

## Ermittlung und Aufbereitung der Daten

Auszug aus

Alker M.; Gielen H.-G.; Sonnenschein G.; Pflaumbaum, W.:

Aufbereitung von Arbeitsplatzdaten. BArbBl. (2000) Nr. 1, S. 14 - 16

(redaktionelle Anpassungen kursiv bzw. geklammert)

Die an die Daten zu stellenden Qualitätsanforderungen sind nach Einschätzung des Unterausschusses V erfüllt, wenn deren Ermittlung entsprechend den Vorgaben der TRGS 402 (~~f5~~) erfolgt ist. Es wird davon ausgegangen, dass eine Protokollierung der Vorgehensweise vorliegt. Aus dem verfügbaren Datenmaterial werden die wesentlichen Informationen zusammengeführt, die eine Beurteilung der technischen Gegebenheiten ermöglichen. Für die Ableitung von Luftgrenzwerten zieht der AGS (~~UA-V~~) in der Regel Schichtmittelwerte (8-h-Bezug) heran. An zahlreichen Arbeitsplätzen sind die Arbeitnehmer jedoch nicht acht Stunden gegenüber Gefahrstoffen exponiert. Bei kürzeren Expositionszeiten ist entsprechend der TRGS 402 der Messwert auf den Schichtmittelwert umzurechnen (siehe Beispiel 1). Die Ermittlung des Überschreitungsfaktors erfolgt auf der Basis von Kurzzeitmessungen (15-min-Basis). Messungen sollten soweit möglich personengetragen durchgeführt werden. Hinweise über Art und Umfang der benötigten Daten geben nachfolgend angeführte Stichwörter. Darüber hinausgehende Angaben, die den Entscheidungsprozess stützen (z. B. arbeitsmedizinische Erkenntnisse soweit diese vorliegen), können sehr wertvoll sein.

Daten zur Ermittlung und Beurteilung der technischen Gegebenheiten bei der Festsetzung des (~~Luft~~)Arbeitsplatzgrenzwertes nach TRGS 900:

1. Berichterstatter (Name, Datum)
2. Gefahrstoff (chemische Bezeichnung, CAS-Nr.)
3. Wirtschaftsbereich/Industriezweig, Verwendung/Entstehung/Herstellung
4. Angaben zu dem(n) Arbeitsbereich(en)
  - 4.1 Anzahl der betroffenen Arbeitnehmer ... ständig ... gelegentlich (insbesondere dann, wenn ein kritischer Bereich im Rahmen der Grenzwertsetzung aufgrund der technischen Gegebenheiten gesondert bewertet werden muss)
  - 4.2 Anlieferung und Verpackung (bei Zubereitungen: Angabe über den Massengehalt des Stoffes)
  - 4.3 Verfahren (im Text müssen die technischen Gegebenheiten erkennbar werden)
    - Verfahrensablauf (z. B. kontinuierlich)
    - Art der Anlage (z. B. Freianlage)
    - Entsorgung und Reinigungsvorgänge
  - 4.4 Expositionsrelevante Tätigkeiten (Dauer, Häufigkeit in der Schicht) mit Angabe der Emissionsspitzen (wo, wann, wie lange)
  - 4.5 Ersatzmöglichkeiten

- Stoffe
  - Verfahren
- 4.6 Schutzmaßnahmen
- technisch (z. B. geschlossenes System, Anlage in besonderem Raum, Lüftungsverhältnisse, Raumtemperatur)
  - organisatorische Maßnahmen
  - persönlich (insbesondere Angabe, welche Tätigkeiten unter Atemschutz erfasst wurden)
5. Angaben zu der (den) Messung(en)
- 5.1 Messplanung (Art, Dauer der Messung(en), bei mehreren Messungen: Zahl der untersuchten Schichten usw.)
- 5.2 Verwendetes Messverfahren (bei publizierten Verfahren genügt die Quellenangabe); Abweichungen vom Standardverfahren
- Witterungsverhältnisse bei den Messungen, notwendig nur bei offenen und halboffenen Arbeitsplätzen (z. B. Luftgeschwindigkeit, Temperatur)
- 5.3 Messwerte/Messergebnisse (nach Möglichkeit personengetragen erhoben).
- [Bei einzelnen Arbeitsplätzen tabellarische Form wählen mit folgenden Angaben: Lfd. Nr./Messdatum/Messzeit/Expositionszeit (h/min)/p/o/ Messwerte (mg/m<sup>3</sup>)/Messergebnisse (8-h-Bezug, mg/m<sup>3</sup>) oder Kurzzeitmessergebnisse (15-Minuten-Basis); p = an der Person, o = ortsfest]. Der Messwert spiegelt den im Arbeitsbereich erreichten Stand der Technik wider, während das Messergebnis die Expositionszeit mit berücksichtigt.
- Bei den Messungen hinsichtlich des Standes der Technik ist unberücksichtigt zu lassen, ob Atemschutz vorgesehen ist. Dies ist unbedingt zu beachten, wenn Messdaten aus dem Kontrollmessplan angegeben werden.
6. Statistische Aufbereitung der Messergebnisse (kann durchgeführt werden, wenn Messergebnisse von gleichen oder vergleichbaren Arbeitsplätzen vorliegen); ab mindestens sechs Werten Angaben von kleinstem Wert, größtem Wert und Medianwert; ab mindestens 20 Werten Angabe von Perzentilwerten 75 %, 90 %, 95 %<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Der Perzentilwert gibt an, welcher Konzentrationswert von x % aller Messergebnisse unterschritten oder erreicht wird. Für den 90-Perzentilwert heißt dies, dass 90 % aller Konzentrationswerte unterhalb, die restlichen 10 % oberhalb dieser Schwelle liegen. Für die Berechnung werden die Werte der Größe nach geordnet ( $n_1, n_2, \dots, n_n$ ) und das 90-Perzentil nach folgender Anweisung aufgesucht:

$$Z = n \cdot \frac{90}{100}$$

Beispiel: Für  $n = 21$  ergibt sich für  $Z$  ein Wert von 18,9. Dies bedeutet, dass sich der 90-Perzentilwert zwischen dem 18. und 19. Wert befindet. Bildet man nun die Differenz zwischen dem 18. und 19. Wert, multipliziert diese mit dem Faktor 0,9, dann erhält man den Betrag, der zu dem 18. Wert hinzuaddiert werden muss. Mit  $n_{18} = 2,7$  und  $n_{19} = 3,5$  ergibt sich beispielsweise:

$$\Delta = 3,5 - 2,7 = 0,8$$

$$\Delta \cdot 0,9 = 0,72$$

Das 90-Perzentil liegt somit bei  $2,7 + 0,72 = 3,42$

## Statistische Aufbereitung der Daten

Parameter	Wert in mg/m <sup>3</sup>
75-Perzentil	1,65
90-Perzentil	1,91
95-Perzentil	2,18
Arithmetisches Mittel	1,03
Geometrisches Mittel	0,67
Kleinster Wert	0,1
Größter Wert	2,5

Bei mehreren gleichen oder vergleichbaren Arbeitsplätzen/Arbeitsbereichen und beim Vorliegen umfangreicher Messdaten können die den Schichtmittelwert wiedergebenden Messergebnisse statistisch aufbereitet werden (siehe Beispiel 2). Die Beschreibung der betrieblichen Situation bezieht sich dann auf das Kollektiv der untersuchten Arbeitsplätze/Arbeitsbereiche. In der Regel können Angaben zu einzelnen Punkten abhängig von der betrieblichen Situation entfallen, z. B. Angaben zu den Witterungsverhältnissen, wenn die Arbeitsplätze/Arbeitsbereiche in geschlossenen Räumen sind.

Abschließend sollte dem Bericht eine zusammenfassende Übersicht aller bewerteten Arbeitsplätze mit Angabe der Messergebnisse beispielsweise in Form einer Tabelle (ggf. statistisch aufbereitet) beigefügt werden.

### Beispiel 1

- 1 Berichtersteller: Dipl.-Ing. A., 11.04.1999
- 2 N-Nitrosodi-n-butylamin (NDBA), CAS-Nr.: 924-16-3
- 3 Chemische Industrie; Produktion eines aliphatischen Harnstoffs
- 4 Angaben zu dem Arbeitsbereich
  - 4.1 Anzahl der betroffenen Arbeitnehmer: 6 gelegentlich
  - 4.2 Sekundäres Amin (Di-n-butylamin) wird aus einem Lagertank über geschlossene Rohrleitung in einen Reaktionskessel gepumpt.
  - 4.3 Verfahren: Sekundäres Amin (Di-n-butylamin) wird zur Produktion eines aliphatischen Harnstoffes im Schichtbetrieb eingesetzt. Eine Nitrosierung durch Stickoxide aus der Luft ist nicht auszuschließen. In einem Reaktor wird Di-n-butylamin im wässrigen alkalischen Medium vorgelegt. Das Amin wird anschließend mit einem gasförmigen Reaktanden vollständig umgesetzt (5 h). Nach Phasentrennung wird die organische Phase zur Destillation weitergeleitet.
    - Verfahrensablauf: diskontinuierlich
    - Art der Anlage: Rührkessel
  - 4.4 Expositionsrelevante Tätigkeit: Die Exposition ist im Fall von gebildetem N-Nitrosodi-n-butylamin sehr gering (nur bei Leckagen), infolge der geschlossenen Apparaturen. Der normale Betriebsablauf umfasst z. B. Kontrollgänge, die Bedienung von Ventilen und die Probenahme.

- 4.5 Ersatzmöglichkeiten: Di-n-butylamin kann als Ausgangssubstanz derzeit nicht ersetzt werden. Das N-Nitrosodi-n-butylamin entsteht als ungewolltes Nebenprodukt.
- 4.6 Schutzmaßnahmen
- *technisch*: Der Produktionsablauf erfolgt im geschlossenen System im extra abgemauerten Produktionsgebäudeteil. Der Luftwechsel bei maschineller Raumlüftung durch Ventilator ist zehnfach.
  - *persönlich*: Die Mitarbeiter führen für Betriebsstörungen Atemschutz mit sich.
- 5 Angaben zu den Messungen
- 5.1 Messplanung: Je eine ortsbezogene Messung der Raumluft wurde in drei unterschiedlichen Schichten durchgeführt, um auf Dämpfe von N-Nitrosodi-n-butylamin zu prüfen.  
1 bis 3: 1 m unterhalb des Reaktors, in 0,5 m Höhe.
- 5.2 Verwendetes Messverfahren: Anerkanntes Messverfahren BGI 505-23 (vormals ZH 1/120.23)
- 5.3 Witterungsverhältnisse bei den Messungen: Geschlossener Betriebsraum als nicht ständiger Arbeitsplatz
- 5.4 Tabelle 1 zeigt die entsprechenden Messwerte/Messergebnisse.

**Tabelle 1:** Messwerte/Messergebnisse

Lfd. Nr.	Messdatum	Messzeit h	Expositions- zeit h	p/o	Messwert	Messergebnis (8-h-Bezug)
					$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
1	10.05.96	2	4	o	NDBA 0,26	NDBA 0,13
2	01.08.97	4,3	4,3	o	0,22	0,12
3	30.11.98	5,2	5,2	o	< 0,1 <sup>a)</sup>	< 0,1

<sup>a)</sup> Messwert unterhalb der Bestimmungsgrenze des Messverfahrens

**Beispiel 2:**

- 1 Berichtersteller: Dr. B., 21.03.1999
- 2 1,2-Dichlorethan, CAS-Nr.: 107-06-2
- 3 Chemische Industrie; Polymermodifizierung
- 4 Angaben zu dem Arbeitsbereich
- 4.1 Anzahl betroffener Arbeitnehmer: 25 ständig, ca. 3 gelegentlich
- 4.2 Anlieferung und Verpackung: Rohrleitung
- 4.3 Verfahren: In geschlossenen Reaktoren (Gleitringdichtung) werden Polyamide mit 1,2-Dichlorethan verkettet. Die Einsätze erfolgen im geschlossenen System, es wird volumetrisch dosiert. Das Reaktionsprodukt wird im Vakuum von überschüssigem 1,2-Dichlorethan entgast. Die Produktion ist diskontinuierlich. Die Anlage ist als Freianlage mit Wetterschutz ausgeführt.

4.4 Expositionsrelevante Tätigkeiten: (Dauer, Häufigkeit in der Schicht) Drei- bis viermal pro Schicht wird eine Probe aus den Reaktoren über einen Probenahmehahn entnommen (5 min). Einmal in drei Schichten wird eine Filterreinigung durchgeführt. Die Filter werden im geschlossenen System vorgespült (10 min).

4.5 Der Stoff ist derzeit als Ausgangssubstanz nicht zu ersetzen.

4.6 Schutzmaßnahmen

- *technisch*: geschlossenes System; Freianlage mit Wetterschutz; Vorspülen der Filter, Wechselfilter
- *persönlich*: Beseitigung von Störungen unter Atemschutz

5 Angaben zu den Messungen

5.1 Messplanung:

Dreizehn Messungen des Schichtmittelwertes am Anlagenfahrer (Lfd. Nr.: 1 - 13) Vier Messungen der Kurzzeitexposition während der Probenahme am Anlagenfahrer (Lfd. Nr.: 14 - 17) Zwei Messungen der Kurzzeitexposition während der Filterreinigung am Anlagenfahrer (Lfd. Nr.: 18 - 19)

5.2 Messverfahren: Anerkanntes Messverfahren BGI 505-48 (vormals ZH 1/120.48) Personenbezogene Probenahme auf A-Kohle Desorption mit Dimethylacetamid-Wasser Dampfraumgaschromatographie

5.3 Geschlossenes Gebäude

Tabelle 2 zeigt die entsprechenden Messwerte/Messergebnisse.

**Tabelle 2:** Messwerte/Messergebnisse

Lfd. Nr.	Messdatum	Messzeit h	Expositionszeit h	p/o	Messwert mg/m <sup>3</sup>	Messergebnis Schichtmittelwert mg/m <sup>3</sup>
1	18.09.98	8	8	p	1,5	1,5
2	24.09.98	8	8	p	0,5	0,5
3	27.11.98	8	8	p	0,8	0,8
4	12.02.99	8	8	p	2,0	2,0
5	19.03.99	8	8	p	0,1	0,1
6	09.04.99	8	8	p	1,7	1,7
7	11.05.99	8	8	p	0,9	0,9
8	18.06.99	8	8	p	2,5	2,5
9	25.06.99	8	8	p	0,2	0,2
10	20.07.99	8	8	p	0,1	0,1
11	13.08.99	8	8	p	0,3	0,3
12	10.09.99	8	8	p	1,1	1,1
13	08.10.99	8	8	p	1,7	1,7
14	25.05.98	0,25	a)	p	< 2,0	—
15	25.05.98	0,25	a)	p	< 2,0	—
16	25.05.98	0,25	a)	p	< 1,0	—
17	25.05.98	0,25	a)	p	67 <sup>c)</sup>	—
18	24.04.98	0,25	b)	p	< 1,0	—
19	25.05.98	0,25	b)	p	< 1,0	—

a, b) Bestimmte Tätigkeiten (a) Probenahme, b) Filterreinigung) während der Schicht (Kurzzeitwerte)

c) Dichtung defekt