

## Innovationen in der Chemie

### Arbeitsmaterial Kapitel 1 – Innovationen und Chemie

Weiterführende Aufgaben und Experimente	Thema	Niveau
Kapitel 1	Innovationen und Chemie	
Aufgabe 1.1	Innovationen in der Chemie	Sekundarstufe I
Aufgabe 1.2	Vom „Friesennerz“ zur Funktionsjacke	Sekundarstufe I
Experiment 1.1	Vom „Friesennerz“ zur Funktionsjacke Untersuchung der Wasserdichtigkeit	Sekundarstufe I
Experiment 1.2	Vom „Friesennerz“ zur Funktionsjacke Untersuchung der Atmungsaktivität	Sekundarstufe I
Experiment 1.3	Vom „Friesennerz“ zur Funktionsjacke Untersuchung der Winddurchlässigkeit	Sekundarstufe I
Experiment 1.4	Untersuchung der Quellfähigkeit eines Superabsorbers in verschiedenen Lösungen	Sekundarstufe I/II
Aufgabe 1.3	Planung einer Schülerfirma	Sekundarstufe I/II
Aufgabe 1.4	Innovation und Nachhaltigkeit am Beispiel der Produktion des Wachsesters Myristylmyristat	Sekundarstufe I/II
Aufgabe 1.5	Nano-Silber – pro und contra	Sekundarstufe I/II

## Sekundarstufe I

### Aufgabe 1.1: Innovationen in der Chemie

- a) Kunststoffe haben in den vergangenen hundert Jahren die Welt stark verändert. Recherchiere im Internet, seit wann die folgenden Kunststoffprodukte großtechnisch hergestellt werden:
- ⬡ Gummistiefel
  - ⬡ Billardkugeln aus Celluloid
  - ⬡ Kunstseide (Celluloseacetat)
  - ⬡ Nylonstrümpfe
  - ⬡ PET-Flaschen
  - ⬡ Babywindeln mit Superabsorber
  - ⬡ OLED-Displays
- b) Erstelle einen Zeitstrahl, in den du den Beginn der großtechnischen Produktion der angegebenen Produkte einträgst.



## Sekundarstufe I

## Aufgabe 1.2: Vom „Friesennerz“ zur Funktionsjacke

- a) Recherchiere, aus welchen Materialien der „Friesennerz“ (Regenbekleidung der 80er Jahre) und eine moderne Outdoor-Funktionsjacke bestehen.

---

---

- b) Vergleiche die Funktionalität des „Friesennerzes“ mit der der modernen Outdoor-Funktionsjacke. Untersuche dazu arbeitsteilig folgende Eigenschaften (siehe Experimente 1.1 bis 1.3):

- Wasserdichtigkeit
- Atmungsaktivität
- Winddurchlässigkeit

---

---

---

- c) Fertige ein Plakat an, auf dem dein Experiment, die Beobachtungen und Erklärungen dargestellt sind. Bereite dich darauf vor, deine Untersuchungsergebnisse in einem Museumsgang deinen Mitschülerinnen und Mitschülern zu präsentieren.

- d) Führe einen Museumsgang zu den Untersuchungsergebnissen durch. Informiere deine Mitschülerinnen und Mitschüler über die verschiedenen Materialeigenschaften des „Friesennerzes“ und der Outdoor-Funktionsjacke.

---

---

---

- e) Stelle die Vor- und Nachteile der verschiedenen Regenjacken einander gegenüber. Beurteile die Funktionalität des „Friesennerzes“ und die der Outdoor-Funktionsjacke.

---

---

---

---

---







## Sekundarstufe I/II

### Experiment 1.4: Untersuchung der Quellfähigkeit eines Superabsorbers in verschiedenen Lösungen

Bis in die 80er Jahre des 20. Jahrhunderts bestand das Innere der Babywindel lediglich aus Zellstoff. Mit dem Einsatz von Superabsorbent wurde in den darauffolgenden Jahren die Windel deutlich leichter und die Saugkraft erheblich gesteigert.

- Planen Sie ein Experiment, mit dem Sie die Saugfähigkeit einer modernen Windel mit der Saugfähigkeit von Zellstoff (Küchenrolle) vergleichen. Führen Sie das Experiment durch und werten Sie es aus.
- Untersuchen Sie die Quellfähigkeit eines Superabsorbers. Isolieren Sie dazu zunächst den Superabsorber aus einer Babywindel. Führen Sie anschließend das folgende Experiment durch und werten Sie Ihre Versuchsergebnisse aus.
- Erklären Sie Ihre Versuchsergebnisse mit Hilfe der Abbildungen 1.1 und 1.2.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

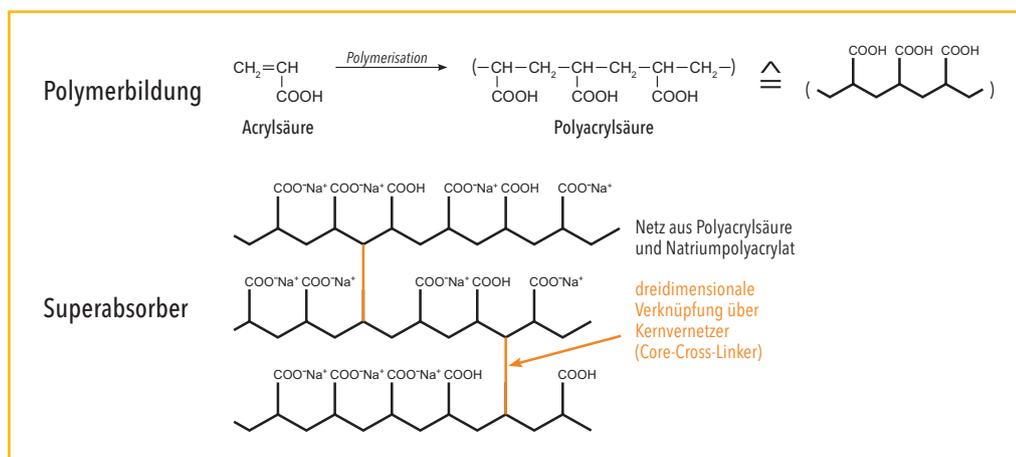


Abbildung 1.1: Superabsorber Polyacrylat

Quelle: RFDZ Chemie Pia Jaritz (mod.)



## Sekundarstufe I/II

## Material

- vier Bechergläser (100 Milliliter)
- vier Teefilter
- Spatel
- Messzylinder (50 Milliliter)
- Waage
- Büroklammern

Chemikalien	Piktogramme	H-Sätze	P-Sätze	E-Ratschläge (GUV-SR 2004, Vers. 8,2010)
Natriumchlorid- lösung ( $c = 0,01 \text{ mol/l}$ )	-	-	-	
Natriumchlorid- lösung ( $c = 0,1 \text{ mol/l}$ )	-	-	-	
Natriumchlorid- lösung ( $c = 1 \text{ mol/l}$ )	-	-	-	
Superabsorber aus einer Babywindel	-	-	-	

## Durchführung

Füllen Sie jeweils 0,5 Gramm Superabsorber in einen Teefilter. Befestigen Sie in jedem Becherglas einen der Beutel mit zwei Büroklammern. Füllen Sie die folgenden Flüssigkeiten in die Bechergläser:

- Becherglas 1: 50 Milliliter dest. Wasser
- Becherglas 2: 50 Milliliter Natriumchloridlösung  $c = 0,01 \text{ mol/l}$
- Becherglas 3: 50 Milliliter Natriumchloridlösung  $c = 0,1 \text{ mol/l}$
- Becherglas 4: 50 Milliliter Natriumchloridlösung  $c = 1 \text{ mol/l}$

Nehmen Sie nach fünf Minuten die Filter aus den Lösungen und lassen Sie sie abtropfen. Wiegen Sie sie und bestimmen Sie zusätzlich das jeweilige Volumen der in den Bechergläsern verbliebenen Flüssigkeiten.

Quelle: Herzog, Parchmann, Unterricht Chemie 153 (2016) S. 24–27

## Beobachtungen

---



---



---



---

## Sekundarstufe I/II

### Aufgabe 1.3: Planung einer Schülerfirma

- a) Sie möchten gerne mit einer Gruppe von Mitschülerinnen und Mitschülern eine Schülerfirma gründen, die Hauptpflegeprodukte (Cremes, Schminke, Duschgels, Shampoos ...) herstellt und vertreibt. Recherchieren Sie im Internet unter dem Stichwort „Schülerfirma gründen“, welche Schritte dazu nötig sind und was Sie dabei alles beachten müssen.

---

---

---

---

---

- b) Stellen Sie Ihre Rechercheergebnisse in einem Flussdiagramm dar.

## Sekundarstufe I/II

- c) Erstellen Sie für die Existenzgründung einen Businessplan. Der Businessplan sollte folgende Informationen enthalten:
- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Name, Logo und Anschrift      | <input type="checkbox"/> Vertriebsstrategie    |
| <input type="checkbox"/> Inhaltsverzeichnis            | <input type="checkbox"/> Marketingkonzept      |
| <input type="checkbox"/> Vorstellung des Teams         | <input type="checkbox"/> Rechtsform            |
| <input type="checkbox"/> Erläuterung der Geschäftsidee | <input type="checkbox"/> Organisationsstruktur |
| <input type="checkbox"/> Marktchancen/Marktanalyse     | <input type="checkbox"/> Finanzplan            |
| <input type="checkbox"/> Preisstrategie                | <input type="checkbox"/> Unternehmensziele     |

Quelle: <http://schuelerfirmen.com>, Hilfe und Tipps finden Sie zum Beispiel unter folgenden Internetadressen:  
<http://schuelerfirmen.com>, [www.jugend-gruendet.de](http://www.jugend-gruendet.de), [www.schuelerfirmen.de](http://www.schuelerfirmen.de), [www.dkjs.de/themen/alle-programme/fachnetzwerk-schuelerfirmen](http://www.dkjs.de/themen/alle-programme/fachnetzwerk-schuelerfirmen).

---

---

---

---

---

## Sekundarstufe I/II

### Aufgabe 1.4: Innovation und Nachhaltigkeit am Beispiel der Produktion des Wachsesters Myristylmyristat

Myristylmyristat ist ein Wachsester und wird aus der Fettsäure Tetradecansäure (Myristinsäure) und dem langkettigen Alkohol Tetradecan-1-ol (Myristylalkohol) hergestellt. Es wird als Co-Emulgator in vielen Hautpflegeprodukten eingesetzt und sorgt für eine gleichmäßige und dünne Verteilung der Creme bzw. Lotion auf der Haut.

Die konventionelle Synthese von Myristylmyristat erfordert hohe Temperaturen, Schwermetallsalze als Katalysatoren und eine aufwendige Reinigung des Rohprodukts in mehreren Schritten. Als Alternative wurde in den letzten Jahren ein biotechnisches Verfahren entwickelt, bei dem Enzyme (Lipasen) die Reaktion katalysieren. Der biokatalytische Prozess läuft bei ca. 60 Grad Celsius ab und liefert hochreine, farblose Produkte, die eine weitere Aufarbeitung überflüssig machen (siehe Abbildung 1.3).

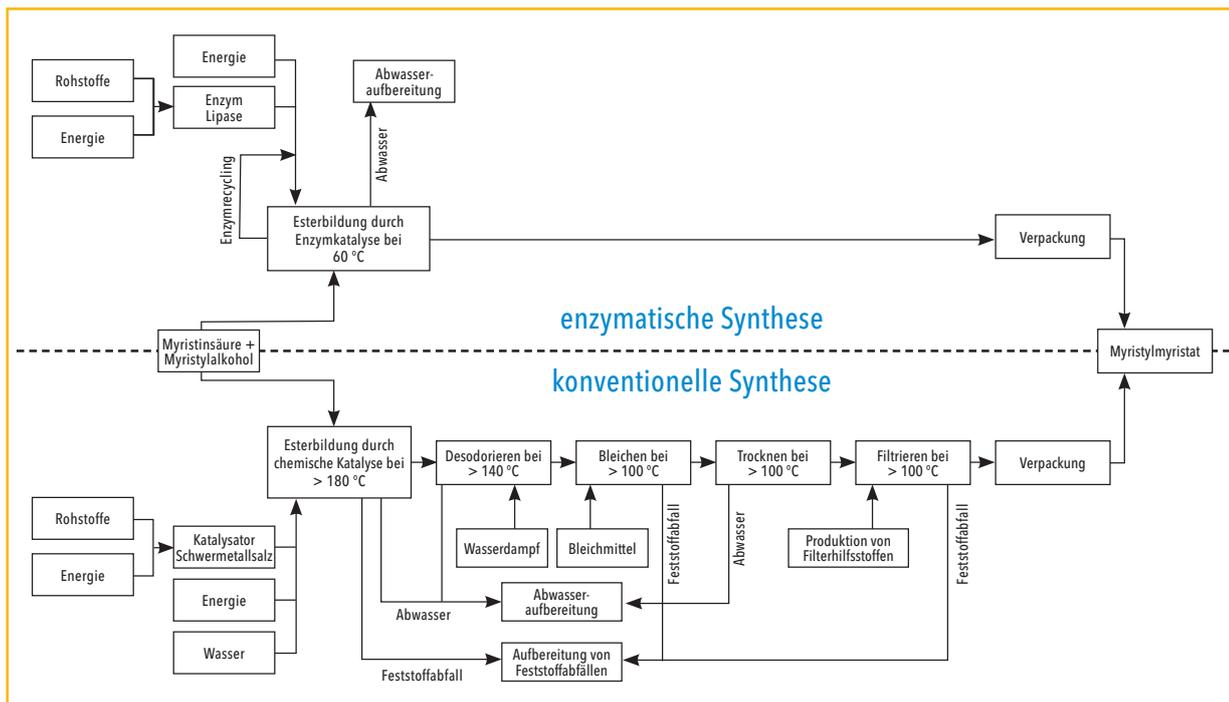


Abbildung 1.3: Fließschema der konventionellen (unterer Teil) und der enzymatischen (oberer Teil) Synthese von Myristylmyristat

Quelle: Evonik – Elements 25, Science Newsletter 2008 (mod.)

## Sekundarstufe I/II

- a) Beschreiben Sie die einzelnen Reaktionsschritte der konventionellen und der enzymatischen Synthese anhand von Abbildung 1.3.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Sekundarstufe I/II

- b) Vervollständigen Sie das Fließschema (Abbildung 1.4), indem Sie die eingesetzten Stoffe und Abfallprodukte sowie die einzelnen Prozessschritte für die konventionelle und für die enzymatische Synthese von Myristylmyristat ergänzen.

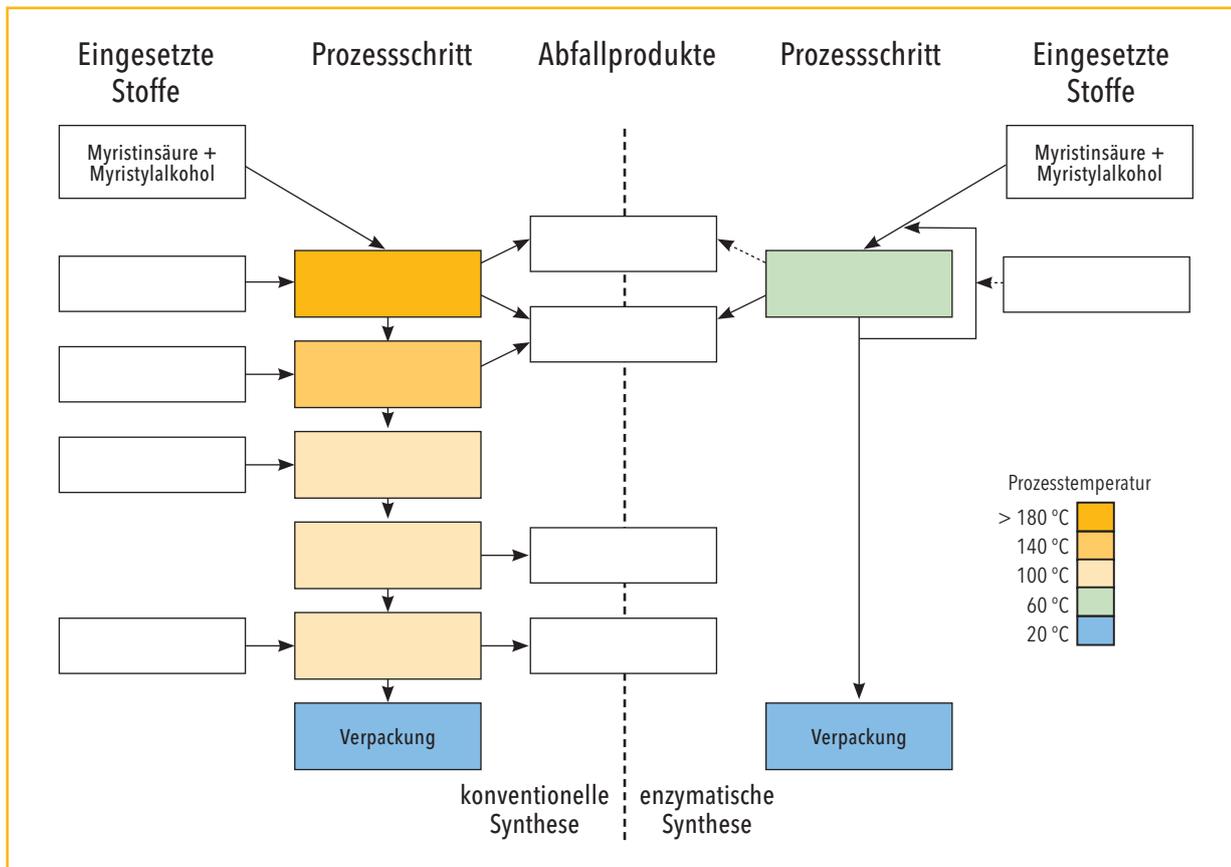


Abbildung 1.4: Übersicht der eingesetzten Stoffe und Abfallprodukte bei den einzelnen Prozessschritten

Quelle: Berheide, M.: Entwicklung eines Konzepts zur kontextorientierten Integration des Themenfeldes „Technischer Prozess“ und des Unterrichtsgegenstands „chemisches Gleichgewicht“ unter besonderer Berücksichtigung der Förderung des selbständigen Arbeitens am Beispiel der Synthese eines Wachsesters (2011) (mod.)

## Sekundarstufe I/II

- c) Beurteilen Sie die beiden Verfahren. Nennen Sie Vor- und Nachteile und diskutieren Sie diese unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit. Nutzen Sie dazu zusätzlich die Informationen aus Tabelle 1.1.

---



---



---



---

	konventionelle Synthese	enzymatische Synthese
Energie gesamt	1930 kWh	870 kWh
Schwermetallsalze als Katalysatoren	25 kg	
Enzyme		0,27 kg
Filterhilfsstoffe	25 kg	
Bleichmittel	20 kg	
Wasser zur Dampferzeugung	105 kg	
Kühlwasser	570 kg	
Abwasser	445 kg	
zinnhaltiger Abfall	70 kg	
Enzymabfall		0,5 kg

Tabelle 1.1: Energie- und Stoffbilanz der konventionellen und der enzymatischen Synthese von 1,5 Tonnen Myristylmyristat

## Sekundarstufe I/II

- d) Informieren Sie sich über die zwölf Prinzipien der „Green Chemistry“. Erläutern Sie diese am Beispiel der enzymatischen Synthese von Myristylmyristat.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Sekundarstufe I/II

## Aufgabe 1.5: Nano-Silber – pro und contra

## Praktischer Nutzen von Nano-Silber

Sammeln Sie mit Hilfe der folgenden Texte Argumente, die für bzw. gegen die Verwendung von Nano-Silber sprechen.

## Anwendungen in der Elektronik

Silber ist das Element mit der höchsten Wärmeleitfähigkeit und der höchsten elektrischen Leitfähigkeit im Periodensystem und wird deshalb in vielen elektronischen Anwendungen eingesetzt. Eine brandneue Technologie erweitert die Verwendungsmöglichkeit von Silber erstmalig auch auf Bereiche, bei denen Transparenz im Vordergrund steht. Dazu werden Silberdrähte mit einer Dicke von ca. 40 Nanometer und einer Länge von durchschnittlich 80 Mikrometer produziert. Durch eine Beschichtung mit diesen Nanodrähten bilden sich elektrisch leitfähige, hochtransparente Netzwerke (94 Prozent Transmission). Diese Beschichtungen sind mechanisch flexibel und eignen sich dadurch auch besonders für Folien.

Quelle: <https://www.nanoinitiative-bayern.de/cluster-nanotechnologie/nanotechnologie-allgemein/wirtschaft-und-industrie/nanomaterialien/>

## Mit Nano-Silber gegen Keime

Nano-Silber-beschichtete Kunststoffe gegen Bakterien, Pilze und Biofilme

Dass Silber gegen Mikroorganismen wirkt, ist seit langem bekannt. Allerdings ermöglicht es die Nanotechnologie nun, ein hohes Oberfläche/Volumen-Verhältnis zu erreichen. Dadurch ergeben sich neue Anwendungsmöglichkeiten.

Silber macht man sich schon sehr lange zunutze. So tranken früher die Könige auf ihren Kriegszügen aus Silberbechern, um Infektionen vorzubeugen. Auch heute noch essen viele Menschen mit Silberbesteck – der beste Beweis dafür, dass Silber lebensmitteltechnisch unbedenklich ist. Unsere Urgroßmütter legten eine Silbermünze in die Milch, um sie lange frisch zu halten. Heute wird die Wirkung von Silber wiederentdeckt, nachdem es vor 50 Jahren durch die breite Einführung von Antibiotika seine Bedeutung verlor.

Zur antimikrobiellen Ausrüstung von Kunststoffen werden gegenwärtig kommerziell im Wesentlichen metallorganische Verbindungen wie polychlorierte Phenoxyphenole, Alkylzinn-Verbindungen sowie quarternäre Ammoniumverbindungen eingesetzt. Diese Verbindungen können allerdings eine Reihe unerwünschter Effekte bewirken: sie können Allergien begünstigen, Reizungen hervorrufen, Schleimhäute, das Immun- oder das Nervensystem oder die Leber schädigen oder im schlimmsten Fall zu Erbgutveränderungen führen.

Der große Vorteil von Silber ist, dass es nahezu ungiftig ist; sein allergenes Potential ist vergleichsweise gering. Zudem steht Silber im Gegensatz zu anderen Bakteriziden nicht im Verdacht, krebserregend zu sein. Silber wirkt in geringen Konzentrationen über einen langen Zeitraum auf eine Vielzahl von Infektionskeimen (Bakterien und Pilze) ein. Schließlich zeigen Mikroorganismen nur eine geringe Neigung, vererbte Resistenzen gegen Silber zu entwickeln. Das ist insofern bemerkenswert, als Silber bereits seit vielen Jahrhunderten als Antiseptikum verwendet wird. Erwachsene nehmen täglich zwischen 0,02 und 0,1 Milligramm Silber auf, hauptsächlich über die Nahrung. Der größte Teil wird wieder ausgeschieden, nur etwa fünf bis zehn Prozent werden resorbiert, wohingegen etwa polychlorierte Phenoxyphenole auf Grund ihrer guten Löslichkeit im Fettgewebe im Körper deutlich stärker angereichert werden.

## Sekundarstufe I/II

Ein weiterer großer Vorteil von Silber besteht darin, dass es in der Bakterien- oder Pilzzelle – im Gegensatz zu vielen Antibiotika, die immer an einem speziellen Punkt in der Zelle wirken – an mehreren Stellen gleichzeitig angreift. Diesem Mehrfrontenangriff vermag die Bakterien- oder Pilzzelle nur sehr schwer standzuhalten.

### Nanotechnologie erhöht die Wirkung

Wenn man nun die ohnehin schon sehr vorteilhaften Eigenschaften von Silber mit denen der Nanotechnologie kombiniert, ergeben sich neuartige Materialeigenschaften, die im Wesentlichen auf das extreme Oberfläche/Volumen-Verhältnis zurückzuführen sind. Dazu muss man wissen, dass Silberionen die mikrobiologisch wirksamen Teilchen sind, die an der Nanopartikel-Oberfläche durch die Einwirkung von Luftsauerstoff und Feuchtigkeit aus der Umgebung aus Silberoxid entstehen. Die Oxidschicht selbst weist, unabhängig von der Partikelgröße, eine im Wesentlichen konstante Dicke auf, was aber bedeutet, dass das am Gesamtvolumen anteilige mikrobiologisch wirksame Volumen mit abnehmender Partikelgröße signifikant zunimmt. Dies ist ein echter Vorteil der Nanotechnologie. Einige der günstigen Eigenschaften von Nano-Silber sind:

- Materialersparnis im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung: Wegen der feinteileren Darreichung werden viel geringere Mengen benötigt als beim Einsatz von grobteiligem Silber.
- Schnelle Wirkung: Wegen des günstigeren Oberfläche/Volumen-Verhältnisses wird von Anfang deutlich mehr Silber exponiert; so kann das ionische Silber deutlich schneller mobilisiert werden.
- Neue Materialien: Mit Nano-Silber können Materialien ausgerüstet werden, die einer Silber-Ausrüstung sonst nicht zugänglich sind. So können grobe Silberpartikel nicht in allen synthetischen Polymerfasern versponnen werden, weil die Düsen verstopfen.

Quelle: <https://www.pharma-food.de/mit-nanosilber-gegen-keime>

### Der Glanz täuscht

Nano-Silber wird bereits in vielen verschiedenen Bereichen als keimtötende (biozide) Substanz verwendet – mit stark steigender Tendenz. Vor allem in Lebensmittelverpackungen und Küchenutensilien, in Sportbekleidung, Waschmaschinen, Wandanstrichen und Kosmetika kommt es zum Einsatz. Auch im medizinischen Bereich wird Nano-Silber genutzt und findet sich zum Beispiel in Wundauflagen und -pflastern.

Wie viele Produkte mit Nano-Silber bereits auf dem Markt sind, lässt sich nicht genau ermitteln. Allerdings wird davon ausgegangen, dass der Stoff neben Nano-Titandioxid derzeit eines der am häufigsten eingesetzten Nanomaterialien ist.

### Gesteigerte keimtötende Wirkung mit giftigen Nebeneffekten

Die biozide Wirkung von Silber in Makroform ist hinreichend bekannt. Studien zeigen, dass Nano-Silber diese Eigenschaft in gesteigertem Maß besitzt. Bei Ratten führte die Aufnahme von Nano-Silber-Stäuben über die Atemluft zu organschädigenden Entzündungsprozessen in der Lunge. Diese traten bei deutlich geringeren Konzentrationen als bei größeren Silberpartikeln auf. Bei Versuchen an Zellkulturen wirkten 15 Nanometer große Silberpartikel giftig auf Stammzellen von Mäusen und auf Gehirnzellen von Ratten. 100 Nanometer große Partikel waren giftig für die Leberzellen von Ratten.

## Sekundarstufe I/II

### Natürliches Gleichgewicht in Gefahr

Zudem bewirkt Nano-Silber die Abtötung von Mikroorganismen wie Bakterien oder Pilzen. Auch wenn sie einen schlechten Ruf haben: In unserer Umwelt sind Mikroorganismen ein unersetzlicher Bestandteil des natürlichen Gleichgewichts. Bei einem breiten Einsatz von Nano-Silber besteht daher die Gefahr, dass zum Beispiel Gewässerökosysteme aus dem Gleichgewicht gebracht werden.

Die breite Anwendung von Nano-Silber in Alltagsprodukten könnte dazu führen, dass Silber seine natürliche Wirkung gegenüber vielen für den Menschen gefährlichen Erregern verliert. Dadurch wäre der sinnvolle Einsatz im medizinischen Bereich gefährdet. Dies ist besonders besorgniserregend, da schon heute viele Antibiotika wegen der Bildung von Resistenzen nur noch eingeschränkt verwendet werden können.

Einige Quellen zur Risikodiskussion bei Nano-Silber:

<https://www.nanopartikel.info/nanoinfo>

[https://ec.europa.eu/health/scientific\\_committees/emerging/docs/scenih\\_r\\_o\\_039.pdf](https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging/docs/scenih_r_o_039.pdf)

<https://www.bund.net/service/publikationen/detail/publication/nano-silber-der-glanz-taeuscht/>

<https://www.bund.net/service/publikationen/detail/publication/nanotechnologie-wo-sie-eingesetzt-wird-und-was-das-mit-deinem-leben-zu-tun-hat/>

### Kleine Teilchen, kleine Risiken?

Nanomaterialien verhalten sich anders als größere Teilchen der gleichen Substanz. Das macht sie für die Entwicklung neuer Produkte so interessant. Aber genau diese neuen Eigenschaften können auch neue Risiken bedeuten. Dabei ist die Wahrscheinlichkeit einer Gefährdung für Mensch und Umwelt am größten, wenn ein direkter Kontakt mit Nanopartikeln stattfindet, wie bei Lebensmitteln, Kosmetika und Reinigungsmitteln oder in der Landwirtschaft. Bei Produkten mit gebundenen Nanomaterialien (wie zum Beispiel Autolacken, elektronischen Bauteilen oder Messinstrumenten) ist das Risiko geringer.

Nanopartikel können aufgrund ihrer extrem geringen Größe sehr viel besser in den Körper und in Organe eindringen als größere Partikel. Werden sie über den Magen-Darm-Trakt (Lebensmittel) oder die Atmung (Reinigungssprays) aufgenommen, können sie sich auch über die Blutbahn im Körper verteilen. Einmal dort hineingelangt, vermögen Nanopartikel sogar wichtige Schutzbarrieren wie die Blut-Hirn- oder die Plazenta-Schranke zu überwinden. Noch nicht abschließend geklärt ist die Aufnahme von Nanomaterialien über die Haut: Obwohl die meisten Studien zeigen, dass Nanopartikel nicht durch gesunde Haut in den Körper eindringen können, bleibt unklar, wie es sich bei kranker oder verletzter Haut (zum Beispiel infolge Akne oder Sonnenbrand) verhält.