

Peter A. Walther - Gutachter



Nanoteilchen mit überraschenden Eigenschaften

von Dipl.-Ing. Peter A. Walther

Peter A. Walther - Gutachter



Das Thema Feinstaub ist in der Presse seit 15 Jahren präsent.

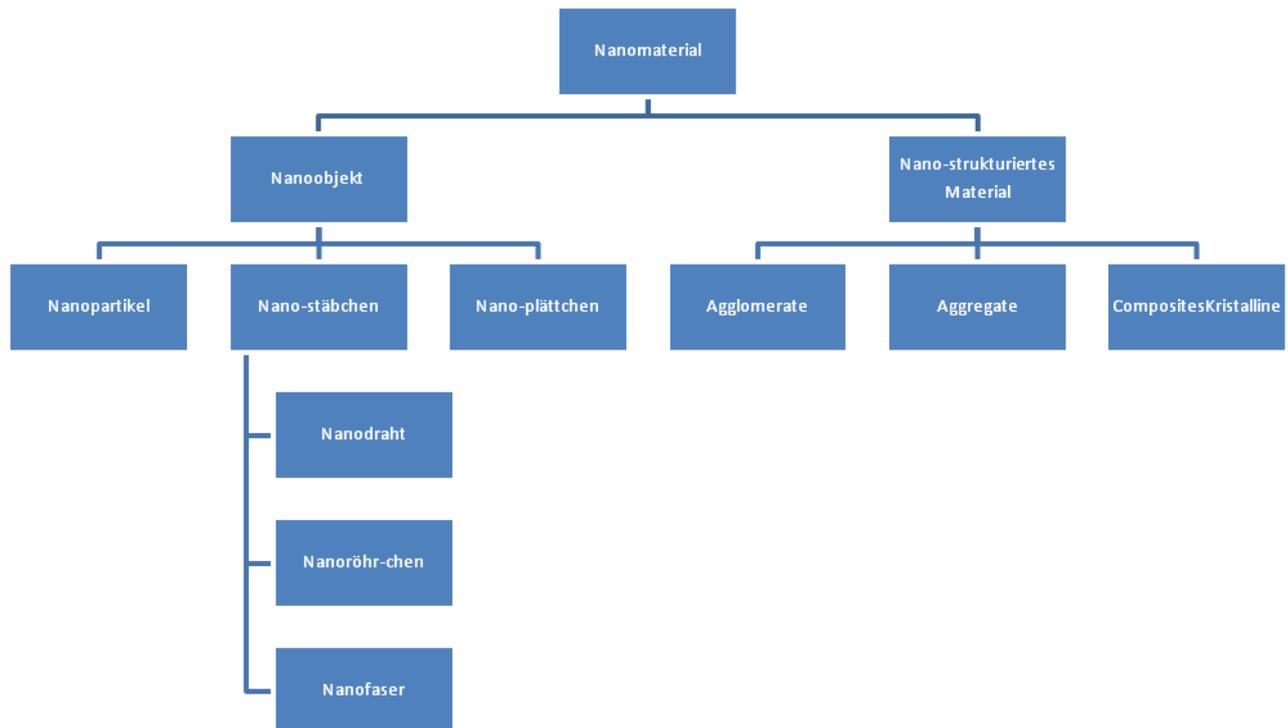
Professor E. Wichmann hat bereits 1998 anlässlich der Fachmesse „Umwelt Innovativ“ auf feine und ultrafeine Partikel hingewiesen.

Das Magazin „Der Spiegel“ hat in 47/2003 auf ein Krebsrisiko trotz Grenzwert hingewiesen (Seite 21). Jüngste Veröffentlichungen in der Tagespresse berichten von Nanopartikel die Wasserflöhe töten und Jungfische die in Wasser mit einer Konzentration von 20 Millionstel Gramm/Liter eingingen (TAZ, 7.6.2011 und 2.9.2011)

Es ist deshalb angebracht, das Thema Nanopartikel einmal grundsätzlich zu betrachten.

Jeder kennt den Begriff Nanoteilchen oder Nanopartikel. Die Silbe Nano stammt aus dem Griechischen. Damit ist ein Milliardstel eines Ganzen gemeint. In unserem Fall ist ein Teilchen gemeint, dessen Durchmesser ein Milliardstel eines Meters misst.

Ebenfalls kann sich der interessierte Leser auf der Wiki-Plattform einen Überblick zum Begriff verschaffen unter <http://de.wikipedia.org/wiki/Nanoteilchen> .



Quelle: Einteilung von Nanomaterialien, wie u.a. bei der BauA verwendet

Wir betrachten die Nanopartikel:

1 mm ist der tausendste Teil eines Meters
0,001 mm ist der millionste Teil eines Meters, und
0,000001 mm ist der milliardste Teil eines Meters.

Ein Gedankenexperiment führt zu folgender Überlegung:

Ein Würfel mit 1 mm Seitenlänge wird so geteilt, dass eine Milliarde Würfelchen entstehen. Dann ist deren Seitenlänge ein tausendstel mm. Das ergibt eine Milliarde Würfelchen. In diesem Stadium der Würferteilung spricht man von Microteilchen oder Microstaub. Die Oberfläche des Würfels mit 1 mm Seitenlänge beträgt 6 mm^2 , die Oberfläche der Milliarden Würfelchen 6 m^2 .



Wir erweitern unser Denkmodell und teilen die Milliarde Teilchen, sodass aus einem Würfelchen mit 0,001 mm Seitenlänge wiederum eine Milliarde Teilchen entstehen, deren Seitenlänge nunmehr 0,000001 mm misst.

Jetzt haben wir Nanoteilchen oder Nanostaub.

Aus einem Würfel mit 1 mm Seitenlänge und einer Oberfläche von 6 mm² sind 1 000 000 000 000 000 Nanoteilchen geworden, in der gebräuchlichen Schreibweise 10¹⁸ Teilchen.

In der Praxis sind die Nanoteilchen natürlich nicht alle gleich klein, die Kornverteilung entspricht einer Gauß'schen Glockenkurve. Viele sind gleichgroß, aber etliche kleiner und größer als die Masse.

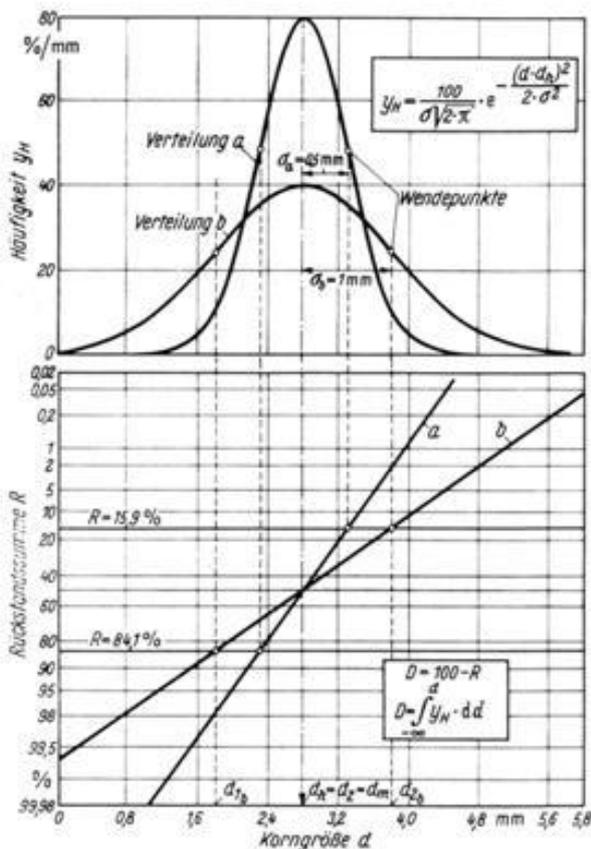


Abb. 33. Darstellung und Auswertung von Normalverteilungen

Wilhelm Batel, Einführung in die Korngrößenmeßtechnik, S. 46

Die Oberfläche eines Nanowürfelchens beträgt 0,000 006 mm², weil es aber zusammen 10¹⁸ Würfelchen sind, beträgt die Gesamtläche aller dieser Würfelchen 6 km².

Diese Teilchen bilden eine riesige Kontaktfläche. Es ändern sich das physikalische und das chemische Verhalten des Stoffes, aus dem die Teilchen bestehen, grundlegend.

Verwendung finden Nanoteilchen in Lacken und Pulvern, sowie in pulverisierten Gewürzen damit sie nicht klumpen, wie z.B.: Paprika. Auch in Kochsalz wird die Rieselfähigkeit durch Nanoteilchen gewährleistet. In Sonnenschutzmilch sind sie ebenfalls enthalten.

Die Textilindustrie arbeitet Silber-Nanoteilchen in Wollsocken ein, sie sollen Bakterien töten und so den Schweißgeruch gar nicht erst entstehen lassen!

Der Begriff der Staubbichte ist in diesem Zusammenhang interessant. Wir untersuchen die Abstände der 10¹⁸ Teilchen gegeneinander, wenn sie gleichmäßig verteilt in einem m³ Luft enthalten sind.

Peter A. Walther - Gutachter



Das Denkmodell sieht vor, dass sich Würfel mit der gleichen Anzahl wie Teilchen ideal verteilt in einem m^3 Luft befinden. Die Würfel haben alle voneinander denselben Abstand, weil sie sich berühren. Im Würfel befindet sich eine Kugel, deren Durchmesser einer Würfelkante entspricht.

Im Kugelmittelpunkt befindet sich das Nanoteilchen. Der Kugeldurchmesser ist dann der Abstand der Teilchen voneinander, also 0,001 mm.

Untersucht wird, welche Oberfläche sich aus 0,001 mg Titandioxid in Nanofoinrm ergibt, und ob diese Oberfläche den Austausch von Sauerstoff und Kohlendioxid in den Alveolen beeinträchtigt oder gar verhindert.

Dafür ermitteln wir die Lungenfläche mit $100 m^2$ und bestimmen einen Atmungsvorgang mit 0,5l Luft bei ruhiger Tätigkeit, nicht angestrengt

Wir nehmen an, dass der Staubgrenzwert für Nanoteilchen (AGW^1) $0,001 mg/m^3$ beträgt. Ein Würfel mit 1 mm Seitenlänge hat 10×10^{17} Nanoteilchen. Ist der Würfel aus TiO_2 , wiegt er 4,5 mg.

Nehmen wir an, der Arbeitsplatzgrenzwert betrüge $0,001 mg/m^3$, so wären in dem m^3 Luft $2,22 \times 10^{14}$ Teilchen enthalten.

Ein Atemzug mit 0,5 l Inhalt würde $1,11 \times 10^{11}$ Teilchen beinhalten. Die Oberfläche dieser Nanoteilchen bestehend aus TiO_2 würde $6,66 m^2$ betragen. In der Lunge würden davon $1/6$ dieser Oberfläche wirksam; d.h. mit einem Atemzug werden über 1% der Lungenoberfläche belegt.

Die Atemfrequenz eines 30 jährigen beträgt 16 pro Minute, das sind 8l Luft. In der Stunde wären das ungefähr $0,5 m^3$

¹ Arbeitsplatzgrenzwert