

# Expositionsdatenbanken in Europa: Vergleichsmöglichkeiten von Meßergebnissen zu Gefahrstoffen am Arbeitsplatz

Die „European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions“ in Dublin, eine wissenschaftliche Einrichtung des Europarates, unterstützt im Rahmen eines Programmes „Monitoring the Work Environment“ seit 1990 Forschungsprojekte eines Netzwerkes europäischer Produkt- und Expositionsdatenbanken zu Gefahrstoffen. Ausgehend von einem Workshop einer im Herbst 1992 in Dublin durchgeführten Konferenz etablierte sich eine Arbeitsgruppe von Vertretern von Expositionsdatenbanken des dänischen Arbeitsschutzinstitutes AMI, des französischen INRS, des britischen HSE, des norwegischen Arbeitsschutzinstitutes und des Berufsgenossenschaftlichen Institutes für Arbeitssicherheit – BIA. Eines der Ergebnisse des Workshops war, daß Expositionsmeßergebnisse der einzelnen nationalen Datenbanken nicht ohne weiteres direkt miteinander vergleichbar sind. Gründe hierfür sind unterschiedliche Meßstrategien, Bewertungsverfahren und Zuordnungskategorien (Schlüssel-systeme) zu Arbeitsbereichen und Arbeitsverfahren. Die „European Foundation“ förderte auf Vorschlag der genannten Arbeitsgruppe ein Projekt, in dem zunächst exemplarisch an dem Stoff Xylol die Unterschiede zwischen den Expositionsmeßergebnissen der beteiligten Datenbanken beschrieben und Kriterien und Möglichkeiten für eine Vergleichbarkeit erarbeitet werden sollten, dessen Abschlußbericht vorliegt [1]. Diese Fragestellung ist vor folgendem Hintergrund von besonderem Interesse:

- Die EU-Kommission greift bei der Aufstellung europäischer Gefahrstoffgrenzwerte auf vorhandene Expositionsmeßwerte zurück [2].
- Die Bedeutung epidemiologischer Studien nimmt zu; hierzu muß die Vergleichbarkeit der Expositionsbeurteilung über Ländergrenzen hinweg verbessert werden.

Die Generaldirektion V der EU konstatierte auf einem Meeting „Verbesserung der Qualität von Daten zur beruflichen Exposition“ im Juni 1994 eine erhebliche Relevanz dieses Projektes, um valide und allseits akzeptierte Daten als

Grundlage für europäische Grenzwerte sowie für Risikoanalysen im Rahmen des Altstoffprogrammes zu erhalten.

## Pilotprojekt Xylol

Als Stoff für ein erstes als Pilotstudie konzipiertes Projekt wurde der Gefahrstoff Xylol ausgewählt, der u.a. als Lösemittel in Farben Verwendung findet. Gründe für die Auswahl waren,

- daß bei den beteiligten Datenbanken ausreichend Meßwerte vorhanden sind
- und daß mögliche länderspezifische Unterschiede in den Arbeitsverfahren als Ursache für die zu erwartenden Unterschiede in den Meßergebnissen weniger von Bedeutung sind, so daß die erwarteten Unterschiede vermutlich weitgehend die unterschiedlichen Meßstrategien und Beurteilungsverfahren widerspiegeln.

Der Projektvorschlag wurde von der „European Foundation“ akzeptiert, so daß unter Federführung des dänischen AMI im Frühjahr 1993 das Projekt gestartet werden konnte. Inzwischen ist es abgeschlossen, ein gemeinsamer Bericht der beteiligten Institutionen liegt vor [1].

## Ergebnis des Pilotprojektes

1. *Vergleichbarkeit von Meßergebnissen.* Von den Beteiligten wurden insgesamt 15 700 Meßergebnisse zu Xylol in das Projekt aus einem Erhebungszeitraum zwischen 1981 und 1993 eingebracht (Anteile der beteiligten Länder s. Tabelle 1, 1. Spalte „n“), und zwar Schichtmittelwerte bzw. solche Meßergebnisse, die als repräsentativ für eine Expositionszeit von acht Stunden anzusehen sind. Einbezogen sind Meßergebnisse von personengetragener, personenbezogener oder stationärer Probenahme. Probenahmegeräte waren Aktivkohleröhrchen und Diffusionssammler. Aus Gründen des Datenschutzes und der Vertraulichkeit wurden die Meßergebnisse lediglich in normierter Form ausgewertet und dargestellt. Die Datenkollektive wurden ferner unterteilt in die Untergruppen

**Tabelle 1.** Vergleich zwischen normierten Expositionshöhen von Xylol für Schichtmittelwerte (Expositionszeit acht Stunden) für alle Messungen (insgesamt), holzbearbeitende Industrie, Spritzen/Lackieren, Spritzen/Lackieren in holzbearbeitender Industrie (S in H)

Xylol	insgesamt			holzbearbeitende Industrie			Spritzen/Lackieren			S in H			Jahr	
	GM		GSD	n	GM		GSD	n	GM		GSD	n		
	% b	% a	% b		% a	% b			% a					
DK		100	5,9	1039	84	5,3	544	192	4,8	300	105	4,2	148	1983-1989
N		100	6,0	2219	104	5,4	244	278	5,7	471	126	6,4	103	1985-1992
						34				92		42		
F		100	6,5	1516	44	5,5	242	105	10	133	37	4,7	46	1987-1993
						30				72		26		
D		100	7,0	10197	85	4,9	1928	117	5,3	2702	89	3,9	924	1981-1993
						66				91		69		
GB*Beruf		100	7,4	771	139	7,8	57	185	7,8	164	-	-	-	1985-1992
Arbeits-		105			-	146		220	194	7,4	106	-	-	
verfahren		-							231					

Insgesamt alle Xylol-Werte in den Datenbanken; GM=geometrischer Mittelwert der normierten Konzentrationen; GSD=geometrische Standardabweichung; n=Anzahl der Meßergebnisse; % a=Prozent von DK (jeweiliges Kollektiv); % b=Prozent von eigenem GM (insgesamt); \*=Probenahmedauer=Schicht (acht Stunden)

- alle Messungen,
- Messungen in der Branche Holzbearbeitung,
- Messungen beim Arbeitsverfahren Spritzen und Lackieren,
- Messungen beim Verfahren Spritzen und Lackieren in der holzbearbeitenden Industrie.

Die Unterteilung in Teilkollektive erfolgte um zu prüfen, wie sich eine Einengung der expositionsrelevanten Randbedingungen wie Arbeitsverfahren und Industriezweig in den Werteverteilungen der Datenkollektive niederschlagen, und zwar einmal innerhalb eines Landes und zum zweiten zwischen den Ländern.

Die Ergebnisse dieses statistischen Vergleiches sind in Tabelle 1 dargestellt. Als in erster Näherung beste Parameter zur Beschreibung der Werteverteilung wurden der geometrische Mittelwert GM bzw. die geometrische Standardabweichung GSD ausgewählt, da die Meßergebnisse lognormal verteilt sind.

Zunächst sollen die statistischen Kenndaten zwischen den verschiedenen Datenbanken verglichen werden (Spalten „% a“ in Tabelle 1): Die geometrischen Mittelwerte (GM) zwischen den Kollektiven aller Messungen zeigen relativ geringe Unterschiede. Nur die norwegischen Zahlen liegen deutlich niedriger als die übrigen; die Ursache hierfür könnte im analytischen Verfahren oder auch in der längeren Probenahmedauer liegen.

Zur Bewertung der Unterschiede sind die generell großen geometrischen Standardabweichungen (GSD) zu berücksichtigen. Ein exakter Signifikanztest auf die Unterschiede konnte zwar nicht durchgeführt werden, jedoch erlauben die geometrischen Standardabweichungen eine Abschätzung, daß die Unterschiede der geometrischen Mittelwerte zwischen Deutschland, Frankreich, Großbritannien und Dänemark nicht signifikant sind. Unter Berücksichtigung der geometrischen Standardabweichungen finden sich „signifikante“ Unterschiede der geometrischen Mittelwerte nur bei den Datenkollektiven Spritzen und Lackieren in der holzbearbeitenden Industrie, wo die französischen niedriger sind als die übrigen Ergebnisse.

Ein Vergleich zwischen den Teilkollektiven der einzelnen Datenbanken (Spalten „% b“ in Tabelle 1) zeigt folgendes:

Für die Teil-Datenkollektive gegenüber dem Gesamtkollektiv wären niedrigere GSD, d.h. eine geringere Variationsbreite der Daten zu erwarten. Dies ist jedoch nur bei der dänischen und deutschen Datenbank zu beobachten.

Deutlichere Unterschiede zeigen sich insbesondere in der Untermenge der Messungen aus der holzbearbeitenden Industrie und den Messungen beim Spritzen und Lackieren: Die Meßergebnisse aus der französischen Datenbank sind für die holzbearbeitende Industrie wesentlich niedriger als für das Gesamtkollektiv, während bei den anderen Ländern beide Datenkollektive in etwa auf demselben Level liegen.

Die Messungen beim Spritzen und Lackieren sind deutlich erhöht gegenüber dem Gesamtkollektiv, ausgenommen für Frankreich und Deutschland.

Die Ergebnisse beim Spritzen und Lackieren in der holzverarbeitenden Industrie sind niedriger als Spritzen und Lackieren insgesamt, aber insgesamt auf etwa demselben Level wie die Messungen in der Holzverarbeitenden Industrie insgesamt.

Folgendes Resümee kann für die Vergleichbarkeit der Meßergebnisse im Rahmen des Projektes gezogen werden:

Der Vergleich der jeweiligen Unterschiede der Länder-Teilkollektive zwischen den Ländern zeigt, daß die Werte vergleichbar sind, d.h. keine Größenordnungen auseinanderliegen und in den Teilkollektiven ähnliche Trends zeigen. Je-

doch sind für eine weitergehende Interpretation der Unterschiede die Einbeziehung weiterer statistischer Parameter sowie eine valide Signifikanzbestimmung der Unterschiede erforderlich. Es kann derzeit nicht geschlossen werden, daß die Werteunterschiede reale Unterschiede der Expositionssituation in den einzelnen Ländern widerspiegeln.

2. *Repräsentativität der Meßergebnisse.* Eine weitere Frage war, inwieweit sich Meßdaten, die i.d.R. im Rahmen einer Überwachungstätigkeit gewonnen werden und somit vermutlich gehäuft Arbeitsplätze mit erhöhten Expositionen widerspiegeln, von repräsentativen Daten (für die gesamte Situation in einer Branche oder bei einem Arbeitsverfahren) unterscheiden, wobei die Meßorte nach einem Zufallsverfahren ausgewählt werden.

Innerhalb der dänischen Datenbank bestand die Möglichkeit, zwei entsprechende Datenkollektive miteinander zu vergleichen. Das Resultat war, daß der geometrische Mittelwert der „Überwachungsmessungen“ um das ca. 4,5fache über dem für „repräsentative“ Messungen lag [4]. Eine Reihe von Autoren hat sich bereits in der Vergangenheit mit Fragen der Repräsentativität und Variabilität von Expositionsmessungen auseinandergesetzt [5, 6, 7].

3. *„Kern-Informationen“:* Neben den Meßergebnissen selbst wurden die Informationen verglichen, die die zur jeweiligen Messung gehörigen Arbeitsplatz- und Probenahmeverhältnisse beschrieben. Eine entsprechende Vergleichsmatrix (Tabelle 2) zeigt, daß diese Parameter in unterschiedli-

**Tabelle 2.** Vergleichstabelle der „Betriebs- und Probenahmeparameter“ (Information ×: Pflichtangabe, (×): keine Pflichtangabe, ○: nicht vorhanden)

Datenbank/Land	DK	N	F	D	UK
<i>Betrieb</i>					
Name und Adresse des Betriebes	×	×	×	×	×
Branche	×	×	×	×	×
Firmennummer	×	×	×	×	×
Gesamtzahl der Beschäftigten	○	○	○	○	○
<i>Arbeitsplatzbeschreibung</i>					
Branche	×	×	○	×	×
Arbeitsbereich	×	×	×	×	×
Arbeitsbereich/Details	○	×	○	(×)	○
individueller Arbeitsbereich/Code	○	○	○	(×)	○
Anzahl der Arbeitenden	○	○	×	(×)	○
Anzahl der Exponierten	×	○	×	×	×
Atemschutz wird eingesetzt	×	×	×	(×)	×
Emissionsquellen	○	×	×	(×)	×
Tätigkeit/Beruf	×	×	○	×	×
Identifikation der „gemessenen“ Personen	×	×	×	(×)	×
<i>Beschreibung des Raumes</i>					
Raum/Art	○	○	×	×	×
Raum/Ausmaße	○	○	×	×	○
Raum/offen - geschlossen	×	○	×	×	○
freie Lüftung	×	○	×	×	○
mechanische Lüftung	×	○	×	×	○
Klimaanlage	○	○	×	×	○
Absaugung	×	○	×	×	×
Frischluftzufuhr	○	○	×	×	○

Tabelle 2 (Fortsetzung)

Datenbank/Land	DK	N	F	D	UK
Wärmerückgewinnung	○	○	○	(×)	○
Luftfeuchte/-druck	×	○	○	(×)	○
Innentemperatur	×	○	×	×	○
Außentemperatur	×	○	○	×	○
Wetter	×	○	×	(×)	○
Wind-Richtung-Stärke	×	○	○	(×)	○
Konzentrationsüberwachung	○	○	○	(×)	○
<i>Arbeitsverfahren</i>					
Arbeitsverfahren/Name	○	○	○	(×)	○
Arbeitsverfahren/Durchsatz	○	○	○	(×)	○
Arbeitsverfahren/Verarbeitungstemperatur	○	○	○	(×)	○
Maschine/Hersteller	○	○	○	(×)	○
Maschine/Baujahr	○	○	○	(×)	○
Maschine/Anzahl am Arbeitsplatz	○	○	○	(×)	○
Arbeitsweise	○	○	○	(×)	×
Schichten pro Tag	○	○	○	(×)	○
<i>Arbeitsmaterial</i>					
Stoffgruppe/Produktgruppe	○	○	○	(×)	○
Handelsname	×	○	○	×	○
Hersteller/Name	○	○	○	(×)	○
Hersteller/Adresse	○	○	○	(×)	○
Verarbeitungsmenge	○	○	○	×	○
Inhaltsstoffe	○	○	○	×	○
Aggregatzustand	○	○	○	(×)	○
Hautschutz erforderlich	○	○	○	(×)	○
R-Sätze	○	○	○	(×)	○
Nummer des Sicherheitsdatenblattes	○	○	○	(×)	○
<i>Probenahme-Bedingungen</i>					
Gründe für die Messung repräsentative	×	×	×	×	×
Messung	×	×	×	×	×
Datum der Probenahme	×	×	×	×	×
Zeit der Probenahme	×	○	×	×	×
Dauer der Probenahme	×	×	×	×	×
Probenahme stationär oder personenbezogen	×	×	×	×	×
Expositionsdauer	×	×	×	×	×
Probenahmeverfahren	×	×	×	×	×
Probenträgerart	×	×	×	×	×
Luftvolumenstrom	×	×	×	×	×
<i>Analytische Bedingungen</i>					
Analytische Methode	×	×	×	×	×
CAS-Nummer/Stoff	×	×	×	×	×
Ergebnis	×	×	×	×	×

chem Umfang erhoben werden. Aus dieser Parameterliste sollen sogenannte „Kern-Informationen“ definiert werden, die mindestens erhoben werden müssen, um einen Vergleich der Meßergebnisse zu ermöglichen.

Bei einem Großteil der erhobenen Parameter handelt es sich um „administrative“ Informationen, die hauptsächlich dazu dienen, einen Meßbericht zu erstellen und entsprechende Maßnahmen zu ergreifen und anzuordnen. Für statistische Vergleiche sind dagegen nur wenige Betriebs- und Probenahmedaten essentiell:

- die Expositionszeit, für die der Meßwert repräsentativ ist (z.B. für eine Schicht von acht Stunden),
- die Zuordnung des Meßwertes zu einem Arbeitsbereich bzw. Arbeitsverfahren,
- das Probenahme- und Analysenverfahren.

Eine europäische Norm für eine einheitliche Meßstrategie liegt inzwischen vor [3], die jedoch noch ergänzt werden muß durch eine Empfehlung eines gemeinsamen Meßprotokolls, nach dem künftig Messungen im europäischen Raum dokumentiert werden könnten.

#### Geplante Arbeiten

In ihrem Abschlußbericht empfiehlt die Arbeitsgruppe, das Projekt fortzusetzen

- mit einer vertiefenden Analyse der Xylol-Daten,
- und einigen weiteren Stoffen mit möglichst verfahrensspezifischer Verwendung.

#### Literatur

1. **Vinzents, P.; Carton, B.; Fjeldstad, P.; Rajan, B.; Stamm, R.:** Exposure Registers in Europe. Extraction of core information and possibilities for comparison between European databases for occupational air pollutant measurements. European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions, Dublin (Hrsg.) Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg 1994
2. **Smith, M.H.P.; Glass, D.C.:** The Availability of Occupational Exposure Data in the European Communities. EUR 14 378 EN. Commission of the European Communities, Luxembourg 1992
3. **European Standardization Committee (CEN):** Workplace atmospheres - Guidance for the assessment of exposure to chemical agents for comparison with limit values and measurement strategy. EN 689. Brussels 1994
4. **Vinzents, P.; Laursen, B.:** A National Cross-sectional study of the Working Environments in the Danish Wood and Furniture Industry - Air Pollution and Noise. Ann. Occupat. Hyg. 37 (1993) Nr. 1, S. 25-34
5. **Rappaport, S.M.:** Assessment of long-term exposure to toxic substances in air. Ann. Occupat. Hyg. 35 (1991) Nr. 1, S. 61-121
6. **Heederik, D.; Hurley, E.:** Occupational exposure assessment: Investigating why exposure measurements vary. Appl. Occupat. Environm. Hyg. 9 (1993) Nr. 1, S. 71-73
7. **Rappaport, S.M.; Kromhout, H.; Symanski, E.:** Variation of exposure between workers in homogeneous exposure groups. Amer. Ind. Hyg. Assoc. J. 54 (1993) Nr. 11, S. 654-662

B. Carton, P. Fjeldstad, B. Rajan, R. Stamm, M. Stückrath, P. Vinzents