



Schadstoffbelastung der Ausbilder von feststoffbefeuereten Brandübungsanlagen

Niklas Kükelhahn

B. Eng. Gefahrenabwehr/Hazard Control

02.05.2019



Vorstellung

Niklas Kükelhahn

Werdegang:

- | | |
|----------------------------|----------------------------------------------------------|
| 2011 | Abitur an der Berufsbildenden Schule Osterholz |
| 2011 - 2014 | Ausbildung zum Feinwerkmechaniker |
| 2014 – Juni 2018 | Studium Gefahrenabwehr/Hazard Control an der HAW Hamburg |
| November 2018 – April 2019 | Angestellter NABK Celle |
| April 2019 – heute | Laufbahnausbildung gehobener feuerwehrtechnischer Dienst |

Hobbies: Freiwillige Feuerwehr



Agenda

- Einleitung
- Material für die Versuche
- Methodik
- Analyse der Brandrauchproben
- Probenahme
 - Analyse der Proben
 - Ergebnisse
 - Maßnahmen
- Zusammenfassung
- Quellen

Agenda

1. Einleitung

2. Material

3. Methodik

4. Analyse

Brandrauch

5. Probenahme

6. Analyse der

Proben

7. Ergebnisse

8. Maßnahmen

9. Zsfg.

10. Quellen

Einleitung

- Erhöhtes Krebsrisiko bei Feuerwehrleuten (LeMasters et al. 2006)
- Schadstoffbelastung durch Verbrennungsprodukte
- Vereinzelt auftretende Krebsfälle bei Ausbildern von feststoffbefeuereten Brandübungsanlagen
- Umgang mit dem Thema Einsatzstellenhygiene

Agenda

1. Einleitung

2. Material

3. Methodik

4. Analyse

Brandrauch

5. Probenahme

6. Analyse der Proben

7. Ergebnisse

8. Maßnahmen

9. Zsfg.

10. Quellen

Stand der Forschung

- Krebserregende Substanzen im Brandrauch enthalten, so das International Agency for Research on Cancer (IARC)
- Ottawa Fire Service hat ebenfalls das Krebsrisiko für Feuerwehrleute ermittelt
- Eine Belastung der Ausbilder konnten Laitinen et al. (2010) nachweisen
- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung untersucht in Zusammenarbeit mit der Feuerwehr Hamburg und Berlin die Exposition von Feuerwehrleuten

Agenda

1. Einleitung

2. Material

3. Methodik

4. Analyse

Brandrauch

5. Probenahme

6. Analyse der

Proben

7. Ergebnisse

8. Maßnahmen

9. Zsfg.

10. Quellen

Zielsetzung der Arbeit

- Schadstoffbelastung der Ausbilder von feststoffbefeuereten Brandübungsanlagen feststellen
- Ausbilder sind wesentlich häufiger dem Brandrauch ausgesetzt als Feuerwehrleute im Einsatzdienst
- Belastung der Ausbilder wird nicht erfasst, da sie nicht im Einsatzdienst tätig sind
- Belastung durch Feuer die zur Ausbildung dienen

Agenda

1. Einleitung
2. **Material**
3. Methodik
4. Analyse
Brandrauch
5. Probenahme
6. Analyse der
Proben
7. Ergebnisse
8. Maßnahmen
9. Zsfg.
10. Quellen

Material für die Versuche

- Feststoffbefeuerte Brandübungsanlage der NABK Standort Loy
- Schutzkleidung Viking Life-Saving Equipment
- Handelsübliche Baumwoll-T-Shirts
- Polypropylen-Filter direkt auf der Haut der Ausbilder für Adsorption der Schadstoffe
- Brennstoff bestehend aus Holz und Holzwerkstoffen

Agenda

1. Einleitung
2. Material
3. **Methodik**
4. Analyse
Brandrauch
5. Probenahme
6. Analyse der
Proben
7. Ergebnisse
8. Maßnahmen
9. Zsfg.
10. Quellen

Methodik

- Ausstattung der 4 Ausbilder mit Proben und Material
- Vier Durchgänge in der Brandübungsanlage (Dauer max. 60 min)
- Brandrauchproben von kalten und heißen Rauchgasen, Pyrolysegasen sowie Luftproben der kalten Brandstelle
- Brandrauchproben mit Hilfe von GC-MS der ATF Hamburg qualitativ ausgewertet
- Proben der getragenen Schutzkleidung oberhalb und unterhalb der Nässesperre
- Quantitative Auswertung der Proben im Labor für Rückstandsanalytik Bremen GmbH

Agenda

1. Einleitung
2. Material
3. Methodik
4. **Analyse**
5. **Brandrauch**
6. Probenahme
7. Analyse der Proben
8. Ergebnisse
9. Maßnahmen
10. Zsfg.
11. Quellen

Analyse der Brandrauchproben ergab folgende Stoffgruppen:

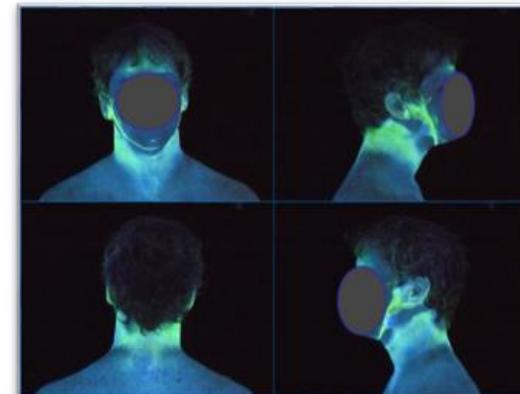
- Sauerstoffheterocyclen
- Aromatische Kohlenwasserstoffe
- Phenole und Kresole
- Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe
- Cyclische Kohlenwasserstoffe
- Dibenzofuran
- Aldehyde
- Hydrazinderivate

Agenda

1. Einleitung
2. Material
3. Methodik
4. Analyse
5. **Brandrauch**
6. **Probenahme**
7. Analyse der Proben
8. Ergebnisse
9. Maßnahmen
10. Zsfg.
11. Quellen

Verteilung der Polypropylen-Pads

- In der Ruß produzierenden Industrie und Asphaltleger werden mit Polypropylen-Pads beprobt
- FAS-Test von VIKING Life-Saving Equipment ergab folgende Ergebnisse



Schadstoffbelastung der Ausbilder von feststoffbefeuereten Brandübungsanlagen

Agenda

1. Einleitung
2. Material
3. Methodik
4. Analyse
Brandrauch
5. **Probenahme**
6. Analyse der
Proben
7. Ergebnisse
8. Maßnahmen
9. Zsfg.
10. Quellen

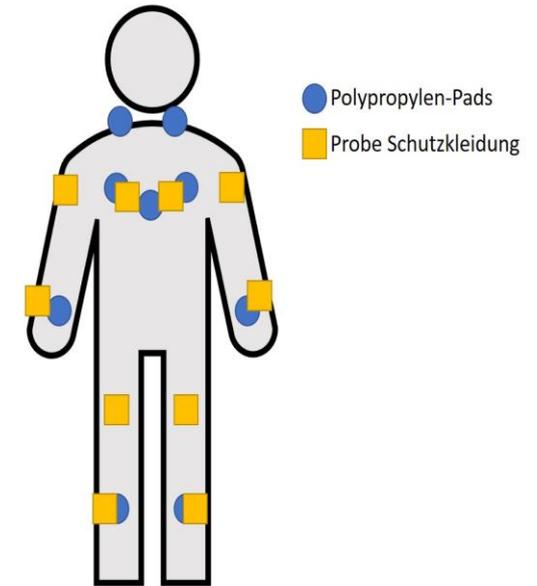
Probennahme der Schadstoffbelastung der Ausbilder



Schutzausrüstung



Polypropylen-Filter
am Oberkörper



Verteilung der
Polypropylen-Filter
und der Proben der
Schutzkleidung

Agenda

Analyse der 16 EPA-PAK

1. Einleitung

2. Material

3. Methodik

4. Analyse

Brandrauch

5. Probenahme

6. **Analyse der**

Proben

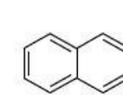
7. Ergebnisse

8. Maßnahmen

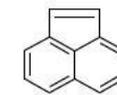
9. Zsfg.

10. Quellen

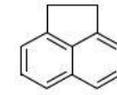
- Naphthalin (NAP)
- Acenaphthylen (ACY)
- Acenaphthen (ACE) **
- Fluoren (FLE)
- Anthracen (ANT) **
- Benzo(a)anthracen (BaA) *
- Fluoranthen (FLA) *
- Pyren (PYR)
- Phenanthren (PHE) *
- Chrysen (CHR) *
- Benzo(b)fluoranthen (BbF) ***
- Benzo(k)fluoranthen (BkF) **
- Benzo(a)pyren (BaP) ****
- Indeno(1,2,3,c,d)pyren (IcdP) **
- Dibenzo(a,h)anthracen (DahA) ***
- Benzo(g,h,i)perylen (BghiP) *



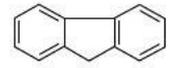
Naphthalin



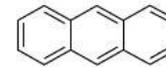
Acenaphthylen



Acenaphthen



Fluoren



Anthracen



Benzo[a]anthracen



Fluoranthen



Pyren



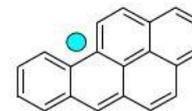
Phenanthren



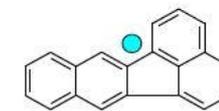
Chrysen



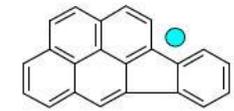
Benzo[b]fluoranthen



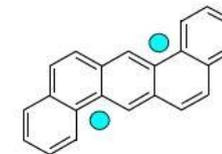
Benzo[a]pyren



Benzo[k]fluoranthen



Indeno[1,2,3-cd]pyren



Dibenzo[a,h]anthracen



Benzo[g,h,i]perylen

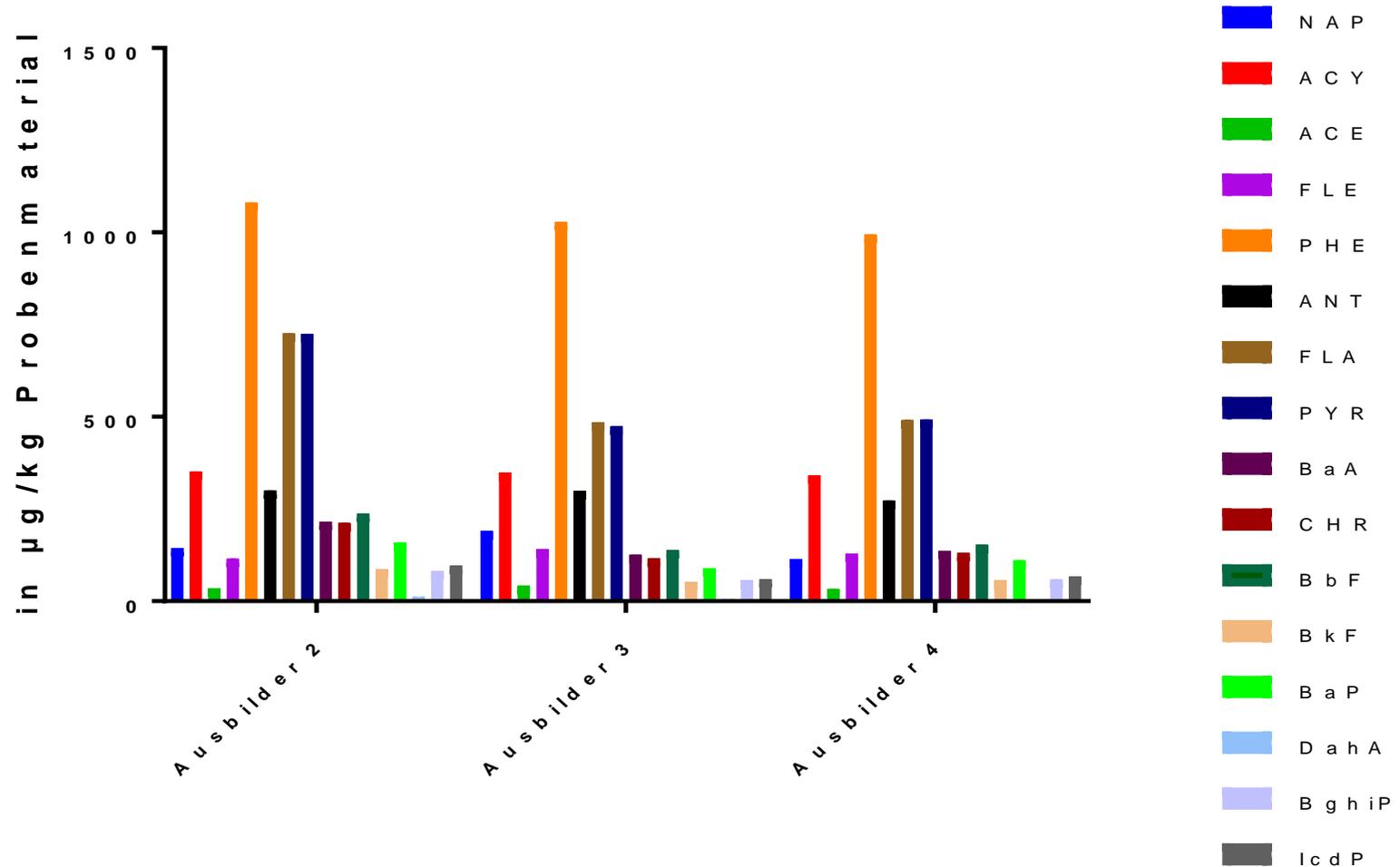
● = BAY-Region

Schadstoffbelastung der Ausbilder von feststoffbefeugerten Brandübungsanlagen

Agenda

1. Einleitung
2. Material
3. Methodik
4. Analyse
- Brandrauch
5. Probenahme
6. Analyse der Proben
7. **Ergebnisse**
8. Maßnahmen
9. Zsfg.
10. Quellen

Belastung der Schutzkleidung der Ausbilder oberhalb der Nässe Sperre

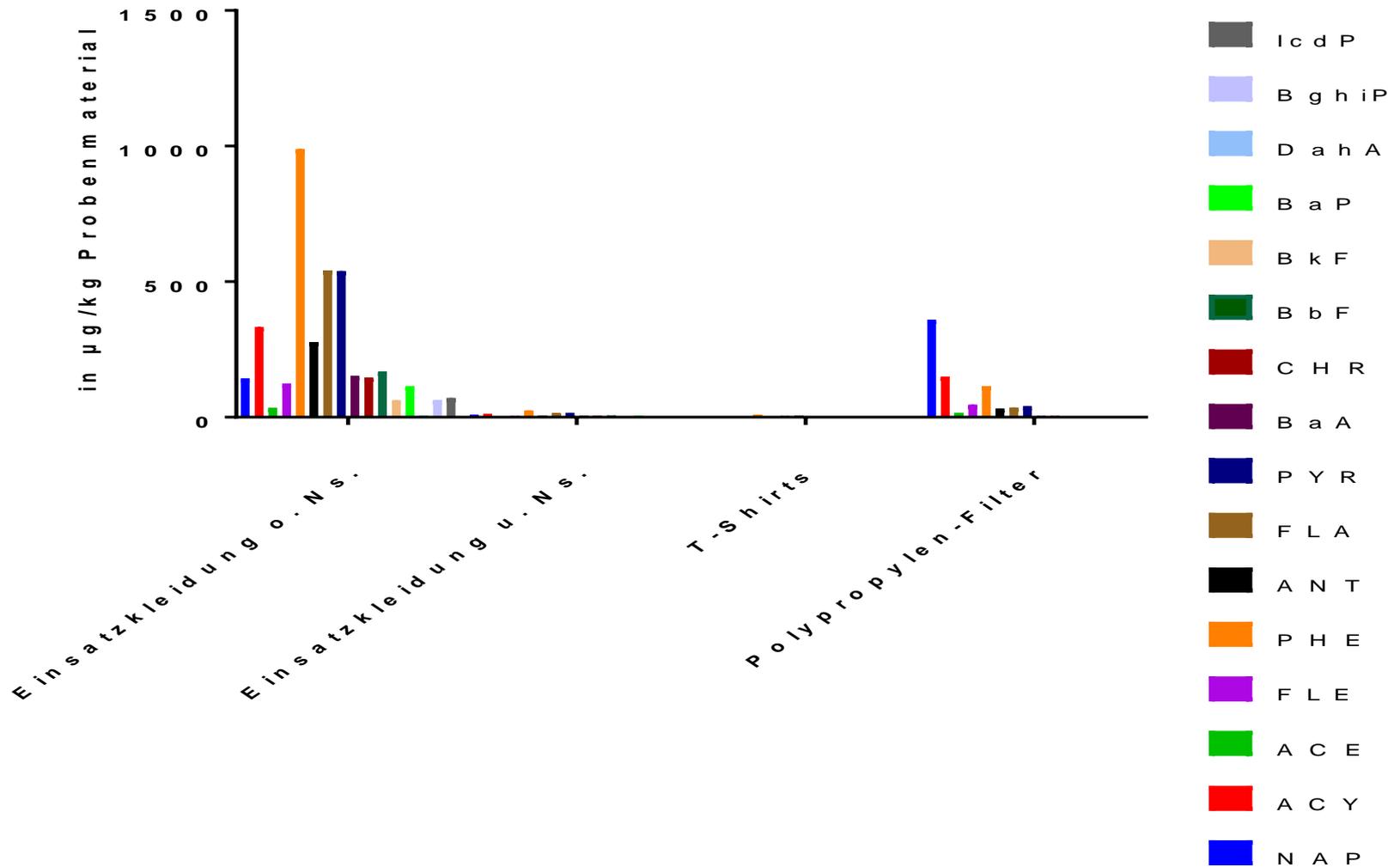


Schadstoffbelastung der Ausbilder von feststoffbefeuereten Brandübungsanlagen

Agenda

1. Einleitung
2. Material
3. Methodik
4. Analyse
- Brandrauch
5. Probenahme
6. Analyse der Proben
7. **Ergebnisse**
8. Maßnahmen
9. Zsfg.
10. Quellen

V e r g l e i c h d e r K o n t a m i n a t i o n j e n a c h P r o b e n s c h i c h t

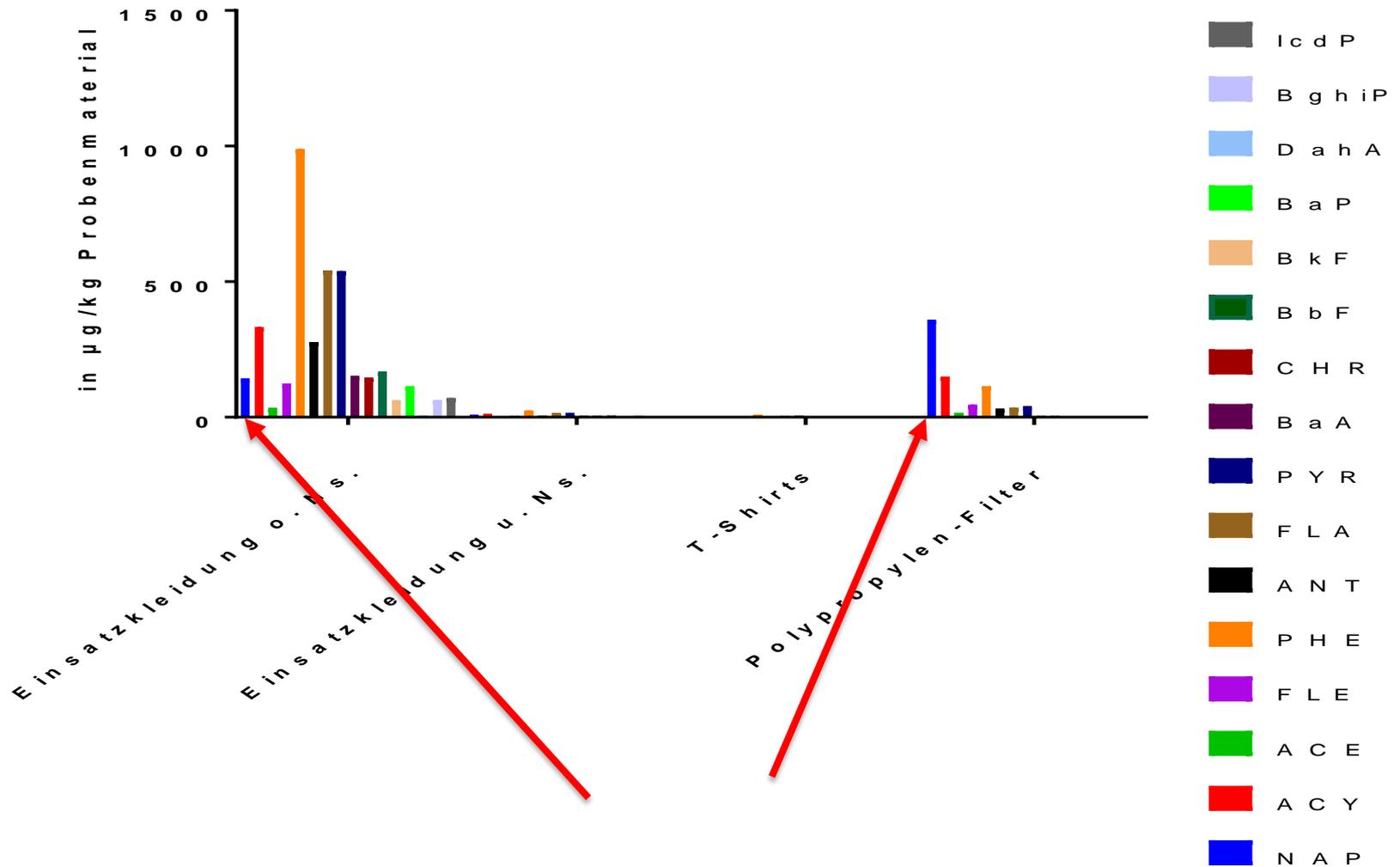


Schadstoffbelastung der Ausbilder von feststoffbefeueten Brandübungsanlagen

Agenda

1. Einleitung
2. Material
3. Methodik
4. Analyse
- Brandrauch
5. Probenahme
6. Analyse der Proben
7. **Ergebnisse**
8. Maßnahmen
9. Zsfg.
10. Quellen

Vergleich der Kontamination je nach Probenschicht

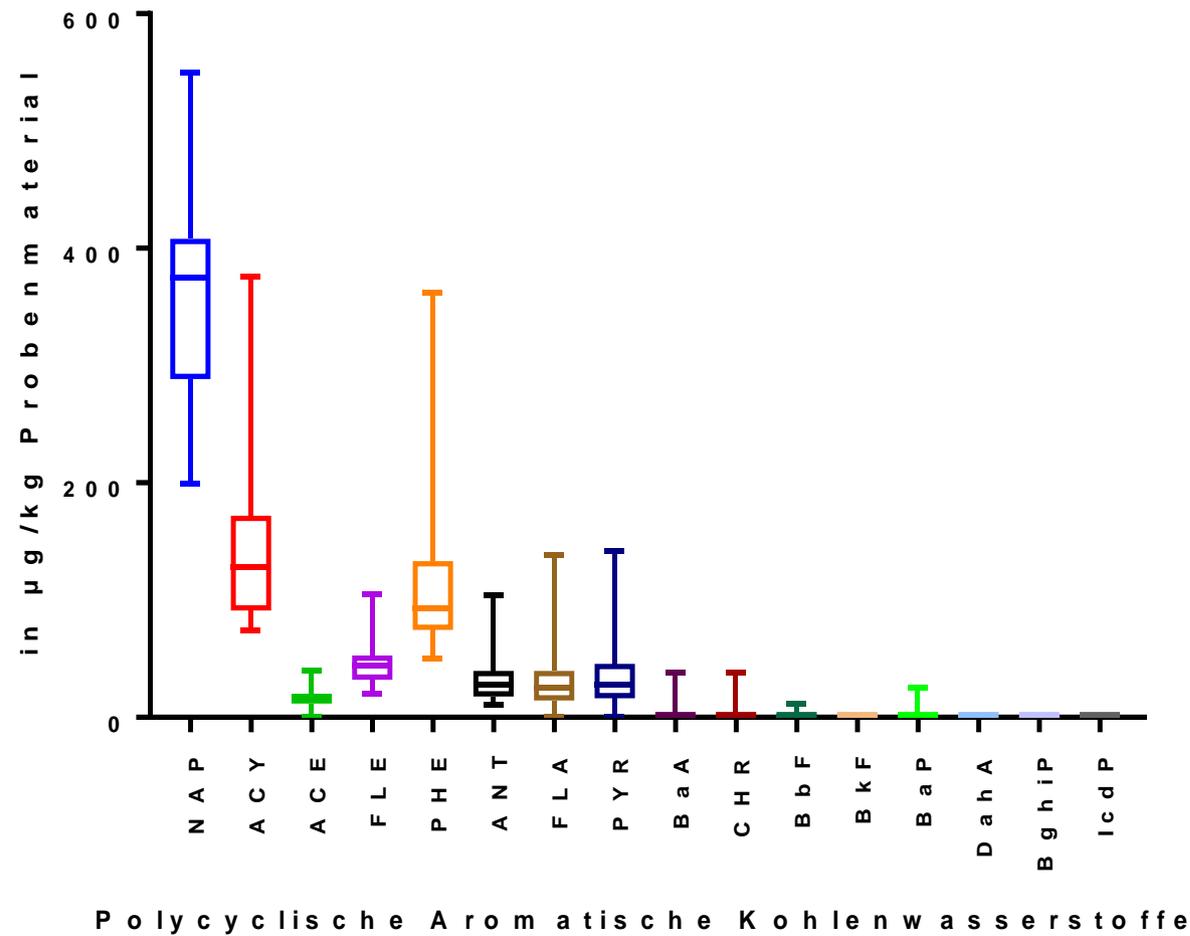


Schadstoffbelastung der Ausbilder von feststoffbefeuereten Brandübungsanlagen

Agenda

1. Einleitung
2. Material
3. Methodik
4. Analyse
5. Brandrauch
6. Probenahme
7. **Ergebnisse**
8. Maßnahmen
9. Zsfg.
10. Quellen

Belastung der Ausbilder am ganzen Körper (Polypropylen-Filter)

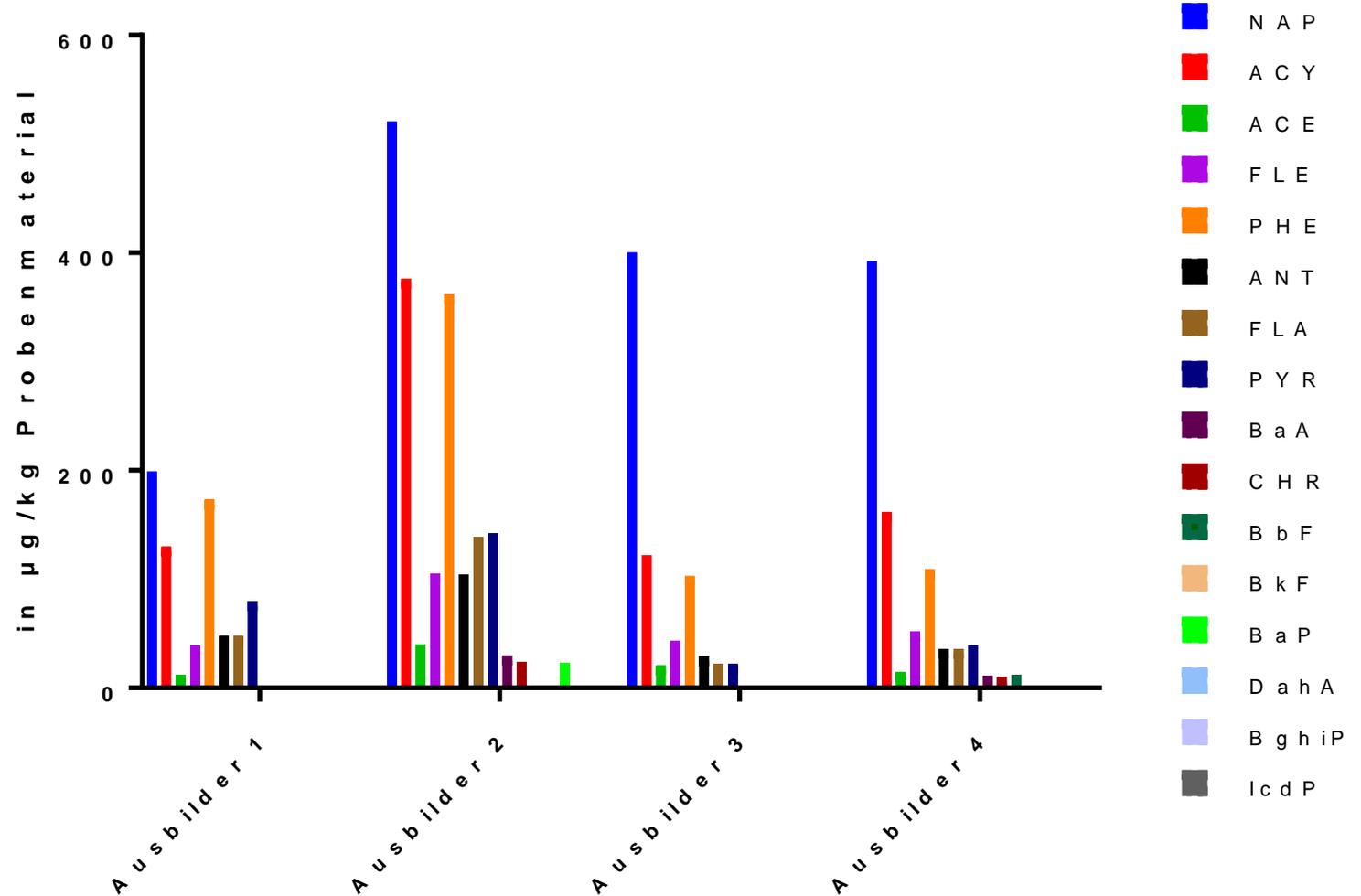


Schadstoffbelastung der Ausbilder von feststoffbefeueten Brandübungsanlagen

Agenda

1. Einleitung
2. Material
3. Methodik
4. Analyse
5. Brandrauch
6. Probenahme
7. **Ergebnisse**
8. Maßnahmen
9. Zsfg.
10. Quellen

Belastung der Ausbilder an den Händen (Polypropylen-Filter)

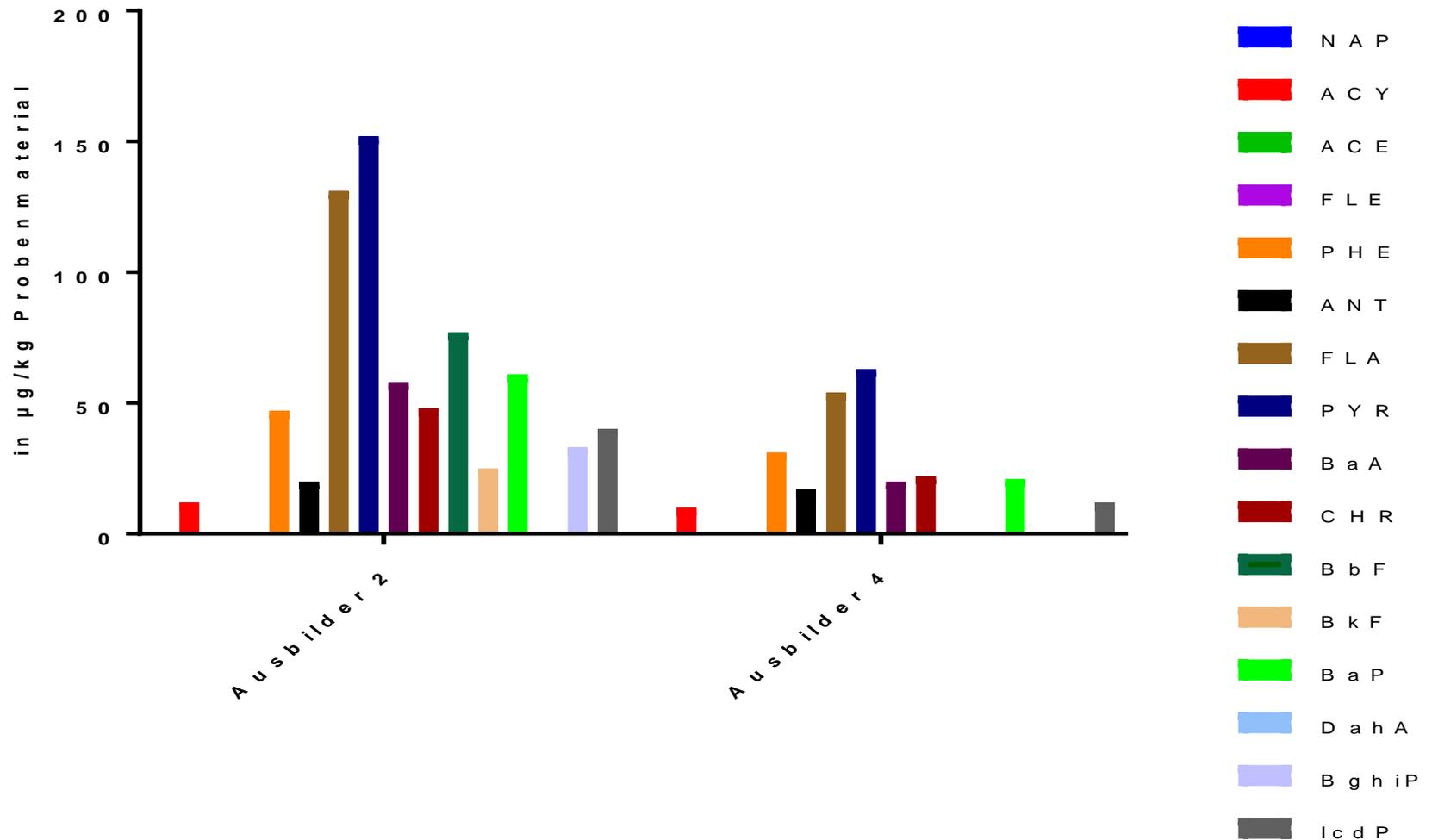


Schadstoffbelastung der Ausbilder von feststoffbefeuereten Brandübungsanlagen

Agenda

1. Einleitung
2. Material
3. Methodik
4. Analyse
- Brandrauch
5. Probenahme
6. Analyse der Proben
7. **Ergebnisse**
8. Maßnahmen
9. Zsfg.
10. Quellen

Belastung der Flamm schutzhaube

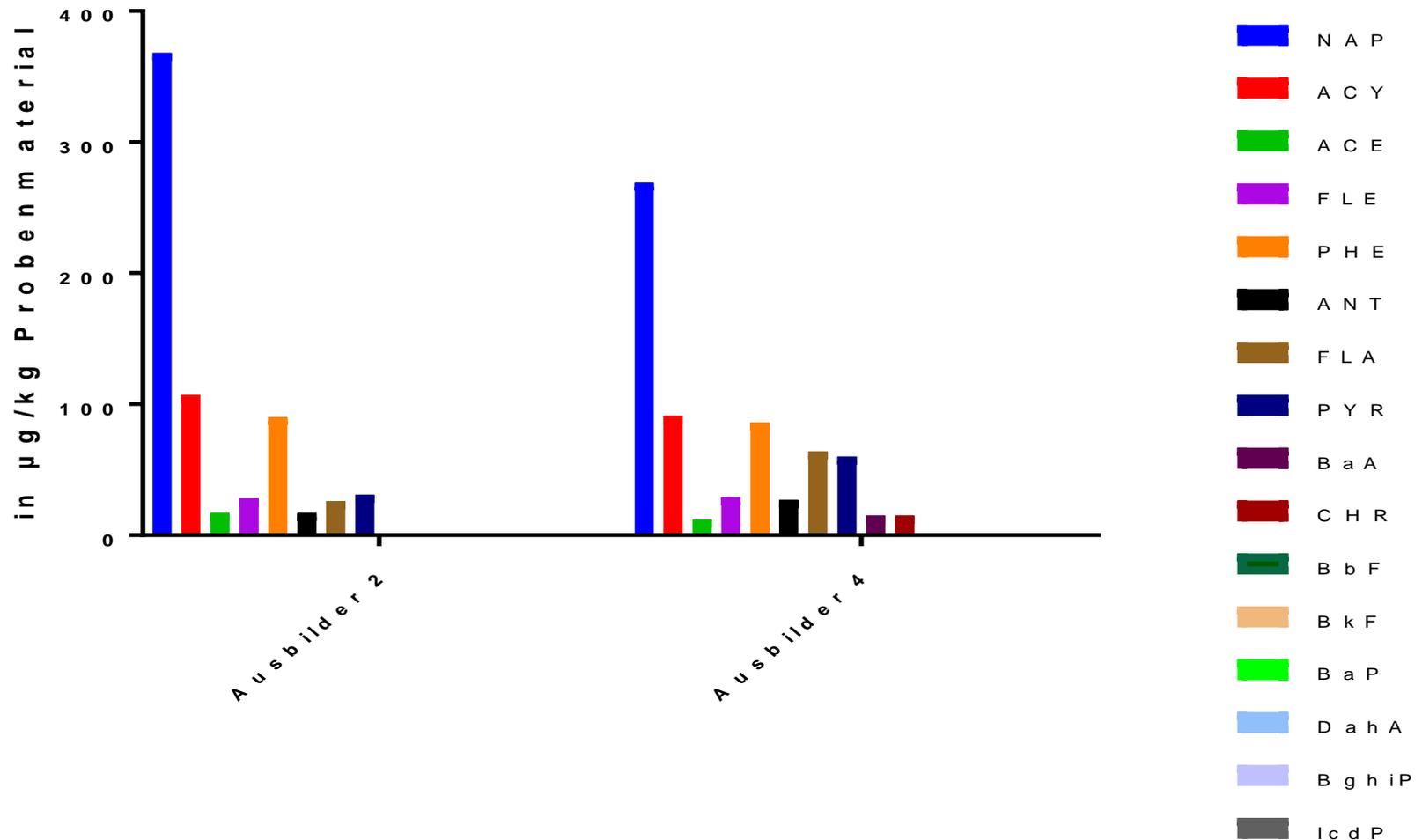


Schadstoffbelastung der Ausbilder von feststoffbefeuereten Brandübungsanlagen

Agenda

1. Einleitung
2. Material
3. Methodik
4. Analyse
Brandrauch
5. Probenahme
6. Analyse der
Proben
7. **Ergebnisse**
8. Maßnahmen
9. Zsfg.
10. Quellen

Belastung der Ausbilder am Hals (Polypropylen-Filter)



Agenda

Maßnahmen zur Senkung der Belastung

1. Einleitung

2. Material

3. Methodik

4. Analyse

Brandrauch

5. Probenahme

6. Analyse der

Proben

7. Ergebnisse

8. **Maßnahmen**

9. Zsfg.

10. Quellen

- Tragen der vollständigen PSA
- Einmalhandschuhe verringern die Exposition der Hände um 80 % (Laitinen et al. 2010)
- Schutzkleidung in einem ausreichendem Abstand zum Brandobjekt ausziehen
- Schutzkleidung nach Einsätzen reinigen
- Duschen nach dem Einsatz bzw. der Übung
- Dokumentation der Belastung

Agenda

Zusammenfassung

1. Einleitung
 2. Material
 3. Methodik
 4. Analyse
Brandrauch
 5. Probenahme
 6. Analyse der
Proben
 7. Ergebnisse
 8. Maßnahmen
 9. **Zsfg.**
 10. Quellen
- Eine Exposition kann nicht verhindert werden, sie kann lediglich verringert werden
 - PAK gelangen vermutlich im gasförmigen Zustand auf die Haut
 - 20 – 56 % der PAK werden laut Literaturangabe resorbiert
 - Eine Vielzahl von Schadstoffen wirkt auf die Ausbilder je nachdem welche Brennstoffe verwendet werden
 - Polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane
 - Aromaten
 - Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe
 - Aldehyde
 - Gesättigte und ungesättigte Kohlenwasserstoffe

Schadstoffbelastung der Ausbilder von feststoffbefeuereten Brandübungsanlagen

Agenda

Quellen

1. Einleitung
 2. Material
 3. Methodik
 4. Analyse
Brandrauch
 5. Probenahme
 6. Analyse der
Proben
 7. Ergebnisse
 8. Maßnahmen
 9. Zsfg.
 10. **Quellen**
- vfdb Richtlinie 10/03 Schadstoffe bei Bränden
 - VanRooij JG, Roos JH de, Bodelier-Bade MM, Jongeneelen FJ. Absorption of polycyclic aromatic hydrocarbons through human skin: Differences between anatomical sites and individuals. *J Toxicol Environ Health* 1993; 38(4):355–68.
 - Laitinen J, Mäkelä M, Mikkola J, Huttu I. Fire fighting trainers' exposure to carcinogenic agents in smoke diving simulators. *Toxicol Lett* 2010; 192(1):61–5.
 - International Agency for Research on Cancer; Weltgesundheitsorganisation; IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, volume 98, Painting, Firefighting, and Shiftwork: This publication represents the views and expert opinions of an IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, which met in Lyon, 2-9 October 2007. Lyon: WHO; 2010.
 - LeMasters GK, Genaidy AM, Succop P et al.. Cancer Risk Among Firefighters: A Review and Meta-analysis of 32 Studies. *J of Evidence Medicine* 2006; 48(11):1189-1202
 - Keir JLA, Akhtar US, Matschke DMJ, Kirkham TL, Chan HM, Ayotte P et al. Elevated Exposures to Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Other Organic Mutagens in Ottawa Firefighters Participating in Emergency, On-Shift Fire Suppression. *Environ Sci Technol* 2017; 51(21):12745–55.



Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!

Niklas Kükelhahn

E-Mail: niklas.kuekelhahn@t-online.de

Wiesendamm 20

28879 Grasberg