

Tätigkeiten mit Nano-Expositionen aus Sicht eines Sicherheitsingenieurs



Prof. Dr. Stephan Lambotte
Hochschule Furtwangen
Security & Safety Engineering
Robert-Gerwig-Platz 1
78120 Furtwangen
Tel.: 07723/920-2458
lat@hs-furtwangen.de

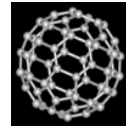
Robert **Dejak**/ FH München
Prof. Dr. Ulrich **Weber** Hochschule Furtwangen

Motivation der Arbeit

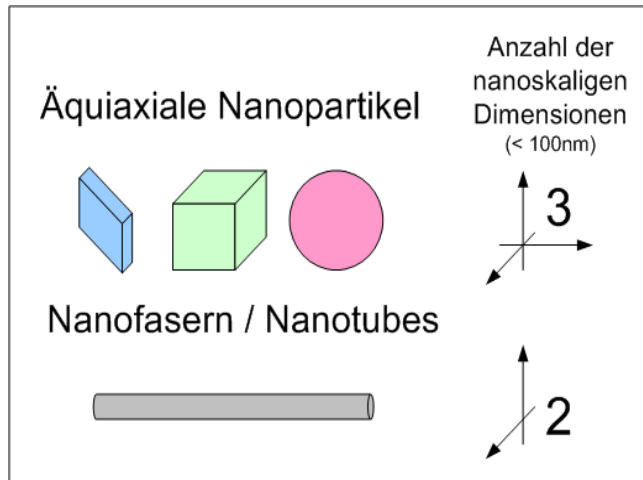


- Derzeitige Verunsicherung bei Arbeitgeber und Beschäftigten
- Die zahlreichen Aktivitäten des Unternehmens in der Nanotechnologie
- Die kaum erforschten Risiken im Umgang mit nanoskaligen Materialien
- Konkrete Arbeitshilfen für Labortätigkeiten sind derzeit kaum vorhanden
- Erhöhung der Sicherheit und Gesundheitsschutz für Beschäftigte
- Know-how für die Industrie

Was ist Nano?



- **Problem bei der Klassifizierung:**
Vielfalt, Erscheinungsformen
- **Definition für Nanopartikel:**
Mindestens in 2 Dimensionen zwischen 1-100 nm groß



Partikelgröße	Grundlegende Form	Morphologie/ Oberflächen- beschaffenheit	Zusammensetzung/ Partikelaufbau
			<ul style="list-style-type: none"> Homogenes Mischpartikel Kern-Schale-Partikel Partikel auf Partikel Einschlusspartikel
Modifizierung/ Funktionalisierung	Agglomerations- oder Aggregationszustand	Partikelgrößen- verteilung	Dispersionsmedium
			<ul style="list-style-type: none"> Gas (Luft): Flüssigkeit: Feststoff:

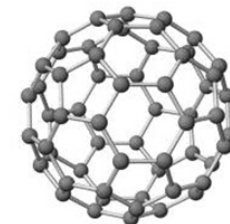
Wie gefährlich können Nanopartikel im Labor sein?

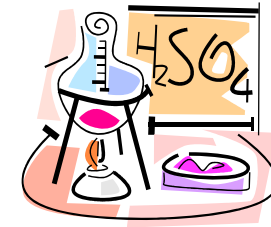
Stoff	AGW (mg/m ³)	Gramm C ₆₀ / Schicht*	mg C ₆₀ / m ³
Polyethylenglykole (PEG 600)	1.000	15.374	1.200
Calciumsulfat (Pulver)	6	407	32
Portlandzement (Staub aus kieselaurem Calcium)	5	397	31
Allgemeiner StaubGW - A-Staub	3		
Blei und seiner Verbindungen (alt, MAK-Wert)	0,1	4,5	0,35
anorganische Silberverbindungen (z.B. Silberoxid)	0,01	0,4	0,03

Gleiche Molare Verhältnisse C60 wie für bekannte Gefahrstoffe

*Annahme: Labor 3*8*8 m = 192 m³ =>

Luftwechsel: 1600 m³/h => 12800 m³/Schicht



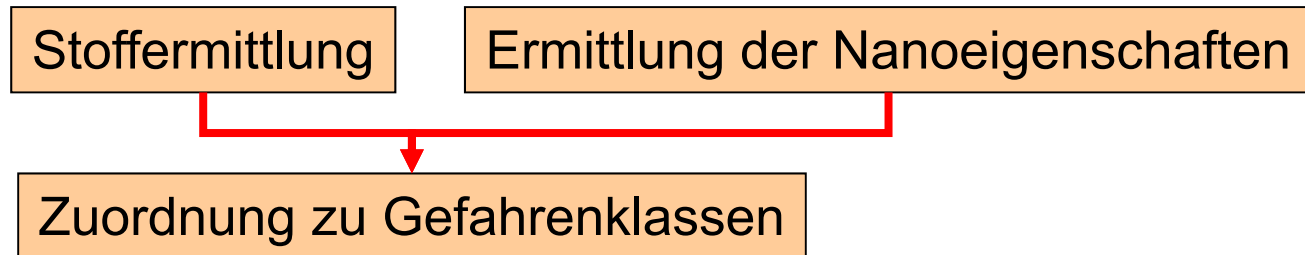


3.3 Expositionsermittlung

3.3.1 Allgemeines

- (1) Im Laboratorium wird durch Bau und technische Ausstattung sowie organisatorische und persönliche Schutzmaßnahmen eine Sicherheitsgrundlage geschaffen, um auch bei Tätigkeiten mit **neuen oder noch nicht ausreichend untersuchten Stoffen** die Gefährdung zu minimieren.
- (2) Der Arbeitgeber kann im Allgemeinen davon ausgehen, dass keine unzulässig hohe Exposition gegenüber Gefahrstoffen vorliegt, wenn
 1. **fachkundiges und zuverlässiges Personal**,
 2. nach den einschlägigen Vorschriften und dem **Stand der Technik** und
 3. insbesondere nach dieser Regel und **laborüblichen Bedingungen** (siehe Nummer 3.3.3) arbeitet.

Gefährdungsbeurteilung: Vorgehen 1



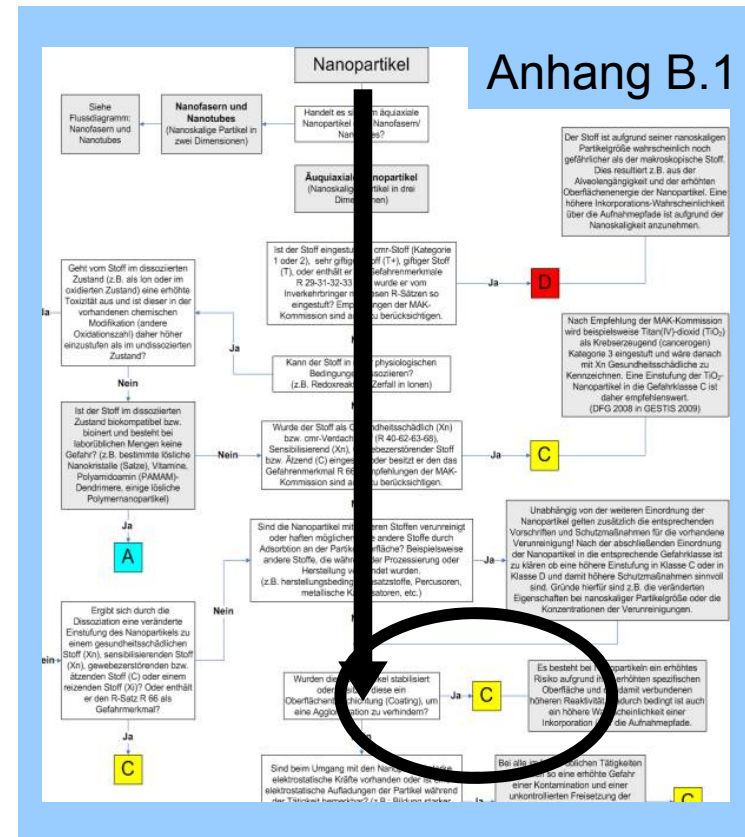
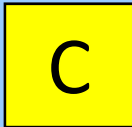
Einordnung der Nanopartikel in Gefahrklassen (Arbeitshilfe)

Nanopartikeleinordnung erfolgt nach:

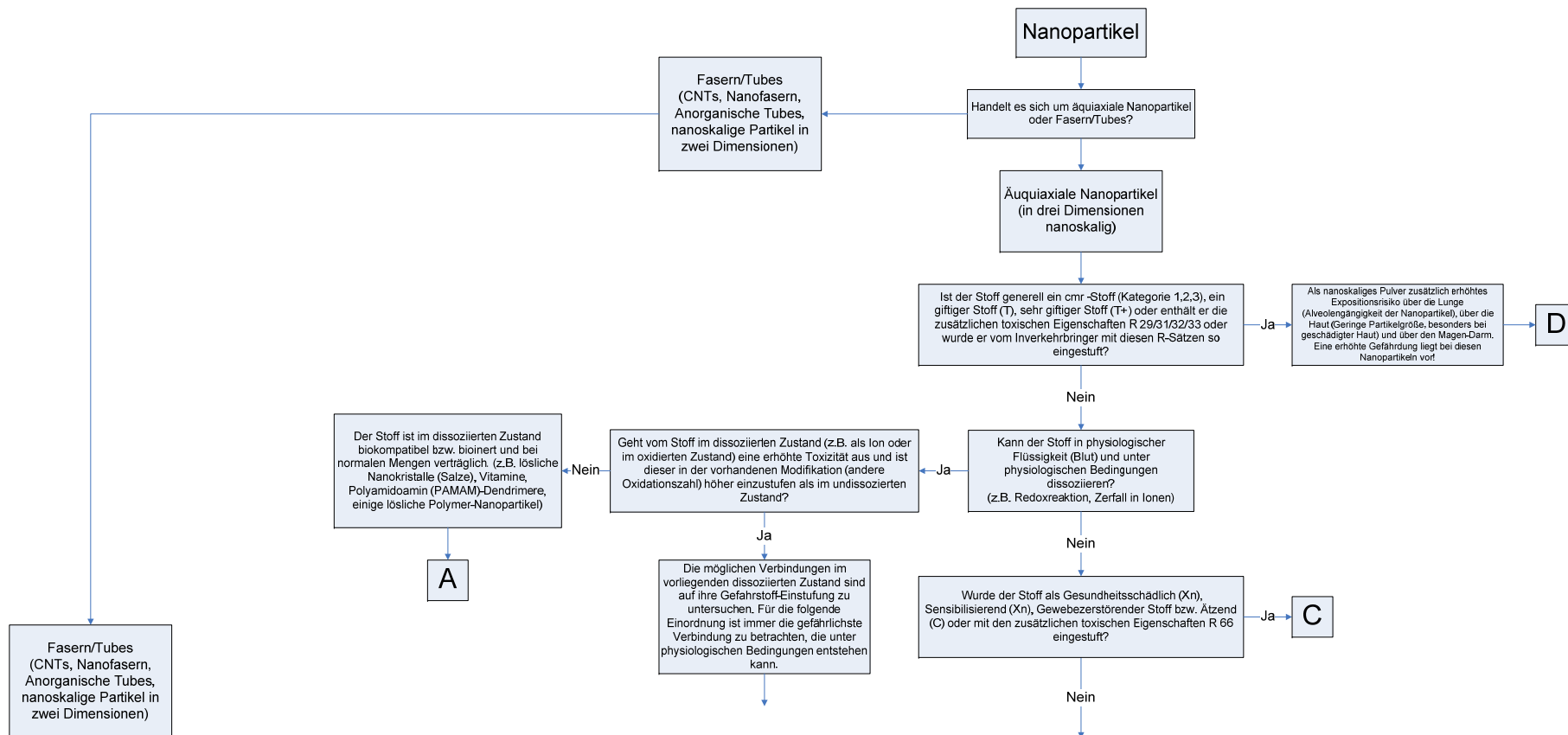
- Erscheinungsform, Morphologie
- Chemischen und physikalischen Eigenschaften
- Agglomerationstendenz/-zustand
- Generellen Stoff-Einstufung
- Erkenntnisse aus toxikologischen Studien
- Verhalten des nanopartikulären Produktes

Beispiel:

Nanopulver: Gecoateten Metall-Nanopartikel (unlöslich, keine Stoff-Einstufung, keine Verunreinigungen, etc.)



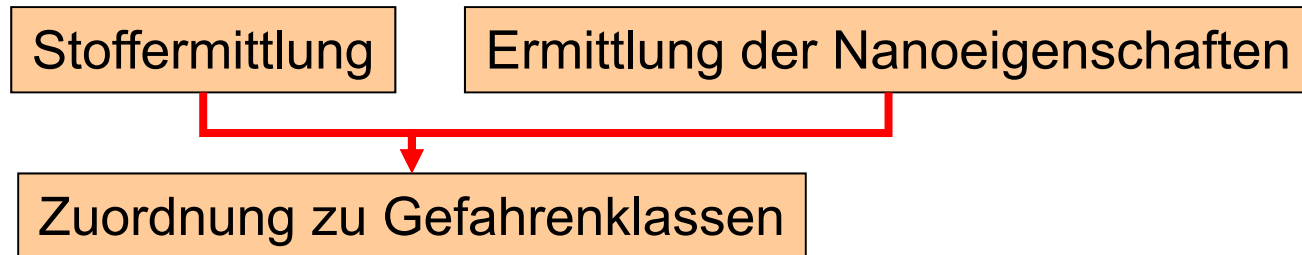
Zuordnung zu Gefahrklassen



Gefahrklasse (GK)	A	B	C	D
Einstufung / Bewertung	Harmlos	?	Xn, C, Xi, cmr Kategorie 3, sensibilisierend	T, T+, cmr



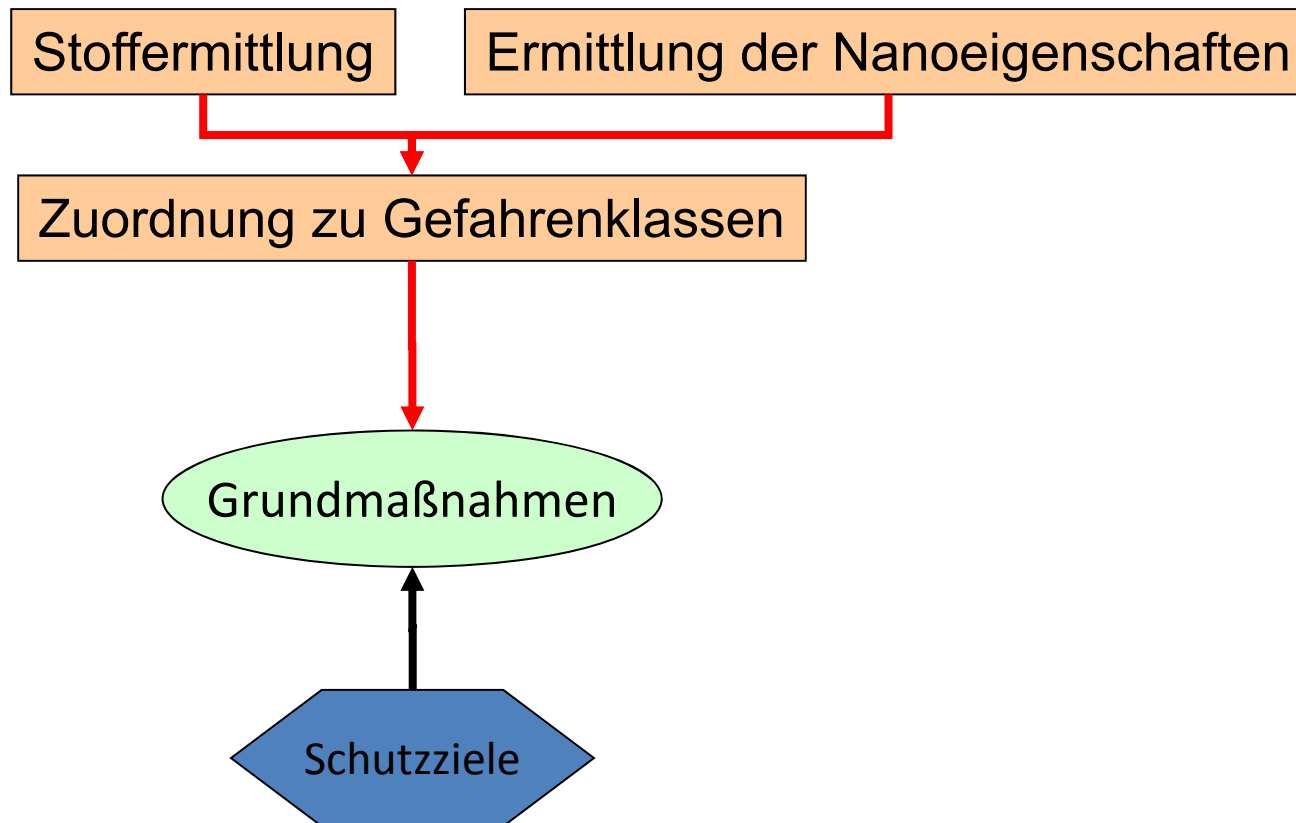
Gefährdungsbeurteilung: Vorgehen 2



Schutzziele

S1	Die Freisetzung von Nanopartikeln soll minimiert werden und die Entstehung nanopartikelhaltigen Aerosolen soll vermieden werden
S2	Die inhalative Aufnahme von Nanopartikeln muss verhindert werden
S3	Kontaminationsverschleppung und eine orale Aufnahme der Nanopartikel muss verhindert werden
S4	Ein Kontakt der Haut mit Nanopartikeln muss vermieden werden
S5	Dem Entstehen von nanopartikelären Ablagerungen innerhalb des Labors ist entgegenzuwirken

Gefährdungsbeurteilung: Vorgehen 3

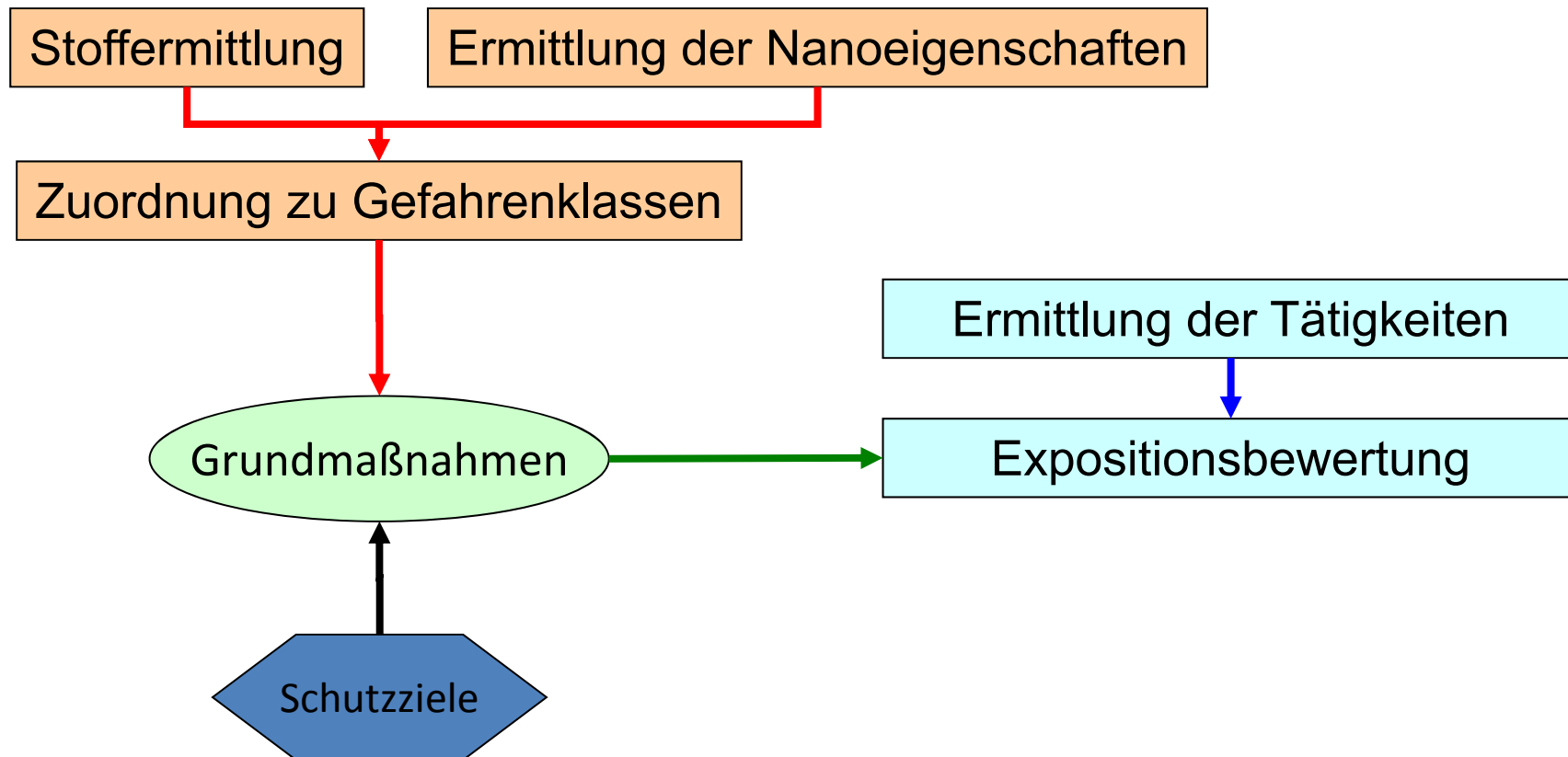


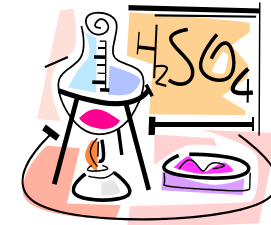
Grundmaßnahmen (N=22)

Maßnahme	Bemerkungen	Schutzziel	GK A	GK B	GK C	GK D
Substitution	Verwendung in Suspension, geschlossene Systeme	S1-S5	-	●	●	●
Technische Lüftung	25 m ³ /(h*m ²)	S2, S5	▲	○	●	●
Regelmäßige Reinigung des Arbeitsbereichs und des Labors	Reinigung nur durch Aufsaugen oder feucht abwischen (kein Abblasen!).	S3, S5	●	●	●	●
Stoff- und tätigkeitsspezifische Betriebsanweisung und Unterweisung der Mitarbeiter			○	●	●	●

- Nicht erforderlich; ▲ Einzelfallprüfung; ○ empfohlen; ● anzuwenden

Gefährdungsbeurteilung: Vorgehen 4





Vorgehensweise für die Arbeitsplatzanalyse:

- Besichtigung von Nano-Laboratorien der FhG
- Analyse der Labortätigkeiten
- Exakte Beschreibung der Labortätigkeiten
- Unterteilung nach Menge (klein/groß) und Form (Pulver, Suspension, Matrix)
- Ergebnis: 37 typischen Labortätigkeiten (Tabelle)
- Expositionsbewertung: Lunge, Haut, Magen-Darm mit Punktesystem (4 Stufen)

Ergebnis: 37 expositionsbewertete Labortätigkeiten (Arbeitshilfe) gten

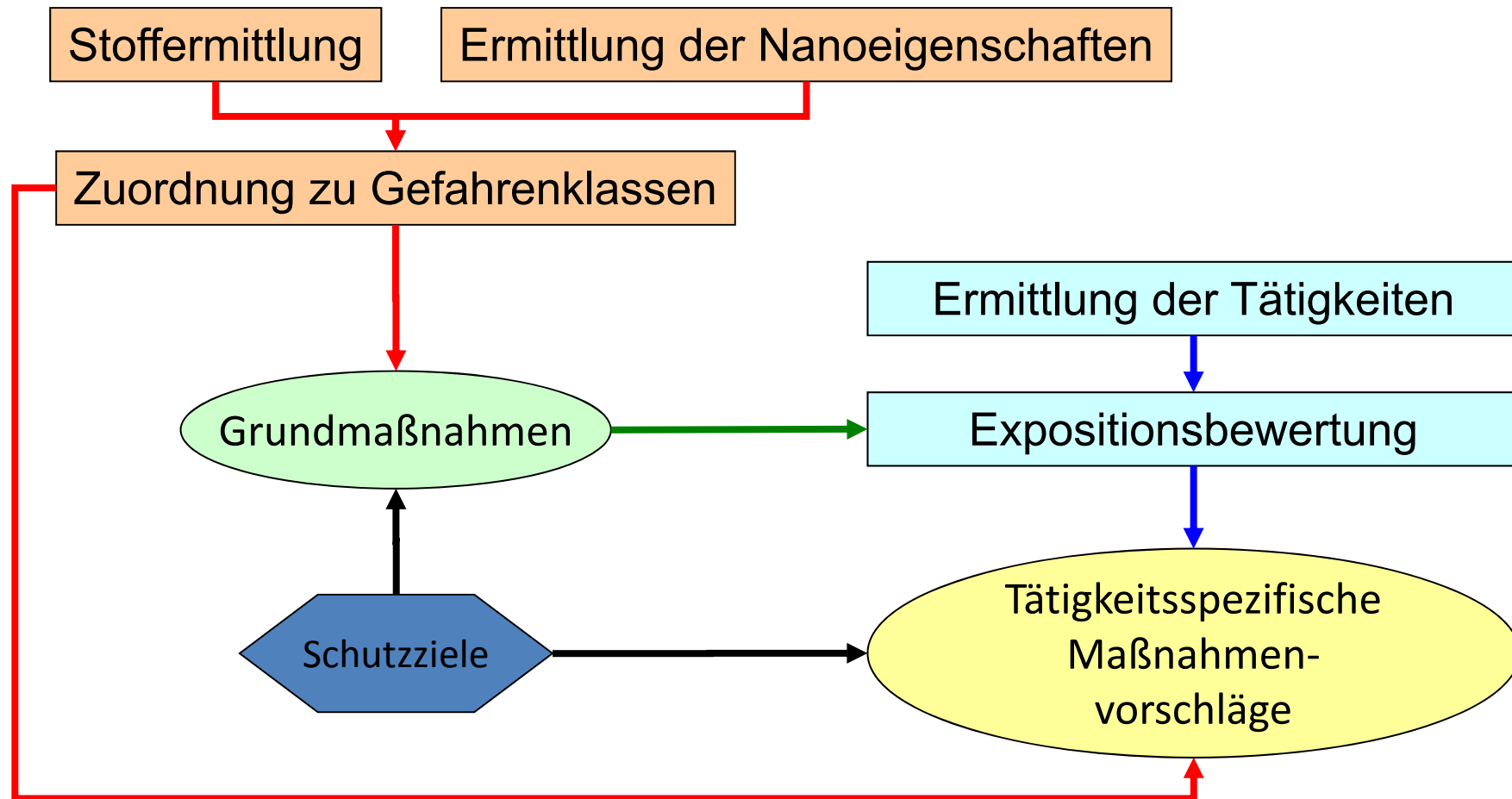
Expositionsbewertung

Tätigkeit	Bemerkungen	Art	Menge	Lunge	Haut	Oral
Umfüll- und Dosiervorgänge	Ohne Hilfsmittel	Pulver	Groß	3	3	3
Manuelle Misch- und Rührvorgänge	Mit Hilfsmitteln	Pulver	Klein	2	2	1
Reinigungsarbeiten bei größeren Kontaminationen	Behälterbruch, Verschütten	Suspension	Groß	0	3	1
Aufenthalt im Labor	Z.B. Führungen und Besichtigungen	Pulver, Suspension	Klein, groß	0	0	0

37 beschriebene Tätigkeiten

0: Keine Exposition; 1: geringe Exposition ist nicht auszuschließen;
2: Exposition ist anzunehmen; 3: Erhöhte Exposition möglich




Gefährdungsbeurteilung: Vorgehen 5



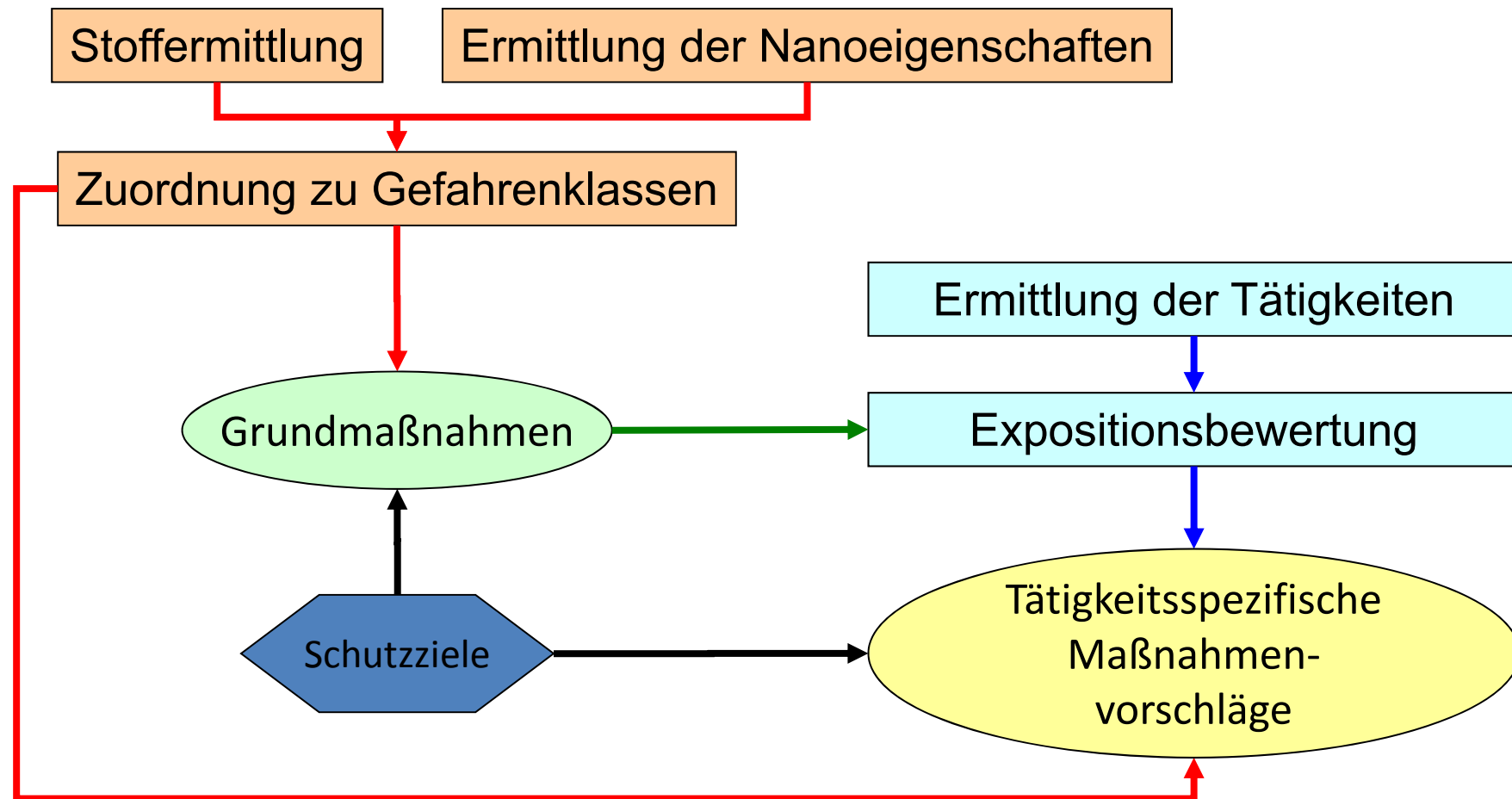
Tätigkeitsbezogene Schutzmaßnahmen (N=12)

	Schutzmaßnahme	Beschreibung/ Erklärung	Abk.	Vorschriften
T	Laborabzug	Empfohlenen: Faserfilter Filterklasse: Schwebstofffilter HEPA Filter der Klasse H10- H14 Empfohlen: H12 oder H13	TSM-1	BGR 121 (Grafiken und Definition) / TRGS 526 - 6.3.1 Abzüge
T	Absaugboxen mit Luftrückführung + Filter		TSM-2	TRGS 526 - 6.3.2 Absaugboxen mit Luftrückführung
P	Atemschutzfilter: Halbmasken mit P2-Filter oder partikelfiltrierenden Halbmasken FFP2	Durchlassgrade von Atemfiltern für Partikel < 670nm (nach Anzahl): FFP3, P3: 0,01 %, FFP2, P2: 0,2 %, FFP1, P1: 5,2 % (Pilotmessung - BGIA - 2001)	ASF-P2	TRGS 526 - 4.5.4 Atemschutz / BGR 190 Einsatz von Atemschutzgeräten (siehe DA Hr. Liegl)
P	Atemschutzfilter: Halbmasken mit P3 oder partikelfiltrierenden Halbmasken FFP3		ASF-P3	TRGS 526 - 4.5.4 Atemschutz / BGR 190 Einsatz von Atemschutzgeräten (siehe DA Hr. Liegl)
P	Schutzhandschuhe für normale Labortätigkeiten	Empfohlen: Nitril - Einweglaborschutz- handschuhe	SH-1	TRGS 401 - 6.4.2 Schutzhandschuhe / Leitfaden: Carbon Nanotubes (CNT) - MaVo CarNAK

Zuordnung tätigkeitsbezogener Schutzmaßnahmen

Anhang B.5 Tätigkeit	Aufnahmewege			Empfohlene Tätigkeitsspezifische SM			
	Lunge	Haut	Mage n-Darm	Nanopartikel-Gefahrklasse			
	inhalative Aufnahme	dermal Aufnahme	orale Aufnahme	A	B	C	D
 Umfüllvorgänge und Dosierungsvorgänge ohne Hilfsmittel	3	2	2	TSM-1 oder TSM-2, SH-1	TSM-1 oder TSM-2, SH-1	TSM-1, oder TSM-2, SH-1	TSM-1 oder TSM-2, SH-1
 Innerbetrieblicher Transport von geschlossenen Behältern	0	1	0	-	SH-1	SH-1	SH-1
 Abwiegevorgang ohne Zu- und Entnahme des Abwiegematerials (geschlossener Behälter)	0	1	0	-	SH-1	SH-1	SH-1

Gefährdungsbeurteilung: Überblick



Zusammenfassung

Unproblematisch	Kritische Tätigkeiten
Labortätigkeiten	Abwiegen
Arbeiten in Suspensionen	Reinigungsarbeiten an Reaktoren
Geschlossene Systeme	Instandhaltungsarbeiten
Gebundene Nanopartikel	Große Mengen Pulver

Mitarbeiter einbinden!

Problem: Zuordnung zu Gefahrenklassen

