



Hier finden Sie die wichtigsten Informationen zum Thema NANO Silberfilter, die wir in unseren SEABREEZE Gerät verbauen.

<http://www.schattenblick.de/infopool/medizin/fachmed/mz1um205.html>

(Textauszüge zum Thema Nanosilber aus der og. Fachmedizin)

UMWELT/205: Nano-Silber -

Vom Aknemittel bis zur Zahnbürste, vom künstlichen Hüftgelenk bis zur Wandfarbe: Die wichtigsten Einsatzbereiche von Nanosilber im Verbraucherbereich hängen mit der keimtötenden Wirkung des Silbers zusammen. Nanosilber-Produkte sind mit zunehmender Tendenz bereits heute in zahlreichen Die keimtötende Wirkung

Als häufigster Grund für den Einsatz von Nanosilber und anderer Formen des Silbers oder seiner Verbindungen in Haushaltsprodukten, Textilien und anderen Massenprodukten wird die keimtötende (biozide) Wirkung angegeben. Silber ist ein Breitband-Antibiotikum. Diese Eigenschaft des Silbers ist bereits sehr lange bekannt und wird etwa in der Medizin genutzt. Als wirksame Form wird das Silberion Ag⁺ angesehen. Silber ist auch gegen einige antibiotikaresistente Bakterien, zum Beispiel Staphylokokkus aureus, wirksam.

Die biozide Wirkung des Silbers ist seit langem bekannt. Sie beruht darauf, dass an der Oberfläche von metallischem Silber Ionen gebildet werden, die keimtötende Eigenschaften besitzen. Die neue Qualität des Nanosilbers liegt nicht in einer prinzipiell anderen Wirkweise. Sie ist durch zwei Eigenschaften gegeben, die in der Nanoform begründet sind:

1. Verhältnis von Oberfläche zu Volumen von Nanosilber ist im Vergleich zu Silber in Form größerer Partikel sehr viel höher. Durch die große Oberfläche wird die Bildung von biozid wirkenden Silberionen stark begünstigt.
2. Die Mobilität des Nanosilbers ist wesentlich höher als die an derer Silberformen. Nanosilber kann Zellmembranen durchdringen und - im Gegensatz zu grobpartikulärem Silber und zu Silberionen - nach Aufnahme in den Körper in praktisch alle Organe transportiert werden. Die Bioverfügbarkeit von Nanosilber ist somit deutlich höher. Die damit verbundenen Gefährdungen können eine völlig neue Dimension erreichen. Sie sind aber bisher kaum untersucht und bewertet worden.

Die wenigen vorliegenden Untersuchungen zu den umweltschädigenden Eigenschaften des Nanosilbers sind alarmierend. Eine neue Bewertung der Umweltauswirkungen ist dringend notwendig, da durch die Vielzahl neuer Anwendungen auch die insgesamt in die Umwelt eingebrachte Menge von Silber größer wird.

Einleitung

Die Eigenschaften von Silber hängen stark von seiner chemischen Form und von der Größe der einzelnen Partikel ab. Die Bezeichnung "Nano" (griech. "Zwerg") beschreibt allein die Größe der vorliegenden Partikel: Unabhängig von deren chemischer Beschaffenheit werden zumeist Teilchen mit der Größe von 1 bis 100 Nanometer (nm), häufig auch im Größenbereich bis zu 300 nm, als Nanopartikel bezeichnet. Ein Nanometer ist ein Millionstel Millimeter. Ein Silbernanopartikel mit einer Größe von 9 nm enthält etwa 24.000 Silberatome (1).

Bei dieser geringen Größe weisen Teilchen eine enorm große Oberfläche in Relation zu ihrem Volumen auf. Die geringe Größe und relativ hohe Oberfläche führt zu völlig neuen Eigenschaften: Silber wird deutlich reaktionsfreudiger. In Organismen und in der Umwelt wird es mobiler und besser bioverfügbar (2).

Die Gefährdung der Umwelt und der menschlichen Gesundheit durch Silber hängt davon ab, in welcher Form und in welcher Umgebung sich Silber befindet. Um die biologische Reaktionsfähigkeit von Silber beurteilen zu können, muss also bekannt sein, in welcher Form es vorliegt.

Es gibt:

- metallisches oder elementares Silber (Ag_0),
- Silbersalze (zum Beispiel Chlorid, Nitrat), die in unterschiedlichem Maß wasserlöslich sind.

Gelöstes Silber liegt in der Regel als positiv geladenes Ion (Ag^+) vor.

- organische Silberverbindungen, insbesondere an Proteine gebundenes Silber.

Sowohl metallisches Silber als auch Silbersalze (soweit sie nicht gelöst sind) und organische Silberverbindungen können eine Partikelgröße im Nanobereich annehmen.

Die chemisch und biologisch wirksamste Form ist in der Regel das gelöste Ion. Silberionen, die sich in Lösung befinden, sind keimtötend (bioizid) und können auch Zellen höherer Organismen schädigen. Je höher der Anteil verfügbarer, das heißt in Lösung befindlicher Silberionen ist, desto höher sind die Reaktivität und die chemische sowie biologische Wirkung des Silbers.

Nanosilber ist eine Quelle für die Entstehung von Silberionen. In wässriger Umgebung können an der Oberfläche metallischen Silbers fortwährend Ionen gebildet werden. Bei metallischem Nanosilber erfolgt dies aufgrund der stark vergrößerten Oberfläche in besonderem Maße.

Da es in der Regel Silberionen sind, die für eine biologische Wirkung verantwortlich sind, kommt der Nanoform mit ihrer vergleichsweise großen Oberfläche eine besondere Bedeutung als effektive Quelle von Silberionen zu (3).

Bei Nanosilber handelt es sich der Regel um metallisches oder elementares Silber, oft mit Anteilen von Salzen. Häufig werden hierzu jedoch keine Angaben gemacht. Auch beim kolloidalen Silber wird häufig keine Angabe gemacht, ob Silber in Form von Salzen oder metallischer Partikel vorliegt. Bei zahlreichen Produkten ist davon auszugehen, dass sie aus undefinierten Mischungen gelöster Ionen, metallischem Silber und Salzen in unterschiedlichen Partikelgrößen bestehen.

Ein wesentlicher Wirkmechanismus von Silberionen ist die Reaktion mit Schwefelverbindungen, insbesondere mit schwefelhaltigen Aminosäuren und Proteinen. Es bildet mit einer schwefelhaltigen Gruppe ein sogenanntes Mercaptid, eine sehr schwer lösliche und sehr beständige Silber-Schwefelverbindung. Dadurch wird die Funktion zahlreicher Proteine blockiert, lebenswichtige Prozesse der Zelle können unterbrochen werden. Werden zum Beispiel die Proteine, die für den Energiehaushalt der Zelle von Bedeutung sind, beeinträchtigt oder wird die Durchlässigkeit von zellulären Membranen für Ionen erhöht, kann dies zum Absterben der Zelle führen (4). Auch andere Mechanismen für die biozide Wirkung sind bekannt (5, 6). Die Feststellung, dass Silber - anders als zahlreiche andere Antibiotika - gleichzeitig an mehreren wichtigen Stellen des Zellstoffwechsels und der Zellvermehrung angreifen kann, erklärt seine effektive Wirkung auf sehr viele und sehr unterschiedliche Mikroorganismen und macht damit seine Bedeutung als Breitbandbiozid zum Beispiel bei Wundverbänden und anderen medizinischen Anwendungen verständlich.

Dennoch gibt es auch Schutzmechanismen, mit denen Mikroorganismen sich gegen Silber zur Wehr setzen können. Kleine schwefelhaltige Moleküle kommen als alternative Reaktionspartner für Silberionen in Frage. Das verringert die Wahrscheinlichkeit der Reaktion des Silbers mit lebenswichtigen Molekülen der Zelle, zum Beispiel Proteinen. Sie sind in den Zellen höherer Organismen vorhanden, können jedoch auch von Mikroorganismen gebildet werden und verringern dann die biozide Wirkung von Silber erheblich (7).

Die gegenüber Mikroorganismen besonders starke Wachstumshemmung von metallischem Silber in der Nanoform wurde mehrfach nachgewiesen (8, 9). Die Fähigkeit von Nanosilber, Zellmembranen zu passieren, lässt Reaktionen mit innerhalb der Zelle befindlichen Bestandteilen zu, so wurden zum Beispiel Reaktionen von Nanosilber mit der zelleigenen Erbsubstanz (DNS) beschrieben (10). Die Wirksamkeit von Nanosilber gegen Bakterien scheint auch von der Form der Nanopartikel abhängig zu sein. Im Vergleich zeigten bestimmte geometrische Formen (kugelförmige Partikel und solche mit dreieckigem Querschnitt) eine höhere Wirksamkeit als stabförmige Partikel (11). Auch gegen Viren ist Nanosilber, im Gegensatz zu Makrosilber, wirksam, wie sich bei Untersuchungen an HI-Viren zeigen ließ. Die Wirkung ist stark von der Größe der Partikel abhängig: Ausschließlich Nanosilber im Bereich von 1 bis 10 nm wurde effektiv an die Virusoberfläche gebunden und verhinderte damit die Bindung des Virus an Wirtszellen (12).

Anwendungen

Die keimtötende Wirkung des Silbers steht bei der Anwendung im Vordergrund. Gegenstände und Oberflächen erhalten durch Nanosilber biozide Eigenschaften oder es wird weniger Material und Aufwand benötigt, um ein bestimmtes Maß an Sauberkeit und Keimfreiheit zu gewährleisten.

Nanosilber kann häufig ohne größeren technischen Aufwand in bestehenden Produktionsabläufen eingesetzt werden: So können Kunststoffprodukte, Oberflächenbeschichtungen oder synthetische Textilien, wie sie auf dem Markt bekannt und überall im Gebrauch sind, einfach mit Nanosilber ausgerüstet werden. Prinzipiell gibt es zwei Möglichkeiten: Entweder werden Nanosilberpartikel wie bei Kunststoffen oder Textilien in das Material eingearbeitet oder es werden nanosilberhaltige Oberflächenbeschichtungen aufgetragen, etwa Lacke und Farben.

Die Einsatzbereiche von Nanosilber gehören - auch im Vergleich zu anderen Materialien im Bereich der Nanotechnologien - zu den am schnellsten wachsenden Produktkategorien (13). Von den derzeit etwa 800 verbrauchernahen Produkten mit Nanomaterialien werden etwa 30 Prozent damit beworben, dass sie Nanosilber enthalten (14). Die weltweite jährliche Gesamtproduktion von Silber beträgt 28.000 Tonnen (t), wobei der Anteil des Nanosilbers im Jahr 2008 auf etwa 500 Tonnen geschätzt wird (15). Für Deutschland wird der Gesamtmarkt für Silber, welches für biozide Zwecke eingesetzt wird, im Jahr 2007 mit 8.000 kg angegeben. Davon werden 6.600 kg im Bereich der Wasserbehandlung eingesetzt. Die meisten Anwendungen werden als abwasserrelevant eingestuft. Etwa 1.100 kg Silber werden heute als Nanosilber eingesetzt oder können durch Nanosilber ersetzt werden. Für diesen Einsatzbereich sind die höchsten Steigerungsraten zu erwarten, für das Jahr 2015 wird insgesamt mit einem Anstieg des Silberverbrauchs auf 8.800 kg gerechnet (16).

Die Produktdatenbank des "Woodrow Wilson International Center for Scholars" in Washington D.C./USA bietet den bislang umfassendsten Überblick über Produkte mit Nanomaterialien im verbrauchernahen Bereich und macht die Vielfalt der auf dem Markt befindlichen Anwendungen deutlich (17). Die Datenbank ist keineswegs vollständig und orientiert sich an den Aussagen der Hersteller. Die Zusammenstellung der nanosilberhaltigen Produkte des Woodrow Wilson Centers (18) sind durch eigene Recherchen insbesondere zu Produkten auf dem deutschen Markt ergänzt. Dabei zeigt sich für die USA eine größere Zahl von Produktalternativen in den jeweiligen Segmenten als in Deutschland, allerdings sind die meisten dieser Produkte auch in Deutschland, zumindest über Onlineshops, erhältlich. Weltweit sind z. Zt. deutlich über 300 Produkte erhältlich, die Nanosilber enthalten (17, 18) (Tab. 2).

Die Hersteller von Nanosilber für industrielle Anwendungen sind im Einzelfall nicht immer identifizierbar, China gehört allerdings mit zu den bedeutenderen Produzenten der Nanosilber-Vorprodukte (Nanosilber in Pulverform, Nanodispersionen und Masterbatches für die Einarbeitung von Nanosilber in verschiedene Kunststoffe) (19).

Gesetzliche Regelungen

Bislang gibt es keine Gesetze, die den Umgang mit den besonderen Eigenschaften von Nanomaterialien klar regeln. Auch fehlt die Verpflichtung, Produkte, die Nanomaterialien beinhalten, als solche zu kennzeichnen. Damit wird den VerbraucherInnen die Möglichkeit genommen, selbst zu entscheiden, ob sie Produkte mit Nanomaterialien kaufen möchten oder nicht. Da es keine Kennzeichnungs- oder Meldepflicht gibt, haben selbst die für die Risikobewertung zuständigen Behörden in der Regel

keinen Überblick darüber, welche Produkte mit Nanomaterialien bereits auf dem Markt sind. Allerdings ist in den letzten Monaten einige Bewegung in die Diskussion um eine Regulierung der Nanotechnologie gekommen. Das Europäische Parlament hat sich in mehreren Abstimmungen im Frühjahr 2009 für eine Überarbeitung bestehender Gesetze ausgesprochen, um den Umgang mit Nanomaterialien besser zu kontrollieren.