

Geruchsmessungen Erzgebirge 2011

Ergebnisbericht

Bearbeitungsstand: 25.04.2012

Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft – Messnetzbetrieb Luft
Altwahnsdorf 12, 01445 Radebeul, Bearbeiter: Dr. Horst-G. Kath

Inhalt

| | | |
|--------|---|----|
| 1. | Aufgabenstellung..... | 6 |
| 2. | Probenahme | 7 |
| 3. | Probenhandhabung und Analyse | 9 |
| 4. | Datenhandhabung..... | 10 |
| 4.1. | Blindwertbestimmung..... | 10 |
| 4.1.1. | Systemblindwert..... | 10 |
| 4.1.2. | Feldblindwert | 13 |
| 4.1.3. | Stationsblindwert | 13 |
| 4.2. | Korrektur der Messwerte | 13 |
| 4.2.1. | Nachweisgrenze | 13 |
| 4.2.2. | Blindwertkorrektur..... | 14 |
| 4.2.3. | Korrektur auf nachweisbaren Wert..... | 15 |
| 4.2.4. | Komponentenselektion für statistische Auswertung..... | 15 |
| 5. | Qualitätssicherung..... | 16 |
| 5.1. | Blindwerte | 16 |
| 5.2. | Äquivalenzbestimmung für BTX-Aromaten..... | 16 |
| 5.3. | Äquivalenzbestimmung für aliphatische Aldehyde..... | 19 |
| 6. | Hintergrundwerte..... | 20 |
| 6.1. | Hintergrund bei Anströmung aus 210 bis 60 Grad..... | 20 |
| 6.2. | Hintergrund bei Situation „keine Beschwerden“ | 21 |
| 7. | Ereigniswerte..... | 24 |
| 7.1. | Ereignisse aufgrund von Beschwerden | 24 |
| 7.2. | Ereignisse aufgrund überschrittenen Ereignisschwellenwerts | 30 |
| 8. | Ergebnisse | 34 |
| 8.1. | Schwartenberg | 34 |
| 8.1.1. | Hintergrund | 34 |
| 8.1.2. | Ereignisse aufgrund von Beschwerden | 36 |
| 8.1.3. | Ereignisse aufgrund der Überschreitung eines Ereignisschwellenwerts | 38 |
| 8.2. | Klingenthal..... | 39 |
| 8.2.1. | Hintergrund | 39 |
| 8.2.2. | Ereignisse aufgrund von Beschwerden | 41 |
| 8.2.3. | Ereignisse aufgrund der Überschreitung eines Ereignisschwellenwerts | 41 |
| 8.3. | Zeitreihenanalyse | 43 |

| | | |
|-------|---|----|
| 8.3.1 | Schwartenberg | 43 |
| 8.3.2 | Klingenthal..... | 45 |
| 9. | Zusammenfassung und Ausblick | 47 |
| 10. | Literaturverzeichnis Geruchsschwellen..... | 49 |
| 11. | Stofftabelle der Screeningkomponenten | 49 |

Verzeichnis der Tabellen

| | |
|---|----|
| Tabelle 1: Probentypen für die Messstationen | 8 |
| Tabelle 2: Analyten der Thermodesorption | 9 |
| Tabelle 3: Vergleich standzeitkorrigierter und unkorrigierter Blindwerte..... | 12 |
| Tabelle 4: Stationsblindwerte Schwartenberg | 13 |
| Tabelle 5: Vergleich von gemittelten Hintergrundmesswerten mit unterschiedlich berechneten Blindwerten | 14 |
| Tabelle 6: Vergleich der Ereignismittelwerte (Schwellwertüberschreitung) für unterschiedlich berechnete Blindwerte..... | 15 |
| Tabelle 7: Äquivalenzdaten für BTX-Prüfgas aus dem Referenz- und Kalibrierlabor | 18 |
| Tabelle 8: Hintergrundwerte, Ergebnisse mit gemittelten Blindwerten..... | 20 |
| Tabelle 9: Hintergrundwerte, Ergebnisse mit standzeitkorrigierten Blindwert..... | 20 |
| Tabelle 10: Hintergrund für „keine Beschwerden“, Ergebnisse mit gemittelten Blindwerten | 21 |
| Tabelle 11: Hintergrund „keine Beschwerden“, Ergebnisse mit standzeitkorrigierten Blindwerten ... | 22 |
| Tabelle 12: Abschätzung der Ereignisschwellen für Geruchsstoffe | 23 |
| Tabelle 13: Ergebnisse „Alle Beschwerden“ korrigiert mit gemittelten Blindwerten:..... | 24 |
| Tabelle 14: Ergebnisse „Alle Beschwerden“ mit standzeitkorrigierten Blindwerten..... | 25 |
| Tabelle 15: Ergebnisse „Mehr als 3 Beschwerden“ korrigiert mit gemittelten Blindwerten | 26 |
| Tabelle 16: Ergebnisse „Mehr als 3 Beschwerden“ mit standzeitkorrigierten Blindwerten:..... | 27 |
| Tabelle 17: Ergebnisse „Mehr als 10 Beschwerden“ korrigiert mit gemittelten Blindwerten | 28 |
| Tabelle 18: Ergebnisse „Mehr als 10 Beschwerden“ mit standzeitkorrigierten Blindwerten:..... | 29 |
| Tabelle 19: Schwellenwertereignisse, Ergebnisse korrigiert mit gemittelten Blindwerten | 30 |

| | |
|---|----|
| Tabelle 20: Schwellenwertereignisse, Ergebnisse mit standzeitkorrigierten Blindwerten | 31 |
| Tabelle 21: Schwellenwertereignisse mit Beschwerde, Ergebnisse korrigiert mit gemittelten Blindwerten | 32 |
| Tabelle 22: Schwellenwertereignisse mit Beschwerde, Ergebnisse mit standzeitkorrigierten Blindwerten | 33 |
| Tabelle 23: Hintergrund Schwartenberg Anströmung 210 bis 60 Grad | 34 |
| Tabelle 24: Hintergrundkonzentrationen für den Fall fehlender Beschwerden | 35 |
| Tabelle 25: Komponentenmittelwerte bei beschwerdebegründeten Ereignissen | 36 |
| Tabelle 26: Komponentenkonzentration bei Beschwerden und Windrichtung 90 bis 180 Grad | 37 |
| Tabelle 27: Schwellenwertereignisse Schwartenberg, Zusammenfassung..... | 38 |
| Tabelle 28: Zusammenfassung Blindwertergebnisse Klingenthal | 39 |
| Tabelle 29: Hintergrund Klingenthal Anströmung 210 bis 60 Grad | 40 |
| Tabelle 30: Abschätzung der Ereignisschwellen für Geruchsstoffe in Klingenthal | 40 |
| Tabelle 31: Komponentenmittelwerte bei beschwerdebegründeten Ereignissen | 41 |
| Tabelle 32: Schwellenwertereignisse Klingenthal, Zusammenfassung..... | 42 |

Verzeichnis der Abbildungen

| | |
|---|----|
| Abbildung 1: μ PNS MCZ..... | 7 |
| Abbildung 2: Histogramm Nonanal Blindwerte | 14 |
| Abbildung 3: Qualitätsregelkarte Benzol Schwartenberg | 16 |
| Abbildung 4: Qualitätsregelkarte Toluol Schwartenberg..... | 17 |
| Abbildung 5: Qualitätsregelkarte Benzol Klingenthal | 17 |
| Abbildung 6: Qualitätsregelkarte Toluol Klingenthal | 17 |
| Abbildung 7: Qualitätsregelkarte Hexanal Schwartenberg..... | 19 |
| Abbildung 8: Qualitätsregelkarte Benzaldehyd Schwartenberg | 19 |
| Abbildung 9: Überlagerungsdiagramm / Zeitreihe 04.11.2011 11:00 bis 12.11.2011 22:00..... | 43 |
| Abbildung 10: Überlagerungsdiagramm VOC / Zeitreihe 04.11.2011 11:00 bis 12.11.2011 22:00 | 44 |
| Abbildung 11: Überlagerungsdiagramm / Zeitreihe 04.11.2011 11:00 bis 12.11.2011 22:00..... | 44 |

| | |
|---|----|
| Abbildung 12: Überlagerungsdiagramm / Zeitreihe 05.11.2011 11:00 bis 13.11.2011 05:00 | 45 |
| Abbildung 13: Überlagerungsdiagramm / Zeitreihe 05.11.2011 11:00 bis 13.11.2011 05:00 | 46 |
| Abbildung 14: Überlagerungsdiagramm HFTCB / Zeitreihe 05.11.2011 11:00 bis 13.11.2011 05:00 . | 46 |

Verzeichnis der Formeln

| | |
|--|----|
| Formel 1: Standzeitkorrektur für Blindwerte | 10 |
| Formel 2: Berechnung des Korrektoreffekts | 11 |
| Formel 3: Berechnung der Abweichung vom Referenzwert | 16 |

Anlagen

| | |
|-------------------------------------|---|
| Messwerte Schwartenberg: | Daten in $\mu\text{g}/\text{Probe}$ unkorrigiert: Messwerte Schwartenberg |
| Systemblindwerte Schwartenberg: | Daten in $\mu\text{g}/\text{Probe}$: Systemblindwerte Schwartenberg |
| Feldblindwerte TENAX : | Daten in $\mu\text{g}/\text{Probe}$: Feldblindwerte |
| Stationsblindwerte Schwartenberg: | Daten in $\mu\text{g}/\text{Probe}$: Stationsblindwerte Schwartenberg |
| Messwerte Schwartenberg korrigiert: | Daten in $\mu\text{g}/\text{m}^3$: Messwerte Schwartenberg korrigiert |
| Messwerte Klingenthal: | Daten in $\mu\text{g}/\text{Probe}$ unkorrigiert: Messwerte Klingenthal |
| Systemblindwerte Klingenthal: | Daten in $\mu\text{g}/\text{Probe}$: Systemblindwerte Klingenthal |
| Messwerte Klingenthal korrigiert: | Daten in $\mu\text{g}/\text{m}^3$: Messwerte Klingenthal korrigiert |
| Beschwerden Erzgebirge/Vogtland: | Daten in Datei: Beschwerden_2011_Datei_LfULG |

1. Aufgabenstellung

Aufgrund von Voruntersuchungen aus dem Jahr 2010 wurden technische und analytische Möglichkeiten erarbeitet, die eine schnelle Auslösung einer Probenahme in einer Messstation im Erzgebirge ermöglicht. Die Probenahme kann durch Vorgabe einer Zeit, durch Erreichen einer Auslöseschwelle oder durch Eintreffen von Beschwerden der Bürger des Areals von Mitarbeitern des Luftmessnetzes ausgelöst werden. Die Probeluft wird dabei über je 8 Stunden auf ein Adsorptionsröhrchen vom Typ Tenax geleitet, wobei eine Vielzahl von Komponenten vom Tenax gebunden und so für eine Analyse sichergestellt wird.

Die technischen Einzelheiten dieser Vorgehensweise wurden im Jahr 2010 erarbeitet. Die Zahl der in 2010 entnommenen Proben hat für eine statistisch abgesicherte Untersuchung von Ereignissen mit Geruchswahrnehmung und für die Beurteilung der Hintergrundkonzentration nicht ausgereicht. Immerhin konnten die aliphatischen Aldehyde Hexanal, Heptanal, Octanal, Nonanal und Decanal analytisch unterhalb ihres sehr geringen Geruchsschwellenwertes nachgewiesen werden, so dass für eine umfangreichere Untersuchung die begründete Hoffnung bestand, einen kausalen Zusammenhang zwischen Geruchsereignis und analytisch erfassten Schadstoffkomponenten zu finden.

Im Jahr 2011 wurden mit finanzieller Unterstützung durch das sächsische Ministerium für Umwelt und Landwirtschaft und das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit umfangreiche Messungen durchgeführt und dazu Proben in der Station Am Schwartenberg (Neuhausen) und Klingenthal entnommen, im Labor analysiert und in Verbindung mit weiteren Messdaten und Informationen ausgewertet. Die dazu gewählte Vorgehensweise, die Handhabung der Daten, die Qualitätssicherung und die erzielten Ergebnisse sind nachfolgend zusammengefasst.

2. Probenahme

Die Probenahme erfolgte in beiden Stationen mit einem Mikroprobenahmesystem (Abbildung 1: μ PNS MCZ) der Firma MCZ, das über je 6 Probenahmekanäle verfügt, die nacheinander angesteuert werden können. Das Flussvolumen beträgt jeweils 25 ml pro Minute, so dass über einen Zeitraum von 8 Stunden (Regelprobenahmezeit) eine Probe von 12 Litern gesammelt wurde.

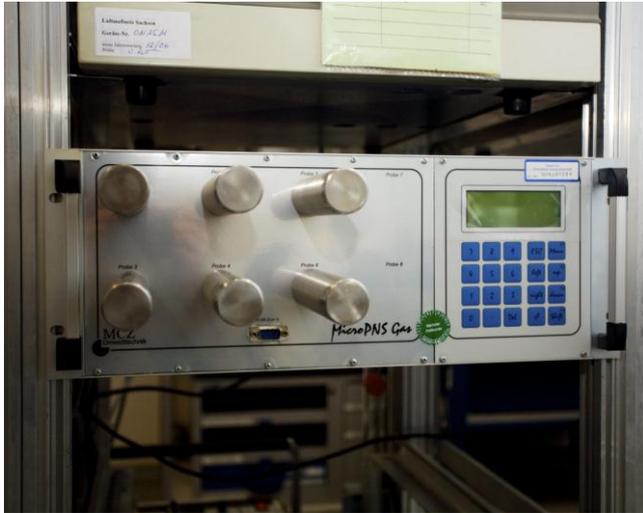


Abbildung 1: μ PNS MCZ

Dieses Volumen stellt für die gegebene Belastung der Luft und die nachfolgende Analytik ein gutes Optimum dar. Ein voll bestücktes Gerät kann unter diesen Bedingungen maximal 48 Stunden hintereinander Proben sammeln. In vielen Fällen wurde die sechste Position des μ PNS mit einer Blindprobe bestückt, um Informationen über mögliche Kontaminationen aus dem Probenahmesystem zu bekommen. In dieser Betriebsweise standen für eine Beprobung nur 5 Röhrchen zur Verfügung, mit denen eine Probenahmezeit von maximal 40 Stunden abgedeckt werden konnte.

Die Probenahme wurde nach Rücksprache mit dem Referat 51 LfULG und teilweise auch mit der Abteilung 5 des SMUL gestartet. Für einen Start gab es die nachfolgend genannten Auslöser:

- Stabile Wetterlage (WR 90 bis 210°), Geruchsereignis, von Bürgern vor Ort angezeigt
- Stabile Wetterlage (WR 90 bis 210°), Ansteigen der SO₂- und/oder Benzolkonzentration
- Stabile Wetterlage (WR 210 bis 60°)

Die Beprobung nach Typ a und b erfolgte mit dem Ziel, geruchsrelevante Komponenten zu erfassen. Der Typ c sollte Informationen liefern, wie die Luft zusammengesetzt ist, wenn sie nur die ortstypischen Komponenten beinhaltet, ein Fremdgeruch nicht feststellbar ist. Die Mehrzahl der Proben entspricht den Typen a und b, eine geringe Menge dem Typ c. In der nachfolgenden Tabelle (Tabelle 1: Probentypen für die Messstationen) sind die Probenzahlen für die Stationen Schwartenberg und Klingenthal aufgelistet und dem Typ zugeordnet:

Tabelle 1: Probentypen für die Messstationen

| Stationsname | Probenanzahl 2011 Typ a/b | Probenanzahl 2011 Typ c |
|---------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| Schwartenberg | 45 | 6 |
| Klingenthal | 26 | 3 |

3. Probenhandhabung und Analyse

Die Proben wurden nach erfolgter Beladung in der Station mit den zugehörigen Spezialverschlüssen dicht verschlossen und per Kurier nach München in das Auftragslabor gebracht (TÜV Süd Industrie Service GmbH). Die Analyse erfolgte dort mit einem Thermodesorptionsgerät Turbomatrix der Fa. Perkin Elmer und der anschließenden Analyse mit einem Gaschromatographen und massenselektivem Detektor (Fa. Agilent). Der Analysenumfang wurde anhand der Erfahrungen mit den Untersuchungen des Jahres 2010 und in Verbindung mit einem sehr niedrigen Geruchsschwellenwert der gesuchten Komponenten festgelegt. Neben diesen Erfahrungswerten ist zu berücksichtigen, dass jede Beprobung auch einen Diskriminierungseffekt für Begleitkomponenten hat, der entweder dazu führt, dass die jeweilige Komponente nicht vom Adsorptionsmittel gebunden werden oder aber nicht wieder thermodesorbiert werden kann. Die für die Geruchseignisse im Erzgebirge häufig zitierten Mercaptane gehören zu jenen Verbindungen, die nicht mehr unzerstört vom Tenax-Röhrchen desorbiert werden können. Die nachfolgende Übersicht (Tabelle 2: Analyten der Thermodesorption) stellt die für alle bearbeiteten Proben bestimmten Komponenten dar. Wegen der Möglichkeit, Benzol und Toluol sowohl mit dem μ PNS als auch mit den in den Stationen befindlichen Gaschromatographen parallel bestimmen zu können, sind diese Komponenten auch im Untersuchungsumfang enthalten, obwohl sie wegen ihrer hohen Geruchsschwellenwerte für die Ereignisbewertung nicht relevant sind. Durch die parallele und unabhängige Bestimmung ergibt diese Vorgehensweise eine gute Möglichkeit zur Qualitätssicherung.

Tabelle 2: Analyten der Thermodesorption

| | | | |
|----|------------------------|----|--|
| 1 | Benzol | 25 | Benzylalkohol |
| 2 | Toluol | 26 | 2-Phenyl-2-propanol |
| 3 | N,N-Dimethylformamid | 27 | 1-Nonanol |
| 4 | Hexanal | 28 | 6-Methyl-1-octanol |
| 5 | Heptanal | 29 | 2-Phenoxyethanol |
| 6 | Octanal | 30 | Hexamethylcyclotrisiloxan |
| 7 | Nonanal | 31 | Octamethylcyclotetrasiloxan |
| 8 | Decanal | 32 | Decamethylcyclopentasiloxan |
| 9 | Benzaldehyd | 33 | Naphthalin |
| 10 | Cyclohexanon | 34 | 2-Methylnaphthalin |
| 11 | 6-Methyl-5-hepten-2-on | 35 | Benzothiazol |
| 12 | 2-Cyclohexen-1-on | 36 | BHT und Isomere |
| 13 | Acetophenon | 37 | Cyclohexylisocyanat |
| 14 | Phenol | 38 | Cyclohexylisothiocyanat |
| 15 | Hexansäure | 39 | N-Formylmorpholin |
| 16 | Heptansäure | 40 | 4-Acetylmorpholin |
| 17 | Octansäure | 41 | Dodecan |
| 18 | Nonansäure | 42 | Tridecan |
| 19 | Decansäure | 43 | Tetradecan |
| 20 | Limonen | 44 | Pentadecan |
| 21 | d3-Caren | 45 | Hexadecan |
| 22 | Triisobutylen | 47 | Summe Hexafluortetrachlorbutan + Isomere |
| 23 | 1-Butanol | 48 | Summe VOC's |
| 24 | Ethylhexanol | | |

Die analytische Nachweisgrenze des Verfahrens beträgt 0,01 μ g Komponente pro Probe.

4. Datenhandhabung

Die Erfahrungen aus dem Jahr 2010 haben gezeigt, dass eine sinnvolle Auswertung der Daten nur möglich ist, wenn Blindwerte berücksichtigt, Nachweisgrenzen beachtet und entsprechende Korrekturen durchgeführt werden. Um die verschiedenen Handhabungen nachvollziehbar zu dokumentieren, sind nachfolgend zu allen entsprechenden Punkten Ausführungen gemacht.

4.1. Blindwertbestimmung

Die Blindwertbestimmung ist für die eingesetzte Spurenanalytik sehr wesentlich. Um die verschiedenen Einflussfaktoren auf den Blindwert feststellen zu können, sind insgesamt drei verschiedene Blindwerte bestimmt worden.

4.1.1. Systemblindwert

Der Systemblindwert ist der regelmäßig angefertigte Blindwert. Er wird erzeugt, indem bei einer Bestückung des μ PNS 5 Positionen zur normalen Beprobung mit einem geöffneten Tenax-Röhrchen versehen werden. In die sechste Position kommt ein ebenfalls geöffnetes Tenax-Röhrchen, dessen Probenluftkanal aber nicht durchströmt wird. Mit der Öffnung eines Röhrchens wird der vorhandene Kontaminationsschutz entfernt und gibt das Röhrchen für eine Anströmung frei. Diese durchdringt das Röhrchen aber erst dann, wenn eine Probenahme für die Position gestartet wurde. Davor und danach ist das Röhrchen allen Komponenten ausgesetzt, die durch Diffusion auf das Adsorptionsmittel gelangen. Die diffundierende Menge hängt von den Stoffeigenschaften der Komponente, von der Temperatur, vom Adsorptionsmittel, von dem Konzentrationsunterschied in der Quelle (Luft im μ PNS) und der Senke (Röhrchen), von der Strömungsgeschwindigkeit und der Zeit ab. In einer klimatisierten Station, bei gleichem Probenahmegerät und gleichem Adsorptionsmittel sind damit der Konzentrationsunterschied und die Zeit die entscheidenden Einflussgrößen auf das Blindwertverhalten. Untersuchungen mit unterschiedlicher Verweildauer des Systemblindwertes im μ PNS haben gezeigt, dass die Verweilzeit für einige Komponenten Einfluss auf die Höhe der Systemblindwerte hat, so dass eine Überlegung darin besteht, den ermittelten Blindwert je Komponente auf die Verweildauer zu beziehen, um homogenere Blindwerte zu bekommen, die nur eine geringe Schwankungsbreite aufweisen. Führt man eine Korrektur auf eine Verweilzeit von 7 Tagen bzw. 168 Stunden durch, so wird der unkorrigierte Blindwert durch die tatsächliche Verweilzeit in Stunden geteilt und mit 168 Stunden multipliziert. Eine Blindwertkomponente mit einem unkorrigierten Blindwerte von $0,05 \mu\text{g}$ und einer Verweildauer von 360 Stunden würde danach wie folgt korrigiert (Formel 1: Standzeitkorrektur für Blindwerte):

$$C = \frac{0,05 \mu\text{g}}{360\text{h}} \times 168\text{h} = 0,023 \mu\text{g}$$

Formel 1: Standzeitkorrektur für Blindwerte

Insbesondere für Blindwerte, die sehr lange Verweildauern im System hatten, ergibt die Normierung auf einen 168-Stunden-Bezug natürlich einen kleineren Wert, weil ein großer Divisor zur Anwendung kommt. Inwieweit eine solche standzeitbezogene Korrektur der Blindwerte sinnvoll ist, lässt sich am absoluten Betrag der jeweiligen Komponentenmasse nicht erkennen. Es ist aber sinnvoll, den Effekt einer Korrektur durch Gegenüberstellung mit unkorrigierten Blindwerten zu prüfen. Dies wurde über das Kollektiv aller Blindwerte vom Schwartenberg durchgeführt. Im Ergebnis erhält man für die korrigierten und unkorrigierten Blindwerte über alle Daten einen arithmetischen Mittelwert, minimale und maximale Messwerte, die Spannweite, den Median und andere Größen. Zur Bewertung des Ef-

Effekt der Blindwertkorrektur wurde aus diesen Daten berechnet, wie sich die Spannweite der Daten verändert, wenn man eine Korrektur durchführt oder nicht. Um dies rechnerisch zu verfolgen, wurde für jede Komponente jeweils folgende Berechnung durchgeführt (Formel 2: Berechnung des Korrektoreffekts):

$$\text{Effekt} = \frac{\text{MaximalerMesswert}_{\text{korr}} - \text{arithm.MW}_{\text{korr}}}{\text{arithm.MW}_{\text{korr}}} - \frac{\text{MaximalerMesswert}_{\text{unkorr}} - \text{arithm.MW}_{\text{unkorr}}}{\text{arithm.MW}_{\text{unkorr}}}$$

Formel 2: Berechnung des Korrektoreffekts

Das Ergebnis, angegeben in Prozent, ist vom Vorzeichen her negativ, wenn die Spannweite der unkorrigierten Werte größer ist. Die Korrektur hat dann eine Reduzierung der Varianz und Inhomogenität erzielt. Alle Komponenten, deren Blindwert durch die Berücksichtigung der Standzeit auf diese Weise korrigierbar ist, liegen möglicherweise in der Stations- und Geräteluft in solcher Menge vor, dass deren Adsorption am Tenax direkt von der Standzeit abhängt, die Desorption untergeordnet ist. Ergebnisse, die ein positives Vorzeichen haben, belegen, dass ein Bezug des Blindwertes auf die Standzeit eine Erhöhung der Spannweite zwischen Maximalwert und Mittelwert und damit einen ungewollten Effekt bringt. Für diese Verbindungen ist es typisch, dass ihr Wert offensichtlich nicht durch permanente Anwesenheit in der Stations- oder Geräteluft hervorgerufen wird. Eine mögliche Erklärung dafür sind kurze zeitliche Ereignisse, die an irgendeiner anderen Stelle im Workflow des geöffneten Röhrchens eintreten oder die Verbindung durch den analytischen Laborprozess freigesetzt wird. Die Feldblindwerte, die die Kontaminationen und/oder Artefakte des analytischen Laborprozesses ausweisen, zeigen nur bei der Verbindung Hexamethylcyclotrisiloxan einen Messwert.

In der nachfolgenden Zusammenstellung (Tabelle 3: Vergleich standzeitkorrigierter und unkorrigierter Blindwerte) sind die Ergebnisse der o.g. statistischen Analyse von Blindwerten mit und ohne Korrektur dargestellt:

Tabelle 3: Vergleich standzeitkorrigierter und unkorrigierter Blindwerte

| Analysespalten | BW unkor. | BW kor. | MaxBW-MWunkorr./MW unkor. | MaxBWKorr.-MWkorr./MW korr. | Korr.Effekt | Effekt |
|----------------------------------|-----------|---------|---------------------------|-----------------------------|-------------|---------|
| 1-Butanol | 0,047 | 0,028 | 205% | 352% | 147% | negativ |
| 2-Phenoxyethanol | 0,065 | 0,014 | 9% | 235% | 225% | negativ |
| 2-Phenyl-2-propanol | 0,017 | 0,009 | 59% | 142% | 83% | negativ |
| 6-Methyl-1-octanol | 0,055 | 0,012 | 139% | 230% | 91% | negativ |
| 6-Methyl-5-hepten-2-on | 0,025 | 0,008 | 62% | 287% | 224% | negativ |
| Acetophenon | 0,018 | 0,006 | 92% | 167% | 74% | negativ |
| Benzaldehyd | 0,034 | 0,018 | 146% | 187% | 40% | negativ |
| Benzothiazol | 0,106 | 0,028 | 398% | 150% | -248% | positiv |
| Benzylalkohol | 0,094 | 0,011 | 156% | 144% | -12% | positiv |
| BHT und Isomere | 0,167 | 0,034 | 370% | 147% | -223% | positiv |
| Cyclohexanon | 0,041 | 0,011 | 315% | 147% | -167% | positiv |
| Cyclohexylisocyanat | 0,06 | 0,019 | 190% | 367% | 176% | negativ |
| Cyclohexylisothiocyanat | 0,27 | 0,068 | 502% | 68% | -433% | positiv |
| Decamethylcyclopentasiloxan | 0,028 | 0,005 | 139% | 294% | 155% | negativ |
| Decanal | 0,053 | 0,052 | 159% | 515% | 356% | negativ |
| Dodecan | 0,011 | 0,005 | 9% | 20% | 11% | neutral |
| Ethylhexanol | 0,193 | 0,052 | 529% | 178% | -351% | positiv |
| Heptanal | 0,045 | 0,02 | 216% | 191% | -25% | positiv |
| Hexadecan | 0,041 | 0,005 | 160% | 160% | 0% | neutral |
| Hexamethylcyclotrisiloxan | 0,125 | 0,048 | 371% | 222% | -149% | positiv |
| Hexanal | 0,043 | 0,018 | 432% | 251% | -180% | positiv |
| Limonen | 0,034 | 0,008 | 221% | 162% | -59% | positiv |
| N,N-Dimethylformamid | 0,059 | 0,01 | 255% | 133% | -122% | positiv |
| Naphthalin | 0,048 | 0,01 | 165% | 238% | 73% | negativ |
| Nonanal | 0,073 | 0,061 | 170% | 378% | 208% | negativ |
| Octamethylcyclotetrasiloxan | 0,061 | 0,022 | 4,08 | 1,63 | -2,44 | positiv |
| Octanal | 0,047 | 0,03 | 95% | 317% | 222% | negativ |
| Pentadecan | 0,04 | 0,01 | 2,54 | 1,42 | -1,12 | positiv |
| Phenol | 0,05 | 0,013 | 109% | 285% | 176% | negativ |
| Summe Hexafluortetrachlorbutan + | 0,053 | 0,008 | 80% | 275% | 195% | negativ |
| Summe VOC's | 1,497 | 0,535 | 3,76 | 1,69 | -2,07 | positiv |
| Tetradecan | 0,022 | 0,006 | 92% | 184% | 93% | negativ |
| Toluol | 0,019 | 0,017 | 2,42 | 2,06 | -0,36 | positiv |
| Tridecan | 0,012 | 0,005 | 8% | 122% | 114% | negativ |
| Triisobutylen | 0,042 | 0,002 | 89% | 170% | 81% | negativ |

In der Tabellenspalte „Effekt“ ist die Bewertung dahingehend vorgenommen, ob die Blindwertkorrektur eine Verbesserung der Homogenität und Varianz der Werte erbringt oder nicht. Ist der Effekt positiv, kann von einer permanenten Anwesenheit der Verbindung in der Stations- und Geräteluft ausgegangen werden. Im Grunde sollten diese auch in der Immission gefunden werden. Damit wäre eine standzeitabhängige Korrektur sinnvoll anzuwenden. Von 35 nachweisbaren Blindwertkomponenten betrifft das 17, wenn man die Neutraleffekte mit hinzurechnet. 18 Verbindungen lassen sich demgegenüber nicht sinnvoll mit der Standzeit korrigieren. Darunter sind Octanal und Nonanal als Geruchsindikatoren.

Aufgrund dieses Ergebnisses ist eine Entscheidung über die Vorgehensweise problematisch. Möglicherweise ist die Verwendung verschiedener Blindwerte sinnvoll: ein Standzeitkorrigierter für Komponenten, die das rechtfertigen und ein Nicht-Standzeitkorrigierter für die anderen. Ein weiterer Aspekt ist sicher darin zu sehen, welche Auswirkung die Blindwertkorrektur auf die Ergebnisse hat.

4.1.2. Feldblindwert

Feldblindwerte sind Messwerte von Thermodesorptionsröhrchen, die während des gesamten Nutzungszyklus nicht geöffnet wurden. Ihr Lebensweg lässt sich in Kurzform so beschreiben:

Konditionierung im Labor TÜV München → Transport zum GB4 → Lagerung im GB4 mit den anderen Röhrchen der Charge → Transport zum TÜV München → Analyse. Auf diesem Lebensweg kann einzig ein undichter Verschluss des Röhrchens zu einer Kontamination führen. Die durchgeführten Untersuchungen an 6 Feldblindwerten haben gezeigt, dass die Röhrchen nahezu blindwertfrei bleiben. (Ausnahme: Hexamethylcyclotrisiloxan, in drei von 5 Feldblindwerten mit etwa 0,01 µg nachweisbar). Eine Korrekturmaßnahme ist daher nicht erforderlich.

4.1.3. Stationsblindwert

Es gab insbesondere bezüglich der Komponente Ethylhexanol den Verdacht, dass eine Kontamination der Proben durch Anwesenheit dieser Verbindung in der Luft der Station infolge einer Emission aus einem technischen Gerät auftritt. Um diese zu prüfen, wurde Stationsluft direkt auf Thermodesorptionsröhrchen gezogen und untersucht. Ethylhexanol wurde in beiden Proben, die für die Bestimmung entnommen wurden, nicht nachgewiesen. Nachfolgende Tabelle (Tabelle 4: Stationsblindwerte Schwartenberg) zeigt die Befunde

Tabelle 4: Stationsblindwerte Schwartenberg

| Probenahmezeit | 18.7., 11:00 - 12:00 | 18.7., 12:00 - 13:00 | 18.7., 11:00 - 12:00 | 18.7., 12:00 - 13:00 |
|-----------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Einheit | µg/Probe | µg/Probe | µg/m ³ | µg/m ³ |
| Octanal | 0,012 | 0,011 | 2,04 | 1,87 |
| Nonanal | 0,038 | 0,037 | 6,46 | 6,29 |
| Decanal | 0,029 | 0,03 | 4,93 | 5,10 |
| 1-Butanol | 0,019 | 0,029 | 3,23 | 4,93 |
| Hexamethylcyclotrisiloxan | 0,026 | 0,022 | 4,42 | 3,74 |
| Octamethylcyclotetrasiloxan | 0,011 | | 1,87 | |
| Summe VOC's | 0,135 | 0,129 | 22,96 | 21,94 |

4.2. Korrektur der Messwerte

Die nicht vermeidbare Diffusion von Gaskomponenten auf das Adsorbens und andere Effekte sind dafür verantwortlich, dass die Messwerte korrigiert werden müssen. Die Korrektur beschränkt sich auf die Verrechnung mit einem Blindwert. Bei den dafür notwendigen Rechenoperationen ergeben sich Daten, die in der Regel genauer angegeben werden als dies aufgrund der Nachweisgrenze sinnvoll erscheint. Die Rundung der Daten wird in einem letzten Schritt des Korrekturverfahrens so durchgeführt, dass die Nachweisgrenze wieder korrekt berücksichtigt ist. In den Abschnitten 4.2.1 bis 4.2.3 wird das Korrekturverfahren für die Messwerte detailliert vorgestellt.

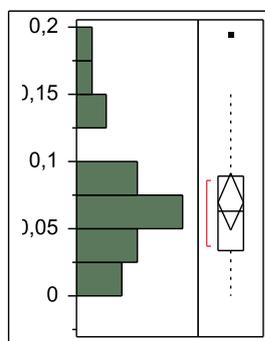
4.2.1. Nachweisgrenze

Die Nachweisgrenze des analytischen Verfahrens beträgt 0,01 µg / Probe und Komponente. Die mit den Luftprobenvolumina zu verrechnenden Massen werden nach erfolgter Blindwertkorrektur nur dann als nachgewiesen angegeben, wenn sie den Wert von 0,01 µg erreichen oder größer sind. Mit dieser unteren Masse und dem Standardvolumen für die Probenahme von rund 12 Litern im Betriebszustand ergibt sich eine Nachweisgrenze für die Konzentration von (0,01 µg/12 Liter) x 1000 l/m³ = 0,833 µg/m³. In der Auswertung wird dem durch einen gerundeten Ersatzwert von 1 µg/m³ Rechnung getragen. Kleinere Werte werden aus den Zellen bzw. Zeilen entfernt, um den Eintrag „kleiner“ oder „0“ , der bei mathematisch-statistischen Operationen stört, zu vermeiden.

4.2.2. Blindwertkorrektur

Die Korrektur der Messwerte erfolgt über die Verrechnung eines Blindwertes. Wie im Abschnitt 4.1.1 bereits dargelegt, kann aus den angefertigten Blindwerten ein standzeitkorrigierter oder ein durch Mittelung bestimmter Mittelwert zum Einsatz kommen. Es wurde bereits gezeigt, dass bei einer Standzeitkorrektur nur für etwa die Hälfte der ermittelten Komponenten ein die Schwankungsbreite reduzierender Effekt nachgewiesen werden kann. Die Analyse der Verteilungscharakteristik der Blindwerte zeigt, dass eine schiefe, teilweise auch bimodale Verteilung vorliegt, die der Anwendung eines arithmetischen Mittelwertes entgegensteht. Die nachfolgende Abbildung (Abbildung 2: Histogramm Nonanal Blindwerte) zeigt das Histogramm der Systemblindwerte für Nonanal am Schwarzenberg:

Verteilungen Nonanal



Quantile

| | | |
|---------|---------|---------|
| 100,0 % | Maximum | 0,19800 |
| 99,5 % | | 0,19800 |
| 97,5 % | | 0,19800 |
| 90,0 % | | 0,14620 |
| 75,0 % | Quartil | 0,08900 |
| 50,0 % | Median | 0,06300 |
| 25,0 % | Quartil | 0,03400 |
| 10,0 % | | 0,01370 |
| 2,5 % | | 0,00000 |
| 0,5 % | | 0,00000 |
| 0,0 % | Minimum | 0,00000 |

Abbildung 2: Histogramm Nonanal Blindwerte

Es ist zu erkennen, dass das Maximum der Verteilungsfunktion beim Median liegt. Aus diesem Grund ist ein möglicher Alternativansatz zur Berücksichtigung der Blindwerte darin zu sehen, den Median zu verwenden und von den Messwerten für die Blindwertkorrektur abzuziehen. Wegen der zwei unterschiedlichen Korrekturvarianten und deren Einfluss auf das Ergebnis wurde in den Punkten 6 und 7 zur Bestimmung der Hintergrund- und Ereigniskonzentrationen für den Schwarzenberg so vorgegangen, dass beide Methoden benutzt und damit die Auswirkung der Korrekturverfahren sichtbar gemacht wurden. Dies führte bei den objektiv zu beurteilenden Hintergrundwerten mit westlicher oder nördlicher Anströmung zu ähnlichen Ergebnissen, die in der nachfolgenden Tabelle (Tabelle 5: Vergleich von gemittelten Hintergrundmesswerten mit unterschiedlich berechneten Blindwerten) gegenübergestellt sind:

Tabelle 5: Vergleich von gemittelten Hintergrundmesswerten mit unterschiedlich berechneten Blindwerten

| Analysenspalte | MW STZ-BW | MW Median-BW | Bemerkung |
|-----------------|-----------|--------------|---|
| SO ₂ | 1,4 | 1,4 | Korrektur irrelevant, da anderes Analyseverfahren |
| Benzol (GC) | 0,3 | 0,3 | Korrektur irrelevant, da anderes Analyseverfahren |
| Toluol (GC) | 0,2 | 0,2 | Korrektur irrelevant, da anderes Analyseverfahren |
| Nonanal | 6,1 | 5,5 | |
| Decanal | 3,7 | 4,6 | |
| Octanal | 1,4 | 1,2 | |
| HFTCB | 4,3 | 4,3 | HFTCB = Hexafluortetrachlorbutanisomere |

Für die Ermittlung von Ereignissen aufgrund der Überschreitung von Ereignisschwellenwerten (siehe auch Punkt 7.2) ergibt sich für die Mittelwerte der Ereigniskonzentrationen ein analoges Bild, das in der nachstehenden Tabelle [Tabelle 6: Vergleich der Ereignismittelwerte (Schwellwertüberschreitung) für unterschiedlich berechnete Blindwerte] dokumentiert ist:

Tabelle 6: Vergleich der Ereignismittelwerte (Schwellwertüberschreitung) für unterschiedlich berechnete Blindwerte

| Analysenspalte | MW STZ-BW | MW Median-BW | Bemerkung |
|----------------|-----------|--------------|---|
| Nonanal | 25,5 | 22,1 | |
| Benzol (TDS) | 3,1 | 2,4 | TDS = Thermodesorption |
| Octanal | 6,2 | 5,3 | |
| Decanal | 14,3 | 9,7 | |
| Benzaldehyd | 4,4 | 4,3 | |
| Ethylhexanol | 6,6 | 8,2 | |
| Benzothiazol | 3 | 2,1 | |
| HFTCB | 31,7 | 23,2 | HFTCB = Hexafluortetrachlorbutanisomere |
| VOC | 121 | 88 | |

Aufgrund dieser Ergebnisse werden die Mediane der Blindwerte für die Ermittlung der Messdaten eingesetzt, da dieses Verfahren für alle Messwerte gleichermaßen eingesetzt werden kann.

4.2.3. Korrektur auf nachweisbaren Wert

Die Blindwertkorrektur kann zu Ergebnissen führen, die unter der Nachweisgrenze von 0,01 µg liegen oder sogar negative Werte annehmen. Um die Berechnung der Stoffkonzentrationen korrekt durchzuführen, müssen korrigierte Messwerte ersetzt werden, wenn sie kleiner 0,01 µg bzw. negativ sind. Aus Gründen der Handhabbarkeit und Konsistenz des Datenbestands werden solche Werte in den Datentabellen gestrichen. Ein fehlender Wert bedeutet daher, dass die Komponente unter der Nachweisgrenze liegt.

4.2.4. Komponentenselektion für statistische Auswertung

Für statistische Auswertungen ist die Klassierung der Daten sinnvoll, um sie nach bestimmten Kriterien ordnen und untersuchen zu können. Im Rahmen der Bildung von Klassen zeigen sich häufig für mehrere Komponenten vollständig fehlende Messwerte. So ist es bei westlicher Anströmung praktisch so, dass am Schwartenberg von 48 Verbindungen der Komponentenmatrix nur noch 5 nachweisbar sind. Um die leeren Datenfelder nicht durch die Auswertung zu schleppen und die Übersichtlichkeit zu erhöhen, sind diese Datenfelder und die zugehörigen Komponentennamen dann nicht mit angegeben. Der Datensatz wurde auf die nachweisbaren Komponenten reduziert.

5. Qualitätssicherung

5.1. Blindwerte

Im Rahmen der Messungen wurden insgesamt 22 Systemblindwerte am Schwartenberg, 7 Systemblindwerte in Klingenthal, 5 Feldblindwerte und 2 Stationsblindwerte angefertigt. Die Ergebnisse der Bestimmungen sind unter 4.1.1 bis 4.1.3 in Form der Mittelwerte zusammengefasst.

5.2. Äquivalenzbestimmung für BTX-Aromaten

Durch den Einsatz von Gaschromatographen in den Stationen Schwartenberg und Klingenthal bestand die Möglichkeit, die mit Thermodesorption ermittelten Konzentrationen für Benzol und Toluol mit den GC-Werten zu vergleichen und dieses für die Beurteilung der Werte der Thermodesorption heranzuziehen. Dazu wurden aus den kontinuierlichen GC-Daten jeweils die 8-Stunden-Mittelwerte für den Sammelzeitraum des μ PNS aus der ADVIS-Datenbank ermittelt und den Messwerten der Thermodesorption gegenübergestellt. Die Berechnung der Qualitätsregelkarten erfolgt auf der Grundlage der Beziehung (Formel 3: Berechnung der Abweichung vom Referenzwert):

$$A = \frac{TDS - GC}{GC} [\%]$$

Formel 3: Berechnung der Abweichung vom Referenzwert

worin TDS die mit Thermodesorption bestimmte Konzentration, GC die mittels GC gemessene Konzentration ist. Damit ergibt sich für $A = 0$ eine Übereinstimmung mit der Referenz und z.B. für $A = 100\%$ ein Offset von 100% zum Referenzwert.

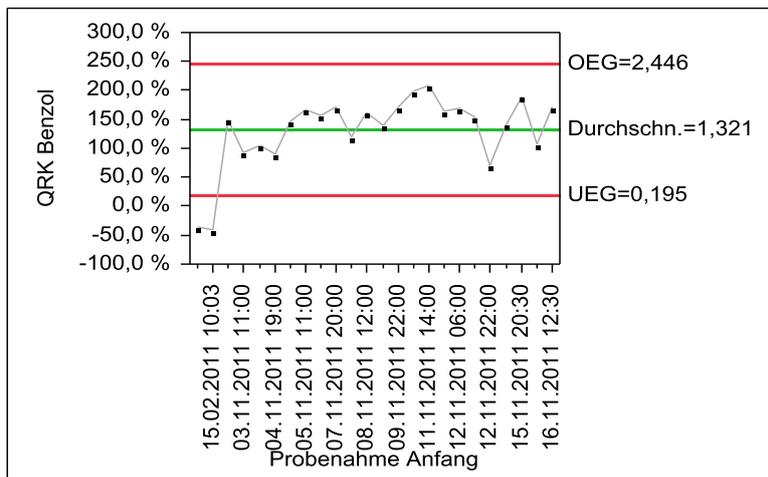


Abbildung 3: Qualitätsregelkarte Benzol Schwartenberg

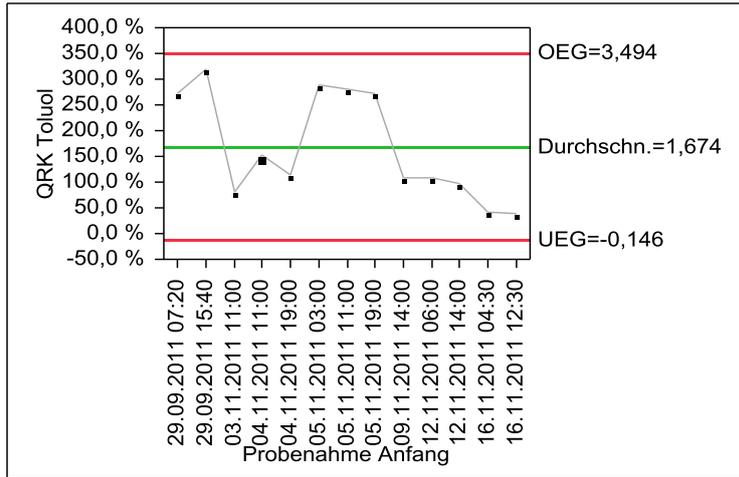


Abbildung 4: Qualitätsregelkarte Toluol Schwartenberg

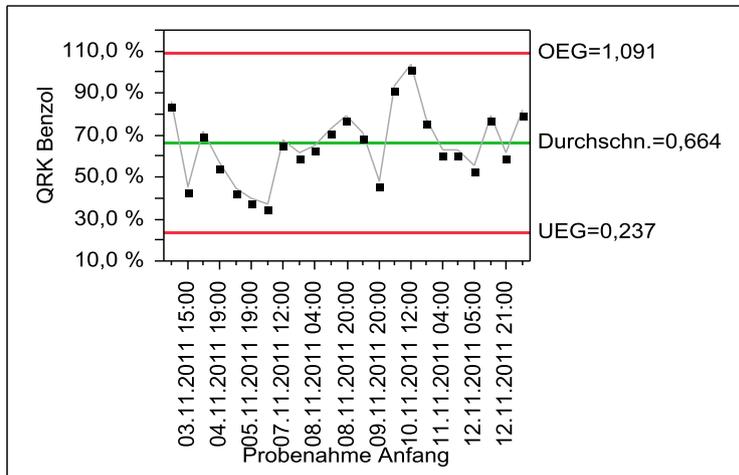


Abbildung 5: Qualitätsregelkarte Benzol Klingenthal

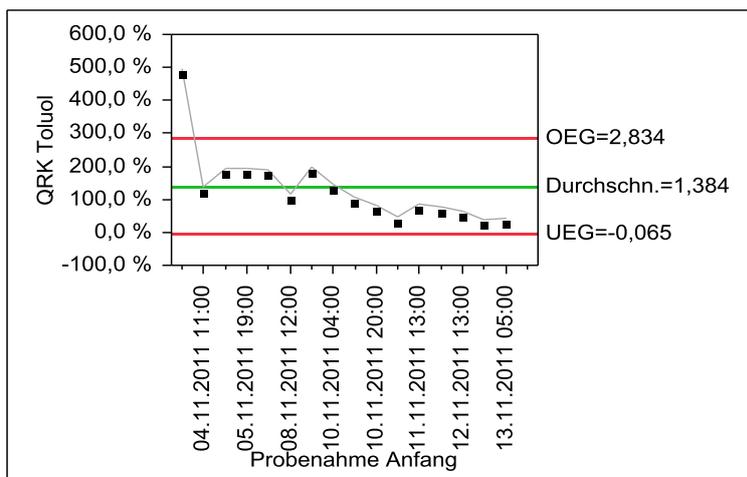


Abbildung 6: Qualitätsregelkarte Toluol Klingenthal

Die Ergebnisse der Qualitätsregelkarten sind für den Schwartenberg (Abbildung 3: Qualitätsregelkarte Benzol Schwartenberg, Abbildung 4: Qualitätsregelkarte Toluol Schwartenberg) nicht annehmbar, da für Benzol im Schnitt mit TDS ein Offset zum Referenzwert von rund 140 % besteht, der sich auch annähernd konstant über den Messzeitraum erstreckt. Für Toluol sieht der Sachverhalt ähnlich schlecht aus. Die zeitliche Konstanz ist geringer und der Offset etwas niedriger. Für Klingenthal stimmen die Werte etwas besser überein (Abbildung 5: Qualitätsregelkarte Benzol Klingenthal, Abbildung 6: Qualitätsregelkarte Toluol Klingenthal). Dennoch sind die Ergebnisse nicht akzeptabel und weisen auf ein Problem der Äquivalenz hin. Da für die Thermodesorption beim Labor keine Kalibrierung über das Gesamtverfahren durchgeführt wird, ergab sich aufgrund der starken Abweichungen im Sinne von hohen Mehrbefunden die Notwendigkeit, eine solche Kalibrierung über das Gesamtverfahren nachzuholen.

Für diese Fragestellung wurde an der Prüfgasanlage im Referenz- und Kalibrierlabor der BfUL ein Prüfgas mit den Komponenten Benzol, Toluol, ortho-, meta- und para-Xylol in einem Konzentrationsbereich unter $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ hergestellt und ein GC mit FID als Detektor parallel mit zwei μPNS mit Tenax-Röhrchen zur Beprobung eingesetzt. Auf diese Weise konnte das TDS-Verfahren gegen eine bekannte BTX-Referenz mit Anschluss an das nationale Normal geprüft werden. Je μPNS wurden 4 TDS-Röhrchen und zwei Systemblindwerte angefertigt. Die insgesamt 4 Systemblindwerte waren für die BTX-Aromaten ohne Messwert, was einer Konzentration von weniger als $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ entspricht. Die Ergebnisse der Laboranalyse und der Vergleich mit den GC-Werten zeigt für die beiden Probenahme-systeme folgendes Bild:

Tabelle 7: Äquivalenzdaten für BTX-Prüfgas aus dem Referenz- und Kalibrierlabor

| | μPNS09M | | | | MW09M | $\mu\text{PNS ZS08M}$ | | | | MW ZS08M | MW gesamt |
|--------------------|--------------------|--------|--------|--------|-------------|-----------------------|--------|--------|--------|-------------|-------------|
| Probe | 1080-1 | 1081-2 | 1082-3 | 1083-4 | | 1086-1 | 1087-2 | 1088-3 | 1089-4 | | |
| Benzol | -26% | -21% | -29% | -24% | -25% | -18% | -24% | 0% | 3% | -10% | -18% |
| Toluol | 16% | 18% | 32% | 18% | 21% | 8% | 6% | 11% | 13% | 10% | 16% |
| m-, p-Xylol | 15% | 15% | 16% | 14% | 15% | 2% | -6% | 2% | 3% | 0% | 8% |
| o-Xylol | 0% | 2% | 2% | 0% | 1% | -13% | -19% | -11% | -11% | -13% | -5% |

Nach diesen Ergebnissen hat die Thermodesorption Konzentrationen geliefert, deren Abweichung zum Referenzverfahren annehmbar ist. Für die Interpretation der Befunde der Thermodesorption ist das eine positive Bestätigung.

Im Rückschluss auf die Daten der Gaschromatographen am Schwartenberg und in Klingenthal deuten die Ergebnisse darauf hin, dass die beobachteten Abweichungen in den Regelkarten und möglicherweise auch deren teilweise hohe zeitliche Schwankungen auch in der Qualität der GC-Messwerte bei niedrigen Konzentrationen begründet ist. Die Sicherung der GC-Befunde erfolgt routinemäßig mit Funktionskontrollen und Routinetransfers, wofür Konzentrationen von etwa 6 bis $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ je BTX-Komponente eingesetzt werden. Alle für die Auswertung herangezogenen GC-Messwerte sind validiert und somit auf eine korrekte Funktionskontrolle und auf einen erfolgreichen Routinetransfer zurückführbar. Dass es dennoch zu einer nicht plausiblen Abweichung zwischen Thermodesorptionsdaten und GC-Messwerten gekommen ist, hat seine Ursache vermutlich in der für diesen GC-Detektortyp nötigen Linearisierung, die für die Geräte Synspec GC 955 erfolgt, aber vom Start an Schwierigkeiten bereitet hat. Als Konsequenz aus diesen Erkenntnissen wird im Luftmessnetz an einer Lösung gearbeitet, die eine regelmäßige Überprüfung der GC mit einer geeigneten, permanent messenden Referenz ermöglicht. Dazu kommt ein GC mit FID-Detektor in Frage, da dieser über einen sehr großen Konzentrationsbereich linear arbeitet. Bezüglich der Überwachung des geltenden

Grenzwerts von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für Benzol ist die Datenqualität der GC 955 dennoch geeignet, da sowohl die Funktionskontrolle als auch der Routinetransfer diesen Messbereich sehr gut abdecken.

5.3. Äquivalenzbestimmung für aliphatische Aldehyde

Für eine Äquivalenzbestimmung aliphatischer Aldehyde wurde im Parallelbetrieb ein zweites μPNS am Schwartenberg eingesetzt. Während an einem μPNS die Sammlung der Proben an Tenax erfolgte, geschah diese beim zweiten System an mit Dinitrophenylhydrazin belegtem Kieselgel, um die Aldehyde in situ zu den Hydrazonen umzuwandeln und diese dann später mittels HPLC zu analysieren. Auf diese Weise können die Ergebnisse von Hexanal und Benzaldehyd aus der Thermodesorption unabhängig mit den Werten aus der Chromatographie verglichen werden. Die Berechnung erfolgt analog zu den QRK Benzol, wobei hier das DNPH-Verfahren als Referenzwert gesetzt wird. Dies erscheint sinnvoll, da durch die in situ Derivatisierung eine hohe Abscheidesicherheit und sehr geringe Diffusions- und Desorptionsverluste für das Hydraxon vorausgesetzt werden können (Abbildung 7: Qualitätsregelkarte Hexanal Schwartenberg und Abbildung 8: Qualitätsregelkarte Benzaldehyd Schwartenberg).

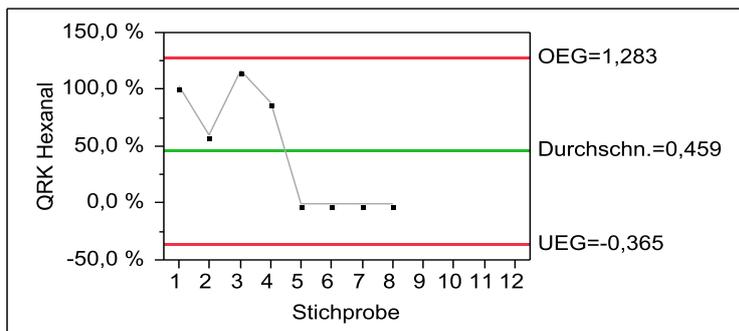


Abbildung 7: Qualitätsregelkarte Hexanal Schwartenberg

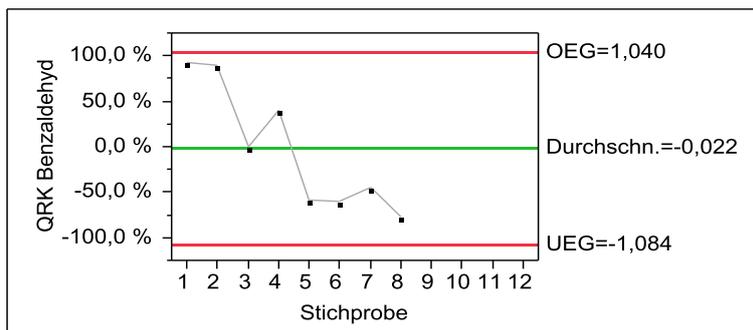


Abbildung 8: Qualitätsregelkarte Benzaldehyd Schwartenberg

Die dargestellten Ergebnisse belegen eine recht gute Übereinstimmung der Thermodesorptionsdaten zu den Referenzmesswerten mit den derivatisierten Aldehyden und deren Analyse mit HPLC. Für Benzaldehyd ist festzuhalten, dass es eine Tendenz zu Minderbefunden gibt. Mit diesem Wissen sind die vorhandenen Benzaldehydmesswerte jedenfalls als gesicherte Mindestbefunde anzunehmen.

6. Hintergrundwerte

Hintergrundwerte sollen eine Situation beschreiben, in der entweder aufgrund der Anströmrichtung oder wegen fehlender Beschwerden eine Belastung der Luft über das standorttypische Maß hinaus nicht angenommen oder nicht festgestellt wird. In den nachfolgenden Tabellen sind die Hintergrundwerte für eine Anströmung aus Windrichtungen zwischen 210 und 60 Grad sowie Hintergrundwerte, die zu einem Zeitpunkt gemessen wurden, für den keine Beschwerden durch Anwohner bekannt sind, aufgeführt. Jeder Typ dieser Hintergrundwerte wurde mit Blindwertkorrekturen anhand gemittelter Blindwerte und anhand standzeitkorrigierter Blindwerte ermittelt. Die Daten sind nach der Häufigkeit geordnet, mit der die Komponente jeweils messbar war. Je höher der Wert für N ist, umso typischer ist der Schadstoff und die vorgefundene Konzentration für die Situation.

6.1. Hintergrund bei Anströmung aus 210 bis 60 Grad

Tabelle 8: Hintergrundwerte, Ergebnisse mit gemittelten Blindwerten

| Analysespalten | N | Mittelwert | Std.-Abw. | Min. | Max. | Spannweite | Median |
|--------------------------------------|---|------------|-----------|------|------|------------|--------|
| Beschwerdeführer | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Nonanal | 6 | 5,5 | 2,9 | 2,4 | 9,7 | 7,3 | 4,6 |
| SO ₂ in µg/m ³ | 6 | 1,4 | 0,4 | 1 | 1,9 | 0,9 | 1,3 |
| GC Benzol korr. L.i.N. | 6 | 0,3 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,2 | 0,3 |
| GC Toluol korr. L.i.N. | 6 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,2 |
| Decanal | 5 | 4,6 | 4,3 | 1,3 | 11,4 | 10 | 2,4 |
| Octanal | 1 | 1,2 | . | 1,2 | 1,2 | 0 | 1,2 |
| Σ Hexafluortetrachlorbutan | 1 | 4,3 | . | 4,3 | 4,3 | 0 | 4,3 |

Tabelle 9: Hintergrundwerte, Ergebnisse mit standzeitkorrigierten Blindwert

| Analysespalten | N | Mittelwert | Std.-Abw. | Min. | Max. | Spannweite | Median |
|--------------------------------------|---|------------|-----------|------|------|------------|--------|
| Beschwerdeführer | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Nonanal | 6 | 6,1 | 1,8 | 3,3 | 8,3 | 5 | 6,5 |
| Σ Hexafluortetrachlorbutan | 6 | 4,3 | 3 | 1 | 9,2 | 8,2 | 4,1 |
| SO ₂ in µg/m ³ | 6 | 1,4 | 0,4 | 1 | 1,9 | 0,9 | 1,3 |
| Benzol GC in µg/m ³ | 6 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,2 | 0,3 |
| Decanal | 5 | 3,7 | 3,4 | 0,6 | 9,2 | 8,6 | 2,1 |
| Octanal | 4 | 1,4 | 0,2 | 1,1 | 1,6 | 0,5 | 1,4 |

6.2. Hintergrund bei Situation „keine Beschwerden“

Tabelle 10: Hintergrund für „keine Beschwerden“, Ergebnisse mit gemittelten Blindwerten

| Analysespalten | N | Mittelwert | Std.-Abw. | Min. | Max. | Spannweite | Median |
|--------------------------------------|----|------------|-----------|------|-------|------------|--------|
| Beschwerdeführer | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Nonanal | 22 | 11,2 | 9,5 | 2,4 | 34,8 | 32,5 | 8,4 |
| SO ₂ in µg/m ³ | 22 | 32,7 | 41,5 | 1 | 146,2 | 145,2 | 18 |
| GC Toluol korr. L.i.N. | 22 | 0,7 | 0,5 | 0,1 | 1,9 | 1,8 | 0,8 |
| Decanal | 20 | 6,7 | 5,9 | 1,3 | 23,1 | 21,8 | 4,7 |
| GC Benzol korr. L.i.N. | 16 | 0,9 | 0,8 | 0,1 | 2,8 | 2,7 | 0,6 |
| Benzol | 14 | 3,1 | 1,6 | 1,5 | 7,2 | 5,7 | 3 |
| Toluol | 14 | 2,1 | 1,6 | 0,3 | 6,9 | 6,6 | 1,5 |
| Σhexafluortetrachlorbutan | 13 | 18,4 | 12,9 | 1,4 | 35,7 | 34,3 | 18,5 |
| Summe VOC's | 9 | 122,1 | 154,9 | 5,3 | 520,8 | 515,6 | 90 |
| Octanal | 8 | 5,9 | 3,2 | 1,2 | 11 | 9,8 | 6,3 |
| Hexanal | 6 | 2,4 | 2,1 | 1 | 6,6 | 5,6 | 1,6 |
| Benzaldehyd | 6 | 5 | 1,1 | 3,9 | 7 | 3,1 | 4,7 |
| Ethylhexanol | 6 | 18,1 | 27,5 | 6,1 | 74,3 | 68,2 | 6,9 |
| Pentadecan | 6 | 4,9 | 2,9 | 2 | 9,9 | 7,9 | 4,1 |
| Hexadecan | 6 | 3,6 | 2,2 | 1,1 | 7,2 | 6,1 | 3,2 |
| Benzothiazol | 5 | 9,3 | 15,9 | 1,3 | 37,8 | 36,5 | 2,2 |
| Acetophenon | 4 | 1,5 | 0,5 | 1,1 | 2,2 | 1,1 | 1,3 |
| Heptanal | 3 | 5,3 | 5,6 | 1,9 | 11,7 | 9,8 | 2,3 |
| 6-Methyl-1-octanol | 3 | 4,8 | 5,5 | 1,5 | 11,2 | 9,7 | 1,9 |
| Hexamethylcyclotrisiloxan | 3 | 6,5 | 8,3 | 1,1 | 16 | 15 | 2,5 |
| Naphthalin | 3 | 3,5 | 3,3 | 1,4 | 7,2 | 5,8 | 1,8 |
| Octamethylcyclotetrasiloxan | 2 | 8,3 | 10,1 | 1,2 | 15,5 | 14,3 | 8,3 |
| BHT und Isomere | 2 | 37,2 | 22,7 | 21,1 | 53,2 | 32,2 | 37,2 |
| Cyclohexylisothiocyanat | 2 | 61,2 | 76 | 7,4 | 114,9 | 107,5 | 61,2 |
| Limonen | 1 | 1,4 | . | 1,4 | 1,4 | 0 | 1,4 |
| 1-Butanol | 1 | 4,3 | . | 4,3 | 4,3 | 0 | 4,3 |
| Benzylalkohol | 1 | 12,3 | . | 12,3 | 12,3 | 0 | 12,3 |
| 2-Phenoxyethanol | 1 | 10 | . | 10 | 10 | 0 | 10 |
| Decamethylcyclopentasiloxan | 1 | 3,3 | . | 3,3 | 3,3 | 0 | 3,3 |
| Cyclohexylisocyanat | 1 | 6,4 | . | 6,4 | 6,4 | 0 | 6,4 |

rote Kennzeichnung = Ereignisschwellenwert (Definition s. Tabelle 12: Abschätzung der Ereignisschwellen für Geruchsstoffe) überschritten.

Tabelle 11: Hintergrund „keine Beschwerden“, Ergebnisse mit standzeitkorrigierten Blindwerten

| Analysespalten | N | Mittelwert | Std.-Abw. | Min. | Max. | Spannweite | Median |
|--------------------------------------|----|------------|-----------|------|-------|------------|--------|
| Beschwerdeführer | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Σ Hexafluortetrachlorbutan | 22 | 17 | 17,3 | 1 | 52,4 | 51,4 | 8,8 |
| SO ₂ in µg/m ³ | 22 | 32,7 | 41,5 | 1 | 146,2 | 145,2 | 18 |
| Toluol GC in µg/m ³ | 22 | 0,6 | 0,4 | 0,1 | 1,8 | 1,7 | 0,7 |
| GC Toluol korr. L.i.N. | 22 | 0,7 | 0,5 | 0,1 | 1,9 | 1,8 | 0,8 |
| Nonanal | 20 | 15,1 | 13,8 | 3,3 | 48,5 | 45,2 | 8,2 |
| Summe VOC's | 19 | 84,1 | 83,5 | 5,5 | 287,8 | 282,3 | 52,5 |
| Decanal | 18 | 8,5 | 8,3 | 0,6 | 30,9 | 30,3 | 6,1 |
| Octanal | 16 | 4,3 | 4,3 | 1,1 | 13,2 | 12,1 | 2,1 |
| Benzol GC in µg/m ³ | 16 | 0,8 | 0,7 | 0,1 | 2,6 | 2,5 | 0,6 |
| GC Benzol korr. L.i.N. | 16 | 0,9 | 0,8 | 0,1 | 2,8 | 2,7 | 0,6 |
| Octamethylcyclotetrasiloxan | 15 | 1,9 | 1,1 | 1,2 | 5,6 | 4,4 | 1,5 |
| Benzol | 14 | 3,3 | 1,5 | 1,5 | 7,1 | 5,6 | 3,2 |
| Benzaldehyd | 14 | 3,3 | 2,7 | 1 | 8,3 | 7,3 | 1,6 |
| Ethylhexanol | 14 | 7,6 | 12,6 | 1 | 49 | 48 | 1,5 |
| Toluol | 13 | 3,1 | 1,6 | 1,8 | 7,4 | 5,6 | 2,3 |
| Hexamethylcyclotrisiloxan | 12 | 2,9 | 1,3 | 1 | 6,1 | 5,1 | 2,8 |
| 1-Butanol | 11 | 1,9 | 1,5 | 1 | 6,3 | 5,3 | 1,4 |
| Heptanal | 8 | 2,6 | 1 | 1,3 | 4,6 | 3,3 | 2,3 |
| Naphthalin | 7 | 4,4 | 1,8 | 1 | 6,9 | 5,9 | 4,3 |
| N,N-Dimethylformamid | 6 | 3,2 | 2,9 | 1,1 | 9 | 7,9 | 2,5 |
| 6-Methyl-5-hepten-2-on | 6 | 3,2 | 2,2 | 1,1 | 7,4 | 6,3 | 2,5 |
| Acetophenon | 6 | 2,3 | 0,6 | 1,2 | 3 | 1,8 | 2,3 |
| Phenol | 6 | 2,8 | 1,3 | 1 | 4,3 | 3,3 | 3,2 |
| 6-Methyl-1-octanol | 6 | 5,5 | 4 | 0,5 | 12,4 | 11,9 | 4,9 |
| Benzothiazol | 6 | 7,5 | 9,4 | 2,1 | 26,5 | 24,4 | 4,1 |
| Cyclohexylisothiocyanat | 6 | 2,3 | 1,3 | 1,2 | 4,9 | 3,7 | 1,8 |
| Pentadecan | 6 | 6,9 | 2,1 | 4,3 | 10 | 5,7 | 7,1 |
| Hexadecan | 6 | 6,7 | 1,8 | 4,1 | 9,1 | 5 | 7 |
| Cyclohexanon | 5 | 2,7 | 1,3 | 1,1 | 4,7 | 3,6 | 2,7 |
| Limonen | 5 | 2 | 0,3 | 1,8 | 2,6 | 0,8 | 1,9 |
| Benzylalkohol | 5 | 5,5 | 4,7 | 2,9 | 13,9 | 11 | 3,5 |
| Tetradecan | 5 | 2,6 | 1 | 1,2 | 3,7 | 2,5 | 2,7 |
| Hexanal | 4 | 3,6 | 0,6 | 3 | 4,4 | 1,4 | 3,5 |
| Tridecan | 4 | 1,2 | 0,1 | 1,1 | 1,3 | 0,2 | 1,2 |
| Dodecan | 3 | 1,2 | 0,1 | 1,1 | 1,3 | 0,2 | 1,1 |
| 2-Phenyl-2-propanol | 2 | 1,8 | 0,6 | 1,3 | 2,2 | 0,9 | 1,8 |
| BHT und Isomere | 2 | 30 | 16,7 | 18,2 | 41,8 | 23,6 | 30 |

rote Kennzeichnung = Ereignisschwellenwert (Definition s. Tabelle 12: Abschätzung der Ereignisschwellen für Geruchsstoffe) überschritten.

Vergleicht man die anströmungsbedingt entstehenden Hintergrundwerte (Tabelle 8: Hintergrundwerte, Ergebnisse mit gemittelten Blindwerten) mit jenen, die gemessen werden, wenn keine Beschwerde eingeht (Tabelle 10: Hintergrund für „keine Beschwerden“, Ergebnisse mit gemittelten Blindwerten), fällt bei den häufig vorkommenden Verbindungen ein sehr großer Konzentrationsunterschied auf. So ist die Hintergrundkonzentration bei Anströmung aus 210 bis 60 Grad für SO₂ im Mittel 1,4 µg/m³, während mit dem Kriterium „Keine Beschwerden“ im Mittel rund 33 µg/m³ anliegen. Dieses Verhältnis findet sich bei anderen Komponenten ebenfalls. Für die weitere Auswertung der Daten werden für den Hintergrund jene Komponenten berücksichtigt, die bei Anströmung aus 210 bis 60 Grad in der beschriebenen Durchschnittskonzentration nachweisbar waren. Ein Ereignis aufgrund dieser Hintergrundwerte kann dann detektiert werden, wenn eine Konzentration deutlich über dem Hintergrundwert auftritt oder eine Verbindung angezeigt wird, die zum Hintergrund nicht zugehörig bestimmt wurde. Da alle analytischen Bemühungen darauf ausgerichtet sind, geruchsrelevante Verbindungen zu finden, die auch in einer sehr niedrigen Konzentration zu einem Geruchseindruck führen können, konzentriert sich die Auswertung auf diese Stoffe. Für die vorliegende Untersuchung sind das die aliphatischen Aldehyde Hexanal, Heptanal, Octanal, Nonanal und Decanal. Octanal, Nonanal und Decanal gehören unabhängig von der gewählten Blindwertkorrektur zur Hintergrundzusammensetzung der Luft, so dass dies bei einem Ereignis zu berücksichtigen ist, die Ereigniskonzentration also signifikant über dieser Hintergrundkonzentration und darüber hinaus über dem Geruchsschwellenwert liegen muss.

Die nachfolgende Tabelle (Tabelle 12: Abschätzung der Ereignisschwellen für Geruchsstoffe) zeigt für alle aliphatischen Aldehyde, die bestimmt wurden, welcher Geruchsschwellenwert angenommen wird, wie hoch die Hintergrundkonzentration durchschnittlich ist und von wo an man mit einem Ereignis rechnen kann.

Tabelle 12: Abschätzung der Ereignisschwellen für Geruchsstoffe

| Verbindung | Geruchsschwelle* | Hintergrund | Ereignisschwelle |
|------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|
| Hexanal | 22,3 µg/m ³ | < 1,0 µg/m ³ | >25 µg/m ³ |
| Heptanal | 15,3 µg/m ³ | < 1,0 µg/m ³ | >20 µg/m ³ |
| Octanal | 4,0 µg/m ³ | < 1,2 µg/m ³ | >10 µg/m ³ |
| Nonanal | 6,3 µg/m ³ | < 5,5 µg/m ³ | >15 µg/m ³ |
| Decanal | 13,9 µg/m ³ | < 4,6 µg/m ³ | >20 µg/m ³ |

*der Geruchsschwellenwert wird olfaktometrisch bestimmt und dabei in der Regel als Einzelkomponente analysiert. Die Schwankungsbreite der Daten und Publikationen ist groß, so dass die angegebenen Werte orientierenden Charakter haben (Literaturverzeichnis Seite 49). In Bezug auf eine prognostizierte Ereigniskonzentration ist eine Abrundung nach oben immer sehr sinnvoll. Die Ereignisschwellenwerte berücksichtigen additiv den Hintergrundgehalt.

7. Ereigniswerte

Ereignisse werden festgestellt, wenn eine Beschwerde eingeht oder wenn ein Geruchsindikator den Ereignisschwellenwert überschreitet. Die Auswertung der Daten erfolgt nach diesen Gesichtspunkten getrennt.

7.1. Ereignisse aufgrund von Beschwerden

Im Zeitraum der Probenahme am Schwarzenberg wurden 52 Proben entnommen. Während der Be-
probung von 30 Proben wurden Beschwerden der Anwohner geäußert. Die Meldung kam im Mittel
(Median) von 4, im Minimum von einem und im Maximum von 31 Personen. Die Tabellen (Tabelle
13: Ergebnisse „Alle Beschwerden“ korrigiert mit gemittelten Blindwerten.; Tabelle 15: Ergebnisse
„Mehr als 3 Beschwerden“ korrigiert mit gemittelten Blindwerten, Tabelle 16: Ergebnisse „Mehr als 3
Beschwerden“ mit standzeitkorrigierten Blindwerten.; Tabelle 17: Ergebnisse „Mehr als 10 Be-
schwerden“ korrigiert mit gemittelten Blindwerten, Tabelle 18: Ergebnisse „Mehr als 10 Beschwer-
den“ mit standzeitkorrigierten Blindwerten;) zeigen die Stoffkonzentrationen für diese Ereignisse in
Datensätzen für „Alle Beschwerden“, „Mehr als 3 Beschwerdeführer“ und mehr als „10 Beschwerde-
führer“ jeweils verdichtet durch die Bildung der entsprechenden Mittelwerte über die Einzeldaten
und getrennt nach dem eingesetzten Blindwert.

Datengruppe 1: Alle Beschwerden

Tabelle 13: Ergebnisse „Alle Beschwerden“ korrigiert mit gemittelten Blindwerten:

| Analysespalten | N | Mittelwert | Std.-Abw. | Min. | Max. | Spannweite | Median |
|--------------------------------------|----|------------|-----------|------|-------|------------|--------|
| Beschwerdeführer | 30 | 7,4 | 7,6 | 1 | 31 | 30 | 4 |
| SO ₂ in µg/m ³ | 29 | 21,8 | 18,2 | 2,2 | 77,1 | 74,9 | 14,4 |
| GC Toluol korr. L.i.N. | 29 | 0,8 | 0,5 | 0,1 | 1,7 | 1,6 | 0,8 |
| GC Benzol korr. L.i.N. | 27 | 1,4 | 0,7 | 0,2 | 2,8 | 2,6 | 1,3 |
| Benzol | 26 | 3,3 | 1,3 | 1,4 | 6,8 | 5,4 | 3,3 |
| Nonanal | 25 | 10,2 | 5,8 | 2,3 | 23,3 | 21 | 9 |
| Decanal | 23 | 5,9 | 4,4 | 1,3 | 19,6 | 18,4 | 5,1 |
| Summe VOC's | 20 | 85,6 | 83,9 | 4,6 | 293,6 | 289,1 | 68,1 |
| Toluol | 19 | 2,6 | 1,5 | 1,1 | 5,6 | 4,5 | 2,1 |
| Σ Hexafluortetrachlorbutan | 17 | 17 | 18,5 | 1 | 59,5 | 58,5 | 9,5 |
| Benzaldehyd | 15 | 3,4 | 1,3 | 1 | 5,4 | 4,5 | 3,5 |
| Octanal | 14 | 3,2 | 1,5 | 1,1 | 5,6 | 4,5 | 2,9 |
| Ethylhexanol | 13 | 15,1 | 10,6 | 2,3 | 36,8 | 34,5 | 10,5 |
| Pentadecan | 13 | 2,1 | 0,9 | 1,1 | 4 | 2,9 | 1,8 |
| Octamethylcyclotetrasiloxan | 12 | 5,2 | 5,6 | 1,1 | 17,7 | 16,6 | 2,4 |
| Benzothiazol | 12 | 6,1 | 7,7 | 1 | 22,2 | 21,2 | 1,5 |
| Heptanal | 11 | 3,4 | 3 | 1 | 10,7 | 9,7 | 2 |
| Hexamethylcyclotrisiloxan | 11 | 7,3 | 7,5 | 1 | 25,7 | 24,7 | 3,7 |
| BHT und Isomere | 9 | 17,7 | 19,3 | 1,6 | 57,8 | 56,1 | 12,2 |
| Cyclohexylisothiocyanat | 8 | 26,8 | 27,9 | 2,5 | 75,3 | 72,8 | 17,5 |
| Hexanal | 7 | 2,4 | 1,5 | 1,2 | 5,7 | 4,5 | 2 |

rote Kennzeichnung = Ereignisschwellenwert (Definition s. Tabelle 12: Abschätzung der Ereignisschwellen für Geruchsstoffe)
überschritten.

Tabelle 14: Ergebnisse „Alle Beschwerden“ mit standzeitkorrigierten Blindwerten

| Analysespalten | N | Mittelwert | Std.-Abw. | Min. | Max. | Spannweite | Median |
|-----------------------------|----|------------|-----------|------|-------|------------|--------|
| Beschwerdeführer | 30 | 7,4 | 7,6 | 1 | 31 | 30 | 4 |
| SO2 in µg/m ³ | 29 | 21,8 | 18,2 | 2,2 | 77,1 | 74,9 | 14,4 |
| GC Toluol korr. L.i.N. | 29 | 0,8 | 0,5 | 0,1 | 1,7 | 1,6 | 0,8 |
| Σ Hexafluortetrachlorbutan | 27 | 15,1 | 17,8 | 1,1 | 63,4 | 62,3 | 7,9 |
| GC Benzol korr. L.i.N. | 27 | 1,4 | 0,7 | 0,2 | 2,8 | 2,6 | 1,3 |
| Benzol | 26 | 3,4 | 1,2 | 1,4 | 6,7 | 5,3 | 3,3 |
| Nonanal | 24 | 11,3 | 6 | 2,5 | 26,9 | 24,4 | 9,2 |
| Summe VOC's | 24 | 58,9 | 30,7 | 22,7 | 118,4 | 95,7 | 43,5 |
| Octanal | 21 | 2,8 | 1,3 | 1,3 | 5,7 | 4,4 | 2,5 |
| Toluol | 20 | 2,8 | 1,1 | 1,1 | 5 | 3,9 | 2,4 |
| Ethylhexanol | 20 | 5,3 | 4,5 | 1,1 | 17,3 | 16,2 | 4 |
| Benzaldehyd | 19 | 2,5 | 1,5 | 1,3 | 6,4 | 5,1 | 1,9 |
| Decanal | 18 | 7 | 4,9 | 2 | 21,2 | 19,2 | 6 |
| Octamethylcyclotetrasiloxan | 15 | 1,6 | 0,5 | 1 | 2,6 | 1,6 | 1,6 |
| Hexamethylcyclotrisiloxan | 14 | 3,3 | 1,1 | 1,8 | 5,6 | 3,8 | 2,9 |
| Hexadecan | 14 | 2,5 | 1,5 | 1,1 | 5,8 | 4,7 | 1,9 |
| Cyclohexylisothiocyanat | 13 | 3,1 | 3,5 | 1,1 | 14 | 12,9 | 1,7 |
| Pentadecan | 13 | 2,6 | 1,5 | 1 | 5,4 | 4,4 | 2,4 |
| 1-Butanol | 12 | 1,8 | 0,8 | 1,1 | 3,6 | 2,5 | 1,4 |
| Acetophenon | 11 | 1,7 | 0,4 | 1 | 2,2 | 1,2 | 1,7 |
| Heptanal | 10 | 2,1 | 1,1 | 1 | 4,6 | 3,6 | 1,7 |
| Naphthalin | 10 | 2,5 | 2 | 1 | 6,1 | 5,1 | 1,4 |
| N,N-Dimethylformamid | 9 | 1,4 | 0,3 | 1 | 2 | 1 | 1,3 |
| 6-Methyl-5-hepten-2-on | 8 | 1,6 | 0,4 | 1 | 2,1 | 1,1 | 1,6 |
| 6-Methyl-1-octanol | 8 | 3,8 | 3,4 | 0,1 | 9,3 | 9,2 | 2,4 |
| BHT und Isomere | 8 | 9,8 | 9,1 | 1,4 | 23,9 | 22,5 | 7,5 |
| Benzylalkohol | 7 | 3,1 | 1,1 | 1,5 | 4,3 | 2,8 | 3,3 |
| Tetradecan | 7 | 1,8 | 0,6 | 1 | 2,8 | 1,8 | 1,8 |
| Cyclohexanon | 6 | 2,2 | 1,4 | 1,1 | 4,3 | 3,2 | 1,4 |
| Limonen | 6 | 2 | 0,5 | 1,1 | 2,5 | 1,4 | 2,1 |
| Dodecan | 6 | 2,8 | 1,1 | 1 | 3,8 | 2,8 | 3,1 |

rote Kennzeichnung = Ereignisschwellenwert (Definition s. Tabelle 12: Abschätzung der Ereignisschwellen für Geruchsstoffe) überschritten.

Datengruppe 2: Mehr als 3 Beschwerdeführer**Tabelle 15: Ergebnisse „Mehr als 3 Beschwerden“ korrigiert mit gemittelten Blindwerten**

| Analysespalten | N | Mittelwert | Std.-Abw. | Min. | Max. | Spannweite | Median |
|--------------------------------------|----|------------|-----------|------|-------|------------|--------|
| Benzol | 17 | 3,3 | 0,7 | 2,2 | 4,6 | 2,4 | 3,4 |
| Nonanal | 17 | 11 | 6,1 | 2,3 | 23,3 | 21 | 10,5 |
| Decanal | 17 | 5,6 | 4,8 | 1,3 | 19,6 | 18,4 | 4,3 |
| Toluol GC in µg/m ³ | 16 | 0,9 | 0,3 | 0,4 | 1,4 | 1 | 0,8 |
| GC Toluol korr. L.i.N. | 16 | 0,9 | 0,3 | 0,4 | 1,5 | 1,1 | 0,9 |
| SO ₂ in µg/m ³ | 16 | 16,5 | 9,3 | 4,6 | 40,6 | 36 | 12,4 |
| Toluol | 15 | 2,7 | 1,7 | 1,1 | 5,6 | 4,5 | 1,8 |
| Benzol GC in µg/m ³ | 15 | 1,3 | 0,3 | 0,8 | 1,9 | 1,1 | 1,2 |
| GC Benzol korr. L.i.N. | 15 | 1,4 | 0,4 | 0,9 | 2 | 1,2 | 1,3 |
| Σ Hexafluortetrachlorbutan | 11 | 23,8 | 19,9 | 2,4 | 59,5 | 57,1 | 19,4 |
| Summe VOC's | 11 | 61,1 | 45,3 | 5,7 | 131,5 | 125,8 | 52,7 |
| Benzaldehyd | 9 | 3,3 | 1,4 | 1 | 4,5 | 3,5 | 3,6 |
| Octanal | 8 | 3,2 | 1,5 | 1,3 | 5,6 | 4,3 | 2,9 |
| Pentadecan | 8 | 1,9 | 0,7 | 1,1 | 3,3 | 2,2 | 1,8 |
| Heptanal | 7 | 2,6 | 1,4 | 1,2 | 5,1 | 4 | 2 |
| Ethylhexanol | 7 | 9,8 | 1,9 | 6,4 | 12 | 5,6 | 9,5 |
| Benzothiazol | 5 | 1,8 | 1,3 | 1 | 4 | 3 | 1,4 |
| Dodecan | 5 | 2,3 | 0,7 | 1,3 | 2,9 | 1,7 | 2,4 |
| Hexanal | 4 | 1,7 | 0,6 | 1,2 | 2,4 | 1,2 | 1,6 |
| Acetophenon | 4 | 1,3 | 0,2 | 1,1 | 1,6 | 0,5 | 1,3 |
| Limonen | 4 | 1,5 | 0,2 | 1,3 | 1,7 | 0,4 | 1,5 |
| 1-Butanol | 4 | 2,7 | 0,9 | 1,5 | 3,6 | 2,1 | 2,9 |
| Octamethylcyclotetrasiloxan | 4 | 1,3 | 0,2 | 1,1 | 1,5 | 0,4 | 1,4 |
| BHT und Isomere | 3 | 1,8 | 0,2 | 1,6 | 2,1 | 0,4 | 1,7 |
| 6-Methyl-1-octanol | 2 | 2,4 | 0,8 | 1,8 | 3 | 1,2 | 2,4 |
| Hexamethylcyclotrisiloxan | 2 | 3,3 | 0,6 | 2,9 | 3,7 | 0,8 | 3,3 |
| Naphthalin | 2 | 1,5 | 0,1 | 1,4 | 1,5 | 0,1 | 1,5 |
| Cyclohexylisothiocyanat | 1 | 2,5 | . | 2,5 | 2,5 | 0 | 2,5 |
| Hexadecan | 1 | 2,3 | . | 2,3 | 2,3 | 0 | 2,3 |

rote Kennzeichnung = Ereignisschwellenwert (Definition s. Tabelle 12: Abschätzung der Ereignisschwellen für Geruchsstoffe) überschritten.

Tabelle 16: Ergebnisse „Mehr als 3 Beschwerden“ mit standzeitkorrigierten Blindwerten:

| Analysespalten | N | Mittelwert | Std.-Abw. | Min. | Max. | Spannweite | Median |
|--------------------------------------|----|------------|-----------|------|-------|------------|--------|
| Benzol | 17 | 3,4 | 0,7 | 2,3 | 4,6 | 2,3 | 3,3 |
| Nonanal | 17 | 12 | 6,5 | 2,5 | 26,9 | 24,4 | 10 |
| Summe VOC's | 17 | 65,1 | 32,2 | 26,1 | 118,4 | 92,3 | 52,4 |
| Σ Hexafluortetrachlorbutan | 17 | 20,1 | 20,8 | 1,1 | 63,4 | 62,3 | 11,3 |
| Toluol | 16 | 2,8 | 1,3 | 1,1 | 5 | 3,9 | 2,5 |
| Octanal | 16 | 2,8 | 1,4 | 1,3 | 5,7 | 4,4 | 2,4 |
| Benzaldehyd | 16 | 2,4 | 1,2 | 1,3 | 5,2 | 3,9 | 1,8 |
| SO ₂ in µg/m ³ | 16 | 16,5 | 9,3 | 4,6 | 40,6 | 36 | 12,4 |
| Toluol GC in µg/m ³ | 16 | 0,9 | 0,3 | 0,4 | 1,4 | 1 | 0,8 |
| Benzol GC in µg/m ³ | 15 | 1,3 | 0,3 | 0,8 | 1,9 | 1,1 | 1,2 |
| Ethylhexanol | 14 | 4,5 | 3 | 1,4 | 8,5 | 7,1 | 4 |
| Decanal | 12 | 7,5 | 5,4 | 2 | 21,2 | 19,2 | 6,5 |
| Pentadecan | 11 | 2,4 | 1,3 | 1 | 5,4 | 4,4 | 2,4 |
| 1-Butanol | 10 | 1,8 | 0,9 | 1,1 | 3,6 | 2,5 | 1,4 |
| Octamethylcyclotetrasiloxan | 10 | 1,5 | 0,4 | 1,1 | 2,2 | 1,1 | 1,5 |
| Acetophenon | 9 | 1,7 | 0,5 | 1 | 2,2 | 1,2 | 1,7 |
| Hexamethylcyclotrisiloxan | 9 | 2,8 | 0,4 | 2,4 | 3,5 | 1,1 | 2,7 |
| Cyclohexylisothiocyanat | 9 | 1,8 | 1,1 | 1,1 | 3,9 | 2,8 | 1,3 |
| Hexadecan | 9 | 2,6 | 1,3 | 1,1 | 5,4 | 4,3 | 2,6 |
| Heptanal | 8 | 2,2 | 1,2 | 1 | 4,6 | 3,6 | 1,9 |
| Naphthalin | 7 | 2,3 | 1,8 | 1 | 4,9 | 3,9 | 1,4 |
| N,N-Dimethylformamid | 6 | 1,5 | 0,3 | 1,2 | 2 | 0,8 | 1,4 |
| Limonen | 6 | 2 | 0,5 | 1,1 | 2,5 | 1,4 | 2,1 |
| Dodecan | 6 | 2,8 | 1,1 | 1 | 3,8 | 2,8 | 3,1 |
| 6-Methyl-5-hepten-2-on | 5 | 1,5 | 0,4 | 1 | 1,9 | 0,9 | 1,4 |
| Tridecan | 5 | 1,7 | 0,3 | 1,2 | 2 | 0,8 | 1,8 |
| Tetradecan | 5 | 1,9 | 0,7 | 1 | 2,8 | 1,8 | 1,8 |
| Cyclohexanon | 4 | 1,3 | 0,2 | 1,1 | 1,4 | 0,3 | 1,3 |
| BHT und Isomere | 4 | 2,2 | 0,8 | 1,4 | 3,2 | 1,8 | 2 |
| Benzothiazol | 3 | 2,6 | 2,2 | 1,1 | 5,1 | 4 | 1,6 |
| Hexanal | 2 | 2,1 | 0,2 | 1,9 | 2,2 | 0,3 | 2,1 |
| Phenol | 2 | 3,3 | 2,8 | 1,3 | 5,3 | 4 | 3,3 |
| Benzylalkohol | 2 | 4,2 | 0,1 | 4,1 | 4,3 | 0,2 | 4,2 |
| 2-Phenyl-2-propanol | 2 | 2,3 | 1,1 | 1,5 | 3,1 | 1,6 | 2,3 |
| 6-Methyl-1-octanol | 2 | 6,9 | 1,1 | 6,1 | 7,7 | 1,6 | 6,9 |

rote Kennzeichnung = Ereignisschwellenwert (Definition s. Tabelle 12: Abschätzung der Ereignisschwellen für Geruchsstoffe) überschritten.

Datengruppe 3: Mehr als 10 Beschwerden**Tabelle 17: Ergebnisse „Mehr als 10 Beschwerden“ korrigiert mit gemittelten Blindwerten**

| Analysespalten | N | Mittelwert | Std.-Abw. | Min. | Max. | Spannweite | Median |
|--------------------------------------|----|------------|-----------|------|-------|------------|--------|
| Benzol | 12 | 3,5 | 0,8 | 2,2 | 4,6 | 2,4 | 3,7 |
| Nonanal | 12 | 10,9 | 7,1 | 2,3 | 23,3 | 21 | 9,5 |
| Decanal | 12 | 4,8 | 4,9 | 1,3 | 19,6 | 18,4 | 3,4 |
| Toluol | 11 | 3,2 | 1,7 | 1,1 | 5,6 | 4,5 | 2,7 |
| SO ₂ in µg/m ³ | 11 | 17,4 | 10,8 | 4,6 | 40,6 | 36 | 12 |
| Toluol GC in µg/m ³ | 11 | 0,9 | 0,3 | 0,4 | 1,4 | 1 | 1 |
| GC Toluol korr. L.i.N. | 11 | 1 | 0,4 | 0,4 | 1,5 | 1,1 | 1,1 |
| Benzol GC in µg/m ³ | 10 | 1,4 | 0,4 | 0,8 | 1,9 | 1,1 | 1,6 |
| GC Benzol korr. L.i.N. | 10 | 1,5 | 0,4 | 0,9 | 2 | 1,2 | 1,7 |
| Octanal | 8 | 3,2 | 1,5 | 1,3 | 5,6 | 4,3 | 2,9 |
| Benzaldehyd | 8 | 3,6 | 1,2 | 1 | 4,5 | 3,5 | 3,8 |
| Pentadecan | 8 | 1,9 | 0,7 | 1,1 | 3,3 | 2,2 | 1,8 |
| Σ Hexafluortetrachlorbutan | 8 | 24,6 | 21,9 | 2,4 | 59,5 | 57,1 | 21 |
| Summe VOC's | 8 | 77,7 | 41,6 | 5,7 | 131,5 | 125,8 | 91,5 |
| Heptanal | 7 | 2,6 | 1,4 | 1,2 | 5,1 | 4 | 2 |
| Ethylhexanol | 7 | 9,8 | 1,9 | 6,4 | 12 | 5,6 | 9,5 |
| Benzothiazol | 5 | 1,8 | 1,3 | 1 | 4 | 3 | 1,4 |
| Dodecan | 5 | 2,3 | 0,7 | 1,3 | 2,9 | 1,7 | 2,4 |
| Hexanal | 4 | 1,7 | 0,6 | 1,2 | 2,4 | 1,2 | 1,6 |
| Acetophenon | 4 | 1,3 | 0,2 | 1,1 | 1,6 | 0,5 | 1,3 |
| Limonen | 4 | 1,5 | 0,2 | 1,3 | 1,7 | 0,4 | 1,5 |
| 1-Butanol | 4 | 2,7 | 0,9 | 1,5 | 3,6 | 2,1 | 2,9 |
| Octamethylcyclotetrasiloxan | 4 | 1,3 | 0,2 | 1,1 | 1,5 | 0,4 | 1,4 |
| BHT und Isomere | 3 | 1,8 | 0,2 | 1,6 | 2,1 | 0,4 | 1,7 |
| 6-Methyl-1-octanol | 2 | 2,4 | 0,8 | 1,8 | 3 | 1,2 | 2,4 |
| Hexamethylcyclotrisiloxan | 2 | 3,3 | 0,6 | 2,9 | 3,7 | 0,8 | 3,3 |
| Naphthalin | 2 | 1,5 | 0,1 | 1,4 | 1,5 | 0,1 | 1,5 |
| Cyclohexylisothiocyanat | 1 | 2,5 | . | 2,5 | 2,5 | 0 | 2,5 |
| Hexadecan | 1 | 2,3 | . | 2,3 | 2,3 | 0 | 2,3 |

rote Kennzeichnung = Ereignisschwellenwert (Definition s. Tabelle 12: Abschätzung der Ereignisschwellen für Geruchsstoffe) überschritten.

Tabelle 18: Ergebnisse „Mehr als 10 Beschwerden“ mit standzeitkorrigierten Blindwerten:

| Analysespalten | N | Mittelwert | Std.-Abw. | Min. | Max. | Spannweite | Median |
|--------------------------------------|----|------------|-----------|------|-------|------------|--------|
| Benzol | 12 | 3,7 | 0,6 | 2,3 | 4,6 | 2,3 | 3,8 |
| Nonanal | 12 | 11,4 | 7,3 | 2,5 | 26,9 | 24,4 | 7,3 |
| Benzaldehyd | 12 | 2,7 | 1,2 | 1,3 | 5,2 | 3,9 | 2,7 |
| Σ Hexafluortetrachlorbutan | 12 | 21,5 | 22,6 | 1,4 | 63,4 | 62 | 11,7 |
| Summe VOC's | 12 | 70,1 | 34,6 | 30,8 | 118,4 | 87,6 | 58 |
| Toluol | 11 | 3,3 | 1,2 | 1,9 | 5 | 3,1 | 3,2 |
| Octanal | 11 | 2,9 | 1,6 | 1,3 | 5,7 | 4,4 | 2,3 |
| Ethylhexanol | 11 | 5,3 | 2,9 | 1,4 | 8,5 | 7,1 | 5,7 |
| Pentadecan | 11 | 2,4 | 1,3 | 1 | 5,4 | 4,4 | 2,4 |
| SO ₂ in µg/m ³ | 11 | 17,4 | 10,8 | 4,6 | 40,6 | 36 | 12 |
| Toluol GC in µg/m ³ | 11 | 0,9 | 0,3 | 0,4 | 1,4 | 1 | 1 |
| Benzol GC in µg/m ³ | 10 | 1,4 | 0,4 | 0,8 | 1,9 | 1,1 | 1,6 |
| 1-Butanol | 9 | 1,9 | 0,9 | 1,1 | 3,6 | 2,5 | 1,4 |
| Hexadecan | 9 | 2,6 | 1,3 | 1,1 | 5,4 | 4,3 | 2,6 |
| Heptanal | 8 | 2,2 | 1,2 | 1 | 4,6 | 3,6 | 1,9 |
| Acetophenon | 8 | 1,8 | 0,4 | 1,1 | 2,2 | 1,1 | 1,9 |
| Decanal | 7 | 6,8 | 6,7 | 2 | 21,2 | 19,2 | 4,7 |
| Naphthalin | 7 | 2,3 | 1,8 | 1 | 4,9 | 3,9 | 1,4 |
| N,N-Dimethylformamid | 6 | 1,5 | 0,3 | 1,2 | 2 | 0,8 | 1,4 |
| Limonen | 6 | 2 | 0,5 | 1,1 | 2,5 | 1,4 | 2,1 |
| Hexamethylcyclotrisiloxan | 6 | 2,9 | 0,3 | 2,6 | 3,5 | 0,9 | 2,9 |
| Octamethylcyclotetrasiloxan | 6 | 1,6 | 0,5 | 1,1 | 2,2 | 1,1 | 1,6 |
| Dodecan | 6 | 2,8 | 1,1 | 1 | 3,8 | 2,8 | 3,1 |
| Cyclohexylisothiocyanat | 5 | 1,3 | 0,2 | 1,1 | 1,7 | 0,6 | 1,3 |
| Tridecan | 5 | 1,7 | 0,3 | 1,2 | 2 | 0,8 | 1,8 |
| Tetradecan | 5 | 1,9 | 0,7 | 1 | 2,8 | 1,8 | 1,8 |
| Cyclohexanon | 4 | 1,3 | 0,2 | 1,1 | 1,4 | 0,3 | 1,3 |
| 6-Methyl-5-hepten-2-on | 4 | 1,6 | 0,3 | 1,3 | 1,9 | 0,6 | 1,6 |
| BHT und Isomere | 4 | 2,2 | 0,8 | 1,4 | 3,2 | 1,8 | 2 |
| Benzothiazol | 3 | 2,6 | 2,2 | 1,1 | 5,1 | 4 | 1,6 |
| Hexanal | 2 | 2,1 | 0,2 | 1,9 | 2,2 | 0,3 | 2,1 |
| Phenol | 2 | 3,3 | 2,8 | 1,3 | 5,3 | 4 | 3,3 |
| Benzylalkohol | 2 | 4,2 | 0,1 | 4,1 | 4,3 | 0,2 | 4,2 |
| 2-Phenyl-2-propanol | 2 | 2,3 | 1,1 | 1,5 | 3,1 | 1,6 | 2,3 |
| 6-Methyl-1-octanol | 2 | 6,9 | 1,1 | 6,1 | 7,7 | 1,6 | 6,9 |

rote Kennzeichnung = Ereignisschwellenwert (Definition s. Tabelle 12: Abschätzung der Ereignisschwellen für Geruchsstoffe) überschritten.

7.2. Ereignisse aufgrund überschrittenen Ereignisschwellenwerts

Aufgrund der festgelegten Ereignisschwellenwerte für die geruchsrelevanten aliphatischen Aldehyde können die Daten auf diesen Sachverhalt hin geprüft werden. Die Analyse ergibt für den vollständigen Datensatz Schwartenberg, dass eine Überschreitung der Ereignisschwelle 11-mal festgestellt wurde, wobei in allen Fällen Nonanal der Auslöser war (Tabelle 19: Schwellenwertereignisse, Ergebnisse korrigiert mit gemittelten Blindwerten). An diesen elf Ereignistagen haben sich durchschnittlich 4 Beschwerdeführer über eine Geruchsbelästigung geäußert.

Tabelle 19: Schwellenwertereignisse, Ergebnisse korrigiert mit gemittelten Blindwerten

| Analysespalten | N | Mittelwert | Std.-Abw. | Min. | Max. | Spannweite | Median |
|--------------------------------------|----|------------|-----------|------|-------|------------|--------|
| Nonanal | 11 | 22,1 | 6,6 | 15,2 | 34,8 | 19,6 | 22 |
| Decanal | 11 | 9,7 | 6,7 | 2,8 | 23,1 | 20,4 | 6,9 |
| Summe VOC's | 11 | 88,2 | 33,2 | 9,9 | 131,5 | 121,6 | 93,2 |
| Benzol | 10 | 2,4 | 0,7 | 1,4 | 3,4 | 1,9 | 2,4 |
| Octanal | 10 | 5,3 | 1,8 | 2,7 | 8,4 | 5,6 | 5,3 |
| Benzaldehyd | 10 | 4,3 | 1,1 | 1,6 | 5,6 | 4 | 4,5 |
| Σ Hexafluortetrachlorbutan | 10 | 23,2 | 16 | 1,4 | 56,1 | 54,6 | 21 |
| SO ₂ in µg/m ³ | 10 | 15,3 | 8,6 | 2,5 | 28,5 | 26 | 15,5 |
| Toluol GC in µg/m ³ | 10 | 0,6 | 0,3 | 0,1 | 1 | 0,9 | 0,6 |
| Ethylhexanol | 9 | 8,2 | 1,9 | 6,1 | 12 | 5,9 | 8,2 |
| Pentadecan | 9 | 3,3 | 1,4 | 1,8 | 6,2 | 4,5 | 3,2 |
| Toluol | 7 | 2,6 | 1,3 | 1,2 | 5,1 | 3,9 | 2,7 |
| Benzothiazol | 7 | 2,1 | 1,1 | 1,2 | 4 | 2,8 | 1,6 |
| Hexadecan | 7 | 2,7 | 1,2 | 1,1 | 4,8 | 3,7 | 2,5 |
| Hexanal | 6 | 1,9 | 0,4 | 1,3 | 2,4 | 1,1 | 1,9 |
| 6-Methyl-1-octanol | 5 | 2,5 | 1,1 | 1,5 | 4,2 | 2,7 | 1,9 |
| Naphthalin | 5 | 1,7 | 0,4 | 1,4 | 2,4 | 1 | 1,5 |
| Heptanal | 4 | 2,7 | 1,7 | 1,4 | 5,1 | 3,7 | 2,1 |
| Acetophenon | 4 | 1,3 | 0,2 | 1,1 | 1,6 | 0,5 | 1,3 |
| Hexamethylcyclotrisiloxan | 4 | 3,8 | 3 | 1 | 8 | 7 | 3,1 |
| Octamethylcyclotetrasiloxan | 4 | 1,9 | 1,2 | 1,1 | 3,7 | 2,6 | 1,3 |

rote Kennzeichnung = Ereignisschwellenwert (Definition s. Tabelle 12: Abschätzung der Ereignisschwellen für Geruchsstoffe) überschritten.

Zusammen mit Nonanal wurden die Verbindungen Octanal, Decanal, Benzaldehyd, Ethylhexanol, Pentadecan, Hexafluortetrachlorbutan und die Summe der VOC detektiert. Das gemeinsame Vorkommen der anderen Komponenten im Falle eines überschrittenen Ereignisschwellenwerts durch Nonanal kann für die Interpretation von Ereignissen zusätzlich herangezogen werden. Die gleiche Analyse zeigt für die Berechnung aufgrund standzeitkorrigierter Werte das nachstehende Ergebnis (Tabelle 20: Schwellenwertereignisse, Ergebnisse mit standzeitkorrigierten Blindwerten)

Tabelle 20: Schwellenwertereignisse, Ergebnisse mit standzeitkorrigierten Blindwerten

| Analysespalten | N | Mittelwert | Std.-Abw. | Min. | Max. | Spannweite | Median |
|--------------------------------------|----|------------|-----------|------|-------|------------|--------|
| Octanal | 13 | 6,2 | 3,8 | 2,9 | 13,2 | 10,3 | 4,7 |
| Nonanal | 13 | 25,5 | 11,2 | 15,1 | 48,5 | 33,4 | 19,3 |
| Benzaldehyd | 13 | 4,4 | 2,5 | 1,2 | 8,3 | 7,1 | 4,4 |
| Ethylhexanol | 13 | 6,6 | 3,7 | 1,4 | 11 | 9,6 | 8,2 |
| Σ Hexafluortetrachlorbutan | 13 | 31,7 | 18,6 | 2,1 | 60,5 | 58,4 | 32,4 |
| Summe VOC's | 13 | 121,1 | 52,5 | 57,9 | 204,1 | 146,2 | 117,2 |
| Benzol | 12 | 3,1 | 0,6 | 2 | 4,1 | 2,1 | 3,1 |
| SO ₂ in µg/m ³ | 12 | 16,4 | 8,1 | 2,5 | 28,5 | 26 | 16,6 |
| Toluol | 10 | 3 | 1,2 | 1,9 | 4,6 | 2,7 | 2,3 |
| Decanal | 10 | 14,3 | 9,2 | 3,1 | 30,9 | 27,8 | 15,4 |
| Pentadecan | 10 | 5,1 | 2,6 | 1 | 10 | 9 | 5,1 |
| Acetophenon | 9 | 2,3 | 0,4 | 2 | 3 | 1 | 2,2 |
| Hexamethylcyclotrisiloxan | 9 | 3,1 | 1,2 | 2,2 | 6,1 | 3,9 | 2,8 |
| Octamethylcyclotetrasiloxan | 9 | 1,6 | 0,3 | 1,1 | 2,2 | 1,1 | 1,7 |
| Naphthalin | 9 | 4,4 | 1,3 | 1,5 | 6,1 | 4,6 | 4,8 |
| Benzothiazol | 9 | 3 | 1,6 | 1,1 | 5,2 | 4,1 | 2,7 |
| Hexadecan | 9 | 5,4 | 2,2 | 1,8 | 9,1 | 7,3 | 5,4 |
| N,N-Dimethylformamid | 8 | 1,9 | 0,6 | 1,1 | 2,7 | 1,6 | 1,9 |
| Heptanal | 8 | 2,6 | 1,3 | 1,4 | 4,6 | 3,2 | 2,3 |
| Phenol | 8 | 2,7 | 1,5 | 1 | 5,3 | 4,3 | 2,5 |
| 1-Butanol | 8 | 1,7 | 0,9 | 1 | 3,6 | 2,6 | 1,4 |
| 6-Methyl-5-hepten-2-on | 7 | 3 | 2 | 1,4 | 7,4 | 6 | 2,3 |
| Benzylalkohol | 7 | 3,7 | 0,5 | 2,9 | 4,3 | 1,4 | 3,8 |
| 6-Methyl-1-octanol | 7 | 6,2 | 1,9 | 3,8 | 9,3 | 5,5 | 6,1 |
| Tetradecan | 7 | 2,7 | 0,6 | 2,1 | 3,7 | 1,6 | 2,7 |
| Cyclohexanon | 6 | 1,9 | 0,7 | 1,1 | 2,9 | 1,8 | 1,7 |
| Limonen | 6 | 1,9 | 0,5 | 1,1 | 2,5 | 1,4 | 1,9 |
| Hexanal | 5 | 3,3 | 0,9 | 1,9 | 4,4 | 2,5 | 3,3 |
| Tridecan | 5 | 1,3 | 0,4 | 1,1 | 2 | 0,9 | 1,2 |
| 2-Phenyl-2-propanol | 4 | 2,2 | 0,7 | 1,5 | 3,1 | 1,6 | 2,1 |
| Dodecan | 4 | 1,8 | 1,3 | 1,1 | 3,8 | 2,7 | 1,2 |
| Cyclohexylisothiocyanat | 3 | 1,2 | 0,1 | 1,1 | 1,3 | 0,2 | 1,2 |

rote Kennzeichnung = Ereignisschwellenwert (Definition s. Tabelle 12: Abschätzung der Ereignisschwellen für Geruchsstoffe) überschritten.

Verschärft man das statistische Selektionskriterium für die Auswahl eines Ereignisses anhand der Überschreitung eines Schwellenwertes dadurch, dass daran die Voraussetzung geknüpft ist, auch Beschwerden zu haben, ändert sich das Ergebnis für die Median-korrigierten Werte nochmals, da in den selektierten Datensätzen von 11 Ereignissen fünf ohne Beschwerde sind (Tabelle 21: Schwellenwertereignisse mit Beschwerde, Ergebnisse korrigiert mit gemittelten Blindwerten).

Tabelle 21: Schwellenwertereignisse mit Beschwerde, Ergebnisse korrigiert mit gemittelten Blindwerten

| Analysespalten | N | Mittelwert | Std.-Abw. | Min. | Max. | Spannweite | Median |
|--------------------------------------|---|------------|-----------|------|-------|------------|--------|
| Beschwerdeführer | 6 | 7,3 | 5,6 | 1 | 13 | 12 | 7,5 |
| Benzol | 6 | 2,5 | 0,7 | 1,4 | 3,4 | 1,9 | 2,5 |
| Nonanal | 6 | 18,6 | 3,7 | 15,2 | 23,3 | 8,1 | 17,2 |
| Decanal | 6 | 5,9 | 3,8 | 2,8 | 12,9 | 10,1 | 4,8 |
| Summe VOC's | 6 | 77,5 | 40,6 | 9,9 | 131,5 | 121,6 | 83,2 |
| Octanal | 5 | 4,5 | 1 | 3 | 5,6 | 2,6 | 4,8 |
| Benzaldehyd | 5 | 3,9 | 1,4 | 1,6 | 5,4 | 3,8 | 4,5 |
| Σ Hexafluortetrachlorbutan | 5 | 23,5 | 20 | 1,4 | 56,1 | 54,6 | 19,4 |
| SO ₂ in µg/m ³ | 5 | 12,6 | 5,7 | 4,6 | 19,7 | 15,1 | 11,5 |
| Benzol GC in µg/m ³ | 5 | 0,8 | 0,3 | 0,4 | 1,2 | 0,8 | 0,8 |
| GC Benzol korr. L.i.N. | 5 | 0,9 | 0,3 | 0,4 | 1,3 | 0,9 | 0,9 |
| Toluol GC in µg/m ³ | 5 | 0,5 | 0,1 | 0,4 | 0,7 | 0,3 | 0,4 |
| GC Toluol korr. L.i.N. | 5 | 0,5 | 0,2 | 0,4 | 0,8 | 0,3 | 0,4 |
| Ethylhexanol | 4 | 9,9 | 1,4 | 9 | 12 | 2,9 | 9,3 |
| Octamethylcyclotetrasiloxan | 4 | 1,9 | 1,2 | 1,1 | 3,7 | 2,6 | 1,3 |
| Benzothiazol | 4 | 2,1 | 1,3 | 1,2 | 4 | 2,8 | 1,5 |
| Pentadecan | 4 | 2,6 | 0,8 | 1,8 | 3,3 | 1,5 | 2,6 |
| Toluol | 3 | 2,7 | 2,1 | 1,2 | 5,1 | 3,9 | 1,8 |
| Heptanal | 3 | 2,9 | 2 | 1,4 | 5,1 | 3,7 | 2 |
| 6-Methyl-1-octanol | 3 | 3 | 1,2 | 1,8 | 4,2 | 2,4 | 3 |
| Hexamethylcyclotrisiloxan | 3 | 4,2 | 3,5 | 1 | 8 | 7 | 3,7 |
| Naphthalin | 3 | 1,8 | 0,6 | 1,4 | 2,4 | 1 | 1,5 |
| Hexanal | 2 | 2,1 | 0,4 | 1,9 | 2,4 | 0,5 | 2,1 |
| Hexadecan | 2 | 2,4 | 0,2 | 2,3 | 2,5 | 0,3 | 2,4 |
| Acetophenon | 1 | 1,6 | . | 1,6 | 1,6 | 0 | 1,6 |
| Limonen | 1 | 1,7 | . | 1,7 | 1,7 | 0 | 1,7 |
| 1-Butanol | 1 | 3,6 | . | 3,6 | 3,6 | 0 | 3,6 |
| BHT und Isomere | 1 | 12,2 | . | 12,2 | 12,2 | 0 | 12,2 |
| Cyclohexylisothiocyanat | 1 | 6,7 | . | 6,7 | 6,7 | 0 | 6,7 |
| Dodecan | 1 | 2,9 | . | 2,9 | 2,9 | 0 | 2,9 |

rote Kennzeichnung = Ereignisschwellenwert (Definition s. Tabelle 12: Abschätzung der Ereignisschwellen für Geruchsstoffe) überschritten.

Für standzeitkorrigierte Messwerte reduziert sich die Zahl der Datensätze mit einer Überschreitung eines Ereignisschwellenwertes von 13 (Tabelle 20: Schwellenwertereignisse, Ergebnisse mit standzeitkorrigierten Blindwerten) auf 7 (Tabelle 22: Schwellenwertereignisse mit Beschwerde, Ergebnisse mit standzeitkorrigierten Blindwerten), wenn nur diejenigen verwendet werden, in denen gleichzeitig auch eine Beschwerde vorliegt.

Tabelle 22: Schwellenwertereignisse mit Beschwerde, Ergebnisse mit standzeitkorrigierten Blindwerten

| Analysespalten | N | Mittelwert | Std.-Abw. | Min. | Max. | Spannweite | Median |
|--------------------------------------|---|------------|-----------|------|-------|------------|--------|
| Beschwerdeführer | 7 | 8,3 | 4,8 | 2 | 13 | 11 | 11 |
| Benzol | 7 | 3 | 0,6 | 2,3 | 4,1 | 1,8 | 3 |
| Octanal | 7 | 4,2 | 1 | 3,2 | 5,7 | 2,5 | 4 |
| Nonanal | 7 | 19,3 | 3,7 | 15,1 | 26,9 | 11,8 | 18,7 |
| Benzaldehyd | 7 | 3,4 | 2 | 1,3 | 6,4 | 5,1 | 3,6 |
| Ethylhexanol | 7 | 5,4 | 3,6 | 1,5 | 8,5 | 7 | 8 |
| Σ Hexafluortetrachlorbutan | 7 | 29,6 | 20,4 | 2,1 | 60,5 | 58,4 | 32,4 |
| Summe VOC's | 7 | 94,6 | 23,8 | 63,6 | 118,4 | 54,8 | 90,2 |
| SO ₂ in µg/m ³ | 6 | 14,9 | 7 | 4,6 | 22,4 | 17,8 | 15,6 |
| Benzol GC in µg/m ³ | 6 | 1 | 0,2 | 0,7 | 1,2 | 0,5 | 1 |
| GC Benzol korr. L.i.N. | 6 | 1 | 0,2 | 0,8 | 1,3 | 0,5 | 1 |
| Toluol GC in µg/m ³ | 6 | 0,6 | 0,2 | 0,4 | 0,8 | 0,4 | 0,6 |
| Toluol | 5 | 2,5 | 1,2 | 1,9 | 4,6 | 2,7 | 2 |
| Decanal | 5 | 9,9 | 7,3 | 3,1 | 21,2 | 18,1 | 7,9 |
| Pentadecan | 5 | 3,6 | 1,9 | 1 | 5,4 | 4,4 | 3,7 |
| Heptanal | 4 | 2,5 | 1,5 | 1,4 | 4,6 | 3,2 | 1,9 |
| Acetophenon | 4 | 2,1 | 0,1 | 2 | 2,2 | 0,2 | 2,1 |
| Hexamethylcyclotrisiloxan | 4 | 2,7 | 0,3 | 2,4 | 3 | 0,6 | 2,7 |
| Octamethylcyclotetrasiloxan | 4 | 1,5 | 0,3 | 1,1 | 1,8 | 0,7 | 1,5 |
| Naphthalin | 4 | 4,3 | 2 | 1,5 | 6,1 | 4,6 | 4,9 |
| Benzothiazol | 4 | 2,3 | 1,9 | 1,1 | 5,1 | 4 | 1,5 |
| Hexadecan | 4 | 4,2 | 1,8 | 1,8 | 5,8 | 4 | 4,5 |
| N,N-Dimethylformamid | 3 | 1,8 | 0,3 | 1,5 | 2 | 0,5 | 1,8 |
| 6-Methyl-5-hepten-2-on | 3 | 1,8 | 0,4 | 1,4 | 2,1 | 0,7 | 1,8 |
| Phenol | 3 | 2,9 | 2,1 | 1,3 | 5,3 | 4 | 2,2 |
| 1-Butanol | 3 | 2 | 1,4 | 1,1 | 3,6 | 2,5 | 1,2 |
| Benzylalkohol | 3 | 4,1 | 0,3 | 3,8 | 4,3 | 0,5 | 4,1 |
| 2-Phenyl-2-propanol | 3 | 2,2 | 0,8 | 1,5 | 3,1 | 1,6 | 1,9 |
| 6-Methyl-1-octanol | 3 | 7,7 | 1,6 | 6,1 | 9,3 | 3,2 | 7,7 |
| Cyclohexylisothiocyanat | 3 | 1,2 | 0,1 | 1,1 | 1,3 | 0,2 | 1,2 |
| Tetradecan | 3 | 2,4 | 0,4 | 2,1 | 2,8 | 0,7 | 2,3 |
| Cyclohexanon | 2 | 1,4 | 0 | 1,4 | 1,4 | 0 | 1,4 |
| Limonen | 2 | 1,8 | 1 | 1,1 | 2,5 | 1,4 | 1,8 |
| Hexanal | 1 | 1,9 | . | 1,9 | 1,9 | 0 | 1,9 |
| Dodecan | 1 | 3,8 | . | 3,8 | 3,8 | 0 | 3,8 |
| Tridecan | 1 | 2 | . | 2 | 2 | 0 | 2 |

rote Kennzeichnung = Ereignisschwellenwert (Definition s. Tabelle 12: Abschätzung der Ereignisschwellen für Geruchsstoffe) überschritten.

8. Ergebnisse

Die in diesem Abschnitt vorgestellten Ergebnisse sind auf der Basis von Messwerten, die mit einem gemittelten Systemblindwert korrigiert wurden, ermittelt. Die Bewertung erfolgt aufgrund von Ereignissen, die durch Bürgerbeschwerden angezeigt und die aufgrund der Überschreitung von Ereignisschwellenwerten analytisch bestimmt wurden.

8.1. Schwartenberg

8.1.1. Hintergrund

Ein messbarer Hintergrund bei Anströmung aus 210 bis 60 Grad wurde anhand von 6 Proben bestimmt. In diesen Proben sind gesichert 5 Komponenten, zwei weitere im Einzelfall nachgewiesen. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle (Tabelle 23: Hintergrund Schwartenberg Anströmung 210 bis 60 Grad) enthalten.

Tabelle 23: Hintergrund Schwartenberg Anströmung 210 bis 60 Grad

| Analysespalten | N | Mittelwert | Std.-Abw. | Min. | Max. | Spannweite | Median |
|--------------------------------------|---|------------|-----------|------|------|------------|--------|
| Beschwerdeführer | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Nonanal | 6 | 5,5 | 2,9 | 2,4 | 9,7 | 7,3 | 4,6 |
| SO ₂ in µg/m ³ | 6 | 1,4 | 0,4 | 1 | 1,9 | 0,9 | 1,3 |
| GC Benzol korr. L.i.N. | 6 | 0,3 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,2 | 0,3 |
| GC Toluol korr. L.i.N. | 6 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,2 |
| Decanal | 5 | 4,6 | 4,3 | 1,3 | 11,4 | 10 | 2,4 |
| Octanal | 1 | 1,2 | . | 1,2 | 1,2 | 0 | 1,2 |
| Σ Hexafluortetrachlorbutan | 1 | 4,3 | . | 4,3 | 4,3 | 0 | 4,3 |

Keine der geruchsrelevanten Verbindungen erreicht unter diesen Anströmungsbedingungen im Mittel oder im Maximum einen Geruchsschwellenwert. In dieser Situation sind auch die SO₂-, die Benzol- und die Toluolkonzentrationen sehr gering.

Wird der Hintergrund dadurch definiert, dass keine Beschwerden anliegen, ergibt sich ein völlig anderes Bild. Von den 52 Messungen sind 22 nicht mit einer Beschwerde verknüpft, so dass unabhängig davon, woher der Wind wehte, bei diesen Bedingungen offensichtlich niemand eine Belästigung spürte.

Die nachfolgende Tabelle (Tabelle 24: Hintergrundkonzentrationen für den Fall fehlender Beschwerden) zeigt diese, bereits unter Punkt „Hintergrund bei Situation „keine Beschwerden“ dargestellten Daten.

Tabelle 24: Hintergrundkonzentrationen für den Fall fehlender Beschwerden

| Analysespalten | N | Mittelwert | Std.-Abw. | Min. | Max. | Spannweite | Median |
|--------------------------------------|----|------------|-----------|------|-------|------------|--------|
| Beschwerdeführer | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Nonanal | 22 | 11,2 | 9,5 | 2,4 | 34,8 | 32,5 | 8,4 |
| SO ₂ in µg/m ³ | 22 | 32,7 | 41,5 | 1 | 146,2 | 145,2 | 18 |
| GC Toluol korr. L.i.N. | 22 | 0,7 | 0,5 | 0,1 | 1,9 | 1,8 | 0,8 |
| Decanal | 20 | 6,7 | 5,9 | 1,3 | 23,1 | 21,8 | 4,7 |
| GC Benzol korr. L.i.N. | 16 | 0,9 | 0,8 | 0,1 | 2,8 | 2,7 | 0,6 |
| Benzol | 14 | 3,1 | 1,6 | 1,5 | 7,2 | 5,7 | 3 |
| Toluol | 14 | 2,1 | 1,6 | 0,3 | 6,9 | 6,6 | 1,5 |
| Σ Hexafluortetrachlorbutan | 13 | 18,4 | 12,9 | 1,4 | 35,7 | 34,3 | 18,5 |
| Summe VOC's | 9 | 122,1 | 154,9 | 5,3 | 520,8 | 515,6 | 90 |
| Octanal | 8 | 5,9 | 3,2 | 1,2 | 11 | 9,8 | 6,3 |
| Hexanal | 6 | 2,4 | 2,1 | 1 | 6,6 | 5,6 | 1,6 |
| Benzaldehyd | 6 | 5 | 1,1 | 3,9 | 7 | 3,1 | 4,7 |
| Ethylhexanol | 6 | 18,1 | 27,5 | 6,1 | 74,3 | 68,2 | 6,9 |
| Pentadecan | 6 | 4,9 | 2,9 | 2 | 9,9 | 7,9 | 4,1 |
| Hexadecan | 6 | 3,6 | 2,2 | 1,1 | 7,2 | 6,1 | 3,2 |
| Benzothiazol | 5 | 9,3 | 15,9 | 1,3 | 37,8 | 36,5 | 2,2 |
| Acetophenon | 4 | 1,5 | 0,5 | 1,1 | 2,2 | 1,1 | 1,3 |
| Heptanal | 3 | 5,3 | 5,6 | 1,9 | 11,7 | 9,8 | 2,3 |
| 6-Methyl-1-octanol | 3 | 4,8 | 5,5 | 1,5 | 11,2 | 9,7 | 1,9 |
| Hexamethylcyclotrisiloxan | 3 | 6,5 | 8,3 | 1,1 | 16 | 15 | 2,5 |
| Naphthalin | 3 | 3,5 | 3,3 | 1,4 | 7,2 | 5,8 | 1,8 |
| Octamethylcyclotetrasiloxan | 2 | 8,3 | 10,1 | 1,2 | 15,5 | 14,3 | 8,3 |
| BHT und Isomere | 2 | 37,2 | 22,7 | 21,1 | 53,2 | 32,2 | 37,2 |
| Cyclohexylisothiocyanat | 2 | 61,2 | 76 | 7,4 | 114,9 | 107,5 | 61,2 |
| Limonen | 1 | 1,4 | . | 1,4 | 1,4 | 0 | 1,4 |
| 1-Butanol | 1 | 4,3 | . | 4,3 | 4,3 | 0 | 4,3 |
| Benzylalkohol | 1 | 12,3 | . | 12,3 | 12,3 | 0 | 12,3 |
| 2-Phenoxyethanol | 1 | 10 | . | 10 | 10 | 0 | 10 |
| Decamethylcyclopentasiloxan | 1 | 3,3 | . | 3,3 | 3,3 | 0 | 3,3 |
| Cyclohexylisocyanat | 1 | 6,4 | . | 6,4 | 6,4 | 0 | 6,4 |

rote Kennzeichnung = Ereignisschwellenwert (Definition s. Tabelle 12: Abschätzung der Ereignisschwellen für Geruchsstoffe) überschritten.

Die Windgeschwindigkeiten waren in einem Bereich, der eine intensive Anströmung gestattet. Die Geruchskomponenten Nonanal und Decanal überschreiten im Mittel die Ereignisschwellenwerte nicht, wandern aber im Maximalwert sogar wesentlich darüber hinaus. Auffällig hoch sind auch die für diesen „Zustand“ bestimmten SO₂-Werte, die das Zehnfache der üblichen Jahresdurchschnittswerte erreichen und den Hintergrund-SO₂-Wert für eine Anströmung aus 210 bis 60 Grad um das Dreißigfache überschreiten.

Aus diesen Messwerten und Informationen für eine Situation ohne Beschwerden ist erkennbar, dass das Kriterium „keine Beschwerde“ für die Beschreibung einer unbelasteten Situation nicht geeignet ist.

Für die nachfolgenden, weiteren Auswertungen wird daher der Hintergrund in Form der Werte berücksichtigt, die sich bei Anströmung aus 210 bis 60 Grad ergeben.

8.1.2. Ereignisse aufgrund von Beschwerden

Ereignisse aufgrund von Beschwerden können für insgesamt 30 Probenahmen dokumentiert werden. Wie bereits unter Punkt 7.1 dargelegt, führt die Klassierung der Datensätze in die Untergruppen „Alle Beschwerden“, „Beschwerden mit mehr als 3 Beschwerdeführern“ und „Beschwerden mit mehr als 10 Beschwerdeführern“ zu etwas unterschiedlichen Ergebnissen. Die Unterschiede sind allerdings nicht sehr stark ausgeprägt.

Die nachfolgende Tabelle (Tabelle 25: Komponentenmittelwerte bei beschwerdebegründeten Ereignissen) stellt die Konzentrationen der geruchsrelevanten Stoffe und ihrer Begleiter für die einzelnen Untergruppen dar.

Tabelle 25: Komponentenmittelwerte bei beschwerdebegründeten Ereignissen

| Analysenspalten | Alle Beschwerden | >3 Beschwerdeführer | >10 Beschwerdeführer |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|
| Datensätze | N = 30 | N = 17 | N = 12 |
| SO ₂ (1,5 µg/m ³)* | 21,8 µg/m ³ | 16,5 µg/m ³ | 17,4 µg/m ³ |
| Benzol GC (0,2 µg/m ³) | 1,4 µg/m ³ | 1,3 µg/m ³ | 1,4 µg/m ³ |
| Benzol TDS | 3,3 µg/m ³ | 3,3 µg/m ³ | 3,5 µg/m ³ |
| Nonanal (5,5 µg/m ³) | 10,2 µg/m ³ | 11 µg/m ³ | 10,9 µg/m ³ |
| Decanal (4,6 µg/m ³) | 5,9 µg/m ³ | 5,6 µg/m ³ | 4,8 µg/m ³ |
| Summe VOC (16 µg/m ³) | 85,6 µg/m ³ | 61,1 µg/m ³ | 77,7 µg/m ³ |
| Toluol TDS | 2,6 µg/m ³ | 2,7 µg/m ³ | 3,2 µg/m ³ |
| HFTCB(4 µg/m ³) | 17 µg/m ³ | 23,8 µg/m ³ | 24,6 µg/m ³ |
| Benzaldehyd | 3,4 µg/m ³ | 3,3 µg/m ³ | 3,6 µg/m ³ |
| Octanal (1,1 µg/m ³) | 3,2 µg/m ³ | 3,2 µg/m ³ | 3,2 µg/m ³ |
| Ethylhexanol | 15,1 µg/m ³ | 9,8 µg/m ³ | 9,8 µg/m ³ |
| Pentadecan | 2,1 µg/m ³ | 1,9 µg/m ³ | 1,9 µg/m ³ |
| Octamethylcyclotetrasiloxan (6) | 5,2 µg/m ³ | 1,3 µg/m ³ | 1,3 µg/m ³ |
| Benzothiazol (1,4 µg/m ³) | 6,1 µg/m ³ | 1,8 µg/m ³ | 1,8 µg/m ³ |
| Heptanal (1 µg/m ³) | 3,4 µg/m ³ | 2,6 µg/m ³ | 2,6 µg/m ³ |
| Hexamethylcyclotrisiloxan (3,1) | 7,3 µg/m ³ | 3,3 µg/m ³ | 3,3 µg/m ³ |

*Werte in Klammern = Hintergrundkonzentration

Anhand der Messwerte kann man feststellen, dass kein Geruchsstoff den Ereignisschwellenwert im Mittel überschreitet. Darüber hinaus führt eine Zunahme der Anzahl der Beschwerdeführer für keine dieser Verbindungen zu einer erkennbaren Anhebung des Mittelwerts. Auch die Begleitkomponenten zeigen keinen erkennbaren Trend zur Zunahme des Messwerts mit Zunahme der Beschwerdeführer. Lediglich Hexafluortetrachlorbutanisomere (HFTCB) nehmen etwas zu.

26 der 30 Beschwerdeereignisse fallen auf den Windrichtungssektor 90 bis 180 Grad. Die Auswertung der Datensätze (Tabelle 26: Komponentenkonzentration bei Beschwerden und Windrichtung 90 bis 180 Grad) für diesen Sektor führt ebenfalls zu keinen anderen Ergebnissen.

Tabelle 26: Komponentenkonzentration bei Beschwerden und Windrichtung 90 bis 180 Grad

| Analysespalten | N | Mittelwert | Std.-Abw. | Min. | Max. | Spannweite | Median |
|--------------------------------------|----|------------|-----------|------|-------|------------|--------|
| Beschwerdeführer | 26 | 7,8 | 7,9 | 1 | 31 | 30 | 4 |
| Windrichtung | 26 | 142,7 | 21,7 | 118 | 180 | 62 | 131,5 |
| Windgeschwindigkeit in m/s | 26 | 8,2 | 2,7 | 2,9 | 13,8 | 10,9 | 8,3 |
| SO ₂ in µg/m ³ | 26 | 22,6 | 18,7 | 4,6 | 77,1 | 72,5 | 15,1 |
| GC Toluol korr. L.i.N. | 26 | 0,9 | 0,5 | 0,1 | 1,7 | 1,6 | 0,8 |
| GC Benzol korr. L.i.N. | 24 | 1,4 | 0,6 | 0,3 | 2,7 | 2,4 | 1,3 |
| Benzol | 23 | 3,4 | 1,3 | 1,4 | 6,8 | 5,4 | 3,4 |
| Nonanal | 23 | 9,9 | 5,9 | 2,3 | 23,3 | 21 | 8,5 |
| Luftfeuchtigkeit in % | 22 | 87,4 | 16,6 | 50 | 99 | 49 | 97,5 |
| Decanal | 21 | 5,7 | 4,2 | 1,3 | 19,6 | 18,4 | 5,1 |
| Toluol | 17 | 2,7 | 1,6 | 1,1 | 5,6 | 4,5 | 2,1 |
| Summe VOC's | 16 | 91,6 | 89,8 | 4,6 | 293,6 | 289,1 | 68,1 |
| Σ Hexafluortetrachlorbutan | 15 | 17,8 | 19,5 | 1 | 59,5 | 58,5 | 9,5 |
| Octanal | 12 | 3,2 | 1,5 | 1,3 | 5,6 | 4,3 | 2,9 |
| Benzaldehyd | 12 | 3,5 | 1,3 | 1 | 5,4 | 4,5 | 3,4 |
| Ethylhexanol | 11 | 14,1 | 9,9 | 2,3 | 36,8 | 34,5 | 10,5 |
| Pentadecan | 11 | 2 | 0,9 | 1,1 | 4 | 2,9 | 1,8 |
| Heptanal | 9 | 3,9 | 3,1 | 1,2 | 10,7 | 9,5 | 3,4 |
| Octamethylcyclotetrasiloxan | 9 | 5,6 | 6,3 | 1,1 | 17,7 | 16,6 | 1,6 |
| Benzothiazol | 9 | 6,6 | 8,9 | 1 | 22,2 | 21,2 | 1,4 |
| Hexamethylcyclotrisiloxan | 8 | 8,4 | 8,6 | 1 | 25,7 | 24,7 | 5,6 |

Zusammenfassend sind diese Ergebnisse so zu interpretieren, dass es mit den erhobenen Messwerten der betrachteten Geruchsstoffe, der Begleitkomponenten und dem Beschwerdeaufkommen im Mittel keine Überschreitung eines Ereignisschwellenwertes gibt, die es gestatten würde, eine stoffliche Untersetzung für ein Geruchsereignis zu finden.

8.1.3 Ereignisse aufgrund der Überschreitung eines Ereignisschwellenwerts

Am Schwartenberg wurden 11 Ereignisse registriert, die durch eine Überschreitung des Ereignisschwellenwerts für Nonanal charakterisiert sind. Die wichtigsten Komponenten und deren Konzentrationen im Ereignisfall sind nachfolgend (Tabelle 27: Schwellenwertereignisse Schwartenberg, Zusammenfassung) nochmals zusammengefasst:

Tabelle 27: Schwellenwertereignisse Schwartenberg, Zusammenfassung

| Analysespalten | N | Mittelwert | Std.-Abw. | Min. | Max. |
|--------------------------------------|----|------------|-----------|------|-------|
| Nonanal | 11 | 22,1 | 6,6 | 15,2 | 34,8 |
| Decanal | 11 | 9,7 | 6,7 | 2,8 | 23,1 |
| Summe VOC's | 11 | 88,2 | 33,2 | 9,9 | 131,5 |
| Benzol | 10 | 2,4 | 0,7 | 1,4 | 3,4 |
| Octanal | 10 | 5,3 | 1,8 | 2,7 | 8,4 |
| Benzaldehyd | 10 | 4,3 | 1,1 | 1,6 | 5,6 |
| Σ Hexafluortetrachlorbutan | 10 | 23,2 | 16 | 1,4 | 56,1 |
| SO ₂ in µg/m ³ | 10 | 15,3 | 8,6 | 2,5 | 28,5 |
| Toluol GC in µg/m ³ | 10 | 0,6 | 0,3 | 0,1 | 1 |

rote Kennzeichnung = Ereignisschwellenwert (Definition s. Tabelle 12: Abschätzung der Ereignisschwellen für Geruchsstoffe) überschritten

Neben Nonanal wird die Geruchskomponente Octanal nachgewiesen. Sie befindet sich unter dem Ereignisschwellenwert von 10 µg/m³. Häufigste Begleitkomponenten sind Benzaldehyd, Ethylhexanol, Pentadecan, Hexafluortetrachlorbutan und VOC. Die Begleitkomponenten zeigen eine gewisse Analogie zu den beschwerdebedingt registrierten Ereignissen. Schwefeldioxid und Benzol werden in diesen Ereignisfällen mit 16,4 und 3,1 µg/m³ detektiert.

In den 11 festgestellten Situationen einer Schwellenwertüberschreitung werden für 6 Fälle Beschwerden berichtet. Die Zahl der Beschwerdeführer liegt durchschnittlich bei 4 für alle 11 Ereignisse und bei 7,3 für die 6 Schwellenwertereignisse, die auch mit Beschwerden einhergehen. Der Wind weht in diesen Fällen zwischen 125 und 180 °.

Zusammenfassend für diese Betrachtungsweise über den Ereignisschwellenwert kann festgestellt werden, dass sich die Wahrscheinlichkeit einer Beschwerde signifikant erhöht, wenn der Ereignisschwellenwert von Nonanal überschritten wird. Diese Beziehung ist im Sinne einer Prognose mit einer Vorhersagewahrscheinlichkeit von maximal 50 % zu betrachten (11 Ereignisse, davon 6 mit Beschwerden)

8.2 Klingenthal

In Klingenthal wurden im Jahr 2011 ebenfalls Proben entnommen, um sowohl die Hintergrund- als auch das Ereignisfallzusammensetzung der Luft zu ermitteln.

Die zur Qualitätssicherung erzeugten Blindwerte lieferten folgende Ergebnisse (Tabelle 28: Zusammenfassung Blindwertergebnisse Klingenthal) für die wichtigsten Komponenten:

Tabelle 28: Zusammenfassung Blindwertergebnisse Klingenthal

| Analysespalten | N | Mittelwert | Std.-Abw. | Min. | Max. | Spannweite | Median |
|-----------------------------|---|------------|-----------|-------|-------|------------|--------|
| Nonanal | 7 | 0,036 | 0,014 | 0,02 | 0,054 | 0,034 | 0,037 |
| Ethylhexanol | 7 | 0,071 | 0,031 | 0,032 | 0,116 | 0,084 | 0,058 |
| Hexamethylcyclotrisiloxan | 7 | 0,052 | 0,029 | 0,032 | 0,117 | 0,085 | 0,041 |
| Octamethylcyclotetrasiloxan | 7 | 0,021 | 0,01 | 0,014 | 0,044 | 0,03 | 0,018 |
| Cyclohexylisothiocyanat | 7 | 0,158 | 0,211 | 0,019 | 0,63 | 0,611 | 0,101 |
| Σ VOC's | 7 | 0,622 | 0,495 | 0,162 | 1,68 | 1,518 | 0,445 |
| Hexanal | 6 | 0,02 | 0,008 | 0,013 | 0,034 | 0,021 | 0,018 |
| Heptanal | 6 | 0,032 | 0,018 | 0,016 | 0,066 | 0,05 | 0,025 |
| Octanal | 6 | 0,026 | 0,008 | 0,016 | 0,038 | 0,022 | 0,026 |
| Decanal | 6 | 0,021 | 0,006 | 0,011 | 0,029 | 0,018 | 0,021 |
| Benzaldehyd | 6 | 0,018 | 0,006 | 0,012 | 0,026 | 0,014 | 0,018 |
| Cyclohexanon | 6 | 0,018 | 0,012 | 0,01 | 0,042 | 0,032 | 0,014 |
| Benzothiazol | 6 | 0,033 | 0,032 | 0,011 | 0,097 | 0,086 | 0,022 |
| BHT und Isomere | 6 | 0,053 | 0,059 | 0,018 | 0,173 | 0,155 | 0,031 |
| Pentadecan | 6 | 0,015 | 0,003 | 0,012 | 0,018 | 0,006 | 0,015 |
| Toluol | 4 | 0,017 | 0,008 | 0,01 | 0,028 | 0,018 | 0,015 |
| Limonen | 3 | 0,022 | 0,01 | 0,011 | 0,03 | 0,019 | 0,024 |
| 1-Butanol | 3 | 0,027 | 0,016 | 0,014 | 0,045 | 0,031 | 0,023 |
| Tetradecan | 3 | 0,013 | 0,001 | 0,012 | 0,014 | 0,002 | 0,012 |
| N,N-Dimethylformamid | 2 | 0,035 | 0,033 | 0,011 | 0,058 | 0,047 | 0,035 |
| Naphthalin | 2 | 0,02 | 0,006 | 0,016 | 0,024 | 0,008 | 0,02 |
| Hexadecan | 2 | 0,013 | 0,003 | 0,011 | 0,015 | 0,004 | 0,013 |

Mit Hilfe des Medians dieser Blindwerte wurden die Daten für die entnommenen Proben korrigiert und aufbereitet. Anhand des Vergleichs zwischen arithmetischem Mittelwert und Median kann die Schiefe der Verteilung abgeschätzt werden. Sie entspricht in etwa der Verteilung der Daten, die am Schwartenberg erhoben wurden.

8.2.1 Hintergrund

Zur Bestimmung der Hintergrundbelastung wurde für die Station Klingenthal nach der Anströmung aus Richtung 210 bis 60 Grad selektiert. Dabei bleiben 3 Datensätze übrig, die für die Bestimmung der Hintergrundkonzentration benutzt werden können.

In der Tabelle (Tabelle 29: Hintergrund Klingenthal Anströmung 210 bis 60 Grad) sind die Ergebnisse der Selektion und Analyse zusammengefasst.

Tabelle 29: Hintergrund Klingenthal Anströmung 210 bis 60 Grad

| Analysespalten | N | Mittelwert | Std.-Abw. | Min. | Max. | Spannweite | Median |
|--------------------------------------|---|------------|-----------|------|------|------------|--------|
| Beschwerdeführer | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Octanal | 3 | 2,4 | 1,2 | 1 | 3,2 | 2,2 | 2,8 |
| Nonanal | 3 | 12,1 | 5,5 | 6,5 | 17,5 | 11 | 12,2 |
| Decanal | 3 | 17,8 | 7,1 | 9,6 | 22,5 | 12,9 | 21,1 |
| Σ VOC's | 3 | 41,6 | 19,4 | 19,5 | 56 | 36,5 | 49,2 |
| Windgeschwindigkeit in m/s | 3 | 1 | 0,4 | 0,6 | 1,4 | 0,8 | 1,1 |
| SO ₂ in µg/m ³ | 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| Mittelwert Benzol GC | 3 | 0,8 | 0,2 | 0,6 | 0,9 | 0,3 | 0,9 |
| Mittelwert Toluol GC | 3 | 0,6 | 0,2 | 0,4 | 0,8 | 0,4 | 0,7 |
| Benzol | 2 | 1,1 | 0,1 | 1 | 1,2 | 0,2 | 1,1 |
| Heptanal | 2 | 2,5 | 0,4 | 2,3 | 2,8 | 0,6 | 2,5 |
| Σ Hexafluortetrachlorbutan | 2 | 1,4 | 0,1 | 1,3 | 1,4 | 0,1 | 1,4 |
| Ethylhexanol | 1 | 1,6 | . | 1,6 | 1,6 | 0 | 1,6 |
| Hexamethylcyclotrisiloxan | 1 | 1 | . | 1 | 1 | 0 | 1 |

Als Besonderheit für diese Station sind die niedrigen Windgeschwindigkeiten zu vermerken, die für die gewählte Anströmrichtung einen Mittelwert von nur 1 m/s aufweisen. Anhand dieser Hintergrundwerte müssen die Ereignisschwellenwerte analog zur Vorgehensweise am Schwartenberg (siehe Tabelle 30: Abschätzung der Ereignisschwellen für Geruchsstoffe in Klingenthal) entsprechend angepasst werden:

Tabelle 30: Abschätzung der Ereignisschwellen für Geruchsstoffe in Klingenthal

| Verbindung | Geruchsschwelle | Hintergrund | Ereignisschwelle |
|-----------------|------------------------|--------------------------|-----------------------|
| Hexanal | 22,3 µg/m ³ | < 1,0 µg/m ³ | >25 µg/m ³ |
| Heptanal | 15,3 µg/m ³ | < 2,5 µg/m ³ | >20 µg/m ³ |
| Octanal | 4,0 µg/m ³ | < 2,4 µg/m ³ | >10 µg/m ³ |
| Nonanal | 6,3 µg/m ³ | < 12,1 µg/m ³ | >20 µg/m ³ |
| Decanal | 13,9 µg/m ³ | < 17,8 µg/m ³ | >35 µg/m ³ |

8.2.2 Ereignisse aufgrund von Beschwerden

Für den Einzugsbereich Klingenthal liegen 6 Probenahmen vor, für deren Probenahmezeitraum auch Beschwerden eingegangen sind. Die Ergebnisse stellen sich wie folgt dar (Tabelle 31: Komponentenmittelwerte bei beschwerdebegründeten Ereignissen):

Tabelle 31: Komponentenmittelwerte bei beschwerdebegründeten Ereignissen

| Analysespalten | N | Mittelwert | Std.-Abw. | Min. | Max. | Spannweite | Median |
|--------------------------------------|---|------------|-----------|------|------|------------|--------|
| Beschwerdeführer | 6 | 8,7 | 8,8 | 3 | 21 | 18 | 3 |
| Benzol | 6 | 2,4 | 0,4 | 1,5 | 2,6 | 1,1 | 2,5 |
| Toluol | 6 | 1,5 | 0,7 | 1 | 2,8 | 1,8 | 1,2 |
| Nonanal | 6 | 10,9 | 7,6 | 4,4 | 25,8 | 21,4 | 8,5 |
| Decanal | 6 | 15,4 | 4,3 | 9,9 | 20,1 | 10,2 | 15,4 |
| Σ Hexafluortetrachlorbutan | 6 | 1,8 | 0,2 | 1,6 | 2,2 | 0,6 | 1,8 |
| Σ VOC's | 6 | 34,1 | 17,2 | 14,9 | 60,5 | 45,6 | 31,1 |
| Windgeschwindigkeit in m/s | 6 | 1,5 | 0,7 | 0,9 | 2,8 | 1,9 | 1,5 |
| SO ₂ in µg/m ³ | 6 | 2,6 | 1,8 | 1,1 | 4,9 | 3,8 | 1,7 |
| Mittelwert Benzol GC | 6 | 1,4 | 0,1 | 1,3 | 1,6 | 0,3 | 1,5 |
| Mittelwert Toluol GC | 6 | 0,9 | 0,2 | 0,7 | 1,2 | 0,5 | 0,9 |
| mittlere Windrichtung | 6 | 132,3 | 17,2 | 102 | 147 | 45 | 138,5 |
| Octanal | 5 | 2 | 0,9 | 1,1 | 3,1 | 2 | 2 |
| 6-Methyl-5-hepten-2-on | 3 | 2,6 | 0,2 | 2,4 | 2,8 | 0,5 | 2,7 |
| Hexamethylcyclotrisiloxan | 3 | 1,9 | 0,4 | 1,4 | 2,3 | 0,8 | 1,9 |
| Heptanal | 2 | 2,8 | 0 | 2,8 | 2,8 | 0 | 2,8 |
| Tridecan | 2 | 1,4 | 0,1 | 1,3 | 1,5 | 0,2 | 1,4 |
| Hexanal | 1 | 1 | . | 1 | 1 | 0 | 1 |
| Benzaldehyd | 1 | 2,7 | . | 2,7 | 2,7 | 0 | 2,7 |
| Limonen | 1 | 2,1 | . | 2,1 | 2,1 | 0 | 2,1 |
| 1-Butanol | 1 | 2,2 | . | 2,2 | 2,2 | 0 | 2,2 |
| Ethylhexanol | 1 | 6,6 | . | 6,6 | 6,6 | 0 | 6,6 |
| Dodecan | 1 | 1,1 | . | 1,1 | 1,1 | 0 | 1,1 |
| Pentadecan | 1 | 1,2 | . | 1,2 | 1,2 | 0 | 1,2 |

rote Kennzeichnung = Ereignisschwellenwert (Definition s. Tabelle 30: Abschätzung der Ereignisschwellen für Geruchsstoffe in Klingenthal) überschritten

Auch in Klingenthal sind die Komponentenmittelwerte bei beschwerdebegründeten Ereignissen so, dass eine Rückführung auf geruchsrelevante Stoffe nicht möglich ist.

8.2.3 Ereignisse aufgrund der Überschreitung eines Ereignisschwellenwerts

Entsprechend Tabelle 30: Abschätzung der Ereignisschwellen für Geruchsstoffe in Klingenthal sind die Ereignisschwellenwerte für Klingenthal wegen der höheren Hintergrundwerte auch höher. Selektiert man die Daten nach Datensätzen mit Geruchsstoffkonzentrationen über der Ereignisschwelle, erhält man zwei Datensätze, die diese Bedingung erfüllen. Davon ist einer mit einer Beschwerde verknüpft, der andere nicht. In der Tabelle (Tabelle 32: Schwellenwertereignisse Klingenthal, Zusammenfassung) sind die Komponenten und deren Konzentration dargestellt. Die Mittelung erfolgt auf-

grund der vorhandenen Daten nur über je zwei Werte, so dass eine statistische Sicherheit nicht gegeben ist.

Tabelle 32: Schwellenwertereignisse Klingenthal, Zusammenfassung

| Analysespalten | N | Mittelwert | Std.-Abw. | Min. | Max. | Spannweite | Median |
|--------------------------------------|---|------------|-----------|------|------|------------|--------|
| Benzol | 2 | 2,6 | 0,5 | 2,3 | 3 | 0,8 | 2,6 |
| Toluol | 2 | 1,2 | 0,3 | 1 | 1,4 | 0,4 | 1,2 |
| Octanal | 2 | 3,8 | 1 | 3,1 | 4,5 | 1,4 | 3,8 |
| Nonanal | 2 | 23,3 | 3,7 | 20,7 | 25,8 | 5,2 | 23,3 |
| Decanal | 2 | 21,7 | 3,1 | 19,5 | 23,9 | 4,3 | 21,7 |
| 6-Methyl-5-hepten-2-on | 2 | 2,1 | 0,3 | 1,9 | 2,4 | 0,5 | 2,1 |
| Σ Hexafluortetrachlorbutan | 2 | 1,4 | 0,3 | 1,1 | 1,6 | 0,5 | 1,4 |
| Σ VOC's | 2 | 51 | 5,1 | 47,4 | 54,6 | 7,3 | 51 |
| Windgeschwindigkeit in m/s | 2 | 1,5 | 0,1 | 1,4 | 1,6 | 0,2 | 1,5 |
| SO ₂ in µg/m ³ | 2 | 2,6 | 0,8 | 2 | 3,2 | 1,2 | 2,6 |
| Mittelwert Benzol GC | 2 | 1,6 | 0,4 | 1,3 | 1,8 | 0,5 | 1,6 |
| Mittelwert Toluol GC | 2 | 0,9 | 0,2 | 0,7 | 1 | 0,3 | 0,9 |
| mittlere Windrichtung | 2 | 145,5 | 2,1 | 144 | 147 | 3 | 145,5 |
| Hexanal | 1 | 1,1 | . | 1,1 | 1,1 | 0 | 1,1 |
| Heptanal | 1 | 2,8 | . | 2,8 | 2,8 | 0 | 2,8 |
| Beschwerdeführer | 1 | 3 | . | 3 | 3 | 0 | 3 |

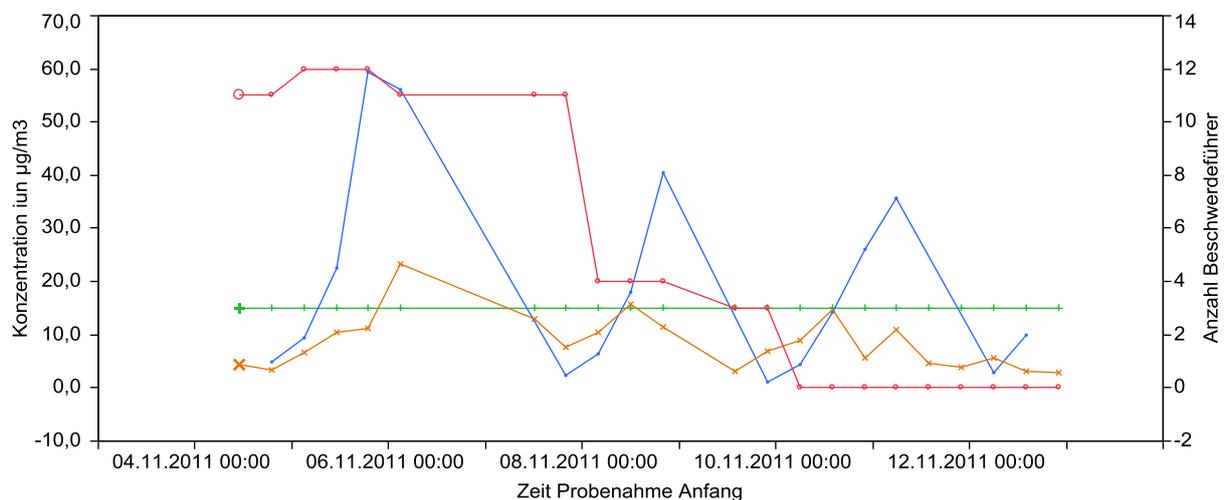
rote Kennzeichnung = Ereignisschwellenwert (Definition s. Tabelle 30: Abschätzung der Ereignisschwellen für Geruchsstoffe in Klingenthal) überschritten

Analog zu den Erkenntnissen zum Schwartenberg kann festgestellt werden, dass sich die Wahrscheinlichkeit einer Beschwerde erhöht, wenn der Ereignisschwellenwert von Nonanal überschritten wird. Diese Beziehung ist im Sinne einer Prognose mit einer Vorhersagewahrscheinlichkeit von maximal 50 % zu betrachten (2 Ereignisse, davon 1 mit Beschwerde). Die statistische Absicherung dieser Aussage ist aufgrund der geringen Datensatzanzahl mit Beschwerden nicht gegeben.

8.3 Zeitreihenanalyse

8.3.1 Schwartenberg

Ein einfacher statistischer Zusammenhang zwischen den erhobenen Messwerten und den Beschwerden besteht nur für die Geruchsindikator-Komponente Nonanal, für die mit 50 % Wahrscheinlichkeit eine Geruchsbeschwerde eintritt. In diesen Situationen weht der Wind zwischen Ost und Süd. Im Rahmen einer Zeitreihenanalyse sollen Zusammenhänge herausgefunden werden, in die mehrere Komponenten einbezogen werden sollen. Als Parameter für eine solche Analyse kommen die für Hintergrund und Ereignis gefundenen Hauptkomponenten, die Windrichtung und die Zahl der Beschwerdeführer in Betracht. Ein Problem für die Durchführung einer Zeitreihenanalyse besteht in der Verfügbarkeit zeitlich äquidistanter Ereignisse oder Beobachtungen, die für den gesamten Ermittlungszeitraum 2011 nicht besteht. Es gibt allerdings zum Ende der Messungen hin Phasen, die eine nahezu permanente Beprobung beinhalteten und damit Beobachtungen, die auf hintereinander folgende 8-Stunden-Abschnitte bezogen sind, dokumentieren. Diese Abschnitte sind für eine Auswertung geeignet und können einen zeitlichen Zusammenhang zwischen einzelnen Komponenten, eingegangenen Beschwerden und Überschreiten eines Ereignisschwellenwertes finden helfen.



Linke Skala: + — Ereignisschwellenwert Nonanal

Rechte Skala: ○ — Beschwerdeführer

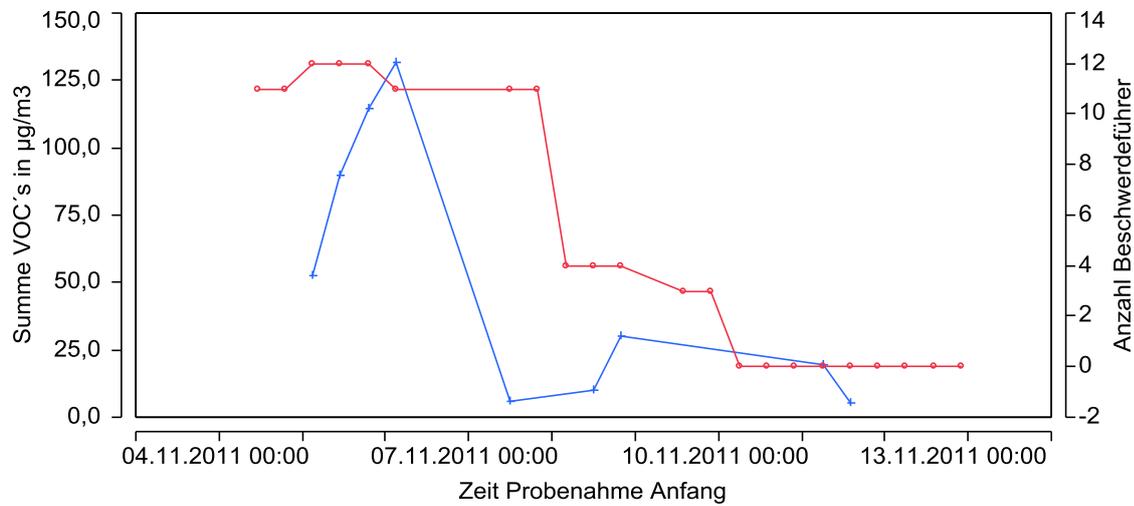
◇ — Summe Hexafluortetrachlorbutan + Isomere

× — Nonanal

Abbildung 9:Überlagerungsdiagramm / Zeitreihe 04.11.2011 11:00 bis 12.11.2011 22:00

Der selektierte Zeitabschnitt umfasst die Zeit vom 04.11.2011 11:00 bis zum 12.11.2011 22:00. Er beinhaltet eine Anfangsphase mit 11 bis 12 Beschwerdeführern (endet etwa am 10.11.2011 00:00) und eine Abschlussphase mit null Beschwerdeführern (beginnt am 10.11.2011 00:00 bis 12.11.2011 etwa 22:00). Die Abbildung (Abbildung 9:Überlagerungsdiagramm / Zeitreihe 04.11.2011 11:00 bis 12.11.2011 22:00) zeigt für diese Zeit den Verlauf der Nonanal-, Hexafluortetrachlorbutan (HFTCB)- und Beschwerdeführerwerte und ordnet den geschätzten Ereignisschwellenwert für Nonanal visuell in die Darstellung ein. Man sieht deutlich, dass nach einer Vorlaufzeit, in der bereits Beschwerden eingehen, ohne dass Nonanal den Schwellenwert überschreitet, eine Phase folgt, wo sowohl Nonanal den Schwellenwert überschreitet als auch für HFTCB ein signifikanter Anstieg erfolgt. Nonanal und HFTCB zeigen darüber hinaus ein episodisches Abklingen der Konzentration über mehrere Zwischenmaxima und erreichen zeitlich etwas versetzt wie zu Beginn ein Minimum, für das auch

keine Beschwerden vorliegen. Ein ähnlicher Verlauf besteht auch für die Komponente VOC in diesem Zeitfenster, wie der Abbildung 10: Überlagerungsdiagramm VOC / Zeitreihe 04.11.2011 11:00 bis 12.11.2011 22:00 zu entnehmen ist:

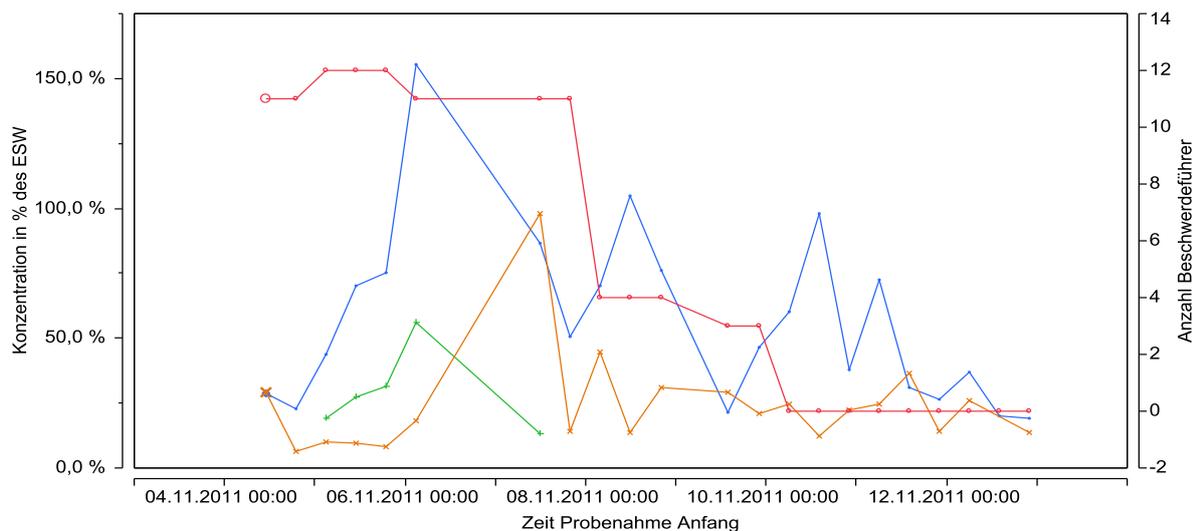


Linke Skala: + — Summe VOC's

Rechte Skala: ○ — Beschwerdeführer

Abbildung 10: Überlagerungsdiagramm VOC / Zeitreihe 04.11.2011 11:00 bis 12.11.2011 22:00

Benutzt man anstelle der Konzentrationswerte der Geruchsindikatoren einen auf den Ereignisschwellenwert des Schwartenbergs normierten Messwert, in dem man den korrigierten Messwert durch den Ereignisschwellenwert teilt und in Prozent angibt, tritt eine einheitliche Skalierung der Daten auf, anhand derer man den Verlauf im Zeitfenster besser interpretieren kann. In der Abbildung 11: Überlagerungsdiagramm / Zeitreihe 04.11.2011 11:00 bis 12.11.2011 22:00 sind die Daten in dieser Form aufbereitet.



Linke Skala: + — Octanal ESW normiert
 ◇ — Nonanal ESW normiert
 × — Decanal ESW normiert

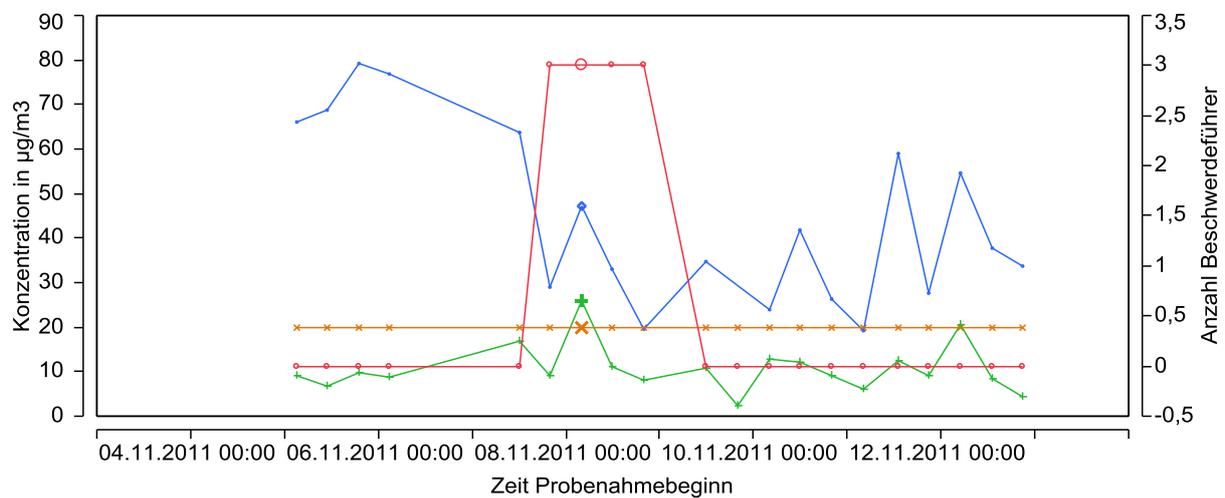
Rechte Skala: ○ — Beschwerdeführer

Abbildung 11: Überlagerungsdiagramm / Zeitreihe 04.11.2011 11:00 bis 12.11.2011 22:00

Aufgrund der hohen finanziellen Aufwendungen für die Analytik gibt es keinen weiteren Abschnitt, für den Messwerte in zeitlich äquidistanter Folge über einen für eine Auswertung sinnvollen Bereich vorliegen. Grundsätzlich stützt aber die mit Abbildung diskutierte Erkenntnis auch die Ergebnisse der deskriptiven statistischen Analyse wie unter Punkt 8 dargelegt.

8.3.2 Klingenthal

Auch für die Station Klingenthal wurde ein Zeitsegment lückenlos mit äquidistanten 8-Stunden-Probenahmen beobachtet. Dieses Segment dauerte vom 05.11.2011 11:00 bis zum 13.11.2011 05:00. Analog zur Vorgehensweise findet sich für diesen Zeitabschnitt ebenfalls die Querung einer Beschwerdeperiode. Der zeitliche Verlauf ist in der Abbildung 12: Überlagerungsdiagramm / Zeitreihe 05.11.2011 11:00 bis 13.11.2011 05:00 gezeigt. Zum Zeitpunkt der Beschwerden überschreitet Nonanal den Ereignisschwellenwert für Klingenthal. Es finden sich auch klar strukturierte Maxima für die Summe der VOC, ohne dass diese mit den Beschwerden konform gehen.



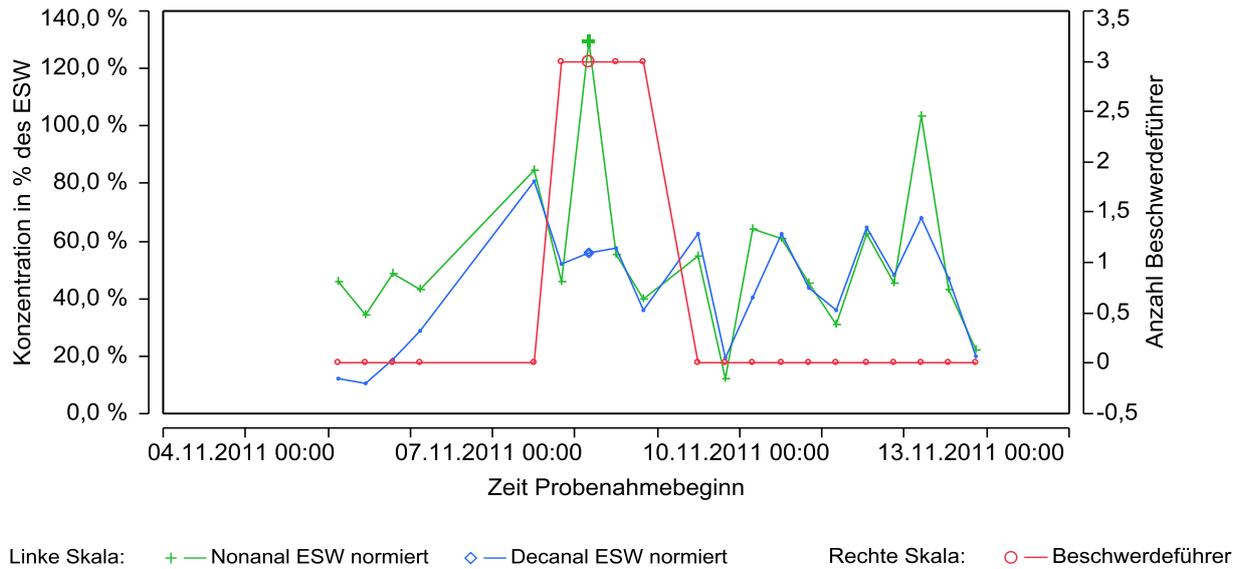


Abbildung 13: Überlagerungsdiagramm / Zeitreihe 05.11.2011 11:00 bis 13.11.2011 05:00

Die Komponente HFTCB, die am Schwartenberg als Confounder ermittelt wurde, zeigt sich in Klingenthal während der beobachteten Phase in zeitlichem Versatz zu den Beschwerden, wie in Abbildung 14: Überlagerungsdiagramm HFTCB / Zeitreihe 05.11.2011 11:00 bis 13.11.2011 05:00 zu erkennen. Danach entwickelt sich ein Maximum an HFTCB 16 Stunden vor der ersten Beschwerde.

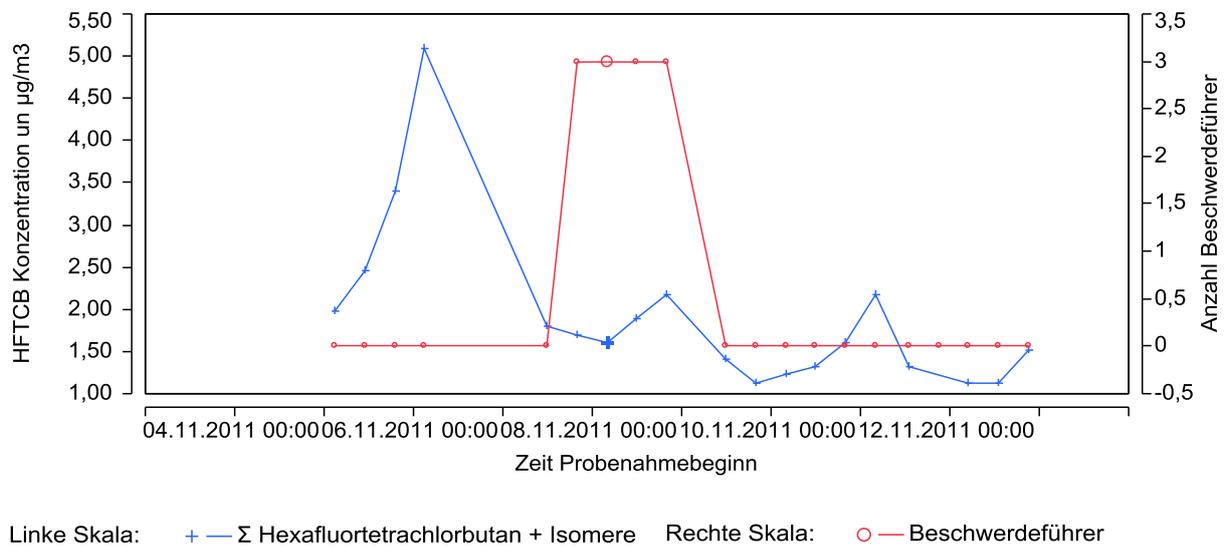


Abbildung 14: Überlagerungsdiagramm HFTCB / Zeitreihe 05.11.2011 11:00 bis 13.11.2011 05:00

9. Zusammenfassung und Ausblick

Über einen Zeitraum von 12 Monaten wurden am Schwartenberg und in Klingenthal Immissionsproben entnommen, um einen Zusammenhang zwischen stofflichen Komponenten der Luft und vorliegenden Geruchsbeschwerden zu finden. Dabei ist eine Koordinierung der Probenahme mit den Beschwerden nötig, in deren Konsequenz die Hauptaktivität in den Monaten Oktober und November lag.

Die vorliegenden Daten zeigen, dass die Arbeitshypothese richtig war, in der Luft nach Geruchsindikatoren zu suchen, die einen niedrigen Geruchsschwellenwert besitzen, aber schon in Konzentrationen unter diesem Wert bestimmbar sind. Die technische Realisierung in Verbindung mit der zuverlässigen Ermittlung der Hintergrundkonzentrationen und Systemblindwerte als für die Qualität sehr wesentlicher Arbeitsschritt, ist mit einem hohen Kostenaufwand verbunden, brachte aber im Ergebnis die Möglichkeit, sofort auf ein Ereignis reagieren und eine Probenahme starten zu können.

Aufgrund der eingesetzten Arbeitsweise ist es möglich, ein Geruchsereignis mit einer Wahrscheinlichkeit von etwa 50 % anhand der Überschreitung eines im Rahmen der Auswertung definierten Ereignisschwellenwerts für Nonanal festzustellen. Geruchsereignisse sind nicht signifikant an höhere Konzentrationen anderer Luftkomponenten wie Schwefeldioxid oder Benzol geknüpft. In relativ vielen Fällen wird neben Nonanal auch eine erhöhte Konzentration von HFTCB gefunden, dessen Geruchsschwellenwert und industrielle Quelle nicht bekannt sind. Andere Geruchsindikatoren, die ebenfalls bestimmt wurden, haben sich zur Abbildung der Ereignisse in 2011 als nicht aussagefähig gezeigt und blieben unter dem Ereignisschwellenwert.

Ein Zusammenhang zwischen Beschwerden und nachgewiesenen Luftverunreinigungen konnte über alle Daten und auch über selektierte Datensätze (alle Beschwerden, mehr als 3 Beschwerdeführer, mehr als 10 Beschwerdeführer) nicht gefunden werden. Für eine Phase, in der äquidistante Zeitabschnitte kontinuierlich beprobt werden konnten, gibt es aber Ergebnisse, die sehr wohl einen Zusammenhang zwischen Beschwerdeaufkommen, Überschreiten des Ereignisschwellenwerts und Zunahme flüchtiger organischer Verbindungen (VOC) sowie der Komponente HFTCB zeigen.

Letztgenannter Zusammenhang ist ein wichtiges Ergebnis für die weitere Gestaltung einer Beobachtung der Luftqualität im Erzgebirge mit dem Ziel, Geruchsereignisse zu dokumentieren und zeitlich exakt einzuordnen. Die nachfolgenden Punkte fassen die Erkenntnisse zur weiteren Vorgehensweise zusammen:

1. Die Arbeitshypothese ist, statistisch noch verbesserungsbedürftig, bestätigt, wonach Geruchsindikatoren spezifiziert, beprobt und analysiert werden können, die in einem Zusammenhang mit Geruchsereignissen stehen
2. Die permanent im Erzgebirge gemessenen Komponenten wie z.B. Benzol, Toluol und Schwefeldioxid sind nicht geeignet, als Indikatoren für ein Geruchsereignis zu dienen.
3. Die Synchronisierung von Probenahme und Beschwerdeaufkommen kann am besten erfolgen, wenn eine zeitlich fortlaufende, permanente Beprobung realisiert wird. Stichprobenartige Messungen gepaart mit ereignisbezogenen Beschwerden allein reichen für eine stoffliche Begründung von Geruchsereignissen nicht aus.

4. Für eine permanente Überwachung der Luft auf Geruchsindikatoren ist das angewandte Verfahren aus Kostengründen ungeeignet, hat aber entscheidende Informationen geliefert. Die Kosten würden sich bei einer permanenten Messung über ein Jahr allein für Fremdanalysen auf rund 90.000 € aufsummieren. Der aller zwei Tage nötige Besuch der Station zum Probenwechsel kommt hinzu.
5. Um zu einer permanenten und bezahlbaren Messung zumindest an einer Erzgebirgsstation zu kommen, ist der Einsatz eines für die kontinuierliche Messung von Nonanal und ggf. HFTCB geeigneten Gaschromatographen mit integrierter Thermodesorption sinnvoll. Solche Geräte werden bereits im sächsischen Luftmessnetz eingesetzt. Ein zusätzliches Gerät müsste für den kontinuierlichen Nachweis der genannten Komponenten im GB4 durch Anpassung der Temperaturprogramme, Kalibrierung und ggf. Linearisierung befähigt und dann am Schwarzenberg eingesetzt werden.

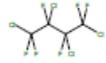
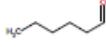
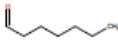
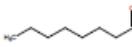
10. Literaturverzeichnis Geruchsschwellen

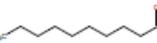
| | |
|----|---|
| 1 | Flath, R. A., D. R. Black, D. G. Guadagni, W. H. McFadden and T. H. Schultz, J. Agric. Food Chem., 15, 2935 (1967) |
| 2 | Buttery, B. G., J. G. Turnbaugh and L. C. Ling, J. Agric. Food Chem., 36(5) 1006-1009 (1988) |
| 3 | Guadagni, G., R. G. Buttery and S. Okano J. Sci. Food Agric., 14, 761-765 (1963) |
| 4 | Amoore, J. E., L. J. Fortester and P. Pelosi, Chem Senses & Flavor, 2(1), 17-25 (1976) |
| 5 | Fazzalari, FA., editor, Compilation of Odor and Taste Threshold Data, ASTM Data Series DS 48A (1978) |
| 6 | Buttery, R. G., S. M. Seifert, D. G. Guadagni, D. R. Slack and L. C. Ling, J. Agric. Food Chem., 16, 1009-1015 (1968) |
| 7 | Boehlens, M. H. and J. van Gemert, Perfumer & Flavorist, 12(5), 31-43 (1987) |
| 8 | Ohloff, G., "Recent Developments in the Field of Naturally Occurring Aroma Components". Prog. Chem. Org. Nat. Prod., 35, 431-527 (1978) |
| 9 | Buttery, B. G., B. M. Seifert, D. C. Guadagni and L. C. Ling, J. Agric. Food Chem., 19, 524-529 (1971) |
| 10 | Seifert, B. M., et al., J. Sci. Food Agric., 26, 1844 (1975) |
| 11 | Teranishi, R., R. G. Buttery and D. G. Guadagni, Annals New York Acad. Sci., 237, 209-216 (1974) |
| 12 | Nagata, Y. and Takeuchi, N.: A report on sensory measurement of odor in exercise at National Environmental Training Institute, Bulletin of Japan Environmental Sanitation Center, (1996), 23, pp. 67-79 |

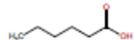
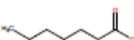
11. Stofftabelle der Screeningkomponenten

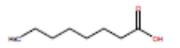
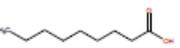
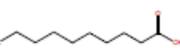
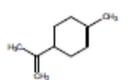
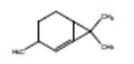
In den nachfolgenden Seiten sind die verfügbaren Informationen zu den Screening-Verbindungen aufgeführt. In der Spalte GSW befindet sich der höchste, in der Spalte GSW_low der niedrigste publizierte Geruchsschwellenwert, angegeben jeweils in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

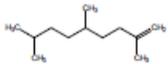
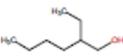
| Mol | Formula | Structure | IUPAC | CAS | MolWeight | BP | MP | Stoffgruppe | Rolle | Analyse | Probenahm | GSW_μ | GSW_Jo |
|-----|---------|---|-------------------------------------|----------|-----------|-----|-----|-------------|-----------|---------|-----------|-------|--------|
| 1 | C6H6 |  | Benzol | 71-43-2 | 78,1118 | 80 | 55 | Aromaten | BlmschG | GC TDS | Tenax TDS | 11330 | |
| 2 | C7H8 |  | Toluene | 108-88-3 | 92,1384 | 111 | -95 | Aromaten | Messnetz | GC TDS | Tenax TDS | 1355 | |
| 3 | C8H10 |  | 1,2-dimethylbenzene | 95-47-6 | 106,165 | 143 | -26 | Aromaten | Messnetz | GC TDS | Tenax TDS | 1800 | |
| 4 | C4Cl4F6 |  | 2,2,3,3-Tetrachlorohexafluorobutane | 375-34-8 | 303,845 | 83 | 131 | FCKW | Screening | GC TDS | Tenax TDS | | |
| 5 | C4Cl4F6 |  | 1,1,3,4-Tetrachlorohexafluorobutane | 423-38-1 | 303,845 | 131 | 83 | FCKW | Screening | GC TDS | Tenax TDS | | |

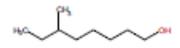
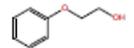
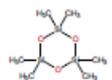
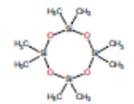
| Mol | Formula | Structure | IUPAC | CAS | MolWeight | BP | MP | Stoffgruppe | Rolle | Analyse | Probenahm | GSW_μ | GSW_lo |
|-----|---------|---|-----------------------------------|----------|-----------|-----|-----|-------------|------------------|-----------------|--------------------|--------|--------|
| 6 | C4Cl4F6 |  | 1,2,3,4-tetrachlorhexafluorbutane | 375-45-1 | 303,845 | | | FCKW | Screening | GC TDS | Tenax TDS | | |
| 7 | C3H7NO |  | N,N-Dimethylformamid | 68-12-2 | 73,0938 | 153 | 61 | Säureamide | Screening | GC TDS | Tenax TDS | 326000 | 1500 |
| 8 | C6H12O |  | Hexanal | 66-25-1 | 100,159 | 131 | -56 | Aldehyde | Geruchsindikator | GC TDS; HPLC | Tenax TDS; DNPH | 22 | 1 |
| 10 | C7H14O |  | n-Heptanal | 111-71-7 | 114,185 | 153 | -43 | Aldehyde | Geruchsindikator | GC TDS; HPLC | Tenax TDS, DNPH | 15 | 1 |
| 11 | C8H16O |  | n-Octanal | 124-13-0 | 128,212 | 169 | 12 | Aldehyde | Geruchsindikator | GC TDS; HPLC | Tenax TDS, DNPH | 4 | 1 |

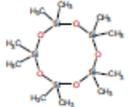
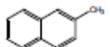
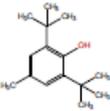
| Mol | Formula | Structure | IUPAC | CAS | MolWeight | BP | MP | Stoffgruppe | Rolle | Analyse | Probenahm | GSW_μ | GSW_lo |
|-----|-----------------------------------|---|-------------------------|-----------|-----------|-----|-----|-------------|------------------|-----------------|--------------------|--------|--------|
| 12 | C ₉ H ₁₈ O |  | n-Nonanal | 124-19-6 | 142,239 | 192 | -18 | Aldehyde | Geruchsindikator | GC TDS; HPLC | Tenax TDS, DNPH | 6 | 2 |
| 13 | C ₁₀ H ₂₀ O |  | n-Decanal | 112-31-2 | 156,265 | 207 | -5 | Aldehyde | Geruchsindikator | GC TDS; HPLC | Tenax TDS, DNPH | 14 | 3 |
| 14 | C ₇ H ₆ O |  | Benzaldehyd | 100-52-7 | 106,122 | 179 | -26 | Aldehyde | Screening | GC TDS; HPLC | Tenax TDS; DNPH | 16580 | |
| 15 | C ₆ H ₈ O |  | Cyclohexanon | 1589-62-4 | 96,1271 | 154 | -26 | Ketone | Screening | GC TDS | Tenax TDS | 438000 | 525 |
| 16 | C ₈ H ₁₄ O |  | 6-Methyl-5-hepten-2-one | 110-93-0 | 126,196 | 172 | -67 | Ketone | Screening | GC TDS | Tenax TDS | 282 | |

| Mol | Formula | Structure | IUPAC | CAS | MolWeight | BP | MP | Stoffgruppe | Rolle | Analyse | Probenahm | GSW_μ | GSW_lo |
|-----|---|---|-------------------|----------|-----------|-----|-----|-----------------|-----------|-----------------|-------------------------|-------|--------|
| 17 | C ₆ H ₈ O |  | 2-Cyclohexen-1-on | 930-68-7 | 96,1271 | 167 | -53 | Ketone | Screening | GC TDS | Tenax TDS | | |
| 18 | C ₈ H ₈ O |  | Acetophenon | 98-86-2 | 120,149 | 202 | 19 | Ketone | Screening | GC TDS | Tenax TDS | 912 | 349 |
| 19 | C ₆ H ₆ O |  | Phenol | 108-95-2 | 94,1112 | 181 | 40 | Alkohole | Screening | GC TDS; HPLC | Tenax TDS, Silicagel | 24800 | 24 |
| 20 | C ₆ H ₁₂ O ₂ |  | Hexansäure | 142-62-1 | 116,158 | 202 | -4 | Alkansäure n | Screening | GC TDS | Tenax TDS | 15560 | 3 |
| 21 | C ₇ H ₁₄ O ₂ |  | Heptansäure | 111-14-8 | 130,185 | 223 | -8 | Alkansäure n | Screening | GC TDS | Tenax TDS | 17425 | 3720 |

| Mol | Formula | Structure | IUPAC | CAS | MolWeight | BP | MP | Stoffgruppe | Rolle | Analyse | Probenahm | GSW_μ | GSW_lo |
|-----|--|---|------------|------------|-----------|-----|-----|-----------------|--------------|---------|-----------|-------|--------|
| 22 | C ₈ H ₁₆ O ₂ |  | Octansäure | 124-07-2 | 144,211 | 238 | 16 | Alkansäure n | Screening | GC TDS | Tenax TDS | 19300 | 52 |
| 23 | C ₉ H ₁₈ O ₂ |  | Nonansäure | 112-05-0 | 158,238 | 254 | 12 | Alkansäure n | Screening | GC TDS | Tenax TDS | 21200 | 4 |
| 24 | C ₁₀ H ₂₀ O ₂ |  | Decansäure | 334-48-5 | 172,265 | 268 | 31 | | | | | 76900 | 54 |
| 25 | C ₁₀ H ₁₆ |  | Limonen | 138-86-3 | 136,234 | 176 | -95 | Terpene | Geruchsstoff | GC TDS | Tenax TDS | 230 | 60 |
| 26 | C ₁₀ H ₁₆ |  | Caren | 74806-04-5 | 136,234 | 167 | | Terpene | Screening | GC TDS | Tenax TDS | | |

| Mol | Formula | Structure | IUPAC | CAS | MolWeight | BP | MP | Stoffgruppe | Rolle | Analyse | Probenahm | GSW_μ | GSW_lo |
|-----|----------------------------------|---|---------------------|-----------|-----------|-----|-----|-------------|---------------|---------|-----------|-------------|--------|
| 27 | C ₁₂ H ₂₄ |  | Triisobutylene | 7756-94-7 | 168,319 | 180 | -76 | Alkene | Screening | GC TDS | Tenax TDS | | |
| 28 | C ₄ H ₁₀ O |  | 1-Butanol | 71-36-3 | 74,1216 | 117 | -89 | Alkohole | Screening, HM | GC TDS | Tenax TDS | | |
| 29 | C ₈ H ₁₈ O |  | Ethylhexanol | 104-76-7 | 130,228 | 184 | -7 | Alkohole | Screening | GC TDS | Tenax TDS | 156971 0 | 407 |
| 30 | C ₇ H ₈ O |  | Benzylalcohol | 100-51-6 | 108,138 | 205 | -15 | Alkohole | Screening | GC TDS | Tenax TDS | 48275 | 26550 |
| 31 | C ₉ H ₁₂ O |  | 2-Phenyl-2-propanol | 617-94-7 | 136,191 | 202 | 36 | Alkohole | Screening | GC TDS | Tenax TDS | | |

| Mol | Formula | Structure | IUPAC | CAS | MolWeight | BP | MP | Stoffgruppe | Rolle | Analyse | Probenahm | GSW_μ | GSW_lo |
|-----|--|---|-----------------------------|------------|-----------|-----|-----|-------------|-----------|---------|-----------|-------|--------|
| 32 | C ₉ H ₂₀ O |  | Nonanol | 143-08-8 | 144,255 | 213 | -5 | Alkohole | Screening | GC TDS | Tenax TDS | 322 | |
| 33 | C ₉ H ₂₀ O |  | 6-Methyl-1-octanol | 38514-05-5 | 144,255 | 197 | -14 | Alkohole | Screening | GC TDS | Tenax TDS | | |
| 34 | C ₈ H ₁₀ O ₂ |  | 2-Phenoxyethanol | 122-99-6 | 138,164 | 245 | 14 | Alkohole | Screening | GC TDS | Tenax TDS | | |
| 35 | C ₆ H ₁₈ O ₃ Si ₃ |  | Hexamethylcyclotrisiloxan | 541-05-9 | 222,462 | 134 | 64 | Siloxane | Screening | GC TDS | Tenax TDS | | |
| 36 | C ₈ H ₂₄ O ₄ Si ₄ |  | Octamethylcyclotetrasiloxan | 556-67-2 | 296,616 | 175 | 17 | Siloxane | Screening | Gc TDS | Tenax TDS | | |

| Mol | Formula | Structure | IUPAC | CAS | MolWeight | BP | MP | Stoffgruppe | Rolle | Analyse | Probenahm | GSW_μ | GSW_lo |
|-----|---|---|----------------------------------|----------|-----------|-----|-----|------------------|---------------------------|------------------------|----------------------|-------|--------|
| 37 | C ₁₀ H ₃₀ O 5Si5 |  | Decamethylcyclopentasiloxan | 541-02-6 | 370,77 | 210 | -38 | Siloxane | Screening | GC TDS | Tenax TDS | | |
| 38 | C ₁₀ H ₈ |  | Naphthalin | 91-20-3 | 128,171 | 217 | 80 | PAK | Screening | GC TDS, Filter HPLC | Tenax TDS, Filter | 3662 | 54 |
| 39 | C ₁₁ H ₁₀ |  | 2-Methylnaphthalin | 91-57-6 | 142,197 | 541 | 34 | PAK | Screening | GC TDS, Filter HPLC | Tenax TDS, Filter | | 63 |
| 40 | C ₇ H ₅ NS |  | Benzothiazol | 95-16-9 | 135,186 | 231 | 2 | Heterocycle n | Screening | GC TDS | Tenax TDS | 2400 | 482 |
| 41 | C ₁₅ H ₂₄ O |  | 2,6-Di-tert-butyl-p-Kresol (BHT) | 128-37-0 | 220,35 | 265 | 71 | Alkylphenol e | Screening, Antioxidanz | GC TDS | Tenax TDS | | |

| Mol | Formula | Structure | IUPAC | CAS | MolWeight | BP | MP | Stoffgruppe | Rolle | Analyse | Probenahm | GSW_μ | GSW_lo |
|-----|--------------|---|-------------------------|-----------|-----------|-----|-----|----------------|-----------|---------|-----------|-------|--------|
| 42 | C7H11NO |  | Cyclohexylisocyanat | 3173-53-3 | 125,168 | 172 | -80 | Isocyanate | Screening | GC TDS | Tenax TDS | | |
| 43 | C7H11NS |  | Cyclohexylisothiocyanat | 1122-82-3 | 141,234 | 220 | | Isothiocyanate | Screening | GC TDS | Tenax TDS | | |
| 44 | C5H9NO2 |  | N-Formylmorpholin | 4394-85-8 | 115,13 | 239 | 21 | Heterocyclen | Screening | GC TDS | Tenax TDS | | |
| 45 | C6H11NO 2 |  | 4-Acetylmorpholin | 1696-20-4 | 129,157 | | 14 | Heterocyclen | Screening | GC TDS | Tenax TDS | | |
| 46 | C12H26 |  | Dodecan | 112-40-3 | 170,335 | 216 | -96 | Alkane | Screening | GC TDS | Tenax TDS | 40380 | 836 |

| Mol | Formula | Structure | IUPAC | CAS | MolWeight | BP | MP | Stoffgruppe | Rolle | Analyse | Probenahm | GSW_μ | GSW_lo |
|-----|---------|---|------------|----------|-----------|-----|----|-------------|-----------|---------|-----------|-------|--------|
| 47 | C13H28 |  | Tridecan | 629-50-5 | 184,361 | 235 | -5 | Alkane | Screening | GC TDS | Tenax TDS | | |
| 48 | C14H30 |  | Tetradecan | 629-59-4 | 198,388 | 253 | 5 | Alkane | Screening | GC TDS | Tenax TDS | | |
| 49 | C15H32 |  | Pentadecan | 629-62-9 | 212,415 | 270 | 9 | Alkane | Screening | GC TDS | Tenax TDS | | |
| 50 | C16H34 |  | Hexadecan | 544-76-3 | 226,441 | 286 | 18 | Alkane | Screening | GC TDS | Tenax TDS | | |