



## Sicherheitsdatenblatt (SDB): Leitfaden für synthetische Nanomaterialien



21. Dezember 2010

Der vorliegende Leitfaden stellt eine erste konsolidierte Fassung dar, welche Ergänzungen, Anregungen und Korrekturen von verschiedenen Personen aus Verbänden, Firmen und Wissenschaft enthält. Rückmeldungen jeglicher Art sind erwünscht und können an die angegebene E-Mail-Adresse gerichtet werden. Das Dokument wird im Laufe des nächsten Jahres überarbeitet und voraussichtlich Ende 2011 durch eine aktualisierte Version ersetzt.

**Die gesetzlichen Anforderungen an den Inhalt und die Struktur des Sicherheitsdatenblattes sind in der Schweiz gleich wie in der EU.**

**Erarbeitet von:**

- **BAFU** - Bundesamt für Umwelt: Abteilung Abfall, Stoffe, Biotechnologie  
Dr. Ernst Furrer
- **BAG** - Bundesamt für Gesundheit: Abteilung Chemikalien,  
Dr. Christoph Studer
- **BLW** - Bundesamt für Landwirtschaft: Fachbereich Pflanzenschutzmittel,  
Dr. Katja Knauer
- **SECO** - Staatssekretariat für Wirtschaft: Ressort Chemikalien und Arbeit,  
Dr. Livia Bergamin Strotz
- **SUVA**: Abteilung Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz, Bereich Chemie,  
Christoph Bosshard
- **Swissmedic**: Swiss Agency for Therapeutic Products, Abteilung Preclinical Review,  
Dr. Catherine Manigley

**Herausgebende Stelle:**

Staatssekretariat für Wirtschaft (SECO)

Arbeitsbedingungen / Chemikalien und Arbeit (ABCH)<sup>®</sup>

Stauffacherstrasse 101

8004 Zürich

**Rückmeldungen und Auskünfte:**

SECO Chemikalien und Arbeit

[Livia.Bergamin@seco.admin.ch](mailto:Livia.Bergamin@seco.admin.ch)

**Internet:**

<http://www.seco.admin.ch/themen/00385/02071/index.html?lang=de>

Reproduktion mit Quellenangaben gestattet

Titelbild: Diverse Nanoprodukte (Foto: L. Bergamin / SECO)

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>4</b>
1.1	Ziel .....	4
1.2	Gesetzliche Rahmenbedingungen .....	5
<b>2</b>	<b>Definitionen, Begriffe und Geltungsbereich</b>	<b>6</b>
2.1	Definitionen und Begriffe .....	6
2.2	Geltungsbereich.....	7
<b>3</b>	<b>Eigenschaften und mögliche Risiken von Nanoobjekten</b>	<b>8</b>
3.1	Spezifische Eigenschaften von Nanoobjekten .....	8
3.2	Gesundheits- und Umweltrisiken .....	8
<b>4</b>	<b>Nanoobjekte in Produktionsketten</b>	<b>10</b>
4.1	Beispiel 1: Lebenszyklus eines Oberflächenbehandlungs-Sprays .....	10
4.2	Beispiel 2: Titandioxid-Nanopartikel in verschiedenen Produktionsketten .....	11
<b>5</b>	<b>Erläuterungen zu den SDB-Kapiteln</b>	<b>13</b>
<b>5.1</b>	<b>Nötige Angaben für die Beurteilung und den sicheren Umgang mit Nanoobjekten .....</b>	<b>16</b>
5.1.1	Kapitel 1 SDB „Stoff / Zubereitungs- und Firmenbezeichnung“ .....	16
5.1.2	Kapitel 2 SDB „Mögliche Gefahren“ .....	16
5.1.3	Kapitel 3 SDB „Zusammensetzung / Angaben zu Bestandteilen“ .....	17
5.1.4	Kapitel 9 SDB „Physikalisch-chemische Eigenschaften“ .....	18
<b>5.2</b>	<b>Wichtige Angaben für die Beurteilung und den sicheren Umgang mit Nanoobjekten..</b>	<b>20</b>
5.2.1	Kapitel 5 SDB „Massnahmen zur Brandbekämpfung“ .....	20
5.2.2	Kapitel 7 SDB „Handhabung und Lagerung“ .....	21
5.2.3	Kapitel 8 SDB „Expositionsbegrenzung und persönliche Schutzausrüstung“ .....	22
5.2.4	Kapitel 13 SDB „Hinweise zur Entsorgung“ .....	24
<b>6</b>	<b>ANHANG Zwei Beispiele für Sicherheitsdatenblätter</b>	<b>26</b>
6.1	NANO-BLOGGO zur Oberflächenveredlung .....	26
6.2	SECOKAT, Photokatalysator in Wandfarben .....	34
<b>7</b>	<b>ANHANG Der Vorsorgeraster für synthetische Nanomaterialien</b>	<b>41</b>
7.1	Vorbemerkung.....	41
7.2	Hintergrund.....	41
7.3	Strukturiertes Vorgehen zum Erkennen eines nanospezifischen Vorsorgebedarfs im Umgang mit synthetischen Nanomaterialien.....	42
7.4	Parameter zur Abschätzung der Risikopotenziale .....	42
7.5	Weitere Informationen .....	43
<b>8</b>	<b>ANHANG Weiterführende Links zu Informationen im Umgang mit Nanoobjekten und zu Datenquellen</b>	<b>44</b>
<b>9</b>	<b>ANHANG Glossar und Abkürzungen</b>	<b>45</b>

# 1 Einleitung

Synthetische Nanomaterialien haben zunehmend Bedeutung in unserem Alltag. Die Informationen über deren Eigenschaften innerhalb der Produktions- und Weiterverarbeitungsketten sind für die Festlegung der jeweils notwendigen Gefahrenhinweise und Schutzmassnahmen von grosser Wichtigkeit.

Dem Sicherheitsdatenblatt (SDB) kommt dabei eine Schlüsselrolle zu. Es muss einerseits die weiterverarbeitende Industrie und das Gewerbe in die Lage versetzen, mögliche Gefährdungen während der Herstellungs- und Verarbeitungsprozesse zu erkennen. Gleichzeitig muss es die notwendigen Grundlagen liefern, um potenzielle Gesundheits- und Umweltgefährdungen der hergestellten Produkte zu beurteilen. Nach heutigem Kenntnisstand können mögliche Risiken von sogenannten Nanoobjekten ausgehen, wenn sie frei sind oder aus Produkten freigesetzt werden.

## 1.1 Ziel

Der Leitfaden soll

- aufzeigen, welche Informationen notwendig sind, um den sicheren Umgang mit Nanoobjekten und Produkten, die Nanoobjekte enthalten, zu gewährleisten.
- Hilfestellung bieten, wie die relevanten Informationen identifiziert werden können und in welcher Form sowie an welcher Stelle im SDB sie aufzuführen sind.
- dazu beitragen, dass Mitarbeitende von Betrieben, die synthetische Nanoobjekte herstellen oder weiter verarbeiten, bezüglich den besonderen Eigenschaften dieser Materialien sensibilisiert werden. Im Bedarfsfall sollen Betriebe entsprechende Informationen von Lieferanten einfordern.
- das BAG-Internet-Dokument: „[Das Sicherheitsdatenblatt in der Schweiz](http://www.bag.admin.ch/anmeldestelle/00933/03971/index.html?lang=de)“ ergänzen (<http://www.bag.admin.ch/anmeldestelle/00933/03971/index.html?lang=de>).

Es wird empfohlen, dass:

- ein bestehendes SDB durch nanospezifische Daten gemäss der im vorliegenden Dokument enthaltenen Information ergänzt wird oder
- ein eigenes SDB für die betrachteten Nanomaterialien erstellt wird.
- auch für Nanoobjekte, für die gemäss Chemikalienverordnung ([ChemV](#), SR 813.11 Artikel 52) keine Erstellungspflicht besteht, ein SDB gemäss den Empfehlungen des vorliegenden Dokumentes erstellt wird.

Massgebend sind in jedem Fall die Verordnungstexte.

## 1.2 Gesetzliche Rahmenbedingungen

„Das Sicherheitsdatenblatt (SDB) dient dazu, Personen, die beruflich oder gewerblich mit Stoffen oder Zubereitungen / Gemischen umgehen, in die Lage zu versetzen, die für den Gesundheitsschutz und die Sicherheit am Arbeitsplatz sowie den Umweltschutz erforderlichen Massnahmen zu treffen“ (Chemikalienverordnung / [ChemV](#), SR 813.11, Artikel 51). Demnach muss für gefährliche Stoffe und Zubereitungen sowie für Zubereitungen, die gefährliche Stoffe ab einer festgelegten Konzentration enthalten, ein Sicherheitsdatenblatt erstellt werden (ChemV Artikel 52). Da es bis jetzt für Nanomaterialien noch keine spezifischen rechtlichen Vorschriften gibt, gelten die bestehenden Vorgaben auch für diese Substanzen.

Die Anforderungen an das SDB werden im [Anhang 2 der ChemV](#), SR 813.11 spezifiziert. Das im Artikel 51 erwähnte SDB-Schutzziel gilt grundsätzlich auch für Nanomaterialien. Ob also von einem Material neue Gefährdungen ausgehen, weil es im Nanomassstab vorliegt und ob spezifische Schutzmassnahmen zu treffen sind, muss vom Inverkehrbringer des entsprechenden Materials beurteilt werden.

Der Arbeitgeber ist gemäss Artikel 6 des Arbeitsgesetzes ([ArG, SR 822.11](#)) dazu verpflichtet, für den allgemeinen Gesundheitsschutz der Arbeitnehmenden sowie zur Verhütung von Berufsunfällen und Berufskrankheiten alle Massnahmen zu treffen, die nach der Erfahrung notwendig, nach dem Stand der Technik anwendbar und den gegebenen Verhältnissen angemessen sind. Diese Pflicht gilt auch für Nanomaterialien.

Gemäss Artikel 30 des Umweltschutzgesetzes ([USG, SR 814.01](#)) sind Abfälle soweit wie möglich zu vermeiden sowie umweltverträglich und, soweit möglich und sinnvoll, im Inland zu entsorgen. Dabei steht die Verwertung der Abfälle im Vordergrund. Diese Grundsätze gelten auch für Abfälle mit nanospezifischen Eigenschaften. Sind solche Abfälle als Sonderabfälle einzustufen, gelten ausserdem die Vorschriften der Verordnung vom 22. Juni 2005 über den Verkehr mit Abfällen ([VeVA, SR 814.610](#)).

Details zur Erstellung von SDBs werden im BAG-Internet-Dokument: „[Das Sicherheitsdatenblatt in der Schweiz](#)“ ausführlich beschrieben; Ergänzungen in Hinblick auf nanospezifische Informationen sind im vorliegenden Leitfaden enthalten.

## 2 Definitionen, Begriffe und Geltungsbereich

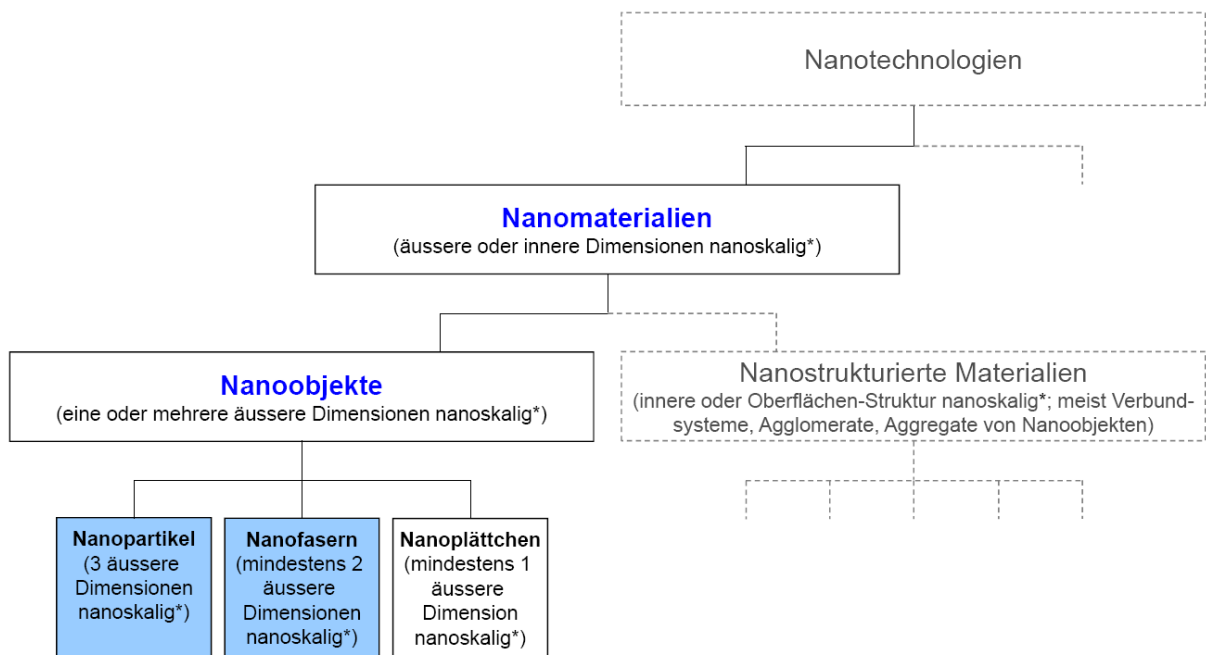
### 2.1 Definitionen und Begriffe

Als **nanoskalig** wird nach der aktuellen Definition der ISO<sup>1</sup> der Grössenbereich von 1 bis 100 Nanometern bezeichnet.

**Nanomaterialien** sind Materialien mit strukturellen Bestandteilen, die in mindestens einer äusseren oder inneren Dimension nanoskalig sind (nanometerdünne Beschichtungen, nanoporöse Strukturen, Oberflächenstrukturen im Nanometerbereich, im weitesten Sinne partikelförmige Materialien, auch als Bestandteil von Kompositmaterialien).

Das Wort „Nanomaterial“ ist also ein relativ unspezifischer Sammelbegriff, unter welchem alle Materialien, die nanoskalige Bestandteile enthalten, subsummiert werden können.

**Hierarchie von Begriffen, die mit Nanomaterialien und Nanoobjekten verbunden sind** (gemäss FprCEN ISO/TS 27687: D):



\* Als **nanoskalig** wird nach der aktuellen Definition der ISO der Grössenbereich von 1 bis 100 Nanometern bezeichnet.

Gemäss obiger Grafik werden drei Typen von (partikulären) **Nanoobjekten** unterschieden:

- **Nanopartikel** (mit drei äusseren nanoskaligen Dimensionen)
- **Nanofasern** (mit zwei äusseren nanoskaligen Dimensionen)
- **Nanoplättchen** (mit einer äusseren nanoskaligen Dimension)

<sup>1</sup> Ref: ISO FprCEN ISO/TS 27687

## 2.2 Geltungsbereich

Dieser Leitfaden beschränkt sich im Folgenden auf **gezielt hergestellte** (=synthetische, manufactured) **Nanoobjekte**, welche in zwei oder drei Dimensionen nanoskalig sind (= **Nanofasern und Nanopartikel**). Denn wissenschaftliche Ergebnisse lassen vermuten, dass durch diese freigesetzten Nanoobjekte am ehesten eine Gefährdung der Gesundheit und der Umwelt zu erwarten ist.

**Nanodispersionen** (meist flüssig-partikuläre Gemische, die häufig als Kolloide vorliegen) enthalten Nanoobjekte und sind deshalb Bestandteil dieser Betrachtung. Nanoemulsionen (flüssig-flüssig Gemische) werden mit dem vorliegenden Leitfaden jedoch nicht erfasst. Natürlich entstandene Nanoobjekte (z.B. Schweissrauch, Feinst-Staub etc.) werden hier ebenfalls nicht berücksichtigt.

Es sei im Weiteren darauf hingewiesen, dass Nanoobjekte bis zu Grössen von ca. 300nm spezifische Interaktionen mit biologischen Systemen eingehen können, die sich für grössere Vertreter derselben Materialien nicht nachweisen lassen. Im Vorsorgeraster für Synthetische Nanomaterialien wird deshalb empfohlen, den Bereich bis 500nm in die Betrachtung möglicher Gefahren und Risiken einzubeziehen (Siehe Vorsorgeraster Kapitel 4.3

<http://www.baq.admin.ch/themen/chemikalien/00228/00510/05626/index.html> und den vorliegenden Leitfaden Kapitel 7).

## 3 Eigenschaften und mögliche Risiken von Nanoobjekten

### 3.1 Spezifische Eigenschaften von Nanoobjekten

Stoffe im nanoskaligen Bereich unterliegen den Gesetzen der Quantenmechanik, weshalb Nanomaterialien oft „**veränderte**“ **physikalisch-chemische Eigenschaften** aufweisen.

Ein wichtiges Merkmal von Nanoobjekten ist ihre, im Vergleich zum Volumen, grosse Oberfläche (= **grosses Oberflächen-Volumen-Verhältnis**). Daraus kann eine oft höhere **Reaktionsfähigkeit** sowie eine verbesserte **Bindungsfähigkeit** resultieren.

Viele Nanoobjekte haben eine sehr starke Tendenz zu **agglomerieren** oder zu **aggregieren**, wodurch sie viel von ihrem Nanocharakter verlieren können. Die relativ zum Volumen grosse Oberfläche kann aber bestehen bleiben.

Nanoobjekte können neben ihren äusseren Strukturmerkmalen auch chemisch weiter unterschieden werden. Während manche Nanoobjekte aus chemisch einheitlichen Substanzen oder Verbindungen bestehen, werden andere bewusst **modifiziert** bzw. **funktionalisiert** (z.B. durch Oberflächenbeschichtungen, engl. **coatings**).

Bedingt durch den Herstellungsprozess können sich auch Reste von Hilfsstoffen als **Verunreinigungen** an der Oberfläche der Nanoobjekte befinden und deren Eigenschaften beeinflussen.

Nanospezifische Risiken treten vor allem dann auf, wenn Nanoobjekte freigesetzt und von Lebewesen bzw. der Umwelt aufgenommen werden.

Gesundheits- und Umweltrisiken gehen im Speziellen von partikelförmigen Nanoobjekten (Nanofasern und Nanopartikeln) aus. Diese können frei (als Staub, Pulver oder in Dispersionen und in Form von Aerosol-Tröpfchen) vorhanden sein oder aus gebundenen Formen freigesetzt werden. Eine Freisetzung von Nanoobjekten erfolgt vorwiegend an Produktions- und Entsorgungsorten.

### 3.2 Gesundheits- und Umweltrisiken

Eine abschliessende Bewertung der Risiken durch nanoskalige Materialien ist derzeit nicht möglich. Einerseits weil bisher für eine grosse Zahl der unterschiedlichen Nanoobjekte noch keine umfassende Prüfung gemacht wurde und sich Daten mikroskaliger Partikel kaum auf ihre homologen Nanoobjekte übertragen lassen. Andererseits sind die heute üblichen toxikologischen Testverfahren nur bedingt auf nanoskalige Materialien anwendbar.

Basierend auf den Resultaten von Tierversuchen kann gegenwärtig für bestimmte nanoskalige Materialien ein Gesundheitsschädigungs-Potenzial nicht ausgeschlossen werden. Bei



Nanopartikeln bestimmter Materialien (z.B. brennbare oder katalytisch wirksame Stoffe) ist auch ein potenzielles Risiko durch Feuer, Explosionen oder durch unerwartete chemische Reaktionen denkbar.

Es sei darauf hingewiesen, dass das Wissen im Bereich der Nanotoxikologie stetig wächst, d.h. es werden fortlaufend neue Erkenntnisse zu bestimmten Nanoobjekten verfügbar.

Mit zunehmendem Einsatz von synthetischen Nanoobjekten ist zukünftig auch mit einem vermehrten Eintrag in die Umwelt (Boden, Wasser, Luft) zu rechnen. Vorhandene Forschungsergebnisse zum Verhalten und der Wirkung von Ultrafeinstaub (nanoskalige Staubfraktion) lassen sich nur eingeschränkt auf künstlich erzeugte Nanoobjekte übertragen, da sich die Systeme häufig grundlegend voneinander unterscheiden. Zu Wirkungen von Nanoobjekten auf Organismen und zum Verhalten in der Umwelt gibt es gegenwärtig noch wenige Studien. Die bis anhin insbesondere an aquatischen Organismen durchgeführten ökotoxikologischen Tests zeigen, dass bei einigen Nanoobjekten mit toxischen Effekten gerechnet werden muss. Ebenso ist aufgrund von Resultaten aus experimentellen Studien mit Zellkulturen möglicherweise mit toxischen Effekten zu rechnen.

## 4 Nanoobjekte in Produktionsketten

Produktionsketten sind heute vielfach komplex und werden laufend optimiert. Dadurch ergibt sich ein Bedarf an einer flexiblen, möglichst offenen Handhabung von Sicherheitsinformationen.

Um einen sicheren Umgang mit Nanoobjekten in der Produktionskette zu garantieren, ist es notwendig, dass Sicherheitsinformationen weitergereicht werden.

Die Notwendigkeit für diese Vorgehensweise soll anhand zweier Beispiele aufgezeigt werden. Dabei wird im ersten Beispiel der Lebenszyklus eines Nanoobjekts in einem gegebenen Produkt aufgezeigt, im zweiten Beispiel werden verschiedene Lebenszyklen eines gegebenen Nanoobjekts als Ausgangsstoff für mehrere unterschiedliche Produkte betrachtet.

Dies sind nur zwei Beispiele für die mehrstufige Verarbeitung und den Einsatz von Nanoobjekten.

Da die Gefährdung von Gesundheit und Umwelt durch Produkte, die Nanoobjekte enthalten, nicht ausgeschlossen werden kann, ist es notwendig, die spezifischen Informationen (und den Begriff „Nano“) im SDB zu verankern.

### 4.1 Beispiel 1: Lebenszyklus eines Oberflächenbehandlungssprays

- **Unternehmen 1 / Rohstoffproduktion:** Für die Herstellung des Sprays wird als Grundmaterial nanoskalige amorphe Kieselsäure ( $\text{SiO}_2$ ) in Form von agglomeriertem Pulver vom Lieferanten benötigt. Amorphe Kieselsäure hat einen SUVA-Grenzwert ([http://www.sapros.ch/images/supplier/220/pdf/01903\\_d.pdf](http://www.sapros.ch/images/supplier/220/pdf/01903_d.pdf)) von  $4\text{mg}/\text{m}^3$  (e) =Staubgrenzwert (einatembar) und muss daher mit einem Sicherheitsdatenblatt geliefert werden.
- **Unternehmen 2 / Produktformulierung:** Dieses Grundmaterial wird von einem Unternehmen weiterbearbeitet und in Flüssigkeit eingetragen. Dazu wird das Pulver im Betrieb zuerst de-agglomeriert und die entstandenen freien Nanopartikel werden an der Oberfläche chemisch modifiziert (bzw. funktionalisiert). Anschliessend wird eine stabile Dispersion mit den Nanopartikeln in einem brennbaren Lösemittel (Ethanol) hergestellt. Im Sicherheitsdatenblatt muss gemäss aktueller Gesetzgebung ([ChemV](#), SR 813.11 Artikel 52) nur noch das brennbare Ethanol als gefährlicher Inhaltsstoff deklariert werden. Die (Nano-)Kieselsäure ist jetzt im Lösemittel dispergiert und die Firma muss deren Staubgrenzwert nicht mehr im SDB aufführen.
- **Unternehmen 3 / Abfüllung:** Das Abfüllen der Pumpsprays erfolgt durch einen weiteren Betrieb, der dem beigefügten SDB nur Informationen zu gefährlichen Eigen-

schaften des Lösemittels entnehmen kann. Der formulierte Spray wird wegen des hohen Lösemittel-Anteils lediglich als leichtentzündlich deklariert.

- **Unternehmen 4 / Anwendung:** Bei der Anwendung des Sprays am Ende der Produktionskette können nun in beträchtlichem Ausmass Aerosole entstehen, welche Nanopartikel enthalten. Eine mögliche Gefährdung durch Einatmen dieser nanopartikelhaltigen Aerosole ist für Anwendende auf der Basis der bereitgestellten Produktinformation nicht (mehr) erkennbar.
- **Unternehmen 5 / Entsorgung:** Auch Entsorgungsbetriebe erhalten nur einige wenige (wenn überhaupt) Informationen über die Existenz von Nanopartikeln im Produktionsabfall.

## 4.2 Beispiel 2: Titandioxid-Nanopartikel in verschiedenen Produktionsketten

Hinweis: in den verschiedenen Branchen gibt es unterschiedlichste Produktionsketten, in welche Titandioxid-Nanopartikel eingespeist werden. Um die Darstellung überschaubar zu halten, wird nachfolgend nicht jede Kette ausführlich (wie im vorherigen Beispiel) dargestellt.

### Materialherstellung

- **Rohstoffproduktion:** Die Flüssigkeit Titan-tetra-ethanolat wird in einem Sol-Gel-Verfahren zu feinen Titandioxidpartikeln hydrolysiert. Dabei können sowohl Kolloide mit hoher als auch mit niedriger photokatalytischer Reaktivität erzeugt werden, je nach Art der späteren Weiterverwendung. Die durchschnittliche Partikelgrösse liegt bei etwa 30 nm. Durch die folgenden Verarbeitungsschritte Abtrennen, Trocknen und Abfüllen können inhalierbare Stäube entstehen, auf die zum Schutz der Mitarbeitenden in einem Sicherheitsdatenblatt hingewiesen werden muss ([ChemV](#), SR 813.11 Artikel 52 f). Für die Beurteilung von Gefährdungspotenzialen, die auf der Nanoskaligkeit der jeweils unterschiedlichen Titandioxid-Partikel beruhen, fehlen die notwendigen Daten im Sicherheitsdatenblatt.

### Branchenspezifische Weiterverarbeitung

(z.B. in Produktionsketten der Branchen "Farben und Lacke", "Kunststoffe", "Papier")

- **Funktionalisieren / Beschichten (Coating):** Der eingekaufte Lackrohstoff Titandioxid wird nun je nach gewünschter Eigenschaft und Anwendung entsprechend funktionalisiert, um z.B. Licht-, Wetter- und Hitzebeständigkeit der auszurüstenden Materialien (Lacke, Farben, Kunststoffe, Papier...) zu erhöhen. Beispielsweise werden die Partikel für Drucker-Toner mit Silanen, für Autolacke mit Aluminium- und Zirkon-Oxyd und für kosmetische Anwendungen mit Silikon beschichtet. Mit jeder Funktionalisie-

rung kann unter Umständen auch ein neuer Stoff entstehen, der sich in seinen Eigenschaften grundlegend vom Ausgangsmaterial unterscheidet. Deshalb kann es für unterschiedliche funktionalisierte Partikel erforderlich werden, neue Sicherheitsdatenblätter zu erstellen.

- **Dispergieren:** In einem weiteren Schritt werden die funktionalisierten Nano-Titandioxidpartikel zusammen mit Bindemitteln, Additiven und Lösemitteln dispergiert und in Lacke, Farben, Kunststoffe, Papier usw. eingebracht. Da der funktionalisierte Rohstoff in Form von Agglomeraten vorliegt, wird er durch einen speziellen chemomechanischen Prozess unter definierten Bedingungen weiter funktionalisiert und gleichzeitig in eine stabile Nanodispersion überführt. Auch hier können für diese Zubereitungen neue Sicherheitsdatenblätter erforderlich werden, abhängig davon ob gefährliche Inhaltsstoffe enthalten sind. Angaben zu den nanoskaligen Inhaltsstoffen sind jedoch nicht mehr notwendig, da keine Staubgefahr mehr besteht.
- **Industrieller Einsatz der Formulierungen:** In den unterschiedlichsten Einsatzgebieten werden Formulierungen eingesetzt, die Titandioxidpartikel enthalten, beispielsweise als Photokatalysatoren in Solarzellen, als Additive für Toner und Kunststoffe, in Farben für den Innen- und Aussenbereich sowie in Harzen und Papier. In all diesen Anwendungen sind die nanoskaligen Besonderheiten der Titandioxidpartikel in den Sicherheitsdatenblättern nicht mehr ersichtlich.
- **Entsorgung:** Entsorgungsbetriebe erhalten meist nur spärliche Informationen (wenn überhaupt) über die Existenz von Nanoobjekten im Produktionsabfall bzw. in den zu entsorgenden Produkten.

## 5 Erläuterungen zu den SDB-Kapiteln

Nachfolgend finden sich Erläuterungen und konkrete Empfehlungen zur Integration nanospezifischer Information in die verschiedenen Kapitel des SDB. Dabei ist zu beachten, dass diese Angaben sich ausschliesslich auf Nanoobjekte beziehen.

Die Angabe von **nicht-nanospezifischen Daten** zum betreffenden Produkt und dessen Handhabung muss in jedem Fall nach den Vorgaben der Chemikalien-Verordnung ([ChemV SR 813.11](#)) erfolgen, welche im BAG-Internet-Dokument: „[Das Sicherheitsdatenblatt in der Schweiz](#)“ erläutert werden. Folgende Stoffe und Stoff-Gruppen kommen häufig und in grösseren Mengen nanoskalig vor:

- Industrie-Russ (Carbon Black)
- Farben (Farbstoffe, Farbpigmente, Füllstoffe)
- Metalloxide (z. B. Zink, Titan, Aluminium, Eisen, Cerium)
- verschiedene Formen von Siliziumdioxid

Arbeitet ein Betrieb mit solchen Stoffgruppen, sollen die verantwortlichen Personen besonderes Augenmerk auf das Vorhandensein von nanospezifischen Informationen im Sicherheitsdatenblatt legen.

**Übersicht: Priorisierung der nanospezifischen Information in den SDB-Kapiteln**

Nr.	SDB-Kapitel-Bezeichnung	Prioritäten für die Angabe von nanospezifischen Informationen/Daten
1	Stoff / Zubereitungs- und Firmenbezeichnung	<b>nötig</b>
2	Mögliche Gefahren	<b>nötig</b>
3	Zusammensetzung / Angaben zu Bestandteilen	<b>nötig</b> <b>(auch für den Einsatz des Vorsorgerasters)</b>
4	Erste-Hilfe-Massnahmen	<b>erwünscht</b>
5	Massnahmen zur Brandbekämpfung	<b>wichtig</b>
6	Massnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung	<b>erwünscht</b>
7	Handhabung und Lagerung	<b>wichtig</b>
8	Expositionsbegrenzung und persönliche Schutzausrüstung	<b>wichtig</b>
9	Physikalisch-chemische Eigenschaften	<b>nötig</b> <b>(auch für den Einsatz des Vorsorgerasters)</b>
10	Stabilität und Reaktivität	<b>erwünscht</b>
11	Angaben zur Toxikologie	<b>erwünscht</b>
12	Angaben zur Ökologie	<b>erwünscht</b>
13	Hinweise zur Entsorgung	<b>wichtig</b>
14	Angaben zum Transport	<b>erwünscht</b>
15	Vorschriften	<b>erwünscht</b>
16	Sonstige Angaben	<b>erwünscht</b>

**Legende:**

<b>nötig</b>	<p><b>Nötige Angaben für die Beurteilung und den sicheren Umgang mit Nanoobjekten</b></p> <p>In diesen vier Kapiteln des SDB ist es nötig, minimale Angaben zu den im Produkt vorliegenden Nanoobjekten zu machen. Ohne diese Angaben kann die Notwendigkeit von Schutzmassnahmen für Arbeitnehmende, KonsumentInnen und die Umwelt kaum beurteilt werden. Die Testmethoden sind möglichst anzugeben und es soll jeweils ersichtlich sein, ob Tests mit nanoskaligem oder mit Bulk-Material (homologe makroskopische Substanz) durchgeführt wurden.</p>
--------------	---

	<b>Einsatz des Vorsorgerasters</b> = diese Angaben sind auch für das Arbeiten mit dem Vorsorgeraster nötig. Hinweise zur Verwendung und zum Einsatzbereich des Vorsorgerasters im Kapitel 7 dieses Leitfadens.
<b>wichtig</b>	<b>Wichtige Angaben für die Beurteilung und den sicheren Umgang</b> Wenn immer möglich, sollten in diesen vier SDB-Kapiteln nanospezifische Infos gegeben und Empfehlungen für den sicheren Umgang gemacht werden.
<b>erwünscht</b>	Für die wenigsten Nanoobjekte liegen heute Angaben zu diesen Kapiteln vor. Sollten aber eigene Daten oder Daten aus der wissenschaftlichen Forschung oder Daten aus der Literatur vorliegen, sind diese aufzuführen. Zudem wird fortwährend weiteres Wissen verfügbar, dies vor allem durch die beginnende Weiterleitung von Daten in der Lieferkette im Rahmen von REACH, durch die Arbeiten der OECD sowie durch rasch zunehmende neue Erkenntnisse aus der wissenschaftlichen Forschung.

Nachfolgend werden konkrete **Empfehlungen** zu jenen SDB-Kapiteln formuliert, die in der obigen Tabelle als **nötig oder wichtig** für die Beurteilung und den sicheren Umgang mit Nanoobjekten bezeichnet wurden.

Obwohl nanospezifische Informationen über synthetische Nanomaterialien heute noch sehr spärlich verfügbar sind, ist es wichtig, dass vorhandene Angaben im SDB aufgeführt werden. Über mögliche Gefahren sollte bei begründetem Verdacht vorsorglich informiert werden.

Textbeispiele mit Bezug auf Nanoobjekte sind blau markiert

## 5.1 Nötige Angaben für die Beurteilung und den sicheren Umgang mit Nanoobjekten

Für die nachfolgend aufgeführten vier Kapitel des SDB wird eine möglichst spezifische Information zu den im Produkt enthaltenen Nanoobjekten als nötig erachtet (Minimalanforderung).

### 5.1.1 Kapitel 1 SDB „Stoff / Zubereitungs- und Firmenbezeichnung“

Beim Verwendungszweck (soweit er bekannt ist) sollte eine Angabe zu den spezifischen Eigenschaften der nanoskaligen Bestandteile gemacht werden.

#### Textbeispiele zu Kapitel 1 SDB:

1. Die enthaltenen Nanopartikel erhöhen die antibakterielle Wirkung des Farbanstrichs.
2. Die Nanopartikel verändern die Oberflächenstruktur und erleichtern die Reinigung.
3. Enthält Nanopartikel; diese erhöhen den Schutz (der Fassade / der Haut) vor Schädigungen durch UV-Strahlen.

### 5.1.2 Kapitel 2 SDB „Mögliche Gefahren“

Die spezifischen Eigenschaften von Nanoobjekten bergen (neben den Chancen für neue Anwendungen und Produkte) möglicherweise auch Risiken für die menschliche Gesundheit und die Umwelt. Aus Tier- und Zellversuchen mit Nanoobjekten gibt es Hinweise auf eine mögliche Gesundheitsgefährdung. Es lassen sich hieraus aber keine generellen Schlussfolgerungen über das Risikopotential von Nanoobjekten ableiten.

Zur allgemeinen Abschätzung möglicher Risikoquellen sollten deshalb in diesem Kapitel Angaben bezüglich potenzieller Gefahren formuliert werden, denn spezifische Angaben zur Schädigung von Gesundheit und Umwelt sind zum heutigen Zeitpunkt erst in Einzelfällen möglich. Wenn solche bekannt sind, sollen sie angegeben werden. Wo keine spezifischen Gefahren bekannt sind, werden allgemeine Hinweise empfohlen. Als Hilfsmittel zur Beurteilung kann z.B. der Vorsorgeraster (siehe Kapitel 7) verwendet werden.

#### Folgende Fragen sollen helfen, mögliche Risiken / Gefahrenhinweise zu formulieren:

1. Ist Staubbildung bzw. Freisetzung von Nanopartikeln oder Nanofasern bei vorschriftgemässer Handhabung zu erwarten?
2. Sind persistente Nanofasern oder faserartige Gebilde enthalten oder können sie entstehen (durch Agglomeration oder Aggregation)?



3. Welches sind die wichtigsten Expositionswege (produktspezifisch)?
4. Bei welchen Prozessen sind Einträge in die Umwelt (Wasser, Boden, Luft) zu erwarten?
5. Wie ist das mögliche Verhalten der Substanz im Organismus (Aufnahme, Stabilität etc.)?
6. Sind unterschiedliche oder stärker ausgeprägte Eigenschaften im Vergleich zum nicht-nanoskaligen Produkt möglich (z.B. durch Bildung von freien Radikalen)?

### **Textbeispiele zu Kapitel 2 SDB:**

Es können mehrere zutreffende Beschreibungen von möglichen Gefahren angegeben werden.

1. Bei staubenden Arbeiten mit dem Produkt können Nanopartikel freigesetzt werden.
2. Beim Versprühen des Produkts mit Treibmitteln entstehen nanopartikelhaltige Aerosole.
3. Nanoskalige Teilchen können die Radikalbildung im Organismus begünstigen.
4. Die verwendeten Nanopartikel können möglicherweise Zell-Membranen und die Blut-Hirn-Schranke überwinden.
5. Die verwendeten Nanopartikel können sich möglicherweise im Menschen und / oder in Organismen anreichern.

### **5.1.3 Kapitel 3 SDB „Zusammensetzung / Angaben zu Bestandteilen“**

**Es wird dringend empfohlen, in diesem Kapitel zusätzlich (zu den nötigen Angaben bezüglich Zusammensetzung) auch Art und Menge der im Produkt vorhandenen Nanoobjekte, unter Angabe des Begriffes "nano", anzugeben. Wichtig sind auch Informationen zur allfälligen Beschichtung (Coating) bzw. zur Funktionalisierung der Nanoobjekte.**

Es sollen in diesem Kapitel möglichst genaue Angaben über die Zusammensetzung gemacht werden. Insbesondere über:

- chemische Bezeichnung
- chemische Struktur und Kristallstruktur der Nanoobjekte
- Form der Nanoobjekte
- Massen-Anteile Nanoobjekte
- Nanoskalige Verunreinigungen
- Funktionalisierung und / oder Coating

**Textbeispiele zu Kapitel 3 SDB:**

1. Die gebrauchsfertige Lösung enthält Ceroxid-Nanopartikel; beim Versprühen mit Treibmittel entstehen Aerosole mit einer Tröpfchengrösse kleiner als 10 Mikrometer.
2. Silikabeschichtete Titandioxid-(rutil)-Nanopartikel.
3. Enthält (elementares) Silber in Form von Nanopartikeln.
4. Enthält dispergierte nanoskalige Bestandteile aus (elementarem) Silber.
5. Enthält Kohlenstoff (Graphit) in Form von MWCNT.

**5.1.4 Kapitel 9 SDB „Physikalisch-chemische Eigenschaften“**

Nanoskalige Teilchen haben - verglichen mit grösseren Teilchen derselben chemischen Zusammensetzung - oft abweichende mechanische, elektrische, optische, chemische, magnetische oder biologische Eigenschaften. Zurzeit wird in internationalen Fachgremien über die Relevanz verschiedener physikalisch-chemischer Eigenschaften für Nanoobjekte diskutiert. Vorläufig vorgeschlagen wurde ein Minimaldatenset<sup>2</sup>, welches in den folgenden Ausführungen berücksichtigt wurde. Nähere Informationen hierzu sind unter folgenden Links zu finden:

<http://characterizationmatters.org/>

<http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/122615141/HTMLSTART?CRETRY=1&SRETRY=0>

Es sollen Angaben zu folgenden Eigenschaften der nanoskaligen Bestandteile gemacht werden:

- a) Angaben zur **Grössenverteilung** der im Produkt enthaltenen Partikel. Diese Angaben sind immer dann zu empfehlen, wenn die Existenz solcher Partikel im Produkt bekannt ist. - Sollte die Grössenverteilung nicht bekannt sein, ist auch die Angabe der bekannten Partikelgrössen hilfreich (z.B. "enthält Nanoobjekte im Bereich 100nm"). Dabei ist zu beachten, dass z.B. bei einer Grössenverteilung mit einem Maximum von 200nm ein beträchtlicher Anteil der Partikel sich im Nanobereich (Partikel kleiner als 100nm) befinden kann. Bei einer grösseren Produktmenge kann der Anteil von wenigen Prozenten wichtig bzw. gesundheitsrelevant werden.
- b) Angaben zur **Wasserlöslichkeit** des Nanoobjekts als ein Hinweis auf seine Stabilität. Dabei ist zu beachten, dass beim Eintrag von Nanoobjekten in ein Lösemittel zwei Effekte Auftreten können: Auflösung des Materials in seine molekularen oder ionischen Bestandteile bzw. Dispersion der Nanoobjekte als ganze Einheiten. Bei Angaben zur Wasserlöslichkeit sollte versucht werden, zwischen diesen beiden Effekten zu unterscheiden.
- c) Angaben zur **Agglomerat- und Aggregatbildung**: neigen die verwendeten Nanoobjekte zur Bildung von Agglomeraten oder Aggregaten (was in vielen Fällen zutrifft)?

<sup>2</sup> Journal of Food Science JFS, Letters, Vol. 74, Number 8, 2009, vi-vii.

Welche Grössenordnung haben die sich bildenden Agglomerate oder Aggregate? Nanoobjekte haben die starke Tendenz zum Zusammenballen (Agglomerieren und Aggregieren). Durch dieses Zusammenballen verringert sich die Anzahl der freien Partikel und die vorhandenen Teilchen wachsen. Die Grundstruktur der einzelnen Teilchen bleibt aber oft erhalten. Agglomerate bzw. auch Aggregate können im Vergleich zu den betrachteten Nanoobjekten eventuell unterschiedliche Gefährdungspotenziale aufweisen. Agglomerate und Aggregate von Nanomaterialien werden in biologischen Systemen wie grössere Partikel behandelt. Sie können auch einen Teil oder alle besonderen Nanoeigenschaften verlieren.

- d) Angaben zur **Stabilität von Agglomeraten**: Sind diese Agglomerate im Körper oder unter Umweltbedingungen stabil (Deagglomerieren die gebildeten Agglomerate wieder in ihre nanoskaligen Bestandteile)? Vermeintlich sichere grosse Agglomerate können in bestimmten Umgebungen doch ein Gefährdungspotential beinhalten, wenn sie wieder in die Primärpartikel zerfallen.
- e) Angaben zur **Redoxaktivität** der Nanoobjekte. Die Redoxaktivität lässt sich über das Redoxpotenzial ausdrücken. Die Messung des Redoxpotenzials von Nanomaterialien ist dann sinnvoll, wenn diese in Elektronentransfer-Prozessen teilnehmen können. Zu beachten ist dabei, dass zum Beispiel Beschichtungen von Nanoobjekten deren Redoxaktivität verändern können.
- f) Angaben zur **katalytischen** bzw. **photokatalytischen Aktivität** der Nanoobjekte. Photokatalytisch aktive Materialien sind Halbleiter, die durch den Einfluss von Licht hochreaktive freie Radikale bilden können. Photokatalytische Aktivität ist in hohem Masse abhängig von der Art des Materials, der Grösse der Nanoobjekte, Oberflächenmodifikationen oder gezieltes Dopen des Materials. Photokatalytische Aktivität muss also von Fall zu Fall geklärt werden.
- g) Bekannte Informationen über das **Radikalbildungspotenzial**. Das Potenzial zur Bildung von Radikalen ist ein wichtiges Kriterium für Risikobetrachtungen von Nanomaterialien. Alle Angaben, die zur Einschätzung der Wahrscheinlichkeit und der Art einer Radikalbildung beitragen können sind von Vorteil.

#### **Vorsorgeraster:**

Die oben aufgeführten Informationen werden auch für das Ausfüllen eines Vorsorgeraster-Formulars benötigt; je mehr Details an dieser Stelle (und in andern SDB-Kapiteln) zu finden sind, desto besser wird die Aussagekraft eines anhand dieser Daten erstellten Vorsorgerasters. Weitere Informationen zur Verwendung und zum Anwendungsbereich des Vorsorgerasters sind im Kapitel 7 dieses Leitfadens zu finden.

**Textbeispiele zu Kapitel 9 SDB:**

1. Anteil an nanoskaligem CeO<sub>2</sub> im Produkt: 90%. Es hat eine mit der BET-Methode gemessene spezifische Oberfläche (Specific Surface Area, SSA<sub>BET</sub>) von 20 - 85m<sup>2</sup> pro Gramm Substanz. Der Durchmesser der enthaltenen Nanopartikel (d<sub>BET</sub>) beträgt 10 - 40nm.
2. Das Produkt enthält unbeschichtete Nanopartikel im Grössenbereich von 50 - 200nm.
3. Maximale Partikelgrösse 50nm. Das Coating der Nanopartikel verhindert die Agglomeratbildung.
4. Die Nanopartikel liegen als Agglomerate (200nm) vor; sie de-agglomerieren im Körper / in der Umwelt.
5. Durch Funktionalisierung (Beschichtung) der enthaltenen Titandioxid-Nanopartikel ist die photokatalytische Wirkung reduziert im Vergleich zur nicht-beschichteten Form.
6. Deutlich erhöhte Reaktivität gegenüber der nicht-nano-Form.
7. Begünstigt die Bildung von Sauerstoffradikalen.
8. Das Produkt wirkt katalytisch oder redoxaktiv.
9. Die enthaltenen Titandioxid-Nanoobjekte sind stabil (nicht abbaubar und nicht löslich im Körper / in der Umwelt).
10. Die enthaltenen MWCNT haben einen Durchmesser von 20-40nm und ihre Länge beträgt mindestens 500nm.

## 5.2 Wichtige Angaben für die Beurteilung und den sicheren Umgang mit Nanoobjekten

In weiteren vier Kapiteln des SDB sollen spezifische Informationen zu den im Produkt enthaltenen Nanoobjekten angegeben werden (falls vorhanden und/oder mit verhältnismässigem Aufwand ermittelbar).

### 5.2.1 Kapitel 5 SDB „Massnahmen zur Brandbekämpfung“

Nanoobjekte können eine höhere Reaktivität aufweisen als die analogen, nicht-nanoskaligen Substanzen. Metallische Nano-Eisenpartikel oxidieren z.B. blitzschnell unter Flammenbildung an der Luft. Unter Umständen ist deshalb bei Nanoobjekten eine andere Vorgehensweise bei der Brandbekämpfung erforderlich. Angaben zu erhöhter Brand- oder Explosionsgefahr sollen in jedem Fall stoffspezifisch gemacht und - wenn möglich - mit Daten belegt werden.

**Textbeispiele zu Kapitel 5 SDB:**

1. Die enthaltenen Eisen-Nanopartikel besitzen eine hohe Brennbarkeit / Entflammbarkeit.
2. Die enthaltenen Eisen-Nanopartikel sind pyrophor.

## 5.2.2 Kapitel 7 SDB „Handhabung und Lagerung“

### Allgemeines Vorgehen

Bei der Handhabung und Lagerung von Nanoobjekten (auch in Zubereitungen) mit unbekanntem Wirkungspotential sollen, aus vorsorglichen Erwägungen, Expositionen grundsätzlich vermieden oder zumindest auf ein Minimum beschränkt werden.

Zur systematischen Minimierung eignen sich verschiedene Massnahmen, die unter Berücksichtigung ihrer jeweiligen Schutzwirkung nach dem sogenannten „**TOP-Vorgehens-Prinzip**“ zu priorisieren sind. Diese Priorisierung der Schutzmassnahmen soll auch im SDB abgebildet werden:

#### 1. **T = Technische Schutzmassnahmen**

- Verwenden von geschlossenen Apparaturen
- Entstehung von Stäuben oder Aerosolen vermeiden
- Absaugen von Stäuben oder Aerosolen direkt an der Quelle
- Abluftreinigung für abgesaugte Luft vorsehen ("Filter")
- Abtrennung des Arbeitsraums und Anpassung der Raumlüftung (leichter Unterdruck)
- Reinigung nur durch Aufsaugen oder durch feuchtes Aufwischen, kein Abblasen

#### 2. **O = Organisatorische Schutzmassnahmen**

- Minimierung der Expositionszeit
- Minimierung der Anzahl exponierter Personen
- Beschränkung des Zugangs
- Unterweisung des Personals über Gefahren und Schutzmassnahmen (Betriebsanweisungen)

#### 3. **P = Persönliche Schutzmassnahmen (PSA benützen)**

- Auf die geeignete persönliche Schutzausrüstung (PSA) ist erst dann hinzuweisen, wenn die oben genannten technischen und organisatorischen Massnahmen zu wenig Schutz gewährleisten. Die spezifischen Anforderungen an diese PSA sind im SDB-Kapitel 8 aufzuführen.

### Handhabung

Beim Umgang mit brennbaren Nanopartikeln müssen zusätzlich Massnahmen zum Explosionsschutz ergriffen werden, wenn sich eine gefahrbringende Staubmenge entwickeln kann.  
→ Ex-Schutzzonen festlegen.

Beim Umgang mit reaktiven oder katalytisch wirksamen Nanopartikeln ist ein zusätzlicher Kontakt mit unverträglichen Substanzen möglichst auszuschliessen.

### **Textbeispiele zu Kapitel 7 (Handhabung):**

1. Quellenabsaugung mit Partikel-Filter (HEPA Filter H14) verwenden
2. Zum Reinigen einen Staubsauger mit Partikel-Filter (z.B. HEPA H14) verwenden
3. Aerosolbildung vermeiden und Zündquellen eliminieren
4. Beim Befüllen und Entleeren von Behältnissen, die Nanopartikel in Pulverform enthalten, Schutzmaske (P3-Filter), Schutzanzug (Non-Woven) und Nitril-Handschuhe (Zwei Paar Handschuhe übereinander) tragen und in besonders geschütztem Raum (z.B. Unterdruck) oder in einer kleinen Kammer (z.B. Glove-Box) arbeiten.

### **Lagerung**

Bei der Lagerung von Nanoobjekten gelten grundsätzlich die Vorschriften für die Substanzen in Nicht-nano-Form. Liegen Nanopartikel in Pulverform vor, soll primär auf deren Inhalierbarkeit und auf die Gefahren von allfälligen Staubexplosionen aufmerksam gemacht werden; Zündquellen müssen gegebenenfalls eliminiert werden.

### **Textbeispiele zu Kapitel 7 (Lagerung):**

1. Pulverförmige Nanoobjekte in Antistatik-Beuteln (mit Argon oder Stickstoff gefüllt oder luftdicht und vakuumiert verpackt) lagern.
2. Metallische Nano-Pulver im Antistatik-Beutel unter Luftabschluss verschweisst, in Metallbehältern lagern.

### **5.2.3 Kapitel 8 SDB „Expositionsbegrenzung und persönliche Schutzausrüstung“**

Bisher wurden für synthetische Nanoobjekte noch keine Arbeitsplatzgrenzwerte erlassen. Da die Wirkung von Nanoobjekten auf die menschliche Gesundheit noch unklar ist, soll die Exposition grundsätzlich auf ein Minimum beschränkt werden.

### **Textbeispiele zu Kapitel 8 SDB (allgemein):**

1. Aus toxikologisch-arbeitsmedizinischer Sicht lässt sich gegenwärtig (noch) kein Grenzwert zu den enthaltenen Nanopartikeln begründen.
2. Für biobeständige granuläre Nanoobjekte mit einer Dichte unter  $6'000 \text{ kg/m}^3$  soll eine Teilchenzahlkonzentration von  $40'000 \text{ Partikel/cm}^3$  im Messbereich von 1 bis 100nm nicht überschritten werden (Empfehlung Nano-Portal des dt. BGIA-DGUV 30.6.2009).

### **Expositionsbegrenzung**

Zur Begrenzung der Exposition soll grundsätzlich gemäss dem im SDB- Kapitel 7 dargestellten TOP-Prinzip vorgegangen werden. In erster Linie soll in besonders geschützten Räumen (z.B. mit Unterdruck) oder in einer kleinen Kammer (z.B. Glove-Box) gearbeitet werden.

### **Textbeispiele zu Kapitel 8 SDB (Expositionsbegrenzung):**

1. Die Exposition gegenüber Nanopartikel-haltigen Aerosolen durch Quellabsaugung minimieren.
  2. Die Gefahrenbereiche sind abzugrenzen (getrennte Räume, Arbeiten in Glove-Box erledigen).
  3. Zugang zu Arbeitsräumen, in denen mit Nanoobjekten gearbeitet wird, nur erlaubt für befugte und instruierte Personen.
  4. Expositions-Häufigkeit, Dauer und Anzahl exponierter Personen minimieren und limitieren.
  5. Quellabsaugung mit Partikel-Filter (H 14) verwenden.
  6. Rückführung abgesaugter Luft in den Arbeitsbereich nur nach ausreichender Reinigung.
  7. Staubablagerungen mit Feucht- oder Nassverfahren oder mit geeigneten Staubsaugern beseitigen (Nanopartikelhaltigen Staub niemals mit Druckluft abblasen).
  8. Keine mit dem Nano-Produkt verschmutzten Putzlappen in den Kleidertaschen aufbewahren.
- ➔ Der Satz: „Exposition vermeiden“ ist zu unspezifisch und sollte hier nicht verwendet werden.

### **Persönliche Schutz-Ausrüstung / PSA**

Bezüglich Schutzausrüstung gibt es erste Erkenntnisse darüber, welche Typen und Systeme sich für den Schutz vor synthetischen Nanoobjekten eignen ([NanoSafe: safe production and use of nanomaterials](#)). Diese Erkenntnisse sind beim Abfassen des SDB zu berücksichtigen.

### **Textbeispiele zu Kapitel 8 SDB (Persönliche Schutz-Ausrüstung / PSA):**

#### **1. Atemschutz**

Wenn beim Arbeiten die Freisetzung von Nanopartikeln (als Staub oder Aerosol) nicht verhindert werden kann, soll zusätzlich zu den technischen Schutzmassnahmen ein partikel-filtrierender Atemschutz (Filterklasse P3) getragen werden.

#### **2. Handschuhe**

Ist der direkte Kontakt mit Nanopartikeln (flüssig, fest oder staubförmig) nicht zu vermeiden, sind möglichst zwei Schichten von Handschuhen übereinander zu tragen (Je nach Situation z.B. Latex- mit Chemie-Handschuhen kombiniert oder 2 Einweghandschuhe übereinander tragen etc.).

3. Sorgfältiges An- und Ausziehen der Handschuhe und die Überlappung mit dem Schutzanzug sind für einen guten Schutz von grosser Bedeutung. Das Handschuhmaterial muss entsprechend der Chemikalie gewählt sein; dabei ist die richtige Handhabung wichtiger als die Durchdringzeit.

#### 4. **Schutzanzug**

Der langärmelige Schutzanzug sollte aus Membranmaterial (non-woven oder Vlies) bestehen; gewobene Stoffe sind zu vermeiden.

#### 5. **Augenschutz**

Zum Schutz der Augen ist mindestens eine dichtschiessende Schutzbrille zu verwenden. Einen besseren Schutz bietet jedoch eine Vollmaske.

### 5.2.4 **Kapitel 13 SDB „Hinweise zur Entsorgung“**

Dieses Kapitel 13 soll Hinweise auf mögliche nanospezifische Eigenschaften enthalten, die während des Entsorgungsprozesses von Nanomaterialien zur Freisetzung von Nanoobjekten, zur Exposition der Arbeitnehmenden und zu Emissionen in die Umwelt führen können. Der Inhaber / die Inhaberin des Abfalls soll beurteilen können, ob ein Nanoabfall in eine nanospezifische Entsorgung gegeben werden muss. Abfälle, welche freie oder freisetzbare, synthetische Nanoobjekte enthalten, sollen als Sonderabfall entsorgt werden, wenn aufgrund ihrer nanospezifischen Eigenschaften Auswirkungen auf Gesundheit, Sicherheit oder Umwelt nicht auszuschliessen sind.

Als Hilfsmittel zur Beurteilung eines möglichen Handlungsbedarfs kann z.B. der Vorsorgeraster (siehe Kapitel 7) verwendet werden.

Welche Anforderungen für die Entsorgung gelten, hängt insbesondere davon ab, ob die zu entsorgenden Abfälle Sonderabfälle sind oder nicht.

Sonderabfälle sind gemäss Verordnung über den Verkehr mit Sonderabfällen ([VeVA](#) Artikel 2 Absatz 2 Buchstabe a / SR 814.610) Abfälle, deren umweltverträgliche Entsorgung auf Grund ihrer Zusammensetzung, ihrer chemisch-physikalischen oder ihrer biologischen Eigenschaften auch im Inlandverkehr umfassende besondere technische und organisatorische Massnahmen erfordert. Die Sonderabfälle sind im Abfallverzeichnis (Anhang 1 der Verordnung des UVEK über Listen zum Verkehr mit Abfällen, [LVA](#), / SR 814.610.1) aufgelistet; jeder Sonderabfall hat einen spezifischen Abfallcode.

Für Nano-Sonderabfälle, die aufgrund ihrer Materialeigenschaften keinem bestimmten Abfallcode zugeordnet werden können, ist der entsprechende Sammelcode für Sonderabfälle zu verwenden:

16 03 03 S Anorganische Abfälle, die gefährliche Stoffe enthalten

16 03 05 S Organische Abfälle, die gefährliche Stoffe enthalten

#### **Textbeispiele zu Kapitel 13 SDB:**

1. Sonderabfall 16 03 05 S; enthält im Kunststoff integrierte freisetzbare Silber-Nanopartikel (max. 0,05%).



2. Pulverförmige, Nanopartikel enthaltende Produktionsabfälle in Antistatikbeuteln stabilisiert.
3. CNT-haltige Produktionsabfälle. Entsorgung durch Hochtemperaturverbrennung empfohlen.

## 6 ANHANG Zwei Beispiele für Sicherheitsdatenblätter

In diesem Kapitel 6 sind bei zwei (fiktiven) Produktbeispielen nanospezifische Angaben in diversen SDB-Kapiteln aufgeführt. (siehe auch Kapitel 4 dieses Leitfadens).

Diese nanospezifischen Informationen sind durch blaue Schrift kenntlich gemacht und sie werden in den einzelnen Kapiteln den üblichen SDB-Angaben beigelegt.

### 6.1 NANO-BLOGGO zur Oberflächenveredlung

**Produkt: „NANO-BLOGGO“**

Sicherheitsdatenblatt gemäss Anhang 2 ChemV

Druckdatum: 01. November 2010      überarbeitet am: 31. Oktober 2010

#### Kapitel 1: Stoff-/Zubereitungs- und Firmenbezeichnung

##### 1.1 Angaben zum Produkt: Handelsname: NANO-BLOGGO

##### 1.2 Verwendungszweck:

Oberflächenveredelung zur Erzeugung einer wasser- und schmutzabweisenden Abperl-Schicht.

Die enthaltenen Nanopartikel verändern die Oberflächenstruktur.

##### 1.3 Angaben zum Hersteller / Lieferanten:

Hersteller/Lieferant: BLOGGO AG / Milchstrasse / 8000 Zürich

Auskunft zum Sicherheitsdatenblatt: Bereich Gesundheitsschutz und Umwelt (044'111'11'11, [auskunft@bloggo.gsu.com](mailto:auskunft@bloggo.gsu.com))

Notfallnummer (Firma): 044'000'00'00

Notfallauskunft: Tox-Zentrum (STIZ) Tel 145

#### Kapitel 2: Mögliche Gefahren

##### 2.1 Gefahrenbezeichnung:

Gemäss Richtlinie 67/548/EWG

F Leichtentzündlich, Xi Reizend

##### 2.2 Besondere Gefahren für Mensch und Umwelt

##### R-Sätze:

R11 Leichtentzündlich,

**R36** Reizt die Augen,

**R67** Dämpfe können Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen.

**S-Sätze:**

**S7** Behälter dicht geschlossen halten.

**S16** Von Zündquellen fernhalten - Nicht rauchen.

**S24/25** Berührung mit den Augen und der Haut vermeiden.

**S26** Bei Berührung mit den Augen sofort gründlich mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren.

Das Produkt enthält funktionalisierte Nanopartikel. Beim Versprühen des Produktes entstehen Nanopartikel-haltige Aerosole. Es kann derzeit nicht abschliessend beurteilt werden, ob davon spezifische Gefährdungen ausgehen. Das Einatmen von Aerosolen ist zu vermeiden.

**Kapitel 3: Zusammensetzung / Angaben zu Bestandteilen**

**3.1 Chemische Charakterisierung (Zubereitung):**

Wässrige Dispersion aus Alkoholen und funktionalisierten Nano-Partikeln

**3.2 Gefährliche Inhaltsstoffe:**

Stoff	Ethanol	Isopropanol
Gehalt	40 - 60%	25 - 30%
CAS-Nr.	64-17-5	67-63-0
Gefahrensymbol	F	F, Xi
R-Satz	R11	R11, 36, 67

Das Produkt enthält < 1% funktionalisierte (oder: silanisierte) Nanopartikel auf der Basis technischer pyrogener Kieselsäuren (CAS-Nr. 7631-86-9).

**Kapitel 4: Erste-Hilfe-Maßnahmen**

**Nach Einatmen:** Frischluft zuführen

**Nach Hautkontakt:** Betroffene Hautpartien gründlich mit viel Wasser waschen. Verunreinigte Kleidung entfernen.

**Nach Augenkontakt:** Augen sofort ausgiebig (15 Minuten) bei gespreizten Lidern unter fließendem Wasser gründlich ausspülen (unverletztes Auge schützen, Kontaktlinsen entfernen). Gegebenenfalls Augenarzt hinzuziehen.

**Nach Verschlucken:** sofort Wasser trinken lassen. Bei Beschwerden Arzt konsultieren.

## **Kapitel 5: Maßnahmen zur Brandbekämpfung**

### **5.1 Geeignete Löschmittel:**

Kohlendioxid, Schaum, Löschpulver

### **5.2 Besondere Gefahren bei der Brandbekämpfung:**

Brennbarer Stoff; Dämpfe sind schwerer als Luft und breiten sich über dem Boden aus. Im Brandfall ist Entstehung gefährlicher Gase und Dämpfe möglich. Explosionsfähige Gemische mit Luft sind schon bei Normaltemperatur möglich. Nicht mit direktem Wasserstrahl löschen. Bei der Brandbekämpfung Aufenthalt im Gefahrenbereich nur mit umluft-unabhängigem Atemschutzgerät.

**5.3 Weitere Informationen:** Geschlossene Behälter in der Nähe des Brandherdes mit Sprühwasser kühlen und wenn möglich ausräumen. Löschwasser nicht ins Oberflächen- oder Grundwasser gelangen lassen.

Von den enthaltenen Nanopartikeln ist keine höhere Brennbarkeit zu erwarten.

## **Kapitel 6: Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung**

### **6.1 Personenbezogene Massnahmen:**

Substanzkontakt vermeiden. Für genügend Frischluft sorgen. Dämpfe/Aerosole nicht einatmen.

### **6.2 Umweltschutzmassnahmen:**

Nicht in die Kanalisation gelangen lassen.

### **6.3 Reinigungsverfahren:**

Mit flüssigkeitsbindendem Material (z.B. Chemisorb®) aufnehmen. Der Entsorgung zuführen. Nachreinigen.

## **Kapitel 7: Handhabung und Lagerung**

### **7.1 Handhabung:**

**Hinweise zum sicheren Umgang:** Dämpfe nicht unnötig einatmen.

**Hinweis zum Brand- und Explosionsschutz:** Von offenen Flammen, heissen Oberflächen und Zündquellen fernhalten.

## 7.2 Lagerung:

**Weitere Angaben zu den Lagerbedingungen:** Behälter entfernt von Zünd- und Wärmequellen, dicht verschlossen an einem kühlen, gut belüfteten Ort zwischen 5° und 30°C lagern.

## **Kapitel 8: Expositionsbegrenzung und persönliche Schutzausrüstung**

### **8.1. Bestandteile mit Arbeitsplatzgrenzwerten**

(MAK-Werte der Inhaltsstoffe aus SDB-Kap. 2)

Stoffbezeichnung: Ethanol

CAS-Nr.: 64-17-5

ml/m<sup>3</sup> (ppm) 500

mg/m<sup>3</sup> 960

MAK (Suva) 500ml/m<sup>3</sup> oder 960mg/ m<sup>3</sup>

Stoffbezeichnung: Isopropanol

CAS-Nr.: 67-63-0

ml/m<sup>3</sup> (ppm) 200

mg/m<sup>3</sup> 500

MAK (Suva) 200ml/m<sup>3</sup> oder 500mg/m<sup>3</sup>

Aus toxikologisch-arbeitsmedizinischer Sicht lässt sich gegenwärtig (noch) kein Grenzwert zu den enthaltenen funktionalisierten Nanopartikeln angeben.

Beim Versprühen des Produkts mit Treibmitteln entstehen nanopartikelhaltige Aerosole. Die Exposition gegenüber solchen Aerosolen ist zu vermeiden und sie ist durch technische Massnahmen (Lüftung, Anwendung in abgetrennten Bereichen wie Kapelle, Kabinen) so gering wie möglich zu halten.

### **8.2 Persönliche Schutzmassnahmen**

#### **Schutzausrüstung (PSA):**

PSA sind in Abhängigkeit von Gefahrenstoffkonzentration und -menge auszuwählen. Die Chemikalienbeständigkeit der Schutzmittel soll mit deren Lieferanten abgeklärt werden.

**Atemschutz:** Filtertyp A (erforderlich beim Auftreten von Dämpfen / Aerosolen); EN143, EN14387.

Wenn technische Schutzmassnahmen die Freisetzung von Dämpfen / Aerosolen und Nanopartikeln nicht verhindern können, wird empfohlen, einen persönlichen Atemschutz (Filterklasse FFP3) zu tragen.

**Handschuhe:** Wenn mit Hautkontakt über längere Zeit zu rechnen ist, sollen Schutzhandschuhe getragen werden; EN374. Bei Vollkontakt Butylkautschuk-Handschuhe von 0.7mm

Dicke und einer Durchdringungszeit von mindestens 480 min. verwenden. Bei Spritzkontakt Nitrilkautschuk-Handschuhe von 0.4mm Dicke und einer Durchdringungszeit von mindestens 120 min. verwenden.

Ist der direkte Kontakt mit nanopartikelhaltiger Lösung nicht zu vermeiden, sind möglichst zwei Schichten von Handschuhen übereinander zu tragen.

**Schutzanzug:** Flammschutzkleidung bzw. flammenhemmende antistatische Schutzkleidung; EN14605, EN13982, EN345.

Schutzanzug aus Membranmaterial (non-woven, Vlies) verwenden; gewobene Stoffe vermeiden.

**Augenschutz:** erforderlich; EN166.

Die Schutzbrille muss gut schliessen; eine Vollmaske ist vorzuziehen.

**Hygienemassnahmen:** Bei der Arbeit nicht rauchen, trinken oder essen. Längeren oder wiederholten Hautkontakt vermeiden (Schutzcrème, Schutzhandschuhe). Dämpfe / Sprühnebel nicht einatmen. Keine mit dem Produkt verschmutzten Putzlappen in den Kleideraschen aufbewahren. Von Nahrungsmitteln, Getränken und Futtermitteln fernhalten. Vor den Pausen und bei Arbeitsende Hände waschen.

### **Kapitel 9: Physikalisch-chemische Eigenschaften**

Form: Flüssigkeit

Farbe: farblos

Geruch: charakteristisch alkoholartig

pH-Wert der Substanz: bei 20°C ca. 5,0

Schmelzpunkt: -120°C

Siedepunkt: 78°C

Zündtemperatur: 425°C

Flammpunkt (closed cup): 15°C

Brandfördernde Eigenschaften: keine Daten verfügbar

Entzündlichkeit: leichtentzündlich

Explosionsgrenzen: Untere 3.5 Vol-%

Explosionsgrenzen: Obere 15 Vol-%

Dampfdruck: ca. 59hPa (bei 20°C)

Relative Dampfdichte: nicht bestimmt

Verdampfungsgeschwindigkeit: nicht bestimmt

Selbstentzündlichkeit: nicht bestimmt

Dichte: 0,92g/cm<sup>3</sup> (bei 20°C)

Löslichkeit in Wasser: 20°C löslich

Löslichkeit in organischen Lösemitteln: Nicht löslich in unpolaren organischen Lösemitteln (bei 20°C).

Grössenverteilungs-Maximum der enthaltenen Nanopartikel: 45nm (Gemäss BET-Methode)

Löslichkeit der enthaltenen Nanopartikel in Wasser: 1.8mmol/L (pH 7.3; 37°C), ECE-TOC/JACC-Bericht, 51/2006

Redoxaktivität und katalytische / photokatalytische Aktivität der enthaltenen Nanopartikel: nicht bekannt

Agglomerations- und Aggregationsverhalten der enthaltenen Nanopartikel: pyrogene Kieselsäure bildet Agglomerate, die unter üblichen Prozessbedingungen stabil sind; ECE-TOC/JACC-Bericht, 51/2006.

Zetapotenzial der enthaltenen Nanopartikel: nicht bekannt

#### **Kapitel 10: Stabilität und Reaktivität**

**Zu vermeidende Bedingungen:** Erwärmung

**Zu vermeidende Stoffe:** Explosionsgefahr mit starken Oxidationsmitteln.

**Gefährliche Zersetzungsprodukte:** keine bekannt

**Weitere Informationen:** Keine

Das Grundmaterial der enthaltenen Nanopartikel (pyrogene Kieselsäure) ist nicht stabil.

#### **Kapitel 11: Angaben zur Toxikologie**

Die toxikologische Einstufung der Zubereitung wurde aufgrund der Ergebnisse des Berechnungsverfahrens der Allgemeinen Zubereitungsrichtlinie (1999/45/EG) vorgenommen.

Die nachfolgenden Angaben gelten für Ethanol:

Akute Tox: LD 50 von Ethanol bei oraler Aufnahme: 6'200mg/Kg (oral / Ratte) IUCLID

Akute Tox: LC 50 von Ethanol bei Inhalation: 95.6mg/L, 4h RTECS

Akute Toxizität bei Aufnahme von Ethanol über die Haut: Dermatitis-Symptome

Hautreizung von Ethanol (Kaninchen): keine Reizung (OECD-RL 404)

Augenreizung von Ethanol (Kaninchen): keine Reizung (OECD-RL 405)

Sensibilisierungstest von Ethanol: negativ (Magnusson und Kligman / IUCLID)

Andere Daten zur vorliegenden Zubereitung sind nicht bekannt.

Durch die enthaltene pyrogene Kieselsäure ist die Produktion von Sauerstoffradikalen und von entzündungsfördernden Zytokinen möglich.

## **Kapitel 12: Angaben zur Ökologie**

**Allgemeine Hinweise:** Die ökotoxikologische Einstufung der Zubereitung wurde aufgrund der Ergebnisse des Berechnungsverfahrens der Allgemeinen Zubereitungsrichtlinie (1999/45/EG) vorgenommen.

Fischtoxizität (Goldorfe): LC 50 von Ethanol: 8140mg/L (48h)

Daphnientoxizität (Daphnia magna): EC 50 von Ethanol: 1-14g/L (48h)

Algtoxizität (Scenedesmus quadricauda): EC 5 von Ethanol: 5000mg/L (7d)

Angaben zur Ökotoxikologie der enthaltenen pyrogenen Kieselsäure sind nicht vorhanden.  
Die Produktion von Sauerstoffradikalen und Zytokinen ist möglich.

**Sonstige ökologische Hinweise:** Bei sachgemässer Verwendung ist keine Störung in der Kläranlage zu erwarten. In hohen Konzentrationen schädigende Wirkung auf Wasserorganismen.

Pyrogene Kieselsäure ist in der Umwelt inert und wird, ausser durch Auflösung, nicht transformiert; (ECETOC/JACC-Bericht, 51/2006).

## **Kapitel 13: Hinweise zur Entsorgung**

**Produkt:** Sonderabfall mit Code 07 01 04 „Andere organische Lösungsmittel, Waschflüssigkeiten, Mutterlaugen“

**Weitere Angaben:** Entleerte Gebinde können als Siedlungsabfall beseitigt werden.

**Abfallartenschlüssel** (Schweiz):

15 01 01, 15 01 02, 15 01 04, 15 01 05, 15 01 06, 15 01 07 oder 15 01 09.

Der Abfall enthält < 1% funktionalisierte (silanisierte) Nanopartikel auf der Basis technischer pyrogener Kieselsäuren (CAS-Nr. 7631-86-9).

## **Kapitel 14: Angaben zum Transport**

Landtransport ADR/RID: UN- Nummer: 1263 Paint, Klasse 3, VG II

UN-Nummer: 1170 Ethanol / Kemlerzahl: 33

Technische Versandbezeichnung: 33/1263 Paint, Lösung

## **Kapitel 15: Vorschriften**



### **Kapitel 16: Sonstige Angaben**

Die Angaben stützen sich auf den heutigen Stand des Wissens bei der Drucklegung und stellen keine Eigenschaftszusicherung im Rechtssinne dar. Vorschriften sind in eigener Verantwortung zu beachten. Weitere Informationen über Produkteigenschaften entnehmen Sie bitte dem technischen Produkt-Merkblatt.

**F**/leichtentzündlich und **Xi**/reizend

R-Sätze der Inhaltsstoffe:

- **R11** Leichtentzündlich
- **R36** Reizt die Augen
- **R67** Dämpfe können Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen

Auskunft zum Sicherheitsdatenblatt: Bereich Gesundheitsschutz und Umwelt (044'111'11'11, [auskunft@bloggo.gsu.com](mailto:auskunft@bloggo.gsu.com))

Dieses SDB ist neu überarbeitet worden und ersetzt alle früheren Ausgaben. Es enthält nanospezifische Informationen.

## 6.2 SECOKAT, Photokatalysator in Wandfarben

**Produkt: „SECOKAT“**

Sicherheitsdatenblatt gemäss Anhang 2 ChemV

Druckdatum: 01. Dezember 2010

überarbeitet am: 30. November 2010

### **Kapitel 1: Stoff- / Zubereitungs- und Firmenbezeichnung**

#### **1.1 Angaben zum Produkt:**

Handelsname: SECOKAT

#### **1.2 Verwendungszweck:**

Photokatalysator in Wandfarben zur Vernichtung von VOC

#### **1.3 Angaben zum Hersteller/Lieferanten:**

Hersteller/Lieferanten: Sonne AG

Auskunft zum Sicherheitsdatenblatt: Bereich Gesundheitsschutz und Umwelt (044'111'11'11, auskunft@sonne.gsu.com)

Notfallnummer (Firma): 044'000'00'00

Notfallauskunft: Tox-Zentrum (STIZ) Tel 145

### **Kapitel 2: Mögliche Gefahren**

#### **2.1 Gefahrenbezeichnung:**

gemäss Richtlinie 67/548/EWG

**Xi** Reizend

#### **2.2 Besondere Gefahren für Mensch und Umwelt**

##### **R-Sätze:**

**R37** Reizt die Atmungsorgane,

**R52/53** Schädlich für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben

##### **S-Sätze:**

**S24/25** Berührung mit den Augen und der Haut vermeiden.

**S61** Freisetzung in die Umwelt vermeiden. Besondere Anweisungen einholen / Sicherheitsdatenblatt zu Rate ziehen.

### **Kapitel 3: Zusammensetzung / Angaben zu Bestandteilen**

#### **3.1 Chemische Charakterisierung (Zubereitung):**

Wässrige Dispersion von partikelförmigem Nano-Titandioxid (Anatas)

### **3.2 Gefährliche Inhaltsstoffe:**

keine

enthält 10% TiO<sub>2</sub>-Nanopartikel

### **Kapitel 4: Erste-Hilfe-Maßnahmen**

**Nach Einatmen:** Frischluft zuführen

**Nach Haut-Kontakt:** Sofort mit Seife und Wasser abwaschen. Anhaftendes Material sofort entfernen. Bei andauernder Hautreizung einen Arzt benachrichtigen.

**Nach Augenkontakt:** Sofort mit viel Wasser mindestens 15 Minuten lang ausspülen, auch unter den Augenlidern.

**Nach Verschlucken:** Mund mit Wasser ausspülen und reichlich Wasser nachtrinken. Kein Erbrechen herbeiführen. Sofort einen Arzt hinzuziehen.

**Allgemeine Hinweise:** Bei anhaltenden Beschwerden Arzt hinzuziehen.

### **Kapitel 5: Maßnahmen zur Brandbekämpfung**

#### **5.1 Geeignete Löschmittel:**

Schaum, Kohlendioxid, Trockenlöschmittel, Wassersprühstrahl

**Ungeeignetes Löschmittel:** Wasservollstrahl

#### **5.2 Besondere Gefahren bei der Brandbekämpfung:**

Bei Brand kann Kohlenmonoxid freigesetzt werden

**5.3 Weitere Informationen:** keine

### **Kapitel 6: Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung**

#### **6.1 Personenbezogene Massnahmen:**

Für ausreichend Lüftung sorgen. Persönliche Schutzausrüstung verwenden.

#### **6.2 Umweltschutzmassnahmen:**

Nicht in Oberflächenwasser oder Kanalisation gelangen lassen. Flächenmässige Ausdehnung verhindern.

#### **6.3 Reinigungsverfahren:**

Mit flüssigkeitsbindendem Material aufnehmen (z.B. Sand, Silikagel, Universalbindemittel, Sägemehl). Nach der Reinigung Spuren mit Wasser wegspülen

## **Kapitel 7: Handhabung und Lagerung**

### **7.1 Handhabung:**

#### **Hinweise zum sicheren Umgang:**

Für gute Raumbelüftung sorgen, Absaugung am Arbeitsplatz.

#### **Hinweis zum Brand- und Explosionsschutz:**

Das Produkt ist nicht brenn- und entflammbar

### **7.2 Lagerung:**

#### **Weitere Angaben zu den Lagerbedingungen:**

Bodenwanne ohne Abfluss vorsehen. Geöffneten Behälter sorgfältig verschliessen und aufrecht lagern. Behälter dicht geschlossen halten und an einem kühlen, gut belüfteten Ort lagern

## **Kapitel 8: Expositionsbegrenzung und persönliche Schutzausrüstung**

### **8.1 Bestandteile mit Arbeitsplatzgrenzwerten**

Aus toxikologisch-arbeitsmedizinischer Sicht lässt sich gegenwärtig (noch) kein Grenzwert zu den enthaltenen Nanopartikeln angeben. Der allgemeine Staubgrenzwert für inhalierbare Stäube ( $1,5\text{mg}/\text{m}^3$ ) ist einzuhalten.

### **8.2 Persönliche Schutzmassnahmen**

**Schutzausrüstung (PSA):** PSA sind in Abhängigkeit von Gefahrenstoffkonzentration und -menge auszuwählen. Die Chemikalienbeständigkeit der Schutzmittel soll mit deren Lieferanten abgeklärt werden.

**Atemschutz:** Nicht erforderlich, jedoch Einatmen von Dämpfen vermeiden. Ausnahme: Aerosolanwendung; EN143, EN14387. Hierbei immer eine Feinststaubmaske tragen (Mund- und Nasenschutz)

**Handschuhe:** Bei Vollkontakt Butylkautschuk-Handschuhe von 0.7 mm Dicke und einer Durchdringungszeit von mindestens 480 min. verwenden. Bei Spritzkontakt Nitrilkautschuk-Handschuhe von 0.4mm Dicke und einer Durchdringungszeit von mindestens 120 min. verwenden; EN374.

Doppelte Schicht Schutzhandschuhe tragen (wasserundurchlässig).

**Schutzanzug:** Dem Arbeitsplatz angepasste chemieübliche Arbeitskleidung; EN14605, EN13982, EN345

Schutzanzug aus Membranmaterial verwenden, gewobene Stoffe vermeiden

**Augenschutz:** EN166.

Die Schutzbrille muss gut schliessen; eine Vollmaske ist vorzuziehen.

**Hygienemassnahmen:** Die beim Umgang mit Chemikalien üblichen Vorsichtsmassnahmen sind zu beachten. Hände und Gesicht vor Pausen und sofort nach der Handhabung des Produktes waschen. Bei der Verwendung nicht essen, trinken oder rauchen.

### **Kapitel 9: Physikalisch-chemische Eigenschaften**

Form: Flüssig

Farbe: Weisslich

Geruch: Charakteristisch

Flammpunkt: >100°C

Zündtemperatur: Nicht bestimmt

Siedepunkt/Siedebereich: 100°C

Dichte: ca. 1,1g/cm<sup>3</sup>

pH-Wert (in Wasser): 7,5

Dampfdruck: Nicht bestimmt

Viskosität (20°C): ca. 200mPa.s

Wasserlöslichkeit: Mischbar

Feststoffgehalt: 10%

Grössenverteilungs-Maximum der enthaltenen Nanopartikel: 20nm (BET-Methode)

Wasserlöslichkeit der enthaltenen Nanopartikel: unlöslich

Redoxaktivität und katalytische/photokatalytische Aktivität der enthaltenen Nanopartikel:

- Redox: gering aktiv
- Photokatalytisch: aktiv

Agglomerations- und Aggregationsverhalten der enthaltenen Nanopartikel: wenn unbeschichtet, dann starke Tendenz zum Agglomerieren.

Zeta-Potenzial der enthaltenen Nanopartikel: 17 bei pH 7, Isoelektrischer Punkt: 7.8

### **Kapitel 10: Stabilität und Reaktivität**

**Stabilität:**

Stabil unter normalen Bedingungen.

**Zu vermeidende Bedingungen:**

Keine bei bestimmungsgemässer Verwendung.

**Zu vermeidende Stoffe:**

Keine gefährlichen Reaktionen bei vorschriftsmässiger Lagerung und Handhabung

**Gefährliche Zersetzungsprodukte:**

Keine gefährlichen Zersetzungsprodukte bekannt.

**Weitere Informationen:**

keine

**Kapitel 11: Angaben zur Toxikologie**

**Akute Toxizität:**

Nicht bestimmt

**Lokale Effekte:**

keine bekannt. In hoher Dosierung wirken die enthaltenen Nanopartikel bei verschiedenen Zellsystemen jedoch toxisch (ROS-Aktivität, nach ENRHES Review 2009)

**Langzeittoxizität:**

NOEC der enthaltenen Nanopartikel (Inhalation, 13 Wochen): 0.5mg/m<sup>3</sup> (nach ENRHES Review 2009)

**Sensibilisierung:**

Nicht bestimmt

**Spezifische Effekte:**

Nicht bestimmt

**Erfahrungen an Menschen:**

Häufiger und andauernder Hautkontakt kann zu Hautreizungen führen

**Weitere Informationen:**

Produktspezifische toxikologische Daten nicht bekannt

**Kapitel 12: Angaben zur Ökologie**

**Allgemeine Hinweise:**

Gemäss ENRHES Review, 2009:

**Akute Ökotoxikologie der enthaltenen Nanopartikel:**

- Daphnia magna, LC50 (96h): 20mg/L
- Pseudokirchneriella sub., EC<sub>50</sub> (72h): 5,8mg/L

### **Chronische Ökotoxikologie der enthaltenen Nanopartikel:**

- *Oncorhynchus mykiss*, sublethale Effekte (14d): 0,1mg/L

### **Sonstige ökologische Hinweise:**

Eindringen ins Erdreich, Gewässer oder Kanalisation verhindern.

### **Kapitel 13: Hinweise zur Entsorgung**

**Produkt:** Abfallcode 06 13 16 S „Metalloxide mit Ausnahme derjenigen, die unter 06 03 15 fallen“

### **Wässrige Dispersion von partikelförmigem Nano-Titandioxid (Anatas)**

Vollständig entleerte Gebinde können als Siedlungsabfall beseitigt werden

### **Kapitel 14: Angaben zum Transport**

Landtransport ADR/RID:

Das Produkt unterliegt nicht den Transportvorschriften für den Strassen- und Schienentransport.

Seeschifftransport:

Das Produkt unterliegt nicht den Transportvorschriften für den Seetransport.

IMDG/GGVSee

Lufttransport ICAO/IATA:

Das Produkt unterliegt nicht den Transportvorschriften für den Lufttransport.

### **Kapitel 15: Vorschriften**

### **Kapitel 16: Sonstige Angaben**

Die Angaben stützen sich auf den aktuellen Stand des Wissens bei der Drucklegung und stellen keine Eigenschaftszusicherung im Rechtssinne dar. Vorschriften sind in eigener Verantwortung zu beachten. Weitere Informationen über Produkteigenschaften entnehmen Sie bitte dem technischen Produkt-Merkblatt.

### **R-Sätze der Inhaltsstoffe:**

**R37** Reizt die Atmungsorgane,

**R52/53** Schädlich für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben

Enthält 10% Titandioxid-Nanopartikel.

Dieses SDB ist neu überarbeitet worden und ersetzt alle früheren Ausgaben. Es enthält nanospezifische Informationen.



## 7 ANHANG

### Der Vorsorgeraster für synthetische Nanomaterialien

#### 7.1 Vorbemerkung

Der im Folgenden beschriebene [Vorsorgeraster](http://www.bag.admin.ch/themen/chemikalien/00228/00510/05626/index.html) (<http://www.bag.admin.ch/themen/chemikalien/00228/00510/05626/index.html>) für synthetische Nanomaterialien ist als Hilfsmittel zu verstehen, um abzuklären, in welchem Masse das Durchführen von Vorsorgemassnahmen bei der Entwicklung und Handhabung von Nanomaterialien angezeigt erscheint. Eine Risikobewertung im eigentlichen Sinne kann und soll mit diesem Instrument nicht durchgeführt werden. Dementsprechend ersetzt der Vorsorgeraster in keiner Weise eine Risikoanalyse.

#### 7.2 Hintergrund

Die Verantwortung für den sicheren Umgang mit synthetischen Nanomaterialien zum Schutz von Gesundheit und Umwelt liegt bei Industrie und Gewerbe. Spezielle Regelungen für synthetische Nanomaterialien existieren hier bisher weder in der schweizerischen noch der europäischen Gesetzgebung. Die wissenschaftlichen und methodischen Grundlagen zur Erarbeitung solcher Regelungen sind gegenwärtig nicht ausreichend. Diese Situation führt zu erheblichen Handlungs- und Investitionsunsicherheiten auf Seiten der Wirtschaft und erschwert eine öffentliche Debatte über Chancen und Risiken von Nanomaterialien.

Mit dem Schweizer [Aktionsplan Synthetische Nanomaterialien](http://www.bag.admin.ch/themen/chemikalien/00228/00510/index.html?lang=de) (<http://www.bag.admin.ch/themen/chemikalien/00228/00510/index.html?lang=de>) hat sich der Bundesrat im April 2008 für eine verantwortungsbewusste Entwicklung im Bereich synthetischer Nanomaterialien ausgesprochen, die sowohl den verschiedenen Wirtschaftsinteressen wie auch dem Gesundheits- und Umweltschutz Rechnung trägt.

Der im Auftrag der Bundesämter für Gesundheit und für Umwelt erarbeitete Vorsorgeraster ist Teil dieses Aktionsplans. Als freiwilliges Hilfsmittel soll er alle Stakeholder (Industrie, Handel, Gewerbe, Behörden, Versicherungen...), die eine Verantwortung für die Sicherheit von Arbeitnehmern, Verbrauchern oder der Umwelt tragen, bei der Vorabklärung eines möglichen Handlungsbedarfs unterstützen.

### **7.3 Strukturiertes Vorgehen zum Erkennen eines nanospezifischen Vorsorgebedarfs im Umgang mit synthetischen Nanomaterialien**

Der vorliegende Vorsorgeraster erlaubt es, den "nanospezifischen Vorsorgebedarf" synthetischer Nanomaterialien und deren Anwendungen für Arbeitnehmer, Verbraucher und Umwelt aufgrund ausgewählter Parameter abzuschätzen. Diese pragmatische Vorgehensweise sollte keinesfalls mit einer Risikobeurteilung verglichen werden.

Der Vorsorgeraster hilft der Wirtschaft, den Bedarf für nanospezifische Massnahmen ("Vorsorgebedarf") abzuschätzen. Zudem hilft er bei der Identifizierung möglicher Risikoquellen in Entwicklung, Produktion, Gebrauch und Entsorgung synthetischer Nanomaterialien.

Für die weiterführenden Abklärungen können vom Anwender des Vorsorgerasters eigene Untersuchungen zur Exposition des Menschen, zum Eintrag in die Umwelt oder den Wirkungen der Nanomaterialien durchgeführt bzw., falls anwendbar, Literaturdaten bzw. Experten beigezogen werden.

### **7.4 Parameter zur Abschätzung der Risikopotenziale**

Im Rahmen des Vorsorgerasters werden nur Nanoobjekte als relevant erachtet, die mindestens zwei Dimensionen im Nanobereich haben, bzw. auch Produkte die diese enthalten. Diese Art der Nanoobjekte wird im Vorsorgeraster als NPR (Nanoparticles and Rods) bezeichnet.

Der Vorsorgeraster stützt sich auf eine begrenzte Anzahl von Bewertungsparametern, wie

- Grösse der Teilchen
- ihre Reaktivität und Beständigkeit
- deren Freisetzungspotenzial
- die Menge der Teilchen.

Auf Basis dieser Parameter wird für jeden definierten Schritt im Lebenszyklus eines Produkts der Vorsorgebedarf für Arbeitnehmer, Verbraucher und Umwelt abgeschätzt.

Sind die nanospezifischen Informationen, wie im vorliegenden Leitfaden empfohlen, im SDB integriert, kann damit der Vorsorgeraster angewandt und der eventuell notwendige Handlungsbedarf für die betreffenden Nanomaterialien abgeschätzt werden.

## 7.5 Weitere Informationen

Weitere Informationen zum Vorsorgeraster sind unter dem folgenden Link abrufbar

<http://www.bag.admin.ch/themen/chemikalien/00228/00510/05626/index.html>:

- Vorsorgeraster für synthetische Nanomaterialien
- Elektronischer Vorsorgeraster für synthetische Nanomaterialien
- Wegleitung zum Vorsorgeraster für synthetische Nanomaterialien
- Faktenblatt Vorsorgeraster
- FAQs
- Merkblatt - das Wichtigste in Kürze

## 8 ANHANG Weiterführende Links zu Informationen im Umgang mit Nanoobjekten und zu Datenquellen

### [SUVA: Nanopartikel an Arbeitsplätzen](#)

Dieser Beitrag informiert über Nanopartikel und zeigt konkrete Schutzmassnahmen auf, die es beim Umgang mit Nanopartikeln an Arbeitsplätzen zu beachten gilt (2009).

### [BAuA: Leitfaden für Tätigkeiten mit Nanomaterialien am Arbeitsplatz](#)

Der Leitfaden bietet eine Orientierung über Massnahmen bei der Herstellung und Verwendung von Nanomaterialien am Arbeitsplatz (2007).

### [DGUV/BGIA: Schutzmassnahmen bei ultrafeinen Aerosolen und Nanopartikeln am Arbeitsplatz](#)

Auf dieser Site finden sich ergänzend zu den Empfehlungen von SUVA und BAuA, konkrete Arbeits- und PSA-Empfehlungen. Es werden auch Hinweise gemacht zu den Erkenntnissen aus den NanoSafe-Projekten (Juni 2009 / siehe auch nachfolgenden NanoSafe-Link).

### [NanoSafe: safe production and use of nanomaterials](#)

Die „Disseminationreports“ dieses EU-Projekts zeigen auf einfache und verständliche Weise auf, wie sicheres Arbeiten in verschiedenen Nano-Bereichen möglich ist. Diese Berichte sind nur auf Englisch verfügbar und behandeln folgende Themen:

1. Are conventional protective devices such as fibrous filter media, respirator cartridges, protective clothing and gloves also efficient for nanoaerosols? (Jan. 2008)
2. What about explosivity and flammability of nanopowders? (Feb. 2008)
3. Is it possible to easily measure the engineered nanoparticles at workplaces? (June 2008).
4. How to estimate nanoaerosol explosion risk? (Oct. 2008).
5. What is nanotoxicology? (Oct. 2008).
6. First results for safe procedures for handling nanoparticles (Oct. 2008).
7. Do current regulations apply to engineered nanomaterials? Standards – Why standardisation and standards are important? (Feb. 2009)

### [ENRHES-final report](#)

Das ENRHES-Projekt hat eine umfassende und kritische wissenschaftliche Überprüfung der Gesundheits- und Umweltsicherheit von Fullerenen, Carbon Nanotubes (CNT), metallischen und oxidischen Nanomaterialien durchgeführt. Auf der Grundlage dieser Überprüfung wurden priorisierte Empfehlungen entwickelt und in den Kontext der Entwicklung von angemessenen Regulationen gesetzt. Der Abschlussbericht des Projektes fasst die Ergebnisse zusammen.

### [OECD-Forschungsdatenbank](#)

Die OECD Forschungsdatenbank für Sicherheit von Nanomaterialien ist eine globale Datenquelle zu Forschungsprojekten, die Umwelt-, Gesundheits- und Sicherheitsaspekte von gezielt hergestellten Nanomaterialien beinhaltet. Diese Datenbank baut auf der Datenbank des Woodrow Wilson International Center for Scholars: "Nanotechnology Health and Environmental Implications: An Inventory of Current Research" auf und unterstützt die Projekte der OECD's Working Party on Manufactured Nanomaterials (WPMN) als Quelle für Informationen zu aktueller Forschung.

## 9 ANHANG Glossar und Abkürzungen

Begriff	Erklärung / Definition	Bemerkung
Abfallcode	Gemäss der CH-Abfallliste werden problematischen Abfällen Nummern (Codes) zugewiesen, damit sie gezielt entsorgt werden können.	Es wird gegenwärtig diskutiert, ob nanomaterialhaltigen Abfällen ein neuer Code zugewiesen werden soll. Dies geschieht nicht, weil Nanomaterialien à priori ein Risiko darstellen, sondern weil man sie aus Sicherheitsgründen speziell kennzeichnen möchte.
Agglomerat	Ansammlung schwach gebundener Partikel oder Aggregate bzw. Gemische der beiden, in der die resultierende Oberfläche ähnlich der Summe der Oberflächen der einzelnen Bestandteile ist. Die Kräfte, welche ein Agglomerat zusammenhalten sind schwach; zum Beispiel Van-der-Waals-Kräfte oder einfache physikalische Verhakungen.	Im Gegensatz zu ultrafeinen Partikeln werden synthetische Nanopartikel häufig funktionalisiert bzw. chemisch beschichtet (→ Coating), um ihre Neigung zur Agglomeration herabzusetzen.
Aggregat	Partikel aus fest gebundenen oder verschmolzenen Partikeln, bei dem die resultierende Oberfläche wesentlich kleiner als die Summe der berechneten Oberflächen der einzelnen Bestandteile sein kann. Die Kräfte, welche ein Aggregat zusammenhalten sind stark; zum Beispiel kovalente Bindungen oder solche, die auf Sintern oder komplexen physikalischen Verhakungen beruhen.	
BET-Oberfläche (BET = Brunnauer-Emmett-Teller)	Angabe der Spezifischen Oberfläche eines Materials, welche mit dem BET-Verfahren gemessen wurde. Die spezifische Oberfläche von Feststoffen oder Pulvern wird durch Gasadsorption bestimmt.	Beispiel: Ein Gramm TiO <sub>2</sub> (Rutil) mit einem Partikeldurchmesser von 50nm hat eine spezifische Oberfläche von 30m <sup>2</sup> .
CNT = Carbon-Nanotubes MWCNT= Multi-Walled CNT	Kohlenstoff-Nano-Röhrchen; Sie können aus einer oder mehreren Wandschichten bestehen.	Beispiel für MWCNT (im Handel erhältlich): Durchmesser = 20-40nm Länge = 500-40'000nm
Bulk	Hier: homologe Substanz in makro- oder mikroskopischer Form	In Abgrenzung zur nanoskaligen Form der Substanz

<b>Begriff</b>	<b>Erklärung / Definition</b>	<b>Bemerkung</b>
Coating	Modifikationen der Oberfläche von Nanopartikeln durch Beschichtungen (z.B. mit Polymeren oder mit positiven / negativen Gruppen / Molekülen). Es wird auch als Funktionalisierung bezeichnet.	Nanopartikel werden oft beschichtet, um Agglomerieren und Aggregieren zu verhindern und um die Reaktivität der Einzelpartikel zu vermindern.
Fasern (lungengängig)	Fasern, die eine Länge von mehr als 5µm, einen Durchmesser von weniger als 3µm und ein Länge-Durchmesser-Verhältnis von mehr als 3:1 haben (WHO-Definition). Solche Fasern werden als lungengängige Fasern bezeichnet.	Einige Faserstäube gelten als Risikofaktoren für Krebs (z.B. Asbest). CNTs stehen unter dem Verdacht, sich ähnlich wie Asbestfasern zu verhalten.
Funktionalisierung	Siehe Coating	
Nanofasern	Objekte mit zwei nanoskaligen Aussenmassen	ISO-Begriffe (Kapitel 2.1)
Nanomaterialien	Im vorliegenden Leitfaden sind unter diesem Begriff bewusst hergestellte (synthetische) Nanoobjekte gemeint.	Das Wort „Nanomaterial“ ist ein relativ unspezifischer Sammelbegriff unter welchem alle Materialien, die nanoskalige Bestandteile enthalten, subsumiert werden können.
Nanoobjekte	Objekte, die in ein, zwei oder drei Aussenmassen nanoskalig sind (siehe ISO-Begriffe, Kapitel 2.1).	In diesem Leitfaden werden nur Nanoobjekte mit zwei oder drei nanoskaligen Aussenmassen diskutiert
Nanopartikel	Objekt mit drei nanoskaligen Aussenmassen. Nanopartikel werden gemäss der internationalen Normen Organisation (ISO) definiert als Partikel mit einem Durchmesser kleiner als 100 Nanometer (=0.1µm) in drei Dimensionen.	ISO-Begriffe (Kapitel 2.1) Engl. = Nano-Particles
NanoSafe	EU-Förderprojekt zur sicheren Handhabung von Nanomaterialien	Dissemination-Reports, auf dem Internet verfügbar.
nanoskalig	Umfasst im Sinne der ISO-Definition den Grössenbereich von 1-100nm. Neueste Erkenntnisse deuten darauf hin, dass auch bei Partikeln mit einer Grösse bis ca. 300nm eine nanospezifische Wechselwirkung mit der biologischen Umgebung möglich ist.	Im Rahmen des Vorsorgerasters wird deshalb empfohlen, Systeme die kleiner als 500nm sind, getrennt von den Bulk-Materialien als nanoskalig zu erwähnen.
synthetische Nanopartikel (oder Nanoobjekte)	Gezielt hergestellte Nanopartikel (z.B. Nanotubes, Fullerene, Metalloxide, Quantum-Dots etc.)	Natürlich vorkommende Nanopartikel (z.B. Feinst-Staub u.a.) werden nicht dazugezählt.