



**IFA**

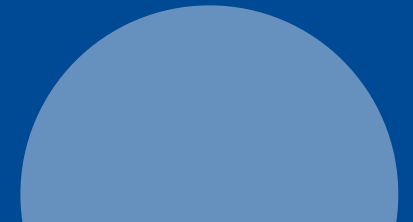
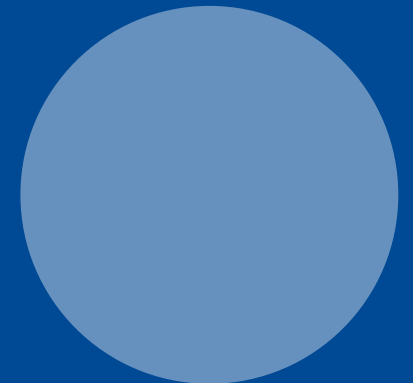
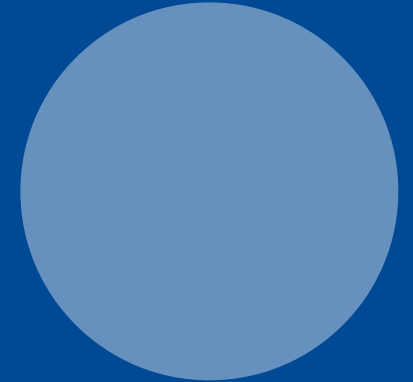
Institut für Arbeitsschutz der  
Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung

# Wischprobenahme & Bewertung von Oberflächenkontaminationen

Daniel Köster, Institut für Arbeitsschutz der DGUV

Erfahrungsaustausch der Gefahrstoffmessstellen

06.10.2021



# Einleitung

Wischproben von Oberflächen für:

1. Organische Verbindungen
2. Metalle, Metallverbindungen
3. Stäube und Fasern



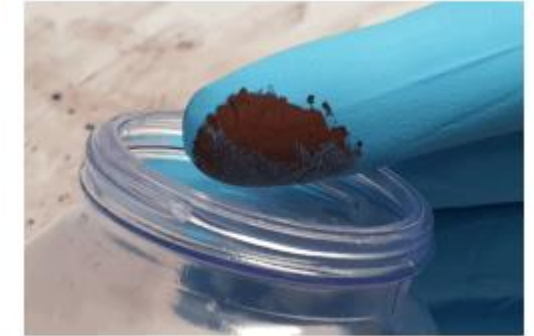
1



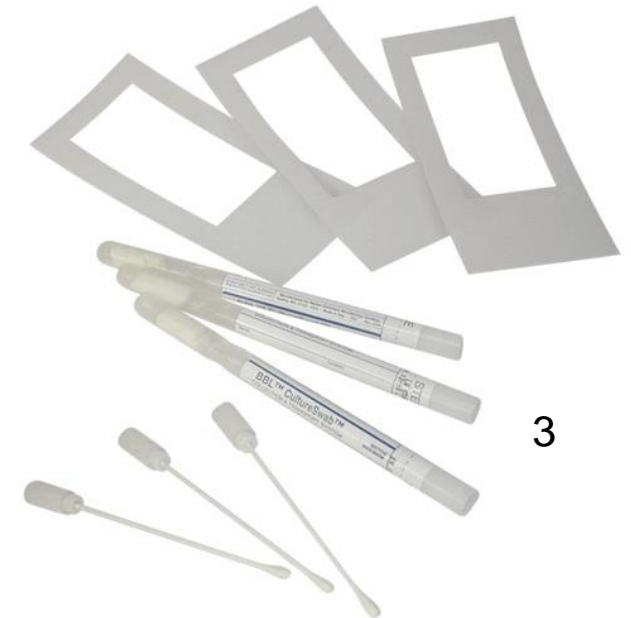
2



4



5



3

# Einleitung

## Organische Verbindungen

- Ablagerungen oder Stäube können über trockene Wischtcher oder spezielle Wischproben-Kits von der Oberfläche gewonnen werden
- Für eine bessere Übertragung der Substanzen von der Fläche auf den Probenträger können je nach Analyt und Oberflächenmaterial verschiedene Lösemittel genutzt werden



# Einleitung

## *Metalle, Metallverbindungen*

- Rückstände liegen partikulär vor oder müssen mit einem geeigneten Lösemittel auf das Probenträgermaterial überführt werden
- Probenträger müssen für die Spurenanalytik von Metallen geeignet sein um Hintergrundbelastungen aus dem Material zu minimieren
- Spezielle Wischtücher lösen sich rückstandsfrei während des Probenaufschlusses



# Einleitung

## *Stäube und Fasern*

- Für die Analyse von Fasern von Oberflächen muss die Probe möglichst ohne Kontamination mit Fasern aus externen Quelle gewonnen werden
- In diesem speziellen Fall können keine Tücher, Filter oder herkömmliche Wischprobensets verwendet werde



**Keine Tücher,  
Lappen, Papier, etc.**

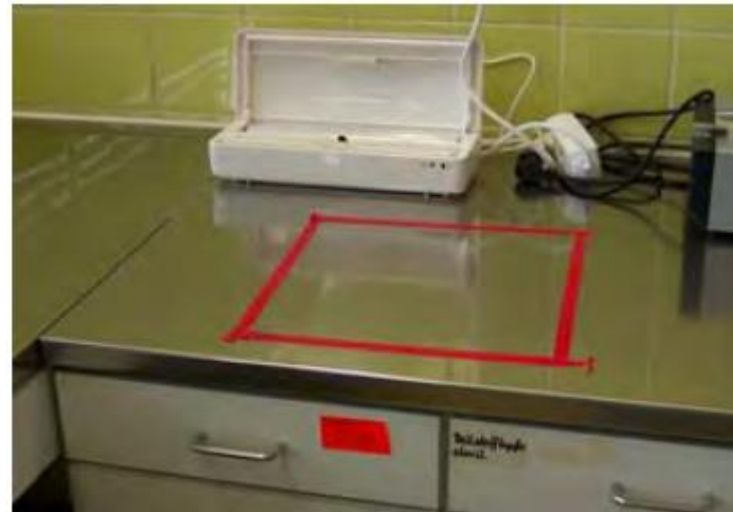
**nur der Staub  
im Gefäß**

# Ablauf Wischprobenahme

1. Probenahme
  - Ort der Probenahme
  - Größe der Probenahmefläche
  - Wischtechnik und Lösemittel
  - Beschaffenheit der Oberfläche
2. Extraktion des Probenträgers
3. Analytische Messung
4. Bewertung der Messergebnisse

## Ort der Probenahme:

- Für die Wischprobenahme eignen sich besonders gleichmäßige ebene Flächen wie Arbeitsplatten oder Böden
- Bei unregelmäßig geformten Flächen (Griffe oder Werkzeuge) muss die Größe der zu beprobende Oberfläche so genau wie möglich erfasst werden



6



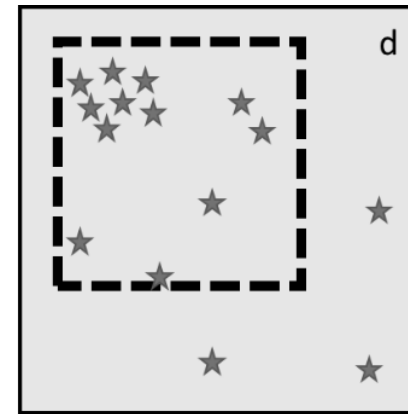
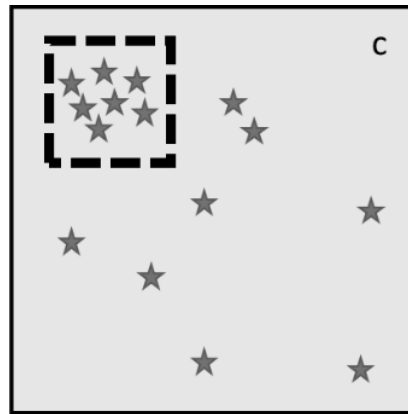
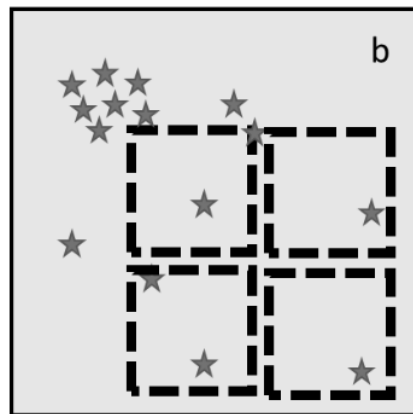
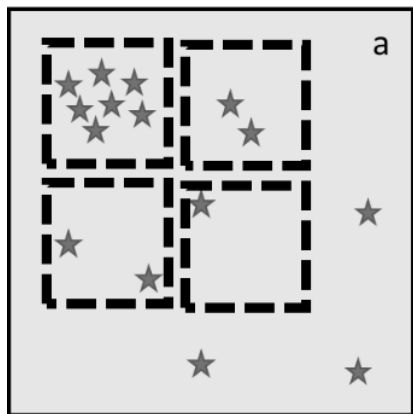
7



8

## Größe der Probenahme­fläche:

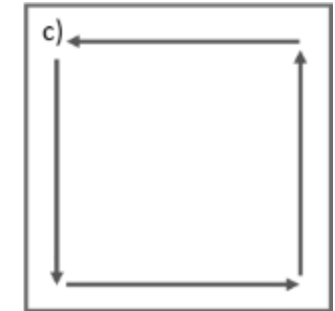
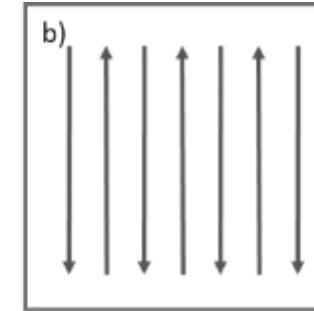
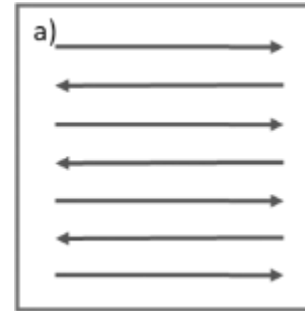
- Kontaminationen auf Oberflächen sind meist nicht homogen über die Fläche verteilt
- Bei inhomogener Verteilung der Substanzen kann es durch unterschiedlich große Probenahme­flächen gemittelt zu stark schwankenden Ergebnissen kommen





## Wischtechnik und Lösemittel:

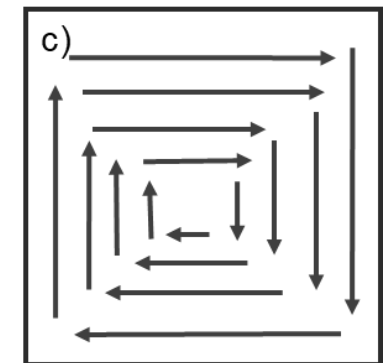
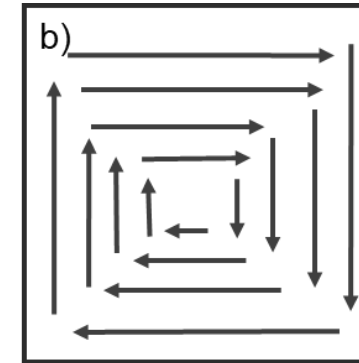
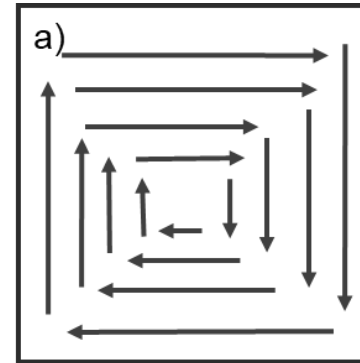
- Einheitliche Methode für die Probenahme z. B. nach ASTM-Norm 6966
- Normierung der verwendeten Tücher je nach Anwendung: z. B. ASTM D7707 für Be oder ASTM E1792 für Pb in Stäuben
- Exakt definierte Flächen für die Probenahme lassen sich mit entsprechenden Schablonen definieren
- Das Lösemittel muss je nach Oberflächenbeschaffenheit und zu untersuchenden Substanzen angepasst werden



## Wischtechnik und Lösemittel:

### Messung von abgelagerten Metallpartikeln nach OSHA ID25G:

- Filter oder Swabs werden mit destilliertem Wasser angefeuchtet
- Eine 10x10 cm große Fläche wird in drei Durchgängen jeweils mit einer unbelegten Seite des Tuchs beprobt



### Messung von Blei auf Oberflächen nach NIOSH 9001:

- Die Oberfläche wird mit überlappenden S-förmigen Bewegungen in horizontaler und vertikaler Ausrichtung in drei Durchgängen beprobt

## „Best Practice“ für die Probenahme :

1. Für jede individuelle Wischprobe sollte ein neues Paar Handschuhe verwendet werden um Kreuzkontamination zu vermeiden
2. Allgemein wird eine Fläche von mindestens 10 x 10 cm und die Verwendung einer Schablone zur Probenahme empfohlen.
3. Die Wahl des Lösemittels hängt von dem Zusammenspiel des Analyten und der Beschaffenheit der Oberfläche ab.
4. Die Oberfläche sollte in drei Durchgängen mit einem möglichst reproduzierbaren Muster beprobt werden. Wenn die Möglichkeit besteht sollte für jeden Durchgang eine unbelegte Seite des Tuchs oder Filters verwendet werden.

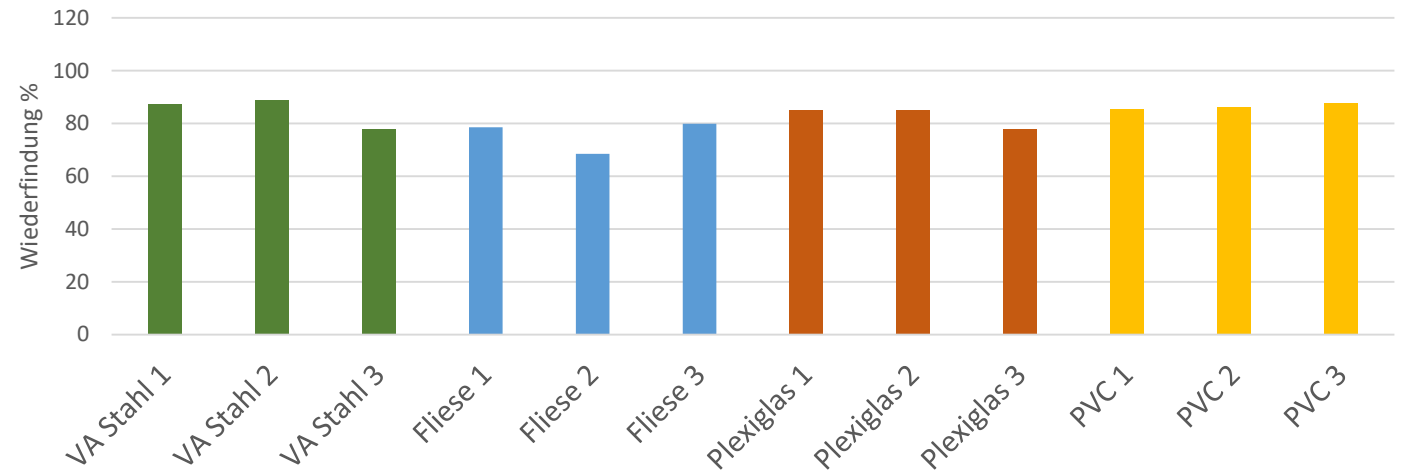
Die Reproduzierbarkeit der Probenahme ist entscheidend für die Interpretation der Ergebnisse

# Beschaffenheit der Oberfläche

In Modellversuchen am IFA konnten für glatten Oberflächen Wiederfindungsraten von ca. 80 % inklusive der Extraktion der Probenträger erreicht werden.

- Analytische Schwankung zwischen den Messungen gering
- Größere Schwankungen zwischen den einzelnen Wischproben

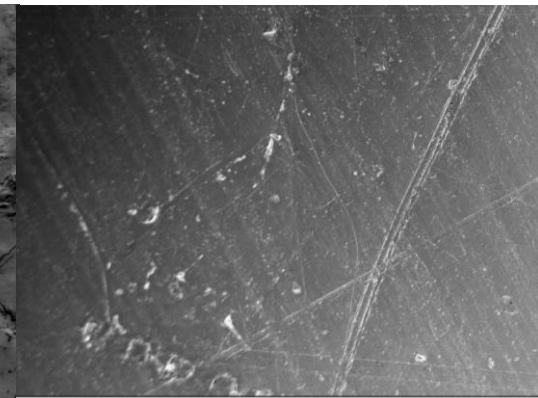
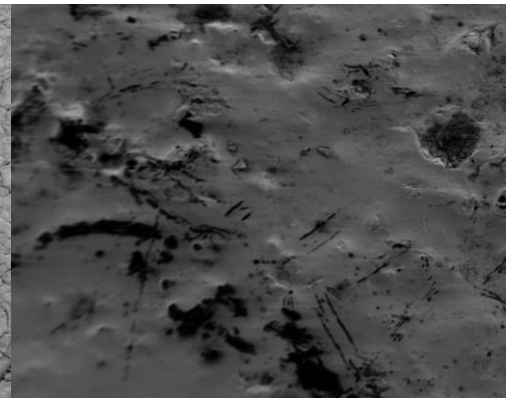
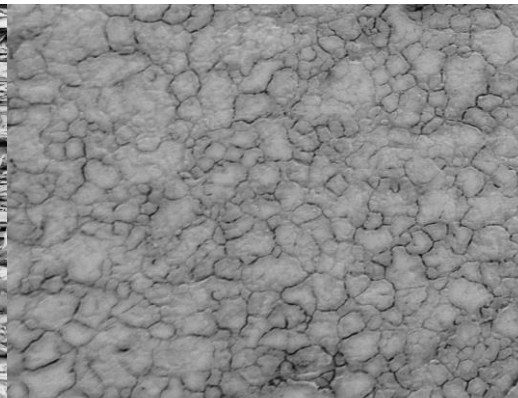
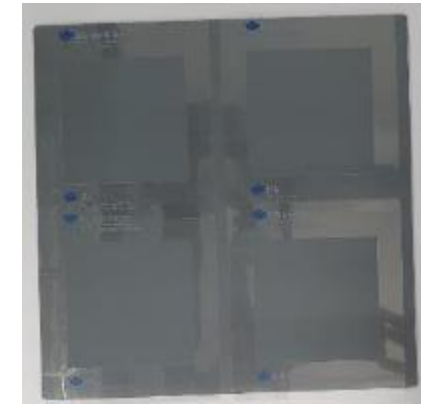
Wiederfindung Probenahme mit angefeuchteten Tüchern



Konzentrationen für die Oberflächenproben des unbehandelten Holz unter der Bestimmungsgrenze



# Beschaffenheit der Oberfläche



100 µm a) Holz

100 µm b) Edelstahl

100 µm c) Keramik

100 µm d) PVC

Vergleich der Oberflächenbeschaffenheit: Makroskopisch vs. Rasterelektronenmikroskop

# Extraktion und Messung der Analyten

## Extraktion der Probenträger

- organische Substanzen, Lösemittlextraktion (Ultraschallbad, Wärme)
- Metallanalytik, Aufschluss der Probe inklusive Filtermaterial

## Instrumentelle Analytik nach der Extraktion

Methoden analog zu bestehenden Verfahren aus der Raumluftüberwachung können auf Oberflächenproben angepasst werden



## *Aussagefähigkeit der Messwerte*

Ziel: Quantitative Aussagen zur Stoffmenge auf der Oberfläche

Bsp.: Ruß auf einer Glasscheibe, Quantifizierung von PAKs

Auf einer beprobten Fläche von 10 x 10 cm können 200 ng Benzo(a)pyren nachgewiesen werden:

$$\rightarrow 200 \text{ ng} / 100 \text{ cm}^2 = \underline{2 \text{ ng/cm}^2}$$

## ***Aussagefähigkeit der Messwerte***

Gesicherte quantitative Aussage ist nur möglich wenn:

- Die Substanz homogen verteilt ist
- Wiederfindungsraten für die Kombination von Analyten, Untergrundmaterial und Probenahmetechnik untersucht wurden

Ansonsten sind meist nur qualitative oder semi-quantitative Aussagen möglich

Die Rahmenbedingungen der Probenahme sind in diesen Fällen unerlässlich für die Interpretation der Ergebnisse



## *Interpretation der Messwerte*

Wenn die Menge der Substanz auf der Oberfläche analytisch korrekt erfasst wurde bleiben die Fragen:

- Wie kommen Personen in Kontakt mit der Oberfläche (PSA, Kleidung, Haut)?
  - Wie viel Substanz wird von der Oberfläche bei Kontakt übertragen?
  - Wird die Substanz indirekt weiter verteilt?
  - Was sind die toxikologischen Folgen einer Übertragung z. B. auf die Haut, welche Wirkmechanismen greifen?
- **Abschließende Bewertung einer Oberflächenbelastung bleibt selbst bei analytisch korrekter Erfassung schwierig**

# Ansätze zur Beurteilung von Oberflächenkontaminationen

**TLV-SL (Threshold Limit Value – Surface Limit) der ACGIH** wurden 2019 für zwei lokal wirkende Substanzen eingeführt:

Methyltetrahydrophthalsäureanhydrid	0,7 µg / 100 cm <sup>2</sup>
o-Phthalaldehyd	25 µg / 100 cm <sup>2</sup>

Die ACGIH weist aber explizit darauf hin, dass die Messung von Oberflächenbelastungen noch nicht als „Common Practice“ etabliert ist. Die Einführung der Oberflächengrenzwerte soll unter anderem zur Weiterentwicklung der Analytischen Methoden in diesem Bereich beitragen.

Zukünftig ist die Einführung von Oberflächengrenzwerte für weitere Substanzen geplant.

# Ansätze zur Beurteilung von Oberflächenkontaminationen

**DNEL-Werten aus dem REACH-Prozess** werden vom Hersteller oder einem für die Registrierung beauftragten Unternehmen abgeleitet.

- Dabei wird zwischen oraler, dermalen und inhalativer Exposition unterschieden
- Bei den Folgen einer Exposition wird zwischen akuter und Langzeitexposition unterschieden
- Werte werden je für das Arbeitsumfeld als auch für die Allgemeinbevölkerung definiert

Für jede Substanz ergibt sich somit eine Vielzahl von individuellen DNEL-Werten

# Ansätze zur Beurteilung von Oberflächenkontaminationen

## Grenzwert, unterhalb dessen der Stoff keine Wirkung ausübt (DNEL)

DNEL Worker (dermal), systemic effects - long-term, = 10.46 mg/kg bw/day

DNEL Worker (dermal), systemic effects - acute, = 100 mg/kg bw/day

DNEL Worker (dermal), local effects - long-term, = 35.7 mg/cm<sup>2</sup>

DNEL Worker (dermal), local effects - acute, = 71.43 mg/cm<sup>2</sup>

Worker (eyes), No hazard identified.

DNEL Worker (inhalation), systemic effects - long-term, = 36.89 mg/m<sup>3</sup>

DNEL Worker (inhalation), systemic effects - acute, = 352.63 mg/m<sup>3</sup>

DNEL Worker (inhalation), local effects - long-term, = 92.21 mg/m<sup>3</sup>

DNEL Worker (inhalation), local effects - acute, = 881.58 mg/m<sup>3</sup>

DNEL Consumer (oral), systemic effects - long-term, = 5.23 mg/kg bw/day

DNEL Consumer (oral), systemic effects - acute, = 25 mg/kg bw/day

DNEL Consumer (inhalation), systemic effects - long-term, = 9.1 mg/m<sup>3</sup>

DNEL Consumer (inhalation), systemic effects - acute, = 86.96 mg/m<sup>3</sup>

DNEL Consumer (inhalation), local effects - long-term, = 22.74 mg/m<sup>3</sup>

DNEL Consumer (inhalation), local effects - acute, = 217.39 mg/m<sup>3</sup>

Consumer (eyes), No hazard identified.

DNEL Consumer (dermal), systemic effects - long-term, = 5.23 mg/kg bw/day

DNEL Consumer (dermal), systemic effects - acute, = 50 mg/kg bw/day

DNEL Consumer (dermal), local effects - long-term, = 17.86 mg/cm<sup>2</sup>

DNEL Consumer (dermal), local effects - acute, = 35.71 mg/cm<sup>2</sup>

Dermal – systemische Effekte:

Gemessen in **mg/kg Körpergewicht/Tag**

Dermal – lokale Effekte:

Gemessen in **mg/cm<sup>2</sup> Hautfläche**

ohne zeitliche Komponente

Zur Bewertung von dermalen, lokalen Effekten müsste aber der Übergang von Oberflächen auf die Haut berücksichtigt werden

Alternativ kann direkt z. B. durch Wischproben die Belastung auf der Haut bestimmt werden

## Fazit

- Für die Festlegung von Grenzwerten auf Oberflächen inklusive der Haut fehlen oft geeignete Methoden für deren Überwachung
- Die heterogene Verteilung der Kontamination im Vergleich zur Atemluft und eine hohe Zahl von Einflussparametern auf die Probenahme erschweren die Messungen
- Viele Transportwege von Oberflächen über die Haut in den Körper sind schwer vorherzusagen oder zu modellieren
- Die semiquantitative Bestimmung von Oberflächenbelastungen z. B. durch Wischproben kann aber durchaus genutzt werden um Quellen von Kontaminationen und Verschleppungswege zu identifizieren
- Im Bereich der Reinigungsvalidierung können semiquantitative Wischproben ebenfalls zum Einsatz kommen

## Alternativen: Luftmessungen / Materialprobe

In vielen Situationen ist der Bezug der Gefahrstoffkonzentration auf die Fläche bisher nicht relevant.

Materialproben von Ablagerungen stellen hier oft eine bessere Möglichkeit als Ergänzung oder Sondierung für Luftmessungen dar.

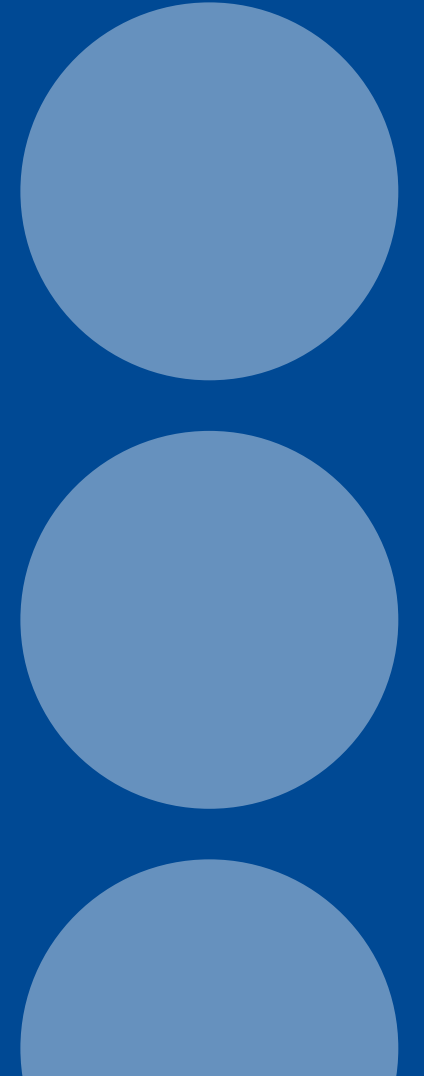
**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**

**Wischprobenahme & Bewertung von Oberflächenkontaminationen**

Daniel Köster, Institut für Arbeitsschutz der DGUV

Erfahrungsaustausch der Gefahrstoffmessstellen

06.10.2021



## Quellen

### Bilder:

- 1) <https://www.carlroth.com/com/en/single-use-towels-rolls/disposable-wipes-kimtech-science-precision-wipes/p/aa63.1>
- 2) <https://www.zefon.com/ghostwipe-methamphetamine-15cm-x-15cm-100pk>
- 3) <https://www.skcltd.com/products2/bioaerosol-sampling/sterile-surface-swab-kit.html>
- 4+5) Wischproben / Abgelagerte Stäube im Hinblick auf Partikel und Fasern, Dr. Markus Mattenklott, IFA, G2 Seminar 2020
- 6-8) Forschungsprojekt "MEWIP" (Monitoring-Effekt-Studie für Wischproben in Apotheken) Abschlussbericht