

Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt  
und Landwirtschaft  
Geschäftsbereich Messnetzbetrieb Luft  
Altwahnsdorf 12, 01445 Radebeul  
[www.smul.sachsen.de/bful](http://www.smul.sachsen.de/bful)

Sächsisches Landesamt für Umwelt,  
Landwirtschaft und Geologie  
Abteilung Klima, Luft, Lärm, Strahlen  
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden  
[www.smul.sachsen.de/lfulg](http://www.smul.sachsen.de/lfulg)

Dr. Britta Kämpken, Dr. Horst-Günter Kath

Annette Pausch, Dr. Andrea Hausmann,  
Kornelia Oelke, Ute Schreiber

## **Sind Mercaptane Ursache für Geruchsbeschwerden im Erzgebirge?**

**Zwischenbericht zu Methodenentwicklung und Erprobungsergebnissen  
vom 01.09. bis 31.12.2015**

### **1 Entwicklung der Beschwerdesituation im Erzgebirge**

Im Erzgebirge treten vor allem im Herbst und Winter bei südöstlichen Luftströmungen Geruchsbelästigungen auf, deren Ursache in den zahlreichen Anlagen des nordböhmischen Industriereviere liegen. Nach Aussage der Tschechischen Umweltinspektion könnten insbesondere im Verlauf von Wartungs- und Reparaturarbeiten, bei denen Anlagenteile geöffnet werden müssen, geruchsrelevante Stoffe freigesetzt werden. Im Auftrage der Betreiber des Chemiewerkes Unipetrol RPA und der Raffinerie Česká rafinérská a.s. in Litvinov berichtet das Ökologische Zentrum Most im Internet (auch in deutscher Sprache) aktuell u. a. über solche Aktivitäten in den beiden Unternehmen.

Im zeitlichen Zusammenhang zu gehäuften Geruchsbeschwerden werden meist kurzzeitig auch höhere Konzentrationen der konventionellen Luftschadstoffe Schwefeldioxid und Benzol gemessen. Die gesetzlichen Grenzwerte für die Luftqualität wurden aber immer sehr sicher eingehalten.

Die wahrgenommenen Gerüche werden als "Gerüche aus der Chemischen Industrie (Mineralöl, Teer, Kunststoffe)", "Schwefelwasserstoff", "Rauchgase" und "Katzenstreck" beschrieben. Als "Katzenstreck" wird ein äußerst unangenehmer Geruch bezeichnet, der möglicherweise durch Schwefelverbindungen im Rohöl verursacht wird. Zu diesen Schwefelverbindungen gehört die Stoffgruppe der Mercaptane.

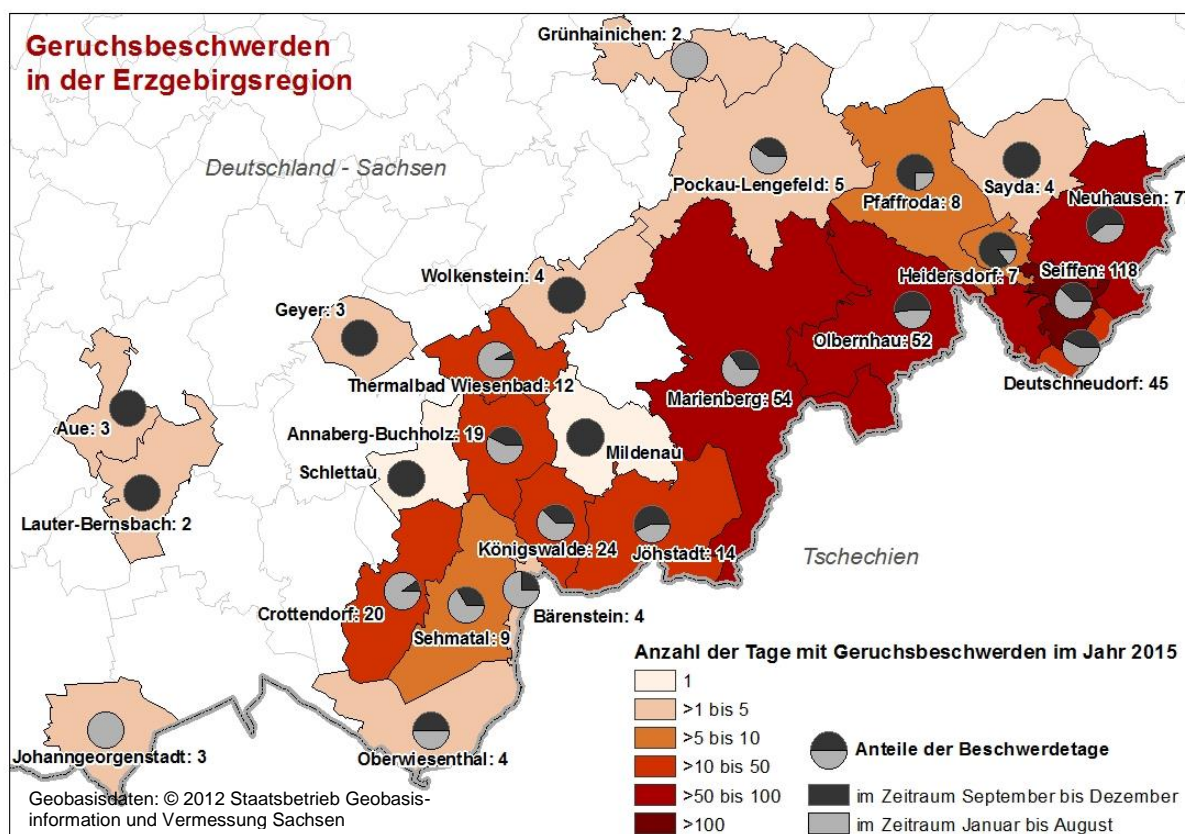
Tabelle 1 enthält eine Zusammenfassung der seit 2010 im Sächsischen Landesamt für Umwelt und Geologie (LfULG) registrierten Geruchsbeschwerden. 2014 und 2015 traten die bisher meisten Beschwerden auf. Die räumliche Verteilung der Geruchsbeschwerden im vergangenen Jahr zeigt Abbildung 1, die zeitliche Verteilung Abbildung 2. Die Abweichung vom sonst typischen "Sommerloch" ist vor allem auf die Havarie bei Unipetrol am 13.08.2015 zurückzuführen. Über die Auswirkungen dieses Ereignisses auf die Luftqualität im Erzgebirge legte das LfULG einen Bericht vor (LfULG 2015).

---

Bearbeiter:	Dr. Andrea Hausmann
Abteilung/Referat:	5/51
E-Mail:	<a href="mailto:andrea.hausmann@smul.sachsen.de">andrea.hausmann@smul.sachsen.de</a>
Telefon:	0351 2612-5100
Redaktionsschluss:	11.03.2016
Internet:	<a href="http://www.smul.sachsen.de/lfulg">www.smul.sachsen.de/lfulg</a>

**Tabelle 1: Geruchsbeschwerden im Erzgebirge (Gemeinden aus Erzgebirgskreis, Mittelsachsen und – ganz vereinzelt – Sächsische Schweiz-Osterzgebirge) 2010 bis 29.02.2016**

Jahr	Einzelbeschwerden	Beschwerdetage	
		insgesamt	10 und mehr Einzelbeschwerden
2010	78	20	2
2011	385	88	12
2012	249	101	2
2013	389	121	5
2014	1154	141	29
2015	923	157	28
2016 bis 29.02.	124	25	3



**Abbildung 1: Räumliche Verteilung der Geruchsbeschwerden im Erzgebirge – Anzahl der Tage mit Geruchsbeschwerden je Gemeinde 2015 mit Hervorhebung des Untersuchungszeitraumes September bis Dezember**

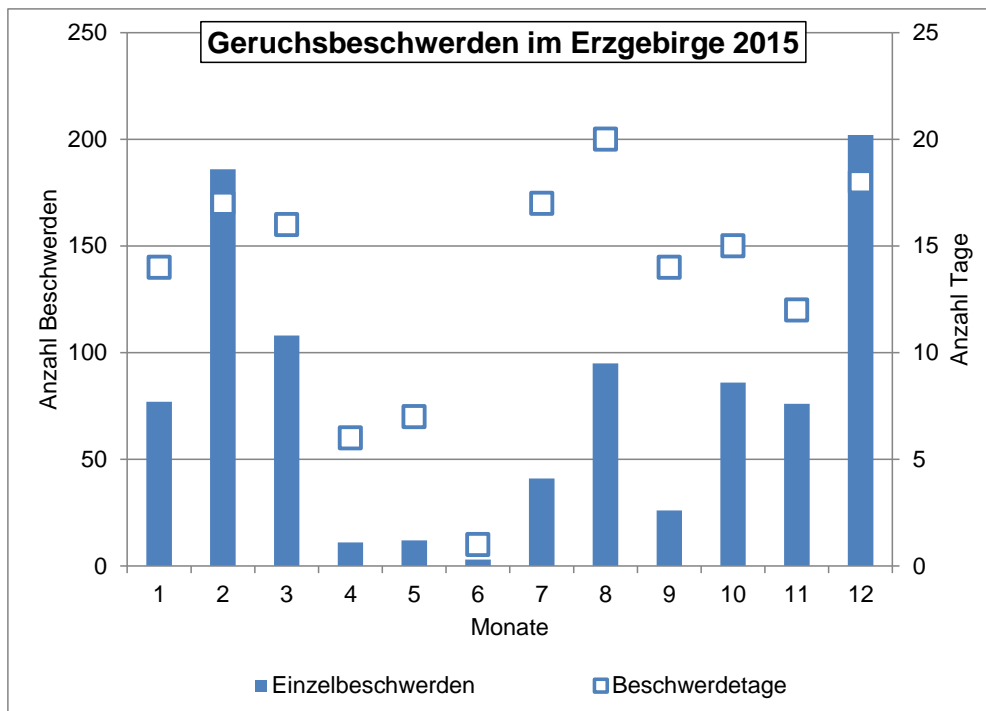


Abbildung 2: Jahrgang der Geruchsbeschwerden im Erzgebirge 2015

## 2 Bisherige Aktivitäten zur Identifizierung geruchsrelevanter Stoffe

In Tabelle 2 sind die wichtigsten Untersuchungen der vergangenen Jahre zur Geruchsproblematik im Erzgebirge aufgelistet. Neben den Analysen von Luftschadstoffen zur Identifizierung geruchsrelevanter Stoffe gab es auch Untersuchungen im Gesundheitsbereich wie z. B. umweltmedizinische Beratungen und Gesundheitsbeobachtungen.

Tabelle 2: Zusammenfassung der wichtigsten Aktivitäten und Maßnahmen der vergangenen Jahre zur Geruchsproblematik im Erzgebirge

Zeitraum	Aktivitäten / Maßnahmen
1996 – 2000	OMKAS Analyse- und Probandenprogramm, Trajektorienrechnungen (LfULG 1998)
1998 / 1999	Emissionsmessungen bei der Firma Chemopetrol in Litvinov
2001 - 2002	deutsch-tschechisches Probandenprogramm
2001 – 2002	Ausbreitungsberechnungen der Freien Universität Berlin
2001 - 2005	BTX-Sondermessungen in Deutscheinsiedel
2003	Zusätzliche Benzolmessungen mit Passivsammlern an 23 Messpunkten auf deutscher und tschechischer Seite
2005 - 2006	Sondermessung in Seiffen (LfULG 2006)
2006 - 2007	Schwefelwasserstoffmessungen auf dem Schwarzenberg (LfULG 2008)
2010 - 2011	Geruchsmessungen / Untersuchung von Luftproben mit Thermodesorption
2011 - 2012	Modellierung der Luftmassenbahnen, Trajektorien- und Tracerrechnungen (TROPOS)
Seit 2011	Messflüge der FH Düsseldorf
2015	Test IMS-Messgerät zur Identifizierung von Geruchsmustern*, IfU GmbH

\* Bestimmung von windrichtungsabhängigen Profilen möglich, keine Messung von Luftschadstoffen / chemische Verbindungen, die für die Gerüche verantwortlich sind.

### 3 Laufende Untersuchungen - Bestimmung geruchsintensiver, schwefelhaltiger Verbindungen am Schwarzenberg

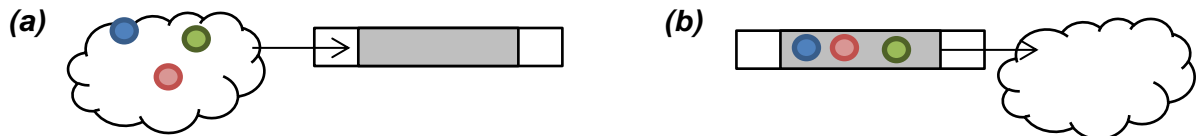
#### 3.1 Projektziel

Ziel des Projektes ist der Nachweis von geruchsintensiven, schwefelhaltigen Verbindungen im Erzgebirge. Das Hauptaugenmerk liegt auf Mercaptanen und Sulfiden, die sich aufgrund ihrer Flüchtigkeit leicht in der Luft verteilen können und sehr niedrige Geruchsschwellenwerte haben. Durch Konzentrationsbestimmungen soll zudem festgestellt werden, ob diese Substanzen, die allenfalls in Spuren in der Luft vorliegen, als Auslöser für die Geruchsphänomene im Erzgebirge in Frage kommen könnten.

#### 3.2 Methodenentwicklung

Eine Überprüfung der gängigen Fachliteratur zeigte, dass der Nachweis von Spuren schwefelhaltiger Verbindungen in der Außenluft Neuland ist. Publiziert ist der Nachweis von Spuren schwefelhaltiger Verbindungen unter Laborbedingungen (zum Beispiel Atemluft- oder Lebensmitteluntersuchungen) (Mochalski, 2009) sowie der Nachweis von Spuren anderer Substanzen (wie zum Beispiel flüchtige organische Moleküle) in der Außenluft (Rodriguez, 2012). Die in diesen Studien angewendeten Vorgehensweisen wurden zur Bearbeitung der Problematik zu einem Konzept zusammengefasst: adsorptive Anreicherung mit nachfolgender Thermodesorption (TD) und anschließender Gaschromatographie-Massenspektrometrie (GC-MS) Analytik (Abbildung 3).

1) Gas adsorbieren („einfangen“) (a), Mercaptane/Sulfide herausfiltern (b)



2) Filter mit Mercaptanen/Sulfiden desorbieren („freilassen“) und analysieren

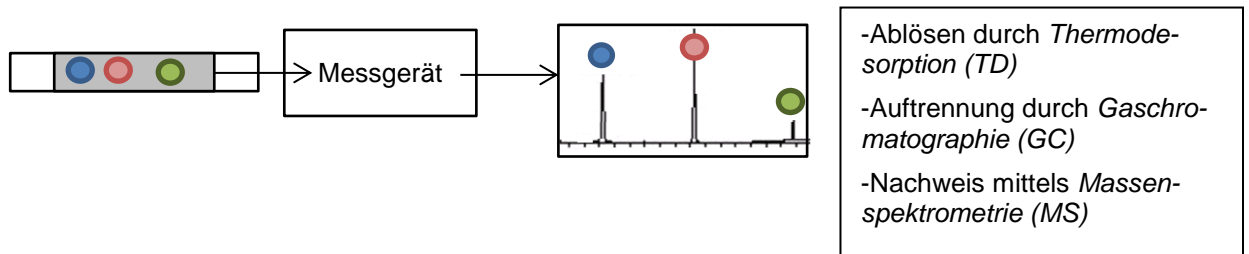


Abbildung 3: Schematische Darstellung der Thermodesorptions GC-MS-Methode

Um die Analytik für die Messungen der Außenluft zu optimieren, wurden zunächst im Labor Versuche unter Verwendung von Prüfgas durchgeführt, welches Mercaptane und Sulfide in bekannter Konzentration enthält (Tabelle 3).

Tabelle 3: Auflistung und Eigenschaften der im Prüfgas enthaltenen Substanzen

	Methylmercaptan	Ethylmercaptan	Dimethylsulfid	Ethylmethylsulfid
Abkürzung	MeSH	EtSH	DMS	EMS
Geruchsschwellenwert	extrem gering	extrem gering	sehr gering	gering
Siedepunkt	6 °C	36 °C	36 °C	66 °C
Reaktivität	hoch	hoch	gering	gering

Methyl- und Ethylmercaptan sowie Dimethylsulfid und Ethylmethylsulfid wurden im Folgenden für die weitere Arbeit ausgewählt. Aufgrund der hohen Reaktivität der Mercaptane weist die Analyse des Prüfgases zusätzlich Dimethyldisulfid, Ethylmethylsulfid und Diethyldisulfid nach. Diese Stoffe entstehen durch Abbau der Mercaptane. Sie wurden in die analytische Aufgabenstellung aufgenommen. Ihre Detektion kann auf die Anwesenheit von Mercaptanen hinweisen.

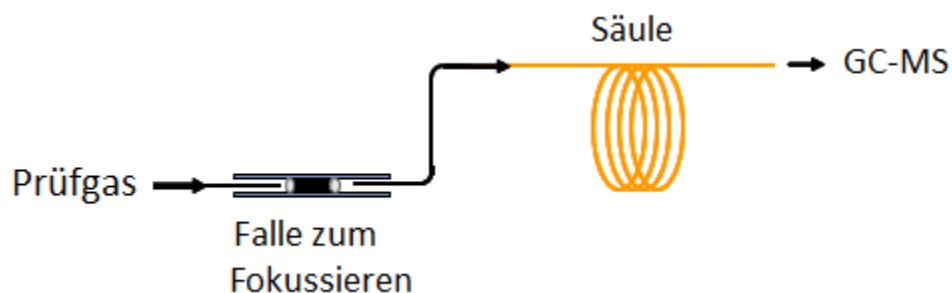
**Tabelle 4: Auflistung und Eigenschaften der im Prüfgas zusätzlich detektierten Substanzen.**

	Dimethyldisulfid	Ethylmethylsulfid	Diethyldisulfid
Abkürzung	DMDS	EMDS	DEDS
Geruchsschwellenwert	gering	gering	sehr gering
Siedepunkt	110 °C	121 °C	152 °C
Reaktivität	gering	gering	gering

Die zusammenfassende Darstellung der Geruchsschwellen und der Bestimmungsgrenzen in Abhängigkeit vom Messverfahren ist für die Messkomponenten im Anhang dargestellt.

Als Adsorbermaterial wurde ein Doppelbett aus Tenax TA und Kohlenstoffmolekularsieb (SulphiCarb), welches in Stahlröhrchen eingebettet ist, gewählt. Das Material zeichnet sich durch ein sehr hohes Rückhaltevermögen aus, was lange Lagerzeiten und hohe Sammelvolumina ermöglicht. Das beladene Material benötigt jedoch hohe Desorptionstemperaturen, so dass unter Laborbedingungen schon eine merkliche Reaktion der gesammelten Mercaptane zu Disulfiden beobachtet wurde. Als Abbauprodukt des Tenax TA entstehen zudem im Zuge der Thermodesorption geringe Mengen Benzol und Toluol.

Die Auftrennung der verschiedenen Substanzen erfolgte mittels Gaschromatographie. Hierfür werden die desorbierten Moleküle gleichzeitig auf eine Trennsäule (Abbildung 4) gegeben. Aufgrund ihrer unterschiedlichen Eigenschaften benötigen die Moleküle unterschiedlich lange Zeit (Retentionszeit) um die Säule zu passieren und den Detektor zu erreichen.



**Abbildung 4: Schematische Darstellung des Messaufbaus**

Die Identifikation und Quantifizierung der Moleküle erfolgt über ein Massenspektrometer, welches die vollständige Charakterisierung der Substanzen anhand ihres Molekulargewichts ermöglicht.

### 3.3 Methoden Anwendung

a) 8-stündige Probenahme und Laboranalyse im Umweltlabor Nossen  
 Nachdem das System für die Analytik der entsprechenden Substanzen optimiert wurde, erfolgte die Erstellung von Kalibriergeraden, mit deren Hilfe eine Konzentrationsbestimmung der betreffenden Substanzen möglich ist. Des Weiteren wurde das Lagerverhalten der beladenen Röhrchen getestet. Hierbei wurde festgestellt, dass sich nach der Lagerzeit von einer

Woche nur noch ein Teil der Substanzen auf den Adsorbiermaterialien befand. Da die Analyse durch GC-MS empfindlich genug ist, um Bruchteile der erwarteten Konzentrationen von schwefelhaltigen Molekülen zu vermessen, wurde die Methode im Folgenden für Messungen auf dem Schwartenberg verwendet.

Die Probenahme am Schwartenberg erfolgt mithilfe eines Pumpsystems, welches Außenluft über einen vorher bestimmten Zeitraum mit einem vorher bestimmten Volumenstrom über die Adsorbiermaterialien führt. Die Beprobung läuft seit dem 1.9.2015 über jeweils 8 Stunden pro Röhrchen, 24 Stunden am Tag, 7 Tage die Woche.

Die Methode ermöglicht somit eine lückenlose Sammlung von Gasproben über die gesamte Zeit des Projektes, eine Auftrennung, qualitative Analytik und Quantifizierung der gesammelten Substanzen. Sie hat trotz ihrer Vielseitigkeit und Analysenempfindlichkeit auch Nachteile, die durch die örtliche und zeitliche Trennung zwischen Probenahme am Schwartenberg und Analyse in Nossen zustande kommen. Hier stellt die notwendige, lange Lagerzeit der Proben ein Problem dar. Auch können Stoffe aus Kurzzeitgeruchsereignissen durch die 8-stündige Probenahmezeit soweit mit unbelasteter Luft verdünnt werden, dass sie in der späteren Analyse nicht mehr messbar sind.

#### b) Online-Verfahren in der Messstation Schwartenberg

Um zeitlich höher aufgelöste Daten zu bekommen, wurde zusätzlich zu der oben beschriebenen Methode mit 8-stündiger Probenahme und Laboranalyse ab dem 28.10.2015 ein weiteres System zur Analyse geruchsintensiver Stoffe am Schwartenberg installiert. Hierbei handelt es sich um ein Online-Verfahren, das vor Ort bereits für die Bestimmung von Benzol genutzt wird und das die Ergebnisse per Datenfernübertragung stündlich an die Messnetz-zentrale überträgt. Die Zuordnung der gemessenen Substanzen erfolgt durch einen Abgleich mit den einzelnen Komponenten des Prüfgases. Das System wird hier in bestimmten Abständen für die Mercaptane, Sulfide und Disulfide kalibriert und die Retentionszeiten ankommender Proben-Signale mit denen der Kalibriersubstanzen verglichen. Mit Hilfe der Kalibrierung erfolgt auch eine Konzentrationsbestimmung der gemessenen Substanzen.

### 3.4 Ergebnisse

#### a) Daten mit 8-stündiger Probenahme und Laboranalyse

Mercaptane:

Es wurden in drei Proben geringe Mengen Methylmercaptan (MeSH) nachgewiesen. Ein signifikanter Zusammenhang zur Windrichtung und zum Beschwerdeaufkommen kann nicht gefunden werden. (Tabelle 5).

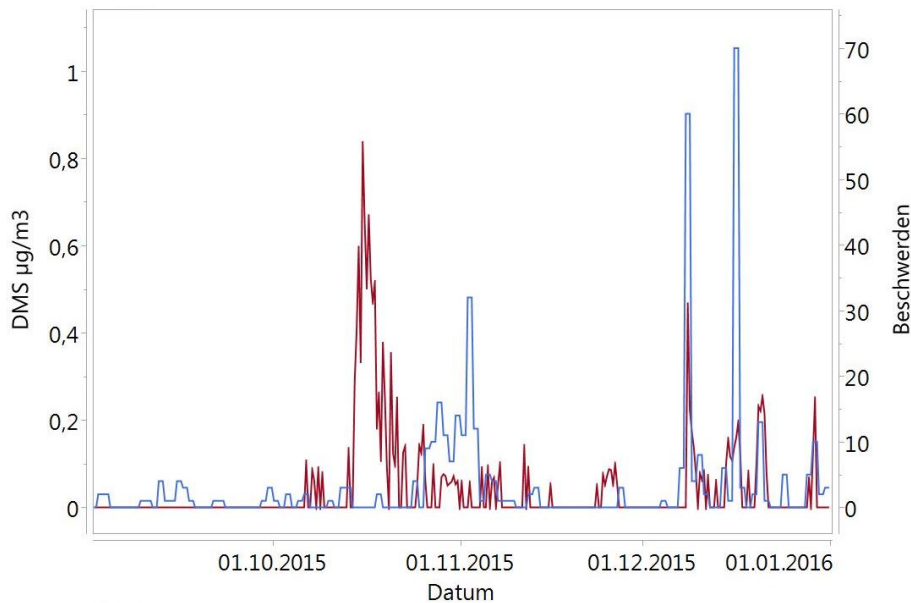
**Tabelle 5: Ergebnisse der MeSH-Messungen mit 8-stündiger Probenahme und Laboranalyse**

Beprobung*	MeSH [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Windrichtung [°]	Beschwerden
21.9.2015 (11:00 Uhr)	0,73	237 (SW)	1
22.9.2015 (03:00 Uhr)	0,16	144 (SO)	1
16.11.2015 (19:00 Uhr)	1,61	254 (NW)	0

\*Die Uhrzeit bezieht sich auf den Beginn der Probenahme.

Sulfide:

Es wurde in mehreren Proben Dimethylsulfid (DMS) nachgewiesen. Mitte Oktober bis Ende November ließ sich kein Zusammenhang zu Windrichtung und Beschwerdesituation herstellen. Im Dezember findet sich hingegen eine gute Übereinstimmung zwischen Beschwerdezahlen, DMS-Werten und einer südöstlichen Windeinströmung (Abbildung 5).



**Abbildung 5:** Anzahl der Beschwerden (blau) über die Monate September bis Dezember verglichen mit dem Anstieg von DMS-Konzentrationen (rot).

Disulfide:

Es wurden in fünf Proben geringe Mengen Dimethyldisulfid (DMDS) nachgewiesen. Ein Zusammenhang zu südöstlicher Windrichtung und Beschwerden besteht nicht (Tabelle 6).

**Tabelle 6:** Ergebnisse der DMDS-Messungen mit 8-stündiger Probenahme und Laboranalyse.

Beprobung*	DMDS [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Windrichtung [°]	Beschwerden
15.10.2015 (04:00 Uhr)	0,04	52 (NO)	0
15.10.2015 (11:00 Uhr)	0,05	118 (SO)	0
15.10.2015 (19:00 Uhr)	0,04	218 (SW)	0
15.10.2015 (19:00 Uhr)	0,04	287 (W)	0
21.12.2015 (04:00 Uhr)	0,03	161 (S)	1

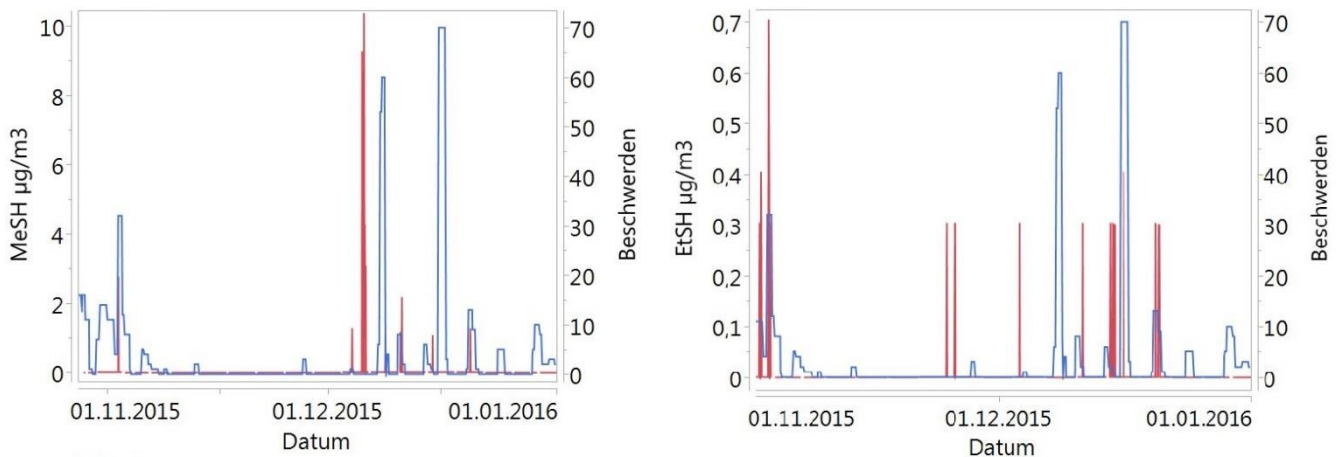
\*Die Uhrzeit bezieht sich auf den Beginn der Probenahme.

## b) Daten des Online-Verfahrens

Die Untersuchung erfolgt für die Mercaptane, Sulfide und Disulfide. Die Signalzuordnung wird über einen Abgleich der Retentionszeiten der detektierten Substanzen mit den Komponenten des Prüfgesetzes realisiert.

Mercaptane:

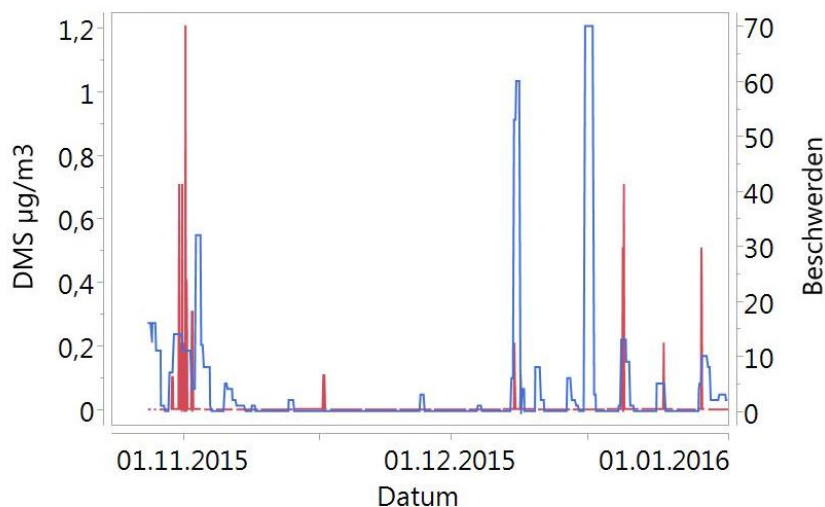
Es konnten in einigen Proben Hinweise auf Methyl- und Ethylmercaptan gefunden werden. In allen Fällen kam der Wind aus südöstlicher Richtung. Bei beiden Mercaptanen deutet sich ein Zusammenhang zwischen Geruchsbeschwerden und den erhöhten Konzentrationen an. In einigen Fällen gab es einen Konzentrationsanstieg, ohne dass Beschwerden registriert wurden (Abbildung 6).



**Abbildung 6: Anzahl der Beschwerden (blau) über die Monate Oktober bis Dezember verglichen mit dem Anstieg von Mercaptan-Konzentrationen (rot), Methylmercaptan (links), Ethylmercaptan (rechts).**

#### Sulfide:

In mehreren Proben fanden sich Hinweise auf Dimethylsulfid. Der Wind kam dabei bevorzugt aus südöstlicher Richtung. Für die Verbindung ist ein Zusammenhang zwischen erhöhten Konzentrationen und Beschwerdeaufkommen erkennbar (Abbildung 7).

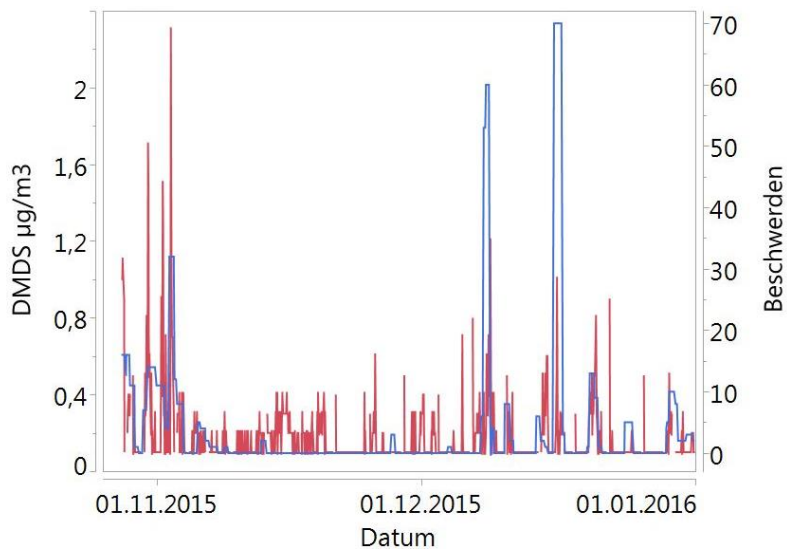


**Abbildung 7: Anzahl der Beschwerden (blau) über die Monate Oktober bis Dezember verglichen mit dem Anstieg von DMS-Konzentrationen (rot)**

#### Disulfide:

In vielen der vermessenen Proben können Hinweise auf Dimethyldisulfid gefunden werden. Ein Zusammenhang zwischen erhöhten Konzentrationen und Beschwerdeaufkommen ist erkennbar (Abbildung 8).

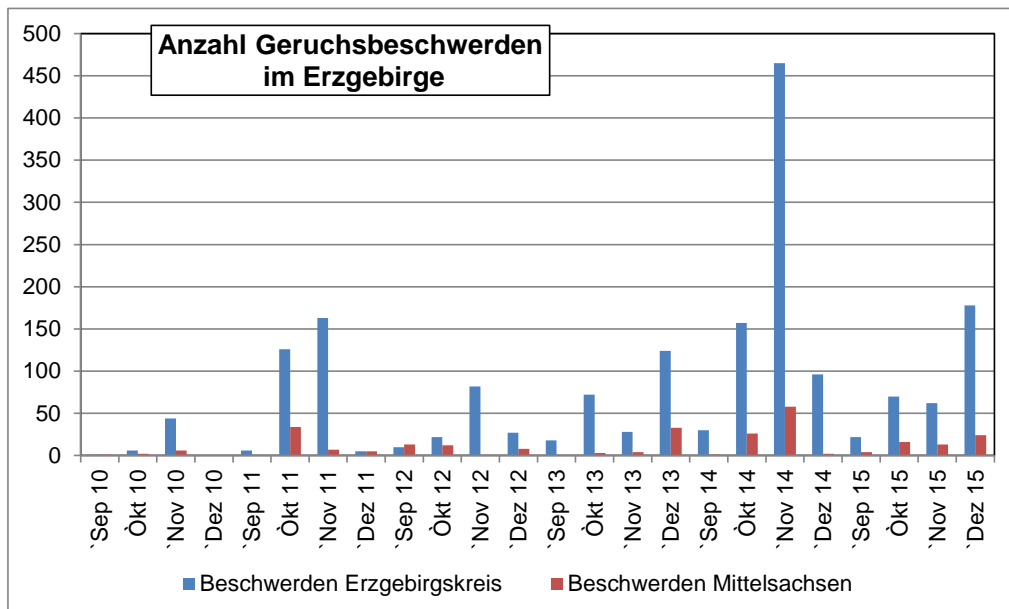




**Abbildung 8:** Anzahl der Beschwerden (blau) über die Monate Oktober bis Dezember verglichen mit dem Anstieg von Disulfid-Konzentrationen (rot)

#### 4 Vergleich der Luftqualität und der meteorologischen Bedingungen im Untersuchungszeitraum 2015 mit bisher vorliegenden Messergebnissen

Im Untersuchungszeitraum (September bis Dezember 2015) bestätigte sich die bereits für das Gesamtjahr erkennbare Aussage: Sowohl die Anzahl der Geruchsbeschwerden (Abbildung 9) als auch die der Beschwerdetage (Abbildung 10) lagen im Untersuchungszeitraum zwar leicht unter denen des Vorjahres, waren aber wieder sehr hoch.



**Abbildung 9:** Anzahl der Geruchsbeschwerden von September bis Dezember

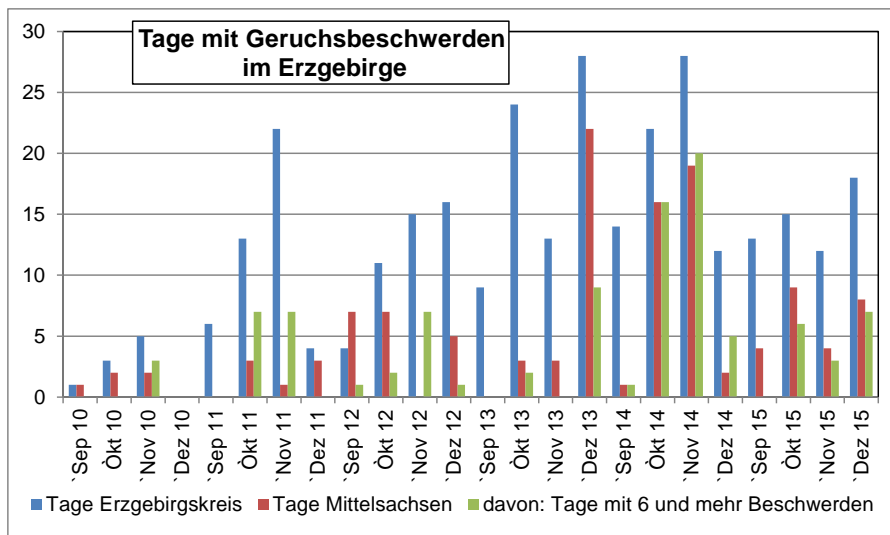


Abbildung 10: Anzahl der Beschwerdetage von September bis Dezember

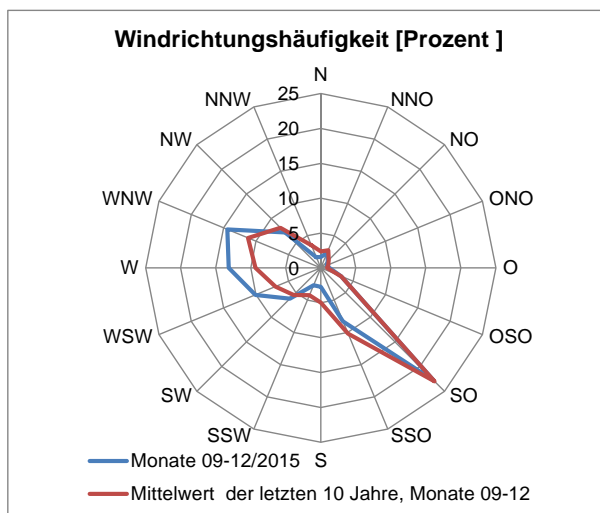


Abbildung 11: Windrichtungshäufigkeit auf dem Schwarzenberg

In Abbildung 11 ist die Windrichtungsverteilung (Stundenbasis) auf dem Schwarzenberg zu sehen. Südöstliche Winde haben einen Anteil von 34 Prozent im Untersuchungszeitraum. Das entspricht auch ungefähr dem Mittelwert der letzten 10 Jahre. Andere meteorologische Kenngrößen wie Temperatur, Feuchte, Luftdruck und Globalstrahlung liegen ebenfalls im normalen Schwankungsbereich der letzten 10 Jahre.

Die kontinuierlich gemessenen Schadstoffkonzentrationen auf dem Schwarzenberg sind auf sehr niedrigem Niveau. Alle Grenzwerte werden deutlich unterschritten. Eine Ausnahme bildet die Ozonkonzentration, hier werden die Zielwerte für die menschliche Gesundheit und für die Vegetation nicht eingehalten. Erhöhte Ozonkonzentrationen treten im Sommer auf und stehen nicht im Zusammenhang mit Geruchsbelästigungen.

Die richtungsabhängigen Schadstoffkonzentrationen und -dosen für die Monate September bis Dezember sind in Abbildung 12 für SO<sub>2</sub> und Benzol und im Anhang Abbildung 13 für weitere Schadstoffe dargestellt. Die SO<sub>2</sub>- und Benzolkonzentrationen zeigen eine typische Richtungsabhängigkeit für Südost. Bei anderen Schadstoffen ist diese nicht ganz so stark ausgeprägt. Bei den Ozon- und Xylol-Konzentrationen fehlt diese.

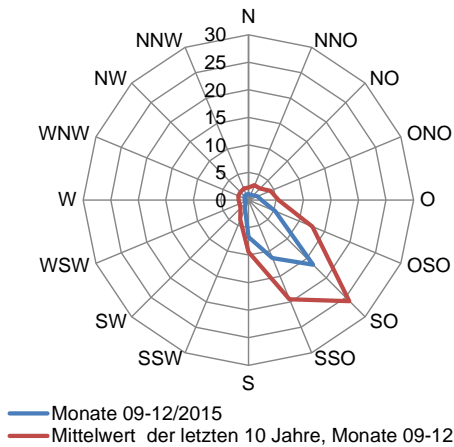
SO<sub>2</sub>-, NO-, NO<sub>2</sub>- und PM<sub>10</sub>-Konzentrationen haben im Untersuchungszeitraum gegenüber dem 10-jährigen Mittel abgenommen, insbesondere bei Anströmung aus Richtung Südost.

Besonders deutlich – um fast die Hälfte reduzierte sich die SO<sub>2</sub>-Konzentration. Die Benzolkonzentrationen nahmen ebenfalls um 20 Prozent gegenüber dem 10-jährigen Mittel ab. Diese Abnahme ist aber nicht ausgeprägt richtungsabhängig. Die Ozonkonzentration ist in den letzten Jahren auf annähernd ähnlichem Niveau.

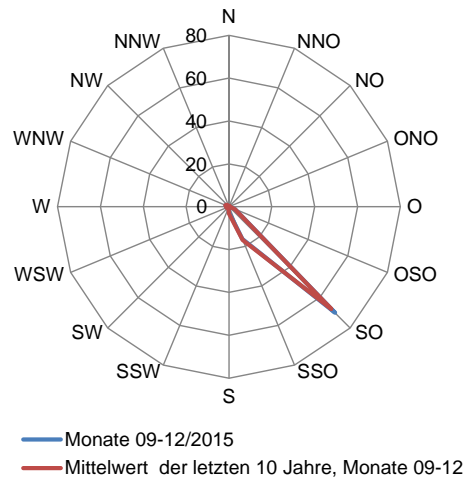
Die Xylol-Konzentrationen lagen im Untersuchungszeitraum ohne merkliche Richtungsabhängigkeit deutlich über dem 10-Jahresmittel. Die Toluol-Konzentrationen nahmen im Untersuchungszeitraum gegenüber den Vorjahren aus nordwestlicher bis nördlicher Richtung zu. Xylole und Toluol werden unter anderem als Lösemittel in Farben, Lacken verwendet und sind in Klebmitteln enthalten. Seit 2014 wird auf dem Schwarzenberg ein leichter Anstieg dieser Verbindungen registriert. Dieser Anstieg ist nicht auf Lufteintrag aus dem Böhmischem Becken zurückzuführen.

Die Schadstoffdosen in Abbildung 12 und Abbildung 13 (richtungsabhängige Schadstoffkonzentrationen multipliziert mit der Häufigkeit der Windrichtung) zeigen, dass der Lufteintrag aus Richtung Südost einen deutlichen Beitrag zur Gesamtschadstoffkonzentration liefert. Die regulär gemessenen Schadstoffe, für die es gesetzliche Grenz- bzw. Zielwerte gibt, treten in Konzentrationen weit unterhalb der Geruchsschwellen auf. Sie sind nicht für die Geruchsbelästigungen verantwortlich.

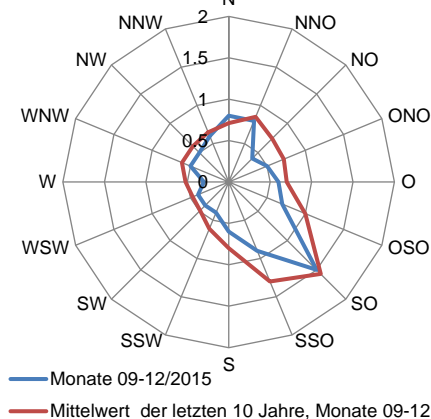
**Windrichtungsabhängige SO<sub>2</sub>-Konzentration [µg/m<sup>3</sup>]**



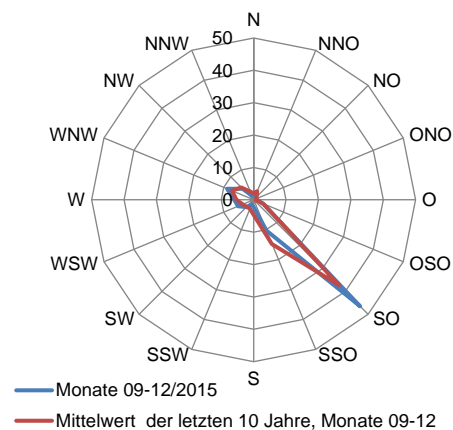
**SO<sub>2</sub>-Dosis [Prozent]**



**Windrichtungsabhängige Benzol-Konzentration [µg/m<sup>3</sup>]**



**Benzol-Dosis [Prozent]**



**Abbildung 12: Vergleich der SO<sub>2</sub>- und Benzolkonzentrationen und –dosen im Untersuchungszeitraum mit dem Zehnjahresmittel**

## 5 Zusammenfassung, Schlussfolgerungen und weiteres Vorgehen

- Im Erzgebirge treten vor allem im Herbst und Winter bei südöstlichen Luftströmungen häufig starke Geruchsbelästigungen auf, deren Ursache in den zahlreichen Anlagen des nordböhmischen Industriereviers anzunehmen ist. Im Zeitraum September bis Dezember 2015 wurden drei Geruchsereignisse mit sehr vielen Beschwerden von den Menschen der betroffenen Regionen berichtet.
- Die regulär gemessenen Schadstoffe mit gesetzlichen Grenzwerten nach der 39. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz treten in Konzentrationen weit unterhalb der Geruchsschwellen auf. Sie sind nicht für die Geruchsbelästigungen verantwortlich. Die Grenzwerte werden sicher eingehalten.
- Sonderuntersuchungen in der Vergangenheit haben bisher keine Stoffe eindeutig identifizieren können, die für die Geruchsbelästigungen verantwortlich sind.
- Es wird vermutet, dass Mercaptane, die u. a. bei Prozessen in der petrochemischen Industrie im Böhmischem Becken entstehen können, eine Ursache für die Geruchsereignisse sein können.
- Ziel des gegenwärtigen Projektes war, ein Verfahren zum Nachweis von geruchsinintensiven, schwefelhaltigen Verbindungen zu entwickeln. Neben Mercaptanen wurden zusätzlich Sulfide untersucht. Verbindungen beider Stoffgruppen können sich aufgrund ihrer Flüchtigkeit leicht in der Luft verteilen und besitzen sehr niedrige Geruchsschwellenwerte.
- Für die Bestimmung von Mercaptanen und Sulfiden wurden zwei Verfahren entwickelt und getestet:
  - **Kontinuierliche Messungen mit 8-stündiger Probenahme und anschließender Laboranalyse**
  - **Online-Methode mit zeitlich hoher Auflösung der Messwerte.**
- Der Vergleich der entwickelten Methoden führt zusammenfassend zu folgender Beurteilung:
  - **8-stündige Probenahme und anschließende Laboranalyse**  
Dimethylsulfid wird gefunden. Die detektierten Konzentrationserhöhungen stimmen nur im Dezember gut mit Geruchsereignissen überein. Für alle anderen überwachten Substanzen wird kein Zusammenhang zwischen Geruchsereignissen und erhöhten Konzentrationen gefunden. Da die Probenahmezeit bei der verwendeten Methode 8 Stunden beträgt, könnten kurzzeitige Geruchsereignisse durch unbelastete Luft verdünnt und im Folgenden nicht mehr angezeigt werden.
  - **Online-Methode**  
zeigt, dass Methylmercaptan, Ethylmercaptan, Dimethylsulfid und Dimethyldisulfid zu den Stoffen gehören, die bei Geruchsereignissen erhöhte Konzentrationen aufzuweisen scheinen. Da die genannten Verbindungen hauptsächlich bei südöstlicher Anströmung detektiert werden, könnten sie als Auslöser für Geruchsereignisse in Frage kommen. Die Online-Methode eignet sich im Ergebnis der Erprobung besser für die Überwachung der Geruchsereignisse. Eine Absicherung ist zwingend erforderlich. Dazu muss ein zweites Gerät durch Parallelmessung in der Station die Daten des dort bereits laufenden Online-Gerätes bestätigen. Diese Absicherung wird als nächster Schritt im Projekt durchgeführt.

## 6 Anhang

**Tabelle 7: Zusammenfassende Darstellung der Geruchsschwellen und der Bestimmungsgrenzen in Abhängigkeit des Messverfahrens**

Stoff	Abkürzung	Geruchsschwelle*	Bestimmungsgrenze	
			8 h Probenahme und Laboranalyse	Online-Methode
Methylmercaptan	MeSH	0,000001 - 1100 µg/m <sup>3</sup>	0,100 µg/m <sup>3</sup>	1,0 µg/m <sup>3</sup>
Ethylmercaptan	EtSH	0,02 – 16 µg/m <sup>3</sup>	0,100 µg/m <sup>3</sup>	0,3 µg/m <sup>3</sup>
Dimethylsulfid	DMS	0,3 – 20.600 µg/m <sup>3</sup>	0,100 µg/m <sup>3</sup>	0,100 µg/m <sup>3</sup>
Ethylmethylsulfid	EMS	22 - 124 µg/m <sup>3</sup>	0,200 µg/m <sup>3</sup>	0,100 µg/m <sup>3</sup>
Dimethyldisulfid	DMDS	1,1 - 5600 µg/m <sup>3</sup>	0,020 µg/m <sup>3</sup>	0,100 µg/m <sup>3</sup>
Ethylmethyldisulfid	EMDS	62 µg/m <sup>3</sup>	0,100 µg/m <sup>3</sup>	0,3 µg/m <sup>3</sup>
Diethyldisulfid	DEDS	0,3 – 90 µg/m <sup>3</sup>	0,003 µg/m <sup>3</sup>	-

\* Bereiche der wissenschaftlichen Veröffentlichungen zu Geruchsschwellenwerten. Die Daten sind der Zusammenstellung: „Odour Thresholds, Compilation of odour thresholds in air, water and other media“, second enlarged and revised edition, Olie-manns Punter & Partner BV, Utrecht, The Netherlands, 2011, entnommen. Dargestellt sind die jeweils niedrigsten und höchsten Werte aller zitierten Veröffentlichungen für den jeweiligen Stoff.

### Abkürzungen/ Begriffsbestimmungen

BfUL	Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft	OMKAS	Optimierung emissionsmindernder Maßnahmen bei gleichzeitiger Kontrolle der Aziditäts- und Luftschadstoffentwicklung für die Grenzregion des Freistaates Sachsen
BTX	Benzol/Toluol/Xylole	ONO	Ostnordost
DEDS	Diethyldisulfid	OSO	Ostsüdost
DMDS	Dimethyldisulfid	PM <sub>10</sub>	Particulate Matter – Feinstaub (Partikel mit aerodynamischem Durchmesser kleiner 10 µm)
DMS	Dimethylsulfid	S	Süd
EMDS	Ethylmethyldisulfid	SO	Südost
EMS	Ethylmethylsulfid	SO <sub>2</sub>	Schwefeldioxid
EtSH	Ethylmercaptan	SSO	Südsüdost
GC	Gaschromatographie	SSW	Südsüdwest
LfULG	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie	SW	Südwest
MeSH	Methylmercaptan	TD	Thermodesorption
MS	Massenspektroskopie	TROPOS	Leibniz-Institut für Troposphärenforschung e.V.
N	Nord	UBA	Umweltbundesamt
NNO	Nordnordost	W	West
NNW	Nordnordwest	WNW	Westnordwest
NO	Stickstoffmonoxid, Nordost	WSW	West-südwest
NO <sub>2</sub>	Stickstoffdioxid	µg/m <sup>3</sup>	Mikrogramm pro Kubikmeter
NO <sub>x</sub>	Stickoxide		
NW	Nordwest		
O	Ost		
O <sub>3</sub>	Ozon		

**Geruchsschwelle** im Sinne der Wahrnehmungs- oder Empfindlichkeitsschwelle: kleinste Konzentration von Geruchsträgern in der Luft, die zu einem Geruchseindruck führt (individuelle Geruchsschwelle) bzw. die Geruchsträgerkonzentration, die von 50 Prozent eines Kollektives wahrgenommen wird (kollektive Geruchsschwelle) (VDI 3882).

**Bestimmungsgrenze:** kleinste Konzentration eines Analyten (untersuchten Stoffes), der quantitativ mit einer festgelegten Präzision bestimmt werden kann. (Wellnitz & Gluschke, 2005)

## Literatur

Ekologické centrum Most pro Krušnohoří: Informationen über außerordentliche Schadensfälle, [http://www.ecmost.cz/index\\_n.php](http://www.ecmost.cz/index_n.php)

LfULG (2015): Auswirkung der Havarie in Unipetrol RPA auf die Luftschadstoffsituation im Erzgebirge, [http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/download/luft/Litvinov\\_Havarie\\_13\\_8\\_15\\_Endbericht.pdf](http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/download/luft/Litvinov_Havarie_13_8_15_Endbericht.pdf)

LfULG (1998) Materialien zur Luftreinhaltung 1998. Lufthygienische Situation und Waldzustand im Schwarzen Dreieck, Workshop OMKAS, Tagungsband

LfULG (2006): Luftqualität in Seiffen, Ergebnisse der Sondermessung im sächsischen Luftgütemessnetz in den Jahren 2005 und 2005 [http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/download/luft/Luftqualitaet\\_in\\_Seiffen\\_2005-2006.pdf](http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/download/luft/Luftqualitaet_in_Seiffen_2005-2006.pdf)

LfULG (2008): Messung der Schwefelwasserstoffkonzentration an den Messstellen Klingenthal und Schwartenberg in den Jahren 2006 und 2007 [http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/download/luft/H2S-Messungen\\_Klingenthal\\_Swartenberg\\_2006-2007.pdf](http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/download/luft/H2S-Messungen_Klingenthal_Swartenberg_2006-2007.pdf)

Mochalski, J. Chromatogr. B, 2009, 877, 1856

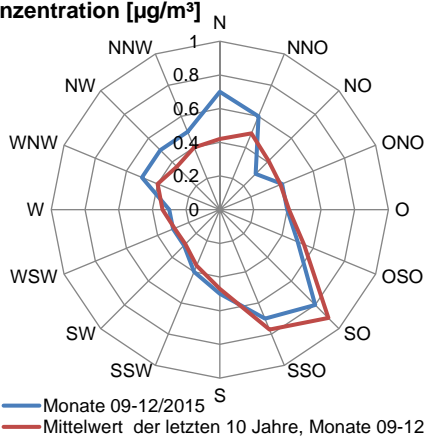
Rodriguez, Chemosphere, 2012, 89, 1426

TROPOS: Michael Jähn, Ralf Wolke, Beate Sändig, Eberhard Renner (2010/11): Ermittlung der Quellen von Gerüchen und hohen Schadstoffkonzentrationen im Erzgebirge über die Modellierung der Luftmassenbahnen, Bericht im Auftrag des LfULG, <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/download/Geuchbericht.pdf>

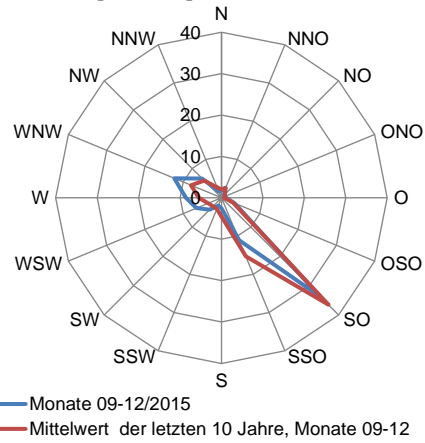
VDI-3882, Blatt 2 (1994): Olfaktometrie –Bestimmung der hedonischen Geruchswirkung

Jörg Wellnitz, Michael Gluschke (2005): Leitlinien zur Methodvalidierung, UBA-Texte 01/2005, ISSN 0722-186X, <http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/2832.pdf>

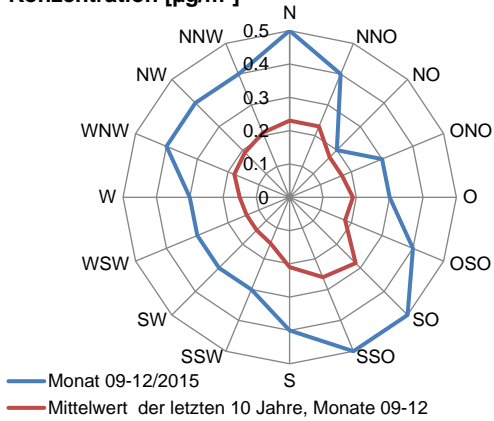
**Windrichtungsabhängige Toluol-Konzentration [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]**



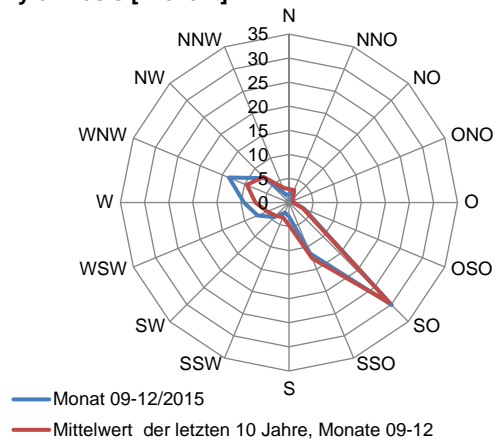
**Toluol-Dosis [Prozent]**



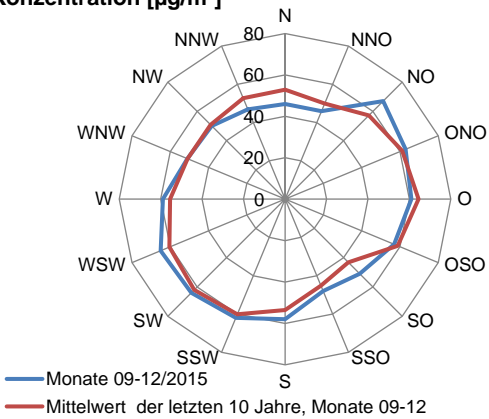
**Windrichtungsabhängige Xylol-Konzentration [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]**



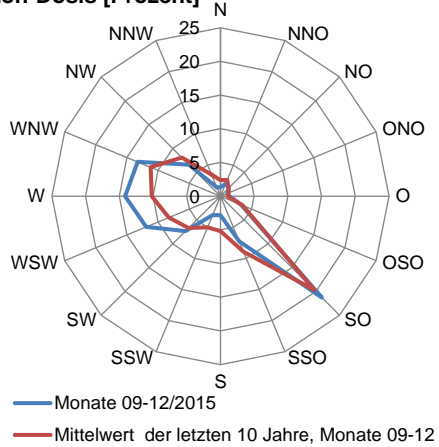
**Xylol-Dosis [Prozent]**

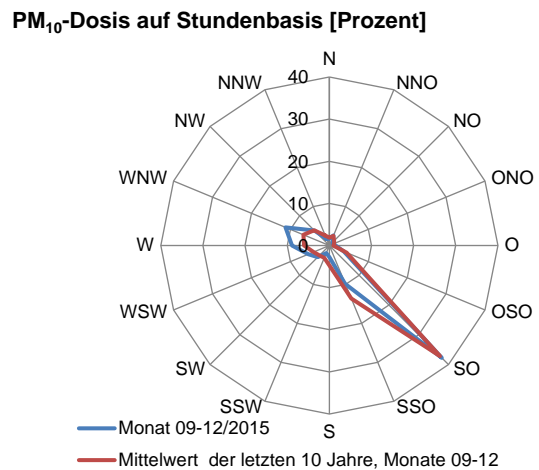
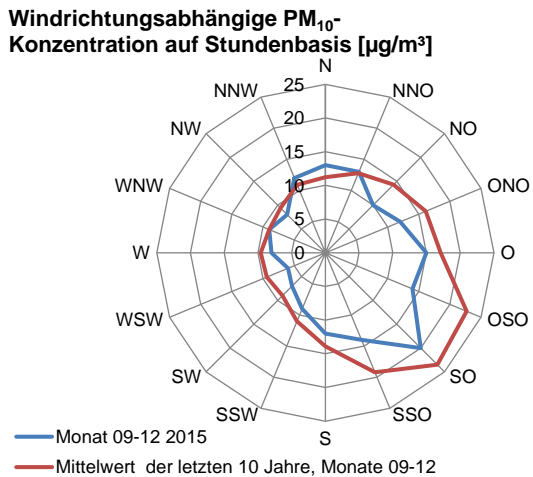
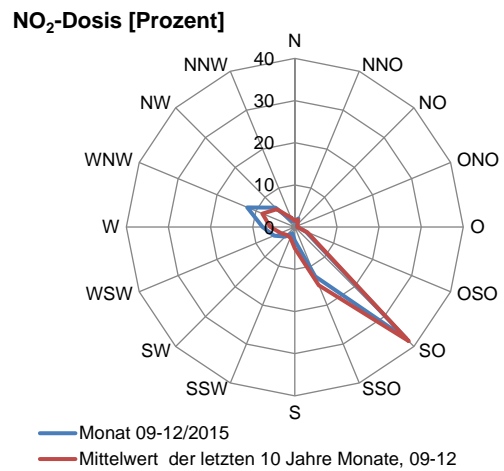
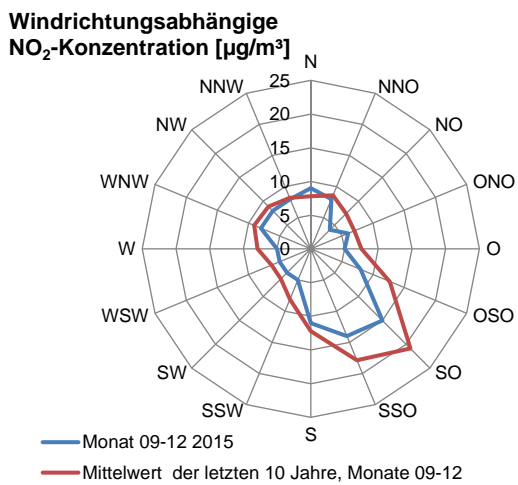
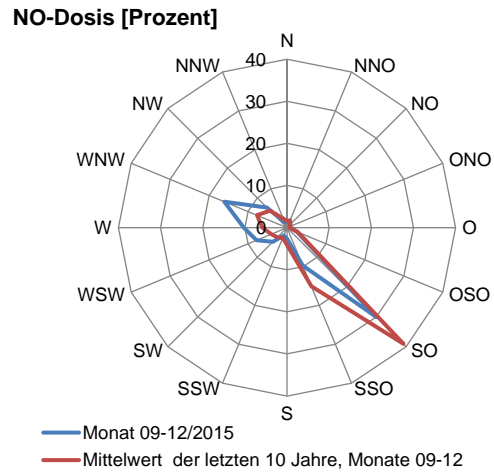
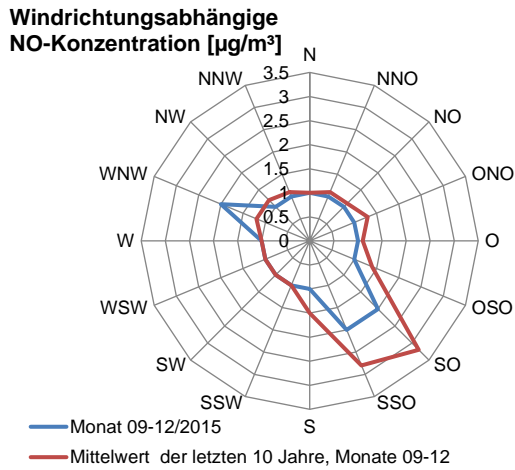


**Windrichtungsabhängige Ozon-Konzentration [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]**



**Ozon-Dosis [Prozent]**





**Abbildung 13: Vergleich der Schadstoffkonzentrationen und -dosen im Untersuchungszeitraum mit dem Zehnjahresmittel**