

## Schadstoffemissionen beim Drucken

Dr. Frank Jungnickel, LGA QualiTest GmbH in Nürnberg

# Ökologische Produktprüfung

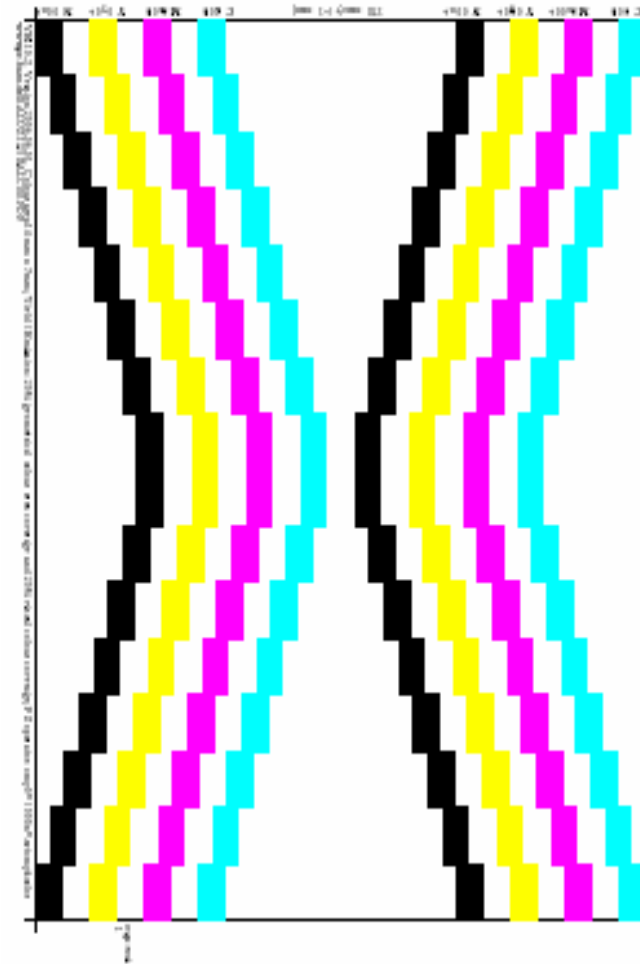
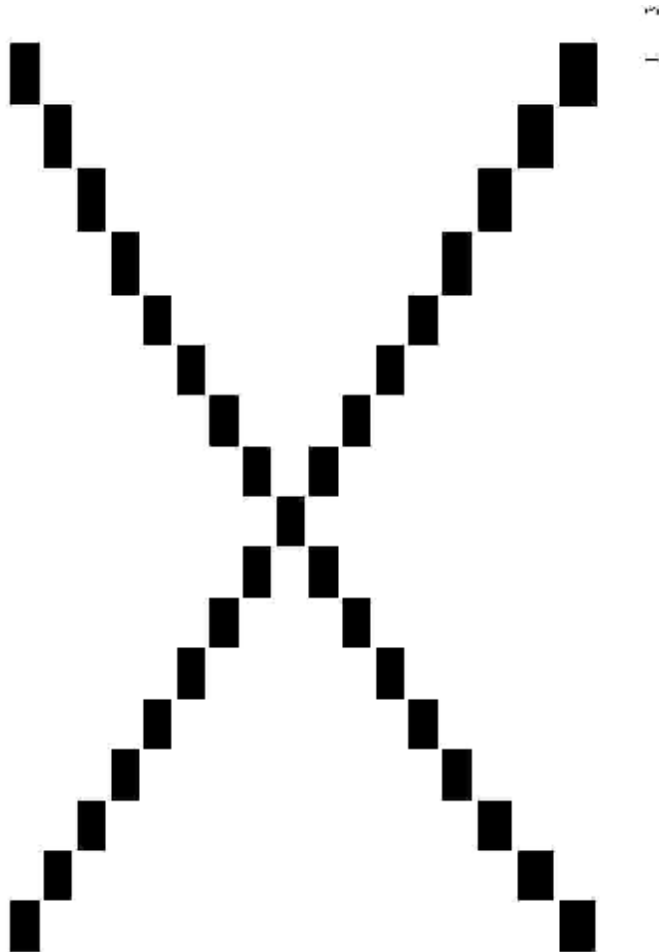


## Zulässige Höchstwerte der Emissionsraten nach RAL-UZ 122

| Stoff  | Emissionsrate Druckphase (mg/h)                            |   | Emissionrate Bereitschaftsphase (mg/h) |   |
|--------|--|---|--|---|
|        | Mehrfarbendruck<br>Summe<br>Bereitschafts-<br>+ Druckphase | Schwarzdruck<br>Summe<br>Bereitschafts-<br>+ Druckphase | Tischgeräte                            | Standgeräte<br>Gerätevolumen<br>> 250 Liter |
| TVOC   | 18   | 10  | 1                                      | 2   |
| Benzol | < 0,05   | < 0,05  |  |   |
| Styrol | 1,8  | 1,0   |  |   |
| Ozon   | 3,0  | 1,5   |  |   |
| Staub  | 4,0  | 4,0   |  |   |

# Ökologische Produktprüfung

## Druckvorlagen



## Zulässige Höchstwerte der Emissionsraten in der Druckphase nach RAL-UZ 55

| <b>Substanz</b> | <b>Emissionsrate<br/>(mg/h)</b> |
|-----------------|---------------------------------|
| TVOC            | 10                              |
| Benzol          | 0,05                            |
| Styrol          | 1,0                             |
| Staub           | 4,0                             |

## Einflussgrößen auf die VOC-Emissionsraten von Laserdruckern und Kopierern

- ◆ Tonerqualität (VOC-Gehalt)
- ◆ Tonerverbrauch pro Zeiteinheit  
(Druckgeschwindigkeit, Flächendeckung)
- ◆ Papierqualität (desorbierbare VOC und SVOC)

## Diskussionsvorschlag für eine Dosis-Wirkungs-Beziehung bei VOC-Exposition in Innenräumen, nach L. Mflhave (1991)

| Gesamtkonzentration<br>in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Symptome   | Expositionsbereich          |
|--|--|-----------------------------|
| unter 200  | Keine Reizwirkung<br>keine Beschwerden                                       | Behaglichkeit               |
| 200 – 3 000  | Reizwirkung und Beschwerden<br>möglich, wenn zusätzlich andere<br>Exposition | Multifaktorielle Exposition |
| 3 000 – 25 000                                     | Wirkung, Kopfschmerz möglich, wenn<br>zusätzlich andere Exposition           | Unbehaglichkeit             |
| über 25 000  | Kopfschmerz; andere neurotoxische<br>Wirkungen möglich                       | Toxischer Bereich           |

**Dr. B. Seifert:**

(Umweltbundesamt Berlin)

In Räumen, die für einen längerfristigen Aufenthalt bestimmt sind, sollte auf Dauer eine TVOC-Konzentration im Bereich von 1.000 bis 3.000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  nicht überschritten werden.

**t**

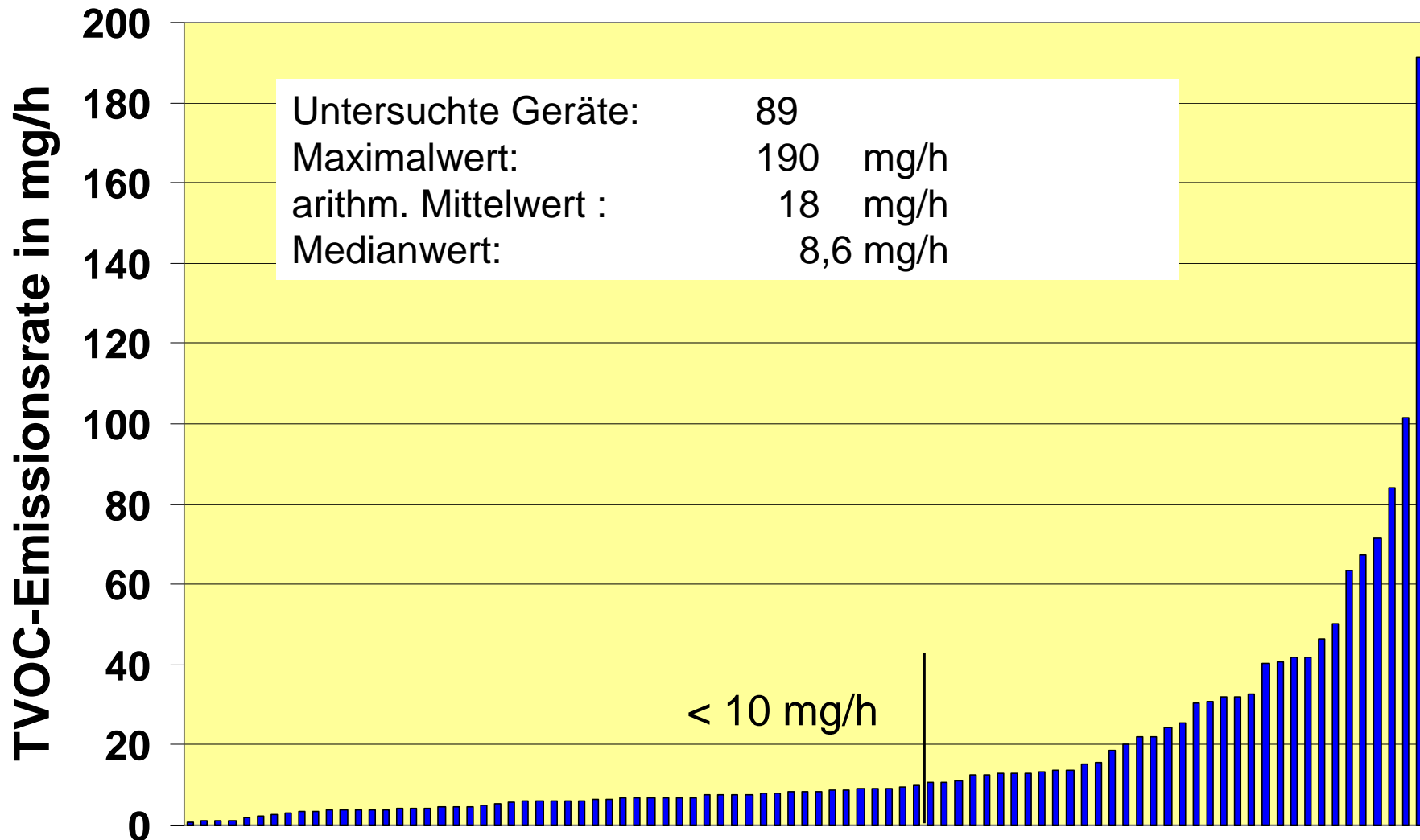
Ziel sollte es sein, in Innenräumen im langfristigen Mittel eine TVOC-Konzentration von 200 bis 300  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  zu erreichen bzw. nach Möglichkeit sogar zu unterschreiten.

Das unter Beachtung der Verhältnismäßigkeit zu fordernde Minimierungsgebot für kanzerogene Stoffe bleibt davon jedoch unberührt.

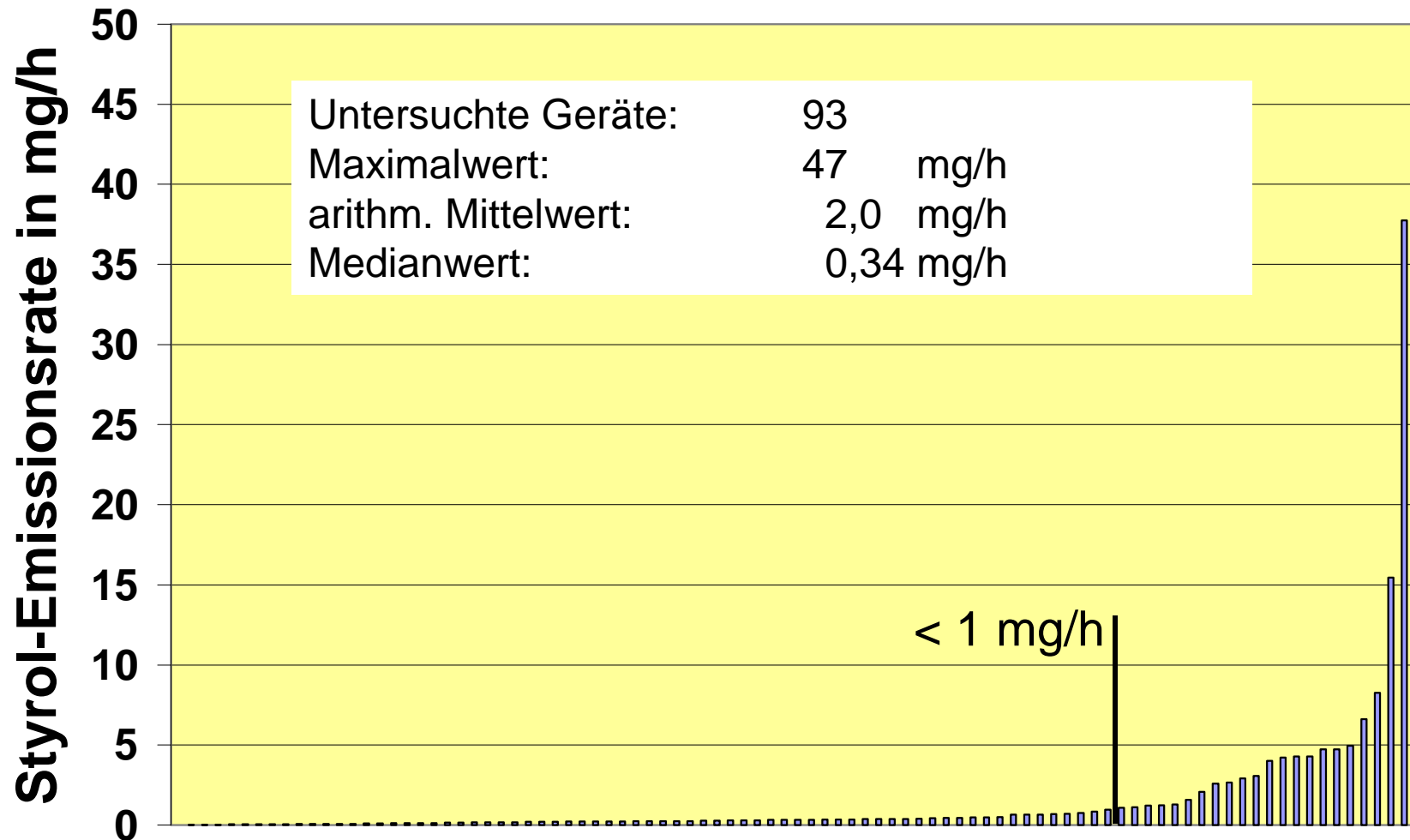
*(Bundesgesundheitsblatt 3-1999)*



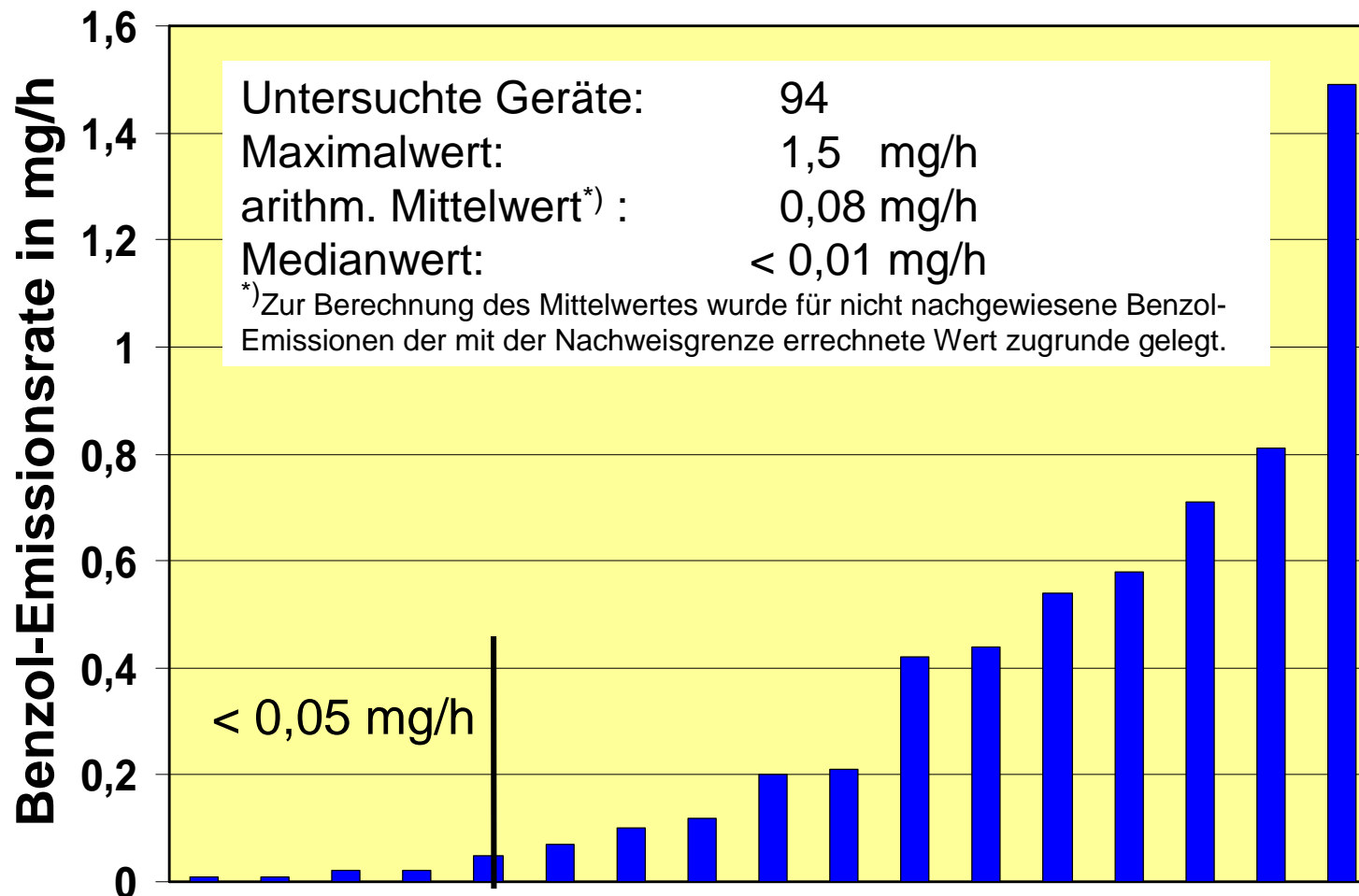
## TVOC-Emissionsrate von 89 Laserdruckgeräten



## Styrol-Emissionsrate von 93 Laserdruckgeräten



## Benzol-Emissionsrate nachgewiesen bei 17 von 94 Laserdruckgeräten



## Berechnung der VOC-Konzentrationen in einem Modellraum (nach RAL-UZ 122 maximal zulässige Emissionsraten)

Raumvolumen: 17,4 m<sup>3</sup>  
Luftaustauschrate: 0,5 h<sup>-1</sup>

### Szenario A: Alternierender Druck 6 Sekunden pro Minute

|         |           |                          |
|---------|-----------|--------------------------|
| TVOC:   | 10 mg/h   | ⇒ 115 µg/m <sup>3</sup>  |
| Styrol: | 1 mg/h    | ⇒ 11,5 µg/m <sup>3</sup> |
| Benzol  | 0,05 mg/h | ⇒ 0,6 µg/m <sup>3</sup>  |

### Szenario B: Einmaliger Dauerdruck über 30 Minuten

|         |           |                          |
|---------|-----------|--------------------------|
| TVOC:   | 10 mg/h   | ⇒ 254 µg/m <sup>3</sup>  |
| Styrol: | 1 mg/h    | ⇒ 25,4 µg/m <sup>3</sup> |
| Benzol  | 0,05 mg/h | ⇒ 1,3 µg/m <sup>3</sup>  |

## Berechnung der VOC-Konzentrationen in einem Modellraum aus den höchsten bisher gemessenen Emissionsraten

Raumvolumen: 17,4 m<sup>3</sup>

Luftaustauschrate: 0,5 h<sup>-1</sup>

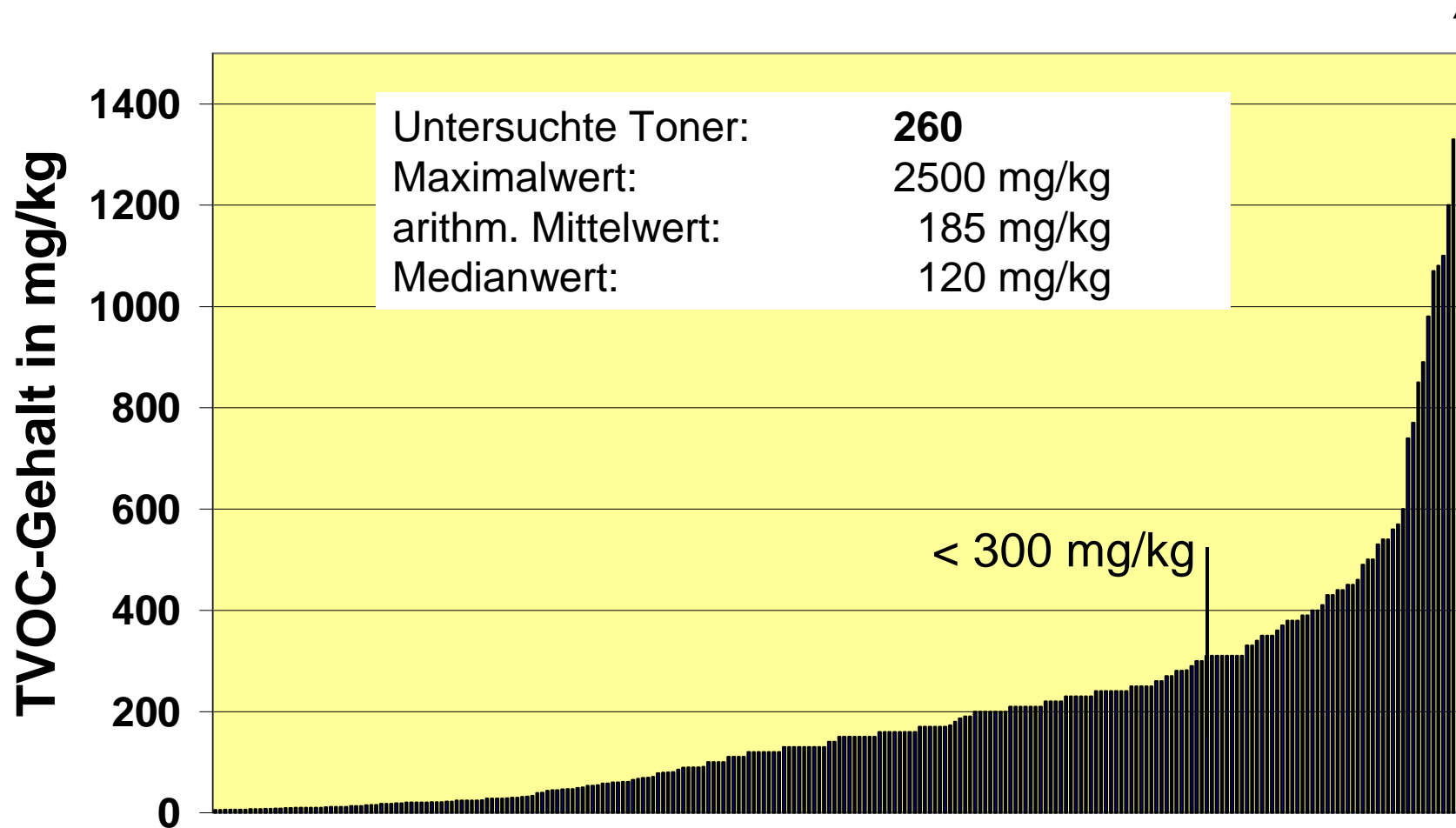
### Szenario C: Alternierender Druck 6 Sekunden pro Minute

|         |          |                           |
|---------|----------|---------------------------|
| TVOC:   | 190 mg/h | ⇒ 2.185 µg/m <sup>3</sup> |
| Styrol: | 47 mg/h  | ⇒ 540 µg/m <sup>3</sup>   |
| Benzol  | 1,5 mg/h | ⇒ 18 µg/m <sup>3</sup>    |

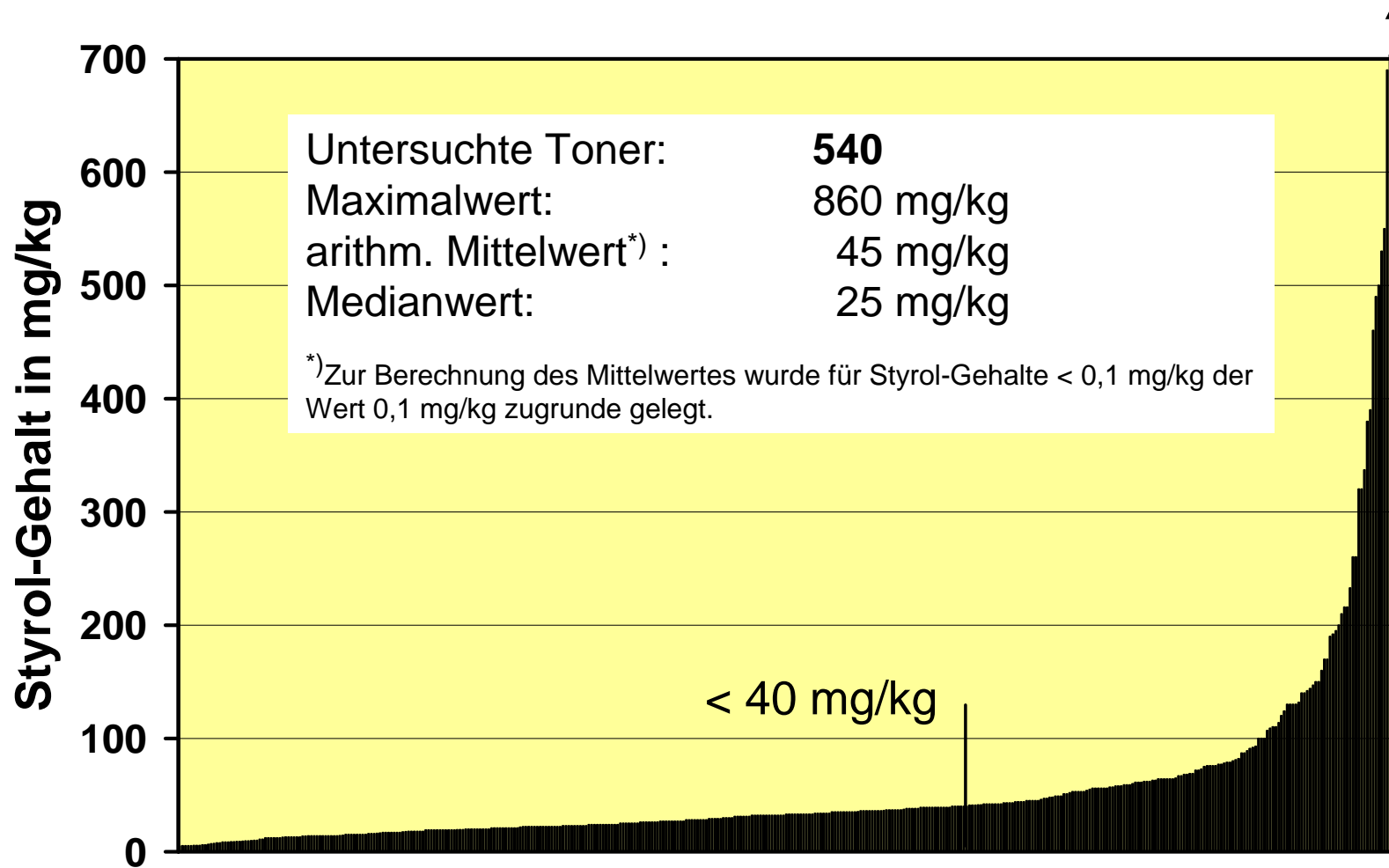
### Szenario D: Einmaliger Dauerdruck über 30 Minuten

|         |          |                           |
|---------|----------|---------------------------|
| TVOC:   | 190 mg/h | ⇒ 4.826 µg/m <sup>3</sup> |
| Styrol: | 47 mg/h  | ⇒ 1.194 µg/m <sup>3</sup> |
| Benzol  | 1,5 mg/h | ⇒ 39 µg/m <sup>3</sup>    |

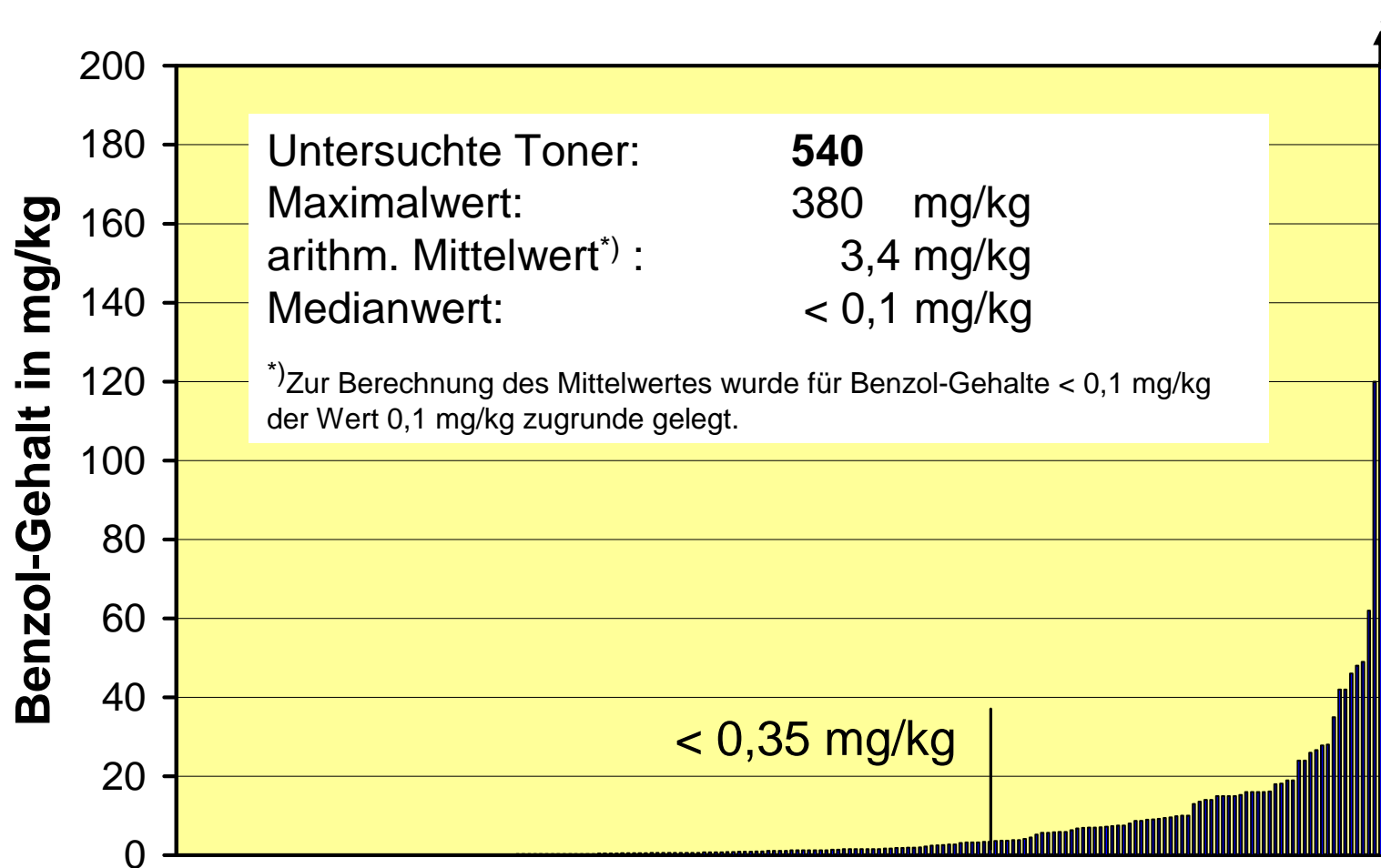
## TVOC-Gehalt von 253 Tonern mit einem Gehalt > 5 mg/kg



## Styrol-Gehalt von 425 Tonern mit einem Gehalt > 5 mg/kg

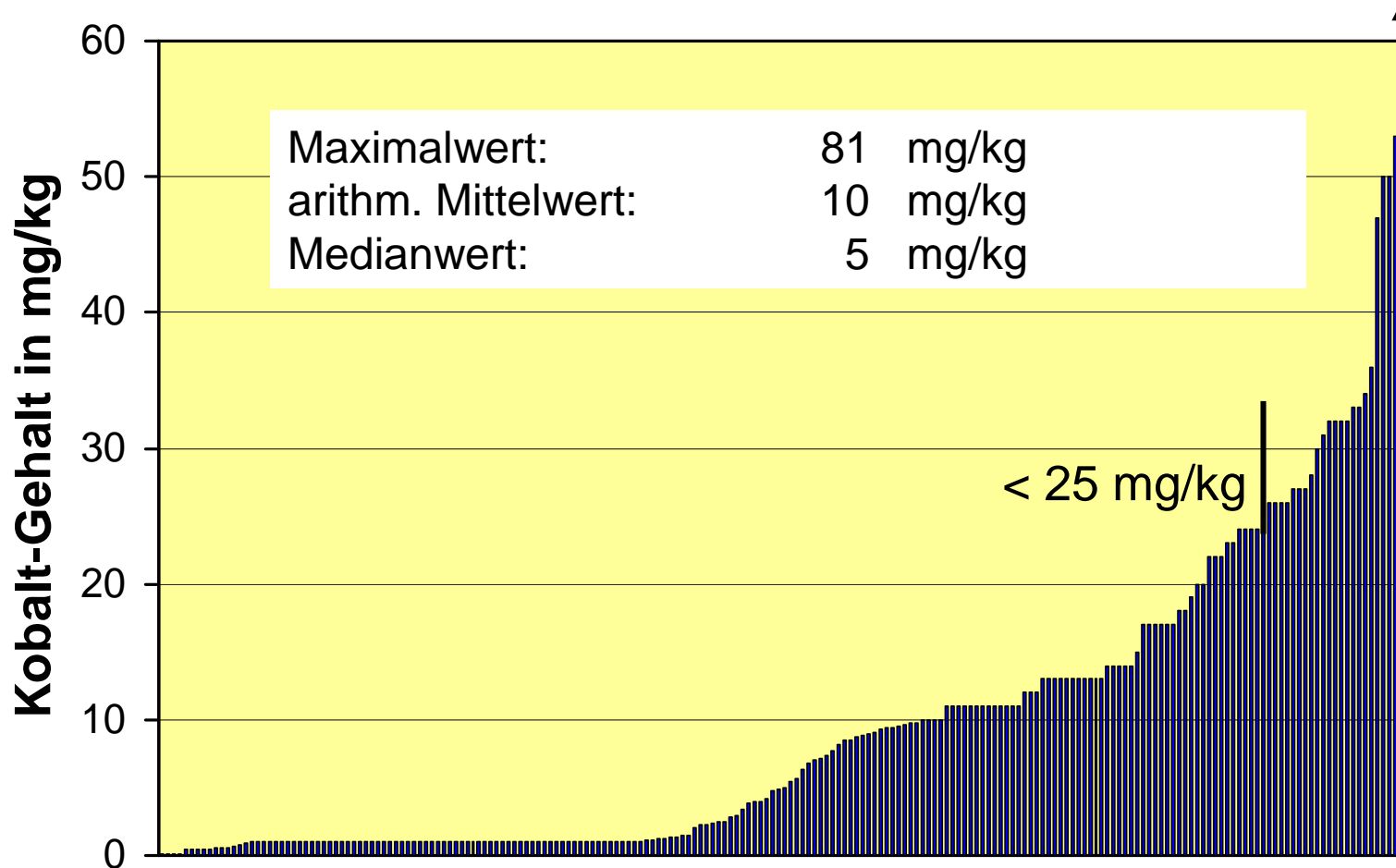


## Benzol-Gehalt (nachgewiesen in 208 Tonern)

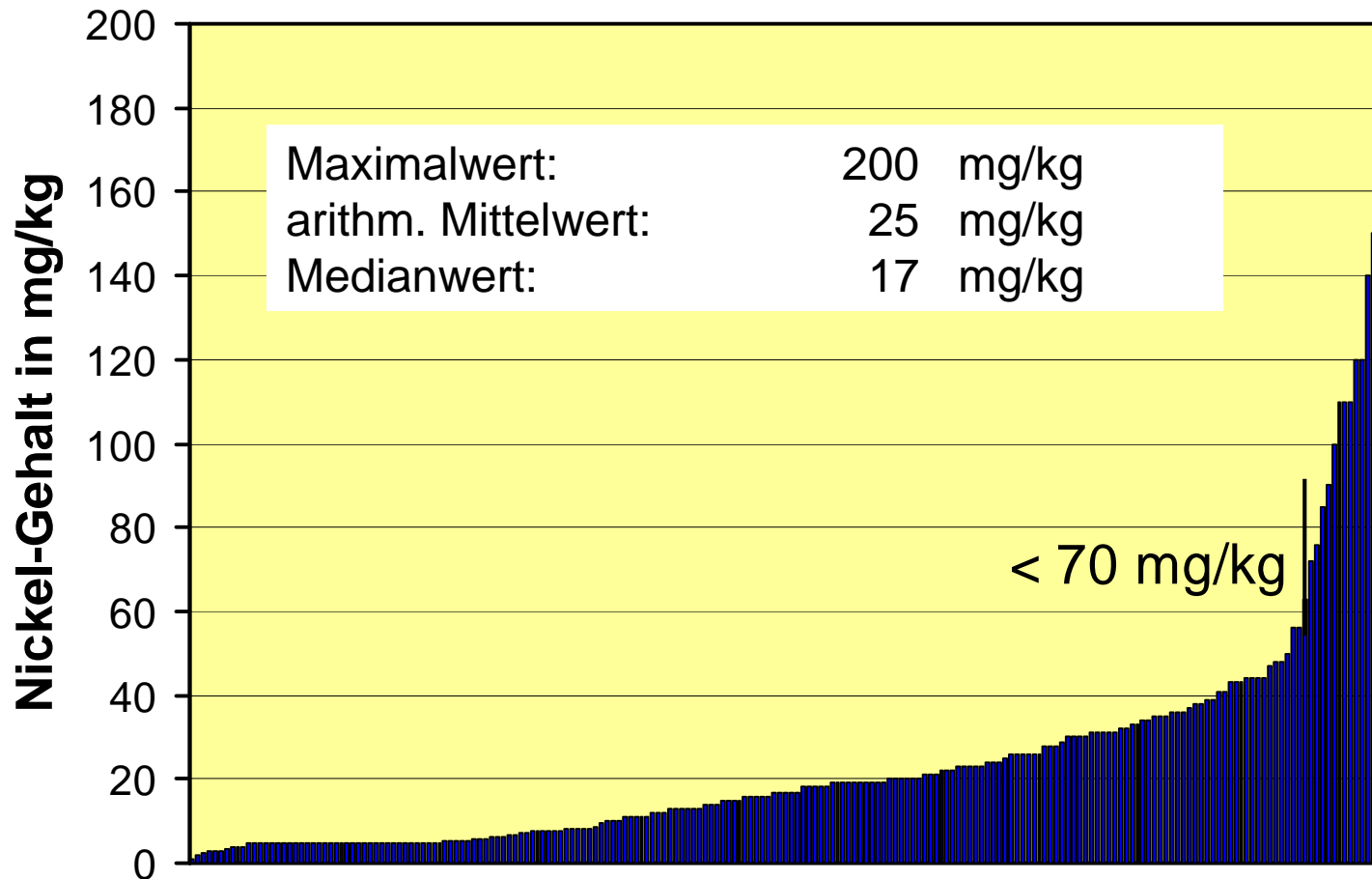




## Kobalt-Gehalt von 208 Tonern mit nachweisbarem Gehalt

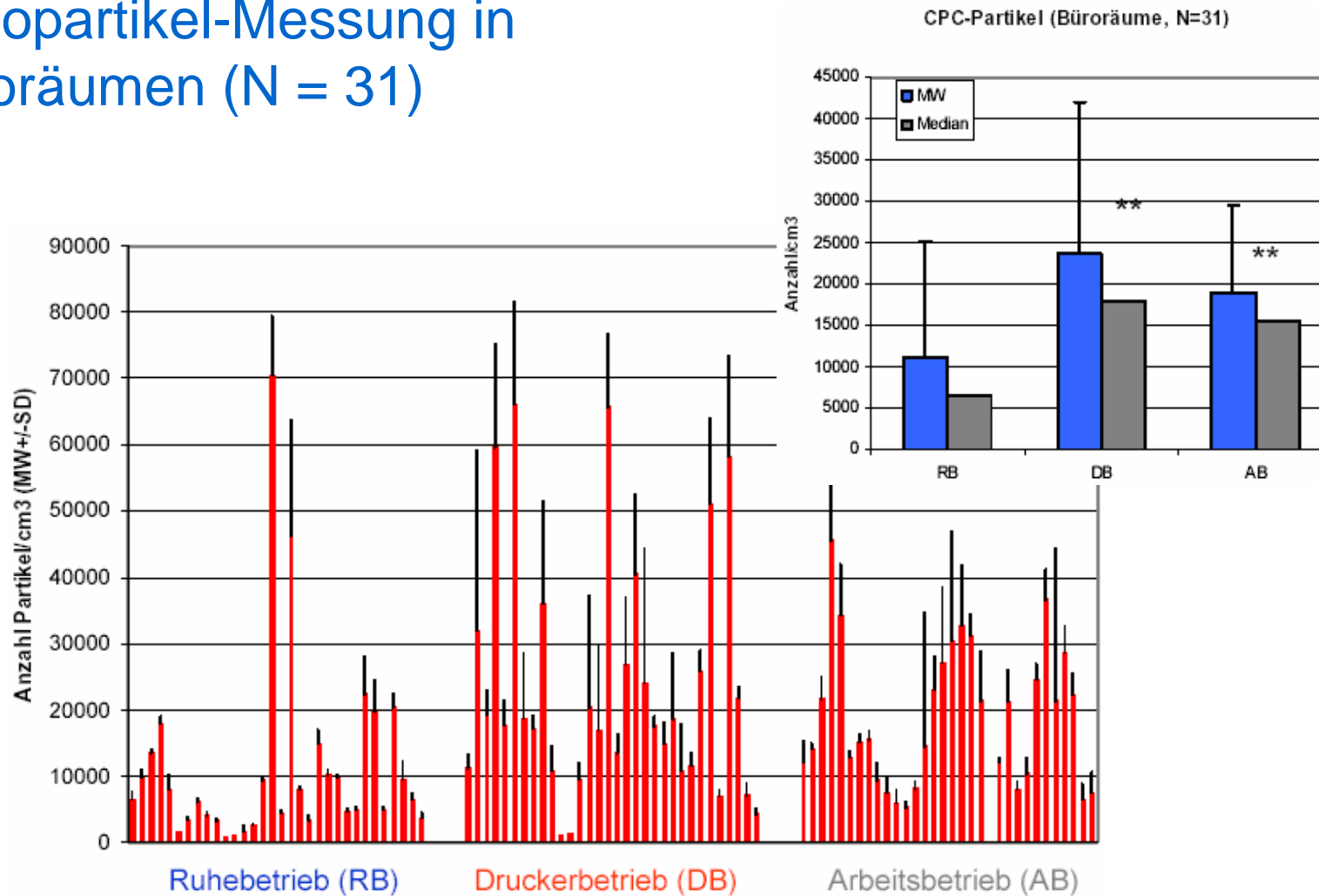


## Nickel-Gehalt von 208 Tonern mit nachweisbarem Gehalt



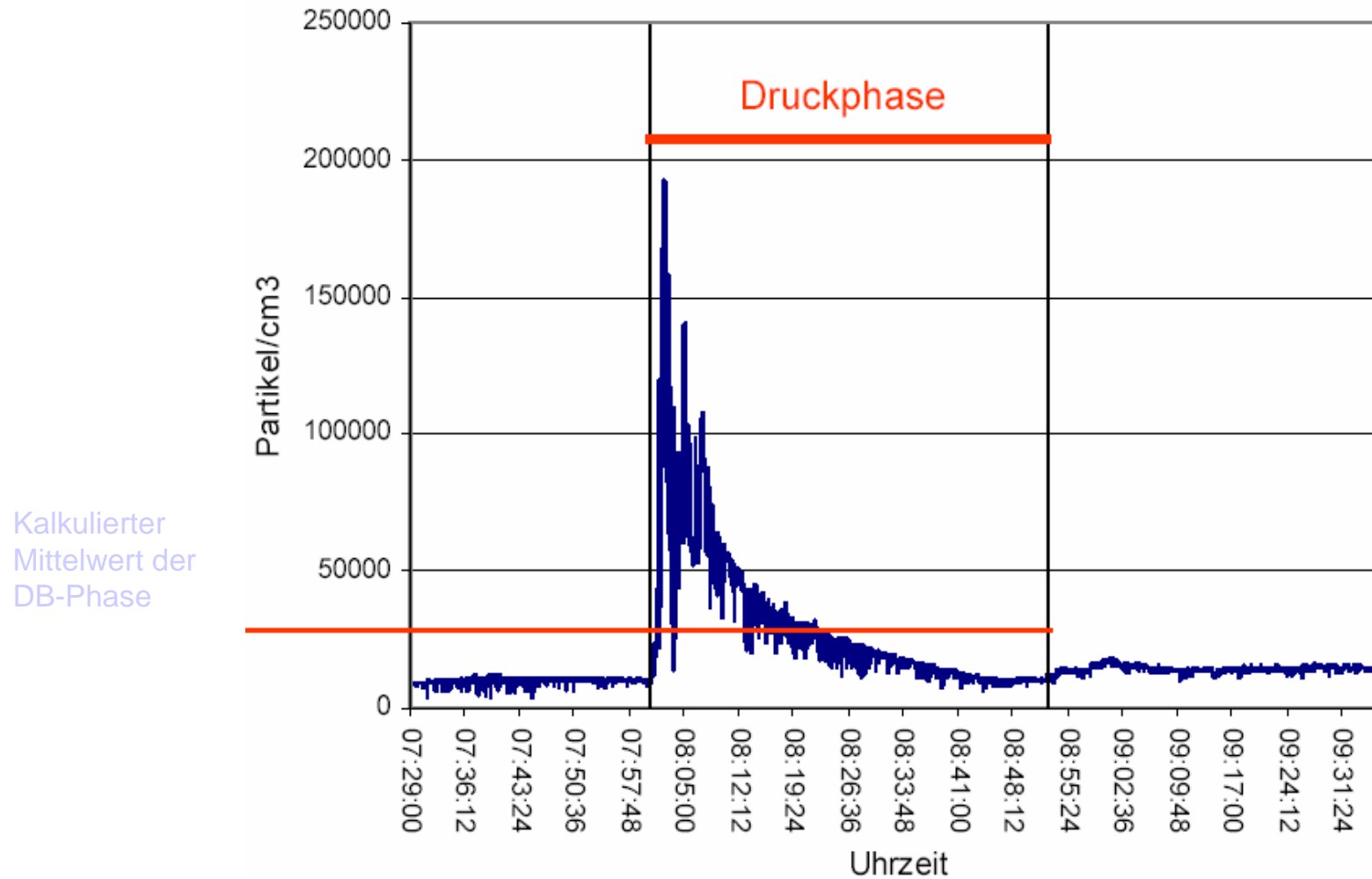
# Ökologische Produktprüfung

## Nanopartikel-Messung in Büroräumen (N = 31)



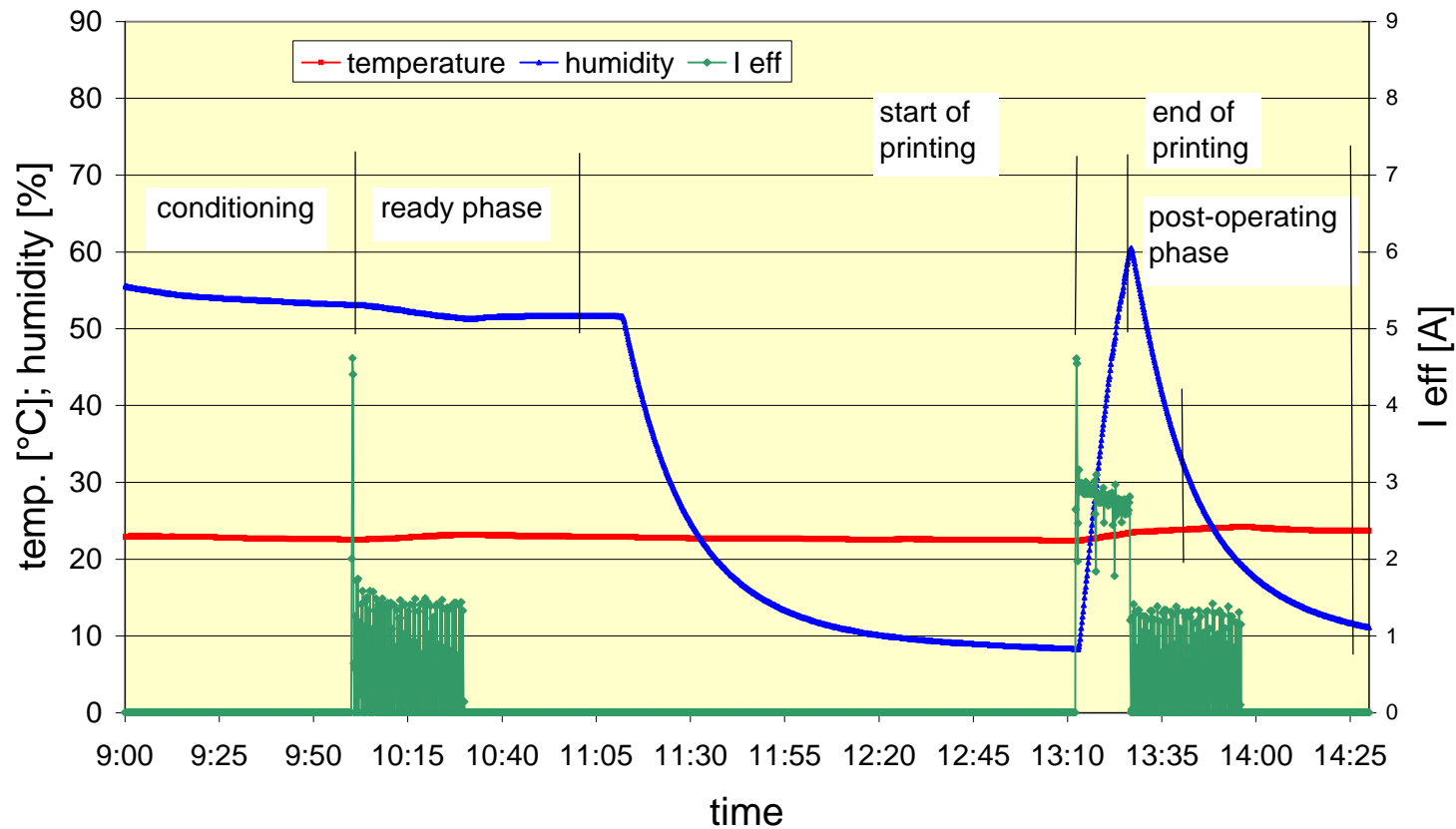
Quelle: Tonerstudie, Prof. Dr. Volker Mersch-Sundermann, Institut für Innenraum- und Umwelttoxikologie, Universität Giessen

## Spitzenwerte - Nanopartikel



Quelle: Tonerstudie, Prof. Dr. Volker Mersch-Sundermann, Institut für Innenraum- und Umwelttoxikologie, Universität Giessen

## Leistungsaufnahme



## Folgerungen - Nanopartikel

- § Zunahme der Anzahl von Nanopartikeln von RB nach DB
  - § Abnahme der Anzahl von Nanopartikeln von DB nach AB
  - § Spitzenwerte beim Anlaufen der Laserdrucker
  - § Verschiedene Arten von Partikel, VOC-Agglomerate und „feste“ Partikel
- è Gesundheitlicher Stellenwert noch ungeklärt.