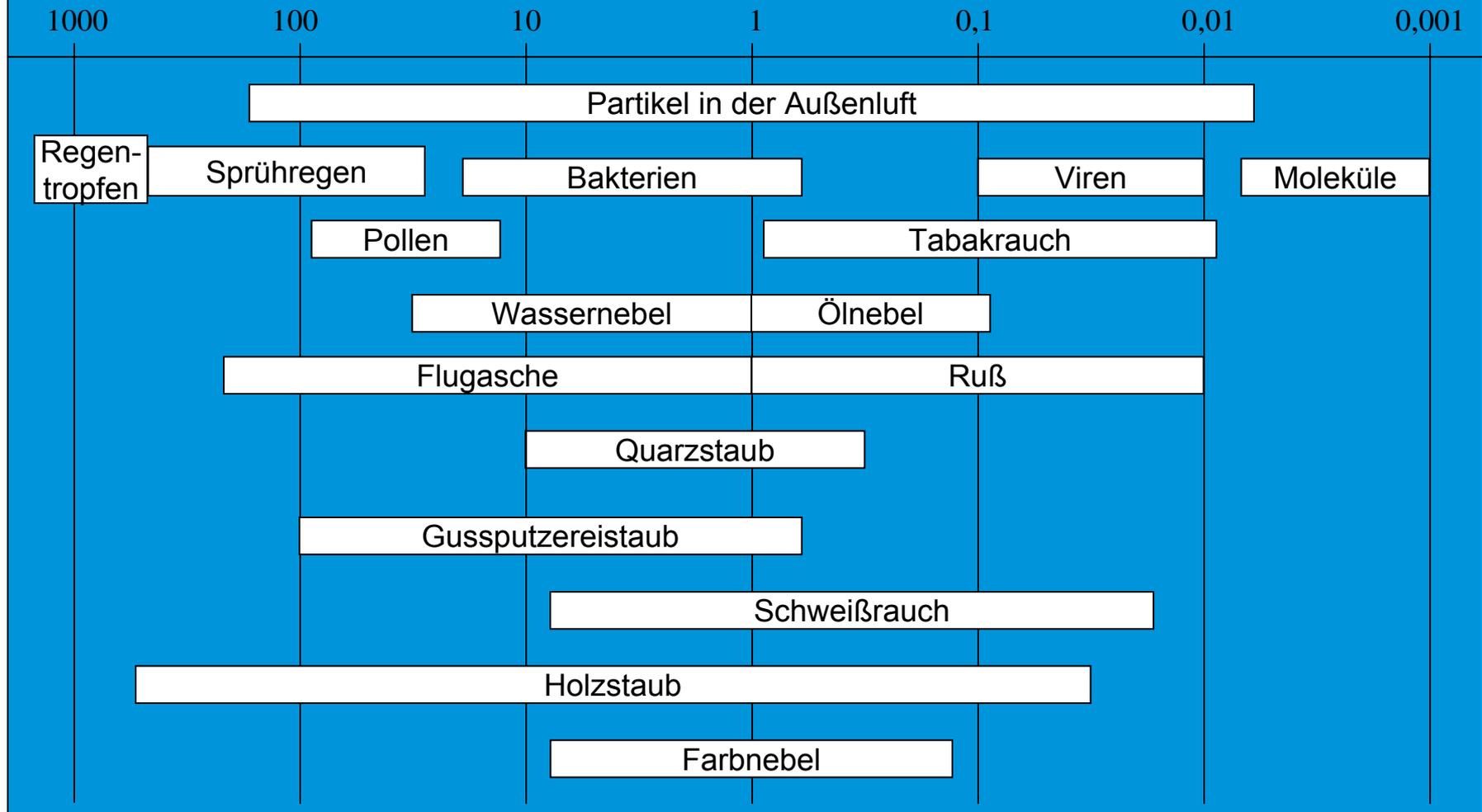
Ultrafeinstäube, DGUV-Expertentreff, Dr. Prinz



## Vorkommen von Ultrafeinen Partikeln

Quelle	Beispiele	Anwendung
Natürliche Quellen	Vulkane, Brände	./.
Verbrennungsprozesse	Dieselfuß, Kohlebrand, Gasflammen	./.
Gezielte Synthese	TiO <sub>2</sub> , ZrO, Ruß, amorphes SiO <sub>2</sub> (Flammenpyrolyse), Eisenoxide, Gold, CNT	Kosmetik, Pigmente, Reifen, Toner, Farben, Zement, Kunststoffe
Nano-Engineering	Fullerene, Liposomen, Polycyanoacrylate, Dendrimere	Elektronik, Pharmazie, Implantate, Diagnostik, Verbraucherprodukte

## Teilchengrößen von Aerosolen (nach VDI 2262) (Durchmesser in $\mu\text{m}$ )



## Definitionen

### **Ultrafeine Partikel (UFP)**

= Oberbegriff: Nanopartikel + Ultrafeinstaub (<100 nm, 1 nm = 10<sup>-9</sup> m)

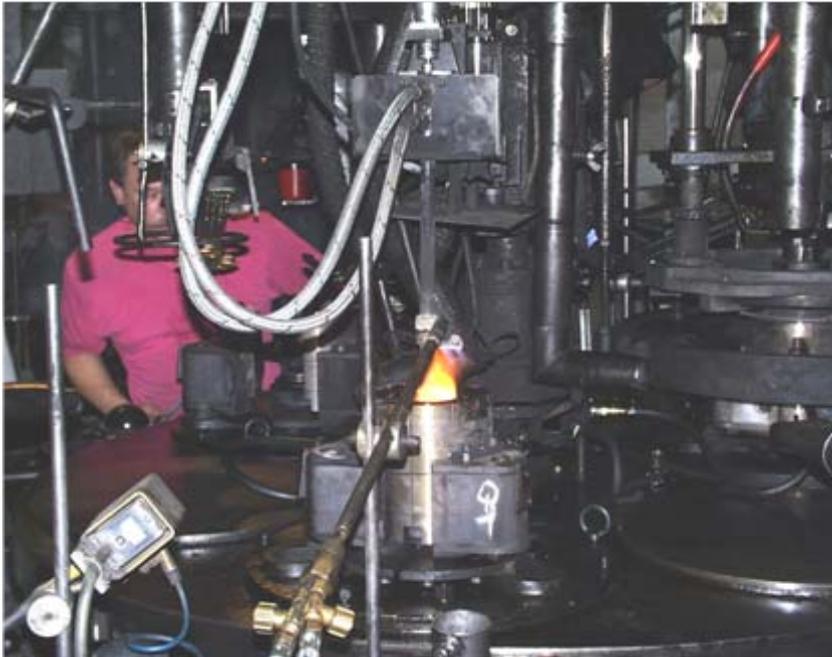
**Ultrafeinstaub:** UFP, die als „Nebenprodukte“ bei industriellen oder natürlichen Prozessen freigesetzt werden

**Nanopartikel:** Gezielt hergestellte UFP

**Nanomaterialien:** ISO/TS 27687 (2008)

„Nanotechnologies – Terminology and definitions for nano-objects – Nanoparticle, nanofibre and nanoplate“

## UFP in der keramischen und Glasindustrie

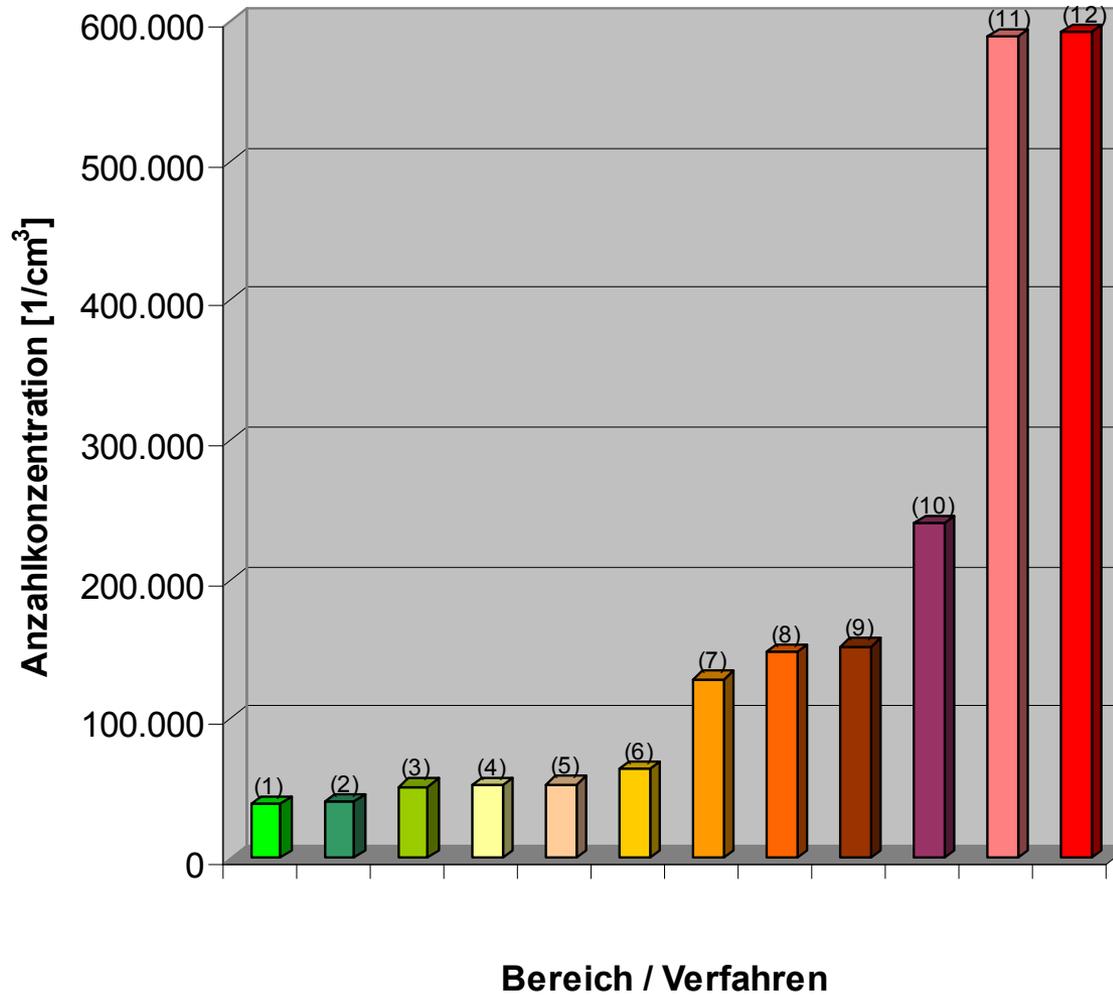


Pyrolyse



Verbrennung

## Mittlere UFP-Konzentration in verschiedenen Bereichen



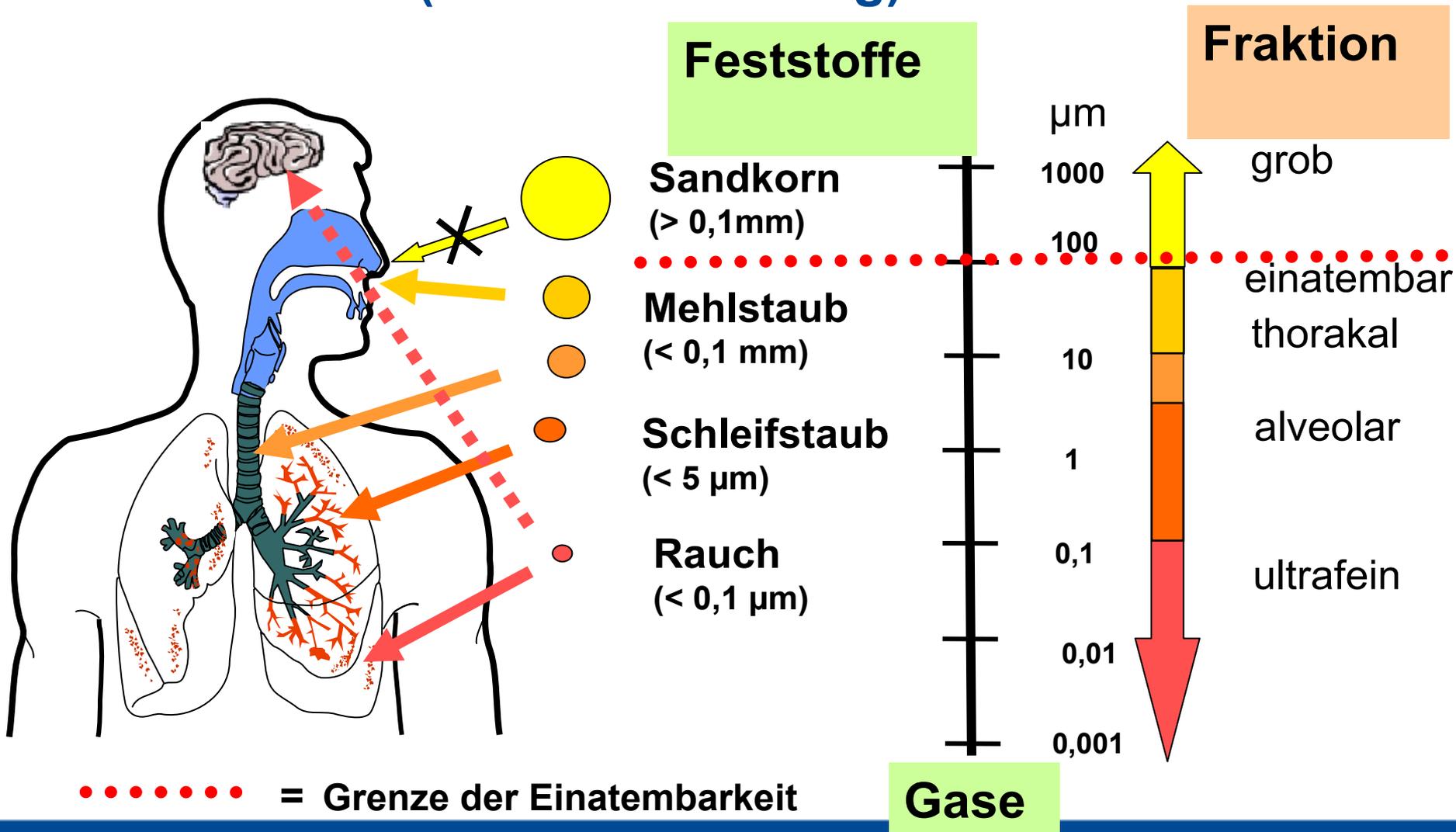
- Schleifen, nass (1)
- Verbrennungsprozesse - Öfen geschlossene Bauart (2)
- Laserstrahlabtragen, mit Absaugung (3)
- Verbrennungsprozesse - Öfen offene Bauart (4)
- Lichtbogenofen (5)
- Glaswanne, Einlegebereich, gute Lüftungsverhältnisse (6)
- Plasmabeschichtung (7)
- Hohlglasherstellung, ohne Schmierung (8)
- Laserstrahlabtragen, ohne Absaugung (9)
- Mineralwolleherstellung, Zerkammerungskammer (10)
- Hohlglasherstellung, während manueller Schmierung (11)
- Glaswanne, Einlegebereich, schlechte Lüftungsverhältnisse (12)

# Übersicht Messergebnisse

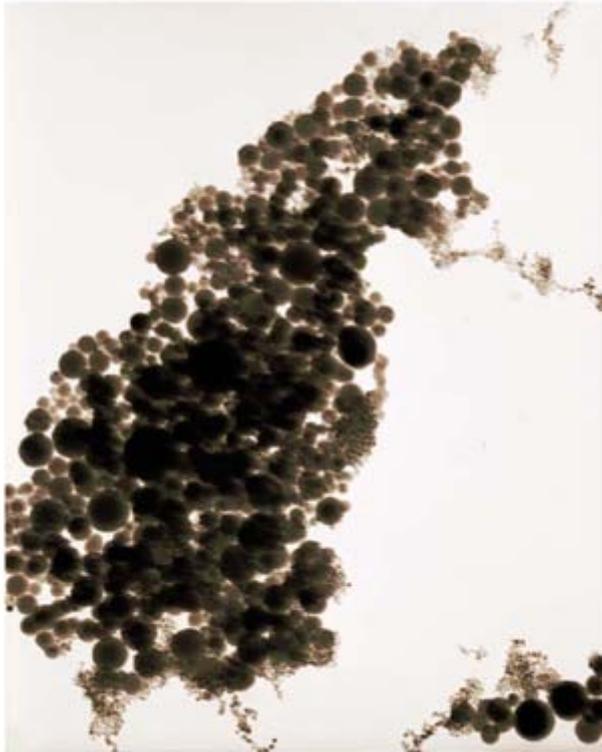
Verfahren	Gesamt- konzentration  Partikeln/cm <sup>3</sup>	Maximum der Anzahlverteilung  nm
Außenluft, Büro	bis ca. 10 000	
Siliziumschmelze	100 000	280-520
Metallschleifen	bis 130 000	17-170
Weichlöten	bis 400 000	36-64
Plasmabrenn- schneiden	bis 500 000	120-180
Bäckerei	bis 640 000	32-109
Flughafenvorfeld	bis 700 000	< 45
Hartlöten 5	4 000 bis 3 500 000	33-126
Schweißen 10	0 000 bis 40 000 000	40-600

Quelle:  **IFA**  
 Institut für Arbeitsschutz der  
 Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung

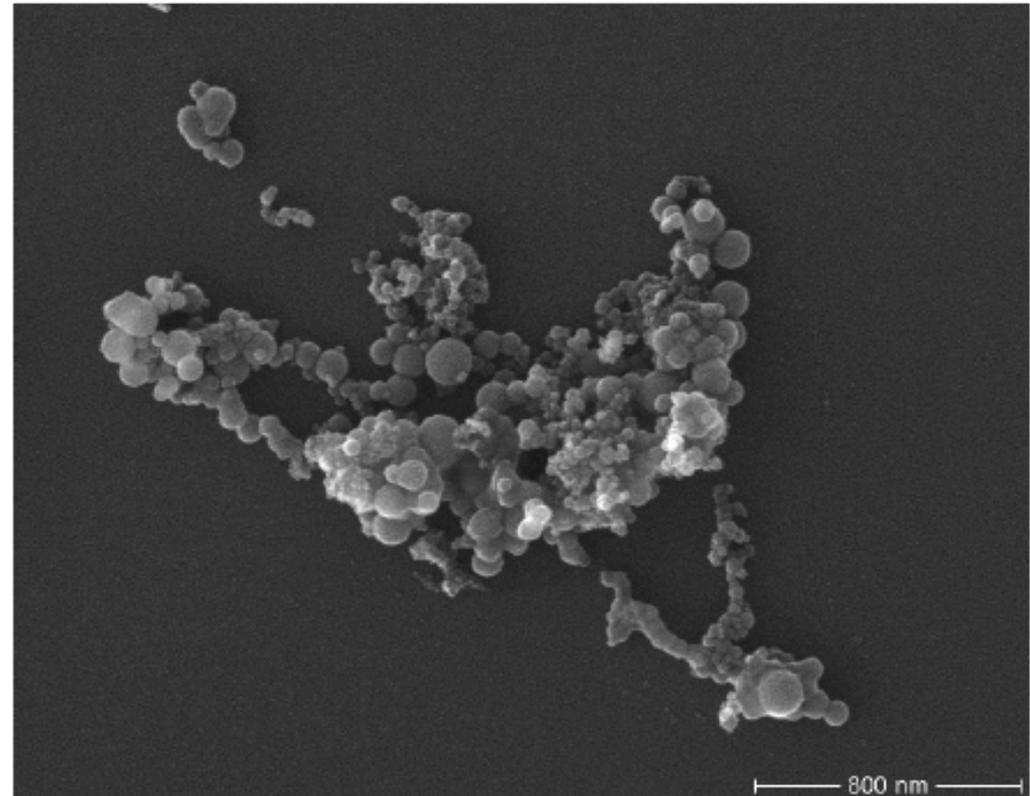
# Staubfraktionen (Größenverteilung)



## UFP (Quelle: BAuA)



Kerzenruß (überwiegend Agglomeration)



Aggregation („Sinterhalse“)

## Konventionen für UFP

- Seit 1998 (aktualisiert 2007) Konventionen verschiedener Institutionen (z.B. IFA) in Abstimmung mit der MAK-Kommission
- Ultrafeines Aerosol-Teilchen: Mobilitätsäquivalentdurchmesser  $< 0,1 \mu\text{m}$  (Teilchenbewegung bestimmt durch Diffusion)
- Erfassung Teilchenzahlkonzentration im Bereich von ca. 10 nm - ca. 600 nm
- Erfassung Teilchenzahlverteilung

## UFP

Es werden Bereiche verschiedener Belastungshöhe definiert:

<b><i>UFP-Konzentration [Partikelanzahl / cm<sup>3</sup>]</i></b>	<b><i>Einordnung der Belastungshöhe</i></b>
< 10.000	ubiquitäre Belastung
< 100.000	gering
100.000 – 1.000.000	mittel
> 1.000.000	hoch

## Bewertung von UFP

### Legaldefinition? Grenzwerte? Im Prinzip NEIN!

- UFP Teilfraktion des E-Staubes, aber nicht in der DIN EN 481 (Probenahmekonvention Arbeitsschutz) sowie in der DIN ISO 7708 (Probenahmekonvention Umweltschutz) gesondert beschrieben
- In Arbeit (Vorentwurf): DIN EN ISO 13138 (Abscheidewahrscheinlichkeiten Partikel 5 nm - 100 µm)
- Allgemeiner Staubgrenzwert (E-Staub: 10 mg/m<sup>3</sup>; A-Staub 3 mg/m<sup>3</sup>) gilt nicht für Bewertung von UFP.
- TRGS 900: AGW für amorphe (inkl. pyrogene) Kieselsäuren = 4 mg/m<sup>3</sup>
- Erhöhte toxikologische Wirkungsstärke der UFP erwähnt im Merkblatt zur BK 4115 „Siderofibrose“ (Schweißberlunge)

## Bewertung von UFP

- Die gesundheitlichen Wirkungen von UFP können im wesentlichen durch **bekannte Wirkprinzipien** beschrieben werden (siehe Feinstäube)!

=> **Veröffentlichung des AGS** vom 01.07.2011  
(Bearbeitungsstand 24.03.2010):

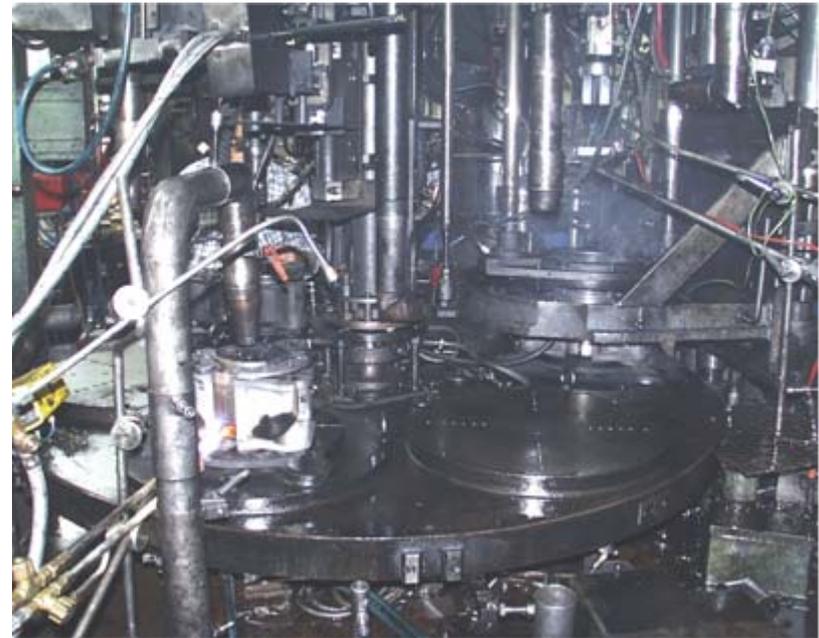
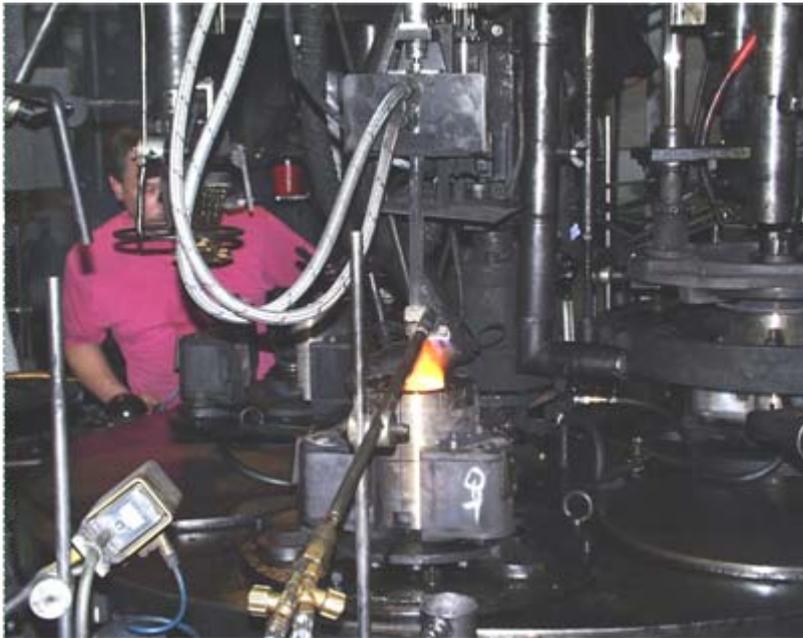
„Wissensstand bezüglich möglicher Wirkprinzipien und Gesundheitsgefahren durch Exposition mit arbeitsplatzrelevanten Nanomaterialien“

- Es sind keine völlig neuartigen Wirkungen bekannt geworden / zu erwarten.
- Kann evt. doch die Masse zur Bewertung von UFP herangezogen werden? Wenn ja wie (evt. Umrechnungsfaktoren)?

## Wirkprinzipien von Stäuben

- Spezifische chemische / toxische Wirkungen: z.B. bestimmte Metallionen (Ni, Pb, Cd), chemisch funktionelle Gruppen, Katalyse => Einzelfallbewertung
- Faserprinzip: Asbest, CNT?
- **GBS-Prinzip** (granuläre biobeständige Stäube): Inerte Stäube ohne spezifische Toxizität => Entzündung und mutmaßliche krebserregende Wirkung  
GBS-UFP besitzen eine ca. 2-3 (x-) fach höhere Wirkstärke bei der krebserregenden Wirkung  
=> **Gruppenbewertung**

## UFP in der keramischen und Glasindustrie



**Abb.: Mitarbeiter beim Bedienen einer Maschine zur Hohlglasherstellung (Manuelles Schmieren + Verbrennung von Acetylen in den Formen => Schmierung mit Ruß)**

## Messergebnisse

- Niedermolekulare Pyrolyseprodukte bei Formentemperatur ca. 450 °C (KW, Alkohole, Aldehyde, Ketone etc.) i.A. < Bestimmungsgrenze
- PAK / Benzo[a]pyren i.A. < Bestimmungsgrenze
- KW, KSS Aerosol ca. 0,5 mg/m<sup>3</sup>
- KW-Gemische < 20 mg/m<sup>3</sup>
- A-Staub ca. 0,5 mg/m<sup>3</sup>, E-Staub ca. 0,8 mg/m<sup>3</sup>
- Ni < Bestimmungsgrenze
- **C (gesamt) ca. 0,09 mg/m<sup>3</sup>, C (elementar) ca. 0,02 mg/m<sup>3</sup>**  
(wenige Messwerte)
- **ca. 150.000 – 1.500.000 UFP/cm<sup>3</sup>** (wenige Messwerte)

## Gefährdungsbeurteilung

- **C (gesamt) ca. 0,09 mg/m<sup>3</sup>, C (elementar) ca. 0,02 mg/m<sup>3</sup>** (wenige Messwerte)
- **ca. 150.000 – 1.500.000 UFP/cm<sup>3</sup>** (wenige Messwerte)

Unvollständige Acetylenverbrennung => Ruß =>  
Orientierung an TRGS 554 „Abgase von Dieselmotoren“

⇒ Verfahrensoptimierung, Brennereinstellungen, Lüftung,  
ggf. PSA (auf Wunsch der Beschäftigten bei > 002 mg/m<sup>3</sup>)

## Ausblick

- Zu wenige Daten zu Anzahlkonzentration UFP sowie C (elementar) und Pyrolyseprodukte
- Mittlerweile stehen einfach handhabbare Geräte zur Bestimmung der Anzahlkonzentration bis ca. 1.000.000 UFP/cm<sup>3</sup> zur Verfügung

**=> Messprogramm Hohlglasindustrie**