

RAUCHGASE UND DEREN MESSEINHEITEN

# Einer unter Millionen



Bild: MRU

Wenn es um winzige Mengen geht, müssen auch die Messeinheiten sich entsprechend verfeinern. Da reicht es eben nicht mehr aus, die Unterscheidung so grob zu unterteilen, wie es beispielsweise eine Prozentzahl kann.

Digitale Messgeräte machen es dem Fachmann sehr leicht, Messdaten direkt abzulesen und Rauch zu analysieren

Nur der hundertste Teil vom Ganzen, ist beispielsweise für ein gasförmiges Verbrennungsprodukt oft nicht fein genug. Die Angabe als Promille-Anteil würde sich dann schon auf ein Tausendstel beziehen. Mille ist nicht, wie oft im Sprachgebrauch verwendet, die Abkürzung für eine Million, sondern für ein Tausend. Die meisten von uns haben daher bereits die erste Mille verdient. Promille-Anteile beschreiben also schon recht feine Stoffverteilungen.

## PARTS PER MILLION

Wird es noch feiner, kommen die „parts per million“, also ppm, zum Zuge. Als Jemand unter einer Million Anderer erkannt zu

werden, ist messtechnisch schon eine gewisse Anforderung. Wer während der letzten Fußball-WM mal seinen Bekannten auf den Rängen unter den 80 000 Zuschauern ausfindig machen wollte, kann dies sicherlich bestätigen. Diese Messeinheit wird also verwendet, um auch geringe Spuren eines Stoffes mit entsprechender Wertung angeben zu können.

Hier einige Umrechnungen:

10 000 ppm = 1 %

1000 ppm = 0,1 %

100 ppm = 0,01 %

10 ppm = 0,001 %

1 ppm = 0,0001 %

Beispielsweise darf der Wert für Kohlenmonoxid (CO) als maximale Arbeitsplatz-Konzentration (MAK), einen Wert von 60 ppm nur kurzzeitig überschreiten und sollte ansonsten unter 30 ppm bleiben. Dieser Grenzwert ist in der Einheit „ppm“ gut handhabbar. Jedenfalls besser, als würde man diese Spuren des giftigen Gases als maximal sechs von einhunderttausend Teilen beschreiben. Auch 0,006 % bzw. 0,003 % kennzeichnen die MAK-Werte an CO nicht gerade augenfällig. Der Sprachgebrauch für Sauerstoff in der Luft hingegen bleibt, wegen der anteiligen Menge jedoch bei Prozent als Messeinheit stehen. Sauerstoff ist daher mit einem Anteil von 21 % in der Umgebungsluft enthalten und kaum jemand wird dies auf beängstigende 210 000 ppm hochstilieren wollen.

### MILLIGRAMM PRO NORMKUBIKMETER

Volumenanteile eines Gases festzulegen, ist die eine Sache. Daraus aber auf die Massenanteile zu schließen, ist etwas umfangreicher bezüglich der Festlegungen. Denn Gase und die jeweiligen Anteile bleiben ja weitgehend volumenkonstant bei Erwärmung/Abkühlung oder unter verschiedenen Druckbedingungen. Wenn niemand was wegnimmt oder dazutut, bleibt der Anteil von Sauerstoff unten im sommerheißen 25-gradigen Alpental bei 21 % genauso wie auf dem Zweitausender bei kühlen 5 °C. Druck und Temperatur haben jedoch erhebliche Sprünge gemacht. Und diese Sprünge sorgen dann dafür, dass auch die Gewichtsanteile sich ändern. Die dünne Luft auf dem Berg sorgt eben trotz gleichbleibender 21 % Sauerstoff für entsprechend geringere Massen an Sauerstoff in einem Kubikmeter. Und das ist die Nutzmenge, die wir in die Lunge inhalieren. Kurzum: Milligramm pro Kubikmeter werden auf Normbedingungen bezogen, um vergleichbar zu sein. Diese Normbedingungen sind, wie immer, 0 °C bei 1013 mbar. Eine Umrechnung für verschiedene Gase von der Einheit ppm in die Einheit mg/Nm<sup>3</sup> ist möglich. Dabei gilt es insbesondere für Abgase und deren Bestandteile, den Anteil an Sauerstoff einzubeziehen. Und nur Angaben mit gleichen Bezugsgrößen lassen einen Vergleich über die Güte der Verbrennung zu.

Die Formel lautet:

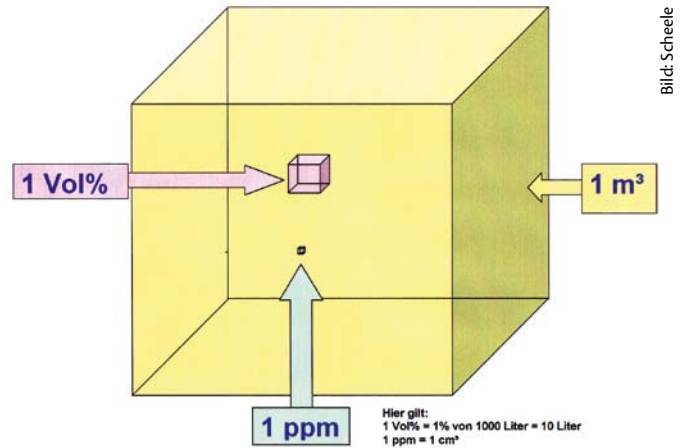
$$CO(\text{mg} / \text{m}^3) = \left[ \frac{21 - O_2 - \text{Bezug}}{21 - O_2} \right] \times CO(\text{ppm}) \times 1,25$$

Wobei

O<sub>2</sub>-Bezug gleich der Bezugssauerstoffanteil

und

O<sub>2</sub> gleich der in Prozent gemessene Sauerstoffanteil im Abgas ist.



**Bezogen auf einen Kubikmeter ist ein Volumenprozent schon klein; ein ppm allerdings winzig**

### MILLIGRAMM JE KILOWATTSTUNDE ENERGIE

Noch aufschlussreicher angesichts der Problematiken, die zukünftig zu lösen und zu bewerten sein werden, sind die Aussagen über den jeweiligen Schadstoffanteil, bezogen auf die gewonnene Energie. So kann – wie bereits am vorhergehenden Beispiel für CO gezeigt – dessen Aufkommen bezogen auf die erzeugte Energiemenge dargestellt werden. Diese Werte lassen sich als Tabellenwerte ablesen und für ein gemessenes Ergebnis sehr leicht umrechnen. So gilt beispielsweise für den Anfall von CO zur Umrechnung bei der Verbrennung von

#### ERDGAS:

1 ppm = 1,074 mg/kWh	1 mg/kWh = 0,931 ppm
1 mg/m <sup>3</sup> = 0,859 mg/kWh	1 mg/kWh = 1,164 mg/m <sup>3</sup>

#### HEIZÖL:

1 ppm = 1,110 mg/kWh	1 mg/kWh = 0,900 ppm
1 mg/m <sup>3</sup> = 0,889 mg/kWh	1 mg/kWh = 1,125 mg/m <sup>3</sup>

Hierbei sind jeweilige Luftüberschüsse, die bei einer realen Verbrennung notwendig sind, bereits herausgerechnet. Es handelt sich also rechnerisch um unverdünntes Abgas mit einem Bezugssauerstoffanteil von 0 %.

Vergleiche der hier gezeigten Werte helfen mit, die Güte einer Verbrennung anzuzeigen. Und solange Äpfel mit Äpfeln verglichen werden, sind Aussagekraft und Objektivität der Werte hervorragende Hilfsmittel bei der täglichen Arbeit für ein besseres Klima. ■