



DWD

***Amtliches Gutachten
zur Luftqualität***

in der

**Grube Bindweide
in Steinebach**

Deutscher Wetterdienst

Abteilung Klima- und Umweltberatung

Freiburg, März 2015

Deutscher Wetterdienst

Abteilung Klima- und Umweltberatung



Amtliches Gutachten zur Luftqualität

in der

Grube Bindweide in Steinebach

Kreis Altenkirchen (Westerwald)

Auftraggeber: Verbandsgemeinde Gebhardshain

| | |
|----------------------------|----|
| Anzahl der Seiten (gesamt) | 30 |
| Anzahl der Tabellen: | 19 |
| Anzahl der Abbildungen: | 15 |

Bearbeiter: Dr. Werner Schätzle

Freiburg, den 16. März 2015

Im Auftrag

Dr. Werner Schätzle

Dieses Gutachten ist urheberrechtlich geschützt; außerhalb der mit dem Auftraggeber vertraglich vereinbarten Nutzungsrechte ist eine Vervielfältigung oder Weitergabe dieses Gutachtens sowie eine Mitteilung seines Inhalts an Dritte, auch auszugsweise, nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des Deutschen Wetterdienstes gestattet.

EDV-Kennung: 4103-57580-20-0315

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----------|
| Schlussfolgerung | 1 |
| 1 Problemstellung und Auftragsbegründung | 3 |
| 2 Probenahmezeitraum und Probenahmestandorte | 3 |
| 3 Kriterien zur Beurteilung der Luftqualität | 6 |
| 4 Darstellung der Messergebnisse | 8 |
| 5 Beurteilung der Luftqualität | 11 |
| 5.1 Grobstaub (gesamt) | 11 |
| 5.2 Pollen | 13 |
| 5.3 Grobstaub („schwarz“) | 14 |
| 5.4 Feinstaub | 15 |
| 5.5 Ruß im Feinstaub | 16 |
| 6 Anhang | 18 |
| 6.1 Verzeichnis der Tabellen | 18 |
| 6.2 Verzeichnis der Abbildungen | 20 |
| 6.3 Tabellen | 22 |
| 6.4 Abbildungen | 27 |

Schlussfolgerungen und Entscheidungsvorschlag

Zusammengefasst führt die Bewertung der Luftqualitätsmessungen zu folgendem Entscheidungsvorschlag: Zur Zeit sind in der Grube Bindweide in Steinebach die lufthygienischen Voraussetzungen, die für einen Heilstollen-Kurbetrieb gelten, ganzjährig erfüllt. Eine Anerkennung dieses Prädikats kann daher aus lufthygienischer Sicht ohne Einschränkung befürwortet werden.

Begründung:

Die einjährigen Messungen der partikel- und gasförmigen Luftbeimengungen in den beiden Repräsentanzen „Therapiebereich“ und „Nicht-Therapiebereich“ der Grube Bindweide in Steinebach haben ergeben:

An den beiden untersuchten Standorten Therapiebereich und Nicht-Therapiebereich wurde der geltende Richtwert von $9,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ beim Grobstaub (gesamt) im Jahresmittel nur zu 6 % bzw. 5 % ausgeschöpft. Für den Teilzeitraum Wintermonate (01.11. bis 31.03.) liegen die Ausschöpfungsgrade beim Grobstaub (gesamt) bei 3 % bzw. 6 %, für den Teilzeitraum Sommermonate (01.04. bis 31.10.) bei 9 % bzw. 5 %.

Beim Feinstaub wurde der Richtwert von $6,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel im Therapiebereich während der Therapiezeit (siehe Seite 4) zu 41 % und während der Nicht-Therapiezeit zu 36 % ausgeschöpft. In den Wintermonaten (01.11. - 31.03.) betragen die Ausschöpfungsgrade 39 % und 46 %, in den Sommermonaten (01.04. bis 31.10.) 42 % und 27 %. Damit wurde der Richtwert sowohl während der Therapiezeit als auch während der Nicht-Therapiezeit im Jahresmittel und in den Teilzeiträumen Wintermonate und Sommermonate eingehalten. Die statistische Wahrscheinlichkeit einer Richtwert-Einhaltung liegt dabei jeweils bei mehr als 97,5 %.

Die Belastung durch Ruß im Feinstaub lag mit einem Jahresmittelwert von $0,32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Therapiebereich deutlich unter dem Prüfwert von $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dabei wurde sowohl in der Therapiezeit als auch in der Nicht-Therapiezeit in den Teilzeiträumen Sommermonate (April bis Oktober) bzw. Wintermonate (November bis März) der einzuhaltende Prüfwert nicht überschritten.

Die Stickstoffdioxid-Belastung lag sowohl im Therapiebereich als auch im Nicht-Therapiebereich bei allen verwertbaren Messwerten unterhalb der Nachweisgrenze des Messverfahrens. Daher wurde als Näherungswert in diesen Fällen die „1/2 Nachweisgrenze“ eingesetzt. Die Belastung durch Stickstoffdioxid betrug im Jahresmittel im Therapiebereich und im Nicht-Therapiebereich daher jeweils 19 % des Richtwertes von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In den Wintermonaten und in den Sommermonaten lagen die Ausschöpfungsgrade ebenfalls bei jeweils 19 % im Therapiebereich und im Nicht-Therapiebereich.

Die Luft in der Grube Bindweide in Steinebach ist im Therapiebereich und im Nicht-Therapiebereich sowohl in den Sommermonaten als auch in den Wintermonaten durch Grobstaub (gesamt) als „kaum belastet“ anzusehen. Die Belastung durch Grobstaub („schwarz“) ist ganzjährig äußerst gering.

Die Belastung durch Stickstoffdioxid ist in der Grube Bindweide in Steinebach im Therapiebereich im Jahresmittel „kaum belastet“ einzustufen, in den Wintermonaten und Sommermonaten wird ebenfalls lediglich die Belastungsstufe „kaum belastet“ erreicht. Auch der Nicht-Therapiebereich ist im Jahresmittel, in den Wintermonaten und in den Sommermonaten als „kaum belastet“ anzusehen. Alle verwertbaren Messwerte lagen unterhalb der Nachweisgrenze.

Während des gesamten Messzeitraums herrschte in der Grube Bindweide absolute Pollenfreiheit.

Zusammengefasst ergeben sich gemäß den Begriffsbestimmungen für die Grube Bindweide in Steinebach folgende Belastungsstufen für die verschiedenen Luftbeimengungen für das gesamte Jahr bzw. die Winter- und Sommermonate (siehe auch Tab. 4 und 5, Seite 6):

Tabelle 1 Beobachtete Belastungsstufen zur Beurteilung der Luftqualität in der Grube Bindweide in Steinebach (Jahresmittelwerte: 02.01.2014 bis 02.01.2015) (Prüf- und Richtwerte in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

| Luftbeimengung Probenahmeort | Grobstaub Richtwert: 9 | Feinstaub Richtwert: 6 | Ruß im Feinstaub (Prüfwert: < 1) | Stickstoffdioxid Richtwert: 5 | Pollen |
|---------------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------------|
| Therapiebereich | kaum belastet | schwach belastet | Prüfwert eingehalten | kaum belastet | nicht nachweisbar |
| Nicht-Therapiebereich | kaum belastet | keine Messung | keine Messung | kaum belastet | nicht nachweisbar |

Tabelle 2 Beobachtete Belastungsstufen zur Beurteilung der Luftqualität in der Grube Bindweide in Steinebach (Wintermonate: November bis März) (Prüf- und Richtwerte in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

| Luftbeimengung Probenahmeort | Grobstaub Richtwert: 9 | Feinstaub Richtwert: 6 | Ruß im Feinstaub (Prüfwert: < 1) | Stickstoffdioxid Richtwert: 5 | Pollen |
|---------------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------------|
| Therapiebereich | kaum belastet | schwach belastet | Prüfwert eingehalten | kaum belastet | nicht nachweisbar |
| Nicht-Therapiebereich | kaum belastet | keine Messung | keine Messung | kaum belastet | nicht nachweisbar |

Tabelle 3 Beobachtete Belastungsstufen zur Beurteilung der Luftqualität in der Grube Bindweide in Steinebach (Sommermonate: April bis Oktober) (Prüf- und Richtwerte in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

| Luftbeimengung Probenahmeort | Grobstaub Richtwert: 9 | Feinstaub Richtwert: 6 | Ruß im Feinstaub (Prüfwert: < 1) | Stickstoffdioxid Richtwert: 5 | Pollen |
|---------------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------------|
| Therapiebereich | kaum belastet | schwach belastet | Prüfwert eingehalten | kaum belastet | nicht nachweisbar |
| Nicht-Therapiebereich | kaum belastet | keine Messung | keine Messung | kaum belastet | nicht nachweisbar |

1 Problemstellung und Auftragsbegründung

Ein Kurgast, der zur Therapie in die Grube Bindweide in Steinebach kommt, darf hier zu Recht eine bessere Luft als in seiner alltäglichen Arbeits- und Lebenswelt erwarten. Denn eine wichtige lufthygienische Voraussetzung für die Anwendung dieser Therapieeinrichtung als natürliches Heilmittel ist eine nachhaltige Entlastung von der Staubkonzentration an der Außenluft. Die Untersuchung der Luftqualität untertage soll bzgl. dieser partikelförmigen Luftbeimengungen die Entlastung der Stollenluft gegenüber der Außenluft aufzeigen. Als Leitsubstanz für das Auftreten unerwünschter gasförmiger Beimengungen der Umgebungsluft wird die Stickstoffdioxid-Konzentration gemessen.

Die Verbandsgemeinde Gebhardshain hat den Deutschen Wetterdienst beauftragt, diese Messungen in der Grube Bindweide im Ortsteil Steinebach zur Anerkennung als Heilstollen durchzuführen und ein Luftqualitätsgutachten zu erstellen. Die Messung und Bewertung der Luftqualität erfolgten nach den „Begriffsbestimmungen – Qualitätsstandards für die Prädikatisierung von Kurorten, Erholungs-orten und Heilbrunnen“ in der Fassung vom April 2005 sowie den „Qualitätsstandards für Speläotherapieeinrichtungen (Heilstollen)“ des Deutschen Speläotherapieverbandes e.V. vom 24.04.2004.

2 Probenahmezeitraum und Probenahmestandorte

Zur Beurteilung der lufthygienischen Verhältnisse in der Grube Bindweide in Steinebach wurden im einjährigen Zeitraum vom 02.01.2014 bis 02.01.2015 aus den jeweils für die Dauer von vier Wochen exponierten Probenehmern die Konzentrationswerte folgender Luftbeimengungen bestimmt: gesamter Grobstaub ohne Pollen, Pollen, Grobstaub („schwarz“), Feinstaub, Ruß im Feinstaub und Stickstoffdioxid. Beim Feinstaub wurden die Partikel $\leq 2,5 \mu\text{m}$, beim Grobstaub alle Partikel mit einem Durchmesser zwischen $3 \mu\text{m}$ und $48 \mu\text{m}$ ($1 \mu\text{m} = 1/1000 \text{ mm}$) erfasst. Im Luftqualitätsgutachten werden opake, d. h. lichtundurchlässige Grobstaubpartikel als „schwarze“ Grobstaubpartikel bezeichnet.

Die in der gesamten Grobstaubmasse vorhandenen wasserlöslichen Nitrat-, Sulfat- und Natriumchlorid-Partikel wurden bei der Analyse eliminiert. Sie gehen in die Darstellungen und Bewertungen dieses Gutachtens nicht ein. Bei den Pollen wurde die Anzahl der Exemplare mit einem Durchmesser zwischen $20 \mu\text{m}$ und $60 \mu\text{m}$ unabhängig von ihrer allergenen Wirkung bestimmt. Unberücksichtigt blieben die Brennnessel- und die Koniferenpollen. Die Brennnesselpollen sind mit einem Durchmesser unter $20 \mu\text{m}$ ziemlich klein. Der Durchmesser der Koniferenpollen liegt

typischerweise über 60 µm. Beide Pollenarten lösen kaum Allergien aus. Die gemessenen Luftbeimengungen und angewendeten Probenahmeverfahren sind in der beigefügten Broschüre „Luftqualität unter der Lupe“ beschrieben.

In der Grube Bindweide in Steinebach wurden zwei Probenahmestellen eingerichtet. Ein/e Meteorologe/Meteorologin des Deutschen Wetterdienstes wählte die Standorte so aus, dass Messdaten erhoben werden konnten, die repräsentativ für die folgenden Stollenbereiche mit ihren nutzungsabhängigen Anforderungen an die Luftqualität waren:

Probenahmestelle der Repräsentanz „Therapiebereich“;

Therapiebereich: Belastung im Anwendungsbereich des ortsgebundenen Heilmittels

Therapiezeit:

In den Monaten April, Mai, Juni, September, Oktober:

Sonntags von 16.00 Uhr bis 18.00 Uhr

Montag bis Donnerstag von 17.30 Uhr bis 19.30 Uhr

Nicht-Therapiezeit:

übrige Zeiten

Probenahmestelle der Repräsentanz „Nicht-Therapiebereich“ (Stollenhintergrund);

Nicht-Therapiebereich: Hintergrundbelastung in der Grube

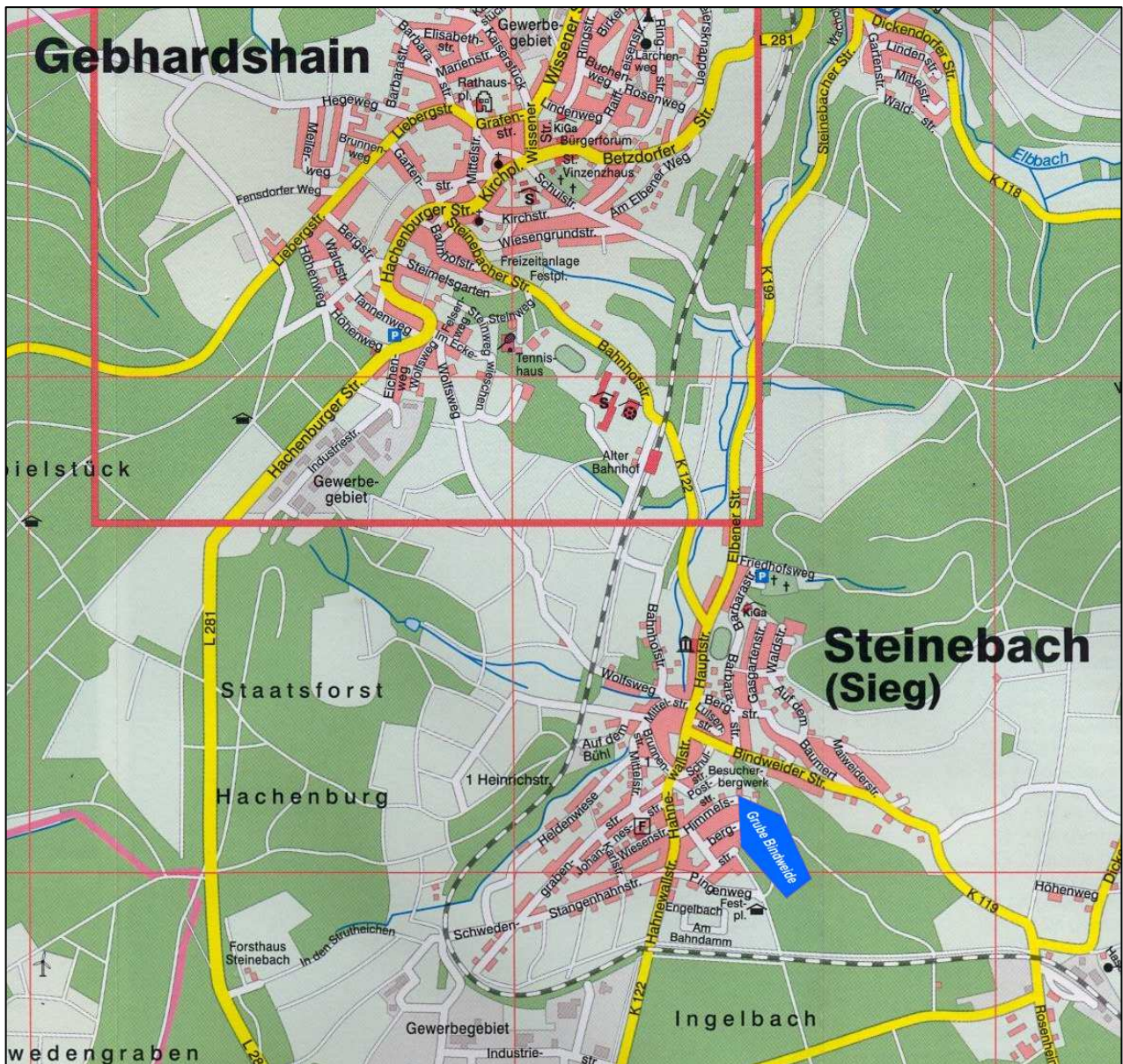


Abb. 1 Ausschnitt aus dem Ortsplan von Steinebach mit der Lage der Grube Bindweide

3 Kriterien zur Beurteilung der Luftqualität

Nach den „Begriffsbestimmungen - Qualitätsstandards für die Prädikatisierung von Kurorten, Erholungsorten und Heilbrunnen“, 12. Auflage (April 2005), sowie den „Qualitätsstandards für Speläotherapieeinrichtungen (Heilstollen)“ des Deutschen Speläotherapieverbandes e.V. vom 24.04.2004, ist zur Bestimmung der Grobstaub-Konzentration das Haftfolienverfahren einzusetzen. Für die Messung der Stickstoffdioxid-Konzentration wurden in der Grube Bindweide in Steinebach Diffusionsröhrchen nach DIN EN 13528, Blatt 1, verwendet. Die Messung der Feinstaub-Konzentration erfolgte mit Hilfe eines Aktiv-Sammelgerätes vom Typ Mini-VS. Die Konzentration von Ruß im Feinstaub wurde an den beaufschlagten Filtern optisch bestimmt. Nähere Informationen zu diesen Messverfahren sind der beigefügten Broschüre „Luftqualität unter der Lupe“ zu entnehmen. Die Sammeldauer betrug jeweils vier Wochen. Aus diesen vierwöchentlichen Einzelproben an den beiden ausgewählten Standorten wurden für jede Schadstoff-Komponente die über den gesamten Probenahmezeitraum gemittelten Schadstoff-Konzentrationen berechnet: Diese Größen wurden mit den Richtwerten verglichen, die nach den Begriffsbestimmungen maximal zulässig sind (Tabellen 4 und 5).

Tabelle 4 Luftqualitäts-Richtwerte und Belastungsstufen zur Beurteilung der Luftqualität in Heilstollen (Angaben in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

| Belastungsstufen | Grobstaub | Feinstaub | Stickstoffdioxid |
|------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| kaum belastet | Mittelwert < 2,0 | Mittelwert < 2,0 | Mittelwert < 2,0 |
| schwach belastet | $2,0 \leq \text{Mittelwert} < 5,0$ | $2,0 \leq \text{Mittelwert} < 4,0$ | $2,0 \leq \text{Mittelwert} < 3,0$ |
| mäßig belastet | $4,0 \leq \text{Mittelwert} < 9,0$ | $4,0 \leq \text{Mittelwert} < 6,0$ | $3,0 \leq \text{Mittelwert} < 5,0$ |
| Richtwert | 9,0 | 6,0 | 5,0 |

Tabelle 5 Anforderungen an die Luftqualität in Heilstollen

| Luftbeimengung | Prüfwert |
|------------------|--|
| Ruß im Feinstaub | < $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| Pollen | nicht nachweisbar |
| Radon* | Gemäß Strahlenschutzverordnung für Besucherbergwerke und -höhlen |

* nicht gemessen und daher auch nicht Gegenstand der Begutachtung

In Abhängigkeit von den Außentemperaturen und der Lage des Stollens im Höhlensystem können sich die Bewetterungsverhältnisse im Jahresverlauf ändern. In der Regel treten beim Absinken der Außentemperatur unter die Temperatur im Stollen sogenannte einziehende Wetter auf, die eine nachteilige Beeinflussung der Luftqualität untertage nach sich ziehen können. Um dieser Tatsache Rechnung zu tragen, ist bei der Begutachtung nach Sommer- und Wintermonaten zu unterscheiden. Als Sommermonate werden dabei die Monate April bis Oktober, als Wintermonate die Monate November bis März definiert. Bei Überschreiten von einem der Richtwerte in einem der beiden Zeiträume dürfen in diesem betreffenden Zeitraum keine Therapien angeboten werden.

4 Darstellung der Messergebnisse

Die Ergebnisse der vierwöchentlichen Probenahme an den beiden Standorten in der Grube Bindweide in Steinebach sind in den Tabellen 7 bis 10 (siehe Anhang) sowie im zeitlichen Verlauf in den Abbildungen 8 bis 15 (siehe Anhang) dargestellt. Die grafische Darstellung erfolgt getrennt für die einzelnen Luftbeimengungen. Eventuelle Datenlücken kennzeichnen nicht verwertbare Probenahmen. Die gemäß den Begriffsbestimmungen erforderliche Mindestanzahl wurde jedoch erreicht.

Um die Einhaltung der Richtwerte und Prüfwerte (siehe Tabellen 4 und 5 auf Seite 6) überprüfen zu können, wurden aus den vierwöchentlichen Messwerten die mittleren Belastungswerte im gesamten Probenahmezeitraum bestimmt (siehe Tabellen 11 bis 15 im Anhang). Die Ergebnisse einer einjährigen Messreihe sind statistisch gesehen nur eine Stichprobe. Um die Aussagen über diese berechneten Mittelwerte abzusichern, wurde das 95-%-Vertrauensintervall berechnet. Das 95-%-Vertrauensintervall beschreibt den Bereich um den berechneten Mittelwert, in dem der „wahre“ Mittelwert mit einer Wahrscheinlichkeit von mindestens 95 % liegt.

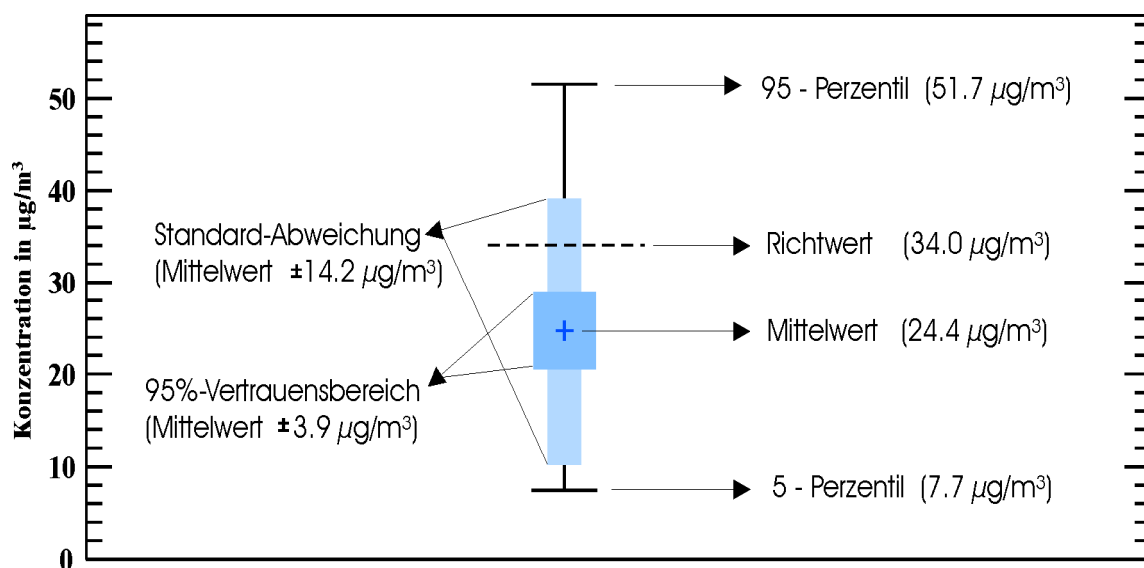
Tabelle 6 Immissions-Kenngrößen der Grobstaub (gesamt)-Konzentration in der Grube in Steinebach im Zeitraum 02.01.2014 bis 02.01.2015; PZ = Anzahl der Proben; MW = Mittelwert des Datenkollektivs; σ = Standardabweichung; 95-%-VI = 95-%-Vertrauensintervall

| Probenahmestellen | PZ | Kenngrößen in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | | | | | | | |
|-----------------------|----|--|-----------|-----------|------------|------|------|------|--|
| | | MW | σ | 95-%-VI | Perzentile | | | | |
| | | | | | 25 % | 50 % | 75 % | 95 % | |
| Therapiebereich | 12 | 0,5 | \pm 0,4 | \pm 0,2 | 0,26 | 0,32 | 0,62 | 1,15 | |
| Nicht-Therapiebereich | 11 | 0,5 | \pm 0,3 | \pm 0,2 | 0,27 | 0,40 | 0,49 | 1,04 | |

Hierzu ein Beispiel aus der vorstehenden Tabelle 6: In der Datenzeile für die Probenahmestelle „Therapiebereich“ ist eine mittlere Konzentration des gesamten Grobstaubs von $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ angegeben. Der „wahre“ Mittelwert liegt mit einer statistischen Wahrscheinlichkeit von 95 % im Bereich von $0,5 \pm 0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, also zwischen $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Im vorliegenden Fall kann eine Überschreitung des Richtwertes von $9,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mit einer Wahrscheinlichkeit von über 97,5 % ausgeschlossen werden,

da dieser oberhalb $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liegt. Ferner gibt die Tabelle 6 vier verschiedene Perzentile an. Das 75-Perzentil sagt beispielsweise aus, wie hoch die Grobstaub (gesamt)-Konzentration ist, unter der 75 % aller Messwerte lagen bzw. die von 25 % aller Messwerte überschritten wurde.

Eine anschauliche Vorstellung von der Einhaltung bzw. Überschreitung der Richtwerte vermitteln die Boxplot-Darstellungen in den Abbildungen 3 und 5 bis 7. Das soll an einem Musterbeispiel in der nachfolgenden Abbildung 2 verdeutlicht werden:



**Abb. 2 Kenngrößen der Immissionsmessungen
(erläutert am Beispiel einer Boxplot-Darstellung)**

Das Kreuz in der Mitte der Grafik markiert den Mittelwert der Schadstoff-Konzentration über den gesamten Probenahmezeitraum am vorgegebenen Standort ($24,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Das Rechteck um diesen Mittelwert beschreibt das 95-%-Vertrauensintervall ($24,4 \pm 3,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Zwischen den beiden Werten $20,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $28,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liegt der „wahre“ Mittelwert mit einer statistischen Wahrscheinlichkeit von 95 %. Dieses Rechteck liegt unterhalb des Richtwerts von $34,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (gestrichelte horizontale Linie). Da sowohl unterhalb als auch oberhalb des 95-%-Vertrauensintervalls jeweils 2,5 % „Restwahrscheinlichkeit“ verbleiben, kann eine Überschreitung des Richtwertes durch den „wahren“ Mittelwert daher mit einer statistischen Wahrscheinlichkeit von über 97,5 % ausgeschlossen werden.

In den Tabellen 16 bis 19 (im Anhang) sind die Ergebnisse einer getrennten Auswertung für verschiedene Teilkollektive der Messwerte zusammengestellt. Dabei wurden die mittleren Belastungswerte der Luftbeimengungen in Teilzeiträumen (Wintermonate = 01.11. bis 31.03./Sommermonate = 01.04. bis 31.10.) bestimmt.

Für die Mittelwerte gemessener Schadstoff-Konzentrationen ist ein Ausschöpfungsgrad in Prozent (grau hinterlegte Zahlenwerte) angegeben, der aussagt, zu wie viel Prozent der zulässige Belastungsbereich unter dem geltenden Richtwert (Tabelle 4 auf Seite 6) ausgeschöpft wurde. Ein gemäß den Begriffsbestimmungen unzulässig hoher Ausschöpfungsgrad eines Richtwertes ist durch einen rot hinterlegten Zahlenwert gekennzeichnet. Eine Überschreitung der Richtwerte ist gegeben, wenn der Ausschöpfungsgrad für den Gesamtzeitraum über 100 % liegt. Ein Ausschöpfungsgrad über 100 % in Teilzeiträumen gilt nicht als Überschreitung der betreffenden Richtwerte, da diese sich immer auf das Gesamtkollektiv beziehen. Jedoch dürften in einem solchen Fall im betreffenden Zeitraum keine Therapien angeboten werden.

5 Beurteilung der Luftqualität

Die Messergebnisse spiegeln die örtlichen Belastungsverhältnisse im Probenahmezeitraum wider. Die an einem Standort gemessene Luftverunreinigung wird in erster Linie bestimmt durch die Lage, Anzahl, Art und Intensität der in der Umgebung vorhandenen Schadstoffquellen. Deren Wirksamkeit wird beeinflusst von den lokalen Durchlüftungsverhältnissen (Bewetterung des Stollens).

Die in der Grube Bindweide in Steinebach im Probenahmezeitraum ermittelten Belastungswerte wurden mit den für einen Heilstollen geltenden Richtwerten verglichen (siehe Tabellen 4 und 5 auf Seite 6).

5.1 Grobstaub (gesamt)

Die mittleren Belastungsverhältnisse lassen sich anhand der nachfolgenden Abbildung 3 anschaulich darstellen (vergleiche die Erläuterungen zur Abbildung 2 auf Seite 9): Die Boxplot-Grafiken zeigen, dass die mittlere Konzentration des Grobstaubs (gesamt) mit dem jeweiligen 95%-Vertrauensintervall an beiden Standorten in der Grube Bindweide in Steinebach deutlich unterhalb des geltenden Richtwertes von $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liegt. Daher kann davon ausgegangen werden, dass die Richtwerte für die Grobstaub-Belastung in der Grube Bindweide in Steinebach an beiden Standorten mit einer statistischen Wahrscheinlichkeit von über 97,5 % eingehalten wurden.

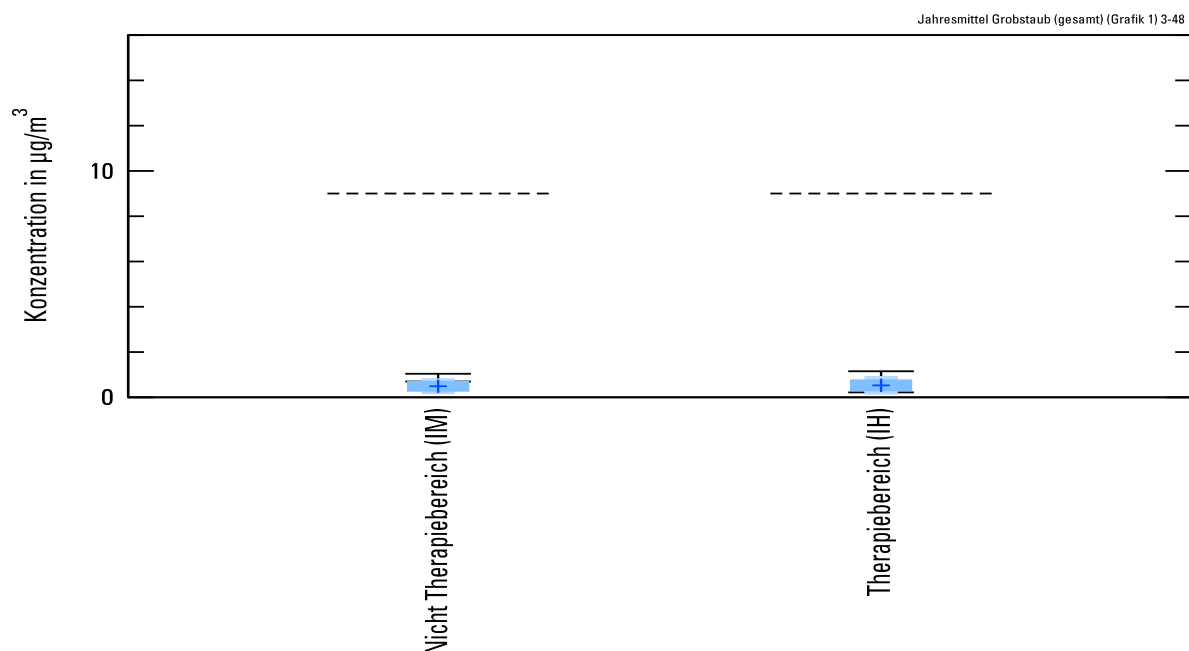


Abb. 3 Immissions-Kenngrößen in der Grube Bindweide in Steinebach vom 02.01.2014 bis 02.01.2015 (Grobstaub (gesamt); gestrichelte horizontale Linien = Richtwerte)

Bei einer mittleren Belastung durch Grobstaub (gesamt) von $0,53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Therapiebereich („kaum belastet“) und von $0,49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Nicht-Therapiebereich („kaum belastet“) (Tab. 11 und 16 im Anhang) liegen die Ausschöpfungsgrade des geltenden Richtwertes an den beiden Messstellen im Jahresmittel nur bei etwa 6 % bzw. 5 %. Betrachtet man die Winter- und Sommermonate (November bis März bzw. April bis Oktober) getrennt, so sind auch in diesen Teilzeiträumen die Belastungswerte durch Grobstaub (gesamt) weit unter dem Richtwert von $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gelegen. Auch in diesen Teilzeiträumen liegen die Ausschöpfungsgrade nur bei 9 % bzw. 5 % (Therapiebereich und Nicht-Therapiebereich) in den Sommermonaten und bei 3 % (Therapiebereich) bzw. 6 % (Nicht-Therapiebereich) in den Wintermonaten. Damit ist die Belastung durch Grobstaub (gesamt) im Therapiebereich und im Nicht-Therapiebereich sowohl während der Sommermonate als auch während der Wintermonate als „kaum belastet“ einzustufen.

Die nachfolgende Abbildung 4 zeigt die Größenverteilung der Grobstaubpartikel in den beiden Repräsentanzen „Therapiebereich“ (TB) und „Nicht-Therapiebereich“ (N-TB):

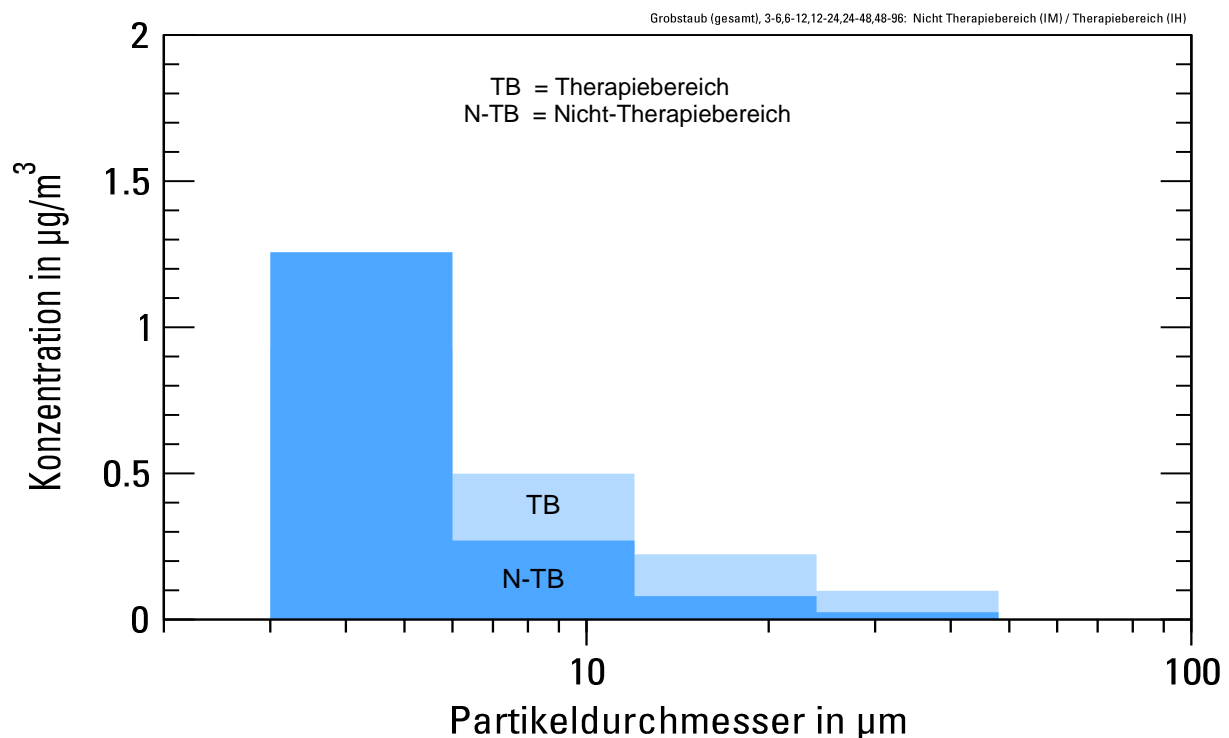


Abb. 4 Größenverteilung der Grobstaubpartikel (Grobstaub (gesamt)) in der Grube Bindweide in Steinebach im Zeitraum vom 02.01.2014 bis 02.01.2015 an den beiden Standorten „Therapiebereich“ (TB) und „Nicht-Therapiebereich“ (N-TB)

Die Partikelanzahl ist an beiden Probenahmeorten sehr gering. Das Konzentrationsmaximum liegt bei einem Partikeldurchmesser zwischen $3 \mu\text{m}$ und $6 \mu\text{m}$. Auf Grund der vermehrten menschlichen Aktivitäten sind die Partikelzahlen im Therapiebereich etwas höher als im Nicht-Therapiebereich.

5.2 Pollen

Während der gesamten Messperiode waren sowohl im Therapiebereich als auch im Nicht-Therapiebereich keine Pollen in der Stollenluft nachweisbar.

5.3 Grobstaub („schwarz“)

Die mittleren Belastungsverhältnisse sind in der Tabelle 12 im Anhang wiedergegeben: Sie zeigen:
Die Belastung durch Grobstaub („schwarz“) in der Grube Bindweide in Steinebach ist äußerst gering.

5.4 Feinstaub

Die mittleren Belastungsverhältnisse durch Feinstaub in der Grube Bindweide in Steinebach lassen sich anhand der nachfolgenden Abbildung 5 anschaulich darstellen (vergleiche die Erläuterungen zur Abbildung 2 auf Seite 9): Die Boxplot-Grafik zeigt, dass die mittlere Konzentration des Feinstaubes in der Grube Bindweide in Steinebach im Messzeitraum im Therapiebereich sowohl während der Therapiezeit als auch während der Nicht-Therapiezeit mit $2,45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. $2,15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ unterhalb des dort geltenden Richtwertes von $6,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lag. Dabei kann eine Überschreitung des Richtwertes mit einer Wahrscheinlichkeit von mehr als 97,5 % ausgeschlossen werden.

Eine Differenzierung der Feinstaub-Belastung nach Winter- und Sommermonaten zeigt (siehe Tab. 17 im Anhang): In der Grube Bindweide von Steinebach ist die Feinstaub-Belastung in den Wintermonaten von November bis März sowohl während der Therapiezeit als auch während der „Nicht-Therapiezeit“ „schwach belastet“. Während der Sommermonate ist die Luft während der „Therapiezeit“ „schwach belastet“, während der „Nicht-Therapiezeit“ „kaum belastet“.

Therapien dürfen gemäß den „Qualitätsstandards für Speläotherapieeinrichtungen (Heilstollen)“ des Deutschen Speläotherapieverbandes e.V. vom 24.04.2004 daher in der Grube Bindweide in Steinebach ganzjährig angeboten werden.

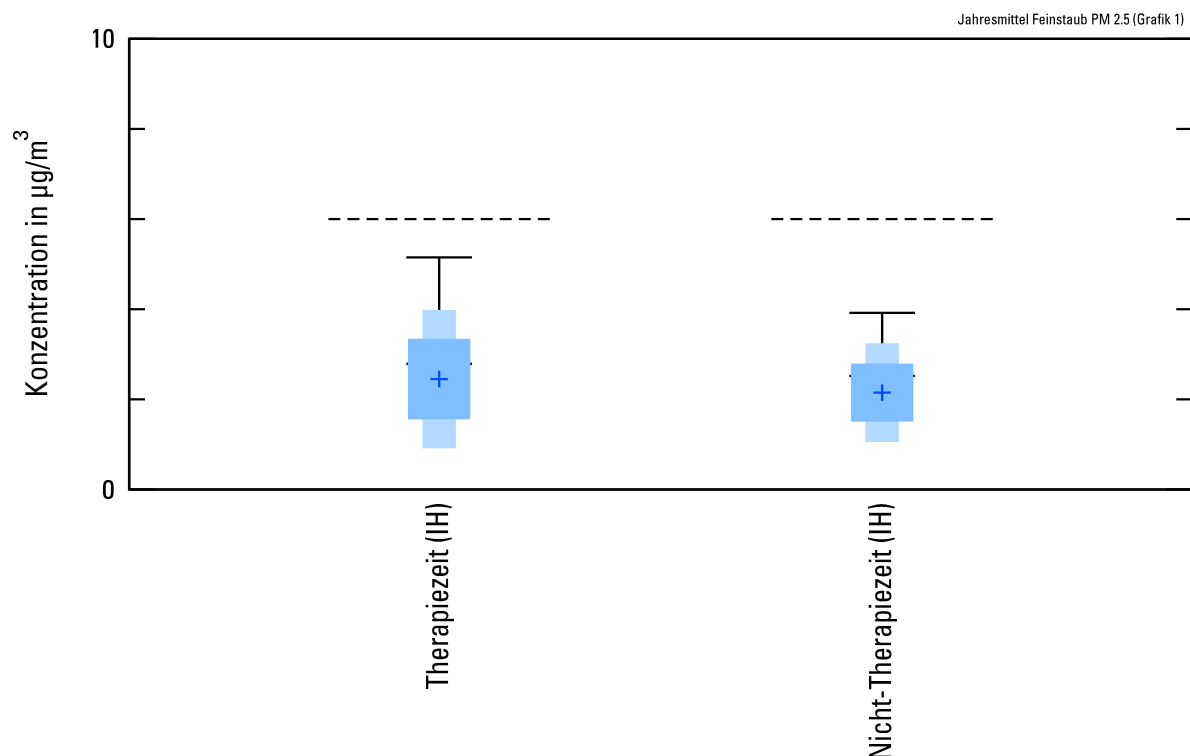


Abb. 5 Immissions-Kenngrößen in der Grube Bindweide in Steinebach vom 02.01.2014 bis 02.01.2015 (Feinstaub; gestrichelte horizontale Linien = Richtwerte)

5.5 Ruß im Feinstaub

Die nachfolgende Abbildung (vergleiche die Erläuterungen zur Abbildung 2 auf Seite 9) zeigt, dass in der Grube Bindweide in Steinebach die Ruß-im-Feinstaub-Konzentration während des Messzeitraums sowohl während der Nicht-Therapiezeit als auch während der Therapiezeit unterhalb des nach Tabelle 5 (Seite 6) einzuhaltenden Prüfwertes von $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liegt. Die statistische Wahrscheinlichkeit für das Einhalten dieses Prüfwertes beträgt dabei sowohl in der Therapiezeit als auch außerhalb der Therapiezeit über 97,5 %.

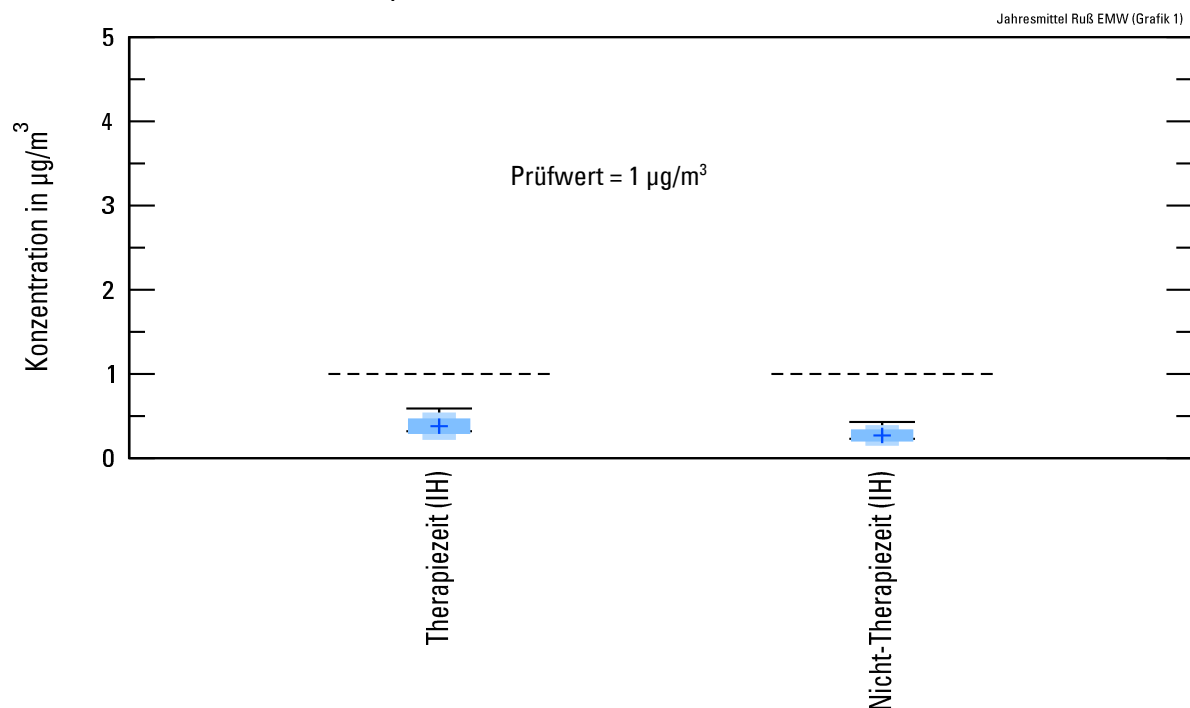


Abb. 6 Immissions-Kenngrößen in der Grube Bindweide in Steinebach vom 02.01.2014 bis 02.01.2015 (Ruß im Feinstaub; gestrichelte horizontale Linien = Prüfwerte)

Die Tabellen 14 und 18 im Anhang zeigen: Die mittlere Ruß-im-Feinstaub-Konzentration beträgt im Therapiebereich $0,32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Therapiezeit: $0,38 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Nicht-Therapiezeit: $0,27 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Damit ist die Grube Bindweide in Steinebach im Jahresmittel vergleichsweise niedrig mit Ruß im Feinstaub belastet.

Eine Betrachtung der Teilzeiträume Wintermonate (November bis März) und Sommermonate (April bis Oktober) zeigt zudem, dass die Ruß-im-Feinstaub-Belastung in der Therapiezeit sowohl während der Wintermonate mit $0,46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als auch während der Sommermonate mit $0,31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ unter dem Prüfwert von $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liegt (siehe Tab. 18 im Anhang).

Auch in der Nicht-Therapiezeit wurde der Prüfwert sowohl in den Winter- als auch in den Sommermonaten mit $0,35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. $0,20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Mittel eingehalten.

5.6 Stickstoffdioxid

Wie die folgende Abbildung 7 und die Tabellen 15 und 19 im Anhang zeigen, wurden die Richtwerte an beiden Probenahmestellen (Therapiebereich und Nicht-Therapiebereich) in der Grube Bindweide in Steinebach nicht überschritten. Alle verwendbaren Messwerte lagen unterhalb der Nachweisgrenze des Messverfahrens. Daher wurde als Näherungswert in diesen Fällen die „1/2 Nachweisgrenze“ eingesetzt. Eine Überschreitung des Richtwertes kann an beiden Messstellen im Therapie- und im Nicht-Therapiebereich mit einer statistischen Wahrscheinlichkeit von über 97,5 % ausgeschlossen werden: Denn beide Mittelwerte einschließlich der 95-%-Vertrauensintervalle liegen deutlich unterhalb des Richtwertes von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

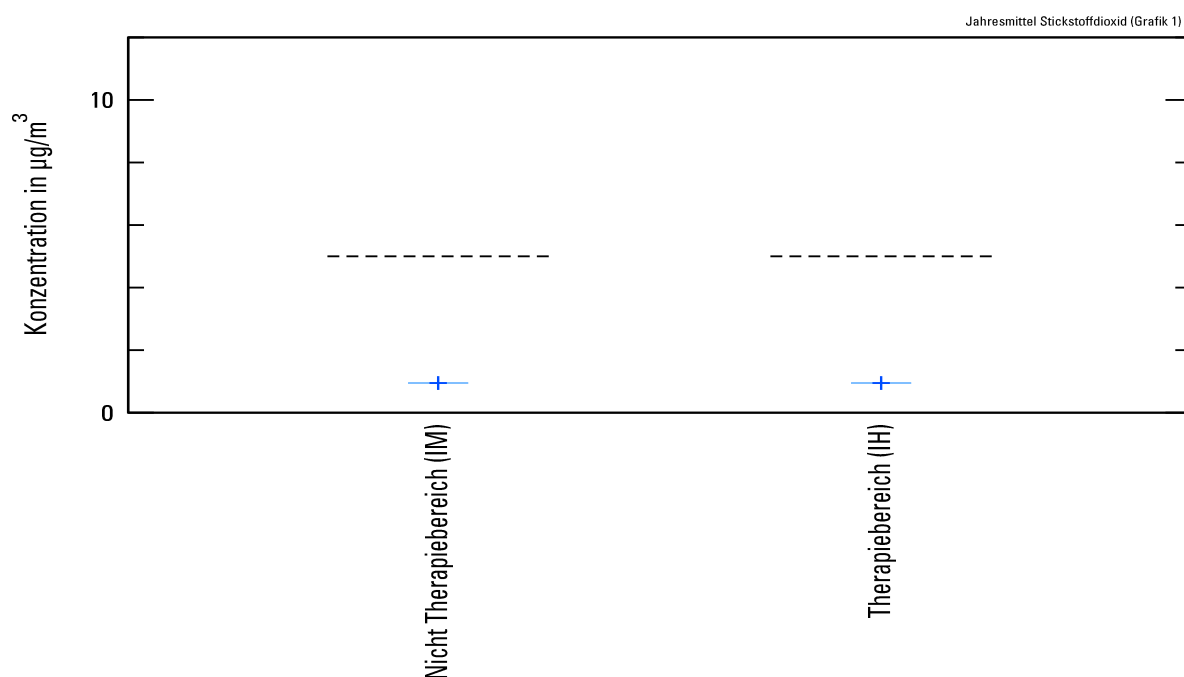


Abb. 7 Immissions-Kenngrößen in Heilstollen in Steinebach vom 02.01.2014 bis 02.01.2015 (Stickstoffdioxid; gestrichelte horizontale Linien = Richtwerte)

Bei einer mittleren Belastung durch Stickstoffdioxid von $0,95 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sowohl im Therapiebereich als auch im Nicht-Therapiebereich liegen die Ausschöpfungsgrade des geltenden Richtwertes an den beiden Messstellen im Jahresmittel bei etwa jeweils 19 %. Dies entspricht gemäß Tab. 4 auf Seite 6 der Belastungsstufe „kaum belastet“. Betrachtet man die Winter- und Sommermonate (November bis März bzw. April bis Oktober) getrennt (siehe Tab. 19 im Anhang), so sind in den Sommermonaten die Belastungswerte durch Stickstoffdioxid weit unter dem Richtwert von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gelegen. In diesen Fällen liegen die Ausschöpfungsgrade nur bei etwa jeweils 19 % im Therapiebereich und im Nicht-Therapiebereich. Damit ist die Belastung durch Stickstoffdioxid im Therapie- und im Nicht-Therapiebereich während der Sommermonate als „kaum belastet“ einzustufen (siehe Tabelle 4, Seite 6). Ähnlich sind die Belastungsverhältnisse im Therapiebereich in den Wintermonaten. In diesem Zeitraum beträgt der Ausschöpfungsgrad des Richtwertes im Therapie- bzw. Nicht-Therapiebereich ebenfalls jeweils 19 %. Dies entspricht „kaum“ belastet.

6 Anhang

6.1 Verzeichnis der Tabellen

a) Tabellen im Text:

Tab. 1 Beobachtete Belastungsstufen zur Beurteilung der Luftqualität in der
(Seite 2) Grube Bindweide in Steinebach (Mittelwerte: 02.01.2014 bis 02.01.2015)

Tab. 2 Beobachtete Belastungsstufen zur Beurteilung der Luftqualität in der
(Seite 2) Grube Bindweide in Steinebach (Wintermonate: November bis März)

Tab. 3 Beobachtete Belastungsstufen zur Beurteilung der Luftqualität in der
(Seite 2) Grube Bindweide in Steinebach (Sommermonate: April bis Oktober)

Tab. 4 Luftqualitäts-Richtwerte und Belastungsstufen zur
(Seite 6) Beurteilung der Luftqualität in Heilstollen (Angaben in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Tab. 5 Anforderungen an die Luftqualität in Heilstollen
(Seite 6)

Tab. 6 Immissions-Kenngrößen der Grobstaub (gesamt)-Konzentration
(Seite 8) in der Grube Bindweide in Steinebach im Zeitraum 02.01.2014 bis 02.01.2015

b) Tabellen im Anhang (Abschnitt 6.3):

Tab. 7 Mittlere vierwöchentliche Immissionsbelastung in der Grube Bindweide in Steinebach
an der Probenahmestelle „Therapiebereich“

Tab. 8 Mittlere vierwöchentliche Immissionsbelastung in der Grube Bindweide in Steinebach
an der Probenahmestelle „Nicht-Therapiebereich“

-
- Tab. 9 Mittlere vierwöchentliche Immissionsbelastung in der Grube Bindweide in Steinebach an der Probenahmestelle „Therapiebereich“, während der Therapiezeit
- Tab. 10 Mittlere vierwöchentliche Immissionsbelastung in der Grube Bindweide in Steinebach an der Probenahmestelle „Therapiebereich“, außerhalb der Therapiezeit
- Tab. 11 Immissions-Kenngrößen der Grobstaub-Konzentration (gesamt) in der Grube Bindweide in Steinebach im Zeitraum 02.01.2014 bis 02.01.2015
- Tab. 12 Immissions-Kenngrößen der Grobstaub-Konzentration („schwarz“) in der Grube Bindweide in Steinebach im Zeitraum 02.01.2014 bis 02.01.2015
- Tab. 13 Immissions-Kenngrößen der Feinstaub-Konzentration im Therapiebereich in der Grube Bindweide in Steinebach im Zeitraum 02.01.2014 bis 02.01.2015
- Tab. 14 Immissions-Kenngrößen der Ruß-im-Feinstaub-Konzentration im Therapiebereich in der Grube Bindweide in Steinebach im Zeitraum 02.01.2014 bis 02.01.2015
- Tab. 15 Immissions-Kenngrößen der Stickstoffdioxid-Konzentration in der Grube Bindweide in Steinebach im Zeitraum 02.01.2014 bis 02.01.2015
- Tab. 16 Richtwert-Ausschöpfung der Grobstaub-Konzentration (gesamt) in der Grube Bindweide in Steinebach im Zeitraum 02.01.2014 bis 02.01.2015
- Tab. 17 Richtwert-Ausschöpfung der Feinstaub-Konzentration in der Grube Bindweide in Steinebach im Zeitraum 02.01.2014 bis 02.01.2015
- Tab. 18 Prüfwert-Ausschöpfung der Ruß-im-Feinstaub-Konzentration in der Grube Bindweide in Steinebach im Zeitraum 02.01.2014 bis 02.01.2015
- Tab. 19 Richtwert-Ausschöpfung der Stickstoffdioxid-Konzentration in der Grube Bindweide in Steinebach im Zeitraum 02.01.2014 bis 02.01.2015

6.2 Verzeichnis der Abbildungen

a) Abbildungen im Text:

Abb. 1 Ausschnitt aus dem Ortsplan von Steinebach mit der Lage des Heilstollens
(Seite 5)

Abb. 2 Kenngrößen der Immissionsmessungen
(Seite 9) (erläutert am Beispiel einer Boxplot-Darstellung)

Abb. 3 Immissions-Kenngrößen in der Grube Bindweide Steinebach
(Seite 11) vom 02.01.2014 bis 02.01.2015 (Grobstaub (gesamt))

Abb. 4 Größenverteilung der Grobstaubpartikel (Grobstaub (gesamt))
(Seite 12) in der Grube Bindweide in Steinebach im Zeitraum vom 02.01.2014 bis 02.01.2015
an den beiden Standorten „Therapiebereich“ (TB) und „Nicht-Therapiebereich“ (N-TB)

Abb. 5 Immissions-Kenngrößen in der Grube Bindweide in Steinebach
(Seite 15) vom 02.01.2014 bis 02.01.2015 (Feinstaub)

Abb. 6 Immissions-Kenngrößen in der Grube Bindweide in Steinebach
(Seite 16) vom 02.01.2014 bis 02.01.2015 (Ruß im Feinstaub)

Abb. 7 Immissions-Kenngrößen in der Grube Bindweide in Steinebach
(Seite 17) vom 02.01.2014 bis 02.01.2015 (Stickstoffdioxid)

b) Abbildungen am Ende des Anhangs (Abschnitt 6.4):

Abb. 8 Verlauf der Grobstaub-Konzentration (gesamt) am Standort „Therapiebereich“
im Zeitraum 02.01.2014 bis 02.01.2015

Abb. 9 Verlauf der Grobstaub-Konzentration (gesamt) am Standort „Nicht-Therapiebereich“
im Zeitraum 02.01.2014 bis 02.01.2015

Abb. 10 Verlauf der Feinstaub-Konzentration während der Therapiezeit
am Standort „Therapiebereich“ im Zeitraum 02.01.2014 bis 02.01.2015

Abb. 11 Verlauf der Feinstaub-Konzentration während der Nicht-Therapiezeit
am Standort „Therapiebereich“ im Zeitraum 02.01.2014 bis 02.01.2015

Abb. 12 Verlauf der Ruß-im-Feinstaub-Konzentration während der Therapiezeit
am Standort „Therapiebereich“ im Zeitraum 02.01.2014 bis 02.01.2015

Abb. 13 Verlauf der Ruß-im-Feinstaub-Konzentration während der Nicht-Therapiezeit
am Standort „Therapiebereich“ im Zeitraum 02.01.2014 bis 02.01.2015

Abb. 14 Verlauf der Stickstoffdioxid-Konzentration am Standort „Therapiebereich“
im Zeitraum 02.01.2014 bis 02.01.2015

Abb. 15 Verlauf der Stickstoffdioxid-Konzentration am Standort „Nicht-Therapiebereich“
im Zeitraum 02.01.2014 bis 02.01.2015

6.3 Tabellen

Tabelle 7 Mittlere vierwöchige Immissionsbelastung in der Grube Bindweide in Steinebach an der Probenahmestelle Therapiebereich;
fett gedruckter Wert = Ausreißer; fehlender Wert = keine auswertbare Probe
* = Messwert unterhalb der Nachweisgrenze (NWG) = ½ NWG-Wert

| Probenahmezeitraum | Grobstaub (µg/m³) | | Stickstoffdioxid (µg/m³) |
|--------------------|-------------------|-----------|--------------------------|
| | gesamt | „schwarz“ | |
| 02.01.14-30.01.14 | 0,29 | 0,04 | * 0,9 |
| 30.01.14-28.02.14 | 0,22 | 0,07 | * 0,9 |
| 28.02.14-28.03.14 | 0,32 | 0,06 | |
| 28.03.14-24.04.14 | 0,26 | 0,00 | * 0,9 |
| 24.04.14-23.05.14 | 1,13 | 0,55 | |
| 23.05.14-20.06.14 | | | * 0,9 |
| 20.06.14-17.07.14 | 1,19 | 0,16 | * 0,9 |
| 17.07.14-15.08.14 | 0,28 | 0,06 | * 0,9 |
| 15.08.14-12.09.14 | 0,62 | 0,10 | * 0,9 |
| 12.09.14-10.10.14 | 0,92 | 0,19 | * 0,9 |
| 10.10.14-06.11.14 | 0,58 | ,013 | * 0,9 |
| 06.11.14-05.12.14 | 0,38 | 0,07 | * 0,9 |
| 05.12.14-02.01.15 | 0,13 | 0,02 | * 0,9 |

Tabelle 8 Mittlere vierwöchige Immissionsbelastung in der Grube Bindweide in Steinebach an der Probenahmestelle Nicht-Therapiebereich (Stollenhintergrund);
fett gedruckter Wert = Ausreißer; fehlender Wert = keine auswertbare Probe
* = Messwert unterhalb der Nachweisgrenze (NWG) = ½ NWG-Wert

| Probenahmezeitraum | Grobstaub (µg/m³) | | Stickstoffdioxid (µg/m³) |
|--------------------|-------------------|-------------|--------------------------|
| | gesamt | „schwarz“ | |
| 02.01.14-30.01.14 | 5,82 | 2,85 | * 0,9 |
| 30.01.14-28.02.14 | | | * 0,9 |
| 28.02.14-28.03.14 | 0,93 | 0,08 | * 0,9 |
| 28.03.14-24.04.14 | 0,48 | 0,08 | * 0,9 |
| 24.04.14-23.05.14 | 1,18 | 0,54 | 4,8 |
| 23.05.14-20.06.14 | 0,49 | 0,22 | * 0,9 |
| 20.06.14-17.07.14 | 0,15 | 0,06 | * 0,9 |
| 17.07.14-15.08.14 | 0,25 | 0,05 | * 0,9 |
| 15.08.14-12.09.14 | 0,28 | 0,12 | * 0,9 |
| 12.09.14-10.10.14 | 0,50 | 0,29 | * 0,9 |
| 10.10.14-06.11.14 | 0,31 | 0,16 | * 0,9 |
| 06.11.14-05.12.14 | 0,45 | 0,27 | * 0,9 |
| 05.12.14-02.01.15 | 0,34 | 0,12 | * 0,9 |

Tabelle 9 Mittlere vierwöchige Immissionsbelastung in der Grube Bindweide in Steinebach an der Probenahmestelle Therapiebereich, während der Therapiezeit;
fett gedruckter Wert = Ausreißer; fehlender Wert = keine auswertbare Probe
* = Messwert unterhalb der Nachweisgrenze (NWG) = ½ NWG-Wert

| Probenahme- zeitraum | (µg/m³) | |
|-------------------------|-----------|---------------------|
| | Feinstaub | Ruß im Feinstaub |
| 02.01.14-30.01.14 | 4,96 | 0,50 |
| 30.01.14-28.02.14 | 2,40 | 0,35 |
| 28.02.14-28.03.14 | 1,54 | 0,39 |
| 28.03.14-24.04.14 | 0,25 | 0,26 |
| 24.04.14-23.05.14 | 2,01 | 0,36 |
| 23.05.14-20.06.14 | 5,49 | 0,40 |
| 20.06.14-17.07.14 | 2,52 | 0,20 |
| 17.07.14-15.08.14 | 2,33 | 0,14 |
| 15.08.14-12.09.14 | 0,74 | 0,29 |
| 12.09.14-10.10.14 | 2,47 | 0,35 |
| 10.10.14-06.11.14 | 2,09 | 0,42 |
| 06.11.14-05.12.14 | 3,69 | 0,71 |
| 05.12.14-02.01.15 | 1,34 | 0,52 |

Tabelle 10 Mittlere vierwöchige Immissionsbelastung in der Grube Bindweide in Steinebach an der Probenahmestelle Therapiebereich, außerhalb der Therapiezeit;
fett gedruckter Wert = Ausreißer; fehlender Wert = keine auswertbare Probe
* = Messwert unterhalb der Nachweisgrenze (NWG) = ½ NWG-Wert

| Probenahme- zeitraum | (µg/m³) | |
|-------------------------|-----------|---------------------|
| | Feinstaub | Ruß im Feinstaub |
| 02.01.14-30.01.14 | 3,97 | 0,42 |
| 30.01.14-28.02.14 | 2,17 | 0,29 |
| 28.02.14-28.03.14 | 3,89 | 0,34 |
| 28.03.14-24.04.14 | 1,67 | 0,23 |
| 24.04.14-23.05.14 | 2,23 | 0,26 |
| 23.05.14-20.06.14 | 0,77 | 0,13 |
| 20.06.14-17.07.14 | 1,72 | 0,13 |
| 17.07.14-15.08.14 | 1,44 | 0,07 |
| 15.08.14-12.09.14 | 1,46 | 0,22 |
| 12.09.14-10.10.14 | 1,81 | 0,30 |
| 10.10.14-06.11.14 | 2,11 | 0,31 |
| 06.11.14-05.12.14 | 3,77 | 0,44 |
| 05.12.14-02.01.15 | 0,94 | 0,38 |

Tabelle 11 Immissions-Kenngrößen der Grobstaub-Konzentration (gesamt) in der Grube Bindweide in Steinebach im Zeitraum 02.01.2014 bis 02.01.2015; PZ = Anzahl der Proben; MW = Mittelwert des Datenkollektivs; σ = Standardabweichung; 95%-VI = 95%-Vertrauensintervall

| Probenahmestellen | PZ | Kenngrößen in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | | | | | | |
|-----------------------|----|--|----------|--------|------------|------|------|------|
| | | MW | σ | 95%-VI | Perzentile | | | |
| | | | | | 25 % | 50 % | 75 % | 95 % |
| Therapiebereich | 12 | 0,5 | ± 0,4 | ± 0,2 | 0,26 | 0,32 | 0,62 | 1,15 |
| Nicht-Therapiebereich | 11 | 0,5 | ± 0,3 | ± 0,2 | 0,27 | 0,40 | 0,49 | 1,04 |

Tabelle 12 Immissions-Kenngrößen der Grobstaub-Konzentration („schwarz“) in der Grube Bindweide in Steinebach im Zeitraum 02.01.2014 bis 02.01.2015; PZ = Anzahl der Proben; MW = Mittelwert des Datenkollektivs; σ = Standardabweichung; 95%-VI = 95%-Vertrauensintervall

| Probenahmestellen | PZ | Kenngrößen in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | | | | | | |
|-----------------------|----|--|----------|--------|------------|------|------|------|
| | | MW | σ | 95%-VI | Perzentile | | | |
| | | | | | 25 % | 50 % | 75 % | 95 % |
| Therapiebereich | 12 | 0,12 | ± 0,15 | ± 0,09 | 0,04 | 0,07 | 0,13 | 0,33 |
| Nicht-Therapiebereich | 11 | 0,18 | ± 0,15 | ± 0,09 | 0,07 | 0,12 | 0,23 | 0,40 |

Tabelle 13 Immissions-Kenngrößen der Feinstaub-Konzentration im Therapiebereich in der Grube Bindweide in Steinebach im Zeitraum 02.01.2014 bis 02.01.2015; PZ = Anzahl der Proben; MW = Mittelwert des Datenkollektivs; σ = Standardabweichung; 95%-VI = 95%-Vertrauensintervall

| Probenahmestelle | PZ | Kenngrößen in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | | | | | | |
|------------------|----|--|----------|--------|------------|------|------|------|
| | | MW | σ | 95%-VI | Perzentile | | | |
| | | | | | 25 % | 50 % | 75 % | 95 % |
| Therapiebereich | 26 | 2,30 | ± 1,29 | ± 0,49 | 1,48 | 2,10 | 2,51 | 4,71 |

Tabelle 14 Immissions-Kenngrößen der Ruß-im-Feinstaub-Konzentration im Therapiebereich in der Grube Bindweide in Steinebach im Zeitraum 02.01.2014 bis 02.01.2015; PZ = Anzahl der Proben; MW = Mittelwert des Datenkollektivs; σ = Standardabweichung; 95%-VI = 95%-Vertrauensintervall

| Probenahmestelle | PZ | Kenngrößen in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | | | | | | |
|------------------|----|--|------------|------------|------------|------|------|------|
| | | MW | σ | 95%-VI | Perzentile | | | |
| | | | | | 25 % | 50 % | 75 % | 95 % |
| Therapiebereich | 26 | 0,32 | $\pm 0,14$ | $\pm 0,06$ | 0,23 | 0,33 | 0,40 | 0,52 |

Tabelle 15 Immissions-Kenngrößen der Stickstoffdioxid-Konzentration in der Grube Bindweide in Steinebach im Zeitraum 02.01.2014 bis 02.01.2015; PZ = Anzahl der Proben; MW = Mittelwert des Datenkollektivs; σ = Standardabweichung; 95%-VI = 95%-Vertrauensintervall

| Probenahmestellen | PZ | Kenngrößen in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | | | | | | |
|-----------------------|----|--|-----------|-----------|------------|------|------|------|
| | | MW | σ | 95%-VI | Perzentile | | | |
| | | | | | 25 % | 50 % | 75 % | 95 % |
| Therapiebereich | 11 | 0,95 | $\pm 0,0$ | $\pm 0,0$ | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 |
| Nicht-Therapiebereich | 12 | 0,95 | $\pm 0,0$ | $\pm 0,0$ | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 |

Tabelle 16 Richtwert-Ausschöpfung der Grobstaub-Konzentration (gesamt) in der Grube Bindweide in Steinebach im Zeitraum 02.01.2014 bis 02.01.2015; PZ = Anzahl der Proben; MW = Mittelwert des Datenkollektivs; AG = Ausschöpfungsgrad des jeweiligen Richtwerts in %

| Probenahmestellen | Gesamtzeitraum | | | Wintermonate (01.11. – 31.03.) | | | Sommermonate (01.04. – 31.10.) | | |
|-----------------------|----------------|--------------------------|----|-----------------------------------|--------------------------|----|-----------------------------------|--------------------------|----|
| | PZ | MW | AG | PZ | MW | AG | PZ | MW | AG |
| | | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | % | | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | % | | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | % |
| Therapiebereich | 12 | 0,53 | 6 | 6 | 0,27 | 3 | 6 | 0,79 | 9 |
| Nicht-Therapiebereich | 11 | 0,49 | 5 | 4 | 0,55 | 6 | 7 | 0,45 | 5 |

Tabelle 17 Richtwert-Ausschöpfung der Feinstaub-Konzentration in der Grube Bindweide in Steinebach im Zeitraum 02.01.2014 bis 02.01.2015; PZ = Anzahl der Proben; MW = Mittelwert des Datenkollektivs; AG = Ausschöpfungsgrad des jeweiligen Richtwerts in %

| Probenahmestellen | Gesamtzeitraum | | | Wintermonate (01.11. – 31.03.) | | | Sommermonate (01.04. – 31.10.) | | |
|--------------------|----------------|-------------------|----|-----------------------------------|-------------------|----|-----------------------------------|-------------------|----|
| | PZ | MW | AG | PZ | MW | AG | PZ | MW | AG |
| | | µg/m ³ | % | | µg/m ³ | % | | µg/m ³ | % |
| Therapiezeit | 13 | 2,45 | 41 | 6 | 2,36 | 39 | 7 | 2,52 | 42 |
| Nicht-Therapiezeit | 13 | 2,15 | 36 | 6 | 2,73 | 46 | 7 | 1,65 | 27 |

Tabelle 18 Richtwert-Ausschöpfung der Ruß-im-Feinstaub-Konzentration in der Grube Bindweide in Steinebach im Zeitraum 02.01.2014 bis 02.01.2015; PZ = Anzahl der Proben; MW = Mittelwert des Datenkollektivs; AG = Ausschöpfungsgrad des jeweiligen Prüfwertes in %

| Probenahmestellen | Gesamtzeitraum | | | Wintermonate (01.11. – 31.03.) | | | Sommermonate (01.04. – 31.10.) | | |
|--------------------|----------------|-------------------|----|-----------------------------------|-------------------|----|-----------------------------------|-------------------|----|
| | PZ | MW | AG | PZ | MW | AG | PZ | MW | AG |
| | | µg/m ³ | % | | µg/m ³ | % | | µg/m ³ | % |
| Therapiezeit | 13 | 0,38 | 38 | 6 | 0,46 | 46 | 7 | 0,31 | 31 |
| Nicht-Therapiezeit | 13 | 0,27 | 27 | 6 | 0,35 | 35 | 7 | 0,20 | 20 |

Tabelle 19 Richtwert-Ausschöpfung der Stickstoffdioxid-Konzentration in der Grube Bindweide in Steinebach im Zeitraum 02.01.2014 bis 02.01.2015; PZ = Anzahl der Proben; MW = Mittelwert des Datenkollektivs; AG = Ausschöpfungsgrad des jeweiligen Richtwerts in %

| Probenahmestellen | Gesamtzeitraum | | | Wintermonate (01.11. – 31.03.) | | | Sommermonate (01.04. – 31.10.) | | |
|-----------------------|----------------|-------------------|----|-----------------------------------|-------------------|----|-----------------------------------|-------------------|----|
| | PZ | MW | AG | PZ | MW | AG | PZ | MW | AG |
| | | µg/m ³ | % | | µg/m ³ | % | | µg/m ³ | % |
| Therapiebereich | 11 | 0,95 | 19 | 5 | 0,95 | 19 | 6 | 0,95 | 19 |
| Nicht-Therapiebereich | 12 | 0,95 | 19 | 7 | 0,95 | 19 | 5 | 0,95 | 19 |

6.4 Abbildungen

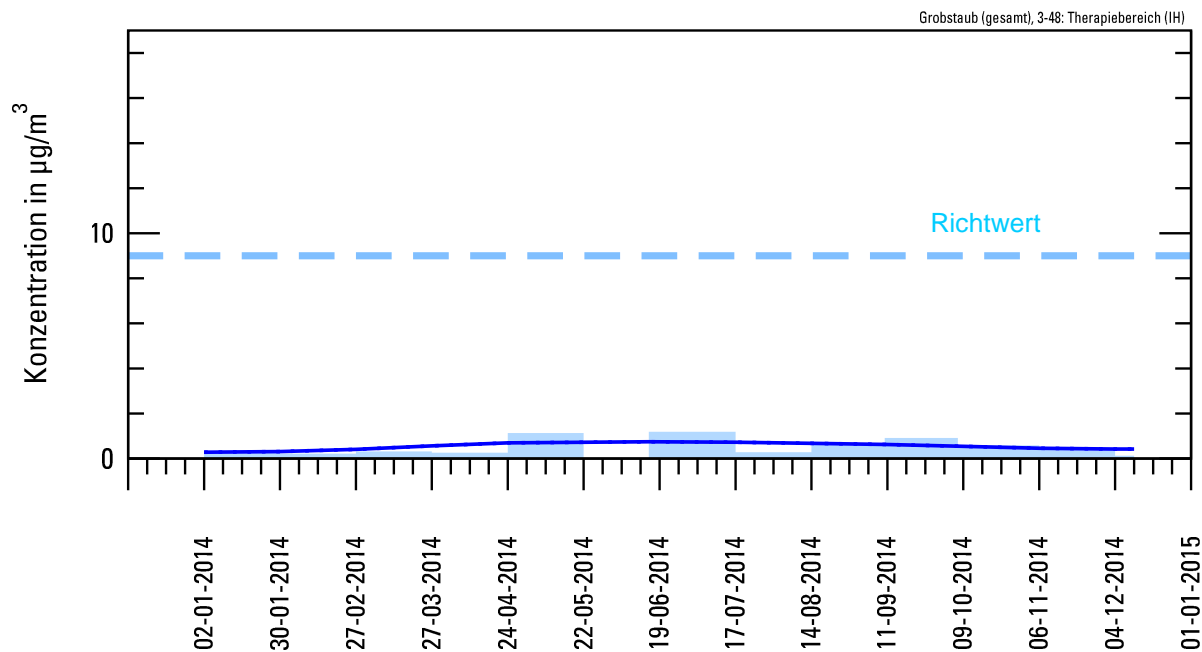


Abb. 8 Verlauf der Grobstaub-Konzentration (gesamt) am Standort „Therapiebereich“ im Zeitraum 02.01.2014 bis 02.01.2015

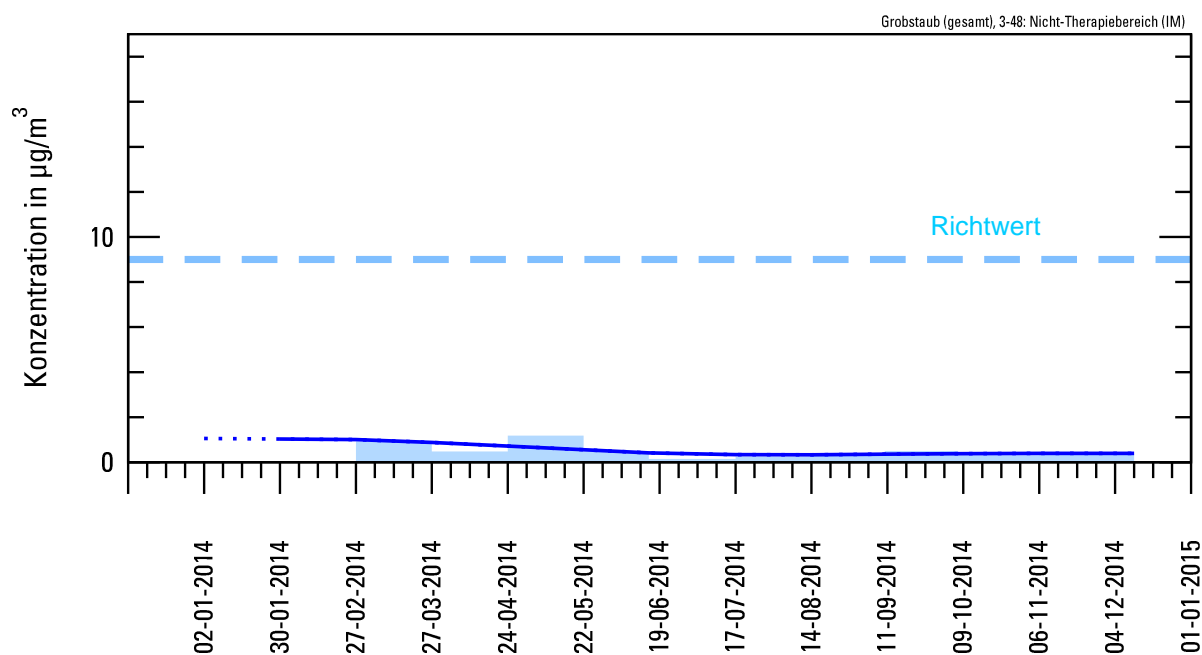


Abb. 9 Verlauf der Grobstaub-Konzentration (gesamt) am Standort „Nicht-Therapiebereich“ im Zeitraum 02.01.2014 bis 02.01.2015

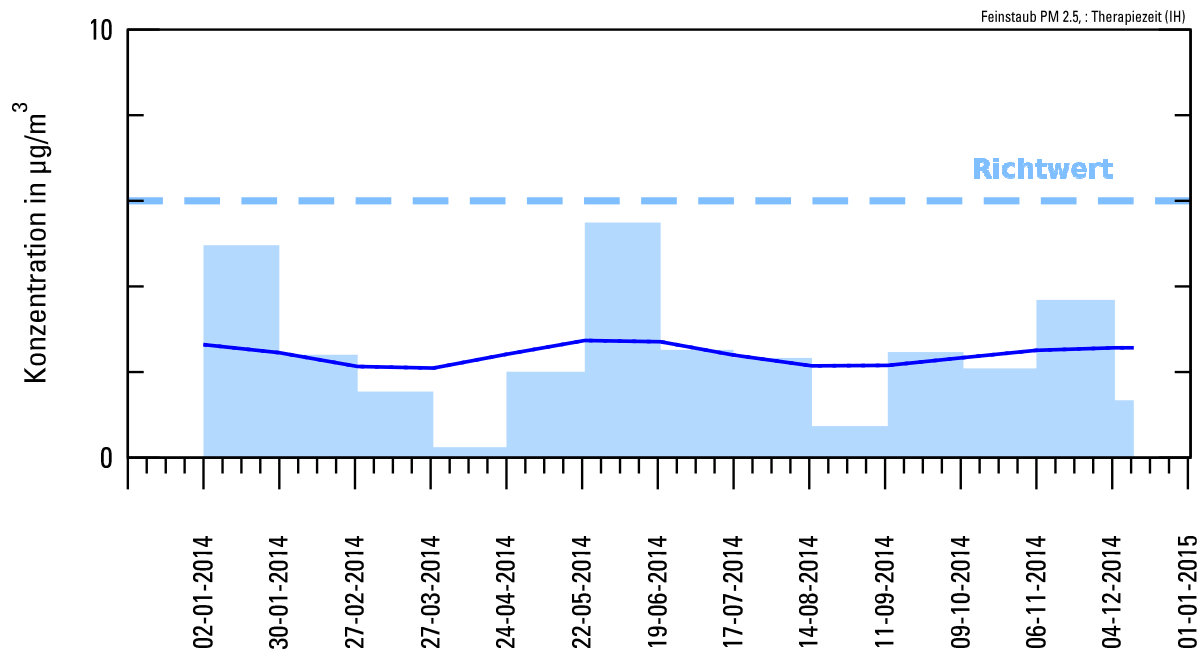


Abb. 10 Verlauf der Feinstaub-Konzentration während der Therapiezeit am Standort „Therapiebereich“ im Zeitraum 02.01.2014 bis 02.01.2015

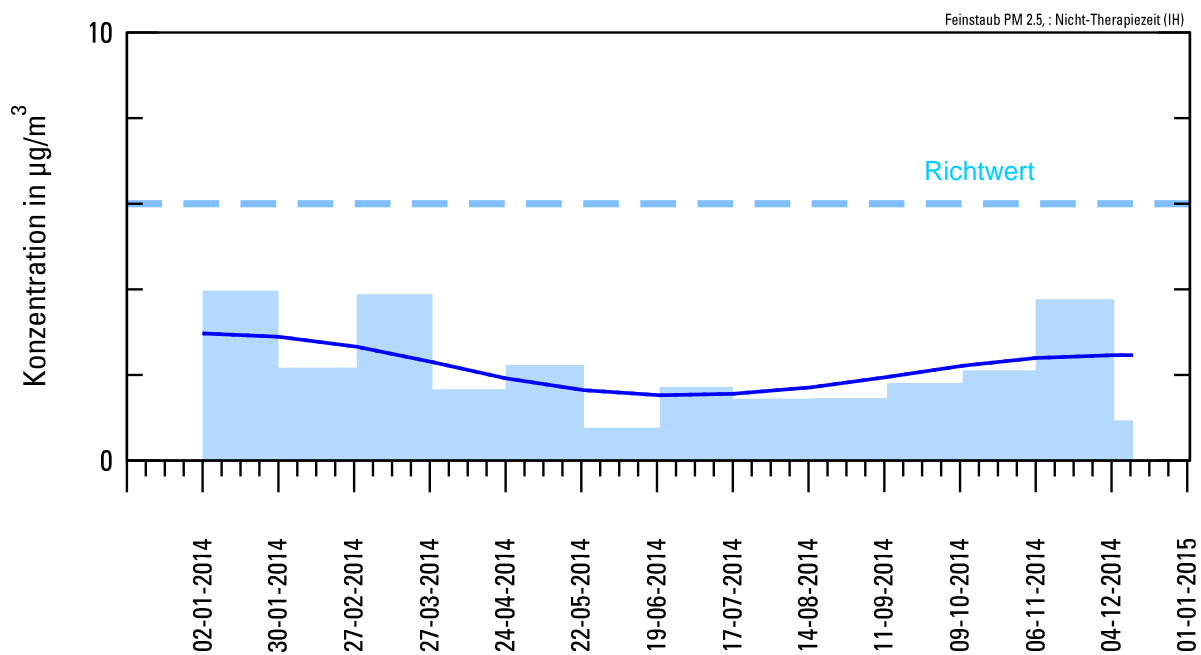


Abb. 11 Verlauf der Feinstaub-Konzentration während der Nicht-Therapiezeit am Standort „Therapiebereich“ im Zeitraum 02.01.2014 bis 02.01.2015

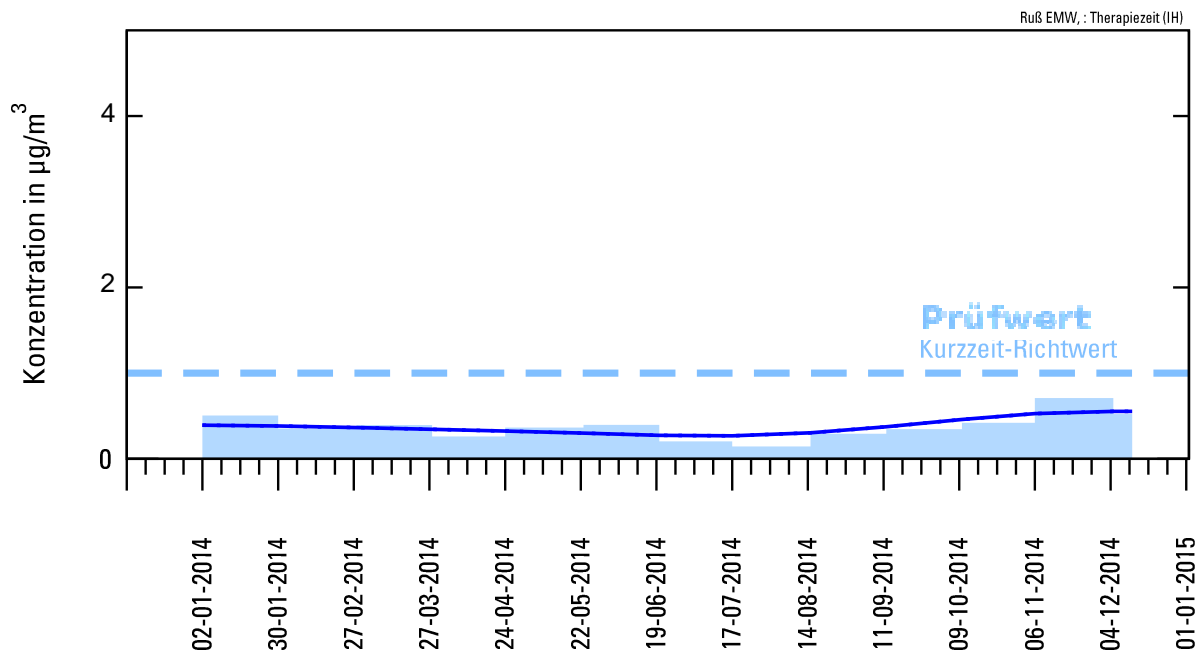


Abb. 12 Verlauf der Ruß-im-Feinstaub-Konzentration während der Therapiezeit am Standort „Therapiebereich“ im Zeitraum 02.01.2014 bis 02.01.2015

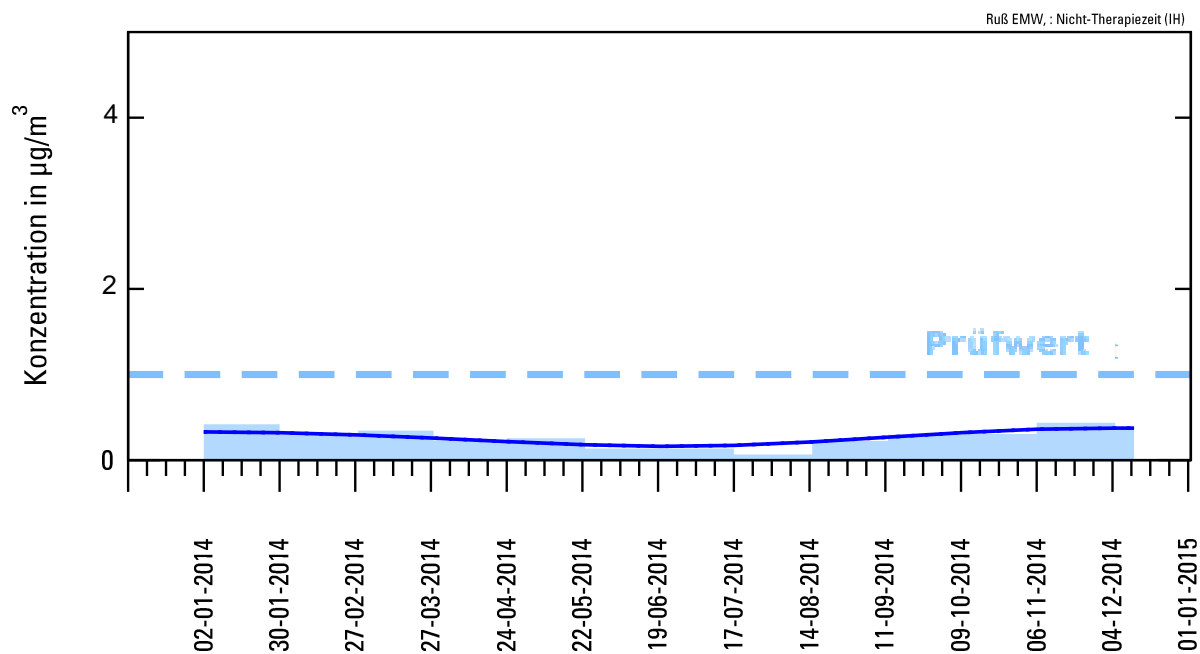


Abb. 13 Verlauf der Ruß-im-Feinstaub-Konzentration während der Nicht-Therapiezeit am Standort „Therapiebereich“ im Zeitraum 02.01.2014 bis 02.01.2015

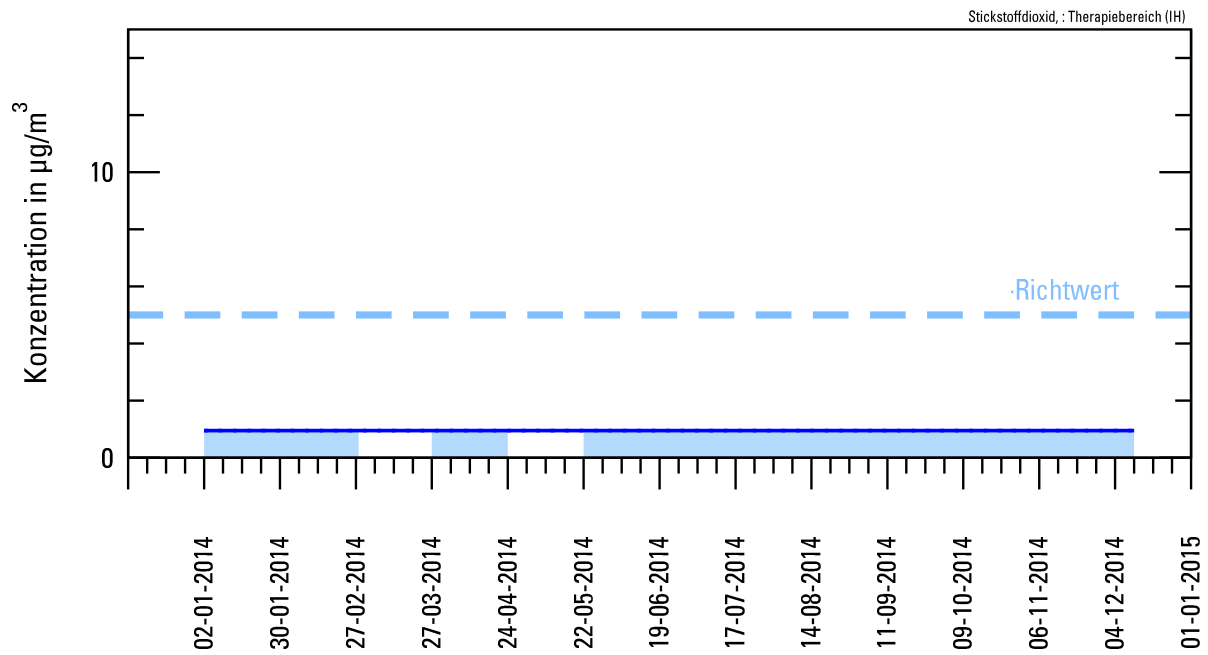


Abb. 14 Verlauf der Stickstoffdioxid-Konzentration am Standort „Therapiebereich“ im Zeitraum 02.01.2014 bis 02.01.2015

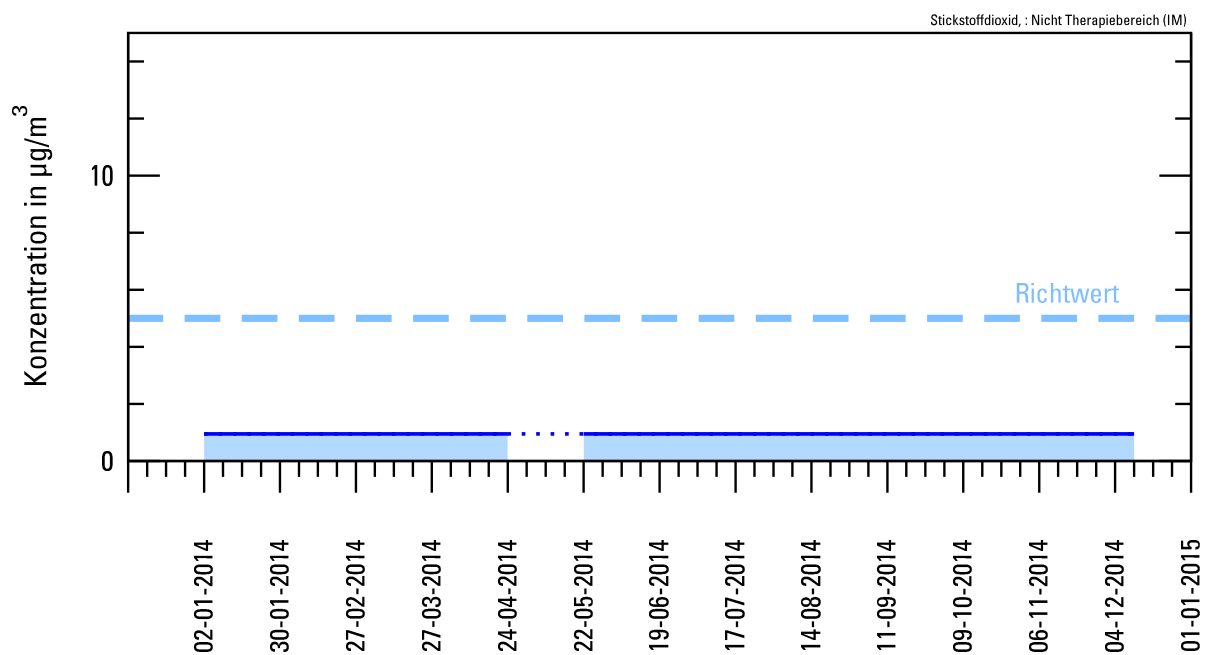


Abb. 15 Verlauf der Stickstoffdioxid-Konzentration am Standort „Nicht-Therapiebereich“ im Zeitraum 02.01.2014 bis 02.01.2015