



We create chemistry

Human Biomonitoring im Gefahrguteinsatz

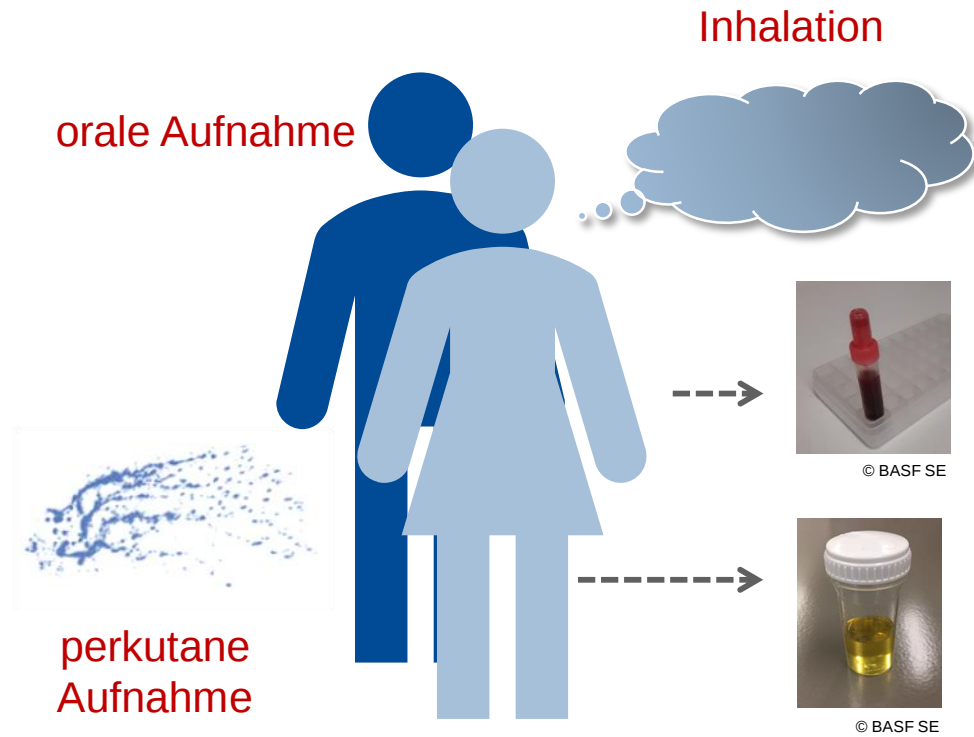
Thomas Jäger, Sandra Bäcker, Michael Bader

Human Biomonitoring & Industrial Hygiene

Corporate Health Management | FEH

Chief Medical Officer: Prof. Dr. Stefan Lang

Was ist Human Biomonitoring?



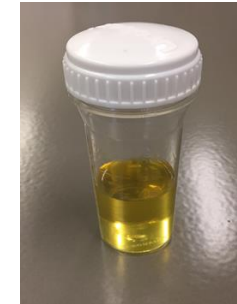
Exposition – erfassen
– bewerten

Risiko – abschätzen
– kommunizieren

$$\text{Risiko} = \text{Gefahr} \times \text{Exposition}$$



Welche Wirkung hat der Stoff auf den Menschen?



© BASF SE

Welche Dosis wurde aufgenommen?

Wo wird HBM eingesetzt?



© BASF SE

Produktion



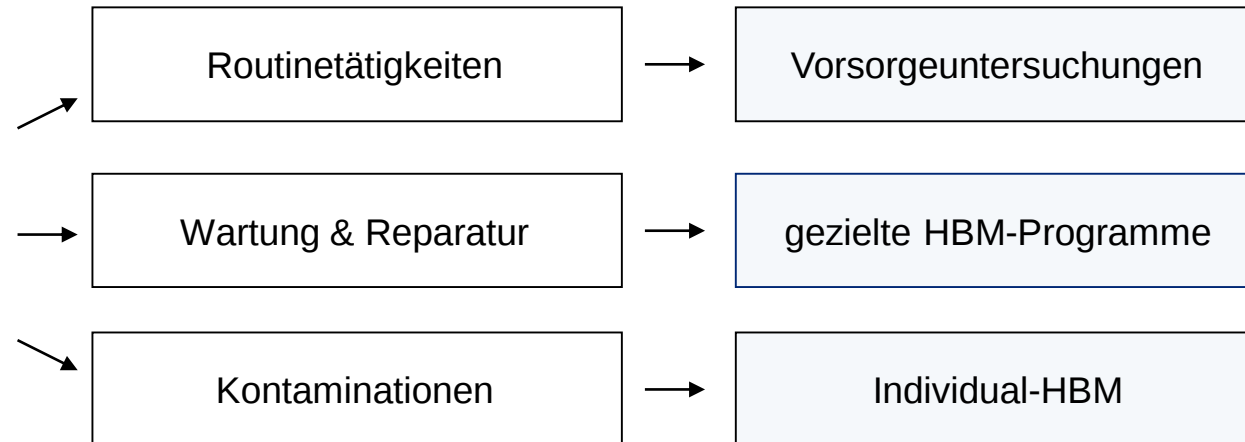
© BASF SE

Transport/Abfüllung



© BASF SE

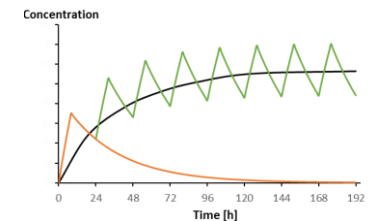
Lagerung



- ❑ wenn direkter **Gefahrstoffkontakt** nicht ausgeschlossen werden kann
- ❑ **CMR-Einstufung Cat 1A/B** nach CLP (kanzerogen, mutagen, reprotoxisch)
- ❑ **H-Kennzeichnung** bei Gefahr der Hautresorption (TRGS 900)
- ❑ mögliche **Akkumulation** im Körper (lange biologische Halbwertszeit)
- ❑ wenn **persönliche Schutzausrüstung** erforderlich ist



© BASF SE



© BASF SE

Gefahrstoffverordnung (GefStoffV)

Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS)

TRGS 400 – Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen

TRGS 903 – Biologische Grenzwerte

TRGS 910 – Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für
Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen



Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV)

Arbeitsmedizinische Regeln (AMR)

AMR 6.2 - Biomonitoring



© BASF SE

Wo wird HBM noch eingesetzt?

Umwelttoxikologie



© BASF SE

Weichmacher, Aluminium, Blei, Glyphosat, ...

Unfälle mit Gefahrstoffen/Gefahrgut



© BASF SE

Auslöser: Gefahrstoffunfall Bad Münster 2002 (I)



09. September 2002

Zusammenstoß zweier Güterzüge
auf der Strecke Hannover-Hameln

Kesselwagenexplosion und Produktbrand

Epichlorhydrin

Großangelegtes HBM-Programm bei verschiedenen Personenkreisen:

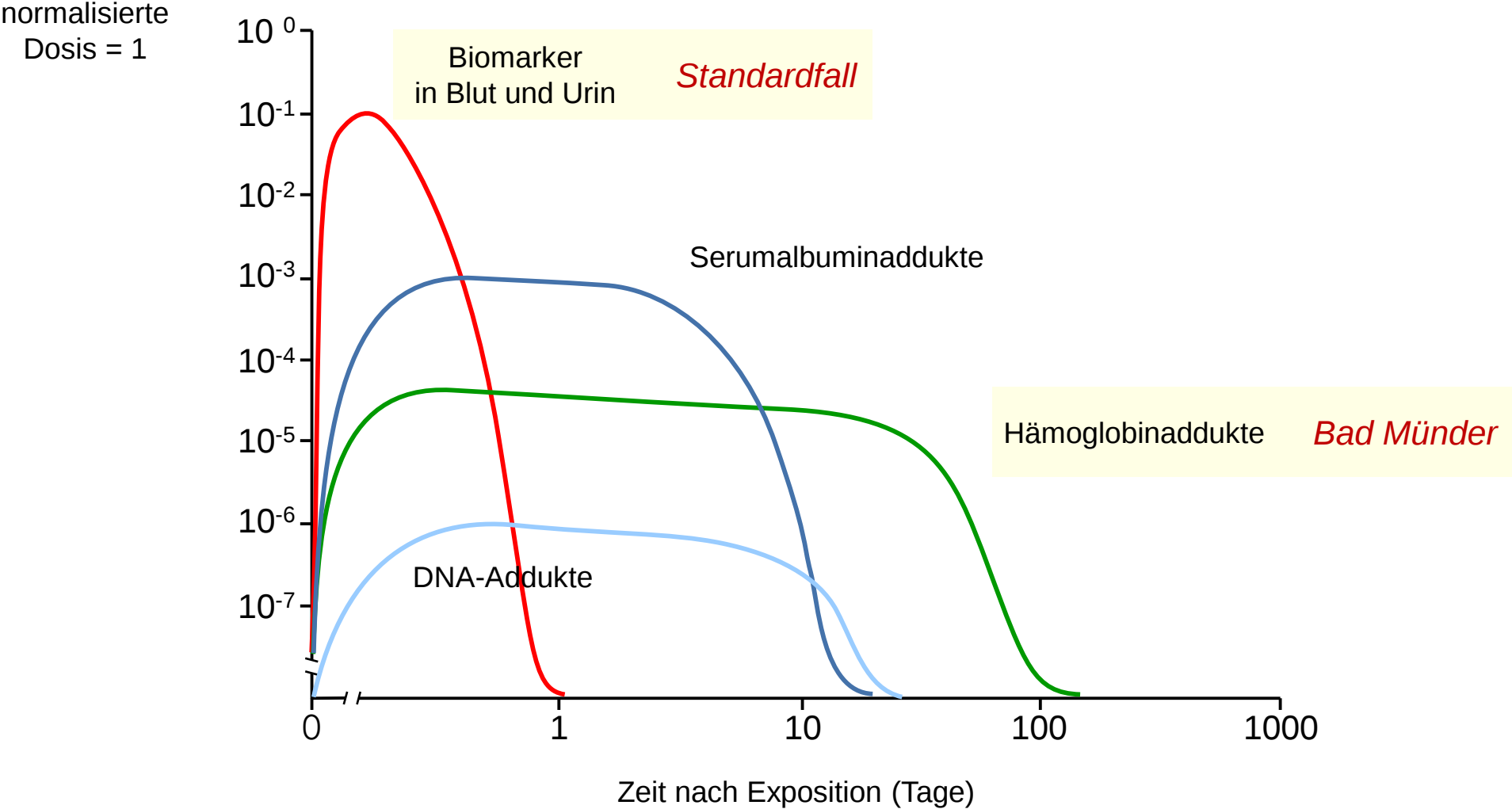
Gruppe	Anzahl (N)	Probenahme (Tage nach Unfall)
Bundespolizei	172	3 – 60
Landespolizei	54	8 – 51
Eisenbahnbundesamt	6	15 – 42
Privatpersonen	68	3 – 50
Public-Health-Programm	328	< 67
Gesamt	628	2 Monate



© BASF SE

Die gewonnen Blutproben wurden auf das Proteinaddukt
N-(3-Chlor-2-hydroxypropyl)-Valin untersucht.

Elimination und Halbwertszeiten



Auslöser: Gefahrstoffunfall Bad Münster 2002 (II)



09. September 2002

Zusammenstoß zweier Güterzüge
auf der Strecke Hannover-Hameln

Kesselwagenexplosion und Produktbrand
Epichlorhydrin

22 Bad Münster Sonnabend, 7. Juni 2008

Ministerien geben jetzt Entwarnung

Behörden ziehen Schlussstrich unter Zugunglück – Epichlorhydrin nur in sechs von 628 Proben nachgewiesen

Knapp sechs Jahre nach dem Zugunglück haben Vertreter von Innen- und Gesundheitsministerium gestern Entwarnung gegeben: Die Folgen des Zusammenstoßes zweier Güterzüge, bei dem krebserregendes Epichlorhydrin freigesetzt wurde, seien weitaus weniger schwerwiegend als bisher befürchtet. Nur in sechs Fällen ist demnach von einem „sehr geringfügig“ erhöhten Krebsrisiko auszugehen.

VON MARC FÜGMANN

BAD MÜNSTER. In den vergangenen Jahren wurden 628 Blutproben auf Rückstände der Chemikalie untersucht – die meisten stammten von Polizisten und Feuerwehrleuten, die am Abend des 9. September 2002 beziehungsweise in den darauffolgenden Tagen an der Unglücksstelle eingesetzt waren. Die Proben wurden parallel von Medizinern und Chemikern der Universität Göttingen und der Medizinischen Hochschule Hannover analysiert. Dabei kamen zwei unterschiedliche Verfahren zum Einsatz. Während die Fachleute in Göttingen mit ihrer Methode keine messbaren Epichlorhydrin-Werte feststellen konnten, wurden in Hannover bei sechs der 628 Proben sogenannte Protein-Addukte der Chemikalie „sicher bestimmt“. Daraus wiederum hat das Landesgesundheitsamt ein Krebsrisiko ermittelt. Es liegt je nach Probe zwischen eins zu elf Millionen und eins zu 38 Millionen.

„Mit anderen Worten: Von elf Millionen oder 38 Millionen Menschen könnte einer zusätzlich an Krebs erkranken. Ein Risiko als Folge des Unfalls ist somit als sehr gering zu bewerten“, so das Urteil von Dr. Klaus Wollin (Landesgesundheitsamt) bei der vierten – und wohl auch letzten – Informationsveranstaltung im Martin-Schmidt-Saal. Dies gelte besonders, wenn man berücksichtige, dass auch so schon jeder Dritte ein Krebsrisiko mit sich herumtrage, pflichtete ihm sein Kollege Dr. Roland Suchenwirth bei.

Auf Nachfrage aus dem Publikum, wie groß die Gefahr einer Erbgutschädigung sei, konnte Suchenwirth mit einer nach eigenen Worten relativ positiven Botschaft antworten: „Wir haben keine relevanten Veränderungen an Chromosomen feststellen können.“

Was den Fachleuten allerdings Rätsel aufgibt: Zu den sechs Betroffenen mit nachweisbaren Epichlorhydrin-Belastungen gehört auch ein Polizeibeamter, der erst lange Zeit nach der Explosion an der Unglücksstelle und obendrein einige hundert Meter entfernt vom eigentlichen Geschehen war. Dennoch zogen Wissenschaftler und Ministerialbeamte einstimmig ein von Erleichterung bestimmtes Fazit: Den befürchteten Massenunfall habe es nicht gegeben.

Die Experten stehen den 50 Besuchern im Martin-Schmidt-Saal Rede und Antwort. Oesterle

BEWEIS FÜR EINE KONTAMINATION

Dirk Reinecke zieht differenziertes Resümee

Nach der Podiumsveranstaltung zum Zugunglück zieht Dirk Reinecke, Vorsitzender der Initiative Störfall, ein differenziertes Resümee.

„Wir sollten glücklich sein, dass kein größeres Krebsrisiko bestand, das ist mehr, als wir uns wünschen konnten.“ Reinecke weist darauf hin, dass dieses Ergebnis „mehr Wert als alles andere“ sei. Die Untersuchung hatte ergeben, dass nach Einschätzung des Innenministerium bei sechs Personen ein erhöhtes Krebsrisiko besteht – bei einer Wahrscheinlichkeit von eins zu elf Millionen beziehungsweise 38 Millionen. Allerdings sei vollkommen dahingestellt, ob sich durch die nachgewiesene Vergiftung mit der Chemikalie Epichlorhydrin andere Beschwerden ergeben, die möglicherweise jetzt noch nicht nachweisbar seien, sagt Reinecke. „Wir haben den Beweis, dass es eine Kontamination gab.“ Das stelle die laufenden Gerichtsverfahren in ein neues Licht.

Auch über die Resonanz der Zuschauer – nur 50 waren gekommen – äußerte sich der Vereinsvorsitzende: „Natürlich lässt das Interesse nach sechs Jahren etwas nach.“ ric

→ HBM umfasst immer Kommunikation und Interpretation der Ergebnisse

Human Biomonitoring nach Störfällen

2002

Bad Münster
Epichlorhydrin

2008

Köln
Ethylen/Acrylnitril

2013

Wetteren, Belgien
Acrylnitril

2015

Start HBM-Programm
BASF Werkfeuerwehr

**Empfehlungen zum Einsatz von
Human-Biomonitoring bei
einer stör- oder unfallbedingten
Freisetzung von Chemikalien mit
Exposition der Bevölkerung**

Stellungnahme der Kommission „Human-Biomonitoring“
des Umweltbundesamtes

2006

2010

IARC-Monographie
„Occupational Exposure
as a firefighter is possible
carcinogenic to humans“
(Group 2B)



2012

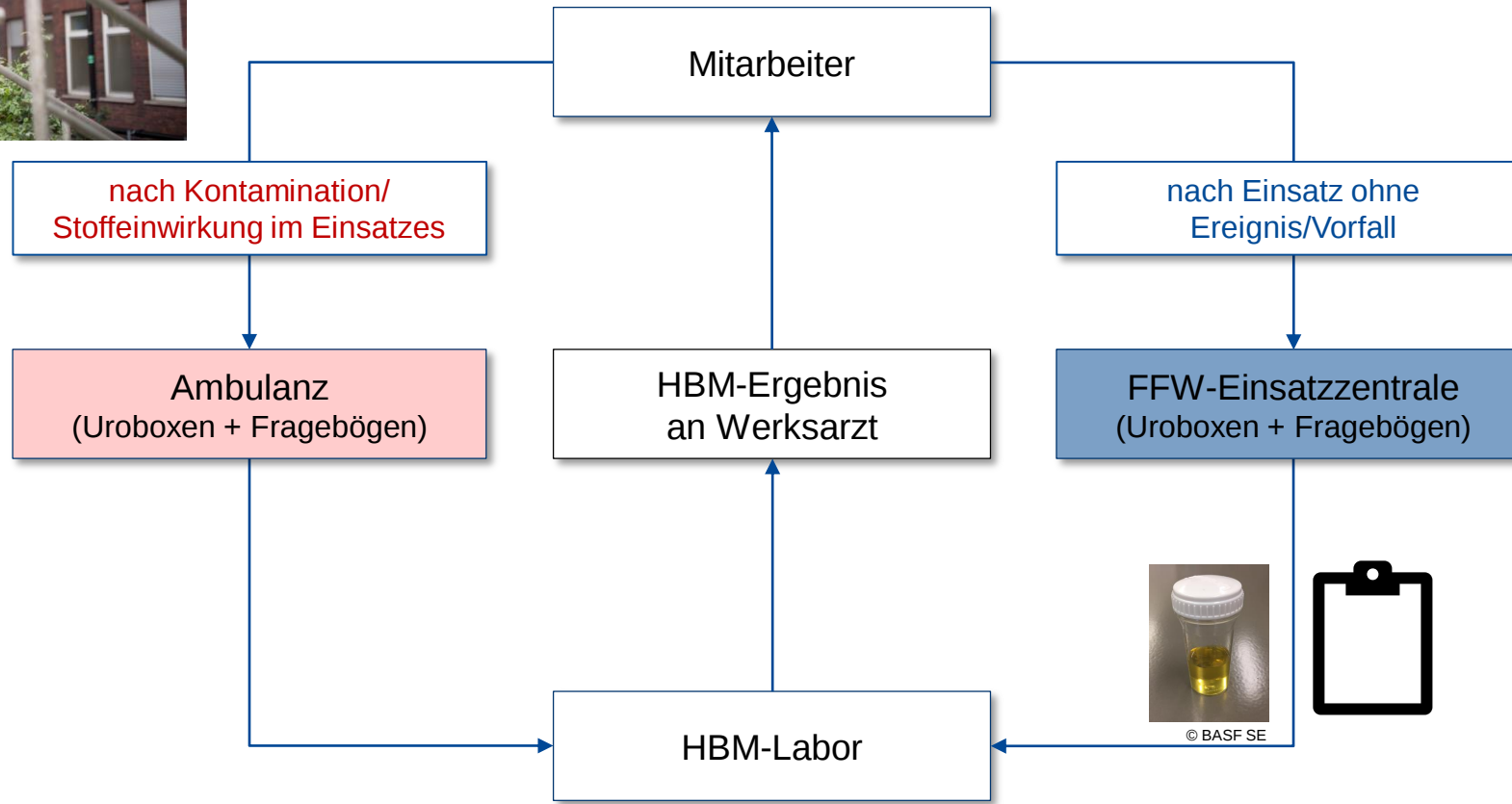
2015

DGUV-Fachgespräch
„Krebsrisiko bei
Feuerwehreinsatzkräften“

Human Biomonitoring Werksfeuerwehr BASF



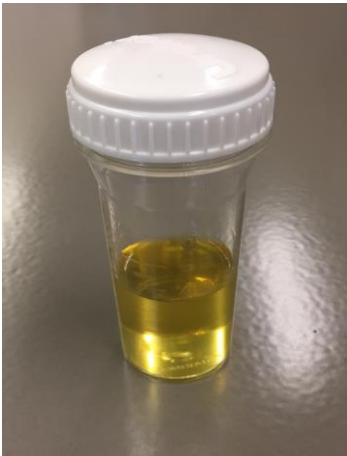
© BASF SE



© BASF SE

Preparedness – Standardisierung der Probenahme

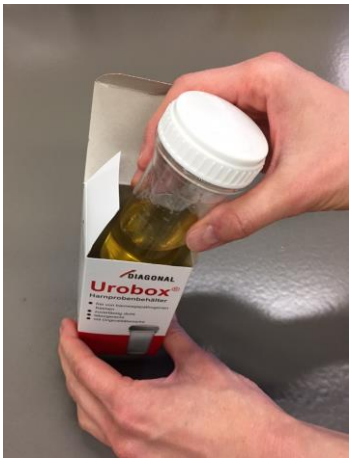
Urinprobe
abgeben



© BASF SE

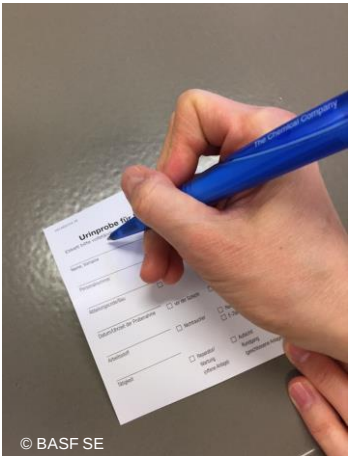
1 - 3 Stunde nach
Expositionsende

Urinbecher
in den Karton



© BASF SE

Probe beschriften,
(ggf. Fragebogen)



© BASF SE

Seite 1 von 2

Fragebogen zum Biomonitoring - Werkfeuerwehr

Allgemeine Angaben

Name, Vorname: _____

Personalnummer: _____

Angaben zum Rauchverhalten: ☐ Raucher ☐ Nichtraucher

Probensabgabe

Angabe zur Probensabgabe: _____ Datum: _____ Uhrzeit: _____

Zeitpunkt der Probensabgabe: ☐ vor Einsatz ☐ unmittelbar nach Einsatz ☐ 1-3 h nach Einsatz ☐ > 3 h nach Einsatz

Angaben zum Einsatz

Datum und Ort des Einsatzes: _____

Grund des Einsatzes: _____

Tätigkeit am Einsatzort: _____

Dauer des Einsatzes der Tätigkeit (in Stunden): _____

Welche Schutzausrüstung (PSA) haben Sie während des Einsatzes getragen?

☐ Type 1a (PA innerhalb) ☐ Type 1b (PA außerhalb) ☐ Type 1c (Schutzhülle) ☐ Type 3 (Rissgaskegelsicht) ☐ Type 4 (Spraylicht) ☐ Feuerwehr Overall

Gefahrstoff eingeatmet: ☐ Ja ☐ Nein ☐ Unbekannt

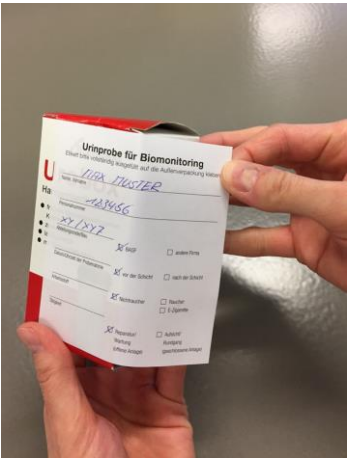
Gefahrstoff auf der Haut: ☐ Ja ☐ Nein ☐ Unbekannt

Gefahrstoff auf der Schutzbekleidung: ☐ Ja ☐ Nein ☐ Unbekannt

Ich bin mit der Untersuchung meiner Probe auf den von mir genannten Gefahrstoff (Seite 2) einverstanden.

Datum, Unterschrift: _____

Kontakt bei Rückfragen: Prof. Dr. Steffen Seiler (Tel. 0318) Herr Prof. Dr. Michael Seiler (Tel. 4040)



© BASF SE

1 Tag bei 20°C
3 Tage bei 4°C
unbegrenzt bei -27°C

Fragebogen zum Biomonitoring - Werkfeuerwehr

Allgemeine Angaben

Name, Vorname:	
Personalnummer:	
Angaben zum Rauchverhalten:	☐ Raucher ☐ Nichtraucher

Probenabgabe

Angaben zur Probenabgabe:	Datum: Uhrzeit:
Zeitpunkt der Probenabgabe:	☐ vor Einsatz ☐ unmittelbar nach Einsatz ☐ 1-3 h nach Einsatz ☐ > 3 h nach Einsatz

Preparedness – Fragebogen für Rahmeninformationen (II)

Angaben zum Einsatz			
Datum und Ort des Einsatzes:			
Grund des Einsatzes:			
Tätigkeit am Einsatzort:			
Dauer des Einsatzes/der Tätigkeit [in Stunden]:			
Welche Schutzausrüstung (PSA) haben Sie während des Einsatzes getragen?		☐ Type 1a (PA innerhalb) ☐ Type 1b (PA außerhalb) ☐ Type 1c (fremdbelüftet) ☐ Type 3 (flüssigkeitsdicht) ☐ Type 4 (spraydicht) ☐ Feuerwehr Overall	
Gefahrstoff eingeatmet:		☐ Ja	☐ Nein ☐ Unbekannt
Gefahrstoff auf der Haut:		☐ Ja	☐ Nein ☐ Unbekannt
Gefahrstoff auf der Schutzkleidung:		☐ Ja	☐ Nein ☐ Unbekannt

DGUV-Regel 112-189 (2007)
„Benutzung von Schutzkleidung“

Preparedness – Fragebogen für Rahmeninformationen (III)

Bitte kreuzen Sie in der nachfolgenden Tabelle an, auf welchen Gefahrstoff Ihre Probe untersucht werden soll bzw. gegenüber welchem Stoff Sie exponiert waren.

	Gefahrstoff	CAS-Nummer	Matrix	Probenahmezeitpunkt
Aromatische Amine/Isocyanate				
☐	Anilin	62-53-3	Urin	nach Einsatz/Schichtende
☐	p-Chloranilin	106-47-8	Urin	nach Einsatz/Schichtende
☐	Hexamethyldiamin (HDA)	124-09-4	Urin	nach Einsatz/Schichtende
☐	Hexamethyldiisocyanat (HDI)	822-06-0	Urin	nach Einsatz/Schichtende
☐	4,4'-Methyldianilin (MDA)	101-77-9	Urin	nach Einsatz/Schichtende
☐	Methyldiphenyl-4,4'-diisocyanat (MDI)	101-68-8	Urin	nach Einsatz/Schichtende
☐	4,4'-Methylen-di-ortho-toluidin	838-88-0	Urin	nach Einsatz/Schichtende
☐	2,4-Toluyldiamin (TDA)	95-80-7	Urin	nach Einsatz/Schichtende
☐	2,6-Toluyldiamin (TDA)	823-40-5	Urin	nach Einsatz/Schichtende
☐	2,4-Toluyldiamin (TDI)	584-84-9	Urin	nach Einsatz/Schichtende
☐	2,6-Toluyldiamin (TDI)	91-08-7	Urin	nach Einsatz/Schichtende
☐	o-Toluidin	95-53-4	Urin	nach Einsatz/Schichtende
Aromaten				
☐	Benzol	71-43-2	Urin	nach Einsatz/Schichtende
☐	Toluol	108-88-3	Urin	nach Einsatz/Schichtende

Was muss bedacht werden?



die meisten Stoffe werden metabolisiert

Phase I & II-Metabolismus

Oxidation, Reduktion, Hydrolyse, Konjugation



welcher Biomarker ?

Eliminationskinetik

stoffabhängige $t_{1/2}$ von Stunden bis Jahre



welche Probenahmezeit ?

Einflussfaktoren

Tabakrauchen, Alter, Geschlecht, Physis,

Medikamentierung, Nahrung, Land, ...



Spezifität, Sensitivität ?

HBM erhebt auch sensible Daten

Personenbezug, Vor-/Begleitgeschichte



Datenschutz, Schweigepflicht, Ethik ?

Labor - Qualität, Erfahrung, Beratung

Probenahme, QM/QS, Beurteilungswerte



Zuverlässigkeit ?

Beurteilungswerte für Gefahrstoffexpositionen

chronische Exposition

Beurteilungswerte Luft

DFG	MAK	
ACGIH	TLV	
SCOEL	OEL	
HSE	WEL	...

Beurteilungswerte HBM

DFG	BAT, BLW, EKA, BAR	
ACGIH	BEI	
SCOEL	BLV	
HSE	BMGV	...

akute Exposition

Beurteilungswerte Luft

EPA	AEGL	1 - 3
AIHA	ERPG	1 - 3
EU	AETL	1 - 3
NIOSH	IDLH	...

Beurteilungswerte HBM



Grundlage?

Ableitung?

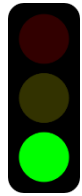


Aktionswerte

- Prinzip „Warnlampe“
- Gefahrstoffbelastung > Aktionswert wird im Routinebetrieb nicht toleriert
- Überschreitung → Werksarzt (Benetzung, Schutzausrüstung, etc.)
- WICHTIG: **einzelne/gelegentliche Überschreitung ≠ Gesundheitsgefahr**
- Grundlage der Aktionswerte: **dauerhafte arbeitstägliche Gefahrstoffbelastung**
- Basis
 - Biologische Grenzwerte nach TRGS 903
 - Äquivalenzwerte nach TRGS 910
 - Nationale und internationale Gremien (z.B. DFG-MAK, ACGIH-BEI)

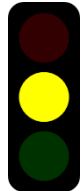
Bewertung von HBM-Ergebnissen

- Individuelle Ergebnismitteilung durch den betreuenden Werksarzt

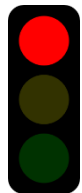


Keine bzw. geringe Exposition

Wichtig zu wissen: Viele Stoffe sind im Normalfall immer im Urin nachweisbar.



Moderate Exposition
(nur bei 1A/1B Kanzerogenen)



Erhöhte Exposition
Ursache finden, Schutz verbessern, HBM wiederholen.



© BASF SE



Zusätzliche anonymisierte
Gruppenauswertung an
Betriebsleitung

→ 17. Oktober 2016: Explosion am Standort Ludwigshafen (Landeshafen Nord)

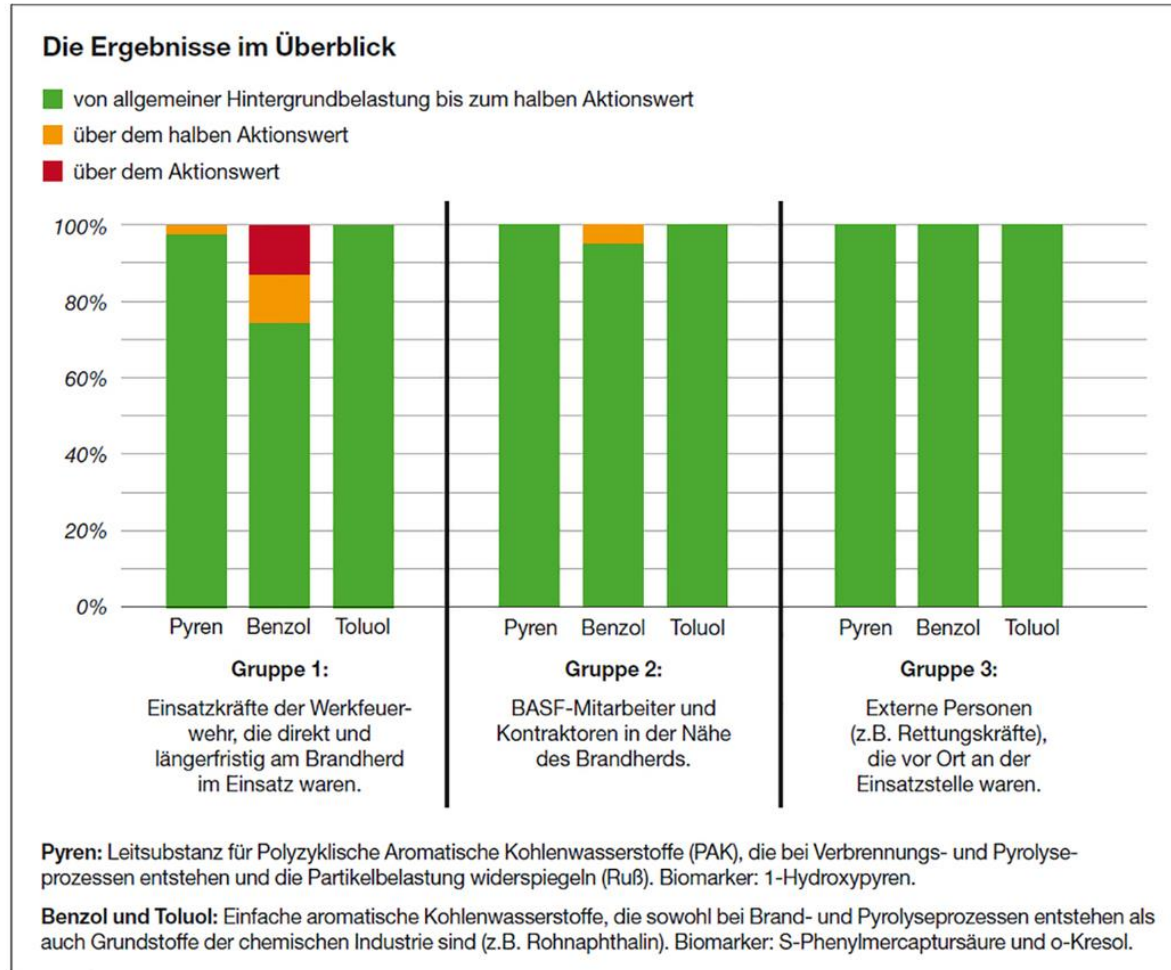
■ HBM-Untersuchung

- ▶ 99 Urinproben von 76 Personen (innerhalb von 36 h)
(Werkfeuerwehr, externe Rettungskräfte, Personen am Unfallort)
- ▶ Untersuchte Biomarker:
 - S-Phenylmerkaptursäure (SPMA) → Benzol
 - o-Kresol → Toluol
 - 1-Hydroxypyren (1-OHP) → Pyrolyseprodukte (Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe)

■ Kommunikation der Ergebnisse

- ▶ Zunächst intern (Werkfeuerwehr)
- ▶ Danach Veröffentlichung (Homepage, Sonderausgabe BASF Information)

Publizierte Ergebnisse



© BASF SE

Aktionswert Benzol

= Äquivalenzwert zur Toleranzkonzentration

= 25 µg SPMA/g Kreatinin

Aktionswert Pyren

= kreatininadjustierter BEI-Wert (US ACGIH)

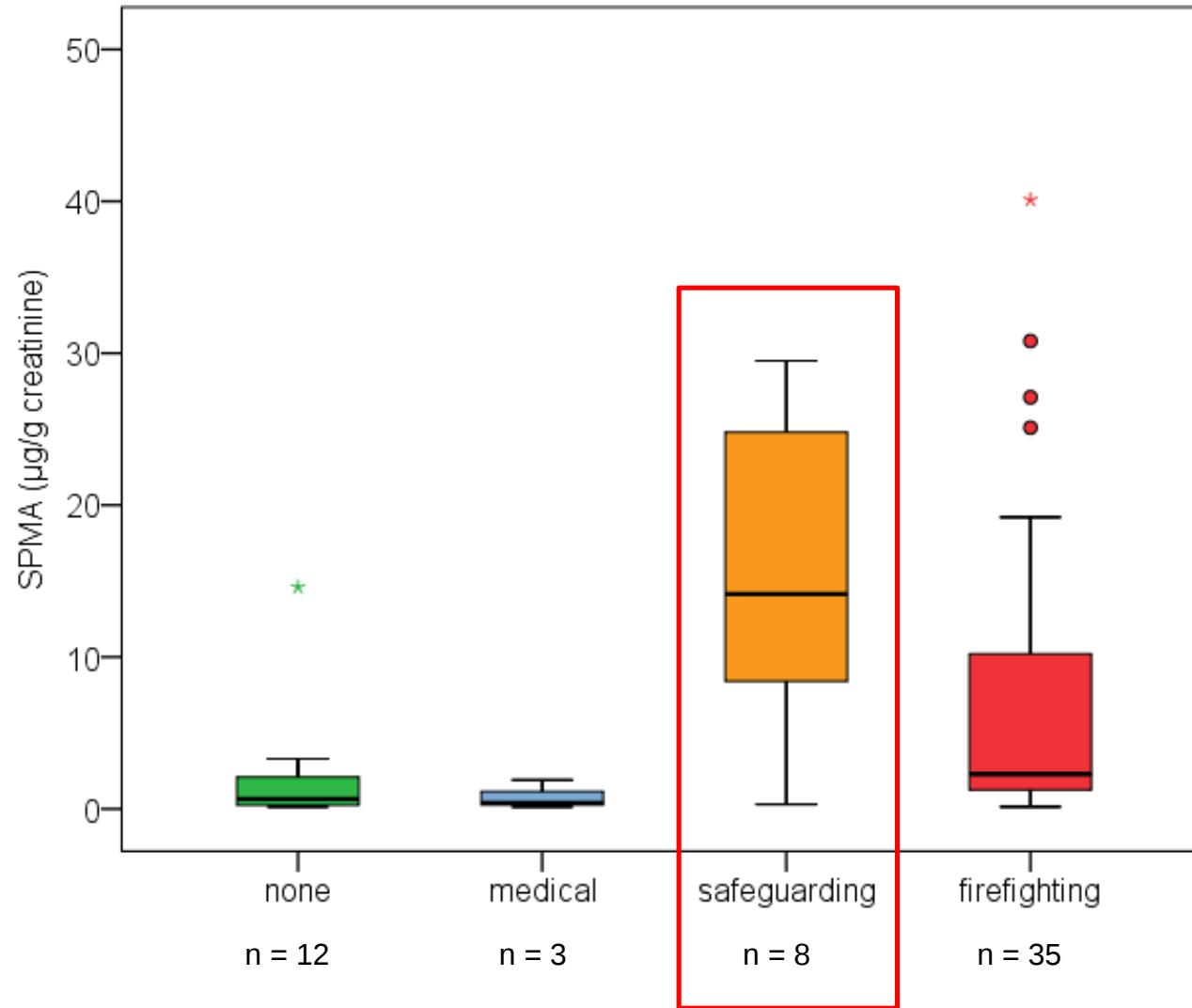
= 2 µg 1-Hydroxypyren/g Kreatinin

Aktionswert Toluol

= Biologischer Grenzwert

= 1 mg o-Kresol/g Kreatinin

Weitergehende Auswertung



erhöhte Aufmerksamkeit
bezüglich Gefahrstoffbelastung
während Brandwachen

Bader M, Bäcker S, Jäger T, Van Bortel G, van Weyenbergh T, Verwerft E, Webendörfer S, Oberlinner C, Lang S (2018) Human Biomonitoring for Emergency Responders – Experience, Benefits and Limitations. International Congress on Occupational Health (ICOH), 29. April - 04. Mai, Dublin, Irland

HBM-Untersuchungen der BASF Werkfeuerwehr seit 2015

Jahr	Einsätze	Proben	Mitarbeiter	Gefahrstoffe
2015	10	64	2 - 19	13
2016	7	76	2 - 47	8
2017	2	37	2 - 6	5
2018	7	63	3 – 16	7
bis Juli 2019	9	143	2 – 44	10



© BASF SE



© BASF SE

Chancen und Limitierungen eines HBM-Programms nach Gefahrstoffunfällen

Chancen	Limitierungen
– individuelle Exposition ⇒ individuelle Betroffenheit – unterstützt medizinisch-toxikologische Bewertung – adressiert Fragen von - Einsatzkräften - Behörden - Anwohnern - Bürgerinitiativen - Umweltschutzverbänden – künftige Einsätze - Schutzkleidung - Hautschutz - Dekontamination - Informationsketten	– erfordert schnelle Entscheidungen (Vereinfachung und Standardisierung) – gut implementierbar nur bei Einsatzkräften – Verantwortlichkeiten – Kostenübernahme – fehlende Beurteilungswerte für akute Belastung – kontroverse Bewertung der Ergebnisse

HBM im Transport-Unfall-Informationssystem (TUIS)

Chemie-Werkfeuerwehren bieten neuen Service

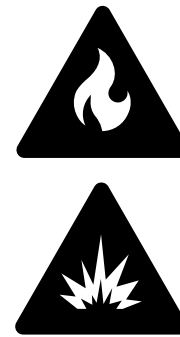
Werksärzte beraten künftig öffentliche Gefahrenabwehrkräfte

17. Mai 2017 · Pressemitteilung 3 Download(s) ♥

Human-Biomonitoring: TUIS baut Hilfe für Feuerwehren aus ++ Einsatz-Statistik: Fachberatung am Unfallort bleibt gefragt ++ TUIS-Zukunftsstudie: Kooperation mit öffentlichen Feuerwehren weiter stärken.



TUIS: Seit 35 Jahren stehen die etwa 130 Werkfeuerwehren der chemischen Industrie den Feuerwehren, der Polizei und anderen Gefahrenabwehrkräften zur Seite - rund um die Uhr, an 365 Tagen im Jahr. - Foto: © VCI/Kreth



TUIS-Leitstelle



Fachberater HBM

- Parameter
- Probenahme
- ggf. Laborkontakt

aktuell:

BASF SE, Ludwigshafen

Currenta, Leverkusen

Infraserv Höchst, Frankfurt

Human Biomonitoring nach Gefahrstoffunfällen unterstützt

- Expositionsanalyse und Risikobewertung
- Risikokommunikation
- Effizienzkontrolle von Schutzmaßnahmen

wenn es

- auf der Basis von anerkannten Analysenverfahren
- und toxikologisch-medizinischen Beurteilungswerten
- mit aussagekräftigem Untersuchungsdesign

durchgeführt wird.



© BASF SE

Kontakt Human Biomonitoring & Industrial Hygiene



Haben Sie Fragen?



© BASF SE

Prof. Dr. Michael Bader
BASF SE, FEH/CB
Corporate Health Management

Michael.bader@basf.com
+49 621 60 45360



© BASF SE

Dr. Thomas Jäger
BASF SE, FEH/CB
Corporate Health Management

thomas.b.jaeger@basf.com
+49 621 60 29528



© BASF SE

Dr. Sandra Bäcker
BASF SE, FEH/CBL
Corporate Health Management

sandra.baecker@basf.com
+49 621 60 21518