

# Konzentrationsleitwerte im Störfall

## 3.LfULG - Kolloquium

### Anlagensicherheit/Störfallvorsorge

### Dresden, 26.11.2015

---

**Dr. Fritz Kalberlah**  
**FoBiG, Forschungs- und Beratungsinstitut Gefahrstoffe GmbH**  
**Freiburg**  
**[www.fobig.de](http://www.fobig.de)**

# FoBiG - Das Thema Störfall

---

- ❖ **Entwicklung von AEGL im Auftrag des Umweltbundesamts und in Kooperation mit der U.S.EPA**
- ❖ **Sonderaspekte: Krebserzeugende Stoffe und ihre Wirkung nach Einmalexposition im Auftrag von Nordrhein-Westfalen (LANUV)**
- ❖ **Trinkwassernotversorgung: Maßnahmhöchstwerte bei subakuter Aufnahme im Auftrag des Bundesamts BBK**
- ❖ **Litiumionenbatterien: Bewertung der freigesetzten Stoffe beim thermal runaway im Auftrag eines KfZ-Herstellers**

# Übersicht

---

- Störfallbeurteilungswerte – eine bunte Vielfalt
- Vergleich – Anmerkungen, Unterschiede, Prioritäten
- Definition AEGL-Werte
- Wie werden AEGL-Werte abgeleitet?
- Spezielle Themen: Schutz von Asthmatikern?
- Spezielle Themen: Krebs nach Einmalexposition?
- Ein Beispiel: Flusssäure
- Wann welche Werte?
- Ermutigung
- Weitere Informationen

# Störfallbeurteilungswerte – eine bunte Vielfalt

**PAC**  
Protective  
Action  
Criteria

**EEL**  
Emergency  
Exposure  
Indices

**AETL**  
Acute  
Exposure  
Threshold  
Levels

**AEGL**  
Acute  
Exposure  
Guideline  
Levels

**TEEL**  
Temporary  
Emergency  
Exposure  
Limits

**IDLH**  
Immediately  
dangerous  
to life and  
health

**ERPG**  
Emergency  
Response  
Planning  
Guidelines

**ETW**  
Einsatz-  
Toleranz-  
Werte

# Anmerkungen, Unterschiede, Priorität

---

## Anmerkungen

- Überbegriff US: PAC
- Gibt weitere
- Vgl. Kurzzeitwerte Arbeitsplatz, aber nicht MAK/x

## Unterschiede

- Zeitdauer (von 10 Minuten bis 8 Stunden, je nach Wert)
- Schutzniveau (von Wahrnehmung bis Übergang zu möglicherweise tödlichen Effekten)
- Qualität (vorläufig grob oder umfassend validiert)

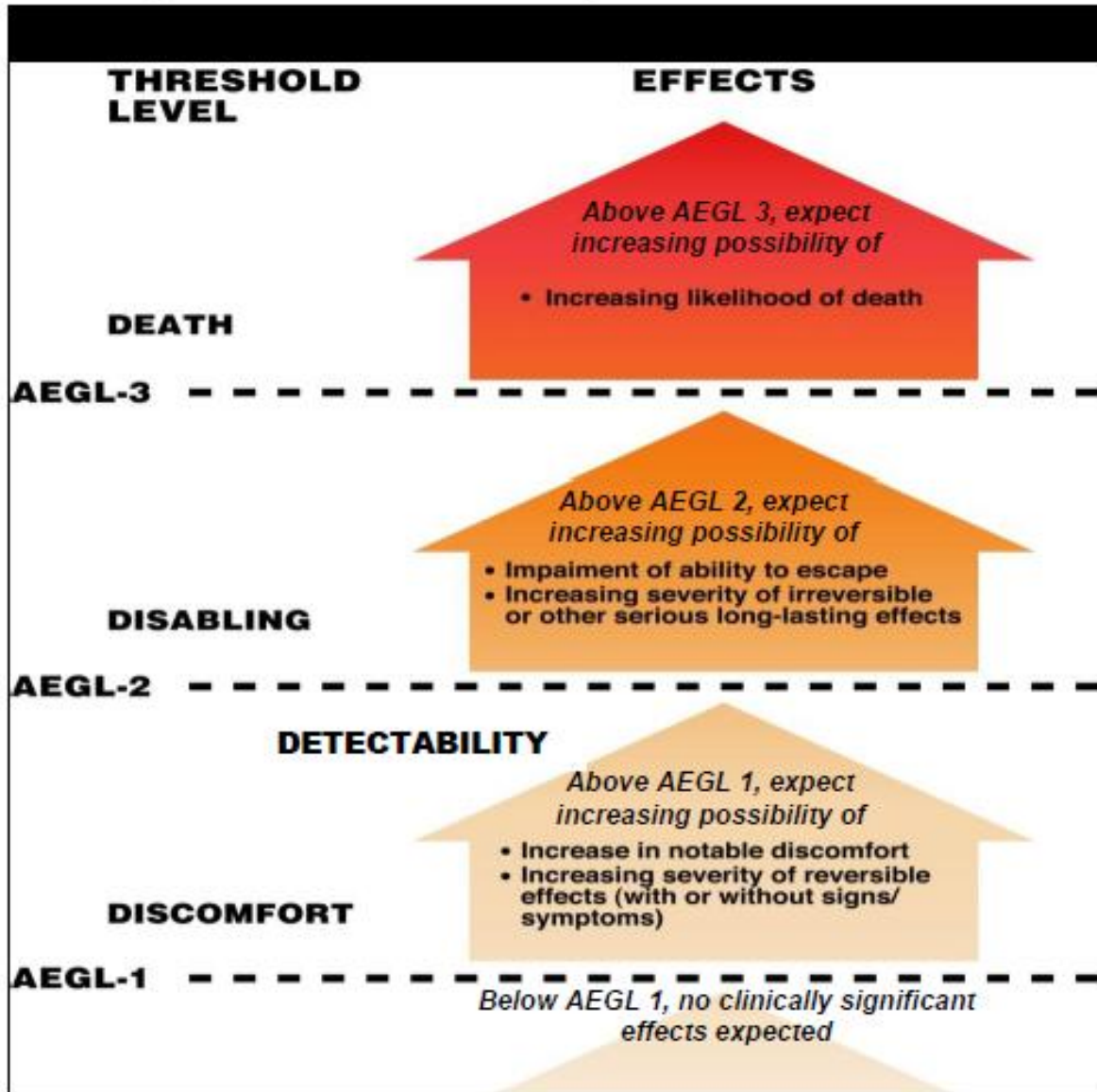
## Priorität nach diesen Kriterien:

- Best abgesichert und am breitesten aufgestellt: AEGL
- was passt für Zeitraum?
- Passt für Schutzniveau?
- AEGL > ERPG > TEEL (andere oft älter, enger definiert und wenige)

# Nähere Charakterisierung

Wert (Bezeichnung)	Schweregrade	Zeithorizonte	Bemerkungen (Näheres: vgl. Text)
AEGL	3 (bei Überschreitung: nicht behindernd (non- disabling); behindernd (disabling); lebensbedrohlich (lethal))	5 (10 Min. bis 8 Std.)	Transparente Dokumentation; Verwendung von Extrapolationsfaktoren
IDLH	1 (schwer bis lebensbedrohend)	1(30 Min.)	vorgesehen zur Atemschutzauswahl; knappe Stoffdokumentation; wenig differenzierte Methodik

# AEGL-Schweregrade (aus: USAPHC)



# Definition AEGL-Werte (1)

---

## ❖ AEGL-1:

AEGL-1 ist die luftgetragene Stoff-Konzentration (ausgedrückt in ppm oder mg/ m<sup>3</sup>), ab der vorhergesagt wird, dass die allgemeine Bevölkerung - einschließlich empfindlicher aber ausschließlich hyperempfindlicher Einzelpersonen - ein spürbares Unwohlsein erleiden kann. Luftgetragene Stoff-Konzentrationen unterhalb des AEGL-1-Wertes bedeuten Expositionshöhen, die leichte Geruchs-, Geschmacks- oder andere sensorische Reizungen hervorrufen können.



# Definition AEGL-Werte (2)

---

## ❖ AEGL-2:

AEGL-2 ist die luftgetragene Stoff-Konzentration (ausgedrückt in ppm oder mg/ m<sup>3</sup>), ab der vorhergesagt wird, dass die allgemeine Bevölkerung - einschließlich empfindlicher aber ausschließlich hyperempfindlicher Einzelpersonen - irreversible oder andere schwerwiegende, lang andauernde Gesundheitseffekte erleiden kann oder bei denen die Fähigkeit zur Flucht beeinträchtigt sein kann. Luftgetragene Stoff-Konzentrationen unterhalb des AEGL-2- aber oberhalb des AEGL-1-Wertes bedeuten Expositionshöhen, die spürbares Unwohlsein hervorrufen können.

# Definition AEGL-Werte (3)

---

## ❖ AEGL-3:

AEGL-3 ist die luftgetragene Stoff-Konzentration (ausgedrückt in ppm oder mg/ m<sup>3</sup>), ab der vorhergesagt wird, dass die allgemeine Bevölkerung - einschließlich empfindlicher aber ausschließlich hyperempfindlicher Einzelpersonen - lebensbedrohliche oder tödliche Gesundheitseffekte erleiden kann. Luftgetragene Stoff-Konzentrationen unterhalb des AEGL-3- aber oberhalb des AEGL-2-Wertes bedeuten Expositionshöhen, die irreversible oder andere schwerwiegende, lang andauernde Gesundheitseffekte hervorrufen oder die Fähigkeit zur Flucht beeinträchtigt sein können.

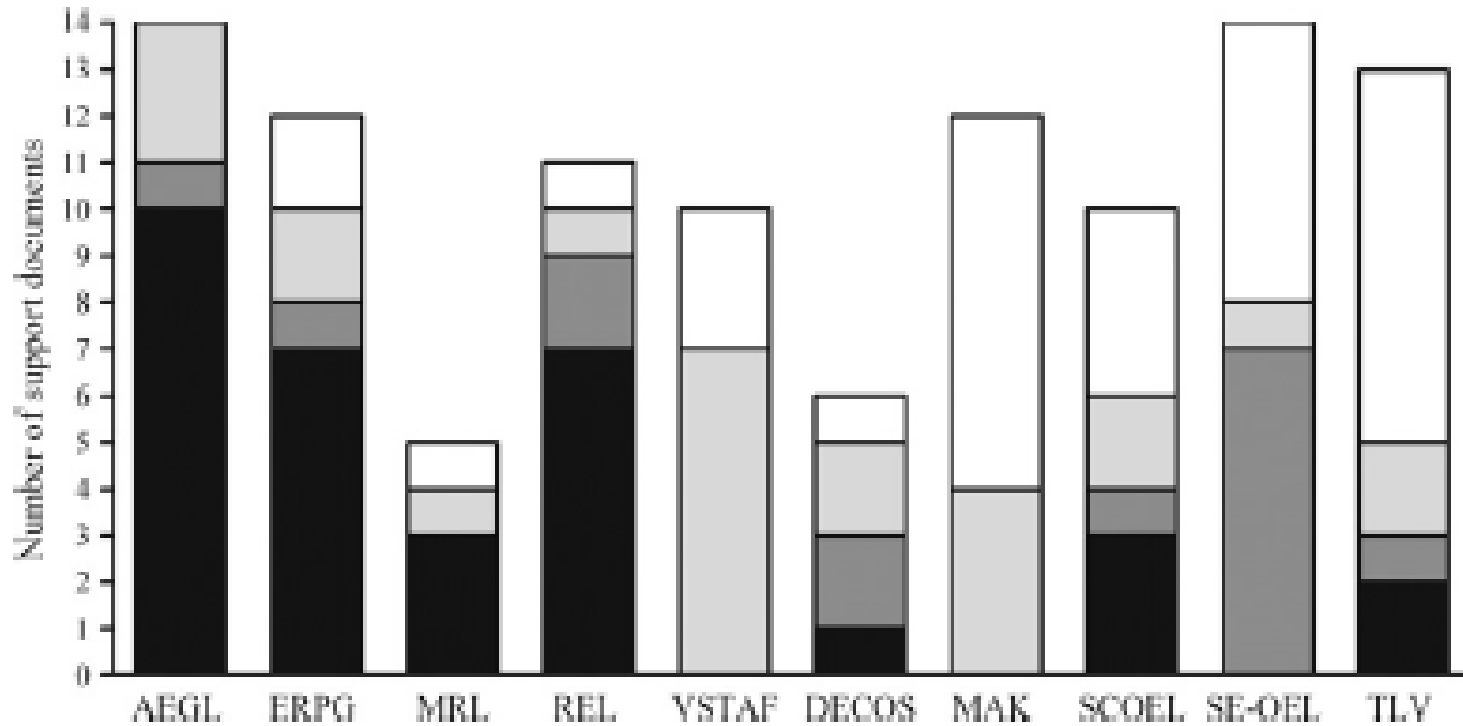
# Wie werden AEGL-Werte abgeleitet?

---

- Oft nicht für alle Zeitpunkte und Schweregrade qualifizierte Daten vorhanden
- Dann Extrapolation:  
Zeitextrapolation, Interspeziesextrapolation, Intraspeziesextrapolation, Modifikationsfaktorem
- U.S.EPA liefert dafür Standing Operation Procedures (SOP)
- Übergreifendes Gremium (National Advisory Committee der National Academy of Science)
- Mehrstufige Bestätigung: Draft, Proposed, Interim, Final  
(Bereits ab „Proposed“ ausreichende Qualität)

# Sonderfragen: Werden Asthmatiker ausreichend geschützt?

Quelle: Johansson et al., 2012



 Schlüssel  
 bewertet

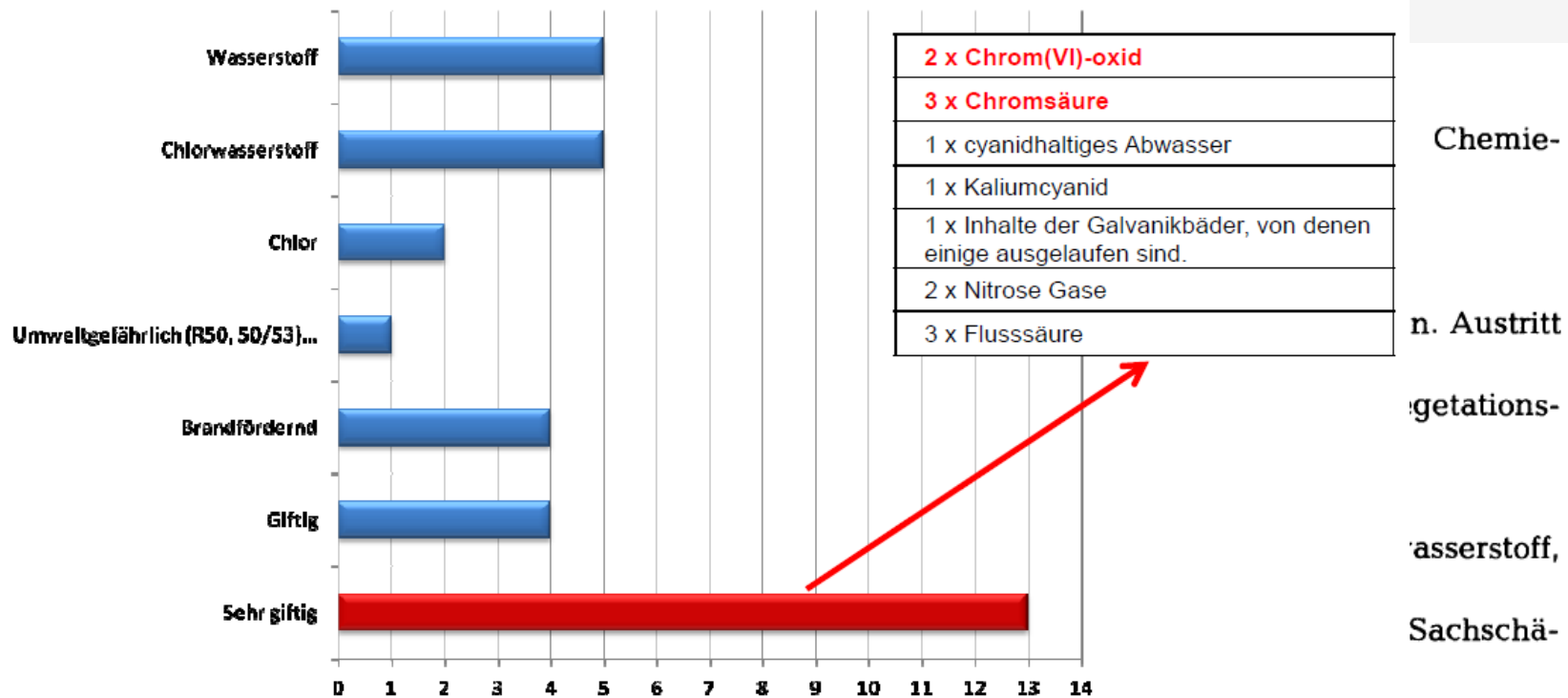
 zitiert  
 Thema nicht erwähnt

# Krebserzeugende Wirkung nach Einmalexposition? – Ergebnisse aus einem LANUV-Projekt

Störfallbeurteilungswerte für kanzerogene Wirkungen sind niedriger als AEGL2-Werte, kanzerogene Wirkungen sind somit bewertungsrelevant für Kurzzeitexposition	6 von 16 Stoffen (Butadien, 1,2-Dibromethan, Dimethylcarbamoylchlorid, Epichlorhydrin, 4-Methyl-m-phenylendiamin, Vinylchlorid)
Störfallbeurteilungswerte auf Basis kanzerogener und nicht kanzerogener Wirkung liegen im selben Konzentrationsbereich	4 von 16 Stoffen (Benzotrichlorid, Bis(chlormethylether), Hydrazin, 2-Methylaziridin)
Störfallbeurteilungswerte für kanzerogene Wirkungen sind höher als AEGL2-Werte, nicht kanzerogene Wirkungen sind somit bewertungsrelevant für Kurzzeitexposition	5 von 16 Stoffen (Acrylnitril, Benzylchlorid, Dimethylsulfat, Formaldehyd, 4,4'-Methylenanilin)
Wegen ungenügender Daten kein Vergleich möglich	1 von 16 Stoffen (Diethylsulfat)

# Relevanz des Beispiels

## An den meldepflichtigen Ereignissen beteiligte Stoffe




In der Abbildung darf „Anzahl der beteiligten Gefahrstoffe“ nicht mit „Anzahl der Ereignisse“ gleichgesetzt werden, da bei einzelnen Ereignissen mehrere Stoffe beteiligt sein können.

Die angegebenen Einstufungen der beteiligten Stoffe wurde den Datenblättern der Ereignismeldungen entnommen.

# Flusssäure – die Eigenschaften

## Flusssäure HF • aq

	<p>In speziellen Kunststoffbehältern aufbewahren, greift Glas an!</p> <p>Farblose Flüssigkeit</p>	<p><b>Molmasse</b> 20,006 g/mol (HF)</p> <p><b>AGW (HF)</b> 1 ml/m<sup>3</sup> (TRGS 900)</p> <p><b>Dichte (48%)</b> 1,16 g/cm<sup>3</sup></p> <p><b>Wasserlöslichkeit</b> in jedem Verhältnis mischbar</p>
<p><b>Piktogramme</b></p> <p>GHS 05 GHS 06 Gefahr</p>	<p><b>Gefahrenklassen + Kategorie</b></p> <p>Akute Toxizität oral 2 Akute Toxizität dermal 1 Akute Toxizität inhalativ 2 Ätz/Reizwirkung auf die Haut 1A</p>	<p><b>HP-Sätze (siehe Hinweis)</b></p> <p>H <a href="#">300</a>, <a href="#">310</a>, <a href="#">314</a>, <a href="#">330</a> P <a href="#">260</a>, <a href="#">280.1.2.3.4.6.7</a>, <a href="#">302+352</a>, <a href="#">301+330+331</a>, <a href="#">304+340</a>, <a href="#">305+351+338</a>, <a href="#">309+310</a>, <a href="#">403+233</a>, <a href="#">405</a></p> <p><b>Entsorgung</b> besondere <a href="#">Hinweise</a></p>
	<p><b>Deutscher Name</b></p>	<p><b>Englischer Name</b></p>
<p><b>CAS</b> 7664-39-3</p>	<p>Flusssäure</p>	<p>Hydrofluoric acid</p>

# Beispiel Flusssäure

Klasse	10 min	30 min	1 h	4 h	8 h	Endpunkt
AEGL-1	0,8 mg/m <sup>3</sup> (1,0 ppm)	0,8 mg/m <sup>3</sup> (1,0 ppm)	0,8 mg/m <sup>3</sup> (1,0 ppm)	0,8 mg/m <sup>3</sup> (1,0 ppm)	0,8 mg/m <sup>3</sup> (1,0 ppm)	Schwellenwert für Entzündungsreaktionen in der menschlichen Lunge.
AEGL-2	78 mg/m <sup>3</sup> (95 ppm)	28 mg/m <sup>3</sup> (34 ppm)	20 mg/m <sup>3</sup> (24 ppm)	9,8 mg/m <sup>3</sup> (12 ppm)	9,8 mg/m <sup>3</sup> (12 ppm)	NOAEL für Effekte in der Lunge kanülierter Ratten, sensorische Reizung in Hunden
AEGL-3	139 mg/m <sup>3</sup> (170 ppm)	51 mg/m <sup>3</sup> (62 ppm)	36 mg/m <sup>3</sup> (44 ppm)	18 mg/m <sup>3</sup> (22 ppm)	18 mg/m <sup>3</sup> (22 ppm)	Lethalitätsschwellenwert in kanülierten Ratten, Lethalitätsschwellenwert in Mäusen

Geruchsschwelle: 0,016- 0,11 mg/m<sup>3</sup>, wahrnehmbar  
 ETW-1;ETW-4 aus AEGL übernommen (AEGL-2 Niveau)  
 ERPG (1h), ERPG1,2,3 = 2 ppm, 20 ppm, 50 ppm  
 EEL (1h, militärischer Bereich) = 8 ppm  
 IDLH (30 min) = 30 ppm  
 Arbeitsplatzgrenzwert: 0,8 mg/m<sup>3</sup> (8h chronisch)  
 KZW (Arbeitsplatz): nächste Folie



# Flusssäure- Arbeitsplatzkurzzeitwerte

Substance	Hydrogen fluoride (as F)	
	CAS No. 7664-39-3	
	Limit value - Short term	
	ppm	mg/m <sup>3</sup>
Australia	3 (1)	2,6 (1)
Austria	3	2,5
Belgium	3	2,5
Canada - Ontario	2 (1)	
Canada - Québec	3 (1)	2,6 (1)
Denmark	3,6	3
European Union	3	2,5
France	3	2,5
Germany (AGS)	2 (1)	1,66 (1)
Germany (DFG)	2	1,66
Hungary		2,5
Ireland	3 (1)	2,5 (1)
Italy	3	2,5
Japan		
The Netherlands		1
USA - NIOSH	6 (1)	5 (1)

**AEGL-2 (10 Minuten):**

**95 ppm**

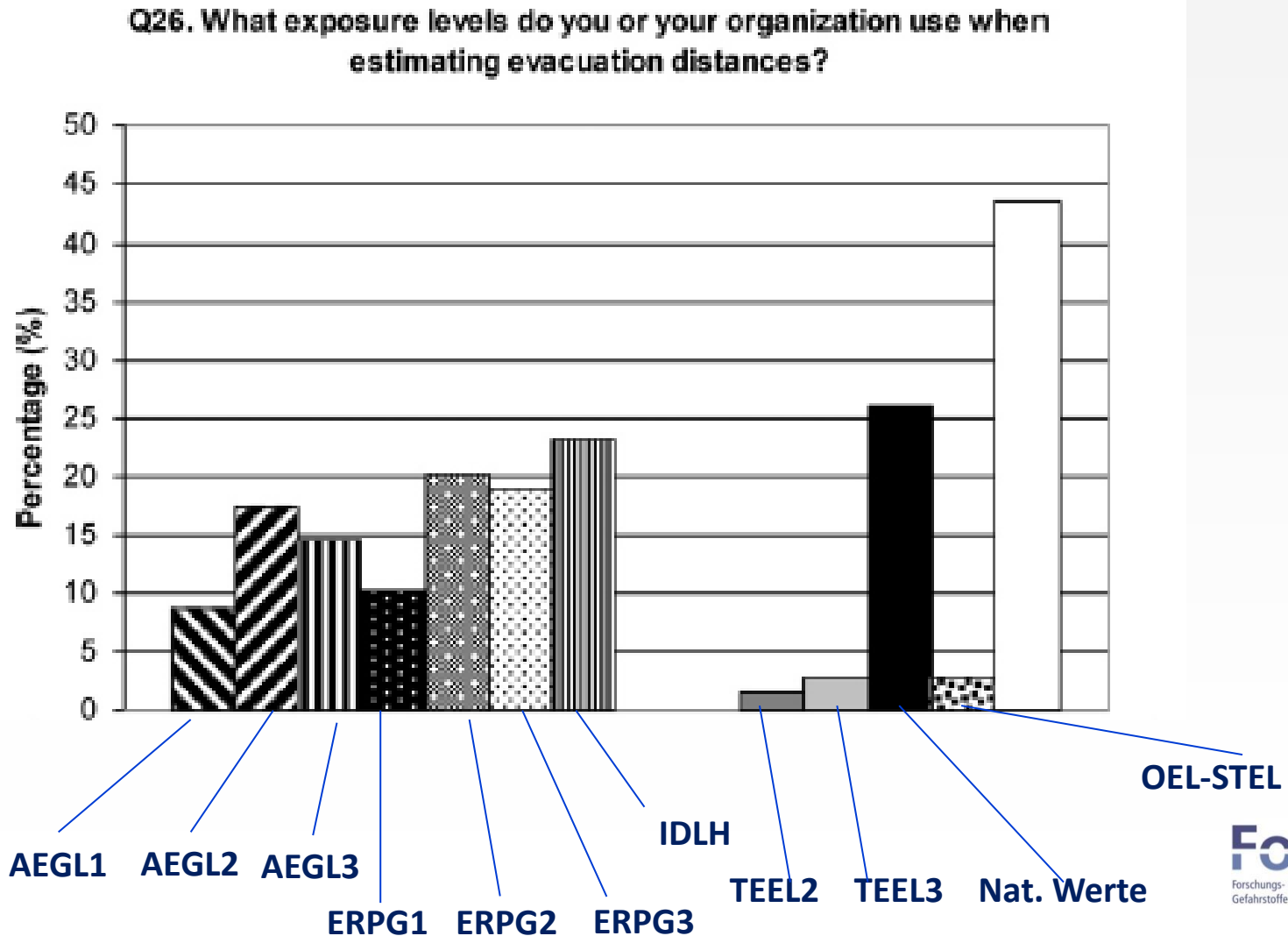
**AEGL-2 (1h):**

**24 ppm**

 **Faktor 5**

# Welche Werte werden verwendet?

Quelle: Heinälä et al., 2013



# Informationen zu den aktuellen Werten

---

- <https://orise.orau.gov/emi/scapa/chem-pacs-teels/aegls-erpgs-teels.htm>

# Ermutigung

---

- Bei gravierenden Unterschieden vorliegender Störfallbeurteilungswerte Qualität prüfen (nicht bei einem Faktor von  $\approx 2$ ), ggf. Priorität auf AEGL-Konzept
- Stoffe mit TEEL, IDLH oder alten ETW in der Bewertung prüfen
- Ausgangsbasis Arbeitsplatz in der Regel (auch mit Extrapolationsfaktor) ungeeignet
- Sonderfälle anschauen (z.B. Asthmatiker, gentoxische Kanzerogene)

---

**Vielen Dank für  
Ihre Aufmerksamkeit!**