

SACHSEN-ANHALT

Landesamt für Umweltschutz

# Einfluss von Holzheizungen im innerstädtischen Bereich

**Landesamt für Umweltschutz  
Sachsen-Anhalt**

# **Einfluss von Holzheizungen im innerstädtischen Bereich**

**Fachinformation 02/2017**

**Halle (Saale), März 2017**

## Impressum

Herausgeber: Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt  
Tel.: +49 345-5704-[Nr. Geschäftszimmer]  
[poststelle@lau.mlu.sachsen-anhalt.de](mailto:poststelle@lau.mlu.sachsen-anhalt.de)  
Internet: [www.lau.sachsen-anhalt.de](http://www.lau.sachsen-anhalt.de)

Redaktion: Fachbereich Immissionsschutz, Klimaschutz  
Petra Kaminski, Torsten Bayer, Prof. Dr. Christian Ehrlich

Redaktionsschluss: Halle (Saale), März 2017

Web-Link der Publikation [URL]

ISSN-Nummer: 1619-4071

Bildrechte Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt

## Inhalt

<b>1 Einleitung</b> .....	<b>5</b>
<b>2 Messkonzeption</b> .....	<b>5</b>
2.1 Untersuchungszeitraum.....	5
2.2 Charakteristik des Messstandortes.....	5
<b>3 Messprogramm</b> .....	<b>8</b>
<b>4 Darstellung und Bewertung der Messergebnisse</b> .....	<b>9</b>
4.1 Feinstaub (Partikel PM <sub>10</sub> ) .....	9
4.2 PAK als Inhaltsstoffe im Feinstaub PM <sub>10</sub> .....	10
4.3 Ionen als Inhaltsstoffe im Feinstaub PM <sub>10</sub> .....	11
4.4 Holzverbrennungstracer Levoglucosan .....	13
4.5 Verbrennungstracer Kohlenstoffmonoxid .....	20
<b>5 Zusammenfassung</b> .....	<b>22</b>
Danksagung .....	23
Literaturverzeichnis .....	24
Anhang.....	25

## 1 Einleitung

Holzfeuerungen stellen neben dem Kfz-Verkehr eine bedeutende Quelle für die Luftbelastung durch Feinstaub, Ruß und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) dar. Auch in Sachsen-Anhalt liegen die Partikel PM<sub>10</sub> Emissionen der Holzfeuerungen etwa in derselben Größenordnung wie die Verkehrsemissionen. Neben den Schadstoffen aus der unvollständigen Verbrennung von Holz soll noch der anorganische Feinstaub (vorwiegend Salze) als ein Schadstoff aus der vollständigen Verbrennung angeführt werden.

Die an der LÜSA-Messstation Burg vorgenommenen Immissionsmessungen stellen eine Fortführung der Messprojekte in der Ortslage Treseburg und am Standort Altenbrak (jeweils im Harz gelegen) dar.

Anfang 2008 waren in Treseburg im Rahmen eines Einsatzes des Immissionsmessfahrzeugs orientierende Messungen von Feinstaub PM<sub>10</sub> vorgenommen sowie die Konzentrationen ausgewählter polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe und löslicher Ionen als Inhaltsstoffe im Feinstaub bestimmt worden. Ziel des Messprojektes war es, in einer Ortslage mit zu erwartendem hohem Anteil an Holzheizungen den Einfluss kleiner Holzfeuerungen auf die Immissionssituation zu untersuchen. Auf Grund der im Untersuchungszeitraum vorherrschenden Wetterlage (keine austauscharme Wetterlage; im Vergleich zum langjährigen Mittel viel zu warm – mithin auch geringere Heizaktivitäten) konnte im betrachteten Zeitraum keine Beeinflussung der Immissionssituation durch Holzfeuerungen nachgewiesen werden /1/.

Bei dem in Altenbrak im Herbst 2009 sowie im Winter 2009/2010 durchgeführten Messprojekt konnte an Hand der erhaltenen Analysenbefunde, insbesondere für die untersuchten Holzverbrennungstracer, sowie im Rahmen einer vorgenommenen Detailanalyse (Betrachtung eines Zeitraums ohne Feinstaub-Ferntransporte) ein Einfluss kleiner Holzheizungen ausgewiesen werden. Ein grenzwertrelevanter Beitrag war jedoch nicht zu verzeichnen /2/.

Im Gegensatz zu den eben dargestellten Vorläuferprojekten bestand die Zielstellung des Messprojektes an der Messstation Burg in der Untersuchung des Einflusses von Holzheizungen im städtischen Hintergrundbereich, hierbei sollte der Anteil der Holzverbrennung am freigesetzten PM<sub>10</sub> auch quantifiziert werden.

## 2 Messkonzeption

### 2.1 Untersuchungszeitraum

Die Messungen zur Ermittlung eines möglichen Einflusses von Holzheizungen auf die Immissionssituation fanden im Zeitraum vom 17.02.2015 bis zum 30.04.2016 statt.

Mithin stehen zur Beurteilung eines möglichen Heizungseinflusses sowohl eine Datenbasis zur Verfügung, die der Grundbelastung entspricht (wärmere Jahreszeit: ohne mögliche Beeinflussung durch das Betreiben von Heizungen mit festen Brennstoffen und Zeitraum mit geringerer Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Inversionswetterlagen), als auch Messergebnisse aus der winterlichen Heizperiode.

### 2.2 Charakteristik des Messstandortes

Als Kriterien für die Standortwahl sind zu nennen

- Messstation im städtischen Hintergrundbereich, in deren Umfeld ein höherer Anteil potenzieller Emittenten (Holzheizungen) zu verzeichnen ist;
- LÜSA-Messstation mit einem breiten Spektrum an Untersuchungsparametern.

In Abbildung 1 ist der Standort der LÜSA-Station Burg markiert, welche als Untersuchungsstandort ausgewählt wurde.

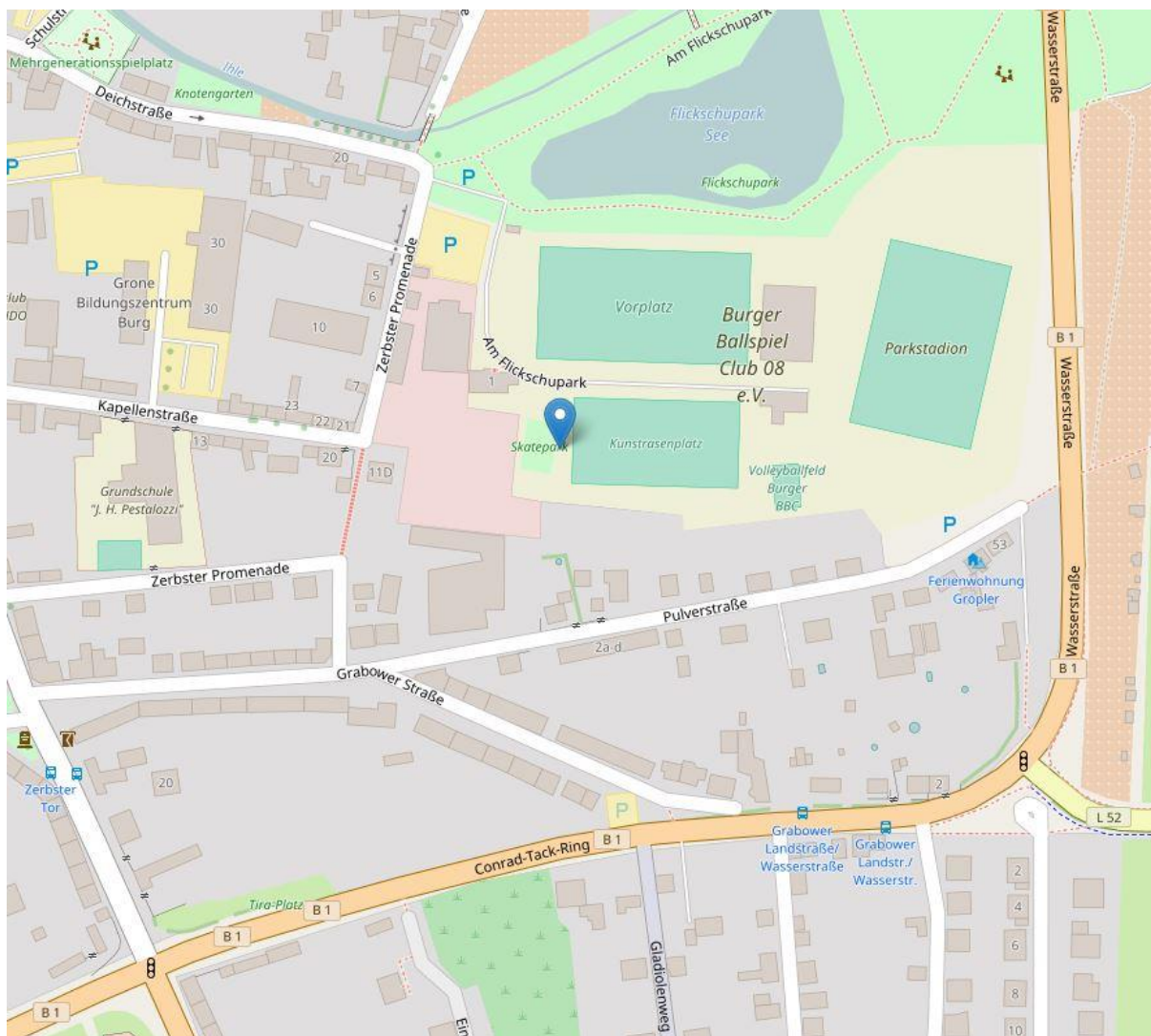


Abbildung 1: Kartenausschnitt © OpenStreetMap

Einige Standortparameter sind in nachfolgender Tabelle 1 zusammengestellt.

Tab. 1: Allgemeine Charakteristika des Standortes in Burg

<b>Standort</b>	Flickschupark
<b>Messbeginn</b>	12/1993
<b>Gauß-Krüger-Koordinaten</b>	Rechtswert: 4490874 Hochwert: 5792768
<b>Höhe ü. NN</b>	47 m
<b>Stationsumgebung</b>	vorstädtisches Gebiet
<b>Art der Station</b>	Hintergrund

Die Abbildung 2 zeigt den Standort im Detail. Es wurden Aufnahmen in alle vier Himmelsrichtungen vorgenommen.

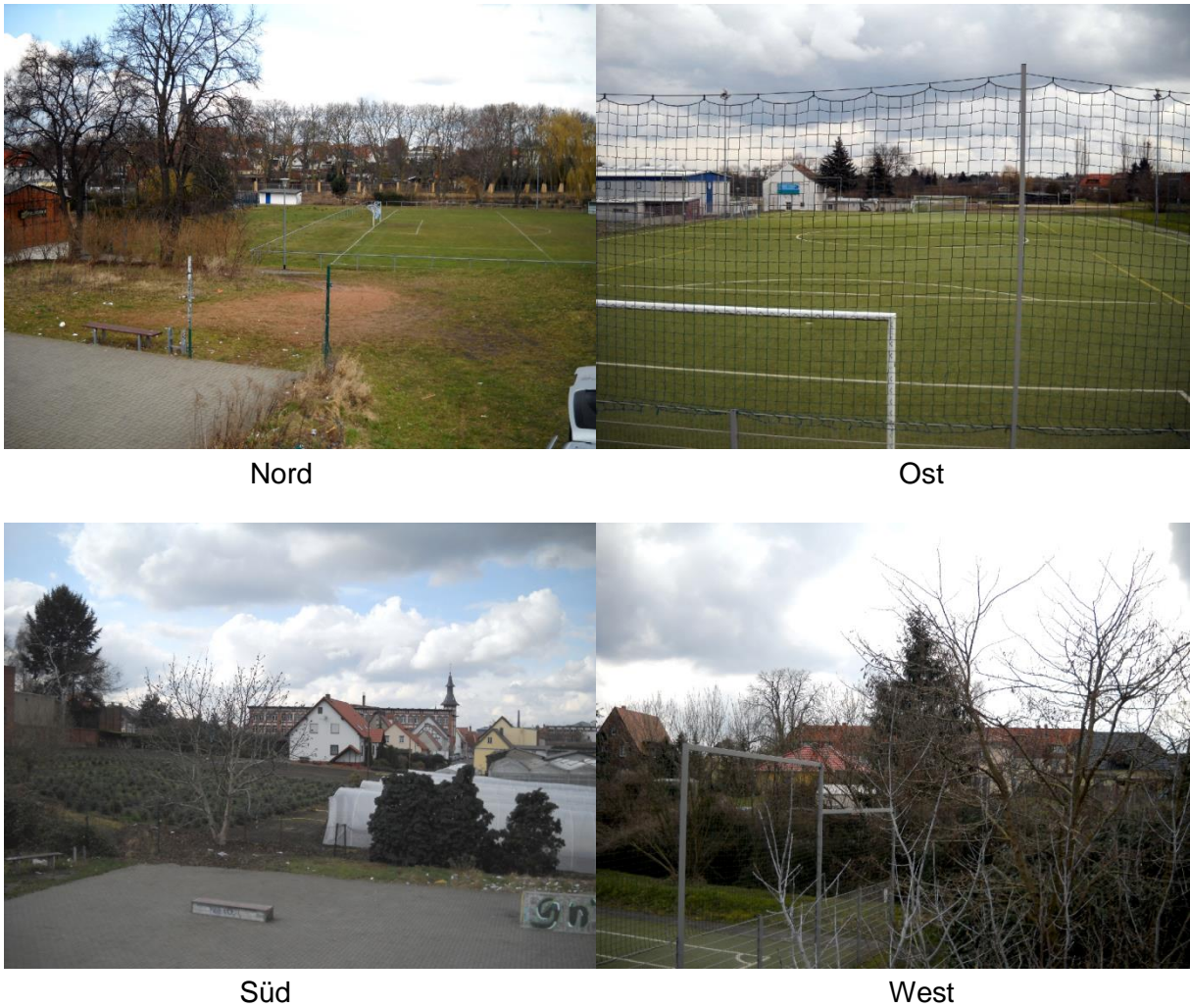


Abbildung 2: Detailansichten vom Standort



Quelle: [http://laucir1.lau.mlu.lsa-net.de/umn/php/gfi\\_umn\\_design.php](http://laucir1.lau.mlu.lsa-net.de/umn/php/gfi_umn_design.php) (RGB 2012-2014)



Abbildungen 3 und 4: Gesamtansichten des Standortes

### 3 Messprogramm

Das Messprogramm der LÜSA-Messstation Burg ist in Tabelle 2 zusammengefasst, wobei die Erfassung der Feinstaubbelastung Partikel PM<sub>10</sub> und verschiedener Inhaltsstoffe in der PM<sub>10</sub>-Fraktion den eigentlichen Schwerpunkt der Messungen und auch der im Rahmen der Fachinformation vorgenommenen Auswertung bildet. Als Inhaltsstoffe in der PM<sub>10</sub>-Fraktion sollen die Gehalte an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen, löslichen Ionen und Levoglucosan eine detailliertere Auswertung erfahren.

Tab. 2: Messprogramm der Messstation Burg

gemessene Schadstoffe	Messgerätetyp	Messprinzip	DIN/EN-Norm
Partikel PM <sub>10</sub>	SHARP 5030 Hochvolumensammler (HVS) DHA-80	Nephelometer, Beta-Absorption Gravimetrie	DIN EN 12341
Partikel PM <sub>2,5</sub>	SHARP 5030	Nephelometer, Beta-Absorption	
Stickstoffmonoxid (NO) Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> )	APNA-370	Chemilumineszenz	DIN EN 14211
Ozon (O <sub>3</sub> )	APOA-370	UV-Photometrie	DIN EN 14625
Kohlenstoffmonoxid	APMA-370	IR-Photometrie	DIN EN 14626
PAK <sup>*1</sup> (im PM <sub>10</sub> )	Aufschluss der Filter vom DHA-80 im Labor, Analyse mittels HPLC <sup>*2</sup>		analog DIN EN 15549
Ionen <sup>*3</sup> (im PM <sub>10</sub> )	Aufschluss der Filter vom DHA-80 im Labor, Analyse mittels IC <sup>*4</sup>		Anionen gem. DIN EN 10304-1 Kationen gem. DIN EN 14911-1
Levoglucosan (im PM <sub>10</sub> ) (siehe Pkt. 4.4)	Filterproben vom DHA-80, Hochleistungs-Anionen - Austauschchromatographie		
<b>meteorologische Parameter</b>			
relative Luftfeuchtigkeit, Lufttemperatur, Windrichtung, Windgeschwindigkeit Niederschlag, Globalstrahlung			VDI 3786

\*1 BaA, B(b)F, B(k)F, BaP, DBahA, IND, CHR, BghiP, COR

\*2 Hochdruckflüssigchromatographie

\*3 Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>

\*4 Ionenchromatographie

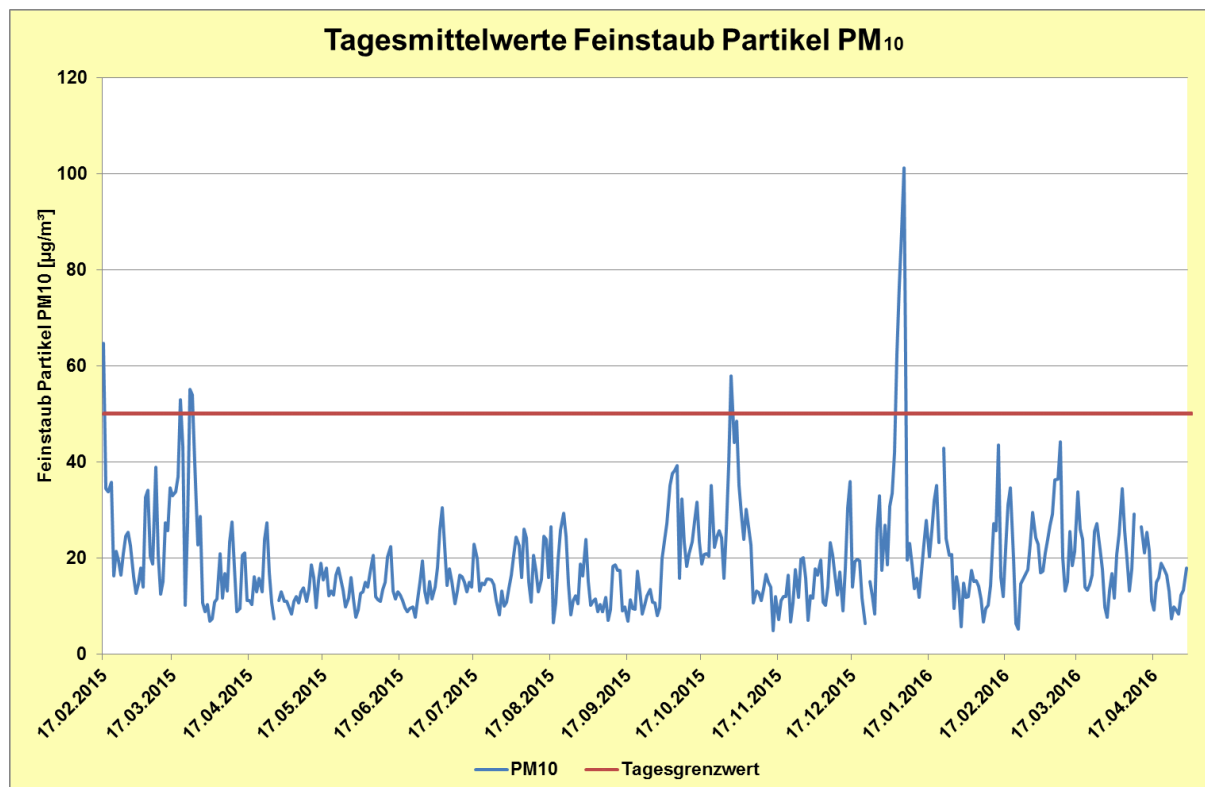


## 4 Darstellung und Bewertung der Messergebnisse

Nachfolgend werden die Messergebnisse für den Zeitraum des Messprojektes (17.02.2015 bis 30.04.2016) auf der Basis von Tagesmittelwerten grafisch dargestellt und bewertet.

### 4.1 Feinstaub (Partikel PM<sub>10</sub>)

Abbildung 5 visualisiert die am Standort der LÜSA-Messstation Burg im Messzeitraum für den Parameter Feinstaub (Partikel PM<sub>10</sub>)<sup>1</sup> erhaltenen Tagesmittelwerte.



**Abbildung 5:** Tagesmittelwerte für Feinstaub Partikel PM<sub>10</sub> an der LÜSA – Messstation Burg

Der in der 39. BImSchV (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen) für den Schadstoff Partikel PM<sub>10</sub> vorgegebene Tagesgrenzwert in Höhe von 50 µg/m<sup>3</sup>, der pro Kalenderjahr höchstens 35 mal überschritten werden darf, wurde während der Dauer des Messprojekts neunmal, z. T. deutlich, überschritten.

Die erste Überschreitung war gleich zu Beginn des Messprojektes (am 17.02.2015) zu verzeichnen. Der 17.02. stellt den letzten Tag einer PM<sub>10</sub>-Episode (15.02. bis 17.02.2015) dar. Hierbei handelte es sich um eine großräumige und flächendeckende Belastungssituation, von der ganz Deutschland betroffen war.

Auch während der zweiten im Jahr 2015 in Sachsen-Anhalt zu verzeichnenden PM<sub>10</sub>-Episode (19.03. bis 25.03.2015) waren am Standort der Stadtgebietsmessstation Burg drei Überschreitungen des Konzentrationswertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit von 50 µg/m<sup>3</sup> zu verzeichnen.

Während der PM<sub>10</sub>-Episode vom 29.10. bis zum 31.10.2015 ist für den Standort eine Überschreitung des bereits genannten Tageskriteriums auszuweisen, und zwar am 29.10.2015.

Die PM<sub>10</sub>-Episode Anfang Januar 2016 führte am Standort der LÜSA-Messstation Burg zu vier deutlichen Überschreitungen des für den Tagesmittelwert vorgegebenen Konzentrationswertes in Höhe von 50 µg/m<sup>3</sup>.

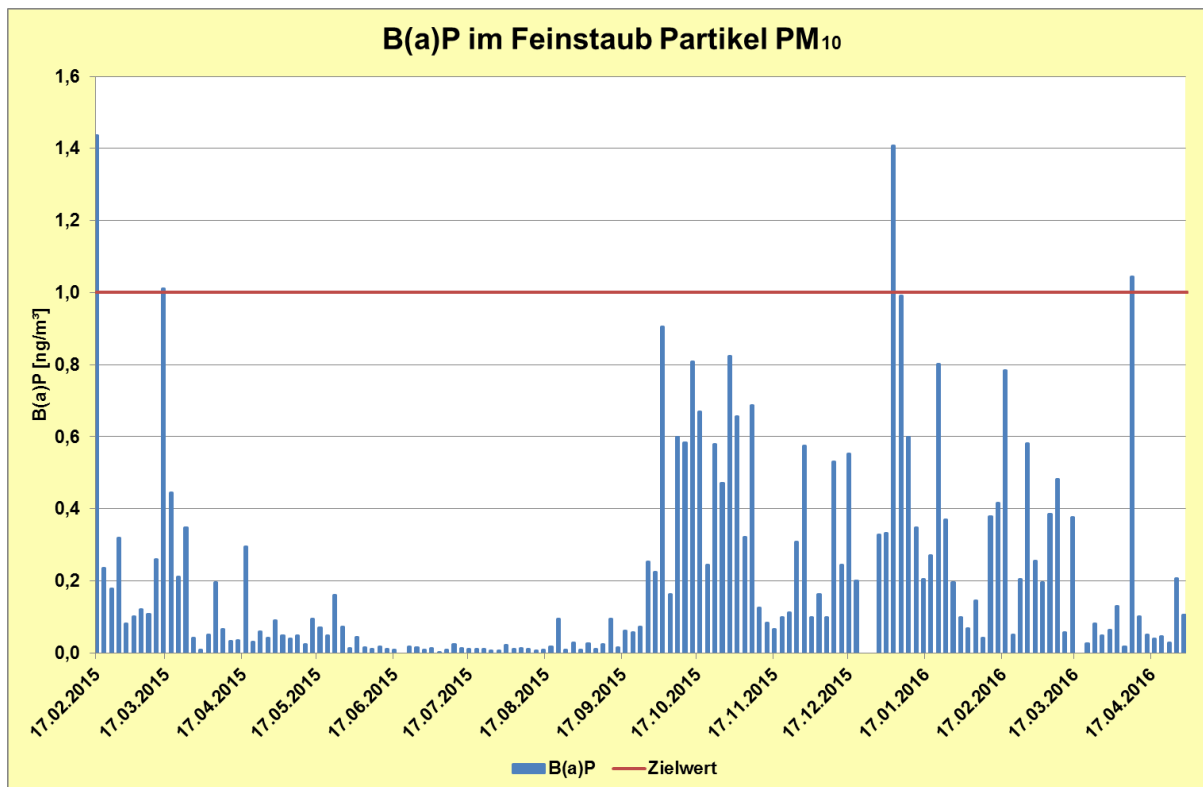
<sup>1</sup> Feinstaub (PM<sub>10</sub>) bezeichnet die Partikel, die einen grö ßenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 Mikrometer einen Abscheidegrad von 50 % aufweist.

Weitere Auswertungen der bezüglich Feinstaub erhaltenen Messergebnisse werden nachfolgend vorgenommen, vor allem im Zusammenhang mit den Ergebnissen für den Holzverbrennungstracer Levoglucosan.

## 4.2 PAK als Inhaltsstoffe im Feinstaub PM<sub>10</sub>

Als Inhaltsstoffe im Feinstaub wurden die Konzentrationen an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) bestimmt. Die Probenahmen für die PAK-Bestimmung erfolgten an jedem dritten Tag. Die hierbei am Standort ermittelten PAK-Einzelkomponenten sind in Tabelle 2 unter Pkt. 3 Messprogramm aufgelistet.

Abbildung 6 gibt für die PAK-Leitsubstanz, das Benzo(a)pyren [B(a)P], die in der Feinstaubfraktion PM<sub>10</sub> während der Zeit des Messprojektes angetroffenen Konzentrationen wieder.



**Abbildung 6:** Tagesmittelwerte von B(a)P in der Feinstaubfraktion Partikel PM<sub>10</sub>

Benzo(a)pyren ist als kanzerogen für den Menschen anzusehen. Des Weiteren wird eine mutagene und reproduktionstoxische Wirkung vermutet.

Für B(a)P ist in der 39. BImSchV für den Jahresmittelwert ein Zielwert in Höhe von 1 ng/m<sup>3</sup> festgelegt. Abbildung 6 verdeutlicht, dass dieser zur orientierenden Bewertung herangezogene Zielwert für den Jahresmittelwert an einigen wenigen Tagen überschritten wurde, die zwei Maximalwerte waren jeweils während Feinstaubepisoden, und zwar am 17.02.2015 sowie am 04.01.2016 zu verzeichnen. Bezogen auf den Jahreszeitraum 2015 wurde der Zielwert für den Jahresmittelwert jedoch nur zu 20 % ausgeschöpft.

Benzo(a)pyren kann als Indikator für die unvollständige Verbrennung von organischem Material herangezogen werden /3/. Abbildung 7 zeigt einen Vergleich der Analysenergebnisse für B(a)P mit den Messergebnissen für den Holzverbrennungstracer Levoglucosan, wobei die höchsten Levoglucosankonzentrationen während der Feinstaubepisode Anfang Januar 2016 zu verzeichnen waren. Weitere Ausführungen zum Levoglucosan erfolgen unter Pkt. 4.4. Abbildung 8 visualisiert die Korrelation der Tagesmittelwerte für beide Untersuchungsparameter für den Zeitraum des Messprojektes (ohne die Monate Juni bis August 2015).

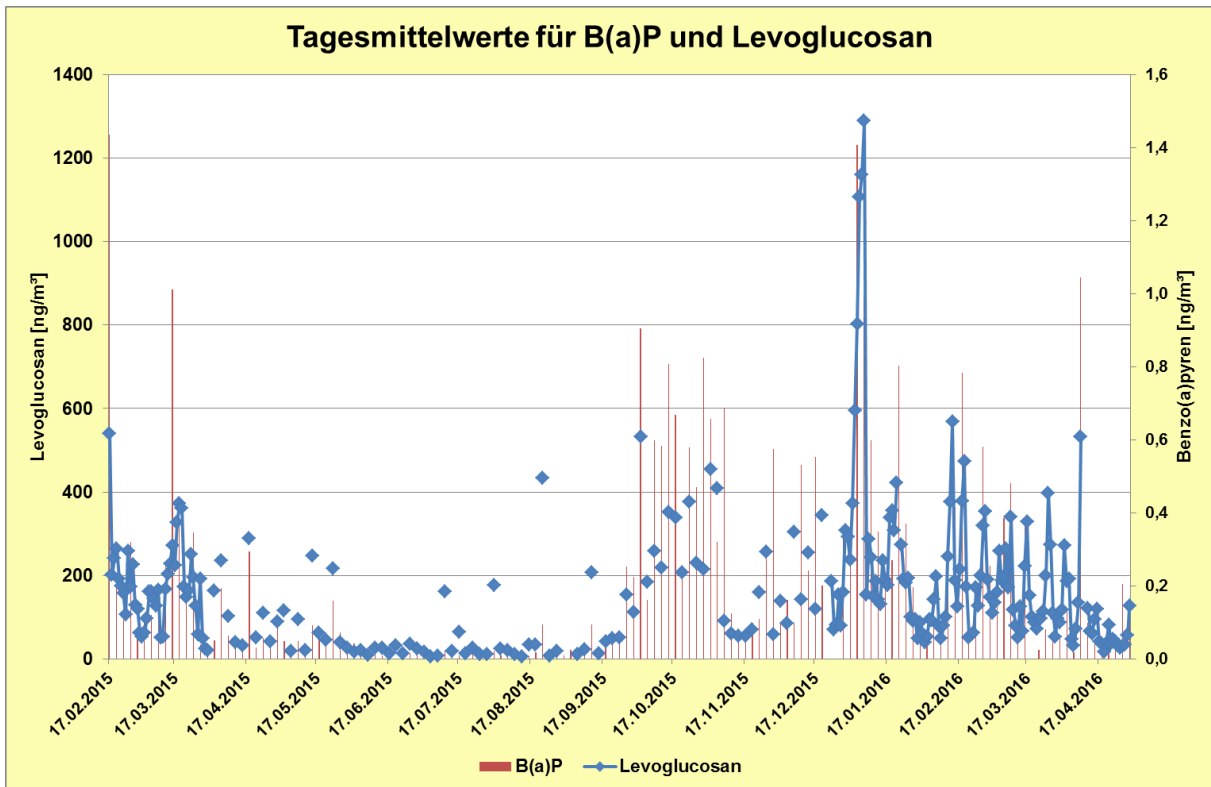


Abbildung 7: Tagesmittelwerte von B(a)P und Levoglucosan in der Feinstaubfraktion Partikel PM<sub>10</sub>

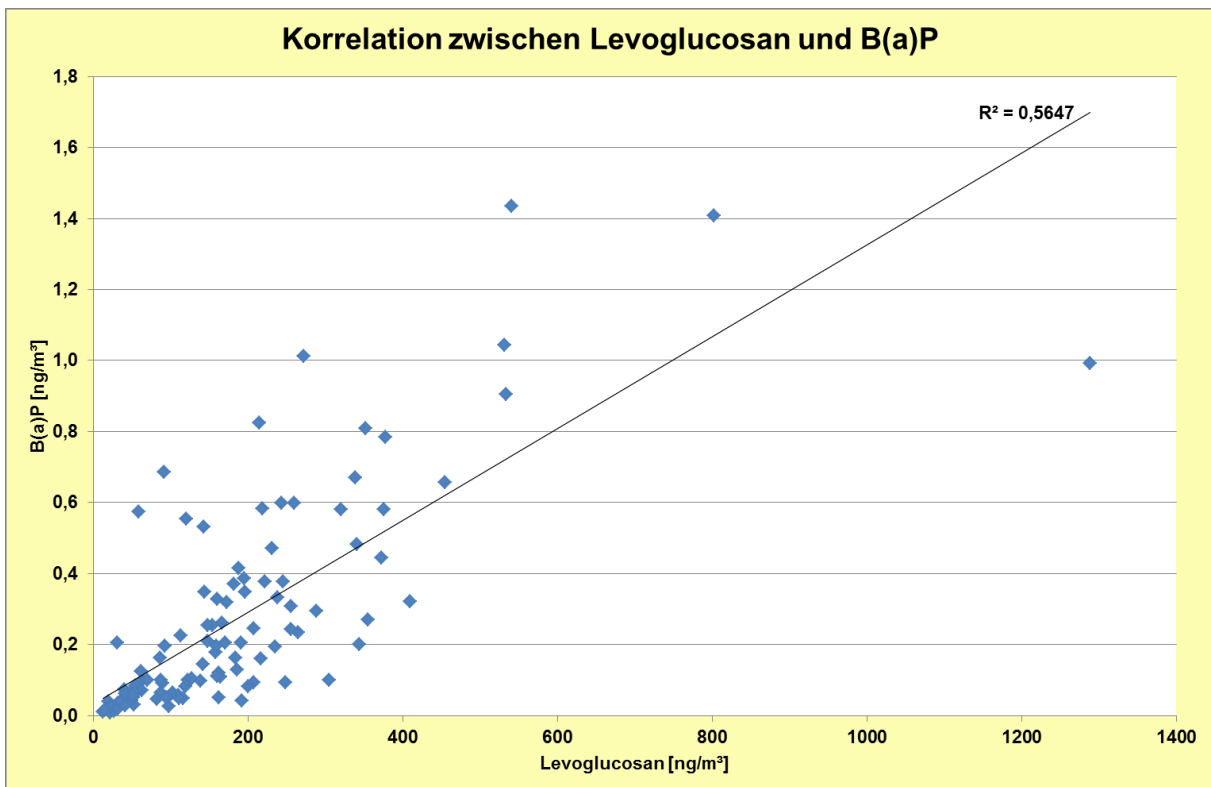


Abbildung 8: Korrelation der Tagesmittelwerte von B(a)P und Levoglucosan

### 4.3 Ionen als Inhaltsstoffe im Feinstaub PM<sub>10</sub>

Zu den Schadstoffen aus der vollständigen Verbrennung von Hölzern zählen der anorganischen Feinstaub (vorwiegend Salze wie  $K_2SO_4$ ,  $K_2CO_3$  und KCl) /4/ sowie Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>), die hauptsächlich aus dem Holzstickstoff gebildet werden. Als Inhaltsstoffe im Fein-

staub Partikel PM<sub>10</sub> wurden im Rahmen des Messprojektes die in Tabelle 2 unter Pkt. 3 Messprogramm angeführten löslichen Ionen (mit einem Probenahmerhythmus von 3 Tagen) bestimmt. Nachfolgende Abbildung 9 verdeutlicht den Jahrgang für die im Feinstaub PM<sub>10</sub> angetroffenen Kaliumkonzentrationen.

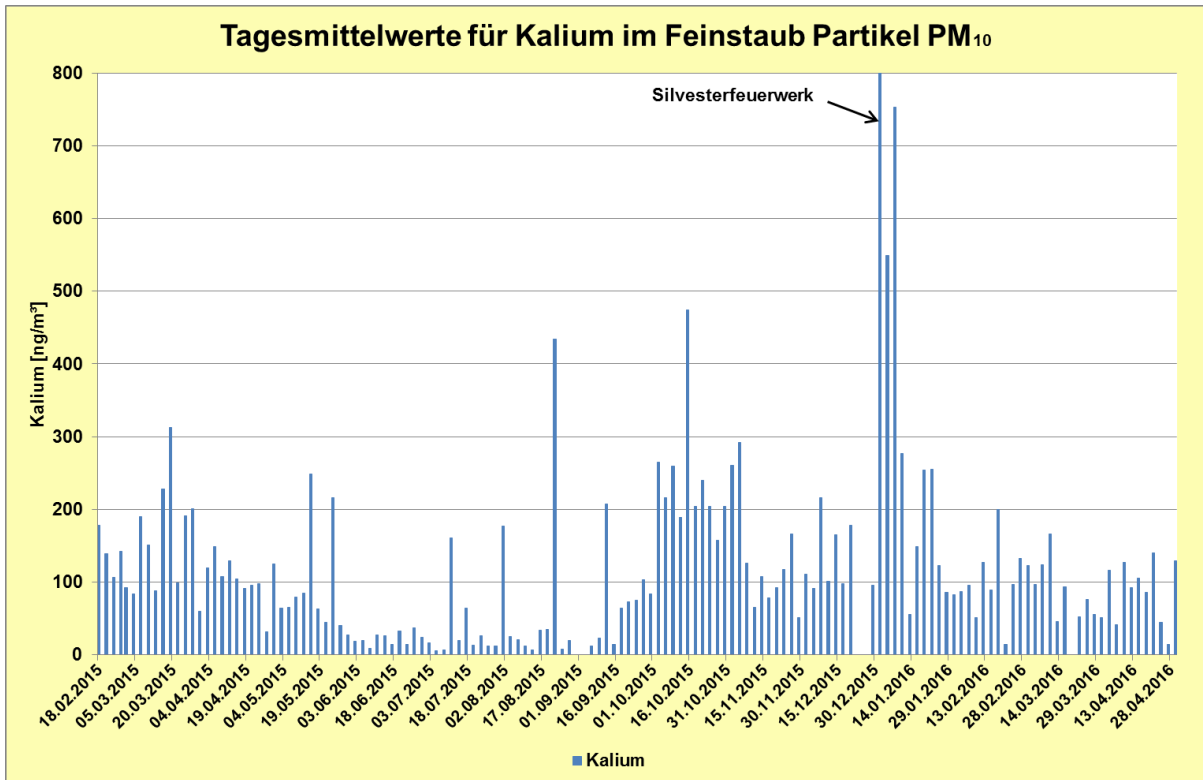


Abbildung 9: Tagesmittelwerte für Kalium im Feinstaub Partikel PM<sub>10</sub>

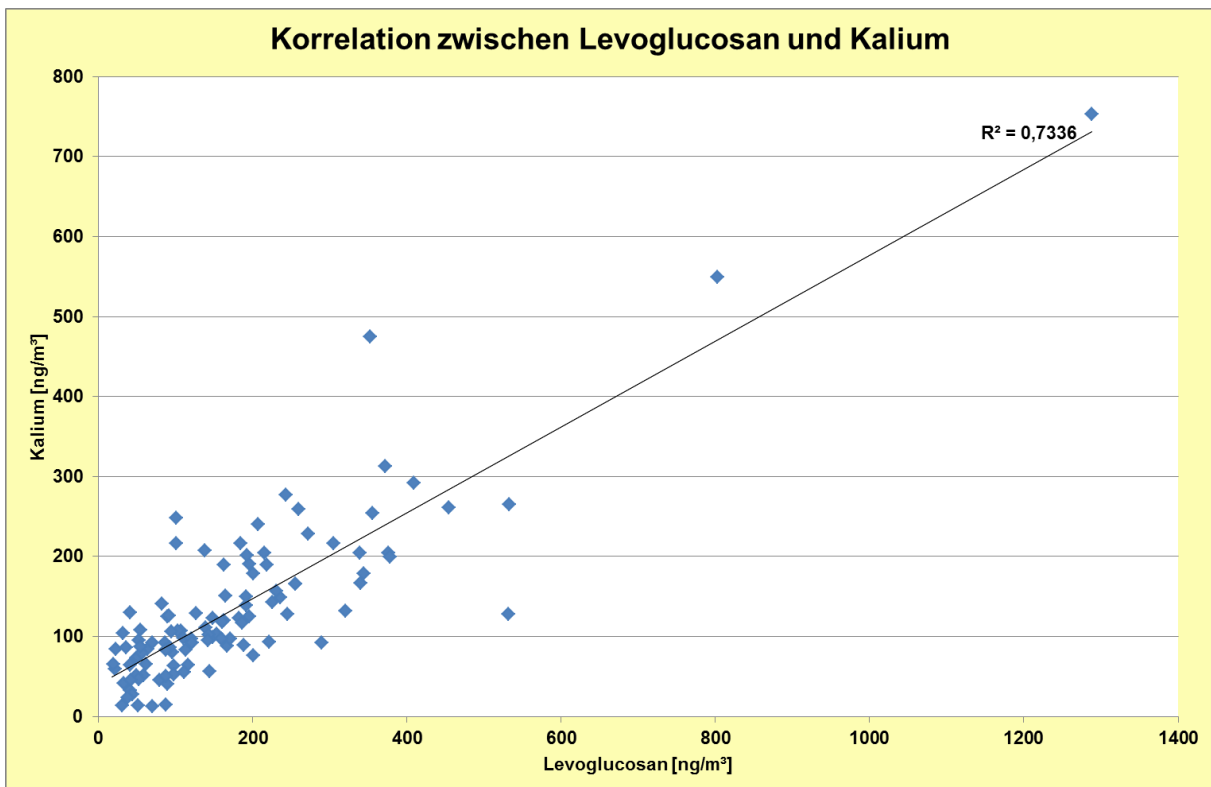


Abbildung 10: Korrelation der Tagesmittelwerte für Levoglucosan und Kalium (ohne den Zeitraum 06/ bis 08/2015)

Die sehr gute Korrelation der Tagesmittelwerte für Kalium als Tracer für die vollständige Verbrennung von Hölzern mit den Tagesmittelwerten für Levoglucosan als bedeutendstem Vertreter der Anhydromonosaccharide zeigt Abbildung 10.

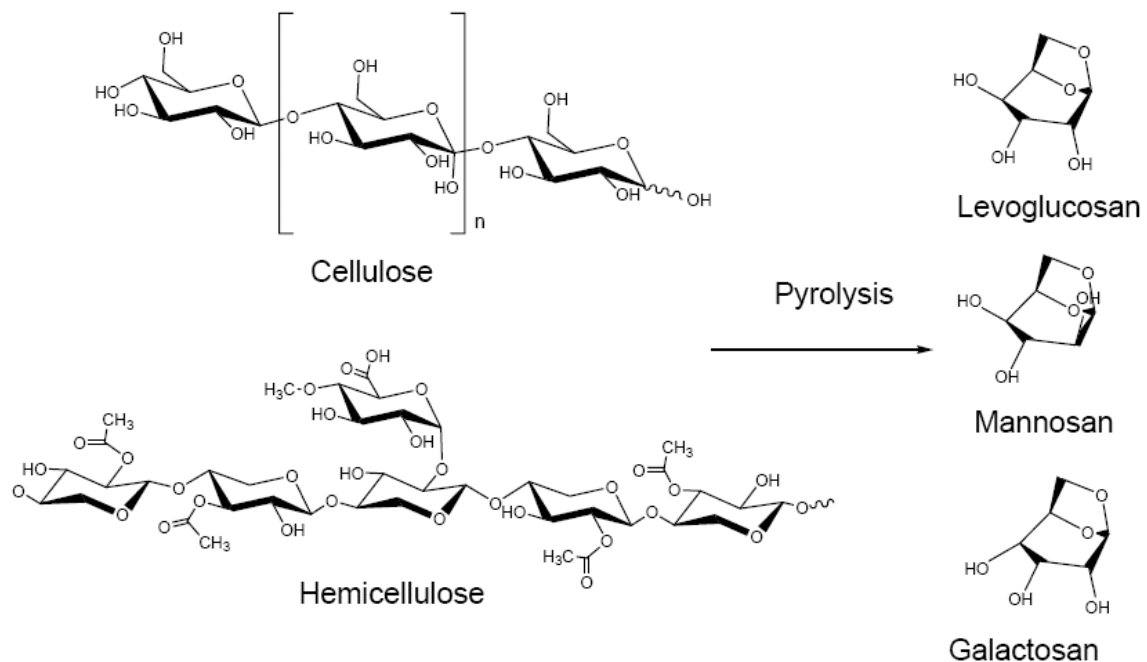
Grundsätzlich verhalten sich die Anteile von Kalium und organischen Komponenten (wie Levoglucosan) in Partikeln aus der Verbrennung von Holz und anderer Biomasse in Abhängigkeit von der Güte des Ausbrands gegenläufig /5/. Während der Anteil der organischen Komponenten in den mit dem Abgas emittierten Partikeln bei schlechter werdendem Ausbrand ansteigt, sinkt der Kaliumanteil. Bei besser werdendem Ausbrand kehren sich die Verhältnisse um. Die aus der Holzverbrennung resultierenden Partikelfractionen stammen jedoch aus unterschiedlichen Kleinf Feuerungsanlagen. Im Mittel nivellieren sich die Unterschiede im Ausbrand jedoch, worauf die sehr gute Korrelation zwischen Kalium- und Levoglucosankonzentrationen hinweist.

#### 4.4 Holzverbrennungstracer Levoglucosan

Um Aussagen über den Einfluss von Holzfeuerungen auf die Immissionssituation zu treffen, benötigt man Indikatoren, die weder auf Verbrennungsprozesse in der Industrie noch auf den Verkehr zurückgeführt werden können.

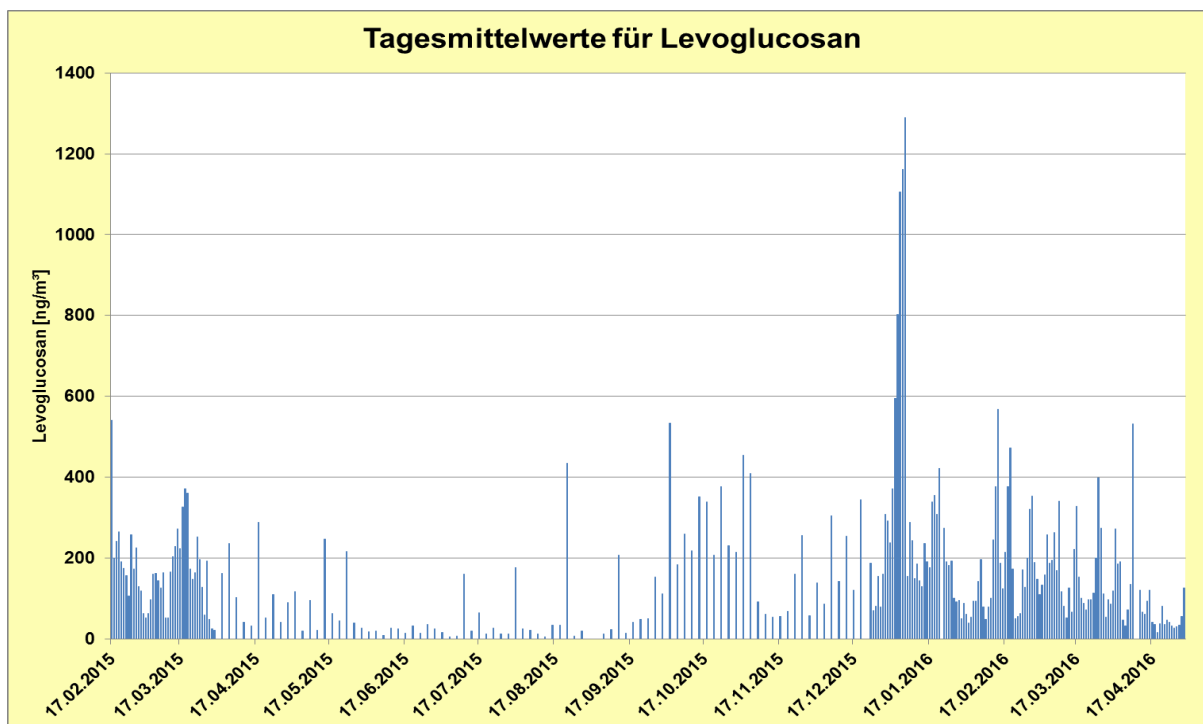
Bei der Verbrennung von Holz entstehen durch Pyrolyse aus Cellulose und Hemicellulose verschiedene Anhydromonosaccharide mit Levoglucosan als bedeutendstem Vertreter. Diese Anhydrosuckerverbindungen sind spezifisch für Emissionen aus der Verbrennung von Biomasse und entstehen nicht beim Verbrennen von fossilen Brennstoffen, somit sind sie ideale Indikatoren für die Holzverbrennung.

Abbildung 11 zeigt die Strukturen verschiedener Anhydromonosaccharide, u.a. von Levoglucosan, sowie der Ausgangssubstanzen Cellulose und Hemicellulose.



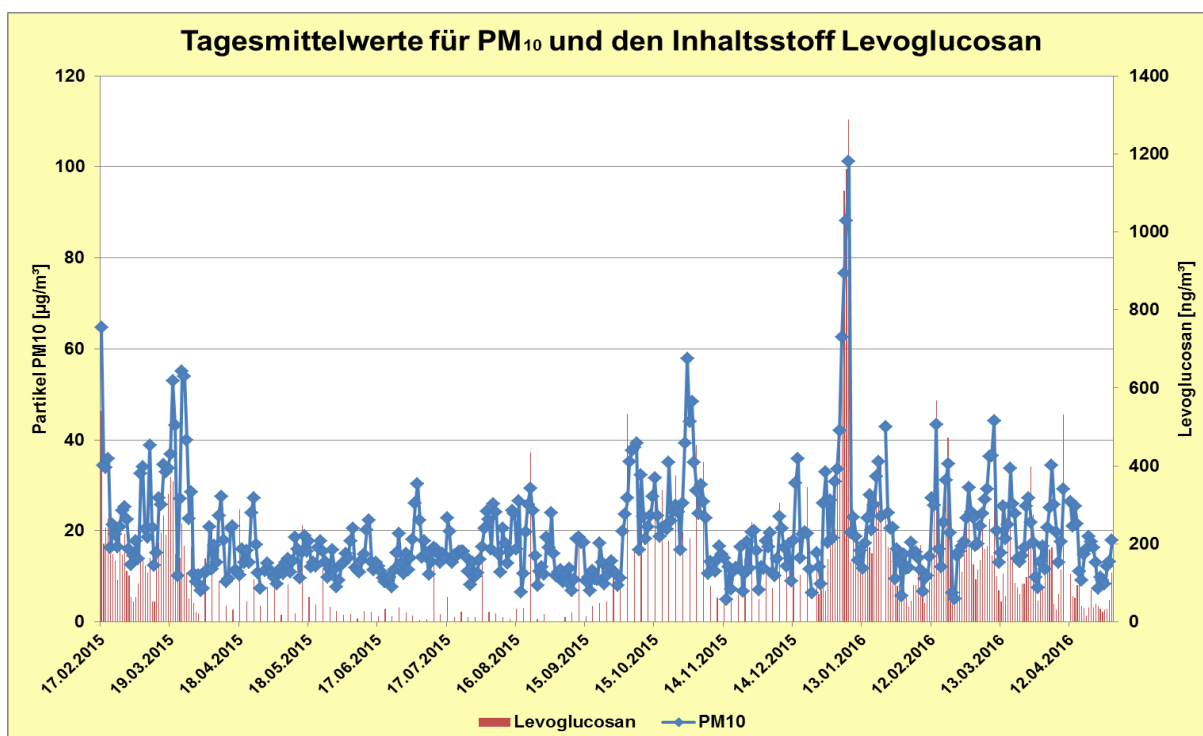
**Abbildung 11:** Strukturübersicht relevanter Ausgangs- und Endprodukte /6/

Abbildung 12 visualisiert die am Standort der Stadtgebietsmessstation Burg für den Zeitraum des Messprojektes in der Feinstaubfraktion Partikel  $PM_{10}$  angetroffenen Levoglucosankonzentrationen. Wie bereits ausgeführt, gab es die höchsten Konzentrationen während einer Feinstaubepisode Anfang Januar 2016.

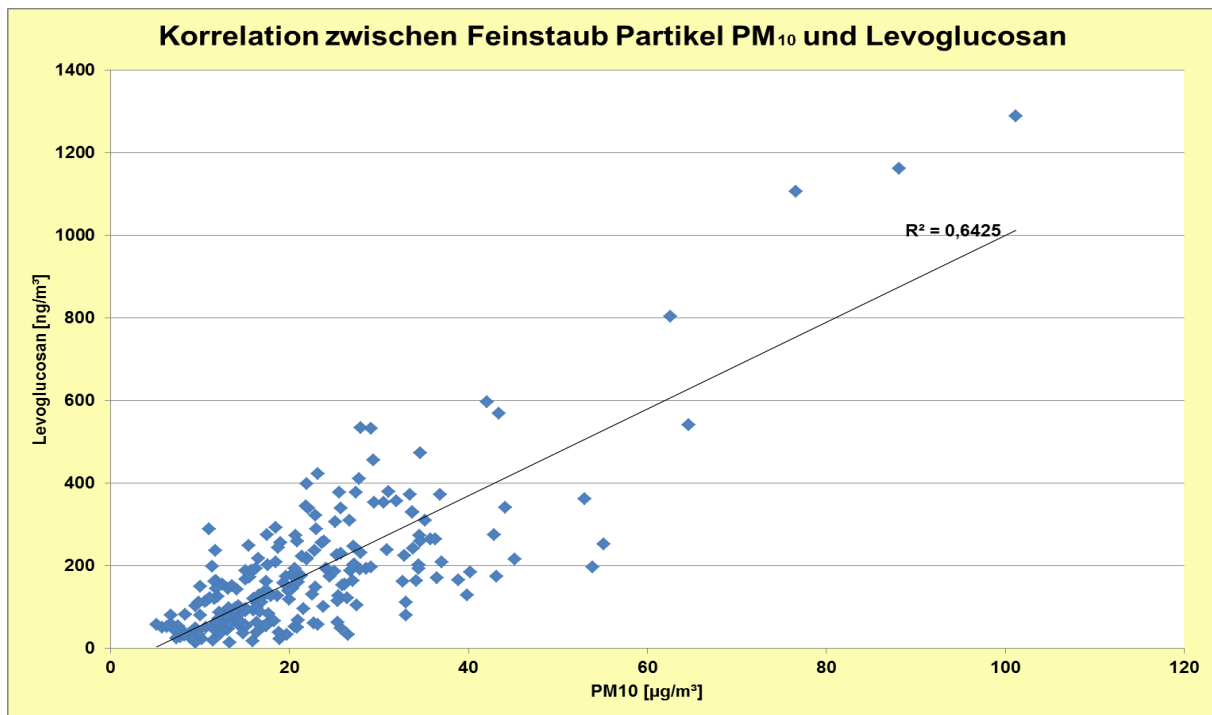


**Abbildung 12:** Tagesmittelwerte für Levoglucosan am Standort der Messstation Burg (01.04. bis 20.12.2015; Probenahme jeden dritten Tag; ansonsten täglich)

Der Zusammenhang zwischen den Tagesmittelwerten für Feinstaub Partikel  $PM_{10}$  und dem Inhaltsstoff Levoglucosan wird in Abbildung 13 dargestellt. Die relativ gute Korrelation zwischen beiden Parametern wird in Abbildung 14 ersichtlich.

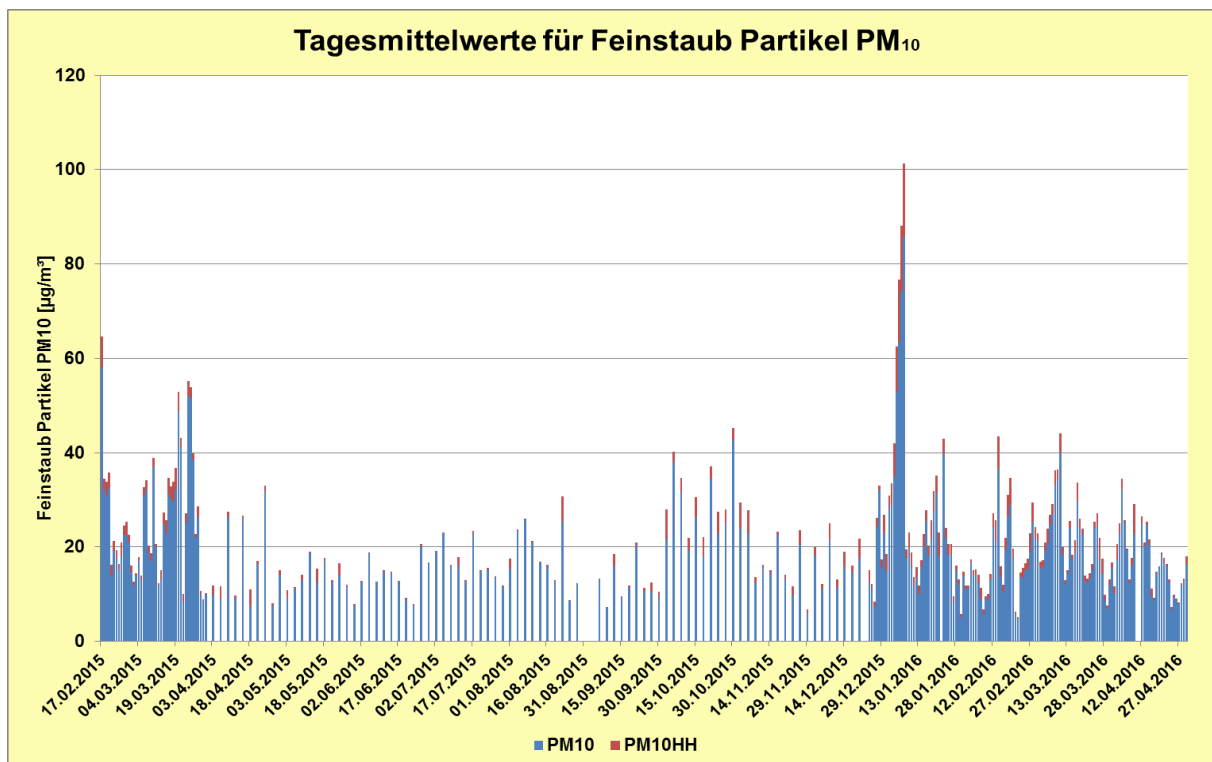


**Abbildung 13:** Tagesmittelwerte für Partikel  $PM_{10}$  und den Inhaltsstoff Levoglucosan am Standort der Messstation Burg



**Abbildung 14:** Korrelation zwischen den Tagesmittelwerten für Partikel PM<sub>10</sub> und dem Inhaltsstoff Levoglucosan (ohne Zeitraum 06/ bis 08/2015)

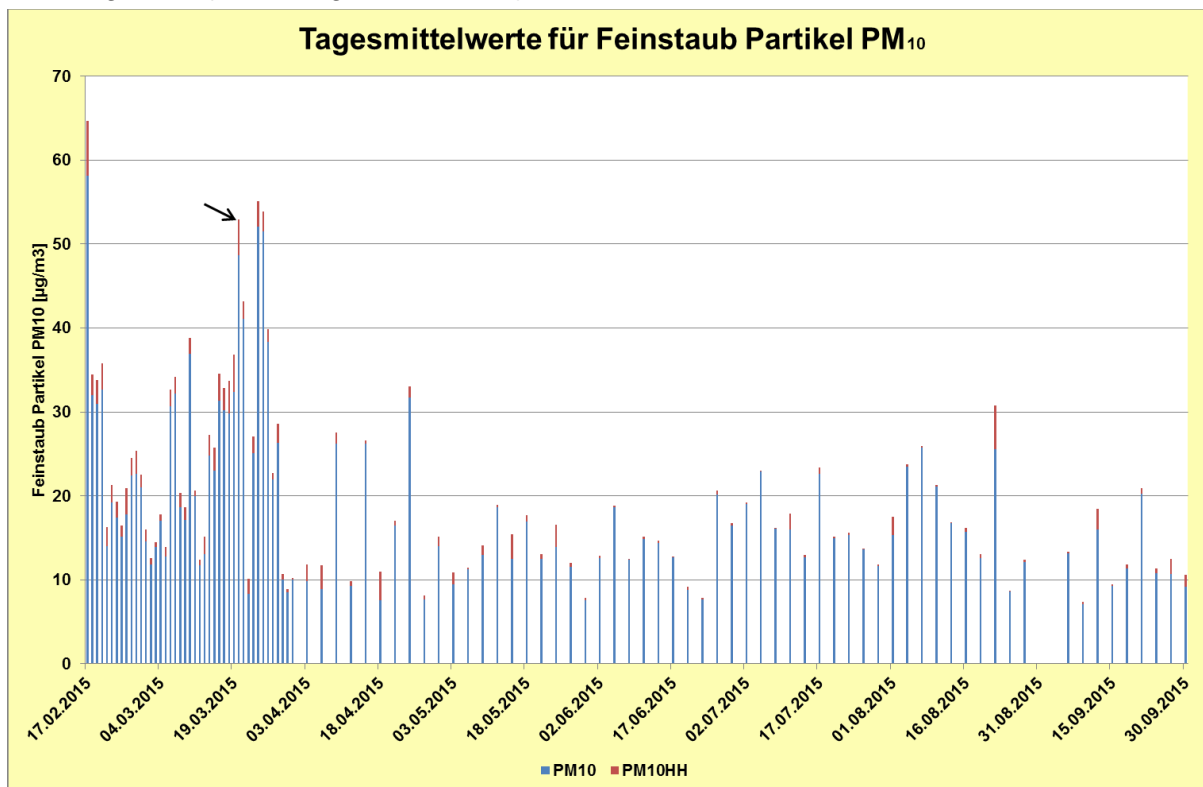
Um den Beitrag der Holzverbrennung am Feinstaub Partikel PM<sub>10</sub> bestimmen zu können, wird ein Umrechnungsfaktor (Konversionsfaktor) für das Verhältnis zwischen Levoglucosan und Feinstaub PM<sub>10</sub> resultierend aus Holzverbrennung benötigt. Hierbei wird auf die Ergebnisse von Studien des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) aus Nordrhein-Westfalen zurückgegriffen /7/ und in Anlehnung daran mit einem Umrechnungsfaktor von 12 gearbeitet.



**Abbildung 15:** Tagesmittelwerte für Partikel PM<sub>10</sub> und Darstellung des Anteils, der aus Holzverbrennung resultiert (PM<sub>10</sub>HH)

Unter Anwendung dieses spezifischen Umrechnungsfaktors stellt sich das Verhältnis von  $PM_{10}$  zu dem Anteil, der durch Holzheizung verursacht wird,  $PM_{10}HH$ , wie in Abbildung 15 visualisiert dar.

Zur besseren Übersicht wird der Zeitraum des Messprojektes im Folgenden nochmals unterteilt dargestellt (Abbildungen 16 und 17).

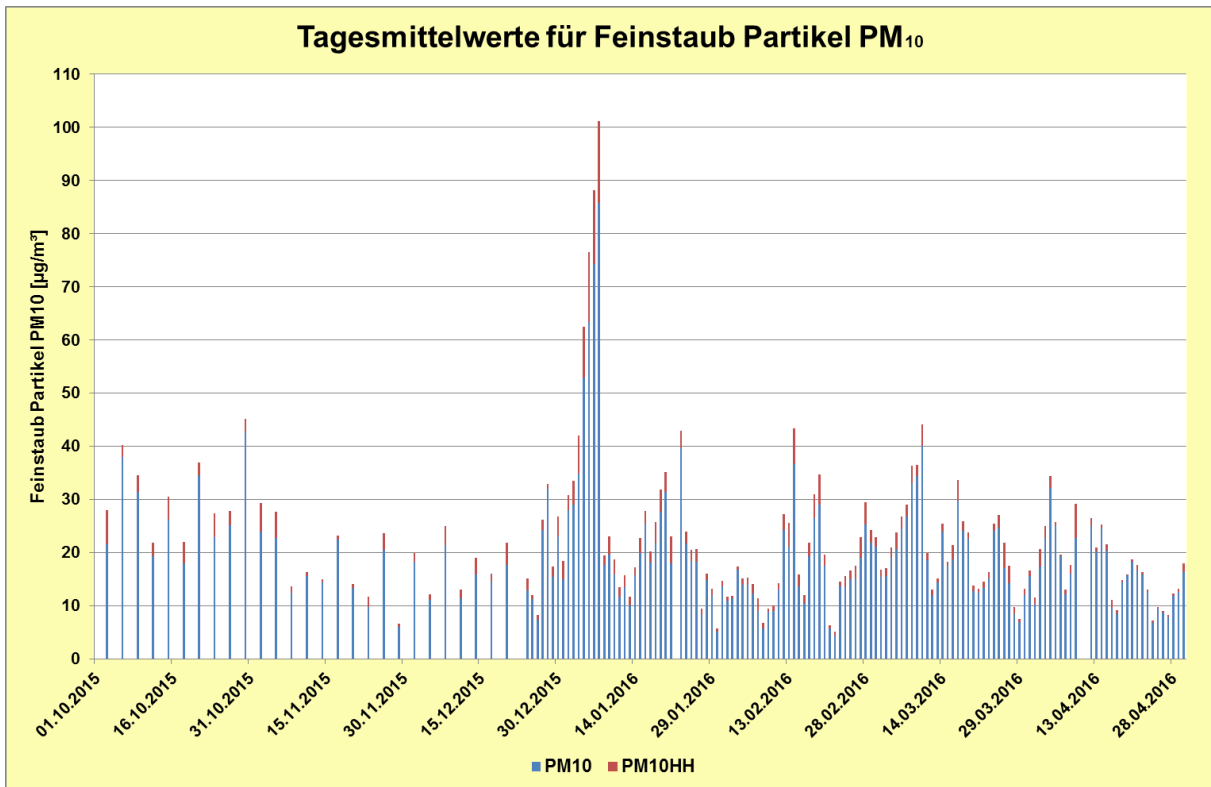


**Abbildung 16:** Tagesmittelwerte für Partikel  $PM_{10}$  und Darstellung des Anteils, der aus Holzverbrennung resultiert  $PM_{10}HH$  (Zeitraum 17.02.15 bis 30.09.15)

Aus Abbildung 16 wird ersichtlich, dass am 20.03.2015 ohne den Anteil am  $PM_{10}$ , der aus der Holzverbrennung resultiert ( $PM_{10}HH$ ), keine Überschreitung des Tagesgrenzwertes für  $PM_{10}$  in Höhe von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  zu verzeichnen gewesen wäre. Der entsprechende Tag ist in Abbildung 16 mit einem schwarzen Pfeil markiert.

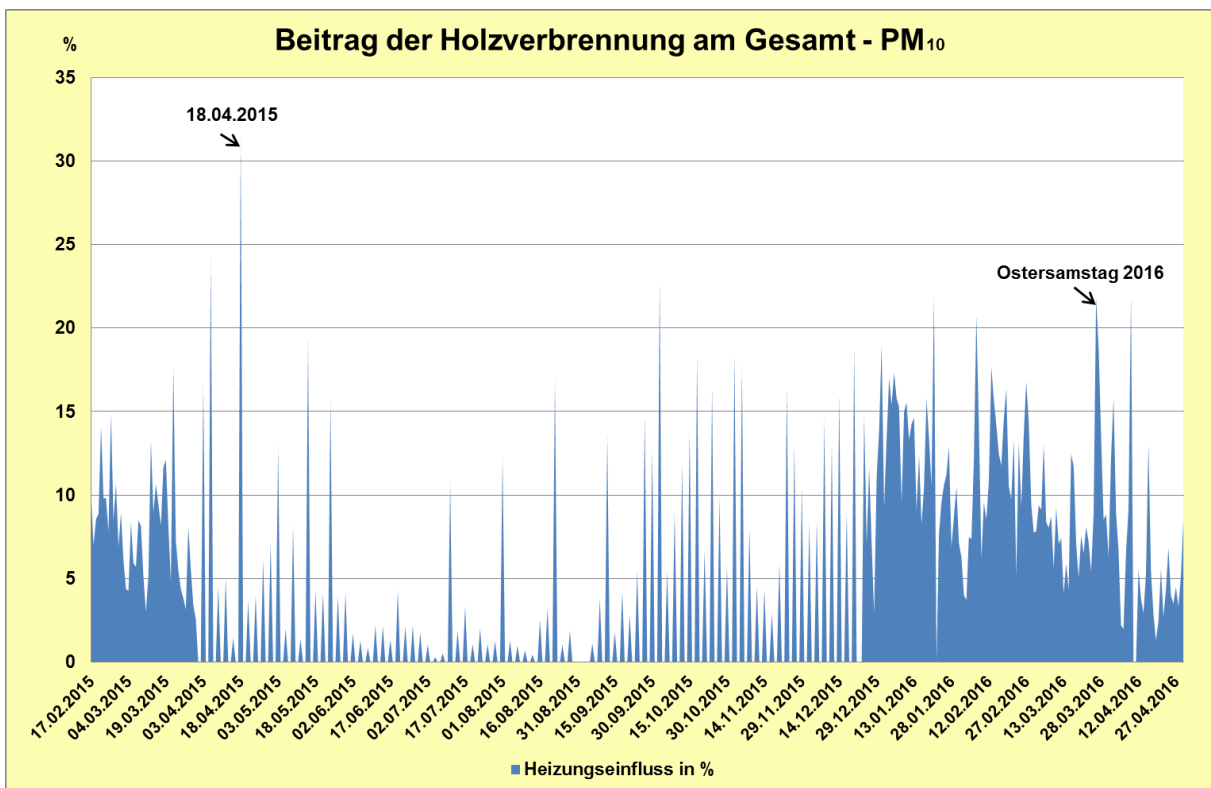
Wie bereits erwähnt, waren die höchsten Tagesmittelwerte für Feinstaub Partikel  $PM_{10}$  während der Feinstaubepisode vom 04.01. bis zum 07.01.2016 zu verzeichnen (Abbildung 17).





**Abbildung 17:** Tagesmittelwerte für Partikel PM<sub>10</sub> und Darstellung des Anteils, der aus Holzverbrennung resultiert PM<sub>10</sub>HH (Zeitraum 01.10.15 bis 30.04.16)

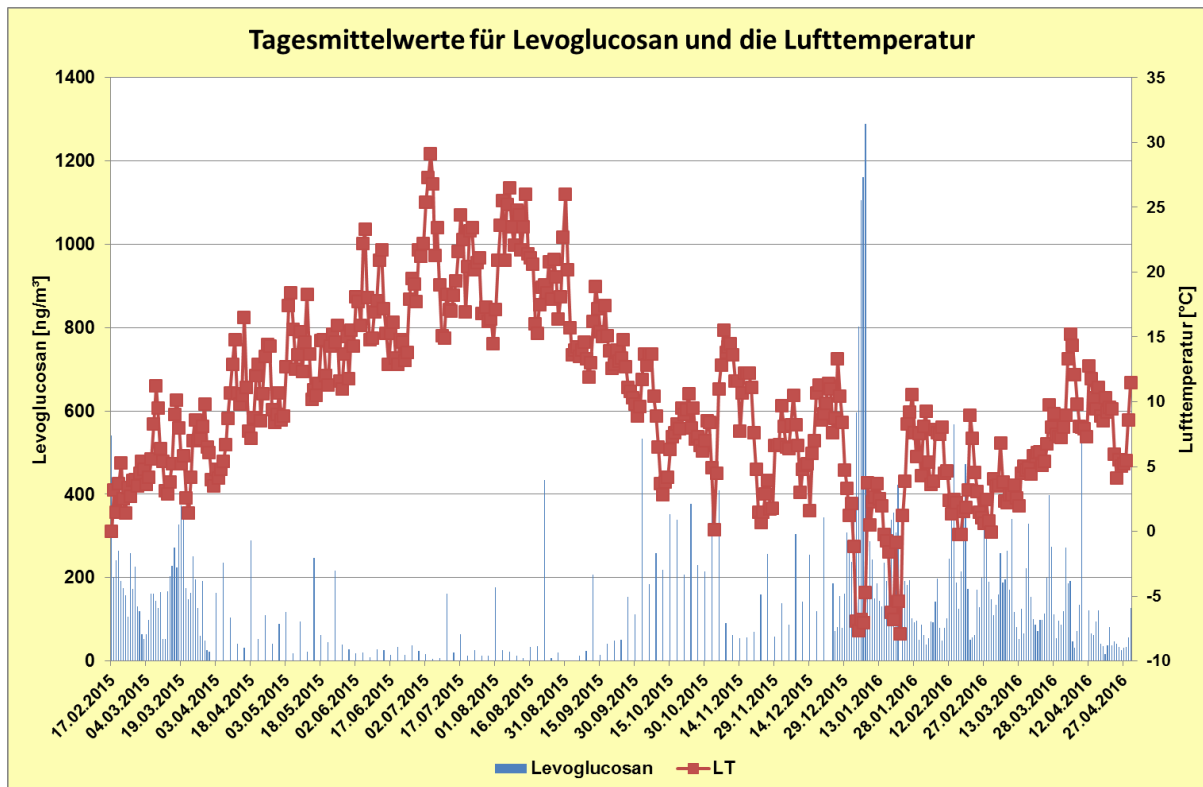
Der Beitrag der Holzverbrennung zum Gesamt-PM<sub>10</sub> wird in Abbildung 18 dargestellt.



**Abbildung 18:** Beitrag der Holzverbrennung zum Gesamt-PM<sub>10</sub>

Am 18.04.2015 war bezogen auf den untersuchten Zeitraum der maximale Heizungseinfluss in Höhe von 31,5 % zu verzeichnen. Das Minimum betrug 0,3 % (am 05.07.2015). Als durchschnittlicher Heizungseinfluss sind 8,7 % auszuweisen.

Der Zusammenhang zwischen dem Beitrag der Holzverbrennung zum Gesamt-PM<sub>10</sub> (errechnet aus den gemessenen Levoglucosankonzentrationen) und den Tagesmittelwerten der Lufttemperatur wird in Abbildung 19 visualisiert.



**Abbildung 19:** Zusammenhang zwischen den Tagesmittelwerten für Levoglucosan und der Lufttemperatur

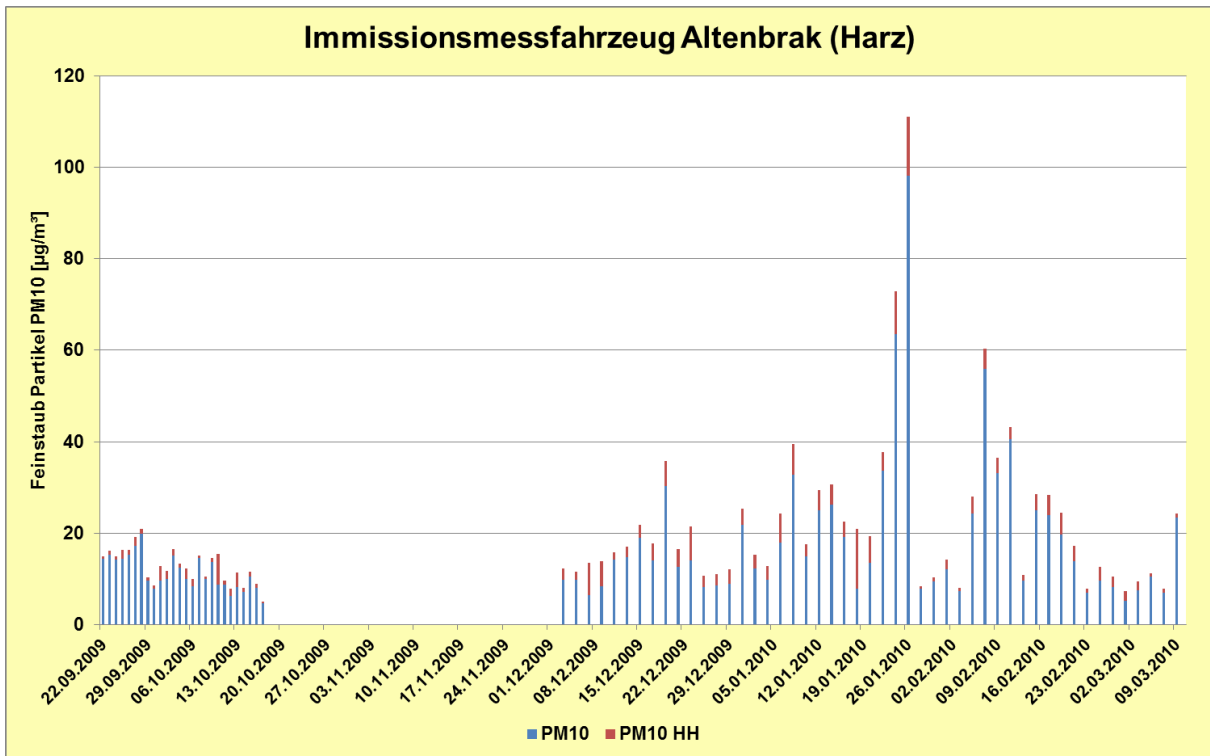
Der oben genannte 18.04.2015 war ein Tag mit einem vergleichsweise sehr niedrigen Tagesmittelwert für die Lufttemperatur (7,2 °C). Gemäß Aussage von Wagener et al. /8/ scheinen Temperaturen <10 °C schon Anlass zu sein, mit dem Heizen zu beginnen. Zudem war der 18.04. ein Samstag und Tage an Wochenenden sowie Feiertage werden erfahrungsgemäß verstärkt dazu genutzt, kleine Holzheizungen zu betreiben.

Auch Tage, an denen ganz verstärkt Biomasse verbrannt wird, wie beispielsweise durch Osterfeuer, werden in Abbildung 18 ersichtlich (Ostersamstag 2016).

Ein Einfluss durch Gartenabfallverbrennung wird nicht ersichtlich, da diese im Landkreis Jerichower Land ganzjährig verboten ist.

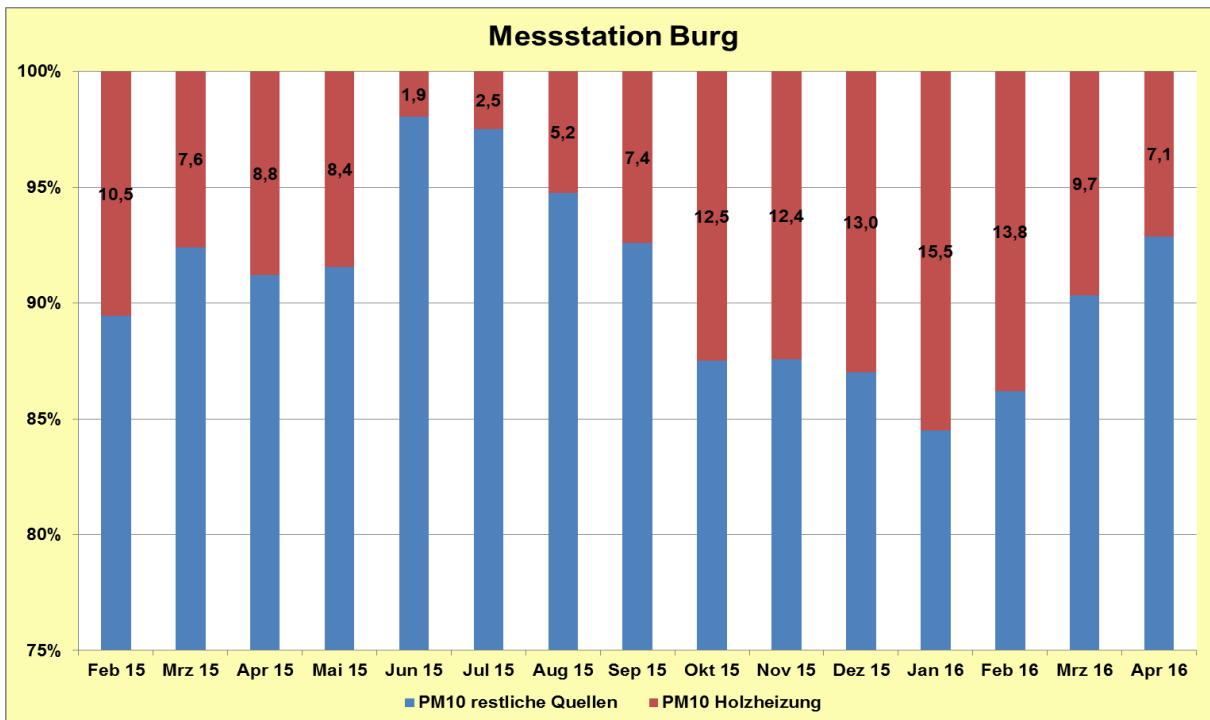
Zum Vergleich zu den am Standort der LÜSA-Messstation Burg ermittelten Werten für den Einfluss von Holzheizungen (Maximum: 31,5 %, Minimum: 0,3 %, durchschnittlicher Wert: 8,7%) sollen die im Rahmen des am Standort Altenbrak durchgeführten Messprojektes /3/ erhaltenen Werte genannt werden – Maximum: 62,4 %, Minimum: 2,9 % sowie Durchschnitt: 16,0 %. Hierbei spiegeln die für Altenbrak ermittelten, signifikant höheren Werte die Spezifik des Standorts Altenbrak (hoher Anteil an Emittenten) folgerichtig wieder.

Abbildung 20 visualisiert die im Rahmen des Messprojektes in Altenbrak erhaltenen Tagesmittelwerte für Partikel PM<sub>10</sub> sowie den Anteil, der aus Holzverbrennung resultiert.



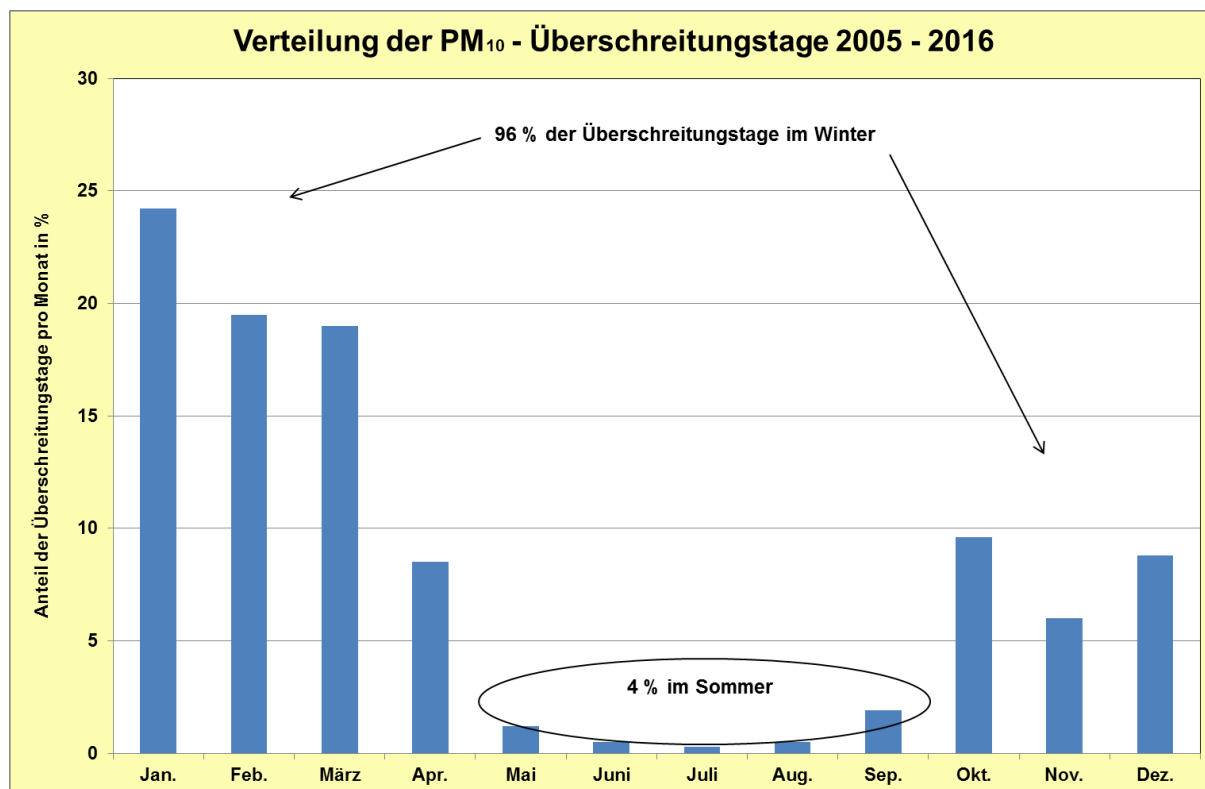
**Abbildung 20:** Tagesmittelwerte für Partikel PM<sub>10</sub> und Darstellung des Anteils, der aus Holzverbrennung resultiert PM<sub>10</sub>HH am Standort Altenbrak (Harz)

Abbildung 21 visualisiert die am Standort Burg während des Zeitraums des Messprojektes erhaltenen Monatsmittelwerte für den Anteil an Feinstaub Partikel PM<sub>10</sub>, der aus Holzheizung resultiert, im Vergleich mit dem Anteil, der den restlichen Quellen zuzuordnen ist. Der Anteil am PM<sub>10</sub>, der aus Holzheizung resultiert, ist hierbei in den Wintermonaten am größten.



**Abbildung 21:** Monatsmittelwerte für Partikel PM<sub>10</sub> aus restlichen Quellen und Darstellung des Anteils, der aus Holzverbrennung resultiert PM<sub>10</sub>Holzheizung

Dies ist allerdings auch der Zeitraum, in dem der Konzentrationswert für Feinstaub Partikel  $PM_{10}$  in Höhe von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  am häufigsten überschritten wird (vergleiche Abbildung 22).

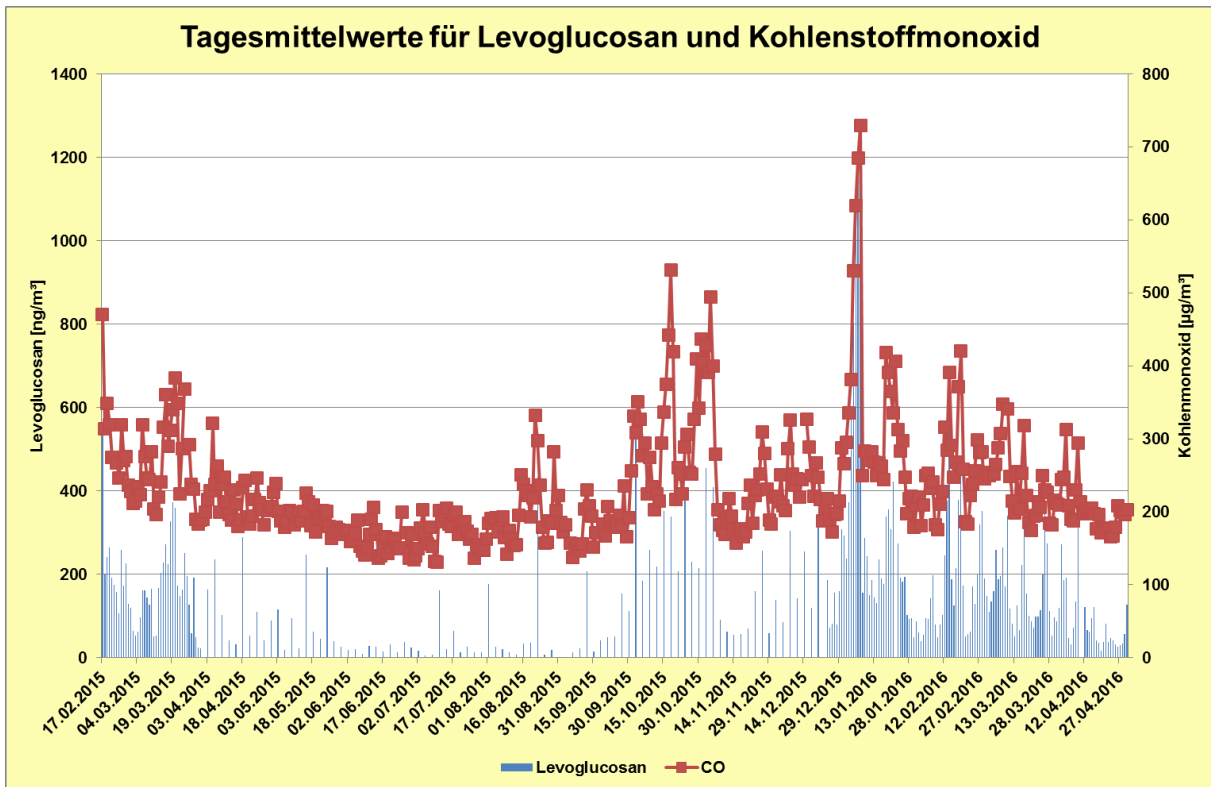


**Abbildung 22:** Verteilung der  $PM_{10}$ -Überschreitungstage in den Jahren 2005 bis 2016 unter Einbeziehung aller LÜSA-Messstationen

Somit kann man schlussfolgern, dass bei einer Reduzierung des Betriebs von kleinen Holzheizungen eine Reduktion von Überschreitungstagen bzgl.  $PM_{10}$  möglich wäre, wie z. B. im Falle des vorhin angeführten 20.03.2015 am Standort Burg.

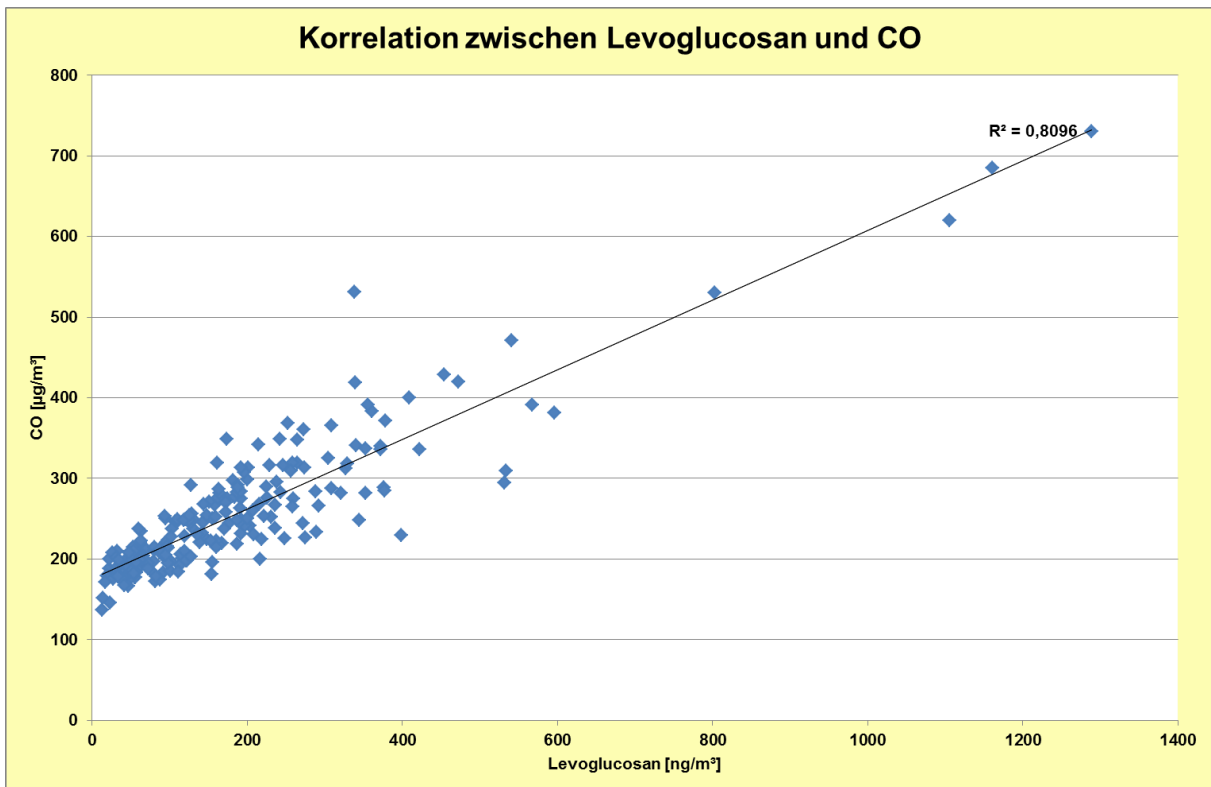
#### 4.5 Verbrennungstracer Kohlenstoffmonoxid

Während der gesamten Dauer des Messprojektes wurde auch Kohlenstoffmonoxid (CO) als Indikator für unvollständige Verbrennung kontinuierlich mittels Immissionsmesstechnik gemessen. In Abbildung 23 sind die berechneten Tagesmittelwerte für Kohlenstoffmonoxid den Tagesmittelwerten für Levoglucosan gegenübergestellt.



**Abbildung 23:** Zusammenhang zwischen den Tagesmittelwerten für Kohlenstoffmonoxid und Levoglucosan

Die so nicht erwartete, äußerst gute Korrelation zwischen den Tagesmittelwerten für Levoglucosan und Kohlenstoffmonoxid wird aus Abbildung 24 ersichtlich.



**Abbildung 24:** Korrelation zwischen den Tagesmittelwerten für Levoglucosan und Kohlenstoffmonoxid (ohne 06 bis 08/ 2015)

## 5 Zusammenfassung

Die Messungen zur Ermittlung eines möglichen Einflusses von Holzheizungen auf die Immissionssituation fanden im Zeitraum von Februar 2015 bis April 2016 statt, so dass sowohl eine Datenbasis für die Phase der Grundbelastung als auch für die Beurteilung eines Heizungseinflusses zur Verfügung steht.

Im Gegensatz zu Vorläuferprojekten in der Ortslage Treseburg sowie am Standort Altenbrak (jeweils im Harz gelegen) bestand die Zielstellung des Messprojektes an der Messstation Burg in der Untersuchung des Einflusses von Holzheizungen im städtischen Hintergrundbereich, hierbei sollte der Anteil der Holzverbrennung am freigesetzten PM<sub>10</sub> auch quantifiziert werden.

Im Rahmen des Messprojektes wurde umfangreiches Datenmaterial hinsichtlich der Untersuchungsparameter Feinstaub Partikel PM<sub>10</sub> und zu den Inhaltsstoffen in der PM<sub>10</sub>-Fraktion (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, lösliche Ionen und Levoglucosan) sowie zum Indikator für unvollständige Verbrennung – Kohlenstoffmonoxid – gewonnen.

Der in der 39. BImSchV für den Schadstoff Feinstaub Partikel PM<sub>10</sub> vorgegebene Tagesgrenzwert in Höhe von 50 µg/m<sup>3</sup>, der pro Kalenderjahr höchstens 35 mal überschritten werden darf, wurde während der Dauer des Messprojekts 9 mal, z. T. deutlich, überschritten. Die Überschreitungen resultierten während der vier im Zeitraum des Messprojektes zu verzeichnenden Feinstaubepisoden.

Mittels des als Inhaltsstoff in der PM<sub>10</sub>-Fraktion bestimmten, spezifischen Holzverbrennungstracers Levoglucosan können Aussagen über den Einfluss von Holzfeuerungen auf die Immissionssituation getroffen werden /7/. Um den Beitrag der Holzverbrennung am Feinstaub Partikel PM<sub>10</sub> zu bestimmen, wurde ein Umrechnungsfaktor (Konversionsfaktor) für das Verhältnis zwischen Levoglucosan und Feinstaub PM<sub>10</sub> resultierend aus Holzverbrennung verwendet, wobei mit einem Umrechnungsfaktor von 12 gearbeitet wurde.

Mittels dieser Vorgehensweise können folgende Ergebnisse ausgewiesen werden:

Am 20.03.2015 wäre ohne den Anteil am PM<sub>10</sub>, der aus der Holzverbrennung resultierte (PM<sub>10</sub>HH), keine Überschreitung des Tagesgrenzwertes für PM<sub>10</sub> in Höhe von 50 µg/m<sup>3</sup> zu verzeichnen gewesen.

Am 18.04.2015 war (bezogen auf den untersuchten Zeitraum) der maximale Heizungseinfluss in Höhe von 31,5 % zu verzeichnen. Als durchschnittlicher Heizungseinfluss sind 8,7 % auszuweisen. Hieraus wird ersichtlich, dass Holzverbrennung erheblich zur Feinstaubbelastung beitragen kann, als Spitzenkonzentrationen sind in diesem Zusammenhang mehr als 6 µg/m<sup>3</sup> zu nennen (ohne Berücksichtigung der Konzentrationen während der Dauer von Feinstaubepisoden).

Auch Tage, an denen ganz verstärkt Biomasse verbrannt wird, wie beispielsweise durch Osterfeuer, treten deutlich hervor (Ostersamstag 2016).

Für die im Feinstaub (Partikel PM<sub>10</sub>) ermittelten Inhaltsstoffe (PAK – B(a)P; lösliche Ionen – insbesondere Kalium sowie Levoglucosan) wurden jeweils in der Phase mit zu erwartenden Zusatzbelastungen signifikant höhere Analysenbefunde erhalten.

Hinsichtlich der für Levoglucosan (Holztracer) sowie für Benzo(a)pyren (Indikator für die unvollständige Verbrennung von organischem Material) in der PM<sub>10</sub>-Fraktion erhaltenen Analysenbefunde konnten die erwarteten Zusammenhänge ausgewiesen werden, ebenso der erwartete Zusammenhang zwischen den Untersuchungsbefunden für Levoglucosan und Kalium (Tracer für die vollständige Verbrennung von Hölzern), darüber hinaus auch der Anstieg dieser Inhaltsstoffe bei sinkenden Tagesmitteltemperaturen.

Eine äußerst gute Korrelation wurde auch zwischen den Tagesmittelwerten für Levoglucosan und Kohlenstoffmonoxid (unspezifischer Indikator für unvollständige Verbrennung) erhalten, die so deutlich nicht erwartet worden war.

Der Anteil am PM<sub>10</sub>, der aus Holzheizung resultiert, ist erwartungsgemäß in den Wintermonaten am größten. Dies ist allerdings auch der Zeitraum, in dem der Konzentrationswert für Feinstaub Partikel PM<sub>10</sub> in Höhe von 50 µg/m<sup>3</sup> am häufigsten überschritten wird.

Somit lässt sich schlussfolgern, dass bei einer Reduzierung des Betriebes von kleinen Holzheizungen in den Wintermonaten eine Reduktion von Überschreitungstagen bzgl. Feinstaub Partikel PM<sub>10</sub> möglich wäre.

### **Danksagung**

Für die Untersuchung der Feinstaubproben auf den Inhaltsstoff Levoglucosan möchten wir dem Leibniz–Institut für Troposphärenforschung in Leipzig unseren Dank aussprechen.

Ein Dankeschön gilt des Weiteren den Service-Technikern des Fachgebietes 32 des Landesamtes für Umweltschutz (LAU) für die Realisierung des Messprojektes sowie dem Laborbereich des LAU für die analytische Befundung des gewonnenen Probenmaterials.

## Literaturverzeichnis

- /1/ Fachinformation des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt 02/2009 „Feinstaub (PM<sub>10</sub>) und PAK in der Ortslage Treseburg“
- /2/ Fachinformation des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt 01/2011 „Immissionsuntersuchungen in der Ortslage Altenbrak (Harz)“
- /3/ Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Bestimmung des Beitrags der Holzfeuerung zum PM<sub>10</sub>-Feinstaub, 2010
- /4/ Kleinf Feuerungsanlagen, Gesundheitliche Wirkung von Feinstaub aus der Holzverbrennung, Bundesumweltministerium, 30. März 2007
- /5/ J. Schnelle-Kreis et al., Anteil von Partikelemissionen aus Holzverbrennung an PM<sub>10</sub>-Feinstaubimmissionen im städtischen Umfeld am Beispiel von Augsburg, Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 5 - 10
- /6/ Bericht „Einfluss kleiner Holzfeuerungen auf die Immissionssituation“, Teil Immissionsmessung, 2008, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie
- /7/ U. Pfeffer, L. Breuer, D. Gladtko, T. Schuck, Contribution of wood burning to the exceedance of PM<sub>10</sub> limit values in North Rhine-Westphalia, Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 6 - 13
- /8/ Dr. S. Wagener, N. Dommershausen, Dr. P. Laux, Prof. Dr. Dr. A. Luch, Der Beitrag der Holzverbrennung zur Feinstaubkonzentration in Berlin und Brandenburg, Immissionschutz 3 - 15



Anhang

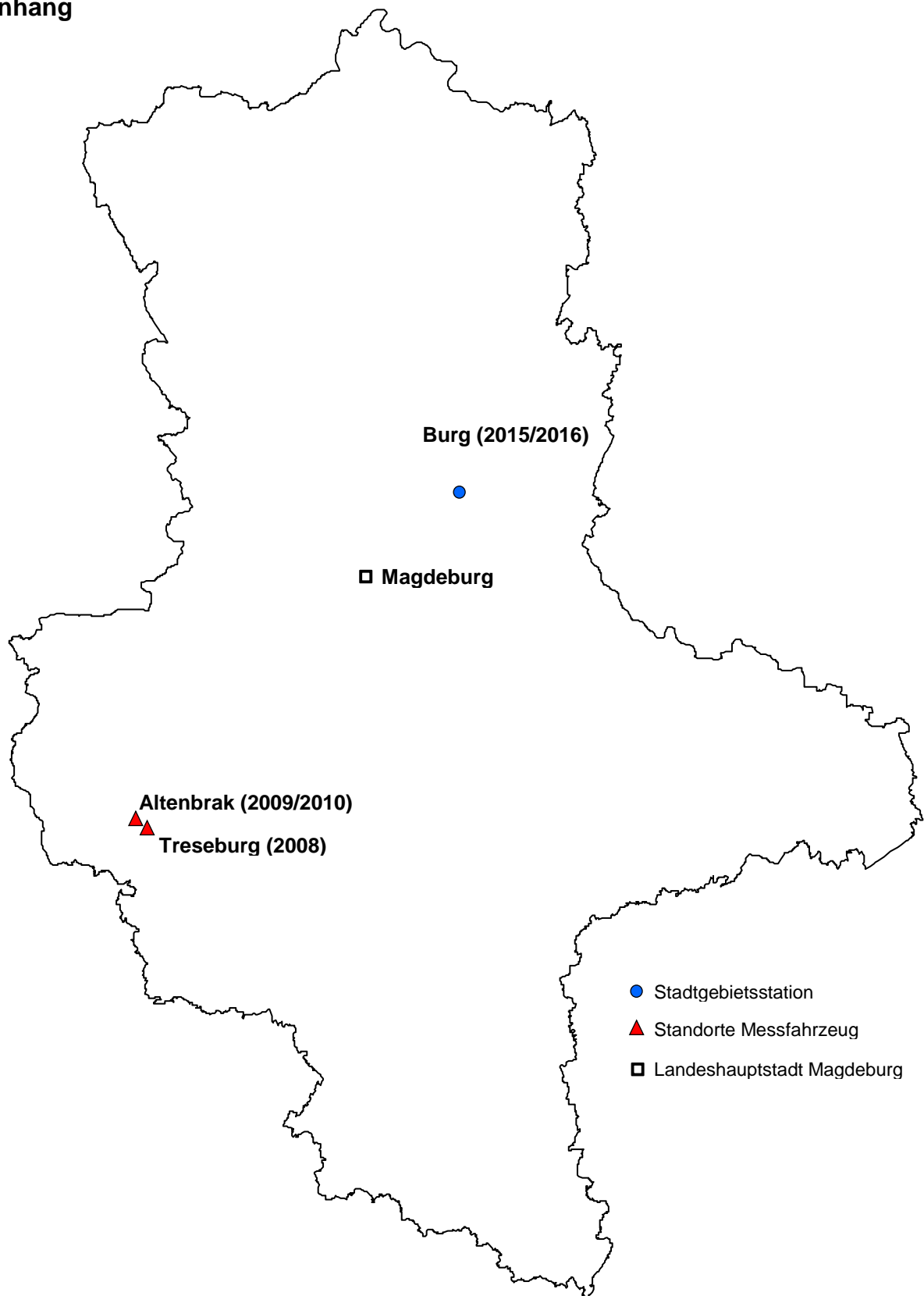


Abbildung A 1: Standortübersicht