

Struktur und Funktionalität der Nano-Expositionsdatenbank NECID (Nano and Contextual Information Database)

J. Pelzer

Zusammenfassung Die komplexe und noch in der Forschung befindliche Expositionsbewertung von Nanomaterialien an Arbeitsplätzen erfordert eine an diese Fragestellung angepasste Datenbank. Um möglichst bald aussagekräftige Statistiken erstellen zu können, bietet sich eine internationale Zusammenarbeit an. So vergrößert man den Datenpool bei gleichzeitig harmonisierter Messstrategie, Auswertung und Bewertung. Die internationale Expertise, die die Institute der Partnership for European Research in Occupational Safety and Health (PEROSH) in die Entwicklung der „Nano and Contextual Information Database“ (NECID) einbringen, sichert zusätzlich hohe Qualität und die Praxisnähe der Datenbank. Der aktuelle Stand der Datenbank NECID wird auch außerhalb der PEROSH-Group mit internationalen Experten, z. B. auf der NanOEH 2013 in Nagoya, diskutiert, um die positiven Effekte der Harmonisierung und des größeren Datenpools wenn möglich noch zu erweitern.

Structure and functionality of the Nano Exposure and Contextual Information Database (NECID)

Abstract Evaluation of exposure to nanomaterials at workplaces, which is complex and is still the subject of ongoing research, requires a suitably adapted database. Co-operation at international level would enable meaningful statistics to be generated as soon as possible. This would expand the pool of data and at the same time permit harmonization of the measurement strategy, assessment and evaluation. The international expertise contributed by the PEROSH institutes during development of the Nano Exposure and Contextual Information Database (NECID) also assures that the database is of high quality and is practice-relevant for OSH-research purpose. The current progress of the NECID database will also be discussed with international experts outside the PEROSH group, at NanOEH 2013 e.g., in order to increase the positive effects of a harmonization and the enlarged data pool if possible.

1 Einleitung

In der Forschung zur Arbeitssicherheit erfährt die Bewertung der Exposition gegenüber Nanomaterialien am Arbeitsplatz in den letzten Jahren immer größere Bedeutung. Grund sind die steigenden Mengen an produzierten und verarbeiteten Nanomaterialien und deren vielseitige Anwendungsmöglichkeiten. Dies führt auch zu einer größeren Anzahl von Beschäftigten, die potenziell exponiert sind. Zusätzlich stellt die Diversität der neuen Nanomaterialien eine Herausforderung an den Arbeitsschutz dar. Eindeutige Aussagen werden auch durch fehlende endgültige Definitionen zur Abgrenzung von Nanomaterialien gegenüber anderen feinkörnigen Stoffen erschwert. Diese offenen Punkte füh-

ren in der Messtechnik zu einer großen Vielfalt bei Arbeitsplatzmesswerten und deren Bewertung. So sind Ergebnisse stark abhängig vom Messbereich der verwendeten Geräte und dem jeweiligen physikalischen Detektionsprinzip [1]. Die unterschiedliche Metrik, d. h. unterschiedliche Messgrößen, schränkt die Vergleichbarkeit von Messungen ebenfalls ein. Eine Umrechnung zwischen Partikelanzahlkonzentration, Partikeloberflächenkonzentration oder Massenkonzentration ist nicht immer möglich und meistens mit großen Fehlern behaftet. Die Festlegung, welches die für den Arbeitsschutz relevante Messgröße ist, steht noch aus. Seit einigen Jahren gibt es nationale und internationale Ansätze, die Messstrategie zur Expositionsbestimmung gegenüber Nanomaterialien zu harmonisieren. Zu nennen sind hier auf nationaler Ebene der Leitfaden des Verbands der Chemischen Industrie (VCI) [2] und auf internationaler Ebene die „Global Measurement harmonization group“, die Workshops in Zeist 2010 [3], Boston 2011, Helsinki 2012 und Nagoya 2013 (geplant) organisierte.

Die für das EU-Projekt NANOSH im Zeitraum von 2006 bis 2009 durchgeführten Arbeitsplatzmessungen und deren Auswertungen zeigten den konkreten Bedarf für eine Harmonisierung nicht nur der Messstrategie, sondern auch der Auswertung und der Datenspeicherung [4]. Auf Initiative der Niederländischen Organisation für Angewandte Naturwissenschaftliche Forschung (TNO) und des Instituts für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) bildete sich deshalb im Anschluss an das NANOSH-Projekt eine Arbeitsgruppe aus Instituten der Partnership for European Research in Occupational Safety and Health (PEROSH), um eine internationale Expositionsdatenbank zu Nanomaterialien zu entwickeln und aufzubauen. Das IFA übernimmt neben der fachlichen Leitung des Projektes auch die Programmierung der Software sowie den Unterhalt und die Wartung der Datenbank. Eine harmonisierte und umfangreiche Datenerfassung während der Messung soll eine vielfältige Nutzung der Ergebnisse ermöglichen. Anwendungsfelder für NECID sind zum Beispiel die Expositionsbewertung und Expositionsmodellierung, die Gefahrenanalyse, epidemiologische Studien und die Beschreibung des Standes der Technik sowie nachfolgend ggf. die Ableitung von Grenzwerten oder Beurteilungsmaßstäben. Beginnend mit der Dokumentation der Messstrategie über eine ausführliche Erfassung der Umgebungsbedingungen und die Speicherung von Rohdaten der Messgeräte wird eine

Datenbank erzeugt, deren Vorteil in einer variablen Auswertbarkeit liegt. So können Messdaten nicht nur für die im Fokus dieser Messung liegende Fragestellung genutzt werden, sondern später auch aussagekräftige Resultate für andere Untersuchungen liefern. Generell wird eine Vergleichbarkeit aller Messungen angestrebt. Diese Variabilität stellt hohe Ansprüche an die Inhalte und die Struktur der Daten-

Dipl.-Ing. (FH) Johannes Pelzer,
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen
Unfallversicherung (IFA), Sankt Augustin.

The screenshot displays the NECID software interface for entering activity data. The main window is titled 'Activity' and contains several sections:

- Description:** Fields for Activity ID (1), Activity kind (MNP), Description activity (bagging of powder), Time start (09:00:00), Time stop (16:00:00), Activity duration (02:00:00), Total activity duration (4 hours), and Use of MNP (Commercial d-s-u of MNP).
- Classification:** Fields for Activity code (2.04.01), Handling and transfer of bulk manufactured nanomaterial powders, and Transfer of powders or granules.
- Physical state:** Fields for Physical state (solids) and Drop height.
- Work and process:** Fields for Distance source to (1 m) and Working pattern (Continuous).
- List of Activity:** A table with columns for Index, Activity kind, Activity code, Time start, and Time stop. It lists activities like 'Falling of powders or granules'.

 The left sidebar shows a tree structure of measurement series and linkage of activity relationship.

Bild 1. Screenshot der Datenbank NECID; dargestellt ist die Rubrik „Activity“.

bank. Eine einheitliche Standardauswertung der Rohdaten ist ebenfalls ein wichtiger Punkt für die Vergleichbarkeit von Messungen in einer Datenbank. Damit dies nicht zu Einschränkungen führt, ist es wichtig, auch auf zeitaufgelöste Rohdaten der Messgeräte zugreifen zu können sowie, dass diese mit einer ausreichenden Dokumentation für Verfügung stehen.

Der hohe messtechnische Aufwand, den eine Expositionsmessung von Nanomaterialien erfordert, führt dazu, dass die Anzahl der durchgeführten Messungen relativ gering ist. Für aussagekräftige statistische Auswertungen wird jedoch eine Mindestanzahl an Werten benötigt. Der Aufbau einer einheitlichen Datenbank in mehreren europäischen Instituten für Arbeitssicherheit vergrößert den für Auswertungen nutzbaren Datenpool erheblich und eine statistisch repräsentative Anzahl an Messergebnissen wird früher erreicht. Zusätzlich ist geplant, auch industriellen Partnern die gleiche Software und somit identische Datenstrukturen anzubieten, jedoch ohne eine gemeinsame Datenbank zu nutzen. So ist aufgrund der identischen Datenstruktur eine einfache Zusammenführung von Teildatensätzen im Rahmen eines Projektes oder einer speziellen Fragestellung möglich, ohne Fragen zum Thema Datensicherheit und Vertraulichkeit von Daten im Vorhinein behandeln zu müssen.

2 Inhalte

Um Messdaten möglichst vielseitig nutzen zu können, wird die inhaltliche Struktur der Datenbank variabel gehalten. Im Zentrum dieser Struktur steht die Tätigkeit oder auch Aktivität, die zu einer Exposition führt. Aktivitäten mit Nanomaterialien werden häufig nur über eine geringe Dauer und nicht immer in Anwesenheit ein und derselben Person durchgeführt. Langzeitige Expositionsmessungen sind so für eine Bewertung der Tätigkeit ungeeignet. Somit scheint die Aktivität das bessere Merkmal für die Datenerhebung einer Expositionsdatenbank für Nanomaterialien zu sein. Dies erfordert eine andere Datensatzstruktur als „traditionelle“ Expositionsdatenbanken. Für die Berechnung der Exposition

muss die Anwesenheit aller am Prozess beteiligten Beschäftigten zeitaufgelöst dokumentiert werden. Auch alle anderen zeitlich veränderbaren Informationen werden auf eigenen Zeitachsen gespeichert. Zusätzlich sind so auch Emissionsdaten beispielsweise für Simulationszwecke ableitbar. Eine offen gestaltete Verknüpfungsfunktion lässt hierbei auch die Expositionsberechnung zu einer Person an verschiedenen Arbeitsplätzen – sprich bei unterschiedlichen Tätigkeiten – zu, wenn die entsprechenden zeitaufgelösten Daten erfasst wurden.

Neben der Aktivität ist die Datenbank in folgende inhaltliche Gebiete aufgeteilt (Bild 1). Unter der Rubrik Firma/Betriebsgelände (premises) werden Daten zum Standort, an dem die Messung durchgeführt wird, aufgenommen. Die untergeordneten Rubriken Arbeitsplatz/Arbeitsumgebung (loca-

tion) und Mitarbeiter (worker) enthalten detaillierte Informationen zu technischen Anlage, Schutzmaßnahmen bzw. Schutzausrüstung und Ausbildung. Alle Informationen zu den eingesetzten Materialien können in einer eigenen Rubrik (material) gespeichert werden. Die eigentlichen Informationen zur Messung werden in zwei Rubriken aufgeteilt. Messwerttabellen können im Gegensatz zu bestehenden Expositionsdatenbanken als zeitaufgelöste Rohdaten in einer Datei unter „Import raw data“ gespeichert werden. Alle weiteren Informationen, wie verwendete Messgeräte, Zeiten usw. werden unter Proben-Informationen (sample information) abgelegt.

Die breit gefächerte Struktur mit vielen Rubriken auf einer Ebene ermöglicht es dem Nutzer, Daten sofort dann einzugeben, wenn sie anfallen. Diese „freie“ Eingabe erfordert im Vergleich zu einer durch die Software „geführten“ Eingabe ein erhöhtes Maß an Schulungen, da der Nutzer sonst mit den vielen Möglichkeiten schnell überfordert ist. Mehrfache Verknüpfungsmöglichkeiten der Daten ersparen das wiederholte Eingeben derselben Information. Vier Verknüpfungsbildschirme stehen zu Verfügung. Diese ermöglichen die Verknüpfung der Aktivität mit allen anderen Rubriken. Beispielsweise kann ein verwendetes Material einer oder mehreren Aktivitäten zugeordnet werden. Exemplarisch zeigt Bild 1 den Eingabebildschirm der Rubrik „Activity“ mit dem Rubrikenbaum und der Liste der Verknüpfungen auf der linken Seite.

3 Struktur

Um zu vermeiden, dass Informationen während der Messung nicht festgehalten werden oder Fehler bei der Übertragung von Daten, z. B. vom Messprotokoll in eine Datenbank, auftreten, wurde für NECID ein Datenerfassungsmodul programmiert. Dieses Modul unterstützt den Benutzer bei einer vollständigen Eingabe. Es kann vor, während und nach einer Messung verwendet werden, um alle vorhandenen Daten zu erfassen. Ein zweites Modul (noch in Planung) soll die nachträglich im Labor durchgeführten Analysenarbeiten doku-

mentieren und deren Ergebnisse erfassen. Daten aus Arbeitsplatzmessungen können vertrauliche Informationen enthalten. Dies können Betriebsgeheimnisse (z. B. Materialinformationen oder Prozessdaten) sein, aber auch Personendaten. Bevor die Daten zentral gespeichert werden können, müssen personen- oder betriebs-spezifische Daten anonymisiert werden. Um dies zu gewährleisten, werden die Daten zunächst lokal gespeichert, um danach eine Plausibilitätsprüfung zu durchlaufen und eine Freigabe für einen Datentransfer zu erlangen. In einem weiteren Schritt werden die Daten, die während der Messung erhoben wurden, mit den Analysendaten des Labors auf ein System zusammengeführt. Nach einer weiteren Plausibilitäts- und Vollständigkeitsprüfung kann dieser Datensatz einer Messung in der zentralen Datenbank gespeichert werden. Durch diese mehrstufige Struktur kann NECID auch für Daten, die gar nicht oder noch nicht auf einem zentralen Server gespeichert werden dürfen, verwendet werden und der Nutzer muss für solche Daten nicht auf andere Softwarelösungen ausweichen. Die Struktur ist in **Bild 2** dargestellt.

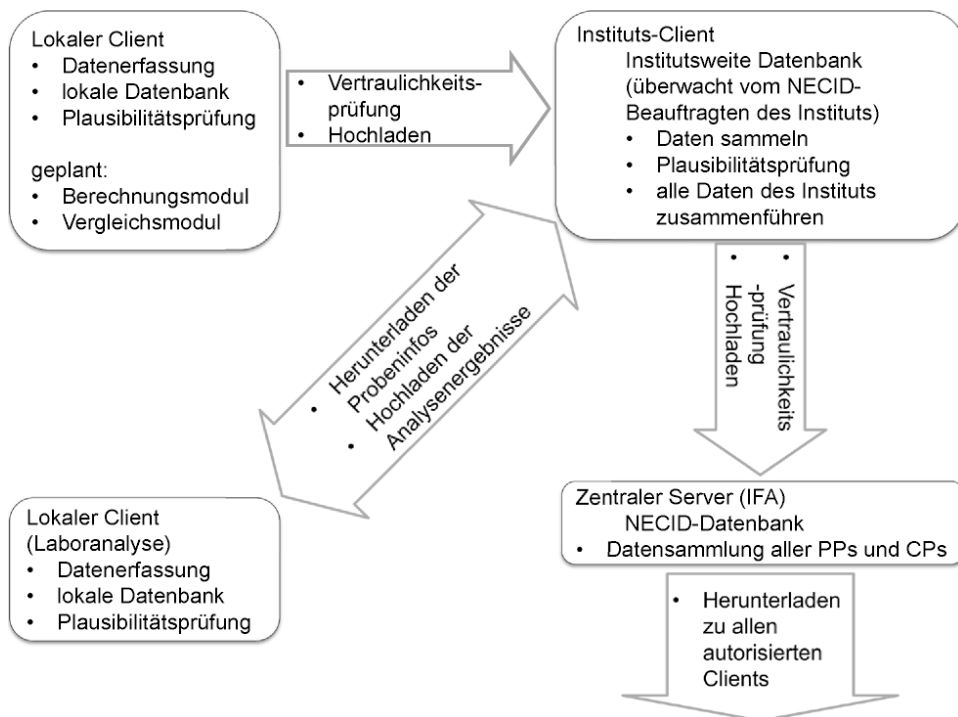


Bild 2. Struktur der für NECID nutzbaren lokalen (Client) und zentralen (Server) Systeme.
 PP: Projektpartner, CP: Kooperationspartner

4 Weitere (geplante) Funktionen und Herausforderungen

Ein Berechnungstool (Calculation tool) soll sowohl Standardwerte für vorgegebene Zeiträume (z. B. 15-Minuten-Mittelwert oder Schichtmittelwert) als auch statistische Werte beliebiger Zeiträume berechnen. Im Vergleichstool (Comparison tool) können diese Werte oder auch ganze Zeitreihen von Messwerten statistisch verglichen werden. Dies ist besonders bei Partikelanzahlmessungen notwendig, da dieser Messwert stoffunspezifisch ist und häufig von einem hohen Hintergrund dominiert wird. Das Vergleichstool kann dann ermitteln, ob es einen signifikanten Unterschied zwischen Hintergrund und Expositionsmessung gibt. Die für diese statistischen Vergleiche benötigten Verfahren sind erst teilweise definiert und müssen in der Testphase der Datenbank noch auf Anwendbarkeit erprobt werden [5]. Diese Funktionen in die Datenbanksoftware zu integrieren hat den Vorteil, dass für die Berechnungen alle Daten und Verknüpfungen genutzt werden können. Zusätzliche Export- oder Kopiervorgänge können so vermieden werden. Neben den fachlichen Herausforderungen, eine so umfangreiche Datenbank zu erstellen, erweisen sich besonders auch die rechtlichen Fragestellungen als zeitintensiv. Dazu zählen besonders der Datenschutz- und die Datensicherheitsvorgaben, die von allen Partnern erfüllt werden müssen.

Literatur

- [1] Pelzer, J.; Bischof, O.; van den Brink, W.; Fierz, M.; Gnewuch, H.; Isherwood, H.; Kasper, M.; Knecht, A.; Krinke, T.; Zerrath, A.: Geräte zur Messung der Anzahlkonzentration von Nanopartikeln – Aktueller Überblick über die Messtechnik. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 70 (2010) Nr. 11/12, S. 469-477.
- [2] Ein mehrstufiger Ansatz zur Expositionsermittlung und -bewertung nanoskaliger Aerosole am Arbeitsplatz. VCI-Leitfaden. Hrsg.: Verband der chemischen Industrie. Frankfurt am Main 2012. www.vci.de/Services/Leitfaeden/Seiten/Expositions-ermittlung-und-bewertung-nanoskaliger-Aerosole.aspx#
- [3] Brouwer, D.; Berges, M.; Virji, M.A.; Fransman, W.; Bello, D.; Hodson, L.; Gabriel, S.; Tielemans, E.: Harmonization of measurement strategies for exposure to manufactured nano-objects; Report of a workshop. Ann. Occup. Hyg. 56 (2012) Nr. 1, S. 1-9.
- [4] Brouwer, D.; van Duuren-Stuurman, B.; Berges, M.; Jankowska, E.; Bard, D.; Mark, D.: From workplace air measurement results toward estimates of exposure? Development of a strategy to assess exposure to manufactured nano-objects. J. Nanopart. Res. 11 (2009) Nr. 8, S. 1867-1881.
- [5] Klein Entink, R. H.; Fransman, W.; Brouwer, D. H.: How to statistically analyze nano exposure measurement results: using an ARIMA time series approach. J. Nanopart. Res. 2011 DOI 10.1007/s11051-011-0610-x