



# Anforderungen der neuen 1. BImSchV Fragen zur Umsetzung



luft

## Impressum

Anforderungen der neuen 1. BImSchV - Fragen zur Umsetzung  
Fachtagung des LfU am 28.10.2010

### Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160  
86179 Augsburg  
Tel.: (08 21) 90 71-0  
Fax: (08 21) 90 71-55 56  
E-Mail: [poststelle@lfu.bayern.de](mailto:poststelle@lfu.bayern.de)  
Internet: [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de)

### Redaktion:

LfU Referat 12

### Bildnachweis:

Bayerisches Landesamt für Umwelt / Autoren

### Druck:

Eigendruck Bayer. Landesamt für Umwelt

Gedruckt auf Papier aus 100 % Altpapier.

### Stand:

Oktober 2010

Diese Druckschrift wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Sofern in dieser Druckschrift auf Internetangebote Dritter hingewiesen wird, sind wir für deren Inhalte nicht verantwortlich.

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>Immissionen durch Holzfeuerungen</b>	<b>5</b>
Gerhard Schmoeckel, LfU	
<b>Stand der Filtertechnik für Festbrennstofffeuerungen</b>	<b>16</b>
Hans Hartmann, Peter Turowski, Susanne Kiener, Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (TFZ), Straubing	
<b>Staubmessung nach dem Referenzmessverfahren der VDI 4206-1</b>	<b>32</b>
Hans Hartmann, Peter Turowski, Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (TFZ), Straubing	
<b>Weiterentwicklung der Gerätetechnik für Staubmessungen bei Festbrennstoff-Kleinfeuerungen</b>	
<b>Gravimetrisches Online-Verfahren zur Staubmessung</b>	<b>42</b>
Stephan Ester, Wöhler MGKG GmbH, Bad Wünnenberg Michael Struschka, ifk, Universität Stuttgart (ehemals IVD) Christian Schäfer, ifk, Universität Stuttgart	
<b>Sensor-System-Lösungen Klima – Strömung – Feuchte – Feinstaub</b>	<b>49</b>
Detlef Rengshausen, Vereta GmbH	
<b>Novelle 1. BImSchV Anforderungen der neuen 1. BImSchV – Überblick</b>	<b>54</b>
Hans-Peter Ewens, Bundesumweltministerium Bonn	
<b>Neue Überwachungs- und Beratungstätigkeiten der Schornsteinfeger aus der Novelle der 1. BImSchV</b>	<b>63</b>
Herbert Wazula, Landesinnungsverband des Bayer. Kaminkehrerhandwerks	
<b>Novelle des Schornsteinfegerwesens</b>	<b>89</b>
Oswald Wilhelm, Stellv. LIM, Landesinnungsverband Bayern	
<b>Tagungsleitung / Referenten</b>	<b>105</b>



# Immissionen durch Holzfeuerungen

Gerhard Schmoeckel, LfU

Immissionen durch Holzfeuerungen

 Bayerisches Landesamt für Umwelt

## Anlass der Untersuchungen

**Verursacher von Feinstaubemissionen (PM<sub>10</sub>) in Bayern (Emissionskataster Bayern 2004)**

- Immissionsgrenzwerte:
- PM<sub>10</sub>-Jahresgrenzwert von 40 µg/m<sup>3</sup>
- PM<sub>10</sub>-Tagesgrenzwert von 50 µg/m<sup>3</sup> mit 35 zugelassenen Überschreitungen pro Jahr
- Benzo(a)pyren-Jahreszielwert von 1 ng/m<sup>3</sup>

Verursacher	Anteil (%)
Verkehr	57
- Straßenverkehr	24
- Aufwirbelung Straßenverkehr	19
- Sonstiger Verkehr	14
Kleinf Feuerungsanlagen	16
Industrieanlagen	12
Landwirtschaftliche Viehhaltung	12
Umschlag staubender Güter	2
Ackerlandbewirtschaftung	1

**Feinstaub (PM<sub>10</sub>) Aausbura / Köniasplatz**

— Monatsmittelwert  
— gleitender 12-Monatsmittelwert  
— Trend

**Welchen Einfluss haben Holzfeuerungen?**

© LfU / Referat 21 / Schmoeckel / 28.10.2010



## Feinstaub durch Gebäudeheizungen in Augsburg; Projektbeteiligte und Ansprechpartner



- Prof. Dr. Armin Reller (Projektleitung)



- Dr. Jürgen Schnelle-Kreis (Organische Analytik, Zusammenführung der Messergebnisse, Koordination  
juergen.schnelle@helmholtz-muenchen.de)



- Robert Kunde (Emissionsmessungen, Ausbreitungsrechnungen  
kunde@muc.zae-bayern.de)



- Gerhard Schmoeckel (Koordination, Ergebnisbewertung  
gerhard.schmoeckel@lfu.bayern.de)

- Dr. Jürgen Diemer (Anorganische Analytik  
juergen.diemer@lfu.bayern.de)

- Dr. Heinz Ott (Immissionsmessungen  
heinz.ott@lfu.bayern.de)



- Thomas Gratza (Datenbereitstellung  
thomas.gratza@augsburg.de)

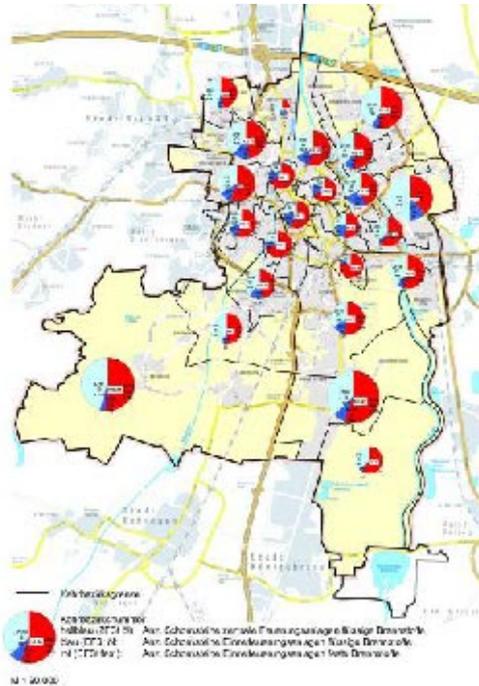
[http://www.lfu.bayern.de/luft/fachinformationen/biogene\\_festbrennstoffe/](http://www.lfu.bayern.de/luft/fachinformationen/biogene_festbrennstoffe/)



## Projektziele / Gliederung

- A) Aktualisierung des Emissionskatasters für Kleinfeuerungsanlagen
- B) Identifizierung von (Tracer-)Substanzen, die nur durch Holzfeuerung in die Umgebung gelangen und Ermittlung der Konzentrationen dieser Substanzen im emittierten Feinstaub von Holzfeuerungen:
  - Kalium (Kaliumgehalt im Holz beträgt etwa 0,2 % und bestimmt ca. 30 % des Oxid-Aschegehaltes),
  - Levoglucosan (entsteht bei der Pyrolyse von Cellulose)
- C) Ermittlung der Konzentration dieser (Tracer-)Substanzen im Feinstaub der Umgebungsluft und Berechnung des Anteils der Holzverbrennung
- D) Modellierung der Feinstaubimmissionen in Augsburg, die auf Emissionen der Holzverbrennung zurückzuführen sind
- E) Abschätzung der Auswirkung möglicher Minderungsmaßnahmen
- F) *Ergebnisse von Immissionsmessungen in der nordbayerischen Ortschaft H.*

## A) Aktualisierung des Emissionskatasters

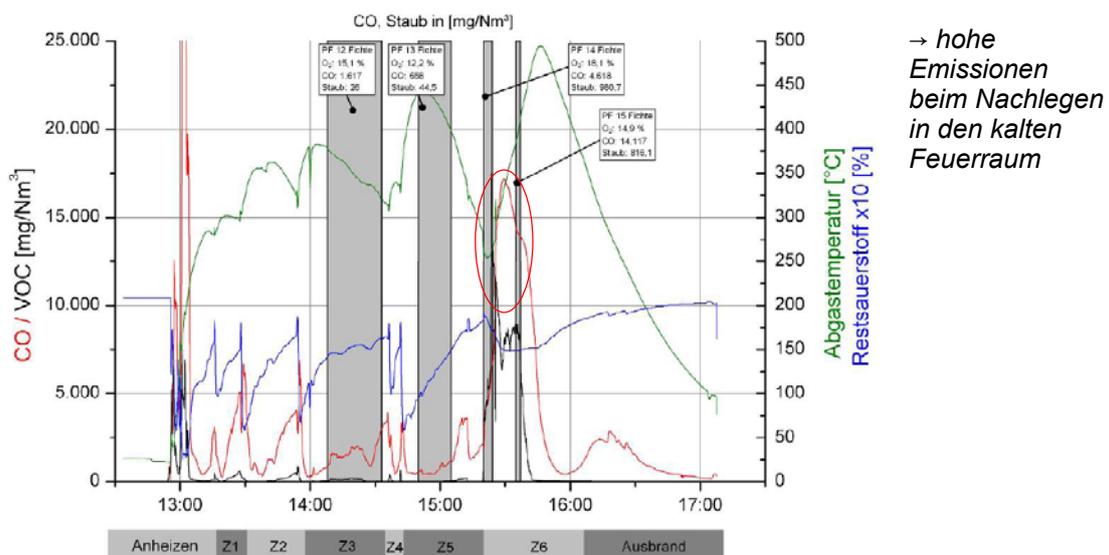


- 24 Kehrbezirke
- 14.000 Einzelraumfeuerungen für Festbrennstoffe:
  - Kaminkehrerrinnung:
    - 2,5 Ster Holz je Kehrtermin
    - 60.000 Ster/a = 28.000 t/a
    - Holzverbrauch: 320 TJ/a
- Heizbedarf:
  - gesamt: 15.400 TJ/a, davon
    - Gas: 50 %
    - Öl: 30 %
    - Holz: 2,1 %
    - Fernwärme: Rest
- Feinstaubfrachten:
  - Holzverbrennung: 38 t/a
  - Braunkohle: 5,5 t/a
  - Heizöl EL: 6,7 t/a
  - Gas, Fernwärme: -

4

© LfU / Referat 21 / Schmoeckel / 28.10.2010

## B) Ermittlung der Emissionsfaktoren für Tracer-Substanzen; Untersuchung verschiedener Betriebszustände eines Kaminofens



→ hohe Emissionen beim Nachlegen in den kalten Feuerraum

5

© LfU / Referat 21 / Schmoeckel / 28.10.2010

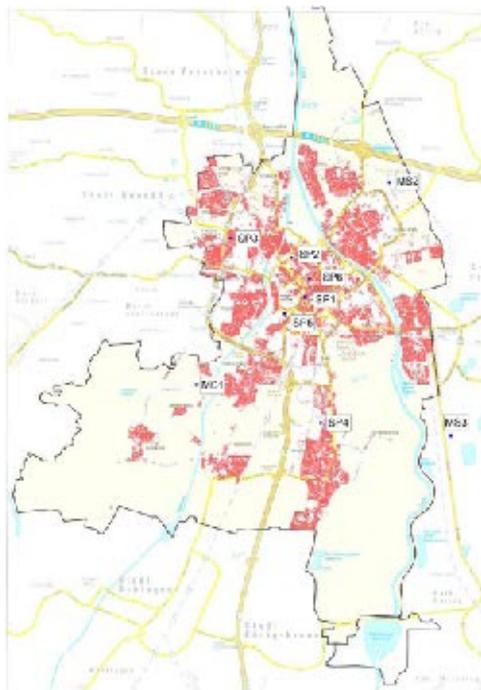


## Ermittlung der Emissionsfaktoren für Kalium

- Messungen im Abgas von Kamin- und Pelletöfen bei verschiedenen Betriebszuständen ergaben:
  - im typischen Betriebszustand (wenn Staubemission: 120 mg/MJ):
    - Kaliumkonzentration im Flugstaub: 58 µg/mg = 5,8 %



## C) Messung der Feinstaubimmissionen; Durchführung



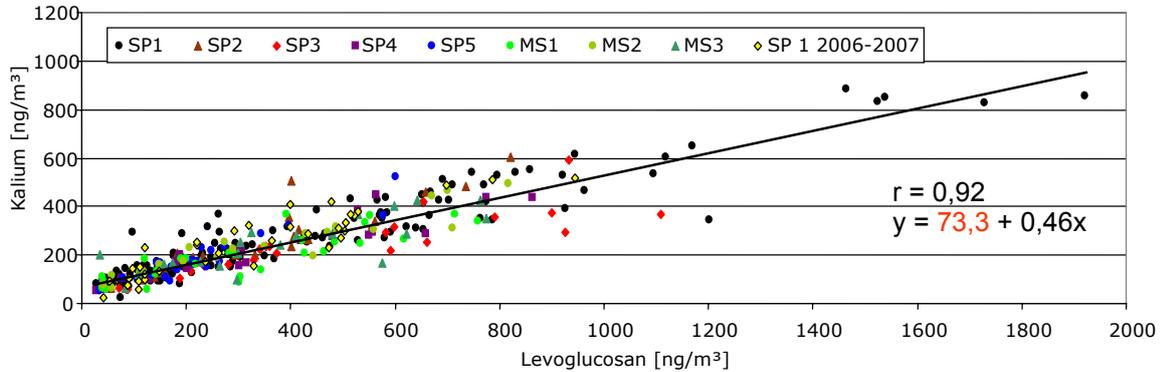
### Probenahmen zur Analytik (täglich)

Standort	Parameter	Beginn	Ende
SP1 (Kö, Verkehr)	PM10, HVS	21.12.06	26.03.07
SP1 (Kö, Verkehr)	PM10, HVS	14.11.07 13.02.08 <sup>1)</sup>	31.03.08 12.03.08 <sup>1)</sup>
SP3 (WG) SP5 (HT)	HVS	13.02.08	12.03.08
SP2, SP4, MS1,2,3	PM10, HVS	13.02.08	12.03.08

<sup>1)</sup> 3h-Auflösung



### C) Messung der Feinstaubimmissionen; Korrelation: Levoglucosan – Kalium in den Heizperioden 06/07 und 07/08



Kalium-Anteil in Staubemissionen aus Holzfeuerungen: 5,8 %  
 → Levoglucosan-Anteil in Staubemissionen aus Holzfeuerungen:  $1 / 0,46 * 5,8 \% = 12,6 \%$

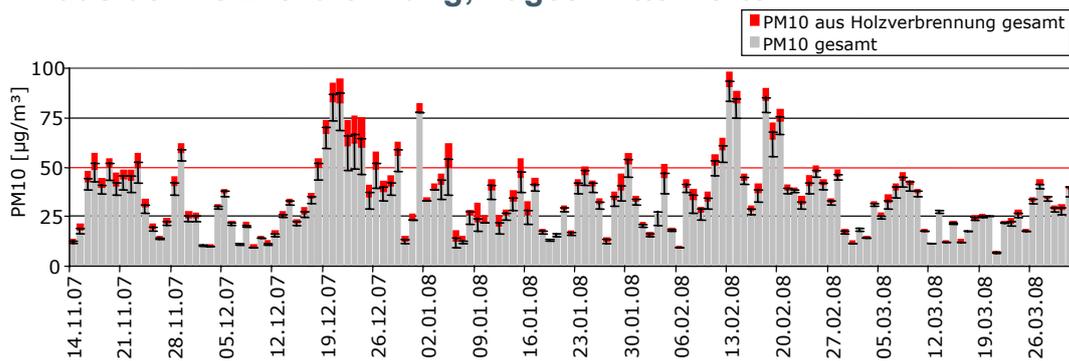
PM<sub>10</sub>-Anteil aus Holzfeuerungen in den Immissionsproben:

$$c_{PM, Holz} = (c_{I, K} - 73 \text{ ng/m}^3) / 0,058 \text{ bzw.}$$

$$c_{PM, Holz} = (c_{I, Levoglucosan}) / 0,126$$



### C) Messung der Feinstaubimmissionen und Berechnung der Anteile aus der Holzverbrennung; Tages-Mittelwerte

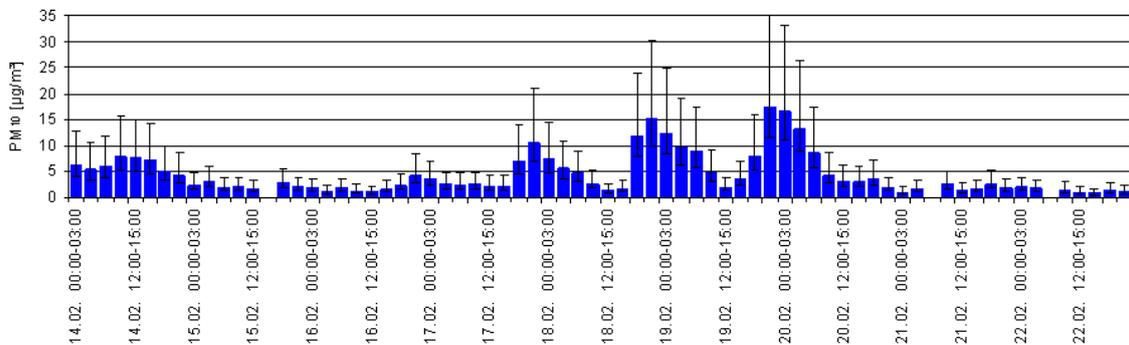


Verlauf der PM<sub>10</sub>-Konzentration und des Anteils am PM<sub>10</sub> aus der Holzverbrennung am Königsplatz

	Mittelwerte PM <sub>10, gesamt</sub>	Mittelwerte PM <sub>10, Holzverbrennung</sub>	MW BaP
Heizperiode:			
Königsplatz	37 µg/m <sup>3</sup>	3,4 µg/m <sup>3</sup>	1,6 ng/m <sup>3</sup>
Intensivmesskampagne:			
Hotelturm (100 m Höhe)	-	1,45 µg/m <sup>3</sup>	
Königsplatz	48 µg/m <sup>3</sup>	2,89 µg/m <sup>3</sup>	

**Zusatzbeitrag durch Holzfeuerungen: 9 %; davon 50 % durch außerstädtische Feuerungen**

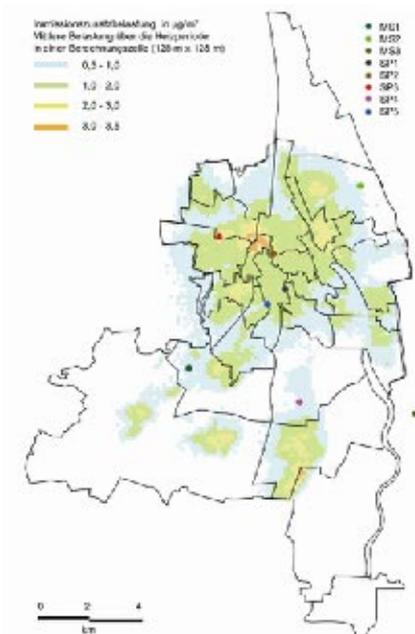
### C) Messung der Feinstaubimmissionen und Berechnung der Anteile aus der Holzverbrennung; 3h-Mittelwerte



Verlauf der PM10-Konzentration aus der Holzverbrennung in der Messkampagne 13.02.-22.02.2008 an SP1. Berechnet aus der Levoglucosan-Konzentration.

- hohe Belastungen zwischen 18 Uhr und 6 Uhr
- Spitzenkonzentrationen von über 17 µg/m<sup>3</sup> von 21 Uhr bis Mitternacht

### D) Modellierung der Feinstaubimmissionen; Rechenergebnisse für Zusatzbelastung durch innerstädtische Holzfeuerungen



Mittlere berechnete Zusatzbelastung in der jeweiligen Zelle; Heizperiode 15.10.2007 – 31.03.2008:

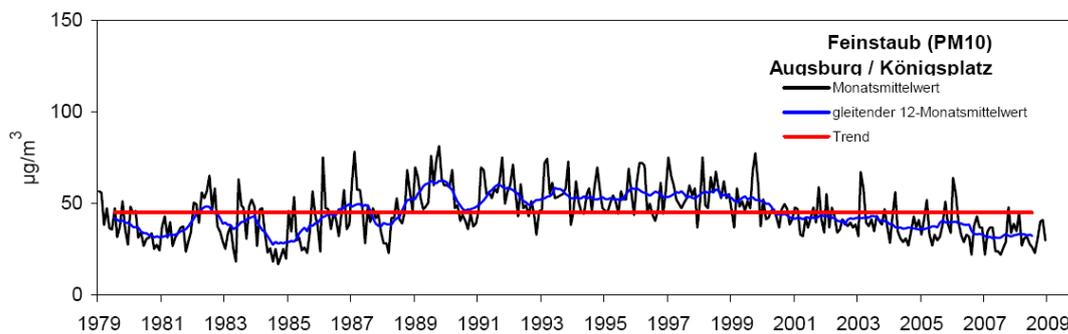
- **mittlere Zusatzbelastung** im Stadtgebiet in Rechenzellen mit Wohnbebauung: **1,3 µg/m<sup>3</sup>**
- mittlere Feuerungsanlagendichte im Stadtgebiet: 1 Anlage je 3100 m<sup>2</sup> Grundstücksfläche
- Anteil der Holzfeuerungen an der Gebäudeheizung im Stadtgebiet: 2,1 %
- **höchste Zusatzbelastung** in einer Rechenzelle (128 x 128 m) im Heizperiodenmittel: **3,5 µg/m<sup>3</sup>**
- hier maxim. Feuerungsanlagendichte: 1 Anlage je 780 m<sup>2</sup> Grundstücksfläche



## E) Abschätzung der Wirkung von Emissionsminderungsmaßnahmen (Messdaten aus Heizperiode 2007/2008)

*Fiktives, nur im Stadtgebiet geltendes, generelles Verbot von Holz-Einzelraumfeuerungen:*

- Königsplatz: Senkung der PM<sub>10</sub>-Belastung um 1,6 µg/m<sup>3</sup> im Heizperiodenmittel und Senkung der Anzahl der „Überschreitungstage“ von 26 auf 23
- Wohngebiet: Senkung der Belastung im Heizperiodenmittel um 3,5 µg/m<sup>3</sup>; Reduzierung der Überschreitungstage von 13 auf 8



12

© LfU / Referat 21 / Schmoeckel / 28.10.2010



## F) Feinstaub durch Gebäudeheizungen in nordbayerischer Ortschaft; LfU-Messungen in Heizsaison 2009/2010

- Beispiel Augsburg: Anteil der Holzfeuerungen an Gebäudeheizung: 2,1 %
- Beispiel H., Nordbayern:
  - 240 Gebäude
    - 125 x Öl-Zentralheizung
    - 70 x Holz-Zentralheizung
    - 200 x Holz-Einzelraumheizung
  - Anteil der Holzheizung > 50%
  - Fläche: 500 x 500 m
  - Feuerungsanlagendichte: 250.000 / 270:  
1 Feuerungsanlage je 1000 m<sup>2</sup> Grundstücksfläche



→ Messungen der Feinstaubkonzentration in H. während der Heizsaison 2009/2010

13

© LfU / Referat 21 / Schmoeckel / 28.10.2010

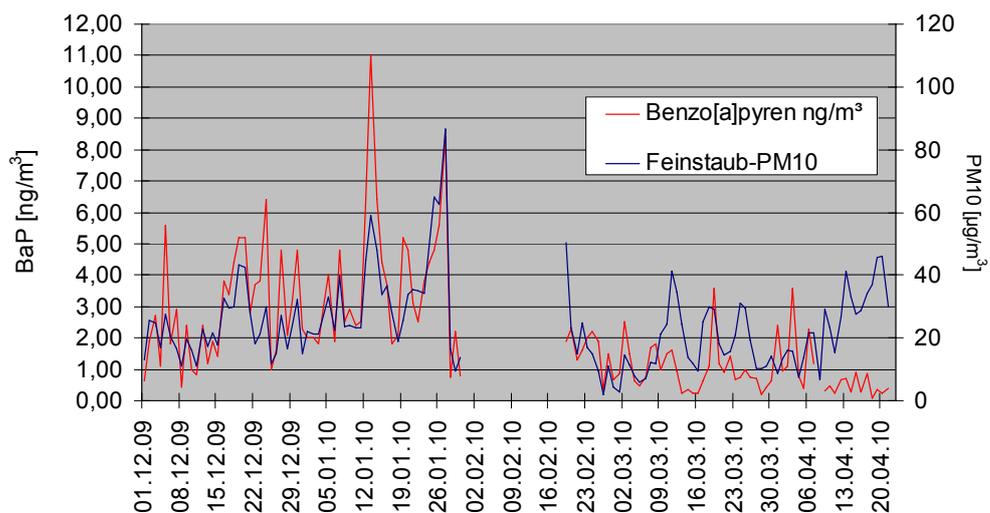
## Standort des Feinstaub-Probensammlers



14

© LfU / Referat 21 / Schmoeckel / 28.10.2010

## F) Feinstaubbelastung in H. in der Heizsaison 2009 / 2010



Mittelwerte während des Messzeitraums 01.12.09 – 21.04.10:

Ortschaft H.: PM10: 24 µg/m<sup>3</sup>; BaP: 2,2 ng/m<sup>3</sup>  
 Andechs: PM10: 19 µg/m<sup>3</sup>

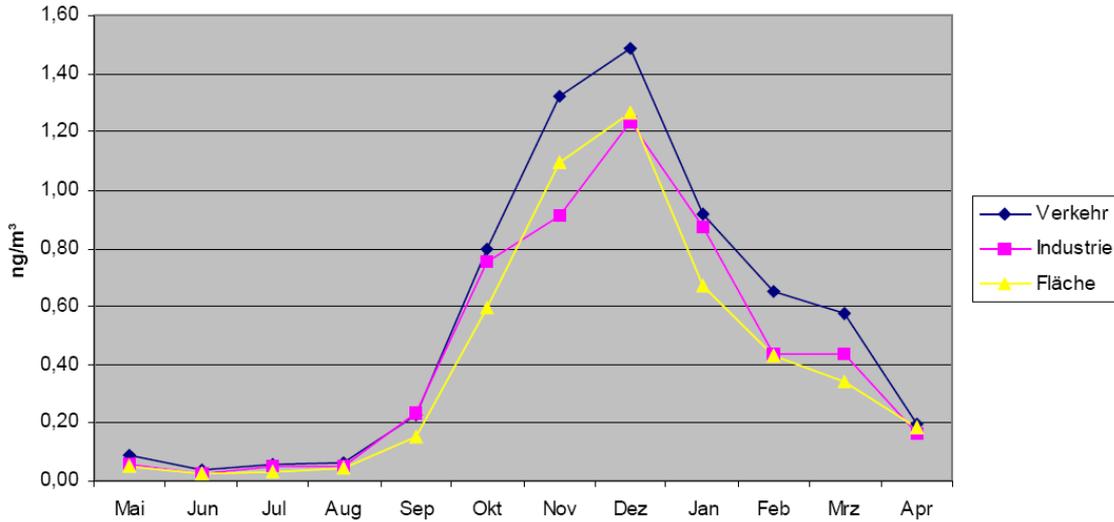
15

© LfU / Referat 21 / Schmoeckel / 28.10.2010



### F) Messung der Benzo(a)pyren-Immissionen

Jahresgang der BaP-Immissionsbelastung an verschiedenen Standorten

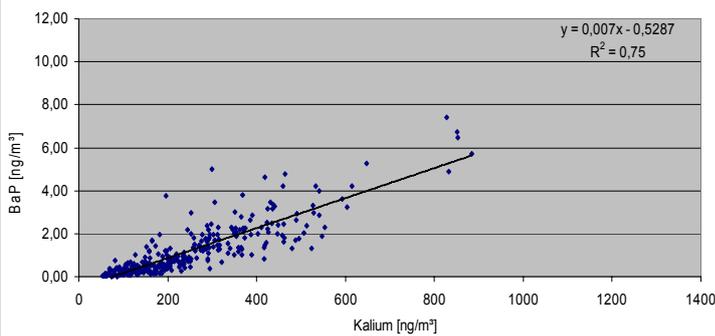


Quelle: TÜV Süd, LfU: „Messung von Staub und Staubinhaltsstoffen zur Grundlagenermittlung von Immissionsminderungsmaßnahmen (SIGI)“; Schlussbericht, 2004

© LfU / Referat 21 / Schmoeckel / 28.10.2010



### F) Kalium- und Benzo(a)pyren-Immissionen



Augsburg, Königsplatz:  
Messzeitraum: 14.11.07 - 31.03.08

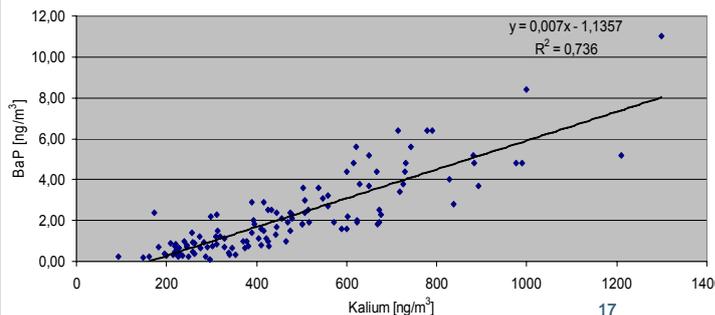
$C_{\text{Kalium, mittel}}$ : 276 ng/m<sup>3</sup>

$C_{\text{Kalium, grund}}$ : 73 ng/m<sup>3</sup>

$C_{\text{BaP, mittel}}$ : 1,6 ng/m<sup>3</sup>

$$C_{PM, Holz} = (C_{I, Kalium} - 73 \text{ ng/m}^3) / 0,058$$

$$C_{PM, Holz} = (C_{I, Levoglucosan}) / 0,126$$



Ortschaft H. (Ergebnisse vorläufig):  
Messzeitraum: 01.12.09 - 22.04.10

$C_{\text{Kalium, mittel}}$ : 482 ng/m<sup>3</sup>

$C_{\text{Kalium, grund}}$ : 162 ng/m<sup>3</sup>

$C_{\text{BaP, mittel}}$ : 2,2 ng/m<sup>3</sup>

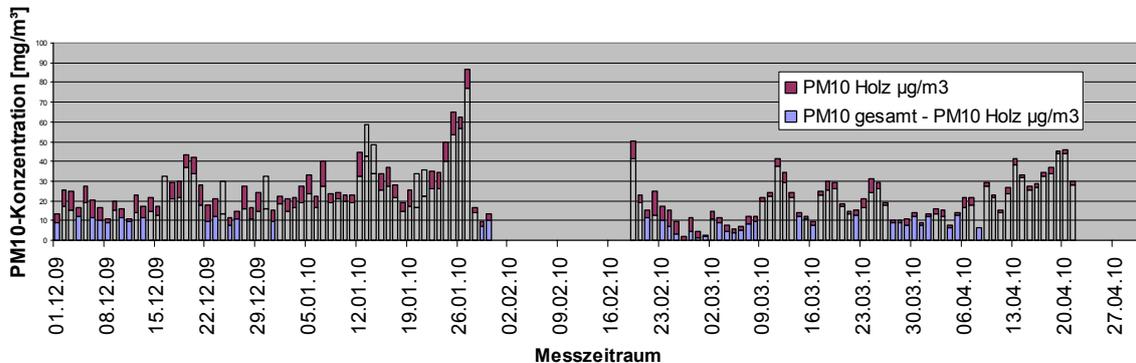
$$C_{PM, Holz} = (C_{I, Kalium} - 162 \text{ ng/m}^3) / 0,058$$

© LfU / Referat 21 / Schmoeckel / 28.10.2010



## Immissionen durch Holzfeuerungen

## PM10-Immissionskonzentration in H.; Berechnung des Anteils der Holzfeuerung aus der Kaliumkonzentration



$$c_{PM, Holz} = (c_{I, Kalium} - 162 \text{ ng/m}^3) / 0,058$$

Mittelwerte während der jeweiligen Heizperiode:

	Ortschaft H. 09/10	Augsburg-Königspl. 07/08
PM10, gesamt :	24 µg/m <sup>3</sup>	37 µg/m <sup>3</sup>
PM10, aus Holzfeuer.:	5,1 µg/m <sup>3</sup>	3,4 µg/m <sup>3</sup>

18

© LfU / Referat 21 / Schmoeckel / 28.10.2010

## Immissionen durch Holzfeuerungen



## Gemessene Feinstaubzusatzbelastung durch Gebäudeheizungen: Zusammenfassung

- Hauptverursacher von PM<sub>10</sub>-Belastungen durch Gebäudeheizung sind Einzelraumfeuerungen (Kamin- und Kachelöfen).
- PM<sub>10</sub>-Zusatzbelastung durch Holzfeuerung betrug im Mittel:
  - in Augsburg am Königsplatz: 3,4 µg/m<sup>3</sup> (Heizperiode 2007/2008)
  - in nordbayerischer Ortschaft H.: 5,1 µg/m<sup>3</sup> (Heizperiode 2009/2010)
- BaP-Belastung betrug im Mittel:
  - in Augsburg am Königsplatz: 1,6 ng/m<sup>3</sup> (Heizperiode 2007/2008)
  - in nordbayerischer Ortschaft H.: 2,2 ng/m<sup>3</sup> (Heizperiode 2009/2010)
- 50 % der Zusatzbelastung in Augsburg wird durch außerstädtische Feuerungen hervorgerufen.
- In einzelnen Bereichen Augsburgs wurden PM<sub>10</sub>-Zusatzbelastungen durch innerstädtische Holzfeuerungen von bis zu 3,5 µg/m<sup>3</sup> im Heizperiodenmittel berechnet.
- Ausschlaggebende Bedeutung haben hierbei Feuerungsdichte, orographische Bedingungen sowie der PM<sub>10</sub>-Eintrag aus benachbarten Stadtbereichen.

19

© LfU / Referat 21 / Schmoeckel / 28.10.2010

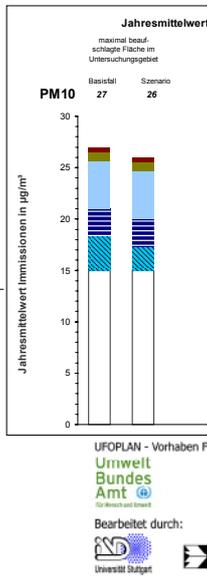
# Prognosetool „BIOMIS“

Legende	Basisfall		Szenario	
	Sett [%]	Sett [1-10]	Sett [%]	Sett [1-10]
HEL-Kessel	50	5	50	5
Gas-Kessel	0	5	0	5
Pellet-Kessel	0	6	0	6
Hackschnitzel-Kessel	5	6	5	6
Getreide-Kessel		7		7
Stückholz-Kessel mit Pufferspeicher	20	7	20	7
Stückholz-Kessel ohne Pufferspeicher	5		5	
Zusatzfeuerung (max 10%)	15	9	15	7
Sonstige z.B. Elektro, Fernwärme	5		5	
mittlerer spez. Endenergiebedarf (1) Bestand (2) Neubau / saniert	1		1	
Gebiet: (1) ländlich klein, (2) ländlich mittel bis groß, (3) städtisch	1			
Schornsteinmündung: (1) auf First, (2) 1m über First	1			
mittlere Windschwindigkeit in 10m Höhe (1) 1,5 (2) 2,0 (3) 2,7 (m/s)	2			
Gradtagszahl GT <sub>16</sub> [Kd]	3700			

	Basisfall	Szenario
	NO <sub>x</sub> [µg/m³]	PM10 [µg/m³]
Immissionen - Vorbelastung	15	15
Stoff im Diagramm ausgeben [x]	x	x
Jahresmittelwert Immission maximal beaufschlagte Fläche im Untersuchungsgebiet	11	27
Jahresmittelwert Immission Flächenmittelwert des gesamten Untersuchungsgebiets	6	21

**Bemerkungen:**



[www.umweltbundesamt.de/luft/biomis.htm](http://www.umweltbundesamt.de/luft/biomis.htm)