

Partikel sind überall

Das Potenzial der Partikeltechnologie und -innovation für mehr Nachhaltigkeit und verbesserte Lebensqualität

Prof. Dr.-Ing. Sotiris E. Pratsinis
Institut für Verfahrenstechnik, ETH Zürich

In der Luft, die wir atmen, in Brot, Salz und Pfeffer auf dem Esstisch, in unseren Zahnfüllungen, in jeder Tablette, die wir schlucken, in den Reifen, auf denen wir fahren, im Zement, mit dem wir unsere Häuser bauen, in der Farbe an den Wänden und in vielem mehr – überall kommen Partikel vor. Neu jedoch ist unser immer tiefer greifendes und rasch zunehmendes Verständnis für Partikel auf der Nanoebene, der neuen Größenordnung in den angewandten Wissenschaften und insbesondere in der Biowissenschaft und der Medizin. Dies ist nur mit den aufregenden Erkenntnissen auf der Mikroebene Mitte des 19. Jh. vergleichbar. Durch dieses Verständnis und zusätzlich moderne Berechnungs- und Diagnostikmethoden lassen sich Partikeleigenschaften und Materialperformance verknüpfen, was Partikel noch viel interessanter macht.

Heute kann eine breite Vielfalt diverser Nanomaterialien problemlos kilogrammweise pro Stunde mit präzise gesteuerter Partikelgröße, Zusammensetzung und Morphologie erzeugt werden – und dies sogar in Universitätslaboren. Dies ermöglicht Spin-offs für Nischenmärkte wie beispielsweise Nanofluide, intelligente Kleidung oder Biomaterialien. Außerdem können durch das Verständnis der Dynamik der faszinierenden und allgegenwärtigen fraktalähnlichen Strukturen von Nanopartikeln (aus der Massenproduktion) Produktionsanlagen systematisch ausgelegt und betrieben werden. Beispielsweise ergaben neuartige Berechnungsmethoden, dass die Umwandlung von physikalisch gebundenen, weichen Agglomeraten von Nanopartikeln zu chemisch oder sintergebundenen, harten Agglomeraten oder Aggregaten einem Potenzgesetz folgt, ungeachtet der Materialzusammensetzung oder Polydispersität. Unser Verständnis schreitet zudem auch auf der molekularen oder atomaren Subpartikelebene durch intelligente Algorithmen und Hardware rasch fort. Dies ermöglicht die Herleitung von Prozessdesignkorrelationen, basierend auf physikalischen Gesetzmäßigkeiten und gründlich getestet mit Experimentaldaten. Neue Methoden wie Tandemmessungen von Masse und Mobilität dienen nicht nur der Quantifizierung der zuvor genannten Agglo-

meratstrukturen, sondern liefern auch die Größe der Nanopartikelbestandteile, wenn sie mit den erwähnten Potenzgesetzen kombiniert werden. Auf diese Weise kann die Nanopartikelgröße, ein wesentliches Leistungsmerkmal, online statt durch lästige Mikroskop- oder Adsorptionsmessungen offline ermittelt werden, die in vielerlei Hinsicht einer effizienten Herstellung im Wege stehen.

Diese Erkenntnisse erleichtern das Entwickeln von mit herkömmlichen Technologien nicht herstellbaren intelligenten Geräten, die Nanopartikel mit präzise gesteuerten Merkmalen enthalten wie etwa Gassensoren und heterogene Katalysatoren, die Mehrkomponenten-Edelmetalllegierungen enthalten. Beispielsweise werden industrielle Gassensorprototypen entwickelt, die selektiv Azeton in der Atemluft detektieren können, ein Indikator für Diabetes oder Fettverbrennung. Damit sind Glukosetests ohne das lästige Fingerpicksen für Diabetiker möglich. Solche Sensoren können aber auch im Fitnessstudio eingesetzt werden, wenn unerwünschtes Körperfett verbrannt werden soll. Die Biowissenschaft bietet ein großartiges Potenzial für die Partikeltechnologie, das durch eine enge Zusammenarbeit zwischen Wissenschaftlern in der Partikelforschung und Ärzten verwirklicht werden kann, wie beispielsweise durch den

Einfluss der Partikeltechnologie in der Pharmazie in den letzten Jahren zu beobachten war.

Die Erfolge, Chancen und Möglichkeiten von Nanopartikeln dürfen uns aber nicht vergessen lassen, auf die gesundheitlichen Auswirkungen von Nanomaterialien zu achten. Die Öffentlichkeit reagiert mittlerweile viel vorsichtiger auf wissenschaftliche Entdeckungen und erwartet einen Nachweis, dass sie dem Menschen nicht schaden. Vor ein paar Jahren wurde etwa von der US-amerikanischen Umweltschutzbehörde gefordert, dass Nanosilber (Silbernanopartikel) wegen seiner Auswirkung auf Meereslebewesen als Pestizid eingeordnet wird – der Todesstoß für jedes Verbraucherprodukt. Die Wissenschaft hat jedoch klar auf den Unterschied zwischen Silberionen und -partikeln hingewiesen und heute ist Nanosilber eines der am häufigsten verwendeten Nanomaterialien nach Carbon Black und Fumed Oxides.

Wir müssen noch eine ganze Menge über Partikel lernen. Aber wir wissen mit Sicherheit schon genug, um damit Wesentliches in puncto nachhaltigen Lebens, nachhaltige Energie und Verbesserung der Lebensqualität zugunsten unserer Gesellschaft bewirken zu können. Wir scheinen in einer Blütezeit für Partikeltechnologie und -innovation zu leben.

sotiris.pratsinis@ptl.mavt.ethz.ch



Sotiris E. Pratsinis studierte Chemieingenieurwesen an der Aristoteles-Universität Thessaloniki, Griechenland und absolvierte sein Masterstudium an der University of California, Los Angeles, an der er auch promovierte. Von 1985 bis 1998 war er an der Fakultät der University of Cincinnati, USA tätig. Danach erhielt er einen Ruf als Professor für Prozesstechnik und Materialwissenschaft an die ETH Zürich. Er erhielt 1988 den Kenneth Whitby Award von der American Association of Aerosol Research, 1989 einen Presidential Young Investigator Award von der U.S. National Science Foundation, 1995 den Smoluchowski-Preis der Gesellschaft für Aerosolforschung und 2003 den Thomas Baron Award des American Institute of Chemical Engineers (AIChE). 2009 erhielt er einen Advanced Investigator Grant vom European Research Council, 2011 erhielt er einen Humboldt-Forschungspreis, 2012 wurde er in die Schweizerische Akademie der Wissenschaften aufgenommen und 2015 wurde er ein Fellow des AIChE. Er ist Herausgeber von Powder Technology und AIChE Journal.