



Feinstaub: Was ist das?

Sicherlich hat jeder in der letzten Zeit die Diskussionen über das Thema Feinstaub mitverfolgt. Unter Feinstaub versteht man jene Staubkörner, welche von den Schleimhäuten in Mund und Nase nicht gefiltert werden können. Das heißt Staub-Partikel mit einer Größe von weniger als 10 Tausendstel Millimeter, kurz PM 10 genannt. Da stellt sich die Frage: Wie gefährlich ist der Feinstaub für unsere Gesundheit? Dies sollte bei allen Überlegungen zu dem Thema berücksichtigt werden. Gesundheitliche Auswirkungen zeigen sich in Allergien und Asthma.

Zuerst sollte einmal festgestellt werden wo der Feinstaub herkommt und wie er sich zusammensetzt. Feinstaub entsteht durch Verbrennungsprozesse, wie auch durch Reibung von zwei Teilen aneinander. Also durch alle Arten von Heizungen, Motoren, Reifen- und Bremsabrieb im Straßenverkehr, Aktivitäten in der Landwirtschaft, Industrieprozesse sowie handwerkliche Tätigkeiten. Selbst der bei Südwind zu uns getragene Staub aus der Sahara kann zur Erhöhung der Feinstaub-Belastung beitragen.

| Grenzwerte für Feinstaub (PM10) ab 1. Januar 2005 | | |
|---|------------------------------|------------------|
| Zeitraum | Grenzwert | Ausnahmen |
| Tages-Mittel | 50 Mikrogramm/m ³ | 35 Tage pro Jahr |
| Jahres-Mittel | 40 Mikrogramm/m ³ | |

In vielen Städten wurden bereits Maximalwerte für Feinstaub festgelegt. Diese wurden bisher auch schon des Öfteren überschritten.

Bei genauen Untersuchungen der Toxizität von Feinstäuben hat sich herausgestellt, dass Holzfeuerungen im Allgemeinen relativ hohe Staubemissionen aufweisen und dadurch überproportional zur PM 10-Belastung beitragen. Dass verschiedene Feinstäube stark unterschiedliche Umweltauswirkungen verursachen können ist allerdings bei einem solchen Vergleich nicht berücksichtigt. So besteht Dieselruß vorwiegend aus Kohlenstoff und er kann zudem gesundheitsschädliche organische Substanzen wie kanzerogene polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) enthalten. Staub aus vollständiger Holzverbrennung besteht dagegen hauptsächlich aus Salzen, wie zum Beispiel Kaliumchlorid, das auch als Düngemittel verwendet wird und eine 5-fach geringere Gefahr als Dieselruß darstellt. Der grundlegende Unterschied zwischen Dieselruß und Staub aus quasi vollständiger Holzverbrennung ist bereits visuell erkennbar, wenn man die Rauch- und Qualmschwaden näher anschaut. Hierbei sind jedoch auch die Abgase aus schlechter Holzverbrennung sofort als schädlich auszumachen.

UWE · UmWelt und Energie e.K.

Wir heizen Ihnen *natürlich* ein!

Der russartige Ausstoß (unverbrannter Kohlenstoff und teerhaltige Rückstände) einer schlechten Verbrennung kann jedoch auch die Toxizität von Dieselruß um ein mehrfaches Überschreiten.

Während die Gesundheitsgefährdung von Dieselruß vielfach untersucht und nachgewiesen wurde, ist bis heute kein Vergleich zwischen Dieselruß und salzartigen Partikeln aus Holzfeuerungen bekannt. Die bisherigen Tests mit Partikeln an Lungenzellen von Hamstern zeigen jedoch, dass Dieselruß eine deutlich höhere Toxizität aufweist als Partikel aus vollständiger Holzverbrennung. Jedoch erzeugen weiterhin alte und falsch betriebene Holzfeuerungen immer noch einen mehrfach höheren Schadstoffausstoß, wie moderne automatische Holzfeuerungen wie Pellets- und Hackschnitzel-Feuerungen, sowie moderne Holzvergaserkessel. Hier liegen die Staubbelastungen mit unter 50 mg/m³ bereits heute weit unter den Grenzwerten von 100 mg/m³.

Heute müssen zwar bereits alle neuen Anlagen auf Prüfständen ihre Umwelt-Belastungen unter Beweis stellen, jedoch sollte der Käufer sich in jedem Fall davon überzeugen, welche genauen Werte eingehalten werden. Denn trotz der Bekanntheit der Problematik sind immer noch veraltete und minderwertige Feuerungen auf dem Markt. Nicht zuletzt finden auch immer wieder billige Geräte in Baumärkten ihre Käufer und Betreiber.

Der Novelle der Ersten Bundesimmissionsschutzverordnung (1. BImSchV) stimmten die Abgeordneten im Juli 2009 zu; die Verordnung muss jedoch noch durch den Bundesrat. An dieser Stelle stellen wir Ihnen aber die wichtigsten Punkte der 1. BImSchV vor:

- Staubemissionen bei Heizkesseln
Höchstwert: 100 mg/m³ Abgas
Höchstwert bei Holzpellets: 60 mg/m³ Abgas
Ab 2015 dürfen neue Heizungen nur noch 20 mg/m³ ausstoßen.
- Bisher galten die Höchstwerte für Staub und Kohlenmonoxid erst für Heizungen ab 15 kW; nach der Novelle gelten sie bereits für Heizungen ab 4 kW.
- Bestehende Heizkessel und Holzöfen müssen die neuen Werte ebenfalls einhalten, jedoch frühestens ab 2015.
- Getreidebrennstoffe und Mischpellets dürfen von Land- und Forstwirten, Mühlen, Agarhändlern und anderen Betrieben des agrargewerblichen Sektors eingesetzt werden.
- Gleichbleibend ist die Bestimmung bzgl. Pufferspeicher bei handbeschickten Heizkesseln: das Speichervolumen des Warmwasserspeichers soll mind. 55 Liter pro Kilowatt Nennwärmeleistung betragen.

Eine Liste der erlaubten Brennstoffe finden Sie im Internet unter http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/bimschv1_verordnung.pdf (Seite 5).

UWE · UmWelt und Energie e.K.

Wir heizen Ihnen *natürlich* ein!

Unten stehend finden Sie diverse Grafiken und Tabellen zum Thema Feinstaub.

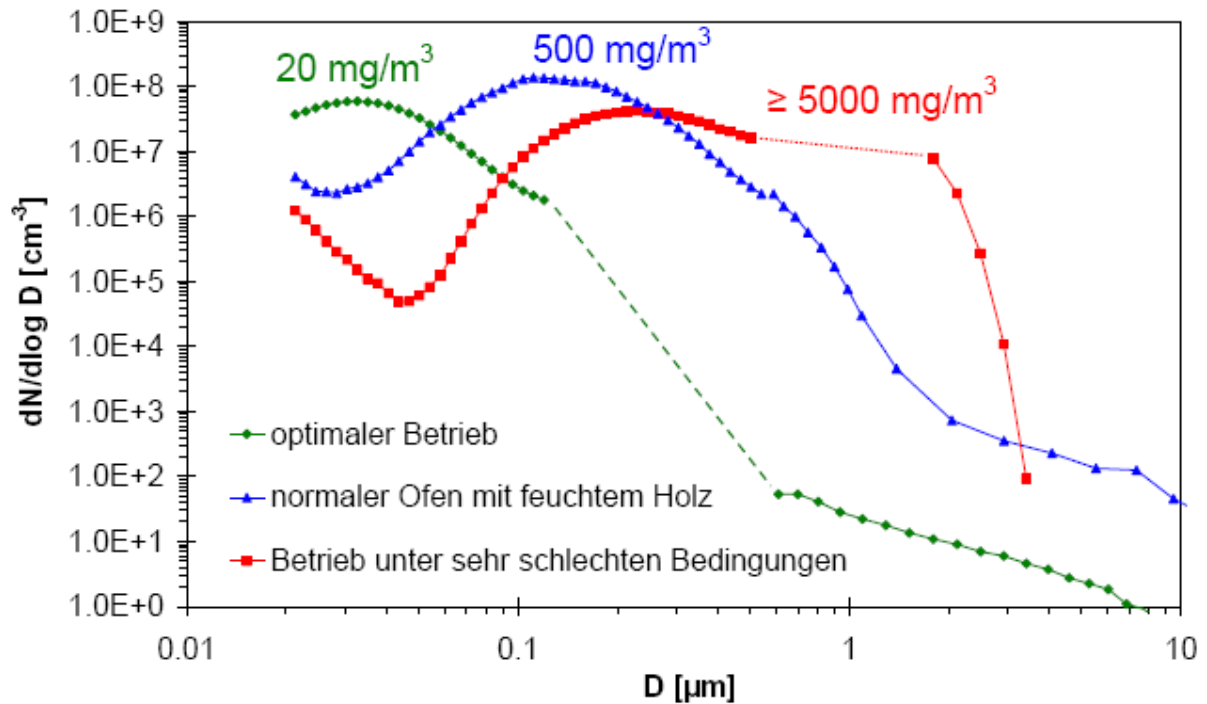


Bild 17 Anzahlgrößenverteilung und Gesamtemissionen bei unterschiedlicher Betriebsart von Stückholzöfen.

UWE · UmWelt und Energie e.K.

Wir heizen Ihnen *natürlich* ein!

Tabelle 5 Euro-Normen für schwere Nutzfahrzeuge, Angaben in [g/kWh] Nutzenergie, ausser bei Rauchtrübung: [m⁻¹], Quelle: [Umweltbundesamt Österreich].

| EU-Richtlinien | 88/77/EWG | | 91/542/EWG | | 99/96/EG | | | |
|----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| | Euro 0 seit 1988/90 | Euro 1 seit 1992/93 | Euro 2 seit 1995/96 | Euro 3 ab 200/01 | | Euro 4 ab 2005 | Euro 5 ab 2008 | EEV (?) |
| CO | 12,3 | 4,9 | 4,0 | 2,1 | 5,45 | 4,0 | 4 | 3 |
| HC | 2,6 | 1,23 | 1,1 | 0,66 | 0,76 | 0,55 | 0,55 | 0,4 |
| Methan | - | - | - | - | 1,6 (4) | 1,1 (4) | 1,1 (4) | 0,66 |
| NOx | 15,8 | 9,0 | 7,0 | 5,0 | 5,0 | 3,5 | 2 | 2 |
| Partikel | - | 0,4/ 0,68 | 0,15 | 0,1/ 0,13 (5) | 0,16/ 0,21 (5) | 0,03 (5) | 0,03 (5) | 0,02 |
| Rauchtrübung | - | - | - | 0,8 m ⁻¹ (6) | - | 0,5 m ⁻¹ (6) | 0,5 m ⁻¹ (6) | 0,15 m ⁻¹ (6) |
| Testverfahren | 13- Stufen- verfahren | 13- Stufen- verfahren | 13- Stufen- verfahren | ESC-Test und ELR- Test (1) | ETC-Test (2,3) | | | |

alle Werte in g/kWh (falls nicht anders angegeben)

(1) geändertes/verschärftes Verfahren für Dieselmotoren; gilt auch für Euro 4 und Euro 5

(2) zusätzlicher Transienten-Test für Dieselmotoren mit Abgasnachbehandlungssystemen

(3) Für Gasmotoren nur Transiententest

(4) Nur für Erdgasmotoren

(5) Nur für Dieselmotoren

(6) Trübungsmessung nach ESC- und ELR-Tests

(7) Besonders umweltfreundliche Fahrzeuge

(8) Für LKW ≤ 85 kW

umweltbundesamt[®]

Tabelle 6 Euro-Normen für Personenwagen und leichte Nutzfahrzeuge, Angaben in [g/km], Quelle: [Umweltbundesamt Österreich].

| EURO Klasse | Jahr | NI, Klasse I < 1305 kg | | | | NI, Klasse II 1305-1760 kg | | | | NI, Klasse III > 1760 kg | | | |
|--------------------|--------------------|------------------------|--------|--------|--------|----------------------------|--------|--------|--------|--------------------------|--------|--------|--------|
| | | Euro 1 | Euro 2 | Euro 3 | Euro 4 | Euro 1 | Euro 2 | Euro 3 | Euro 4 | Euro 1 | Euro 2 | Euro 3 | Euro 4 |
| | | 1994 | 1998 | 2000 | 2005 | 1994 | 1998 | 2000 | 2005 | 1994 | 1998 | 2000 | 2005 |
| Diesel | CO | 2,72 | 1,00 | 0,64 | 0,50 | 5,17 | 1,25 | 0,80 | 0,63 | 6,90 | 1,50 | 0,95 | 0,74 |
| | HC | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | HC+NO _x | 0,97 | 0,70 | 0,56 | 0,30 | 1,40 | 1,00 | 0,72 | 0,39 | 1,70 | 1,20 | 0,86 | 0,46 |
| | NO _x | - | - | 0,50 | 0,25 | - | - | 0,65 | 0,33 | - | - | 0,78 | 0,39 |
| | Partikel | 0,14 | 0,08 | 0,05 | 0,03 | 0,19 | 0,12 | 0,07 | 0,04 | 0,25 | 0,17 | 0,10 | 0,06 |
| | Benzin | CO | 2,72 | 2,20 | 2,30 | 1,00 | 5,17 | 4,00 | 4,17 | 1,81 | 6,90 | 5,00 | 5,22 |
| HC | | - | - | 0,20 | 0,10 | - | - | 0,25 | 0,13 | - | - | 0,29 | 0,16 |
| HC+NO _x | | 0,97 | 0,50 | - | - | 1,40 | 0,65 | - | - | 1,70 | 0,80 | - | - |
| NO _x | | - | - | 0,15 | 0,08 | - | - | 0,18 | 0,10 | - | - | 0,21 | 0,11 |
| Partikel | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

UWE · UmWelt und Energie e.K. – Firmeninhaber: Uwe Schlüter

Energielandschaft 702
54497 Morbach
DEUTSCHLAND

Telefon: +49-(0)6533-2580
Fax: +49-(0)6533-958446
zentrale@uwe-energie.de
www.uwe-energie.de
BLZ 570 698 06

HRA 40209
Steuernummer: 07/149/30207
UID: DE 198 751 926

VR-Bank Morbach e. G.

Konto Nr.: 100 302 834

UWE · UmWelt und Energie e.K.

Wir heizen Ihnen *natürlich* ein!

Im Folgenden wird anhand praktischer Fallbeispiele die jährliche Partikelfracht eines Lastwagens mit verschiedenen Ofentypen verglichen.

Beispiel 1: Eine Pelletfeuerung hat einen Verbrauch von 4000 kg Pellets pro Jahr und spezifische Staubemissionen von 25 mg/m^3 (bei 13 Vol-% O_2). Die Abgasmenge für 1 kg Pellets ($w = 10\%$) beträgt 11 m^3 (Normvolumen bei 13% O_2); hieraus resultiert eine jährliche Abgasmenge von $44'000 \text{ m}^3/\text{a}$. Die jährliche Staubfracht beträgt **1,1 kg/a**.

Beispiel 2: Ein Holzofen hat einen typischen Verbrauch von 3 Ster/a, entsprechend 1600kg/a Holz. Die Abgasmenge für 1 kg Holz ($w = 15\text{-}20\%$) ist etwa 10 m^3 (Normvol. bei 13% O_2); hieraus resultiert eine jährliche Abgasmenge von $16'000 \text{ m}^3/\text{a}$. Abhängig von der mittleren spezifischen Emission ergeben sich folgende Staubfrachten:

- bei 60 mg/m^3 (guter Betrieb wie bei Typenprüfung): **1 kg/a**
- bei 500 mg/m^3 (schlechter Betrieb eines Ofens): **8 kg/a**
- bei 5000 mg/m^3 (sehr schlechter Betrieb Chile-Ofen): **80 kg/a**

Beispiel 3: Ein Lastwagen (Fern-LKW) hat eine jährliche Fahrleistung von 50'000 km. Zur Berechnung der spezifischen Emission pro Wegstrecke werden folgende vereinfachte Annahmen getroffen: Die mittlere Leistung beträgt 100 kW und die Durchschnittsgeschwindigkeit 70 km/h (bei vorwiegender Fahrt auf der Autobahn); hieraus resultiert der Umrechnungsfaktor: $1 \text{ g/kWh} = 1,43 \text{ g/km}$. Abhängig von der spezifischen Emissionen (Euro-Norm) ergeben sich folgende Staubfrachten:

- für Euro 1: $0,40 \text{ g/kWh} \rightarrow 0,57 \text{ g/km}$, bei 50'000 km: **29 kg/a**
- für Euro 2: $0,15 \text{ g/kWh} \rightarrow 0,21 \text{ g/km}$, bei 50'000 km: **11 kg/a**
- für Euro 3: $0,10 \text{ g/kWh} \rightarrow 0,14 \text{ g/km}$, bei 50'000 km: **7,2 kg/a**
- für Euro 4: $0,03 \text{ g/kWh} \rightarrow 0,043 \text{ g/km}$, bei 50'000 km: **2,1 kg/a**

Wir heizen Ihnen *natürlich* ein!

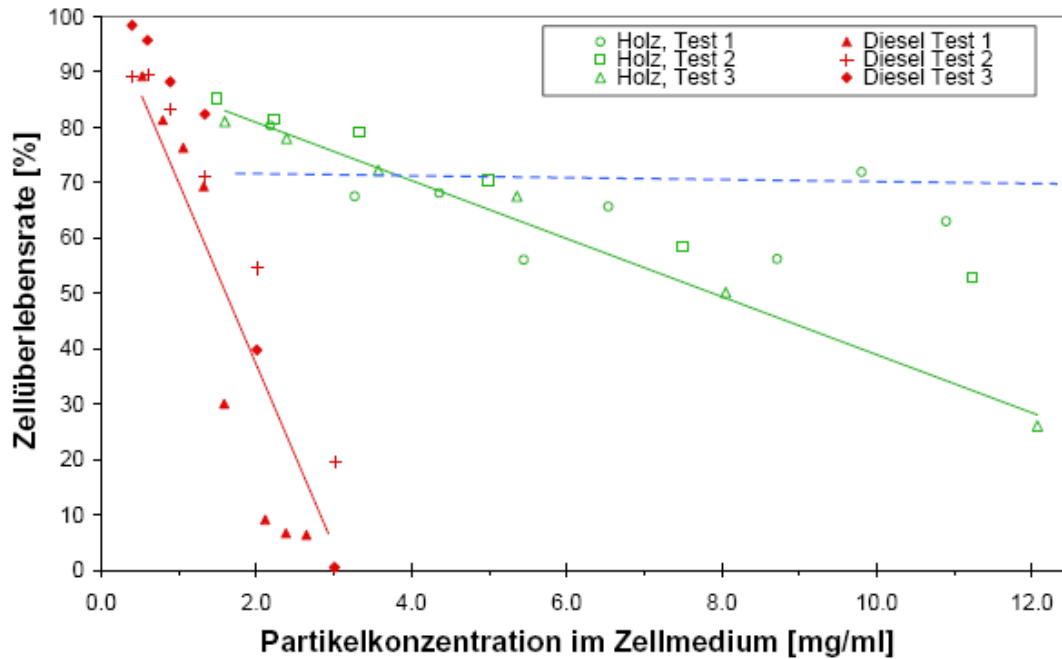


Bild 30 Zytotoxizitätstest für Staub aus einer automatischen Holzfeuerung im Vergleich zu Dieseleruss. Die gestrichelte Linie gibt die Grenze der Nachweisempfindlichkeit dieses Tests an, d. h. erst bei einer Überlebensrate unter 70% ist die Schädigung signifikant.

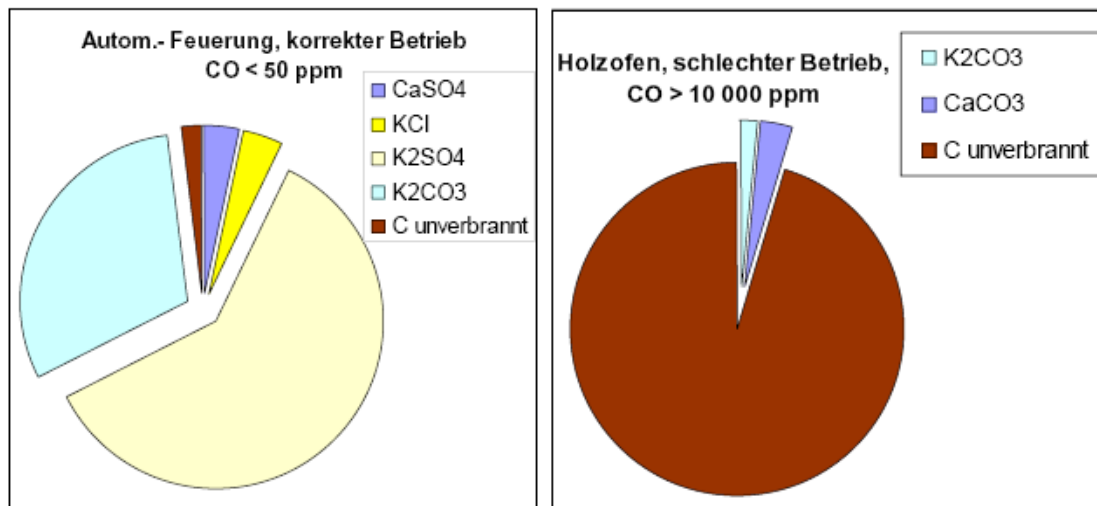


Bild 34 Chemische Zusammensetzung von Staubproben aus sehr unterschiedlicher Holzverbrennung.

UWE · UmWelt und Energie e.K.

Wir heizen Ihnen *natürlich* ein!

Tabelle 8 Chemische Analyse der Kondensatproben von Bild 35

| Ofentyp | | einfacher Metallofen (Typ 1) | Ofen mit Qualitätssiegel (Typ 2) | 2-stufige Verbrennung (Typ 3) |
|---|------|------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Holzart | | Buche | Buche | Roble (chilenische Buche) |
| Wassergehalt w | | 20% | 20% | 16% / 25% |
| Holzcharge | | 5.7 kg | 4 kg | 6.5 kg(w=16%) + 9.5 kg (w=25%) |
| Betriebsart | | Luftklappe geschlossen | Luftklappe offen | kontinuierlich, Primärluft offen |
| Kondensatprobennahme | | direkt im Abgas | nach beheiztem Partikelfilter | direkt im Abgas |
| TOC-Gehalt (totaler organ. Kohlenstoff) | mg/l | 8100 | 1200 | 22 |
| anorganische Salze (K, Ca, Cl, SO ₄) | mg/l | 5 | < 1 | 17 |
| anorganische Säuren (HCl, H ₂ SO ₄) | mg/l | 110 | 57 | 0 |
| pH-Wert | | 2.78 | 3.24 | 7.42 |
| PAK-Gehalt (Summe der 16 EPA PAK) | µg/l | 110 | 520 | 40 |
| Summe alle Substanzen | mg/l | 8215 | 1257 | 39 |
| Anteil anorg. Material | | 1.4% | 4.5% | 44% |
| Anteil TOC | | 98.6% | 95.5% | 56% |
| PAK / Summe alle Substanzen | ‰ | 0.013 | 0.41 | 1.03 |

Weitere Informationen zu der Problematik von Feinstäuben finden Sie auch in den Publikationen des Ing. Büros Verenum aus Zürich, Schweiz auf den Internetseite <http://www.verenum.ch/publikationen.html>.