

Für Mensch & Umwelt

Umwelt 
Bundesamt

Fortbildung für den Öffentlichen Gesundheitsdienst 2016

Exposition und gesundheitliche Wirkungen durch Partikel aus Innenraumaktivitäten-

Ergebnisse aus dem Umweltforschungsplan FKZ 3711 62 205

Anja Lüdecke
Katrin Süring

Exposition und gesundheitliche Wirkung durch Partikel aus Innenraumaktivitäten

Gliederung

Vorstellung des Projektes

1 Untersuchung Innenraumquellen

1.1 Charakterisierung der Innenraumquellen:

Studiendesign und Ergebnisse

1.2 Zusammenfassung

2 Toxikologische und medizinische Untersuchungen

2.1 Toxikologische Untersuchungen:

Studiendesign und Ergebnisse

2.2 Medizinische Untersuchungen:

Studiendesign und Ergebnisse

2.3. Zusammenfassung

Effekte von Partikeln aus Innenraum-Aktivitäten (EPIA)

Untersuchungen zur Freisetzung feiner und ultrafeiner Partikel aus Quellen im Innenraum: chemisch-physikalische Charakterisierung der Partikel und Studien zur gesundheitlichen Wirkung

FKZ 3711 62 205

Laufzeit: 2011 bis 2014

Forschungsnehmer:

Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V. (IUTA)
Bereich Luftreinhaltung & Nachhaltige Nanotechnologie



Institut für Energie-
und Umwelttechnik e.V.

Leibniz-Institut für umweltmedizinische Forschung gGmbH
AG Partikel, Entzündungen und Genomintegrität

IUF

LEIBNIZ-INSTITUT
FÜR UMWELT-
MEDIZINISCHE
FORSCHUNG

Leibniz-Institut für umweltmedizinische Forschung gGmbH
AG Umweltepidemiologie kardiovaskulärer Alterung und Allergien

Effekte von Partikeln aus Innenraum-Aktivitäten (EPIA)

Ziel des Vorhabens

- ➔ Identifizierung und Charakterisierung bedeutender Innenraumquellen für feine und ultrafeine Partikel
- ➔ Risikoabschätzung für gesundheitliche Folgen
- ➔ Erfassung möglicher Effekte auf zellulärer Ebene



Quelle: vege, fotolia

Teil 1 Untersuchung Innenraumquellen

1.1 Untersuchte Innenraumquellen



Abbrand von Kerzen (zwei Typen A und B)

Toasten von Buttertoast

Backen von Fertigpizza

Braten von Würstchen (ohne Fettzugabe)

Betrieb eines Heißluftstrahlradiator

Betrieb eines Butan- oder Spirituscampingkocher

Betrieb eines Staubsaugers / Motoremissionen eines Staubsaugers

Betrieb eines Kaminofens (sachgerecht und mit typischen Fehlbedienungen)

Quelle: B. Hellack

Mit und ohne
Klimatisierung bei
24 °C und Rel.
Luftfeuchtigkeit
~40 ± 10%;

Teil 1 Untersuchung Innenraumquellen

1.1 Chemisch – physikalische Charakterisierung



Messgeräte-Aufstellung innerhalb der Prüfkammer

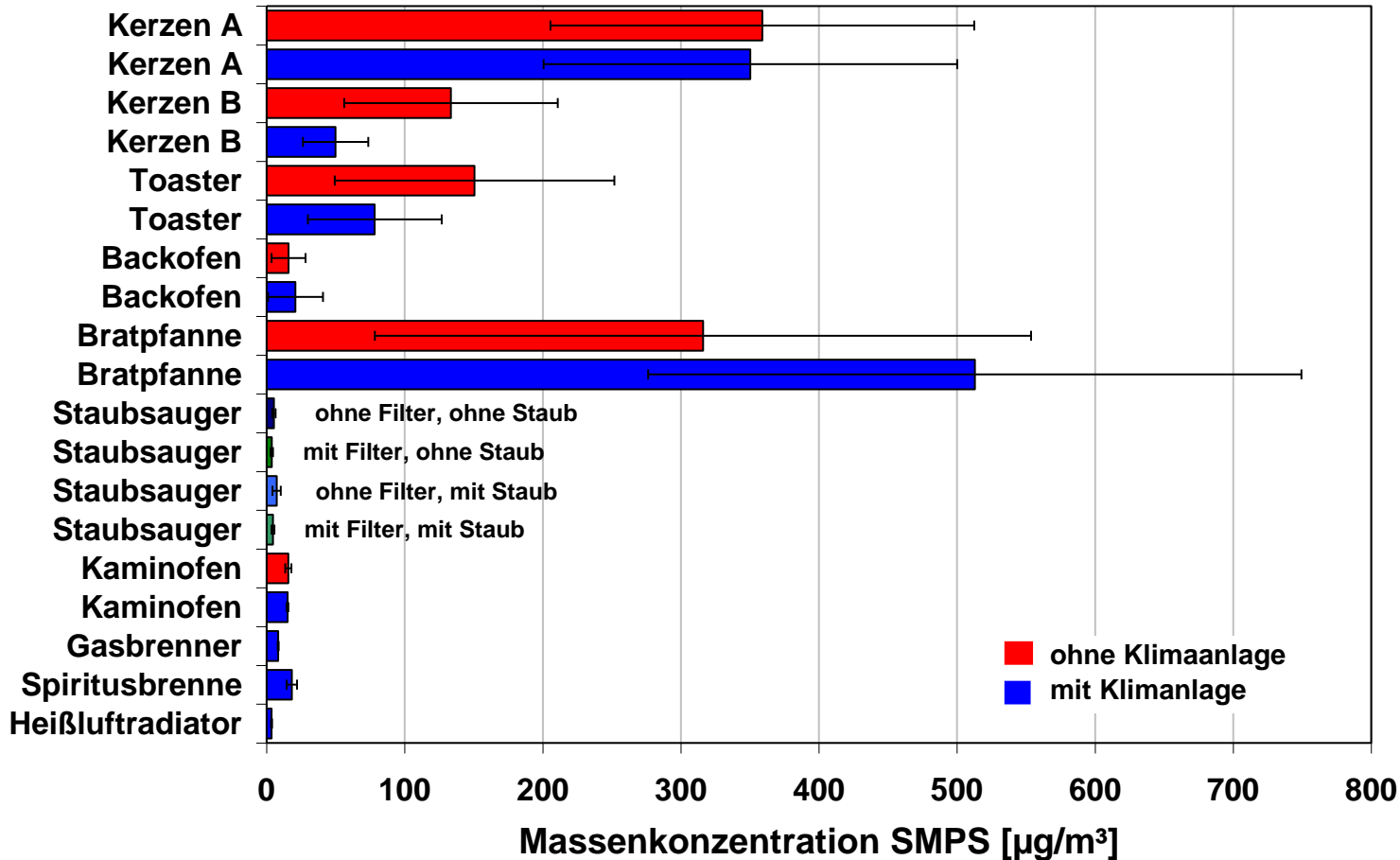


Messgeräte-Aufstellung außerhalb der Prüfkammer

Quelle: IUTA

Teil 1 Untersuchung Innenraumquellen

1.1 Chemisch-physikalische Charakterisierung Partikelmassenkonzentration

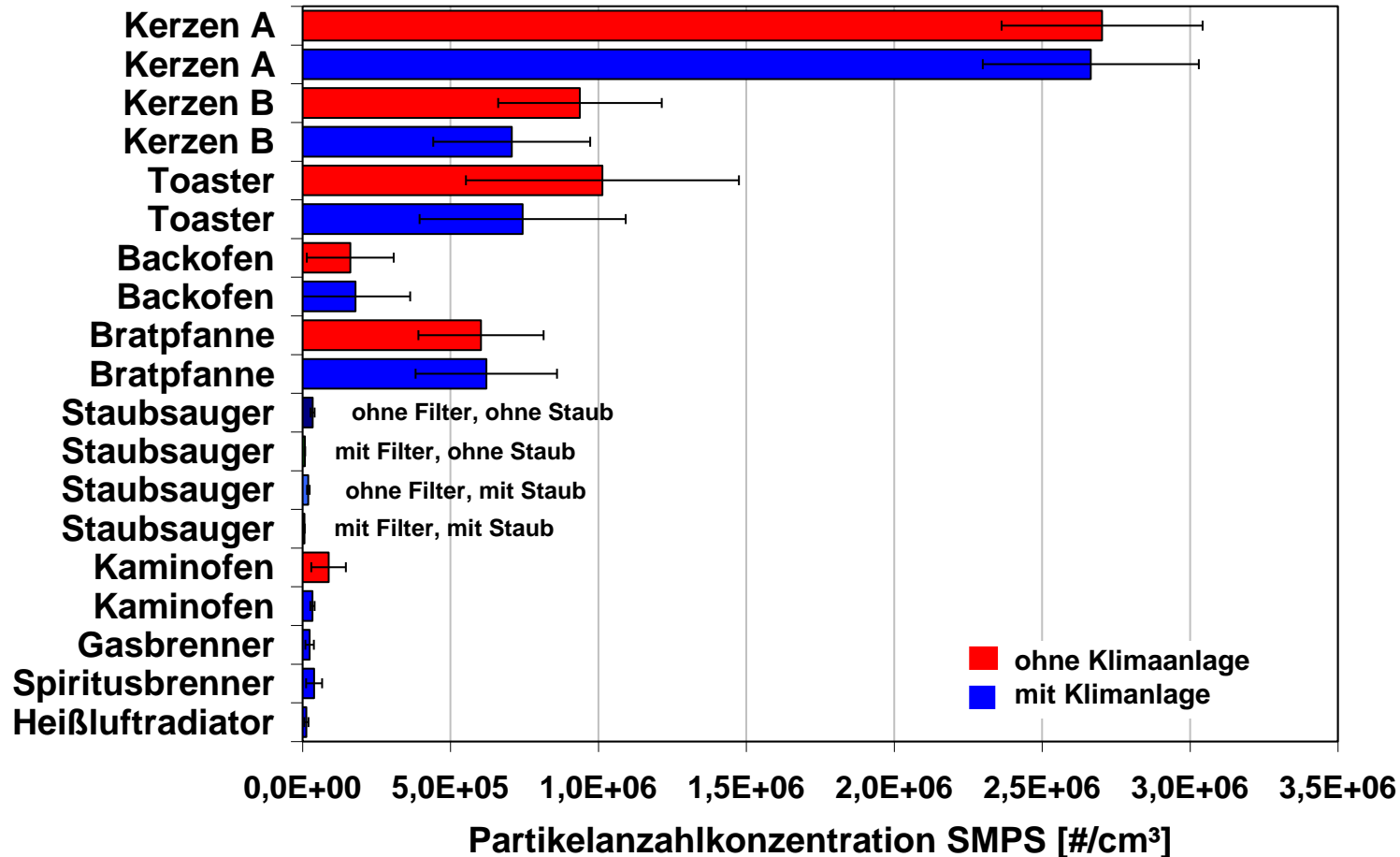


Mittlere Massenkonzentration \pm Standardabweichung

Teil 1 Untersuchung Innenraumquellen

1.1 Chemisch-physikalische Charakterisierung

Partikelanzahlkonzentration

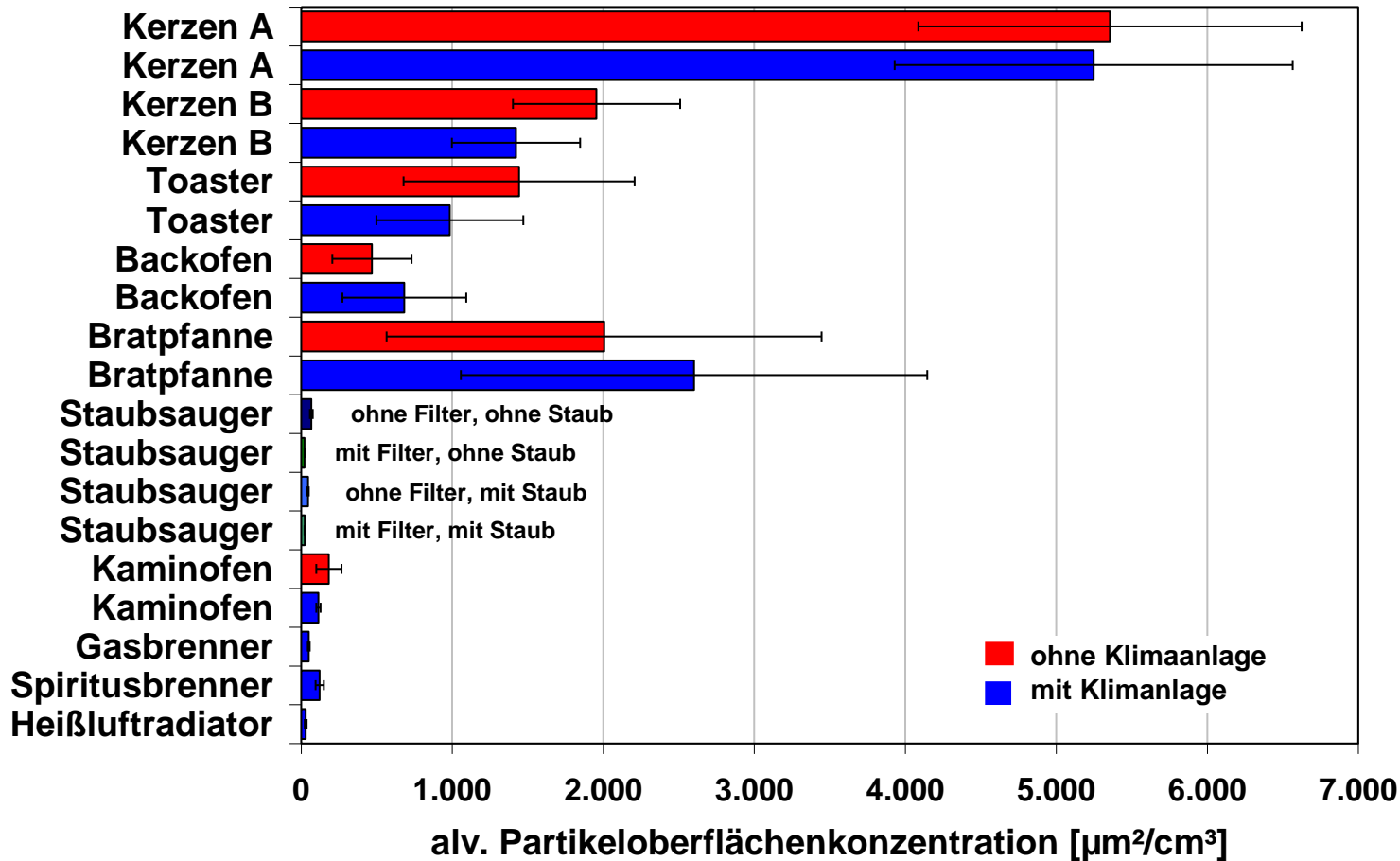


Mittlere Partikelanzahlkonzentrationen ± Standardabweichung

Teil 1 Untersuchung Innenraumquellen

1.1 Chemisch-physikalische Charakterisierung

Partikeloberflächenkonzentration

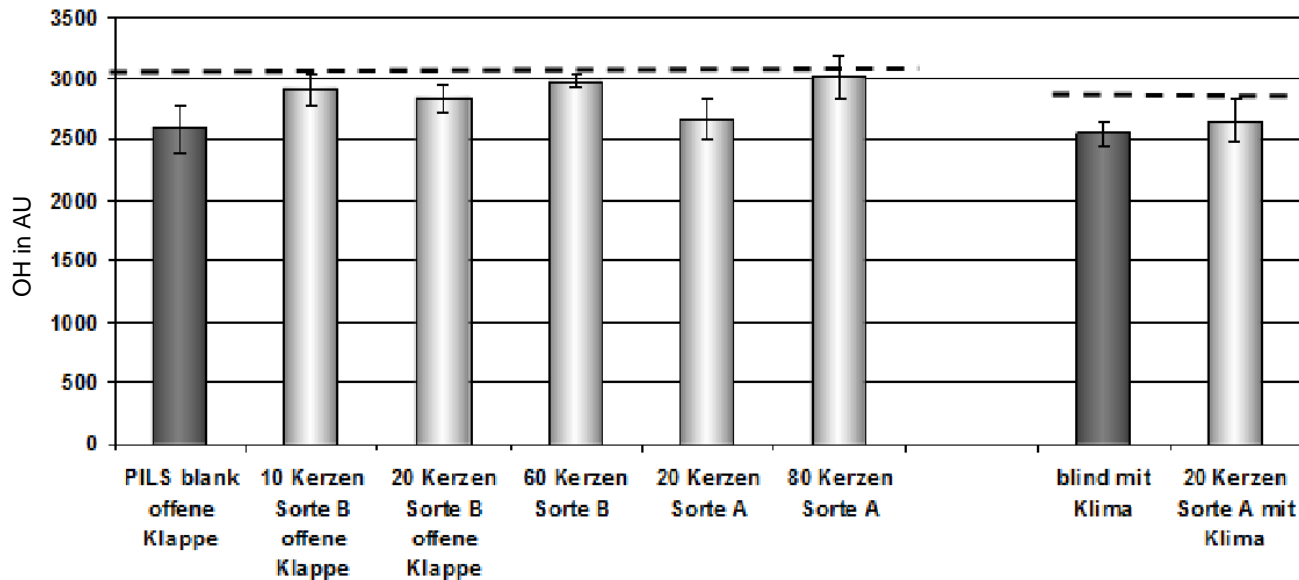
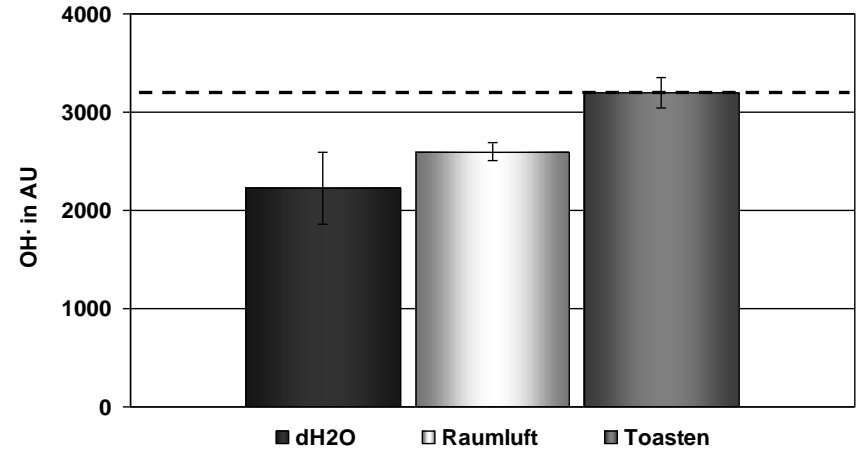
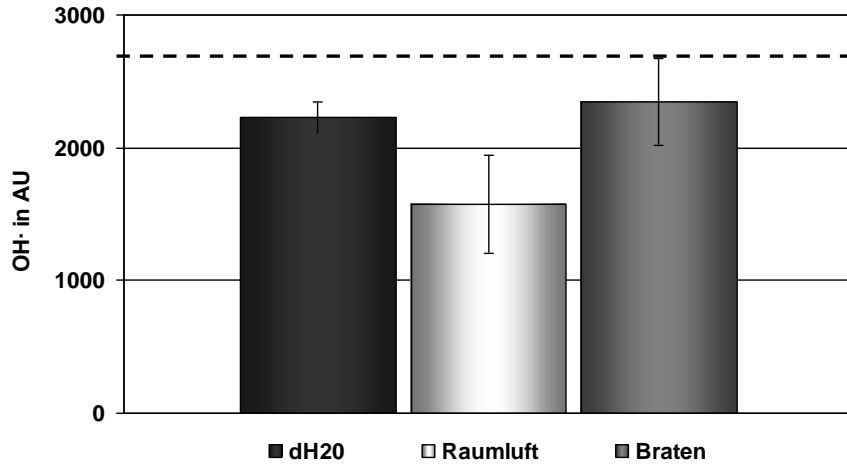


Mittlere Oberflächenkonzentrationen ± Standardabweichung

Teil 1 Untersuchung Innenraumquellen

1.1 Chemisch-physikalische Charakterisierung

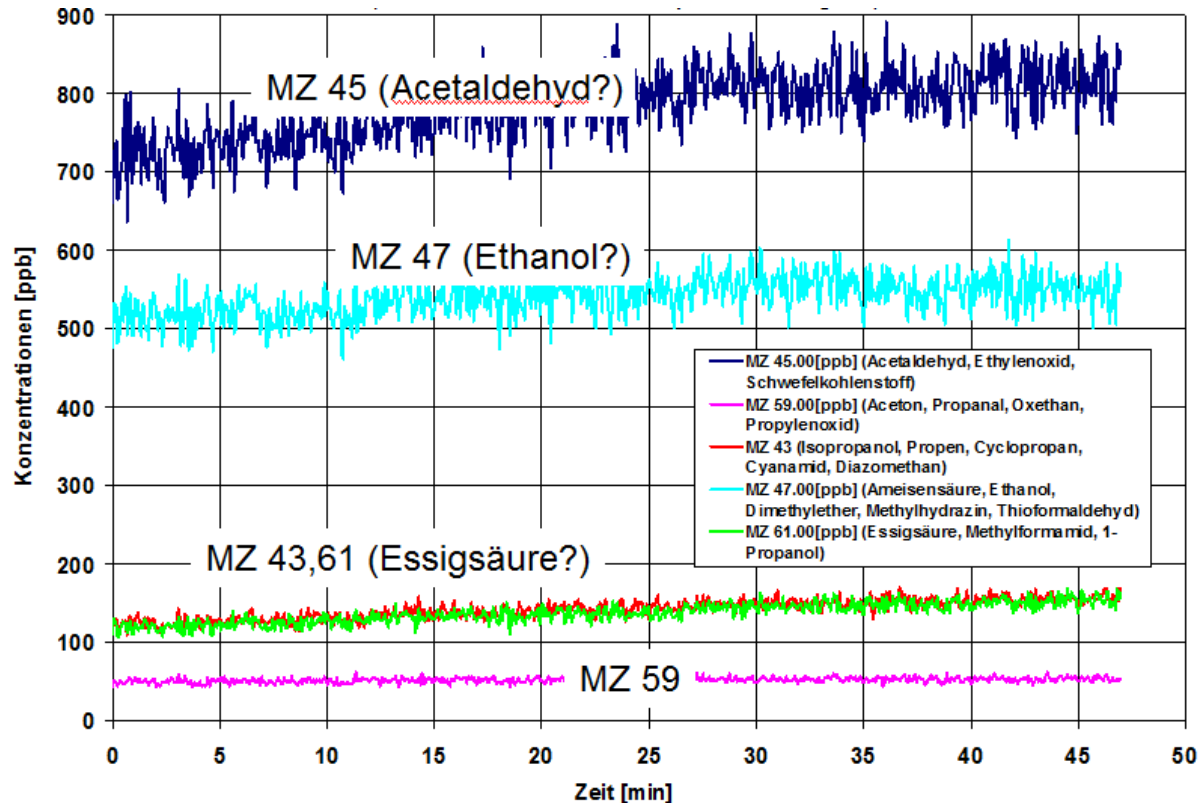
Partikelreaktivität (OH-Radikalbildungspotential)



Teil 1 Untersuchung Innenraumquellen

1.1 Chemisch-physikalische Charakterisierung gasförmige organische Verbindungen

Beispiel Toasten (PTR-MS)



Ethanol (Gärungsprozesse)
→ Oxidierung zu Acetaldehyd
und Essigsäure denkbar

- MZ 43: Isopropanol, *Propen, Cyclopropan, Cyanamid, Diazomethan*
- MZ 45: **Acetaldehyd**, *Ethylenoxid, Schwefelkohlenstoff*
- MZ 47: Ameisensäure, **Ethanol**, *Dimethylether, Methylhydrazin, Thioformaldehyd*
- MZ 59: **Aceton**, *Propanal, Oxethan, Propylenoxid*
- MZ 61: **Essigsäure**, *Methylformamid, 1-Propanol*

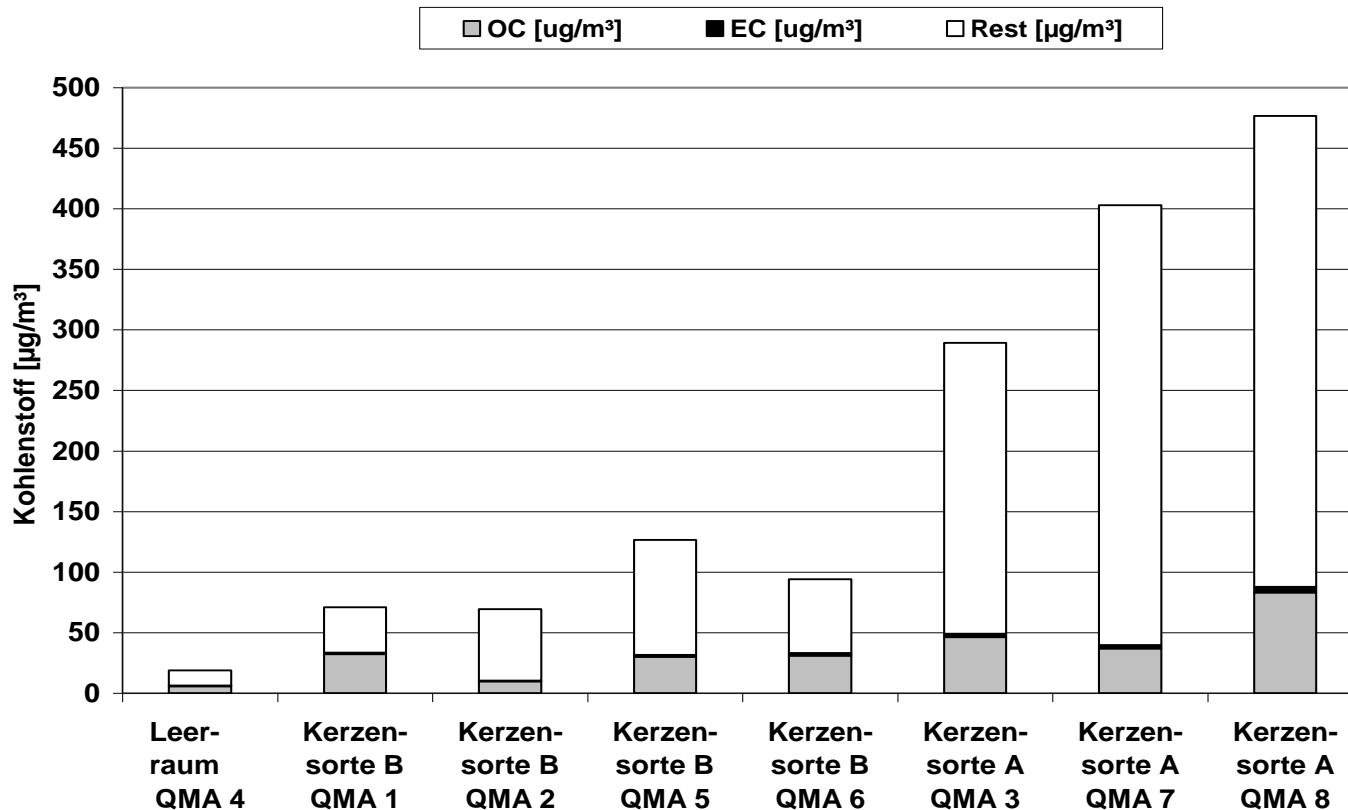
Quelle: B. Hellack

Teil 1 Untersuchung Innenraumquellen

1.1 Chemisch-physikalische Charakterisierung Kohlenstoffverbindungen

Beispiel Kerzen

Vergleich der EC-OC Konzentrationen mit der PM-Gesamtkonzentration



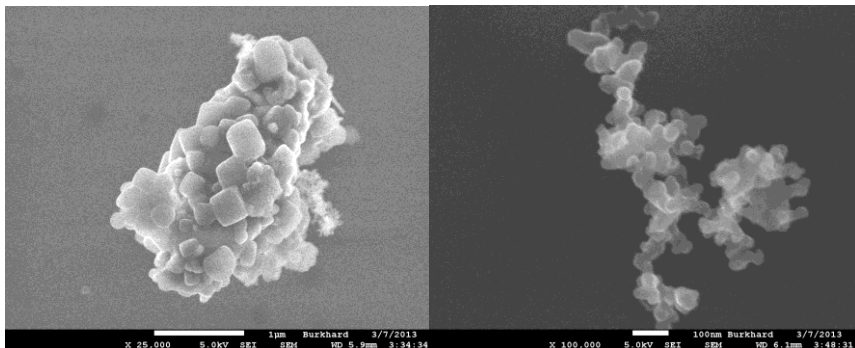
Teil 1 Untersuchung Innenraumquellen

1.1 Chemisch-physikalische Charakterisierung Kohlenstoffkomponenten

Beispiel Kamin

	Kamin_gesamt in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Zeitpunkt 1* in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Zeitpunkt 2* in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Organik	34.0	53.0	32.8
NO₃	6.7	5.7	6.5
SO₄	2.7	2.0	2.2
NH₄	0.3	0.2	0.2
Chl	0.3	0.2	0.4

Mittlere Aerosolpartikelzusammensetzung im Vergleich



EC/OC Analyse:


28% (OC) bzw. 3,7% (EC) Anteil an PM2.5

Kaminofen: REM-Aufnahmen eines mikronen mineralischen Partikels (links) bzw. sub-mikronen Ruß-Agglomerats (rechts).

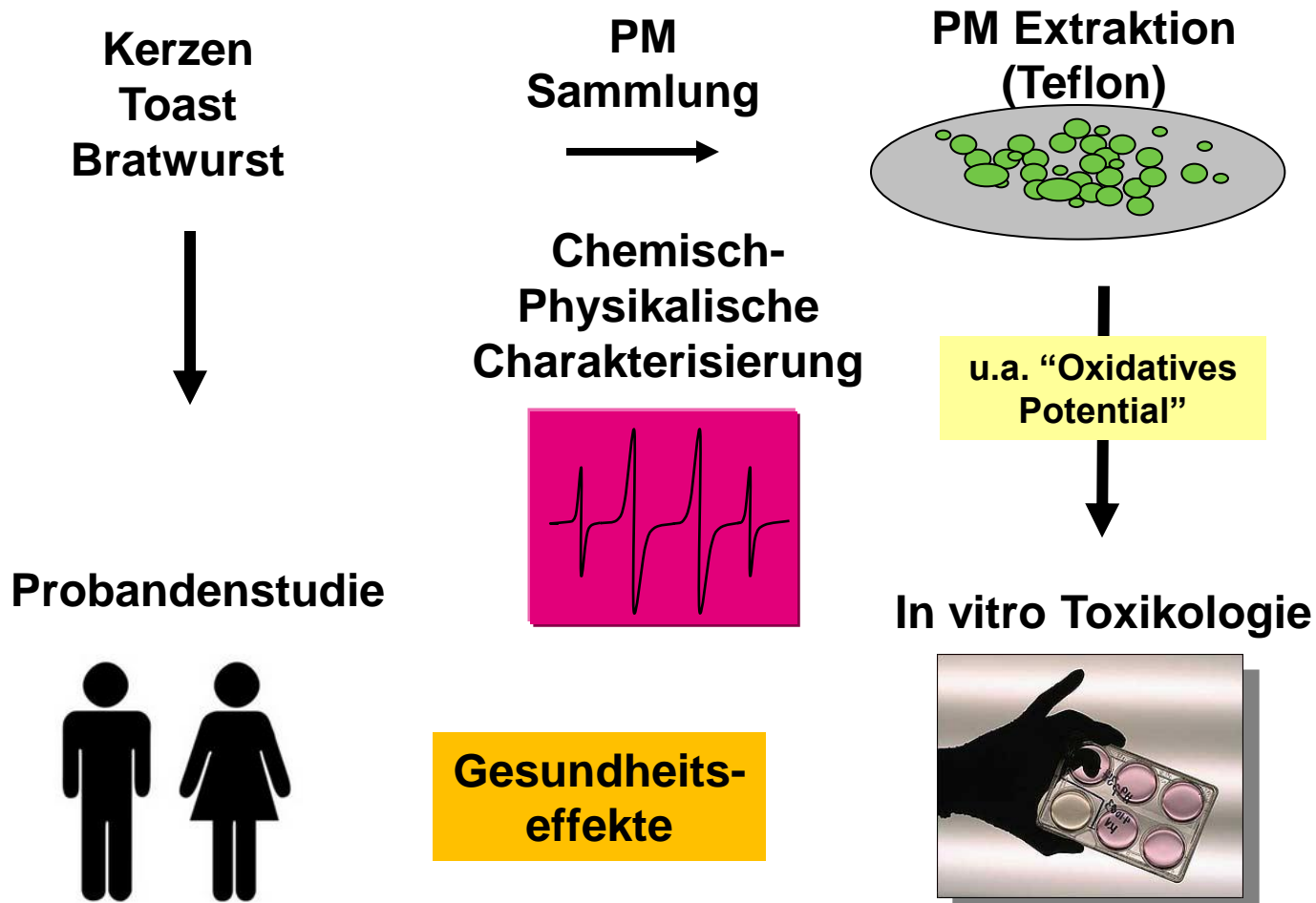
Quelle: B. Hellack

Teil 1 Untersuchung Innenraumquellen

1.1 Chemisch-physikalische Charakterisierung Zusammenfassung

- Chemisch-physikalische Untersuchung von acht typischen Innenraumquellen
 - Freisetzung von überwiegend submikronen Partikeln, zumeist sogar ultrafeine Partikel
 - Submikrone Partikel überwogen Anzahl-, Oberflächen- und Volumenspektrum
-> größter Anteil der emittierten Partikelmasse
-  die höchsten Anzahl-, Oberflächen- und Massenkonzentrationen wurden bei den Aktivitäten Kerzenabbrand, Braten und Toasten gemessen -> relevante Quellen
- Kein bis sehr geringes OH-Bildungspotential bei den drei relevanten Quellen
 - Analyse der gasförmigen organischen Verbindungen ergab die zu erwartenden Substanzen
 - Untersuchungen nach elementaren und organischen Kohlenstoff zeigten, dass organische Kohlenstoffverbindungen großen Anteil an Partikelmasse haben

Teil 2 Toxikologische und medizinische Untersuchungen



Leicht verändert, Van Berlo et al. EXS 2012

Quelle: B. Hellack

Teil 2 Toxikologische und medizinische Untersuchungen

2.1 Toxikologische Untersuchungen

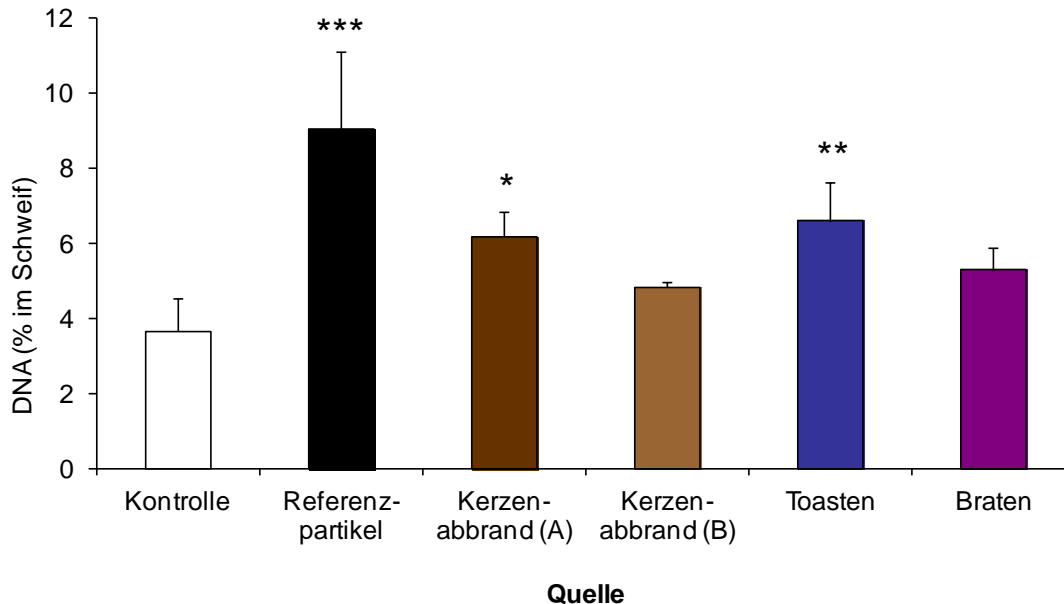
2.1.1 STUDIENDESIGN

- *in vitro*-Model: Lungeneptihelzellen inkubiert mit Innenraumluftpartikeln der Expositionsquellen:
 - Kerzenabbrand
 - Toasten
 - Braten
 - Referenzstaub / Positivkontrolle(extrahiert von Filterproben der Innenraumexpositionen)
- Read-out:
 - modifizierter Comet-Assay zur gleichzeitigen Bewertung von DNA-Strangbrüchen und oxidativem Stress in der Zelle
 - zelluläre Freisetzung des pro-inflammatorischen Markers Interleukin-8 (IL-8)

Teil 2 Toxikologische und medizinische Untersuchungen

2.1 Toxikologische Untersuchungen

2.1.2 ERGEBNISSE

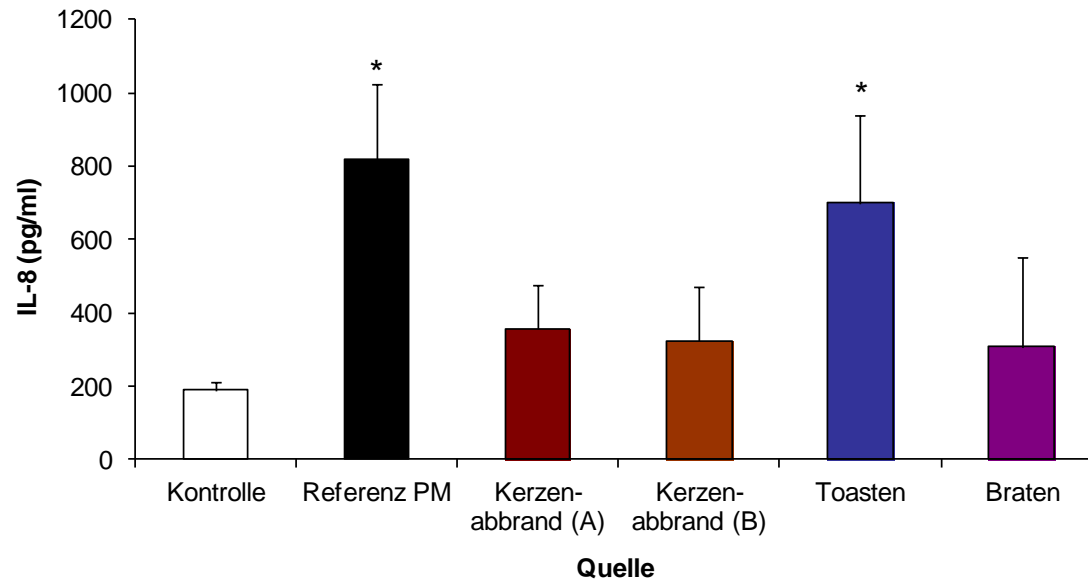


„Kerzenabbrand-Partikel“ und „Toast-Partikel“ zeigten eine geringe Erhöhung von DNA-Strangbrüchen im Vergleich zur Kontrolle

Teil 2 Toxikologische und medizinische Untersuchungen

2.1 Toxikologische Untersuchungen

2.1.2 ERGEBNISSE



Partikel der Quelle „Toasten“ führten zu signifikanten IL-8 Freisetzungen

Teil 2: Toxikologische und medizinische Untersuchungen

2.2 Medizinische Untersuchungen

2.2.1 STUDIENDESIGN

- kontrollierte Expositionsstudie
- 41 Probanden
- durchgeführt im Zeitraum von Oktober 2012 bis Juni 2013 im IUTA
- in einem speziell dafür gestalteten Expositionsraum, in dem mehrere Probanden gleichzeitig exponiert werden konnten
- statistische Auswertung erfolgte mittels Mittelwertvergleichen und Regressionsanalysen

Teil 2: Toxikologische und medizinische Untersuchungen

2.2 Medizinische Untersuchungen

2.2.2 EXPOSITIONSQUELLEN FÜR DIE MEDIZINISCHEN UNTERSUCHUNGEN

mit jeweils einem hohen und einem niedrigen Expositionslevel:

- Braten von Würstchen (ohne Fettzugabe)
- Abbrennen von Kerzen
- Toasten von Toastbrot
- Raumluft als Kontrolle

Teil 2: Toxikologische und medizinische Untersuchungen

2.2 Medizinische Untersuchungen

2.2.3 ÜBERSICHT MEDIZINISCHE UNTERSUCHUNGEN

- Nasallavage
- FeNO Test
- Lungenfunktionsmessung
- Blutabnahme
- Blutdruckmessung
- Pulswellenanalyse, Pulswellengeschwindigkeit und Herzratenvariabilität



Teil 2: Toxikologische und medizinische Untersuchungen

2.2 Medizinische Untersuchungen

2.2.4 ZEITLICHER ABLAUF DER MEDIZINISCHEN UNTERSUCHUNGEN

	vor Exposition	während Exposition	post Exposition	post 2 h Exposition	post 4 h Exposition	post 24 h Exposition
Blutdruck	x	x	x	x	x	x
PWA	x		x	x	x	x
PWV & HRV	x		x			x
Lungenfunktion	x				x	x
FeNO- Test	x			x		x
Nasallavage	x			x		x
Blutabnahme	x			x		x

Teil 2: Toxikologische und medizinische Untersuchungen

2.2 Medizinische Untersuchungen

2.2.5 ERGEBNISSE KERZENABBRAND

- leichte Verschlechterung der Lungenfunktion
- Erhöhung von IL-8 im Serum
- Blutdruckanstieg
- Zunahme der Herzfrequenzvariabilität

Teil 2: Toxikologische und medizinische Untersuchungen

2.2 Medizinische Untersuchungen

2.2.6 ERGEBNISSE TOASTEN

- Nasallavage: Anstieg des Anteils der Neutrophilen parallel zu einem Abfall der Epithelzellen
- Erhöhung der arteriellen Steifigkeit
- Abnahme der Herzfrequenzvariabilität

Teil 2: Toxikologische und medizinische Untersuchungen

2.2 Medizinische Untersuchungen

2.2.7 ERGEBNISSE BRATEN

- Nasallavage: Erniedrigung von IL-8
- Anstieg der NO-Konzentration in der Ausatemluft
- Lungenfunktion: Abfall der $MEF_{25\%-75\%}$ und weniger ausgeprägt der FEV1
- Erhöhung von IL-8 im Serum
- Blutdruckabfall

Teil 2: Toxikologische und medizinische Untersuchungen

2.3 ZUSAMMENFASSUNG

- Kurzfristige Belastungen gegenüber Fein- und Ultrafeinstäuben aus typischen Quellen im Innenraum können *in vitro* und *in vivo* akute gesundheitsbezogene Wirkungen haben
- Unterschiedliche Expositionsszenarien führen zu unterschiedlichen, zum Teil entgegengesetzten Effekten
- Dies ist möglicherweise durch unterschiedliche chemisch-physikalische Eigenschaften der Partikel bedingt (in Abhängigkeit von der Quelle)
- Die Bedeutung und der zugrundeliegende Mechanismus der beobachteten Wirkungen ist noch unklar

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Forschungsnehmer:

Bryan Hellack¹, Vanessa Soppa³, Ulrich Quass¹, Heinz Kaminski¹, Andrea Neumeyer-Sickinger², Anna Buschka³, Catrin Albrecht², Gudrun Weinmayer³, Roel Schins², Barbara Hoffmann³ & Thomas Kuhlbusch¹

¹Institut für Energie- und Umwelttechnik e. V. (IUTA) - Bereich:
Luftreinhaltung & Nachhaltige Nanotechnologie; Bliersheimer Straße 58-60,
47229 Duisburg

²Leibniz-Institut für umweltmedizinische Forschung gGmbH - AG Partikel,
Entzündung und Genomintegrität, Auf'm Hennekamp 50, 40225 Düsseldorf

³Leibniz-Institut für umweltmedizinische Forschung gGmbH - AG
Umweltepide miologie kardiovaskulärer Alterung und Allergien, Auf'm
Hennekamp 50, 40225 Düsseldorf