

NanoZinkoxid: Gefahr oder Chance

Zinkoxid ist ein chemischer Grundstoff der heute für die Herstellung vieler Produkte des täglichen Lebens unersetzlich ist. Bereits früh wurde es als Weisspigment dem sogenannten „Zinkweiss“ eingesetzt. Gegen 1840 begann die industrielle Herstellung des Zinkoxids. Heute werden weltweit grosse Mengen mikroskaligen oder pigmentären Zinkoxids eingesetzt, u.a. als

- Additiv beim Vulkanisieren von Gummi,
- Zugabe zum Zement zur Erhöhung der Beständigkeit gegen Wasser
- Weisspigment für Wandfarben (Zinkweiss).

Für Mensch, Tier und Pflanzen ist Zinkoxid ein lebensnotwendiges Spurenelement. Die Gefahr von Zinkmangelercheinungen ist ein ernst zu nehmendes Problem in vielen Regionen der Erde. In Düngemitteln fördert es das gesunde Wachstum von Pflanzen. Im Tierfutter erhöht Zink die Widerstandskraft gegen Infektionen und reduziert damit den Bedarf an Medikamenten.

Zinkoxid wirkt entzündungshemmend, reizlindernd, antimikrobiell und austrocknend. Aufgrund dieser Eigenschaften wird es in der Medizin seit langem in Form von Salben, Verbänden und Pflastern eingesetzt. Der Einsatz von Zinkoxid in Pudern ist bereits seit 1866 belegt, der Einsatz in Deodorants erfolgte nur wenig später 1888.

Heute eröffnen sich mit der Verfügbarkeit von nanopartikulärem Zinkoxid weitere interessante Möglichkeiten. Die Eigenschaft, dass nanopartikuläres Zinkoxid im sichtbaren Bereich des Spektrums transparent ist und gleichzeitig als Filter gegen UV-B und insbesondere gegen UV-A Strahlen wirkt, macht den Einsatz von Zinkoxid als physikalischer UV-Filter für viele Bereiche, in denen UV-Schutz von Bedeutung ist, interessant und wirkungsvoll.

Brillengläser aus Kunststoff werden heute häufig mit NanoZinkoxid ausgerüstet. Der Vorteil liegt in der mehr als 90%igen UV-Undurchlässigkeit für Wellenlängen bis 370nm bei gleichzeitig hoher Transparenz im sichtbaren Spektralbereich.

Die Eigenschaft des UV-Schutzes bei gleichzeitiger Transparenz eröffnet weitere Anwendungen bei Transparentlacken für den Holz- und Möbelbereich. Zusätzlich werden wasserbasierte Lacksysteme durch den Einsatz von nanopartikulärem Zinkoxid als „Vernetzer“ in ihrer Performance derart verbessert, dass eine Vergleichbarkeit mit lösungsmittelbasierten Lacken gegeben ist, jedoch ohne die bekannten Probleme der Geruchsbelästigung und VOC-Abgaben an die Umwelt.

Sonnenschutzmittel sind von wesentlicher Bedeutung für die Verhütung von Sonnenbränden und in Folge davon von Hautkrebs, dessen Häufigkeit in den vergangenen Jahren erheblich zugenommen hat. Produkte mit hohem Lichtschuttfaktor können heute durch den Einsatz von nanopartikulärem Zinkoxid realisiert werden. Durch die Reduzierung der Partikelgrösse auf Größenordnungen kleiner als 100nm konnten Verarbeitungs- und Anwendungseigenschaften und damit die Akzeptanz beim Verbraucher verbessert werden.

Die aufgezeigten Anwendungen sind nur ein Teil dessen, welche Rolle Zinkoxid in unserer Welt einnimmt, weitere Möglichkeiten und Anwendungen befinden sich in der Entwicklung und ein Ende ist schwer absehbar.

Den positiven Eigenschaften und der Unabdingbarkeit des Stoffes für die täglichen Bedürfnisse muss jedoch die zentrale Frage nach der gesundheitlichen Unbedenklichkeit des nanopartikulären Zinkoxids bzw. dessen Unbedenklichkeit für Mensch und Umwelt gegenüber gestellt werden. Die viel diskutierte Möglichkeit, dass Nanopartikel durch die Haut und damit den Blutkreislauf und lebendes Gewebe erreichen, wird von den Medien und der Öffentlichkeit als Gefahr wahrgenommen. Diese Diskussion wird ernst genommen. Zahlreiche und umfangreiche Studien zu unterschiedlichen Aspekten möglicher Gefährdungen liegen bereits vor. Deren Resultate werden im Folgenden kurz zusammengefasst.

Dermatologische Untersuchungen

Zahlreiche Studien, einschliesslich derjenigen, die im Rahmen des Forschungsprogramms NANODERM der EU durchgeführt wurden, kommen zu dem Ergebnis, dass Nanopartikel die Hautbarriere nicht durchdringen. Sie dringen selbst bei geschädigter Haut (Psoriasis) nicht weiter als in die äusseren Hornschichten der Haut. Der Eintritt in den Blutkreislauf und damit in lebendes Gewebe findet nicht statt.

Ingestion

Eine Gefährdung durch Verschlucken ist bei sachgemässer Anwendung der meisten Applikationen auszuschliessen. Es wird jedoch eine unbeabsichtigte Einnahme insbesondere bei Kindern unterstellt. Basierend auf diesem Szenario befasst sich eine Studie mit der Exposition über den Darm. In vitro Versuche an Darmzellen zeigten, dass für einen toxischen Effekt ein direkter Kontakt der ZnO-Partikel mit den Darmzellen notwendig ist. Die Erkenntnis über den Toxizitätsmechanismus des ZnO auf Darmzellen scheint damit relevant. Doch sind die in vitro beobachteten Effekte keinesfalls auf in vivo Systeme zu übertragen, da aufgenommene Zinkoxid Partikel im sauren Milieu des Magendarmtraktes aufgelöst und somit der nötige direkte Kontakt zwischen Zinkoxid und Darmzellen gar nicht zustande kommt. Die Autoren der Studie schliessen daraus auf ein äusserst geringes toxisches Potential durch eine unbeabsichtigte Einnahme.

Inhalation

Die Inhalation ist ein wesentlicher Pfad für die Inkorporation von Stoffen. Für Zinkoxid existieren bereits verschiedene Studien am Menschen. So ist bereits seit Längerem bekannt und untersucht, dass es bei der Inhalation von grossen Mengen einatembare Zinkoxidpartikel zum temporären Metaldampffieber kommen kann. Die Symptome treten gewöhnlich einige Stunden nach der Exposition auf, sind aber innerhalb von 1-4 Tagen nach Beendigung der Exposition reversibel. Bei einer Exposition von Menschen mit ultrafeinem Zinkoxid wurden im Rahmen einer Studie keine Effekte festgestellt.

Im Rahmen des zunehmenden Einsatzes von nanopartikulären Zinkoxyd in der Farben- und Lackindustrie wurden zur Beurteilung der Gefährdung der menschlichen Gesundheit weitere Untersuchungen mit folgenden Ergebnissen durchgeführt. Bei der Verarbeitung von Nanolacken ist eine Gefährdung der menschlichen Gesundheit durch Nanopartikel bei Beachtung der Schutzmassnahmen nach derzeitigem Kenntnisstand ausgeschlossen. Bei der Applikation sind die Nanopartikel in der Matrix gebunden und treten nicht aus. Unabhängig vom Einsatz von Nanopartikeln in Lacken wird empfohlen bei **allen** Spritzapplikationen stets geeignete Atemschutzmasken zu verwenden.

Bei der Bearbeitung von lackierten Oberflächen ist eine Gefährdung ebenfalls nicht zu erwarten. Untersuchungen der TU Dresden haben gezeigt, dass selbst beim Schleifen die Nanopartikel fest in die Lackmatrix eingebunden sind und nicht als einzelne Nanopartikel

freigesetzt werden. Unabhängig von dieser Tatsache ist zur Vermeidung/ Reduzierung der Freisetzung von Schleifstäuben das Nassschleifen unbedingt zu empfehlen, da der Schleifprozess auch bei nanopartikelfreien Produkten unspezifische Partikel im Nanomassstab erzeugen kann.

Ökotoxikologische Untersuchungen

Im Bereich der Umwelttoxikologie ist über Nanozink eine zunehmende Zahl an Studien zur Wirkung auf Pflanzen und vor allem aquatische Organismen verfügbar.

Da Zink ein essentielles Element ist, nehmen viele Organismen Zink relativ effizient auf. Dies wird insbesondere dadurch unterstützt, dass Zinkoxid im Gegensatz zu anderen Metalloxiden unter sauren Bedingungen gut löslich und damit leicht verfügbar ist. Dies ist aber keine „nanospezifische“ Eigenschaft des Zinkoxids. Die Einstufung als umweltgefährdender Stoff erfolgte bereits viel früher aufgrund der oben genannten Eigenschaften.

Basierend auf den Ergebnissen der bisher vorliegenden Untersuchungen ergeben sich derzeit keine Anhaltspunkte zusätzlicher besonderer Gefährdungen aus der Verwendung von nanopartikulärem Zinkoxid. Im Rahmen der Nutzung des für unser Leben essentiellen Rohstoffes mit seinen vielen bereits bekannten Anwendungen und weiteren bisher nicht gesehenen Einsatzmöglichkeiten und Vorteilen steht an vorderster Stelle die Minimierung möglicher Auswirkungen auf Mensch und Umwelt. Nur dann kann von einem echten Produktnutzen gesprochen werden. Um diesen zu gewährleisten, ist auch die Erforschung potentieller Gefahren erforderlich, um neue Erkenntnisse zu gewinnen. Diese Forschung ist nicht Mittel zum Zweck und abschliessend, sondern sie ist begleitend zur Entwicklung neuer Möglichkeiten und Anwendungen zu sehen.