



Bundesanstalt für Arbeitsschutz  
und Arbeitsmedizin

# Luftkonzentrationen – Muss ich immer messen?

*Dr. rer. nat. Melanie Berghaus,  
BAuA FG 4.6 - Gefahrstoffmanagement*



# Was ist ein Arbeitsplatzgrenzwert (AGW)?

---

- Dient dem Schutz der Gesundheit von Beschäftigten vor einer Gefährdung durch das **Einatmen** von Stoffen
- **GefStoffV § 2 Absatz 7:**  
*Er gibt an, bei welcher Konzentration eines Stoffes akute oder chronische schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit im Allgemeinen nicht zu erwarten sind*

## Schichtmittelwert

- 8 Stunden/Tag

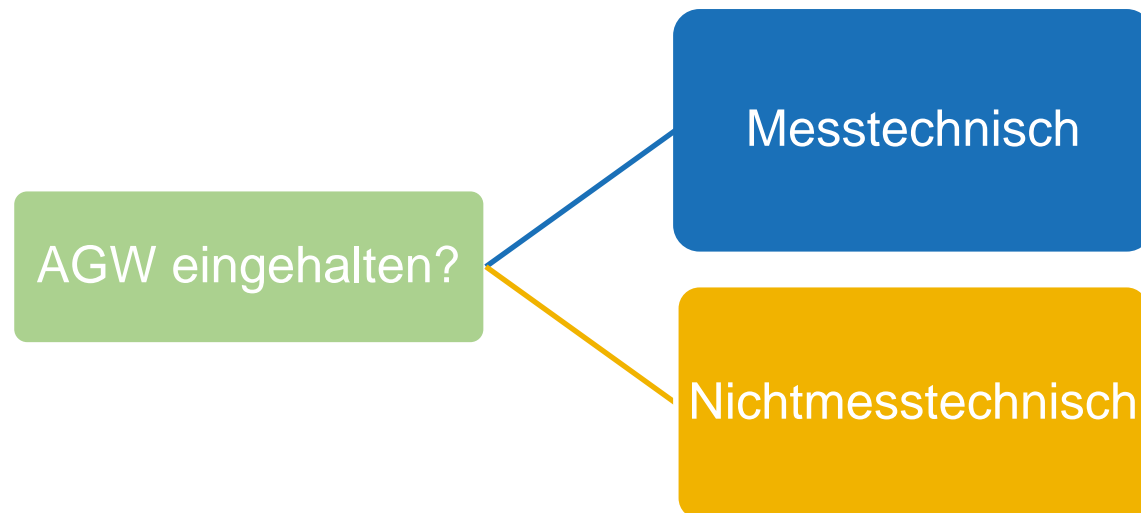
## Kurzzeitwert

- Expositionsspitzen

# Wie kann ich ermitteln, ob der AGW eingehalten ist?

## – GefStoffV §7 Absatz 8 :

„Der Arbeitgeber stellt sicher, dass die Arbeitsplatzgrenzwerte eingehalten werden. Er hat die Einhaltung durch Arbeitsplatzmessungen oder durch andere geeignete Methoden zur Ermittlung der Exposition zu überprüfen.“



## – TRGS 402, Abschnitt 4.4 Absatz 3:

„Vorzugsweise sind **nichtmesstechnische Ermittlungsmethoden** [...] zu verwenden“



## – Messstrategie: Was und wo messe ich?



### Härter

#### Zu überwachende Grenzwerte:

##### n-Butylacetat

•AGW Langzeitwert:  
300 mg/m<sup>3</sup>, 62 ml/m<sup>3</sup>

##### 2-Methoxy-1- methylethylacetat

•AGW Langzeitwert:  
270 mg/m<sup>3</sup>, 50 ml/m<sup>3</sup>

##### Hexamethylen-1,6- diisocyanat- Homopolymer

•EBW Kurzzeitwert:  
0,5 mg/m<sup>3</sup>  
•Expositionsgrenzwert  
TRGS 430

##### Xylol

•AGW Langzeitwert:  
440 mg/m<sup>3</sup>, 100 ml/m<sup>3</sup>

## **Weitere Nachteile:**

- Erfordern entsprechende Ausrüstung und Fachkunde (ggf. Messstelle beauftragen)
- Voraussage der Arbeitsplatzbelastung vor Aufnahme der Tätigkeit nicht möglich
- Fehlerbehaftet
- Unter bestimmten Umständen nicht möglich, z.B.
  1. kurze Expositionsdauern
  2. kein geeignetes Messverfahren (Querempfindlichkeit)
  3. ungünstige klimatische Bedingungen
  4. bestimmte Arbeiten im Freien



- Messergebnisse von vergleichbaren Arbeitsplätzen können stammen aus
  - demselben Betrieb
  - anderen Betrieben (Messberichte)
  - Messdatenbanken oder
  - Expositionsbeschreibungen in der Fachliteratur,
    - z.B. Stoff- oder tätigkeitsspezifische TRGS, Branchen- oder tätigkeitsspezifische Hilfestellung

**Relevante  
Randbedingungen  
beachten!**



## 😊 Vorteile:

- Wenig Aufwand: Keine Messapparatur, wenig Personal
- Einfache Anpassung auf wechselnde Umgebungs- und Arbeitsbedingungen
- Voraussage der Arbeitsplatzbelastung vor Aufnahme der Tätigkeit
- Einfaches Verfahren zur Feststellung, ob Maßnahmen getroffen werden müssen, z. B. auch eine Gefahrstoffmessung sinnvoll wäre

## ☹ Nachteile:

- Vereinfachte Annahmen, z.B. gleichmäßiger Verteilung des Stoffes im Raum
- Fehlerbehaftet
- Daten wie Größe des Bilanzraumes oder Luftwechsel sind schwierig festzulegen

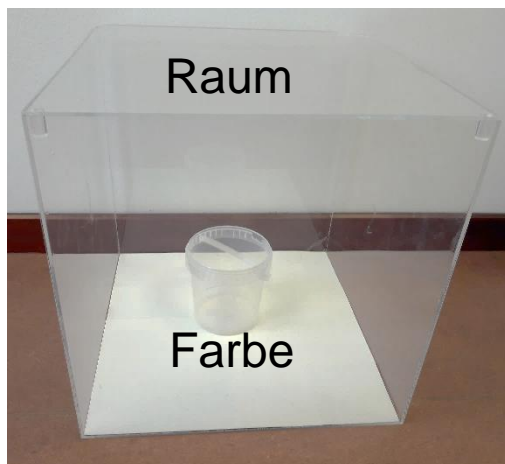


Bild: [www.pixabay.com](http://www.pixabay.com)

# Beispiel für überschlägige Berechnung

Nichtmesstechnisch

- Die bei dem Spritzlackieren verwendete Farbe (1 Liter) enthält 5% (v/v) des Lösemittels 2-(2-Butoxyethoxy)ethanol.
- Beim Sprühen verteilt sich dieses Lösemittel in der Raumluft.
- Gehen Sie davon aus, dass das Lösemittel komplett verdampft.
- Ist der Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) eingehalten?



Gegeben:

$\rho_{\text{Lösemittel}} = \text{stoffspezifische Dichte} = 0,96 \text{ g/cm}^3 \sim 1 \text{ g/cm}^3$

$V_{\text{Raum}} = \text{Raumvolumen} = 100 \text{ m}^3$

Arbeitsplatzgrenzwert von  
2-(2-Butoxyethoxy)ethanol nach TRGS 900:

AGW = 67 mg/m<sup>3</sup>

Falls nicht im SDB:  
z.B. aus GESTIS-  
Stoffdatenbank

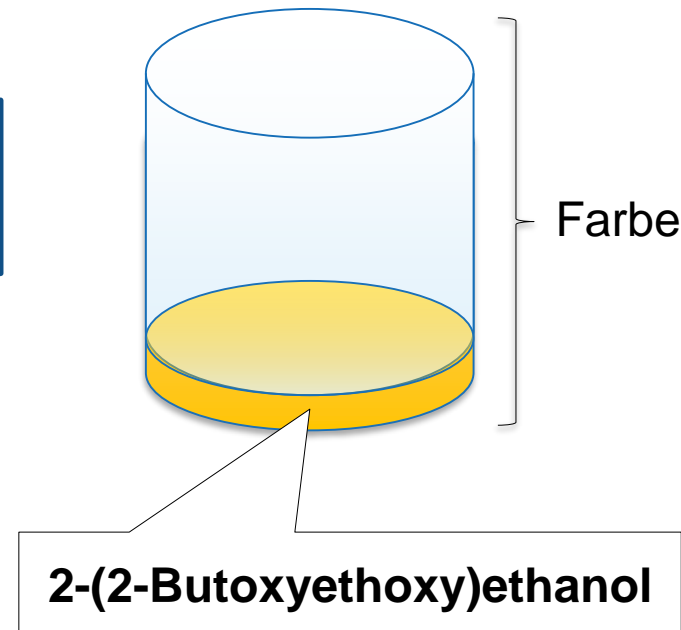




## 1. Schritt: Freigesetztes Lösemittelvolumen (V)

„Die bei dem Spritzlackieren verwendete Farbe (1 Liter) enthält 5% (v/v) 2-(2-Butoxyethoxy)ethanol.“

$$V = \frac{1000 \text{ ml} * 5}{100} = 50 \text{ ml}$$



# Beispiel für überschlägige Berechnung

Nichtmesstechnisch

## 2. Schritt: Inhaltsstoff verdunstet und geht in die Gasphase über.

In der Gasphase nimmt das Lösemittel mehr Raum ein als in der Flüssigkeit. Deshalb Umrechnen von Volumen in Masse (m).

Gegeben:

$$\rho = \text{stoffspezifische Dichte} = 0,96 \text{ g/cm}^3 \sim 1 \text{ g/cm}^3$$

Berechnet:

$$V = \text{freigesetztes Lösemittelvolumen} = 50 \text{ cm}^3$$

Einheiten  
umrechnen:  
 $1 \text{ ml} = 1 \text{ cm}^3$

$$m = \rho * V$$
$$m = 1 \text{ g/cm}^3 * 50 \text{ cm}^3 = 50 \text{ g}$$

## 3. Schritt: Berechnung der Expositionshöhe

Gegeben:

$$V_{Raum} = \text{Raumvolumen} = 100 \text{ m}^3$$

Berechnet:

$$m = \text{Masse des emittierten Inhaltsstoffes} = 50 \text{ g}$$

$$x = \frac{m}{V_{Raum}}$$
$$x = \frac{50.000 \text{ mg}}{100 \text{ m}^3} = 500 \text{ mg/m}^3$$

$$AGW = 67 \text{ mg/m}^3$$

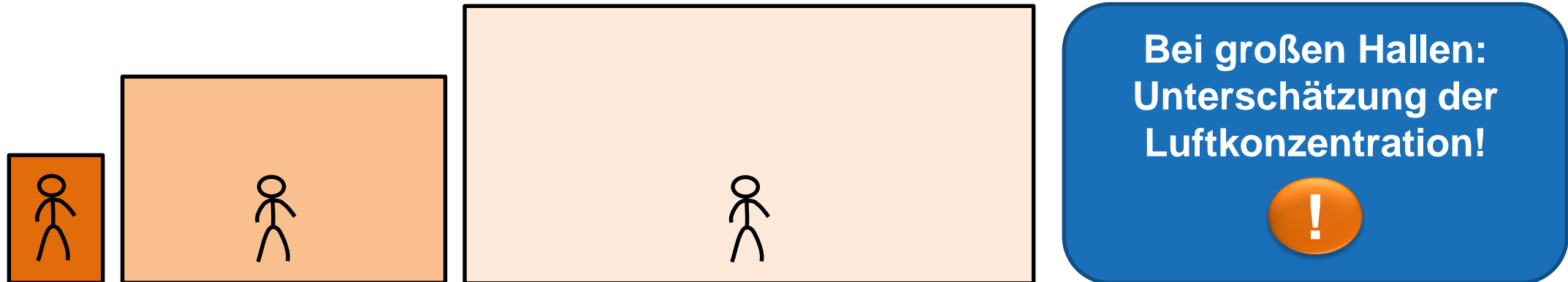
Für kleine Mengen  
kann so eine  
Rechnung reichen!



→AGW überschritten!

## Annahmen:

- Die in die Raumluft gelangenden Gefahrstoffe verteilen sich im gesamten zur Verfügung stehenden Raumvolumen.
  - Annähernd z.B. der Fall bei Sprühen, großen behandelten Flächen



- Worst-Case Abschätzung, d.h. schlechteste anzunehmende Bedingungen:
  - Gefahrstoff verdampft vollständig und schlagartig
  - Keine Raumlüftung



## – Expositionsmodelle beruhen in der Regel auf drei Elementen:

### Gefahrstoffemission

z.B. behandelte Fläche, Dampfdruck, Staubigkeit

### Ausbreitung und Verteilung der Gefahrstoffe im Raum

z.B. Strömungen, Luftwechsel

### Arbeitsorganisatorische Rahmenbedingungen

z.B. Einhausung, weitere Arbeitsplätze

Ist das Modell für  
meinem Arbeitsplatz  
geeignet?



## – Arten von computerbasierten Rechenmodellen:

### Empirisch

Basierend auf  
Messwerten

### Semi-Empirisch

Messwerte+Theorie

### Ab initio

Basierend auf Theorie

## – Beispiele

- Stoffenmanager
- ART
- EMKG-EXPO-TOOL
- ConsExpo
- ECETOC TRA

# Nichtmesstechnisch Ermittlung mit EMKG

Nichtmesstechnisch

**E** infaches  
**M** aßnahmen  
**K** onzept  
**G** efahrstoffe

Beispiel: Isopropanol, Flüssigkeit

AGW nach TRGS 900:  
200 ppm

GEFÄHRLICHKEITS-  
GRUPPE (GG)  
- Einatmen -

EMKG als  
nichtmesstechnische  
Ermittlungsmethode



Ergebnis:  
GG B statt GG A

GG	Luftkonzentrationsbereich	
A	500 – 50	ppm
B	50 – 5	ppm
C	5 – 0,5	ppm
D	0,5 – 0,05	ppm
E	Kleiner als 0,05	ppm



# Aktualisierung erforderlich!

- Wenn sich relevante Randbedingungen ändern
- andere Faktoren, die für die Befunderhebung von Bedeutung waren
- Änderung der Beurteilungsmaßstäbe z.B. Grenzwertänderungen
- Tipp: TRGS-Newsletter der BAuA!



# Fazit

---

- Zur Ermittlung der inhalativen Exposition bestehen vielfältige Möglichkeiten
- Auch nichtmesstechnische Ermittlungsmethoden können auf Messungen beruhen, z.B. die Übertragung von Ergebnissen vergleichbarer Arbeitsplätze
- Messtechnische und nichtmesstechnische Ermittlungsmethoden können sich ergänzen



Bilder: [www.pixabay.com](http://www.pixabay.com)