



Scheda di dati di sicurezza (SDS): Guida per nanomateriali di sintesi



Novembre 2016

(Versione 3.0)

La presente guida costituisce una stesura consolidata che recepisce i completamenti, i suggerimenti e le correzioni formulati da varie persone rappresentanti associazioni e gli ambienti imprenditoriale e scientifico. Reazioni e riscontri di qualsiasi tipo sono auspicati e possono essere inoltrati all'indirizzo e-mail indicato. Può anche venire richiesto un documento che evidenzia, sotto forma di correzioni, le modifiche apportate alla precedente versione. **I requisiti in materia di legislazioni concernenti contenuto e struttura della scheda di dati di sicurezza sono, in Svizzera e nell'UE, gli stessi.**

Elaborata da:

- **SECO:** Segreteria di Stato dell'economia, Kaspar Schmid, Marguerite-Anne Sidler e Livia Bergamin Strotz
- **UFAM:** Ufficio federale dell'ambiente, Varda Furrer
- **UFSP:** Ufficio federale della sanità pubblica, Christoph Studer e Tobias Walser
- **UFAG:** Ufficio federale dell'agricoltura, Katja Knauer
- **Suva:** Istituto nazionale svizzero di assicurazione contro gli infortuni, Christoph Bosshard
- **Swissmedic:** Istituto svizzero per li agenti terapeutici, Catherine Manigley

Ente editore:

Segreteria di Stato dell'economia (SECO)
Condizioni di lavoro / Prodotti chimici e lavoro (ABCH)
Holzikofenweg 36
3003 Berna

Riscontri e informazioni:

Settore „Prodotti chimici e lavoro“ della Segreteria di Stato dell'economia SECO
Dr. Kaspar Schmid, responsabile,
Dr. Marguerite-Anne Sidler, collaboratrice scientifica
Dr. Livia Bergamin Strotz, collaboratrice scientifica,

Email:

abch@seco.admin.ch

Internet:

www.infonano.ch

La documentazione è ottenibile in tedesco, francese, italiano e inglese.

Riproduzione permessa con indicazione della fonte.

Foto di copertina: diversi nano prodotti (foto: L. Bergamin Strotz/ SECO)

Indice

1	Introduzione	2
1.1	Scopo	2
1.2	Condizioni quadro legislative	3
2	Definizione, terminologia e campo di applicazione	5
2.1	Definizione e terminologia	5
2.2	Campo di applicazione della guida e propria definizione di „nanomateriali” ...	5
3	Proprietà e possibili rischi dei nanomateriali	8
3.1	Proprietà specifiche dei nanomateriali	8
3.2	Possibili rischi per la salute e per l'ambiente	8
4	Nanomateriali nelle catene di produzione	10
4.1	Esempio 1: Catena di produzione semplice (prodotto per l'utilizzatore finale).....	10
4.2	Esempio 2: Catena di produzione complessa (trasformazione).....	11
5	Spiegazioni concernenti le sezioni della SDS	13
5.1	Informazioni necessarie per la valutazione e per l'impiego sicuro dei nanomateriali	15
5.1.1	Sezione 1 SDS „Elementi identificatori della sostanza / del preparato e della ditta “	15
5.1.2	Sezione 2 SDS „Possibili pericoli “	15
5.1.3	Sezione 3 SDS „Composizione / Indicazioni sui componenti “	16
5.1.4	Sezione 8 SDS „Limitazione dell'esposizione e protezione individuale “	17
5.1.5	Sezione 9 SDS „Proprietà fisico-chimiche”	19
5.2	Indicazioni importanti per la valutazione e per l'impiego sicuro dei nanomateriali	21
5.2.1	Sezione 5 SDS „Misure antincendio“	21
5.2.2	Sezione 7 SDS „Manipolazione e stoccaggio“	22
5.2.3	Sezione 13 SDS „Indicazioni riguardanti lo smaltimento “	23
6	Glossario e abbreviazioni	25
7	Links di approfondimento	29

A complemento di questa guida destinata alla scheda di dati di sicurezza (SDS) per nanomateriali di sintesi sono stati elaborati due altri documenti, una promemoria e un allegato con due esempi. Con l'ausilio di questi due esempi ipotetici di prodotti contenenti nanomateriali di sintesi, sono state messe in evidenza, nelle rispettivi sezioni, le informazioni di carattere nanospecifico desiderate. I due esempi servono a titolo di precisazione ed è perciò consigliabile utilizzarli nel contesto della presente guida, e non in maniera indipendente.

1 Introduzione

Nanomateriali di sintesi rivestono, nella nostra vita di tutti i giorni, un'importanza sempre crescente. Le informazioni riguardanti le loro proprietà all'interno delle catene di produzione e successiva lavorazione sono pure di grande importanza per la determinazione delle indicazioni di pericolo e delle misure di protezione necessarie.

In quest'ottica, la scheda di dati di sicurezza (SDS) viene ad assumere un ruolo cardine. Da un lato, essa deve mettere l'industria di trasformazione e l'artigianato nella situazione di poter riconoscere una possibile messa in pericolo durante i processi di fabbricazione e lavorazione. D'altro lato la stessa deve fornire le basi necessarie per valutare potenziali pericoli per la salute e per l'ambiente dovuti ai prodotti fabbricati. Allo stato attuale delle conoscenze è lecito ritenere che i nanomateriali, in ragione delle loro proprietà specifiche, possano essere all'origine di altri rischi per gli esseri umani e per l'ambiente, ragione per cui la SDS dovrebbe venire orientata di conseguenza.

1.1 Scopo

Con la presente guida si intende

- mostrare, quali informazioni sono necessarie per garantire l'impiego sicuro dei nanomateriali e dei prodotti che contengono nanomateriali.
- offrire un ausilio sul modo di procedere per poter identificare le informazioni rilevanti e come le stesse sono da riportare nella SDS (forma / posto).
- contribuire a sensibilizzare i collaboratori di imprese che producono o trasformano nanomateriali di sintesi in riguardo alle particolari proprietà di questi materiali (in caso di bisogno le imprese devono poter richiedere ai fornitori le rispettive informazioni).
- completare il documento internet dell'Ufficio federale della sanità pubblica „[Scheda di dati di sicurezza in Svizzera](#)“.

Si raccomanda di:

- completare una SDS già esistente mediante i dati di carattere nanospecifico seguendo le informazioni contenute nel presente documento oppure
- redigere una SDS specifica per i nanomateriali considerati
- redigere una SDS in accordo con le raccomandazioni del presente documento anche per i nanomateriali per cui in base all'Ordinanza sui prodotti chimici ([OPChim](#), RS 813.11, articolo 19) tale obbligo non sussiste.

In ogni caso fanno stato i testi delle leggi e delle ordinanze.

1.2 Condizioni quadro legislative

„ La scheda di dati di sicurezza (SDS) serve a fare in modo che le persone che, a titolo professionale o commerciale, impiegano sostanze o preparati, adottino le misure necessarie alla protezione della salute e alla sicurezza sul luogo di lavoro nonché alla protezione dell'ambiente “ ([OP-Chim](#), RS 813.11, articolo 18). Ne consegue l'obbligo di redigere una scheda di dati di sicurezza per sostanze e preparati pericolosi come pure per preparati che contengono sostanze pericolose a partire da una ben definita concentrazione (OPChim, articolo 19). Visto che per la maggior parte dei nanomateriali fino ad oggi non esistono disposizioni legali specifiche che vadano oltre la definizione (OPChim, RS 813.11, articolo 2) e l'indicazione delle proprietà fisico-chimiche nel quadro dell'obbligo di annuncio (OPChim, RS 813.11, articoli 48 e 49) e nel fascicolo tecnico (OPChim, RS 813.11, allegato 4), anche per queste sostanze valgono le normative in vigore con i rispettivi obiettivi generali di protezione.

Nanomateriali già in regola con le prescrizioni in materia di protezione dei lavoratori sono ad es. i carbon nanotubes (nanotubicini di carbonio, CNT):

nel 2011 la Suva raccomandava per i CNT, nella sua lista dei valori limite, un valore guida di 0.01 fibre/ml. Questo valore corrisponde al valore limite per le fibre di amianto e figura anche nella lista attuale dei „ [Valori limite sul posto di lavoro](#) “ della Suva, aggiornata ogni anno (www.suva.ch). Secondo la Suva, per i nanotubicini di carbonio al momento non sono disponibili né metodi di misurazione standardizzati per la misurazione della lunghezza né adeguate regole di calcolo per quantificare i fasci.

Le esigenze poste alla SDS sono specificate nell'[Allegato 2 dell'OPChim](#), RS 813.11. Lo scopo della SDS riguardante la protezione come formulato nell'articolo 18 sopra citato vale fondamentalmente anche per i nanomateriali. Pertanto, il fabbricante di un determinato materiale è tenuto a valutare se lo stesso, in quanto presente in dimensioni su scala nanometrica, può dare origine a situazioni di messa in pericolo di nuovo genere e se sono da prendere specifiche misure di protezione. In base all'articolo 6 della Legge sul lavoro ([LL](#), RS 822.11) il datore di lavoro è tenuto a prendere, a tutela della salute dei lavoratori in generale come anche per la prevenzione di incidenti e malattie di natura professionale, tutti i provvedimenti che l'esperienza ha dimostrato necessari, realizzabili secondo lo stato della tecnica e adeguati alle condizioni d'esercizio. Quest'obbligo sussiste anche quando si impiegano nanomateriali.

In conformità all'articolo 30 della Legge sulla protezione dell'ambiente ([LPAmb](#), RS 814.01) la produzione di rifiuti deve essere prevenuta nella misura del possibile e gli stessi devono essere smaltiti in modo rispettoso dell'ambiente e, per quanto possibile e ragionevole, entro il territorio nazionale. In quest'ambito, il riciclaggio dei rifiuti è da collocare in primo piano. Questi principi valgono anche per rifiuti presentanti proprietà nanospecifiche. Se tali rifiuti sono da classificare come rifiuti speciali valgono inoltre le prescrizioni dell'Ordinanza del 22 giugno 2005 sul traffico di rifiuti ([OTRif](#), 814.610).

Dettagli riguardanti la redazione delle schede di dati di sicurezza sono descritti per esteso nel documento (guida di carattere generale) „[Scheda di dati di sicurezza in Svizzera](#)“, complementi in merito alle informazioni nanospecifiche sono contenuti nella presente guida.

2 Definizione, terminologia e campo di applicazione

2.1 Definizione e terminologia

La parola „nanomateriale“ è un termine collettivo relativamente generico raggruppante tutti quei materiali che contengono componenti su scala nanometrica, indipendentemente dalla loro composizione.

Nell'articolo 2 capoverso 2 lettera q OPChim (RS 813.11), i nanomateriali sono definiti nel modo seguente:

Nanomateriale: materiale contenente particelle allo stato libero, aggregato o agglomerato, in cui una o più dimensioni esterne siano comprese fra 1 nm e 100 nm o un materiale che presenta un rapporto superficie specifica-volume superiore a 60 m²/cm³; un materiale è considerato nanomateriale soltanto quando è fabbricato specificatamente per sfruttarne le proprietà risultanti dalle dette dimensioni esterne della particella contenuta o dal rapporto superficie specifica-volume del materiale; i fullereni, i fiocchi di grafene e i nanotubi di carbonio a parete singola con una o più dimensioni esterne inferiori a 1 nm sono considerati nanomateriali.

2.2 Campo di applicazione della guida e propria definizione di „nanomateriali“

La guida è applicabile ai **nanomateriali** e ai preparati contenenti gli stessi.

La presente guida, oltre ai **nanomateriali** secondo la definizione dell'OPChim, si applica anche a materiali fabbricati specificatamente che contengono particelle libere, sotto forma di aggregati o agglomerati, e presentano una o più dimensioni esterne tra 1 e 500 nm.

Spiegazioni

- Attualmente a livello internazionale esistono diverse definizioni di «nanomateriali». La maggior parte si riferisce alle particelle primarie con una o più dimensioni esterne inferiori a 100 nm, ma non si tratta di una soglia scientificamente fondata. L'organismo può assorbire particelle più grandi: non solo le cellule fagocitarie, anche quelle non specializzate sono in grado di inglobare nanomateriali di dimensioni pari a 500 nm^{1 2 3}. Gli effetti nanospecifici possono pertanto presentarsi anche con particelle di dimensioni superiori ai 100 nm e quanto illustrato nel presente documento si applica anche a questo tipo di particelle. Il limite massimo di 500 nm permette di rilevare tutte le (distribu-

¹ Rejman et al.; Size-dependent internalization of particles via the pathways of clathrin- and caveolae-mediated endocytosis; Biochem. J. (2004)377, pagg. 159–169.

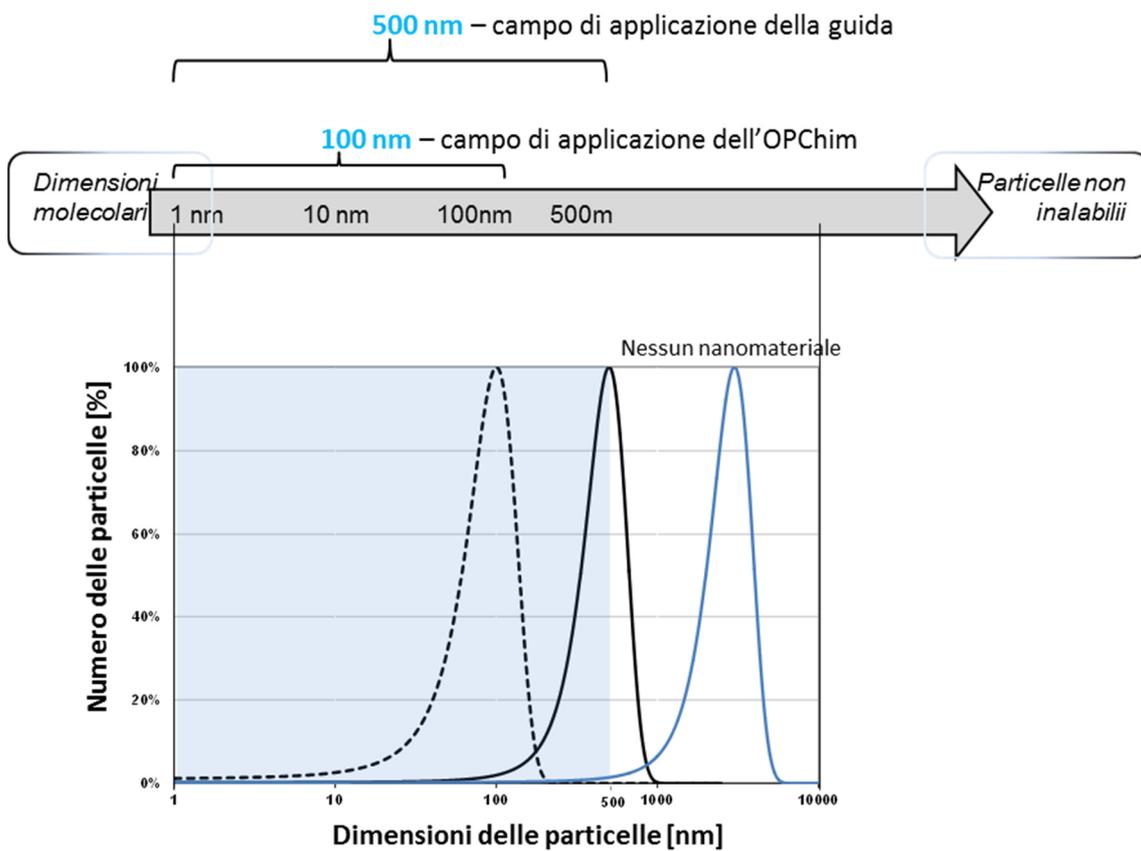
² SCENIHR: Risk Assessment of Products of Nanotechnologies, 2009, pag. 26.

³ A. Bruinink, J. Wang, P. Wick. Arch Toxicol (2015) 89:659–675.

zioni di) particelle che possono avere effetti nanospecifici. A seconda della composizione, i nanomateriali rientrano nella definizione di «sostanza» contenuta nell'OPChim o di «preparato» contenuta nella LPChim.

- **Strutture superficiali** e rivestimenti che presentano un'unica dimensione su scala nanometrica e che sono fortemente aderenti ad un materiale, non devono essere recepiti in modo specifico nella SDS, fintanto che essi non contengano nanomateriali.
- Questa guida si limita alle particelle **fabbricate in modo mirato** (=di sintesi, manufactured). Particelle di quest'ordine di grandezza che si formano quali sottoprodotti per via non intenzionale, come fumi di saldatura o fuliggine diesel oppure particelle di origine naturale (ingl. "unintentionally produced or naturally occurring ultrafine particles") non sono rilevanti ai fini della SDS.
- Come esempio di preparati per cui è auspicabile allestire una SDS possono venire citati **liquidi e gas**, per i quali l'emissione nell'ambiente di nanomateriali non può essere esclusa. Si fa qui in particolare riferimento alle **nanodispersioni** (miscele liquido-particellari sotto forma di colloidali) che contengono nanomateriali e che necessitano di una SDS in ragione dei loro potenziali utilizzi quali sprays. Un altro esempio potrebbe essere un **nanopolimero granulato di plastica** che è pensato per essere sottoposto a un'**ulteriore lavorazione**.
-

L'impiego della guida destinata alla SDS per nanomateriali non è vincolante. Le aziende che ne mettono in pratica le raccomandazioni possono comunque partire dal presupposto che esse adempiono al loro dovere d'informazione conformemente alla LPChim e alla OPChim.



Schema: Campo di applicazione della guida e dell'OPChim.

3 Proprietà e possibili rischi dei nanomateriali

3.1 Proprietà specifiche dei nanomateriali

Sostanze nanometriche mostrano spesso **proprietà chimico-fisiche „ alterate “** rispetto alle sostanze analogiche della misura non nanometrica.

Un'importante caratteristica dei nanomateriali è la loro estesa area della superficie per rapporto al volume (= **alto valore del rapporto superficie-volume**). Ne possono spesso risultare sia un incremento della **capacità reattiva** come pure una più accentuata **capacità a costituire legami**.

Molti nanomateriali hanno una tendenza molto forte a **formare agglomerati o ad aggregarsi**, ciò che può comportare il mutamento delle loro caratteristiche. L'estesa superficie per rapporto al volume può comunque persistere.

I nanomateriali possono venire differenziate, oltre che a seconda dei loro attributi strutturali esterni, anche sotto l'aspetto chimico. Mentre taluni nanomateriali sono costituite da sostanze o composti chimicamente omogenei, altre vengono **modificate** risp. **funzionalizzate**⁴ di proposito (ad es. tramite rivestimenti superficiali, inglese **coatings**).

È possibile anche che residui di sostanze ausiliarie utilizzate durante il processo di produzione vengano a trovarsi sulla superficie oppure all'interno dei nanomateriali sotto forma di **impurezze** che ne influenzano le proprietà.

Rischi nanospecifici possono anzitutto presentarsi quando si verificano delle emissioni di nanoparticelle che vengono assorbite dagli esseri viventi oppure dall'ambiente.

Possibili rischi per la salute e per l'ambiente derivano in particolare dai nanomateriali particellari e fibrosi allo stato libero. Questi possono sussistere come polveri, pulviscolo, o in dispersioni o sotto forma di aerosol, oppure possono venire rilasciati da forme legate. La possibilità che si verifichino tali emissioni deve essere presa in considerazione durante l'intero ciclo di vita del nanomateriale o del nanoprodotto.

3.2 Possibili rischi per la salute e per l'ambiente

Una valutazione esaustiva dei rischi generati dai materiali su scala nanometrica non è, al momento attuale, possibile. La maggior parte dei nanomateriali esistenti non è stata finora esaminata in modo completo, poiché allo stato attuale sono possibili solo valutazioni non standardizzate di casi singoli e i dati validi per lo stesso materiale costituito da particelle più grandi non sono necessariamente trasferibili alle nanoparticelle. Secondo l'OCSE, con pochi adattamenti e innovazioni i metodi di prova tossicologici oggi comunemente impiegati potrebbero essere applicati ai materiali su scala nanometrica (Guidance Manual for the Testing of Manufactured Nanomaterials: OECD Sponsorship Programme: First Revision).

⁴ Per la spiegazione dei termini vedasi Glossario capitolo 6

Basandosi su dati relativi all'essere umano, sui risultati di studi sperimentali condotti su animali nonché su studi *in vitro*, non si può attualmente escludere in maniera generalizzata, per i materiali su scala nanometrica, un potenziale di danneggiamento della salute. Nel caso dei nanomateriali di determinati materiali (ad es. sostanze combustibili oppure con effetto catalitico) è pure pensabile un aumento del potenziale di rischio rappresentato da fuoco, esplosioni oppure da reazioni chimiche inaspettate.

È opportuno osservare che le conoscenze nel settore della nanotossicologia sono in continua crescita, per cui nuove risultanze riguardanti determinati nanomateriali sono progressivamente disponibili.

Con il crescente impiego dei nanomateriali di sintesi bisognerà, in futuro, tenere conto anche di una maggiore esposizione della popolazione e di un aumento della dispersione nell'ambiente (suolo, acqua, aria). I risultati della ricerca disponibili sul comportamento e sugli effetti delle polveri ultrafini (frazione su scala nanometrica di polveri fini) si possono trasferire solo limitatamente ai nanoparticelle prodotti artificialmente, in quanto le particelle di origine naturale spesso si differenziano in modo fondamentale da quelle industriali. Attualmente esistono ancora solo pochi studi riguardanti il comportamento dei nanomateriali nell'ambiente. I test ecotossicologici finora effettuati, in particolare su organismi acquatici, mostrano che, nel caso di alcuni nanomateriali, bisogna tenere conto di effetti tossici. Anche da studi sperimentali condotti su colture cellulari sembrano emergere indizi di possibili effetti tossici dovuti a singoli nanomateriali.

4 Nanomateriali nelle catene di produzione

Catene di produzione sono al giorno d'oggi frequentemente complesse e vengono continuamente ottimizzate. Ne consegue il bisogno di gestire le informazioni relative alla sicurezza in maniera flessibile ed il più trasparente possibile. Allo scopo di garantire un impiego sicuro dei nanomateriali nella catena di produzione è necessario che le informazioni relative alla sicurezza vengano fatte proseguire. Si intende evidenziare la necessità del modo di procedere in tal senso facendo ricorso a due esempi.

- **Esempio 1:** considerazione del ciclo di vita **di un** nanomateriale in **un dato** prodotto (processo di produzione di uno spray a base di acido silicico amorfo, vedi 4.1).
- **Esempio 2:** considerazione **dei diversi** cicli di vita **di un** nanomateriale come sostanza di partenza per **più** prodotti **differenti** (processo sol-gel per la produzione di particelle di nano titanio biossido, vedi 4.2).

Siccome la messa in pericolo di salute e ambiente da parte di prodotti contenenti nanomateriali non può essere esclusa, è necessario ancorare nella SDS le informazioni nanospecifiche esistenti (ed il concetto di „nano“).

Informazioni sulla caratterizzazione e sulle proprietà nanospecifiche dei nanomateriali sono preferibilmente da riportare nella SDS. Si rende così possibile poter procedere con la dovuta prudenza in occasione dell'impiego e della trasformazione dei nanomateriali.

4.1 Esempio 1: Catena di produzione semplice (prodotto per l'utilizzatore finale)

- **Azienda 1 / Produzione della materia prima:** per la produzione dello spray occorre ricevere dal fornitore il materiale di base, costituito da acido silicico (SiO_2) amorfo su scala nanometrica sotto forma di polvere agglomerata. L'acido silicico amorfo presenta un valore limite sul posto di lavoro che secondo Suva⁵ (lista Suva „ [Valori limite sul posto di lavoro](#) “) è di 3mg/m^3 (i) = valore limite delle polveri (inalabili) e deve perciò essere fornito corredato di una scheda di dati di sicurezza.
- **Azienda 2 / Formulazione del prodotto:** questo materiale di base viene trasformato da un'azienda e disperso in un liquido. A questo scopo la polvere viene dapprima disagglomerata e la superficie delle nanoparticelle libere prodottesi viene modificata chimicamente (risp. funzionalizzata). Viene poi prodotta una dispersione stabile delle nanoparticelle in un solvente combustibile (etanolo). In base alla legislazione vigente ([OP-Chim](#), RS 813.11, articolo 19), nella scheda di dati di sicurezza deve essere dichiarato come sostanza pericolosa contenuta ancora solo l'etanolo combustibile. L'acido silicico

⁵ Per la spiegazione dei termini vedasi Glossario capitolo 6

(su scala nanometrica) è ora disperso nel solvente e <1%; per questo motivo la ditta non è più tenuta a dichiarare l'acido silicico (su scala nanometrica) e il relativo valore limite delle polveri nella SDS.

- **Azienda 3 / Riempimento:** l'imbottigliamento del prodotto in bombolette di spray propellente viene effettuato da un'ulteriore impresa, la quale, dalla SDS di accompagnamento, può dedurre solo le informazioni che riguardano le proprietà pericolose dell'etanolo. Lo spray formulato viene, in ragione dell'alto tenore di etanolo, unicamente dichiarato come facilmente infiammabile.
- **Azienda 4 / Impiego:** al momento dell'impiego dello spray alla fine della catena di produzione possono ora formarsi, in quantità considerevole, aerosol contenenti anche nanoparticelle di acido silicico. Una possibile messa in pericolo tramite inalazione di questi aerosol contenenti nanoparticelle non è (più) riconoscibile da parte degli utilizzatori a fronte delle informazioni sul prodotto approntate.
- **Azienda 5 / Smaltimento:** anche imprese che si occupano dello smaltimento ottengono (nel migliore dei casi) solo poche informazioni isolate sull'esistenza di nanomateriali (in questo esempio nanoparticelle di acido silicico) negli scarti della produzione.

4.2 Esempio 2: Catena di produzione complessa (trasformazione)

Annotazione: nei diversi rami esistono le più differenti catene di produzione nelle quali vengono immesse nanoparticelle di titanio biossido. Per ragioni di chiarezza e brevità, non tutte le catene che seguono verranno descritte in maniera dettagliata (come nell'esempio precedente).

Produzione del materiale

- **Produzione della materia prima:** il liquido tetraetanolato di titanio viene idrolizzato, mediante un processo sol-gel, in particelle fini di biossido di titanio. Nel corso di tale processo possono venire generati colloidali sia con alta che con bassa reattività fotocatalitica, a seconda del tipo di ulteriore impiego. La grandezza media delle particelle primarie è di circa 30nm. Durante le successive fasi della lavorazione, e cioè, separare, essicare e imbottigliare possono prodursi polveri inalabili, a cui bisogna accennare in una scheda di dati di sicurezza allo scopo di proteggere i collaboratori ([OPChim](#), RS 813.11, articolo 19 f). Per giudicare il potenziale di pericolosità derivante dalla struttura su scala nanometrica delle differenti particelle di biossido di titanio che via via si producono, mancano, nella scheda di dati di sicurezza, i dati necessari.

Ulteriore lavorazione specifica del ramo

(ad es. nelle catene di produzione dei rami "colori e vernici", "materiali artificiali", "carta")

- **Funzionalizzare / Rivestire (coating):** il materiale di base per vernici acquistato (biossido di titanio) viene ora adeguatamente funzionalizzato in dipendenza delle proprietà

e dell'utilizzo desiderati, allo scopo di migliorare ad es. la resistenza alla luce, alle intemperie e al calore dei materiali da trattare (vernici, colori, plastiche, carta...). Per esempio, le particelle del toner per stampanti vengono rivestite con silani, quelle delle vernici per automobili con ossido di alluminio e zirconio e quelle usate nella cosmetica con silicone. Durante ciascuna funzionalizzazione può prodursi, a seconda delle circostanze, una nuova sostanza presentante proprietà essenzialmente differenti da quelle del materiale di partenza. Nel caso in cui le proprietà rilevanti per la sicurezza risultino modificate può diventare necessario redigere delle nuove schede di dati di sicurezza per le particelle funzionalizzate.

- **Preparazione delle dispersioni:** in un ulteriore stadio le nanoparticelle di biossido di titanio funzionalizzate vengono disperse assieme a leganti, additivi e solventi e aggiunte a vernici, colori, materie plastiche, carta ecc. Siccome la materia prima funzionalizzata è presente sotto forma di agglomerati, essa viene ulteriormente funzionalizzata, in condizioni ben definite, tramite uno speciale processo chemo-meccanico e contemporaneamente trasformata in una nanodispersione stabile. Anche qui possono diventare necessarie, per questi preparati, nuove schede di dati di sicurezza, a dipendenza del fatto se sono contenute sostanze rilevanti sotto l'aspetto della sicurezza. Per queste sostanze il pericolo dovuto alle polveri non è più rilevante, le informazioni riguardanti le sostanze su scala nanometrica contenute sono comunque ancora necessarie, in quanto la possibilità che vengano impiegate in sprays ad alta pressione è ovvia; risulta perciò opportuno far riferimento in maniera esplicita al fatto che bisogna evitare la formazione di aerosol in ragione della presenza di nanomateriali.
- **Impiego industriale delle formulazioni / dei prodotti formulati:** prodotti formulati sulla base di particelle di biossido di titanio trovano impiego nei più disparati campi. A titolo di esempio si citano qui fotocatalizzatori in celle solari, additivi per toner e plastiche, pitture per uso interno ed esterno come pure resine e carta. Per tutte queste applicazioni, le particolarità delle particelle nanometriche di biossido di titanio non sono più visibili a livello delle schede di dati di sicurezza. Negli scenari d'esposizione nella SDS dilatata si deve perciò esaminare e, se necessario, menzionare la possibilità di un'emissione nell'ambiente delle particelle.
- **Smaltimento:** imprese che si occupano dello smaltimento ottengono, (nel migliore dei casi), il più delle volte solo scarse informazioni in merito all'esistenza di nanomateriali negli scarti della produzione risp. nei prodotti da smaltire. Negli scenari d'esposizione si deve esaminare e, se necessario, menzionare la possibilità di un'emissione nell'ambiente delle particelle.

5 Spiegazioni concernenti le sezioni della SDS

Di seguito si riportano spiegazioni e raccomandazioni concrete atte ad integrare nelle differenti sezioni della SDS le informazioni nanospecifiche. A tale proposito è da osservare che questo testo è focalizzato sulle informazioni supplementari di carattere nanospecifico. L'indicazione di **dati non nanospecifici** riguardanti il prodotto in oggetto e la sua manipolazione deve in ogni caso avvenire secondo quanto prescritto dall'Ordinanza sui prodotti chimici ([OPChim](#), RS 813.11), come formulato nella guida: „[Scheda di dati di sicurezza in Svizzera](#)".

È opportuno segnalare in particolare che è necessario fornire nella SDS le informazioni nanospecifiche anche per quei gruppi di sostanze che hanno una lunga tradizione e che vengono impiegate in grandi quantità. Le seguenti sostanze e gruppi di sostanze vengono spesso impiegati in ragguardevoli quantità su scala nanometrica:

- fuliggine industriale (nerofumo, carbon black)
- colori / pitture (sostanze e pigmenti coloranti, matrici)
- ossidi di metallo (ad es. di zinco, titanio, alluminio, ferro ecc.) oppure di semimetallo (come il silicio) o anche di metalli della famiglia delle terre rare (come il cerio)

Se una ditta lavora con tali gruppi di sostanze, le persone responsabili dovrebbero prestare particolare attenzione al fatto che le rispettive informazioni di carattere nanospecifico siano recepite nella scheda di dati di sicurezza. In questo contesto, devono tenere sempre ben presente lo scopo centrale perseguito dalla SDS: quello di trasmettere e mettere in pratica importanti informazioni e raccomandazioni su come agire per garantire l'impiego sicuro dei prodotti chimici. Cioè innanzitutto devono formare al riguardo i dipendenti.

Di seguito vengono formulate raccomandazioni concrete inerenti a quelle sezioni della SDS per i quali le corrispondenti informazioni, nella tabella qui appresso riportata, sono designate come **necessarie** oppure **importanti** per la valutazione dei rischi e per l'impiego sicuro dei nanomateriali. Per il gruppo **desiderate** si rinuncia a fare esempi, in quanto le informazioni riguardanti queste sezioni sono oggi disponibili unicamente per un numero molto esiguo di nanomateriali.

[Gli esempi di testo che servono per ancorare le proprietà nanospecifiche nelle diverse sezioni della SDS sono espressamente evidenziate come tali e scritte in blu.](#)

Priorizzazione provvisoria delle informazioni nanospecifiche nelle sezioni della SDS

N.	Denominazione delle sezioni della SDS	Priorità per l'indicazione di informazioni/dati nanospecifici
1	Elementi identificatori della sostanza / del preparato e della ditta	necessarie
2	Possibili pericoli	necessarie
3	Composizione / Indicazioni sui componenti	necessarie (anche per la griglia di precauzione)
4	Misure di primo soccorso	desiderate
5	Misure antincendio	importanti
6	Misure in caso di fuoriuscita accidentale	desiderate
7	Manipolazione e stoccaggio	importanti
8	Controllo dell'esposizione e dispositivo di protezione individuale	necessarie
9	Proprietà fisico-chimiche	necessarie (anche per la griglia di precauzione)
10	Stabilità e reattività	desiderate
11	Indicazioni tossicologiche	desiderate
12	Indicazioni ecologiche	desiderate
13	Istruzioni sullo smaltimento	importanti
14	Indicazioni sul trasporto	desiderate
15	Prescrizioni	desiderate
16	Altre indicazioni	desiderate

Leggenda: Informazioni per la valutazione e per l'impiego sicuro dei nanomateriali:

necessarie	Informazioni necessarie per la valutazione e l'impiego sicuro: Nei corrispondenti quattro sezioni della SDS sono necessarie informazioni minime sui nanomateriali. I metodi di prova devono essere menzionati, evidenziando in particolare se i test sono stati eseguiti utilizzando materiali su scala nanometrica oppure bulk (sostanza macroscopica omologa). Utilizzo della griglia di precauzione = le informazioni sono necessarie anche per la compilazione della griglia di precauzione. Indicazioni riguardanti l'utilizzo e il campo d'applicazione della griglia di precauzione sono riportate nella sezione 7 della presente guida.
importanti	Informazioni importanti per la valutazione e l'impiego sicuro: Tutte le volte che risulta possibile è opportuno indicare, nei corrispondenti quattro sezioni della SDS, informazioni nanospecifiche come pure raccomandazioni relative all'impiego sicuro.
desiderate	Informazioni desiderate per la valutazione e l'impiego sicuro: Le informazioni oggetto di queste sezioni sono, al giorno d'oggi e per nanomateriali, disponibili solo in casi isolati. Qualora fossero disponibili dati propri oppure dati risultanti da ricerche scientifiche o dalla letteratura, gli stessi sono da menzionare. La disponibilità di ulteriori conoscenze aumenta inoltre in permanenza, in particolare per il tramite della diffusione di dati che sta iniziando nel quadro di REACH ⁶ , grazie ai lavori dell'OECD (OCSE) ⁷ come pure in ragione del rapido incremento di nuove cognizioni acquisite con la ricerca scientifica.

⁶ Per la spiegazione dei termini vedasi Glossario capitolo 6

⁷ Per la spiegazione dei termini vedasi Glossario capitolo 6

5.1 **Informazioni necessarie** per la valutazione e per l'impiego sicuro dei nanomateriali

Le seguenti informazioni specifiche minime sui nanomateriali contenuti nel prodotto vengono ritenute come molto importanti per le cinque sezioni della SDS qualificate come **necessarie**.

5.1.1 **Sezione 1 SDS „ Elementi identificatori della sostanza / del preparato e della ditta “**

In relazione allo scopo dell'utilizzo (per quanto conosciuto) sarebbe opportuno menzionare informazioni riguardanti le proprietà specifiche dei componenti su scala nanometrica.

Esempi di testo relativi alla sezione 1 SDS (Elementi indicatori della sostanza / del preparato e della ditta):

1. I nanomateriali contenuti aumentano l'effetto antibatterico della verniciatura.
2. I nanomateriali modificano la struttura della superficie e facilitano la pulizia.
3. Contiene nanomateriali: questi aumentano la protezione (della facciata / della superficie) contro gli effetti dannosi dovuti ai raggi UV.

5.1.2 **Sezione 2 SDS „ Possibili pericoli “**

Le proprietà specifiche dei nanomateriali celano (accanto alle opportunità per applicazioni e prodotti innovativi) possibilmente anche dei rischi per gli esseri umani e per l'ambiente. Dai dati relativi all'essere umano, dai risultati di studi sperimentali condotti su animali e dagli studi *in vitro* emergono indizi di possibili pericoli per l'essere umano e l'ambiente. In base alle informazioni odierne non si lasciano trarre conclusioni di carattere generale sul potenziale di rischio dei nanomateriali. Allo scopo di stimare in modo generale le possibili fonti di rischio, dovrebbero perciò venire formulati, in questa sezione, i potenziali pericoli, in quanto informazioni specifiche sui danni all'uomo e all'ambiente sono possibili, al momento attuale, unicamente in casi singoli. Se le dette informazioni sono conosciute, è opportuno menzionarle. Quale ausilio ai fini della valutazione può prestarsi ad es. la griglia di precauzione (vedasi sezione 7).

Le domande seguenti potrebbero essere d'aiuto per formulare indicazioni in merito ai possibili rischi / pericoli:

1. Bisogna aspettarsi formazione di polveri oppure emissioni di nanoparticelle o nanofibre in caso di manipolazione conforme alle prescrizioni?
2. Sono contenuti nanofibre persistenti oppure costrutti fibrosi, oppure tali possono formarsi (tramite agglomerazione o aggregazione)?
3. Quali sono le vie d'esposizione più importanti (specifiche del prodotto)?
4. Per quali processi sono da attendersi dispersioni nell'ambiente (acqua, suolo, aria)?
5. Come si comporta la sostanza negli organismi (assorbimento, stabilità ecc.)?

6. Sono possibili proprietà differenti o più marcate per rapporto al prodotto non su scala nanometrica (ad es. attraverso la formazione di radicali liberi)?

Esempi di testo relativi alla sezione 2 SDS (Possibili pericoli):

Possono venire date più descrizioni pertinenti dei possibili pericoli. I dati a cui si riferiscono queste affermazioni dovrebbero venire concretizzati, a seconda delle possibilità, nelle sezioni 8 oppure 11 o 12 della SDS (ad es. citazione di studi).

1. Se durante la lavorazione del prodotto si formano polveri, è possibile che si liberino nanomateriali.
2. La nebulizzazione del prodotto tramite propellenti conduce alla formazione di composti aerosol contenenti nanoparticelle.
3. I componenti su scala nanometrica di questo prodotto possono favorire la formazione di radicali negli organismi.
4. I nanomateriali utilizzati sono possibilmente in grado di oltrepassare membrane cellulari e la barriera sangue-cervello.
5. I nanomateriali utilizzati possono eventualmente accumularsi negli organismi oppure nell'ambiente.

5.1.3 Sezione 3 SDS „ Composizione / Indicazioni sui componenti “

Si raccomanda espressamente di indicare in questa sezione (oltre alle informazioni necessarie riguardanti la composizione) anche genere e quantità dei nanomateriali presenti nel prodotto adducendo il termine "nano". Importanti sono pure informazioni concernenti un eventuale rivestimento (coating) risp. funzionalizzazione delle nanoparticelle.

In questa sezione, le informazioni sulla composizione dovrebbero essere date nella maniera più precisa possibile. In particolare anche sulle seguenti proprietà nanospecifiche:

- designazione chimica e composizione elementare (ad es. TiO_2 su scala nanometrica)
- struttura chimica risp. cristallina delle nanoparticelle (ad es. forma di rutilo risp. anatasio)
- forma delle nanoparticelle (ad es. particellari o fibrosi)
- quota parte (massica) delle nanoparticelle (ad es. 1% di nanoparticelle, percentuale gravimetrica)
- impurezze su scala nanometrica (ad es. ossidi di metallo)
- funzionalizzazione e / o coating (sì, quali / no)

Esempi di testo relativi alla sezione 3 SDS (Composizione / Indicazioni sui componenti):

1. La soluzione pronta per l'uso contiene nanoparticelle di ossido di cerio; nebulizzandola per il tramite di propellenti si producono aerosol con una grandezza delle goccioline inferiore a 10 micrometri ($<10\mu\text{m}$).
2. Nanoparticelle di biossido di titanio (rutilo) rivestite con siliconi.
3. Contiene argento (elementare) sotto forma di nanoparticelle.

4. Contiene componenti dispersi di argento (elementare) su scala nanometrica.
5. Contiene carbonio sotto forma di MWCNT⁸.

5.1.4 Sezione 8 SDS „ Limitazione dell'esposizione e protezione individuale “

Finora non sono ancora stati emanati dei valori limite sul posto di lavoro⁹ (valori MAC, valori limite riferiti a una breve durata) per i nanomateriali di sintesi. Siccome gli effetti dei nanomateriali sulla salute umana non sono ancora chiari, è bene attenersi al principio di ridurre al minimo l'esposizione.

Esempi di testo relativi alla sezione 8 SDS (in generale):

1. Sotto l'aspetto tossicologico e della medicina del lavoro non si è attualmente (ancora) in grado di stabilire dei valori limite per le nanoparticelle contenute.
2. Per nanomateriali granulari biopersistenti con una densità inferiore a 6'000kg/m³ è consigliabile che non venga superata una concentrazione numerica di 40'000 particelle/cm³ per le particelle nel campo dimensionale tra 1 e 100nm (raccomandazione consultabile sul portale dedicato ai nanomateriali dell'istituto germanico BGIA-DGUV del 30.6.2009).

Limitazione dell'esposizione

Nell'intento di limitare l'esposizione è opportuno in linea di massima procedere in accordo con il principio TOP descritto nella sezione 5.2.2 della presente guida. In primo luogo si dovrebbe lavorare in locali particolarmente protetti (as es. in condizioni di sottopressione) oppure in una cameretta chiusa (ad es. glove-box).

Esempi di testo relativi alla sezione 8 SDS (Limitazione dell'esposizione):

1. L'emissione di composti aerosol contenenti nanoparticelle è da ridurre tramite aspirazione alla fonte.
2. Le zone di pericolo sono da delimitare (locali separati, espletare i lavori in glove-boxes).
3. L'accesso alle aree in cui si lavora con nanomateriali è da permettere solo alle persone abilitate e istruite in materia.
4. Minimizzare la frequenza e la durata dell'esposizione come pure il numero delle persone esposte.
5. Impiegare un dispositivo di aspirazione alla fonte provvisto di un filtro per particelle (HEPA H14).
6. Reimmettere l'aria usata nelle aree lavorative solo dopo averla sufficientemente purificata.

⁸ Per la spiegazione dei termini vedasi Glossario capitolo 6

⁹ Per la spiegazione dei termini vedasi Glossario capitolo 6

7. Asportare depositi di polvere contenenti nanoparticelle utilizzando procedimenti umidi o bagnati e, solo in seconda priorità, impiegando adeguati aspirapolveri (in nessun caso soffiare via la polvere servendosi di aria compressa).
8. Non conservare nelle tasche degli abiti strofinacci contaminati con il nanoprodotto.

Dispositivo di protezione individuale / DPI

Per quanto riguarda il dispositivo di protezione si possiedono ormai buone conoscenze concernenti i tipi e i sistemi che sono adatti a proteggere contro i nanomateriali di sintesi (vedasi "NanoSafe": Safe production and use of nanomaterials e „ Nano to go! “: Safe handling of nano materials and other advanced materials at workplaces). Queste risultanze devono essere tenute in considerazione in occasione della stesura della SDS. In particolare bisogna menzionare la necessità di proteggere l'epidermide contro l'esposizione a resti di prodotto essiccati o produttori polveri mediante l'uso di due paia di guanti sovrapposti.

Esempi di testo relativi alla sezione 8 SDS (Dispositivo di protezione individuale / DPI):

1. Protezione della respirazione

Se durante i lavori non può essere impedita la liberazione di nanoparticelle (sotto forma di polvere o aerosol) bisognerebbe portare, a complemento delle misure di protezione tecniche, un dispositivo di protezione della respirazione in grado di filtrare le particelle (classe di filtrazione P-3).

2. Guanti

Se il contatto diretto con le nanoparticelle (liquide, solide o pulveriformi) non si può evitare, si devono mettere, di preferenza, due strati di guanti sovrapposti (a seconda della situazione, ad es. guanti in latex in combinazione con guanti utilizzati nel settore chimico oppure due paia di guanti monouso sovrapposti). Il mettersi e il togliersi i guanti con precauzione e l'assicurarsi che gli stessi ricoprano le maniche dell'abito di protezione sono di grande importanza per una buona protezione. Il materiale dei guanti deve essere scelto in funzione della sostanza chimica; in presenza di sostanze contenenti particelle l'uso corretto del DPI è, a questo proposito, più importante del tempo di permeazione. Due paia di guanti portati uno sopra l'altro offrono una migliore protezione quando si tolgono gli indumenti.

3. Abito di protezione

L'abito di protezione a maniche lunghe deve essere in materiale del tipo a membrana (non-woven oppure tessuto non tessuto (TNT)); materiali in tessuto sono da evitare.

4. Protezione degli occhi

Allo scopo di proteggere gli occhi bisogna utilizzare almeno degli occhiali a tenuta. Una maschera completa offre tuttavia una migliore protezione.

5.1.5 Sezione 9 SDS „Proprietà fisico-chimiche”

Secondo l'articolo 49 OPChim, per i nanomateriali assoggettati all'obbligo di annuncio e i loro preparati devono essere comunicati la composizione, la forma delle particelle e la grandezza media dei granuli, nonché, se disponibili, il rapporto superficie specifica-volume, la struttura cristallina, lo stato di aggregazione, il rivestimento e la funzionalizzazione di superficie. Queste indicazioni dovrebbero anche figurare nella scheda di dati di sicurezza, quando il nanomateriale non sta sull'obbligo di annuncio. **Inoltre sono auspicabili precisazioni relative ai seguenti parametri:**

- a) Informazioni sulla **distribuzione dimensionale**¹⁰ delle particelle contenute nel prodotto. Queste informazioni sono in ogni caso consigliabili quando si è a conoscenza dell'esistenza di tali particelle nel prodotto. Se la distribuzione dimensionale non dovesse essere conosciuta, sono già utili dati riguardanti le dimensioni conosciute delle particelle (ad es. "contiene nanoparticelle nel campo dimensionale 10nm"). A questo proposito è da notare che, ad es., nel caso di una distribuzione dimensionale con un massimo di 200nm una frazione delle particelle può possedere dimensioni su scala nanometrica (particelle più piccole di 100nm; definizione nanomateriali). A fronte di quantitativi considerevoli del prodotto, anche frazioni dell'ordine di pochi percento possono diventare importanti risp. rilevanti per quanto concerne la salute.
- b) Informazioni sull'**idrosolubilità** del nanomateriale come indizio caratterizzante la sua stabilità. Bisogna qui osservare che durante il processo d'incorporazione di nanomateriali in un solvente possono manifestarsi due effetti: disgregazione del materiale nei suoi componenti molecolari oppure ionici oppure sospensione dei nanomateriali in qualità di unità intere. Se si danno dei dati sull'idrosolubilità, sarebbe opportuno distinguere tra questi due effetti.
- c) Informazioni sulla **stabilità degli agglomerati o aggregati**. A certe condizioni gli agglomerati/aggregati possono disagglomerare/disaggregare (nel corpo o nell'ambiente). Agglomerati/aggregati di grandi dimensioni, ritenuti sicuri, possono invece, in determinati ambienti, celare un potenziale di pericolosità in caso di decomposizione nelle loro particelle primarie.
- d) Informazioni sulla **capacità di ossidazione o di riduzione**¹¹ dei nanomateriali. La capacità di ossidazione o di riduzione può essere espressa sul piano quantitativo mediante il potenziale redox. La misurazione del potenziale redox dei nanomateriali è sensata quando questi prendono parte a processi di scambio di elettroni. È qui da notare che un rivestimento delle nanoparticelle può modificarne il potenziale redox.
- e) Le informazioni sul **potenziale di formazione di radicali**¹² sono un importante criterio per valutare i rischi legati ai nanomateriali. Tutti i dati che possono contribuire a valutare

¹⁰Per la spiegazione dei termini vedasi Glossario capitolo 6

¹¹ Per la spiegazione dei termini vedasi Glossario capitolo 6

¹² Per la spiegazione dei termini vedasi Glossario capitolo 6

probabilità e genere di una formazione di radicali rappresentano un vantaggio, come ad esempio i dati sull'attività fotocatalitica¹³ dei nanomateriali. Materiali attivi sotto l'aspetto fotocatalitico sono semiconduttori che, sotto l'influenza della luce, possono formare dei radicali liberi altamente reattivi. L'attività fotocatalitica dipende in gran misura dal genere di materiale, dalle dimensioni delle nanoparticelle, dalle modifiche della superficie o da un drogaggio mirato del materiale. L'attività fotocatalitica deve perciò venire chiarita caso per caso.

Griglia di precauzione:

Le informazioni sopra elencate relative alla sezione 9 SDS sono necessarie anche per la compilazione del formulario¹⁴ oggetto della griglia di precauzione. Più sono i dettagli reperibili nelle sezioni della SDS, maggiore è la rappresentatività della griglia di precauzione elaborata sulla base degli stessi.

Esempi di testo relativi alla sezione 9 SDS (Proprietà fisico-chimiche):

1. Percentuale di CeO₂ su scala nanometrica contenuto nel prodotto: 90%. Area della superficie specifica: 20 - 85m² per grammo di sostanza, misurata secondo il metodo BET (Specific Surface Area, SSA_{BET}). Diametro delle nanoparticelle primarie: 10 - 40nm (d_{BET}) misura 10 - 40nm).
2. Il prodotto contiene nanoparticelle non rivestite nel campo di grandezza 50 - 200nm.
3. Il valore massimo della distribuzione di dimensione di particelle è circa 50nm. Il rivestimento delle nanoparticelle impedisce la formazione di agglomerati.
4. Gli agglomerati (200nm) possono disagglomerare nel corpo / nell'ambiente.
5. In ragione della funzionalizzazione (rivestimento) delle nanoparticelle di biossido di titanio contenute, l'effetto fotocatalitico risulta ridotto per rapporto alla forma non rivestita.
6. Reattività chiaramente aumentata in confronto alla forma non su scala nanometrica dello stesso materiale.
7. Favorisce la formazione di radicali d'ossigeno.
8. Il prodotto ha un effetto catalitico o un'attività di ossido-riduzione.
9. Le nanoparticelle di biossido di titanio contenute sono stabili (non degradabili e non solubili nel corpo / nell'ambiente).
10. I MWCNT contenuti hanno un diametro di 20-40nm e una lunghezza di almeno 500nm. Il rapporto tra lunghezza e diametro è di circa 10:1.

¹³ Per la spiegazione dei termini vedasi Glossario capitolo 6

¹⁴ Per la spiegazione dei termini vedasi Glossario capitolo 6

5.2 Indicazioni **importanti** per la valutazione e per l'impiego sicuro dei nanomateriali

Ulteriori due sezioni della SDS sono previste per indicare le informazioni specifiche sui nanomateriali contenuti nel prodotto (se disponibili e/o se determinabili con un ragionevole impiego di mezzi).

5.2.1 Sezione 5 SDS „Misure antincendio“

Nanomateriali possono esibire una reattività più elevata di quella delle analoghe sostanze non su scala nanometrica. Nanoparticelle di ferro metalliche si ossidano ad es. repentinamente al contatto con l'aria generando fiamme. A seconda delle circostanze è pertanto necessario, nel caso dei nanomateriali, un altro modo di procedere durante l'azione di spegnimento. Informazioni sul pericolo d'incendio o d'esplosione sono in ogni caso auspicabili a livello specifico della sostanza e - se possibile - comprovate da dati.

Esempi di testo relativi alla sezione 5 SDS (Misure antincendio):

1. Le nanoparticelle di ferro contenute possiedono un elevato grado di combustibilità / infiammabilità.
2. Le nanoparticelle di ferro contenute sono piroforiche.

5.2.2 Sezione 7 SDS „Manipolazione e stoccaggio“

Modo di procedere in generale

Quando si manipolano o si immagazzinano nanomateriali (anche se contenuti in preparati) con potenziale d'azione sconosciuto è doveroso, per ragioni di natura precauzionale, evitare in linea di massima le esposizioni o, almeno, limitarle ad un minimo. Allo scopo di minimizzare in maniera sistematica le esposizioni si prestano diverse misure che, in considerazione della loro rispettiva azione protettiva, sono da prioritizzare in accordo con il cosiddetto „ **principio di procedere TOP** “. Tale prioritizzazione delle misure di protezione dovrebbe riflettersi anche nella SDS:

1. **T = misure di protezione Tecniche**
Utilizzare apparecchiature a ciclo chiuso (glove-box ecc.)
Evitare il prodursi di polveri o aerosol
Aspirare polveri e aerosol direttamente alla fonte
Prevedere la purificazione dell'aria di scarico aspirata (apposito filtro)
Separare il locale di lavoro e adeguare l'impianto di ventilazione (leggera depressione)
Pulire a umido o tramite lavaggio. Usare aspiratori solo in seconda priorità. Non soffiare mai via la polvere.
2. **O = misure di protezione Organizzative**
Ridurre al minimo la durata dell'esposizione
Ridurre al minimo il numero delle persone esposte
Limitare l'accesso
Istruire il personale sui pericoli e sulle misure di protezione (disposizioni aziendali)
3. **P = misure di protezione Personali**
A un dispositivo di protezione individuale/personale (DPI) si deve fare ricorso solo quando le sopra menzionate misure tecniche e organizzative non garantiscono una protezione sufficiente. Le esigenze specifiche poste al DPI sono da elencare nella sezione 8 della SDS.

Manipolazione

Allorchè si utilizzano nanoparticelle combustili devono essere adottate **misure aggiuntive zone per la protezione contro le esplosioni (zone di protezione ex)**, qualora si possa produrre una quantità di polvere ritenuta pericolosa. → Delimitare le zone di protezione ex.

Quando si impiegano nanoparticelle reattive oppure con azione catalitica si deve fare tutto il possibile per escludere completamente un contatto con la sostanza.

Esempi di testo relativi alla sezione 7 SDS: (Manipolazione):

1. Impiegare un dispositivo di aspirazione alla fonte provvisto di un filtro per particelle (filtro HEPA H14).
2. Impiegare metodi di pulizia a umido o tramite lavaggio. Utilizzare un aspiratore solo in seconda priorità e a condizione che si impieghi un filtro per particelle (ad es. HEPA H14). Prestare attenzione a eventuali esposizioni durante la manutenzione e lo smaltimento e evitarli.
3. Evitare la formazione di aerosol e eliminare fonti di accensione.
4. Durante le operazioni di riempimento e svuotamento di recipienti contenenti nanoparticelle polveriformi, portare una maschera di protezione (classe di filtrazione P-3), un abito di protezione (non-woven) e guanti in nitrile (due paia sovrapposti) e lavorare in un locale specialmente protetto (ad es. condizioni di depressione) oppure in una cameretta chiusa (ad es. glove-box).

Stoccaggio

Quando si immagazzinano nanomateriali valgono fondamentalmente le prescrizioni vigenti per le sostanze non su scala nanometrica. In presenza di nanoparticelle polveriformi bisogna anzitutto rendere attenti al loro potenziale di inalazione e ai pericoli di eventuali esplosioni delle polveri; fonti di accensione devono caso mai venire eliminate.

Esempi di testo relativi alla sezione 7 SDS (Stoccaggio):

1. Immagazzinare nanomateriali polveriformi usando sacchetti antistatici (riempiti con argon o azoto oppure ermetici e confezionati sotto vuoto).
2. Immagazzinare nanopolveri metalliche usando sacchetti antistatici sigillati in condizioni di esclusione d'aria e riposti in contenitori di metallo.

5.2.3 Sezione 13 SDS „ Indicazioni riguardanti lo smaltimento “

In questa sezione si intende fornire indicazioni su quelle proprietà nanospecifiche che possono eventualmente condurre, durante il processo di smaltimento di rifiuti contenenti nanomateriali, al rilascio dei nanomateriali stessi, all'esposizione degli addetti ai lavori e a emissioni nell'ambiente.

Il detentore dei rifiuti deve poter giudicare se egli è tenuto a consegnare i nanorifiuti ad un impianto di smaltimento specifico per gli stessi. Rifiuti contenenti nanomateriali di sintesi liberi oppure in grado di liberarsi facilmente sono preferibilmente da smaltire come rifiuti speciali, se, in ragione delle loro proprietà nanospecifiche, non sono da escludere ripercussioni sulla salute, sulla sicurezza o sull'ambiente. Come ausilio per la valutazione di un'eventuale necessità d'intervento possono ad esempio essere utilizzati la [„Griglia di precauzione per nanomateriali di](#)

[sintesi](#)¹⁵ o l'aiuto all'esecuzione „[Eliminazione dei rifiuti provenienti dalla fabbricazione o dalla trasformazione industriale o artigianale di nanomateriali di sintesi](#)”.

Quali siano le esigenze da porre allo smaltimento dipende in particolare dal fatto se i rifiuti da smaltire sono rifiuti speciali oppure no. Rifiuti speciali sono, in base all'Ordinanza sul traffico dei rifiuti ([OTRif](#), articolo 2, capoverso 2, lettera a / RS 814.610), rifiuti il cui smaltimento rispettoso dell'ambiente richiede, a causa della loro composizione o delle loro proprietà fisico-chimiche o biologiche, un insieme di specifiche misure tecnico-organizzative, anche per quanto riguarda il traffico in Svizzera. I rifiuti speciali sono descritti nell'elenco dei rifiuti (Allegato 1 dell'Ordinanza del DATEC¹⁶ sulle liste per il traffico di rifiuti, [OLTRif](#) / RS 814.610.1); ad ogni rifiuto speciale viene assegnato un codice specifico. Per i nanorifiuti speciali che, sulla base delle loro proprietà del materiale non possono venire codificati in modo univoco, è da utilizzare il rispettivo codice collettivo per rifiuti speciali:

[16 03 03 rs Rifiuti inorganici contenenti sostanze pericolose](#)

[16 03 05 rs Rifiuti organici contenenti sostanze pericolose](#)

Esempi di testo relativi alla sezione 13 SDS (Smaltimento):

1. Rifiuto speciale [16 03 05 rs](#); contiene nanoparticelle di argento integrate nella plastica in grado di rilasciarsi (max. 0.05%).
2. Rifiuti contenenti nanoparticelle pulveriformi, stabilizzati in sacchetti antistatici.
3. Rifiuti contenenti CNT; ne è raccomandato lo smaltimento tramite inceneritore ad alta temperatura.

¹⁵ Per la spiegazione dei termini vedasi Glossario capitolo 6

¹⁶ Per la spiegazione dei termini vedasi Glossario capitolo 6

6 Glossario e abbreviazioni

Termine	Spiegazione / Definizione	Osservazione
Agglomerato	Assemblamento di particelle debolmente legate oppure di aggregati risp. di miscugli di entrambi, in cui la superficie risultante è simile alla somma delle superfici dei singoli componenti. Negli agglomerati le forze di coesione sono del tipo debole; ad esempio forze di Van der Waals o semplici aggranci di natura fisica.	In contrapposizione alle particelle ultrafini di origine naturale, le nanoparticelle di sintesi vengono spesso funzionalizzate risp. rivestite chimicamente (→ coating) in modo specifico, allo scopo di ridurre la loro tendenza all'agglomerazione.
Aggregato	Assemblamento di particelle fortemente legate o fuse, in cui la superficie risultante può essere significativamente inferiore alla somma delle superfici calcolate dei singoli componenti. Negli aggregati le forze di coesione sono del tipo forte; ad esempio legami covalenti oppure forze basate su processi di sinterizzazione o aggranci complessi di natura fisica.	
Attività redox (ossido-riduttiva)	Interazione con l'ambiente circostante tramite lo scambio di elettroni (riduzione oppure ossidazione). L'attività redox può venire espressa facendo ricorso al potenziale redox.	La misura del potenziale redox dei nanomateriali è sensata se gli stessi prendono parte ai processi di trasferimento degli elettroni. Il rivestimento delle nanoparticelle può modificare la loro attività redox.
Bulk	Qui: sostanza omologa in forma macroscopica oppure microscopica.	Per differenziarla dalla sostanza presentante dimensioni su scala nanometrica.
CNT = carbon nanotubes	Nanotubicini di carbonio; possono essere composti da uno o più strati paretali. MWCNT= Multi-Walled CNT SWCNT= Single-Walled CNT	Esempio di MWCNT (ottenibile in commercio): diametro = 20-40nm lunghezza = 500-40'000nm
Coating	Modifiche della superficie di nanoparticelle tramite rivestimenti (ad es. con polimeri oppure con gruppi / molecole positivi / negativi). Viene anche definito con il termine di funzionalizzazione.	Le nanoparticelle vengono spesso rivestite allo scopo di impedirne l'agglomerazione e / o l'aggregazione come pure di diminuirne la reattività.
Codice dei rifiuti	Secondo la lista dei rifiuti vigente in Svizzera, ai rifiuti problematici vengono assegnati dei numeri (codici) in modo da permetterne lo smaltimento mirato.	È attualmente in discussione se ai rifiuti contenenti nanomateriali debba essere assegnato un nuovo codice. L'attribuzione avviene secondo il principio precauzionale e l'etichettatura per ragioni di sicurezza.

Termine	Spiegazione / Definizione	Osservazione
DATEC	Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni	www.uvek.admin.ch
Distribuzione dimensionale	Nanomateriali sono tipicamente composti da particelle di differenti dimensioni. La distribuzione dimensionale di un prodotto puro è caratterizzata dal fatto che una ben determinata dimensione può essere chiaramente individuata come la più frequente, la distribuzione dimensionale di un miscuglio può però presentare caratteristiche molto differenti.	I vari procedimenti di misura per determinare le dimensioni e la distribuzione dimensionale della struttura dei nanomateriali spesso non sono paragonabili tra di loro.
Drogaggio	Aggiunta mirata di atomi estranei ad un materiale (perlopiù cristallino) allo scopo di modificarne le proprietà (in prevalenza elettriche). (Inglese: doping).	L'attività fotocatalitica di un materiale può venire notevolmente incrementata tramite il drogaggio e richiede perciò una particolare attenzione.
Fibre (in grado di raggiungere i polmoni)	Fibre con una lunghezza superiore a 5µm, un diametro inferiore a 3µm ed un rapporto lunghezza-diametro maggiore di 3:1 (definizione WHO/OMS). Tali fibre vengono definite come fibre in grado di raggiungere i polmoni.	Alcune polveri fibrose vengono ritenute come fattori di rischio per il cancro (ad. es. amianto). Si sospetta che certi CNTs si comportino analogamente all'amianto.
Fotocatalisi	Reazione chimica innescata dalla luce che può portare alla formazione di radicali liberi (d'ossigeno) altamente reattivi.	L'attività fotocatalitica deve essere verificata per ogni singolo caso.
Funzionalizzazione	Vedi coating	
HEPA	High Efficiency Particulate Air. Filtri per particelle sospese nell'aria in grado di filtrare dalla stessa più del 99.9% di tutte le particelle con dimensioni superiori a 0.1–0.3µm. La norma europea EN 1822 definisce le classi di filtrazione H10–H14 (HEPA) e U15–U17 (ULPA).	I HEPA-filtri a cassetta degli aspirapolveri non soddisfano necessariamente la norma EN 1822.
Nanofibre	Oggetti con due dimensioni esterne su scala nanometrica.	Terminologia ISO (capitolo 2.1)
Nanomateriali	Nella presente guida si intendono sotto tale termine nanomateriali (di sintesi) fabbricati in modo mirato.	La parola "nanomateriale" è un termine collettivo relativamente generico sotto il quale possono venire raggruppati tutti quei materiali che contengono componenti su scala nanometrica.

Termine	Spiegazione / Definizione	Osservazione
Nanoparticelle	Oggetti che presentano una, due o tre dimensioni esterne su scala nanometrica.	Vedasi terminologia, capitolo 2.1.
Nanoparticelle di sintesi	Nanoparticelle fabbricate in modo mirato (ad es. nanotubes, fullereni, ossidi metallici, quantum dots ecc.).	Particelle prodottesi per via naturale e prodotti collaterali dei processi di lavorazione (ad es. fumi di saldatura) non rientrano in quest'ambito.
NanoSafe	Progetto di promozione UE concernente la manipolazione sicura dei nanomateriali.	„Dissemination reports“ disponibili in internet.
Potenziale zeta	Potenziale elettrico in corrispondenza del doppio strato di confine (piano di taglio) di una particella che si muove in una sospensione. Esso descrive la capacità di esercitare una forza su una (entità) carica nelle prossimità.	Il potenziale zeta è un indicatore per le forze di repulsione interparticellari ed è così un fattore d'interesse nel contesto dei processi di agglomerazione.
P-3 (Classe di filtrazione P-3)	La norma europea EN 149 definisce tre classi 1-3 di filtri contro le polveri per maschere previste per l'impiego in posti di lavoro dove sono presenti concentrazioni superiori di 4, 10 e 30 volte al valore massimo ammissibile sui posti stessi. P-3 è qui una forma abbreviata per FFP3: tipo di maschera facciale provvista di protezione per la bocca (filtering face piece).	A differenza dell'HEPA, la valutazione è qui riferita alla perdita di tenuta totale di una maschera, componendosi dai punti permeabili sul viso, dalla perdita di tenuta della valvola d'espiazione (se presente) come pure dalla permeabilità intrinseca del filtro.
Su scala nanometrica	Comprende, nel senso della definizione ISO, il campo dimensionale da 1 a 100nm. Dalle risultanze più recenti sembra che anche nel caso di particelle con una grandezza fino a circa 300nm sia possibile un'interazione nanospecifica con l'ambiente biologico circostante.	Nel contesto della griglia di precauzione viene pertanto raccomandato di considerare potenzialmente come su scala nanometrica anche sistemi con dimensioni inferiori a 500nm, tenendoli separati dai materiali bulk.
Superficie BET (BET = Brunnauer-Emmett-Teller)	Indicazione della superficie specifica di un materiale misurata secondo il procedimento BET. La superficie specifica di sostanze solide oppure polveri viene determinata mediante l'adsorbimento di gas.	Esempio: 1 grammo di TiO ₂ (rutilo) con diametro delle particelle di 50nm ha una superficie specifica di 30m ² .

Termine	Spiegazione / Definizione	Osservazione
Valore MAC	<p>Concentrazione massima (ammissibile) sul posto di lavoro (valore MAC)</p> <p>I rispettivi valori sono riferiti ai valori medi calcolati su una durata di esposizione di 8 ore («MAK-Wert» secondo la terminologia Suva in lingua tedesca).</p>	<p>Valori della concentrazione massima sul posto di lavoro (valori MAC), valori della tolleranza biologica relativi alle sostanze lavorate (valori BAT) e valori limite per gli influssi fisici vengono periodicamente pubblicati dalla Suva (Valori limite sul posto di lavoro).</p>
Valori limite (riferiti a una) breve durata	<p>Concentrazione massima (ammissibile) sul posto di lavoro per brevi periodi di esposizione.</p> <p>I rispettivi valori sono riferiti ai valori medi calcolati su una durata di esposizione di 15 minuti («Kurzzzeit-grenzwert» secondo la terminologia Suva in lingua tedesca).</p>	<p>Per ulteriori informazioni si rinvia al manuale "Valori limite sul posto di lavoro" (tedesco «Grenzwerte am Arbeitsplatz») della Suva.</p>

Maggiori dettagli riguardanti terminologia e definizioni sono ottenibili consultando il glossario della piattaforma informativa centrale della Confederazione sul tema nanotecnologia:

www.infonano.ch.

7 Links di approfondimento

InfoNano: la Piattaforma informativa centrale della Confederazione sul tema nanotecnologia si basa sul piano d'azione "Nanomateriali di sintesi" e riassume le attuali discussioni su utilità e rischi della nanotecnologia: www.infonano.ch

Controllo autonomo di nanomateriali di sintesi questa pubblicazione, curata dagli uffici federali UFAM, UFSP, SECO e UFAG, si rivolge ai fabbricanti e agli importatori di nanomateriali di sintesi nonché di preparati e oggetti contenenti nanomateriali di sintesi. Queste istruzioni illustrano concretamente i requisiti stabiliti da leggi e ordinanze in modo da favorire un'applicazione uniforme del controllo autonomo. Mettendo in pratica queste istruzioni, fabbricanti e importatori possono legittimamente ritenere di agire conformemente al diritto federale. Contatto: Ufficio federale dell'ambiente UFAM, Divisione protezione dell'aria e prodotti chimici, 3003 Berna. www.infonano.ch

Griglia di precauzione per nanomateriali di sintesi: la responsabilità per l'impiego sicuro dei nanomateriali di sintesi nell'intento di proteggere la salute e l'ambiente spetta all'industria e all'artigianato. La griglia di precauzione è uno strumento d'aiuto per stimare l'opportunità e l'ampiezza delle misure precauzionali relative alle attività di sviluppo e alla manipolazione dei nanomateriali. Una valutazione del rischio in senso intrinseco non può e non deve essere effettuata per il tramite di questo strumento; lo stesso non sostituisce in nessun modo una vera e propria analisi del rischio. www.infonano.ch

Suva: il contributo „ Le nanoparticelle sul posto di lavoro “ dell'Istituto nazionale svizzero di assicurazione contro gli infortuni indica le misure di protezione concrete che bisogna osservare quando vengono impiegate nanoparticelle sul posto di lavoro. www.suva.ch/it/startseite-suva/praevention-suva/arbeit-suva/branchen-und-themen-filter-suva/nanopartikel-arbeitsplaetzen-suva.htm

BAuA: Ausiliare per impiego dei nanomateriali. Sul sito di lavoro elaborata dall'Istituto federale germanico in materia di protezione e di medicina del lavoro (BAuA) si trovano strumenti d'aiuto per l'impiego dei nanomateriali del tutto il mondo. www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/Nanotechnologie/Links-Beispiele.html

BAuA/VCI: la guida destinata alle attività con nanomateriali sul posto di lavoro elaborata dall'Istituto federale germanico in materia di protezione e di medicina del lavoro (BAuA) e dall'Associazione dell'industria chimica (VCI) fornisce orientamenti riguardanti i provvedimenti da prendere sul luogo di lavoro quando si fabbricano o si usano nanomateriali (2007). www.baua.de/de/Publikationen/Fachbeitraege/Gd4.html

DGUV: sul sito dell'Istituto per la protezione sul lavoro dell'Assicurazione obbligatoria tedesca contro gli infortuni si trovano, a complemento di quelle indicate da Suva e BauA, raccomandazioni concrete in merito al comportamento sul lavoro e ai DPI. Viene pure fatto riferimento alle risultanze dei progetti NanoSafe (giugno 2009 / vedi anche link NanoSafe). www.dguv.de/fb-rci/sachgebiete/gefahstoffe/nanotechnologie/index.jsp

NanoSafe: i „Dissemination reports“ di questo progetto UE „Safe production and use of nanomaterials“ descrivono in modo semplice e comprensibile come sia possibile lavorare in condizioni di sicurezza nei diversi settori d'impiego dei nanomateriali. Questi rapporti sono disponibili solo in inglese e trattano i seguenti temi:

1. Efficienza dei filtri per nanomateriali (2008)
2. Pericolo d'esplosione in presenza di nanopolveri (2008)
3. Misurazioni dell'esposizione a nanoparticelle sul posto di lavoro (2008)
4. Valutazione del rischio di esplosioni dovuto a nanoaerosol (2008)
5. Nanotossicologia (2008)
6. Manipolazione sicura delle nanoparticelle (2008)
7. Stato della normativa sui nanomateriali, importanza della standardizzazione (2009)

www.nanosafe.org/scripts/home/publigen/content/templates/show.asp?P=63&L=EN&ITEMID=13

NanoValid (www.nanovalid.eu/)

“Nano to go!” (www.nanovalid.eu/index.php/nanovalid-publications/306-nanotogo) e “Safe handling of nanomaterials and other advanced materials at workplaces” (guida elaborata dall’Istituto federale germanico in materia di protezione e di medicina del lavoro (BAuA))

ENRHES: il rapporto conclusivo del progetto UE „Engineered Nanoparticles - Review of Health and Environmental Safety“ è una verifica scientifica, critica e esaustiva, degli aspetti legati alla sicurezza della salute e dell’ambiente per fullereni, carbon nanotubes (CNT), nanomateriali metallici e ossidici. Sulla base di questo studio sono state elaborate raccomandazioni, corredandole con il relativo grado di priorità e collocandole nel contesto dello sviluppo di adeguate regolamentazioni. http://cordis.europa.eu/result/rcn/45841_en.html

OCSE: Safety of Manufactured Nanomaterials: 11 nanomateriali sono stati testati dall’OCSE. Studi sull’argomento sono disponibili su: www.oecd.org/env/ehs/nanosafety/publications-series-safety-manufactured-nanomaterials.htm