

DWD

Amtliches Gutachten

Beurteilung der Luftqualität

im

Heilstollen

Saalfeld

Deutscher Wetterdienst

Abteilung Klima- und Umweltberatung

Freiburg, Juli 2014



Amtliches Gutachten

Beurteilung der Luftqualität

im

Heilstollen Saalfeld

Saale-Orla Kreis

Auftraggeber: Deutscher Heilstollen-Verband Aalen

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

Bearbeiter: Dr. Werner Schätzle

Freiburg, den 31. Juli 2014

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: 4103-07318-20-0714

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 im Heilstollen in Saalfeld die lufthygienischen Voraussetzungen, die für einen Heilstollen-Kurbetrieb gelten, ganzjährig erfüllt. Eine Bestätigung 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“ des Heilstollens in Saalfeld 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 jeweils 7 % ausgeschöpft. Für den Teilzeitraum Wintermonate (01.11. bis 31.03.) liegen die Ausschöpfungsgrade beim Grobstaub (gesamt) bei 8 % bzw. 7 %, für den Teilzeitraum Sommermonate (01.04. bis 31.10.) bei jeweils 7 %.

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 67 % und während der Nicht-Therapiezeit zu 61 % ausgeschöpft. In den Wintermonaten (01.11. - 31.03.) betragen die Ausschöpfungsgrade 82 % und 91 %, in den Sommermonaten (01.04. bis 31.10.) 60 % und 46 %. 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-Überschreitung liegt jeweils bei weniger als 2,5 %.

Die Belastung durch Ruß im Feinstaub lag mit einem Jahresmittelwert von $0,28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 mehr als der Hälfte der Messwerte unterhalb der Nachweisgrenze. Die Belastung durch Stickstoffdioxid betrug im Jahresmittel im Therapiebereich 46 %, im Nicht-Therapiebereich 18 % des Richtwertes von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In den Wintermonaten lagen die Ausschöpfungsgrade bei 71 % im Therapiebereich und 18 % im Nicht-Therapiebereich, in den Sommermonaten bei 30 % bzw. ebenfalls 18 %.

Die Luft im Heilstollen in Saalfeld 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 im Heilstollen in Saalfeld im Therapiebereich im Jahresmittel „schwach belastet“ einzustufen, in den Sommermonaten wird lediglich die Belastungsstufe „kaum belastet“ erreicht. Der Nicht-Therapiebereich ist im Jahresmittel, in den Wintermonaten und in den Sommermonaten als „kaum belastet“ anzusehen. Mehr als die Hälfte aller Messwerte lagen unterhalb der Nachweisgrenze.

Während des gesamten Messzeitraums herrschte im Heilstollen in Saalfeld absolute Pollenfreiheit.

Zusammengefasst ergeben sich gemäß den Begriffsbestimmungen für den Heilstollen in Saalfeld 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 im Heilstollen in Saalfeld (Jahresmittelwerte: 14.06.2013 bis 20.06.2014) (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	schwach belastet	nicht nachweisbar
Nicht-Therapiebereich	kaum belastet	keine Messung	keine Messung	kaum belastet	nicht nachweisbar

Tabelle 2 Beobachtete Belastungsstufen zur Beurteilung der Luftqualität im Heilstollen in Saalfeld (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	mäßig belastet	Prüfwert eingehalten	mäßig belastet	nicht nachweisbar
Nicht-Therapiebereich	kaum belastet	keine Messung	keine Messung	kaum belastet	nicht nachweisbar

Tabelle 3 Beobachtete Belastungsstufen zur Beurteilung der Luftqualität im Heilstollen in Saalfeld (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 den Heilstollen in Saalfeld 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.

Der Deutsche Heilstollen-Verband in Aalen hat den Deutschen Wetterdienst beauftragt, diese Messungen im Heilstollen in Saalfeld durchzuführen und ein Luftqualitätsgutachten zu erstellen. Die Messung und Bewertung der Luftqualität erfolgten nach den „Begriffsbestimmungen – Qualitätsstandards für die Prädikatisierung von Kurorten, Erholungsorten 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 im Heilstollen in Saalfeld wurden im einjährigen Zeitraum vom 14.06.2013 bis 20.06.2014 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.

Im Heilstollen in Saalfeld 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:

Dezember und Januar:

Samstag: 10.00 Uhr bis 12.00 Uhr

Februar bis April:

Dienstag bis Samstag: 10.00 Uhr bis 12.00 Uhr und 14.00 Uhr bis 16.00 Uhr

Mittwoch und Donnerstag: 17.30 Uhr bis 19.30 Uhr

Sonntag: 14.00 Uhr bis 16.00 Uhr

Mai bis Oktober:

Dienstag bis Samstag: 10.00 Uhr bis 12.00 Uhr und 15.00 Uhr bis 17.00 Uhr

Sonntag: 15.00 Uhr bis 17.00 Uhr

November:

Dienstag bis Samstag: 10.00 Uhr bis 12.00 Uhr und 14.00 Uhr bis 16.00 Uhr

Sonntag: 14.00 Uhr bis 16.00 Uhr

Nicht-Therapiezeit: übrige Zeiten

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

Nicht-Therapiebereich: Hintergrundbelastung im Heilstollen

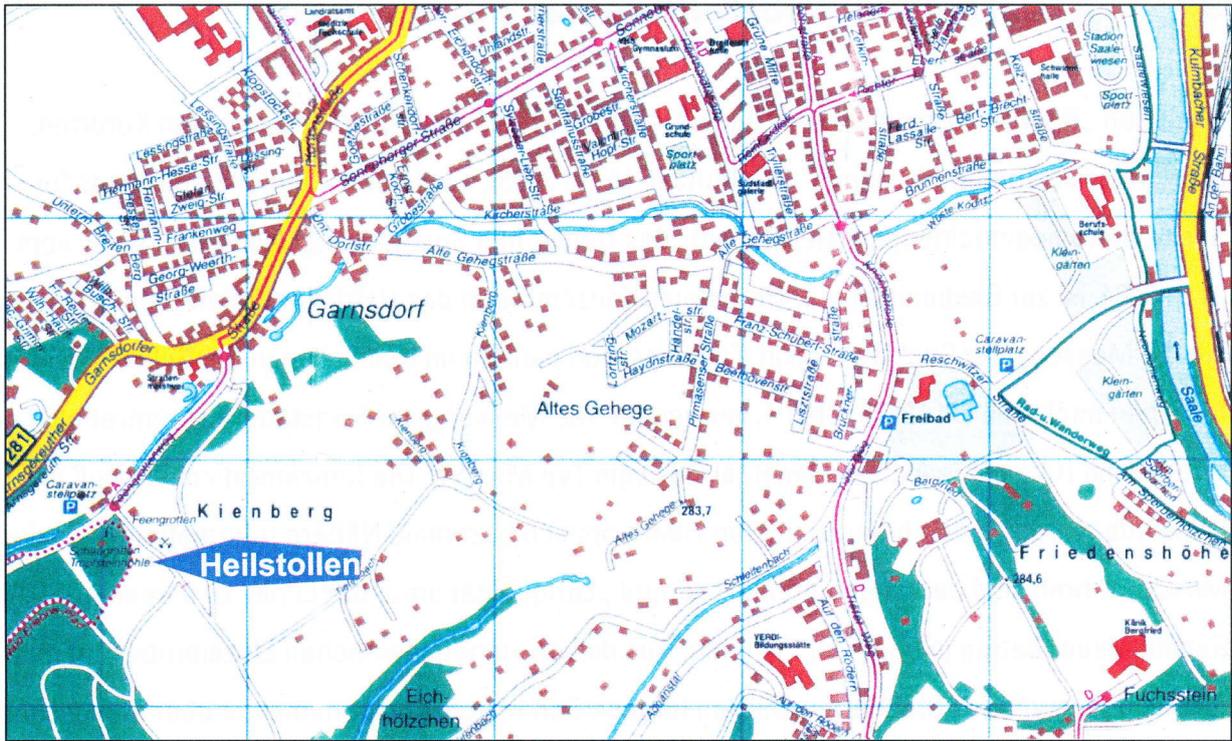


Abb. 1 Ausschnitt aus dem Ortsplan von Saalfeld mit der Lage des Heilstollens



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 im Heilstollen in Saalfeld 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.

Parameter	Wintermonate (Nov.-März)	Sommermonate (Apr.-Okt.)
PM ₁₀	50 µg/m³	50 µg/m³
PM _{2.5}	35 µg/m³	35 µg/m³
O ₃	120 µg/m³	120 µg/m³
NO ₂	40 µg/m³	40 µg/m³
SO ₂	35 µg/m³	35 µg/m³
CO	10 mg/m³	10 mg/m³

4 Darstellung der Messergebnisse

Die Ergebnisse der vierwöchentlichen Probenahme an den beiden Standorten im Heilstollen in Saalfeld 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.

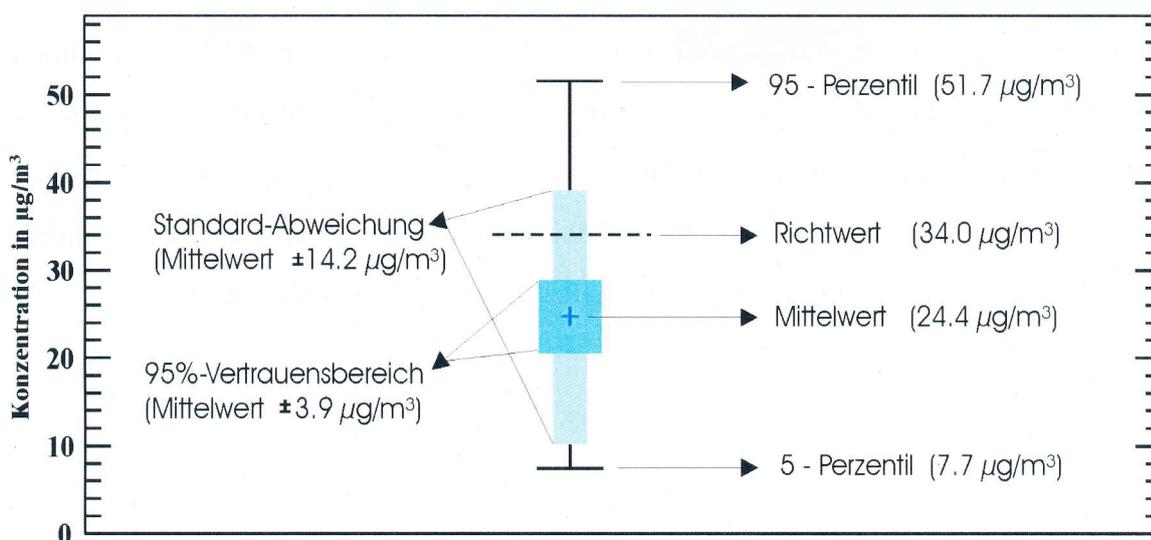
Tabelle 6 Immissions-Kenngrößen der Grobstaub (gesamt)-Konzentration im Heilstollen in Saalfeld im Zeitraum 14.06.2013 bis 20.06.2014; PZ = Anzahl der Proben; MW = Mittelwert des Datenkollektivs; σ = Standardabweichung; 95%-VI = 95%-Vertrauensintervall

Probenahmestellen	PZ	Kenngrößen in $\mu\text{g}/\text{m}^3$						
		MW	σ	95%-VI	Perzentile			
					25 %	50 %	75 %	95 %
Therapiebereich	13	0,7	$\pm 0,3$	$\pm 0,2$	0,40	0,54	0,84	1,05
Nicht-Therapiebereich	13	0,6	$\pm 0,2$	$\pm 0,1$	0,39	0,59	0,71	0,98

Hierzu ein Beispiel aus der vorstehenden Tabelle 6: In der Datenzeile für die Probenahmestelle „Therapiebereich“ ist eine mittlere Konzentration des gesamten Grobstaubs von $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ angegeben. Der „wahre“ Mittelwert liegt mit einer statistischen Wahrscheinlichkeit von 95 % im Bereich von $0,7 \pm 0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, also zwischen $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. 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 $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 im Heilstollen in Saalfeld 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 im Heilstollen in Saalfeld 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 Heilstollen in Saalfeld an beiden Standorten mit einer statistischen Wahrscheinlichkeit von über 97,5 % eingehalten wurden.

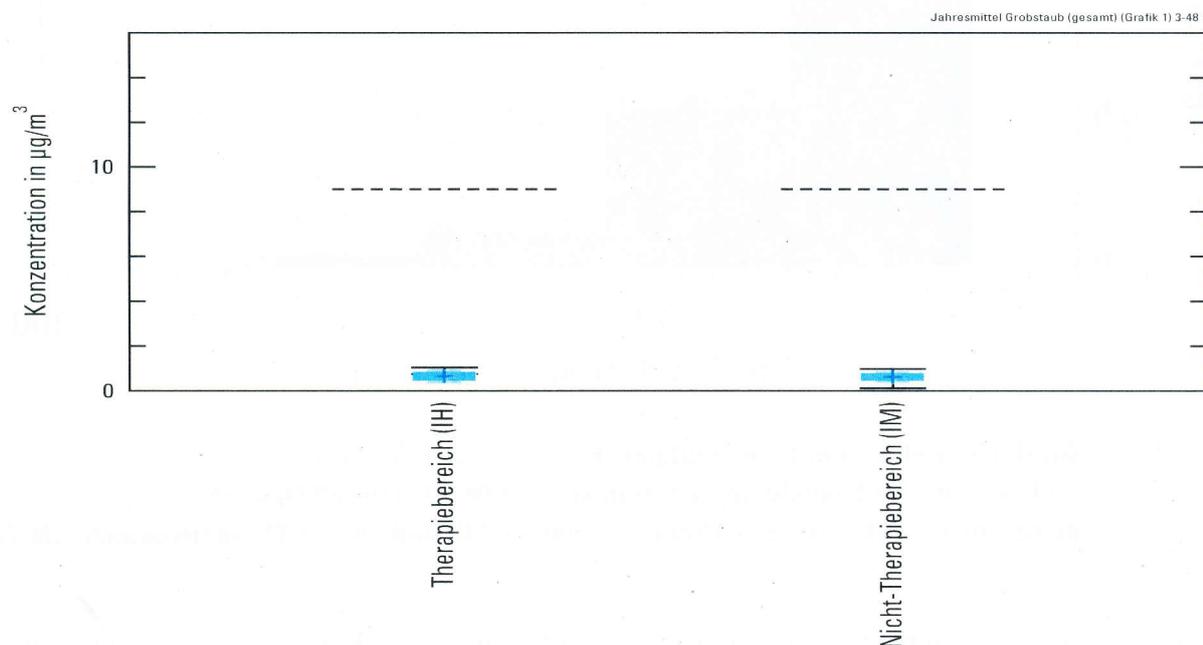


Abb. 3 Immissions-Kenngrößen im Heilstollen in Saalfeld vom 14.06.2013 bis 20.06.2014 (Grobstaub (gesamt); gestrichelte horizontale Linien = Richtwerte)

Bei einer mittleren Belastung durch Grobstaub (gesamt) von $0,65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Therapiebereich („kaum belastet“) und von $0,61 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 7 %. 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 jeweils 7 % (Therapiebereich und Nicht-Therapiebereich) in den Sommermonaten und bei 8 % (Therapiebereich) bzw. 7 % (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):

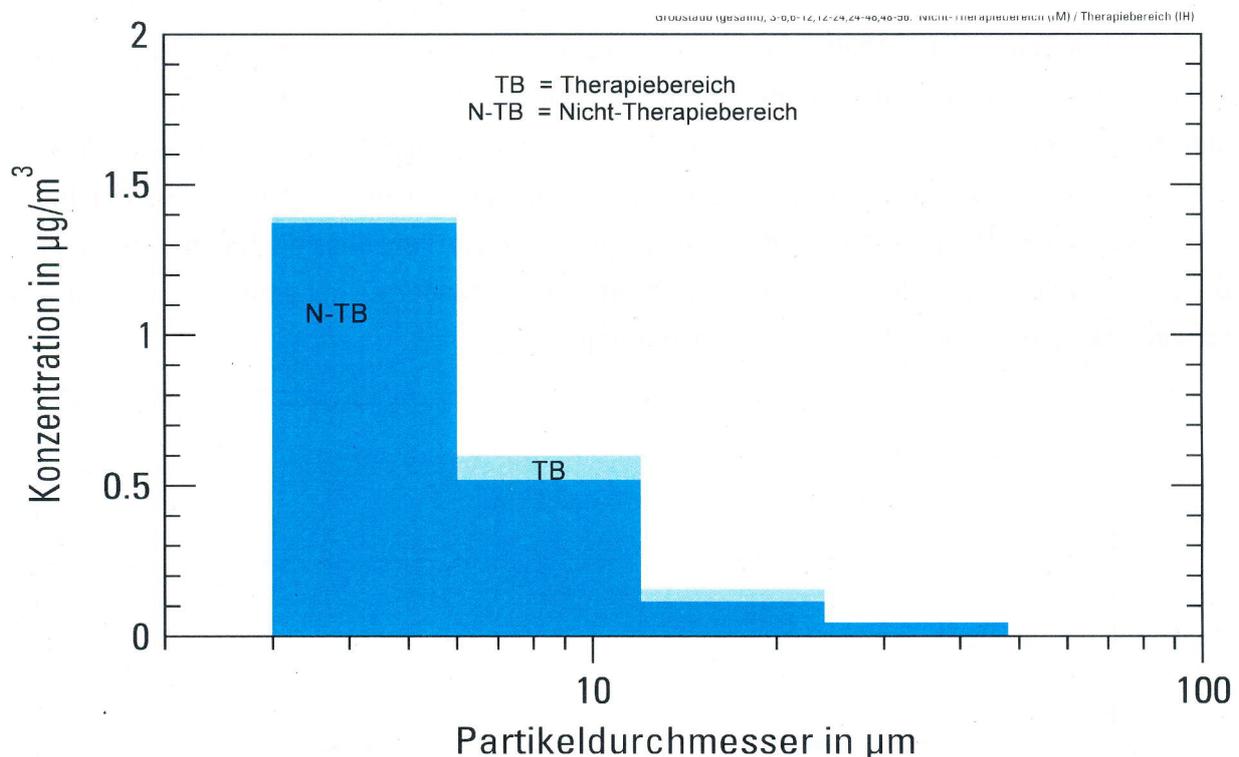


Abb. 4 Größenverteilung der Grobstaubpartikel (Grobstaub (gesamt)) im Heilstollen in Saalfeld im Zeitraum vom 14.06.2013 bis 20.06.2014 an den beiden Standorten „Therapiebereich“ (TB) und „Nicht-Therapiebereich“ (N-TB)

Die Partikelanzahl ist an beiden Probenahmeorten sehr gering. Das Konzentrationsmaximum liegt bei einem Partikeldurchmesser zwischen 3 μm und 6 μm . 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“) im Heilstollen in Saalfeld ist äußerst gering.

5.4 Feinstaub

Die mittleren Belastungsverhältnisse durch Feinstaub im Heilstollen in Saalfeld 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 im Heilstollen in Saalfeld im Messzeitraum im Therapiebereich sowohl während der Therapiezeit als auch während der Nicht-Therapiezeit mit $4,04 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. $3,68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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): Im Heilstollen von Saalfeld ist die Feinstaub-Belastung in den Wintermonaten von November bis März sowohl während der Nicht-Therapiezeit als auch während der Therapiezeit „mäßig belastet“. Allerdings fanden im Januar 2014 Bauarbeiten im Heilstollen statt, sodass nur 4 Probenahmemonate ausgewertet werden konnten. Während der Sommermonate ist die Feinstaub-Belastung sowohl während der Therapiezeit als auch während der Nicht-Therapiezeit als „schwach belastet“ zu bewerten.

Therapien dürfen gemäß den „Qualitätsstandards für Speläotherapieeinrichtungen (Heilstollen)“ des Deutschen Speläotherapieverbandes e.V. vom 24.04.2004 daher im Heilstollen Saalfeld ganzjährig angeboten werden.

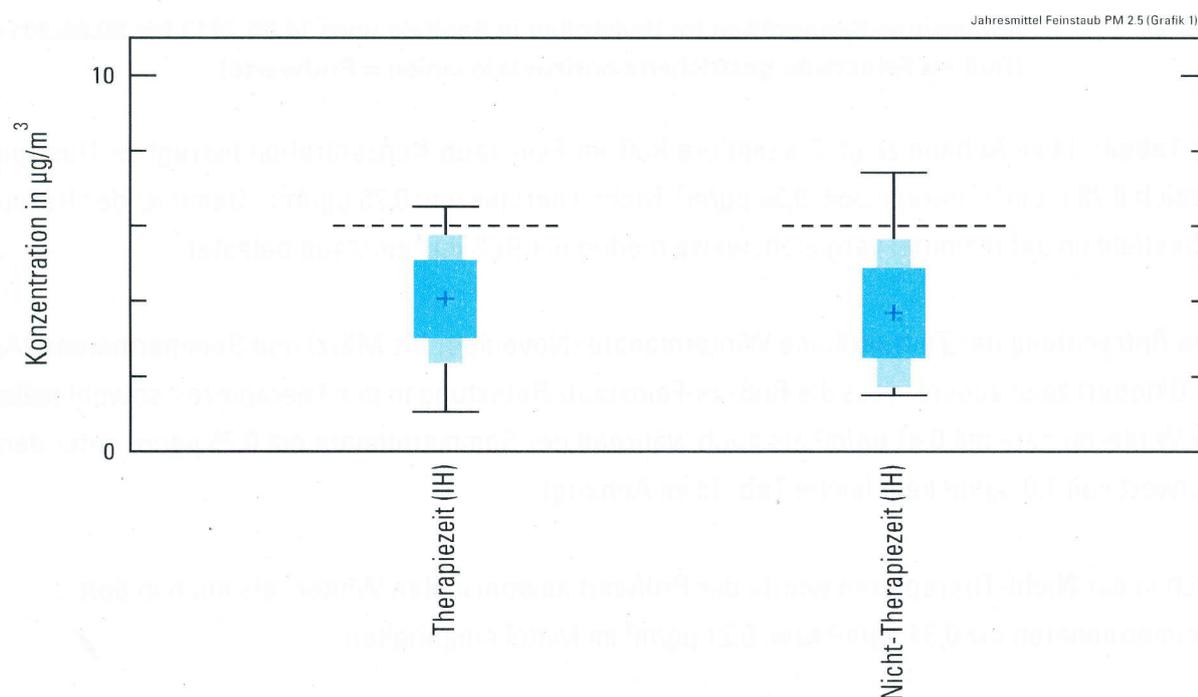


Abb. 5 Immissions-Kenngrößen im Heilstollen in Saalfeld vom 14.06.2013 bis 20.06.2014 (Feinstaub; gestrichelte horizontale Linien = Richtwerte)

5.5 Ruß im Feinstaub

Die nachfolgende Abbildung (vergleiche die Erläuterungen zur Abbildung 2 auf Seite 9) zeigt, dass im Heilstollen in Saalfeld 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 %.

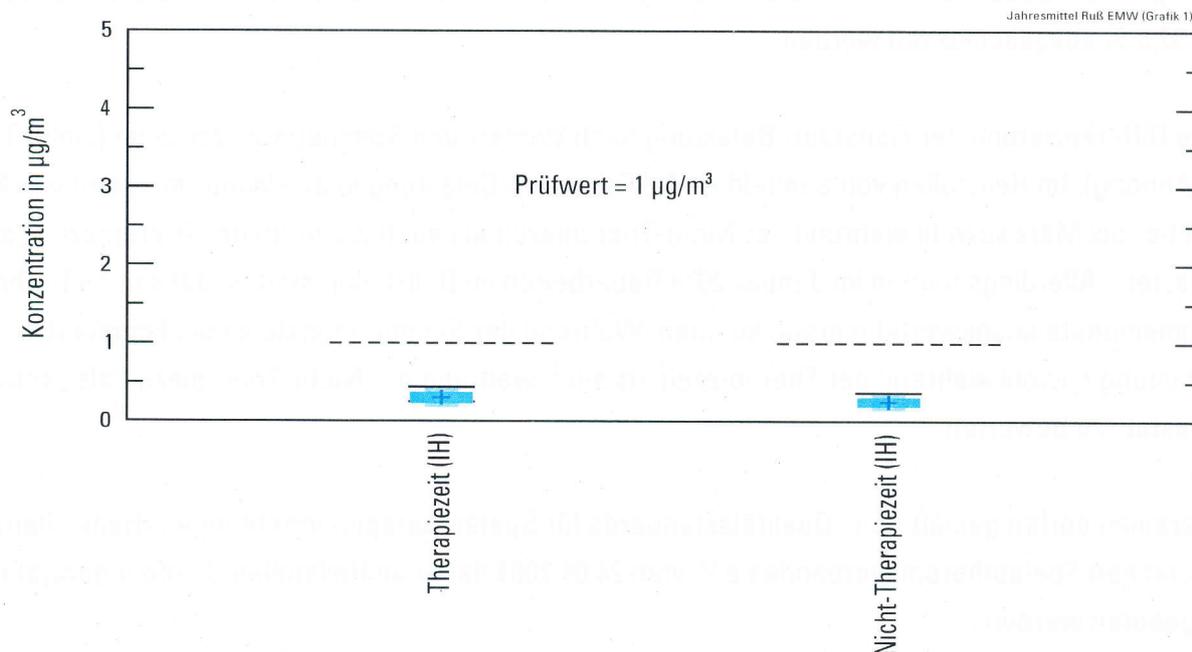


Abb. 6 Immissions-Kenngrößen im Heilstollen in Saalfeld vom 14.06.2013 bis 20.06.2014 (Ruß im Feinstaub; gestrichelte horizontale Linien = Prüfwerte)

Die Tabelle 14 im Anhang zeigt: Die mittlere Ruß-im-Feinstaub-Konzentration beträgt im Therapiebereich $0,28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Therapiezeit: $0,30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Nicht-Therapiezeit: $0,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Damit ist der Heilstollen in Saalfeld 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 $0,41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als auch während der Sommermonate mit $0,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 $0,34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. $0,21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Mittel eingehalten.

Wegen Bauarbeiten im Heilstollen im Januar 2014 konnten im Teilzeitraum Wintermonate jedoch nur 4 Probenahmemonate ausgewertet werden.

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) im Heilstollen in Saalfeld nicht überschritten. Die Mehrzahl aller verwendbaren Messwerte lag unterhalb der Nachweisgrenze. Eine Überschreitung des Richtwertes kann daher 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 unterhalb des Richtwertes von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

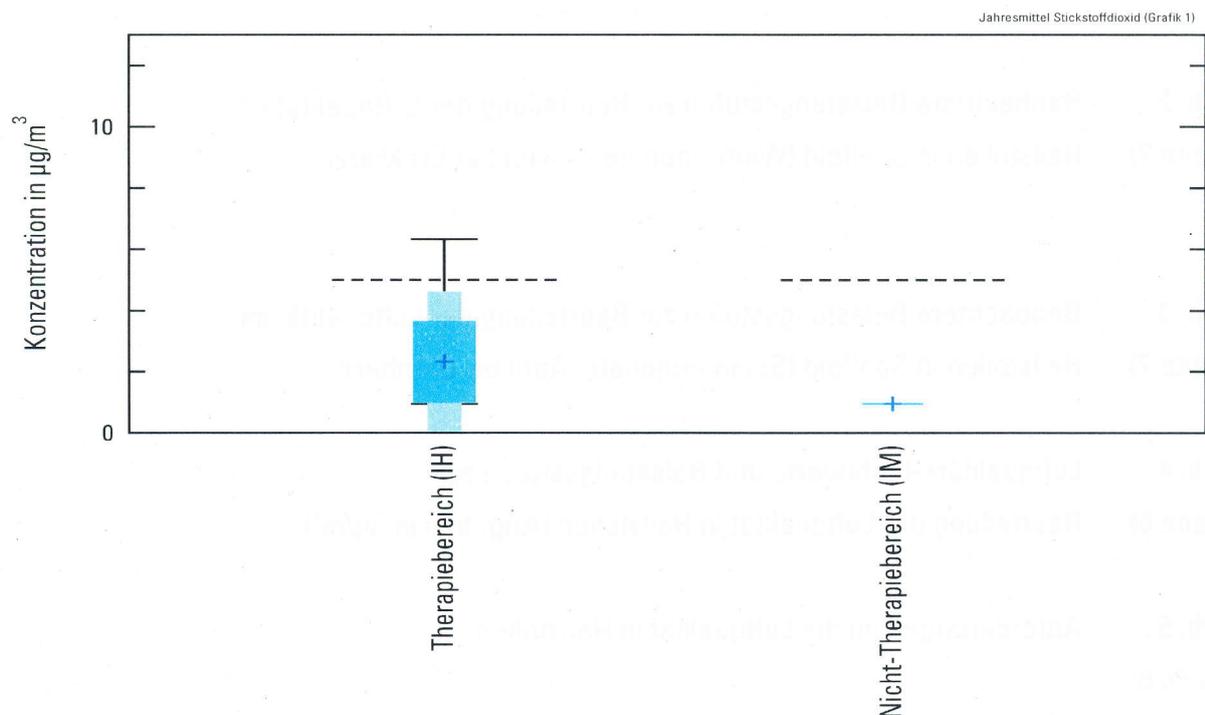


Abb. 7 Immissions-Kenngrößen in Heilstollen in Saalfeld vom 14.06.2013 bis 20.06.2014 (Stickstoffdioxid; gestrichelte horizontale Linien = Richtwerte)

Bei einer mittleren Belastung durch Stickstoffdioxid von $2,29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Therapiebereich und $0,95 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Nicht-Therapiebereich liegen die Ausschöpfungsgrade des geltenden Richtwertes an den beiden Messstellen im Jahresmittel bei etwa 46 % bzw. 18 %. Dies entspricht gemäß Tab. 4 auf Seite 6 der Belastungsstufe „schwach belastet“ bzw. „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 30 % im Therapiebereich bzw. 18 % 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). Etwas schlechter sind die Belastungsverhältnisse im Therapiebereich in den Wintermonaten. In diesem Zeitraum beträgt der Ausschöpfungsgrad des Richtwertes im Nicht-Therapiebereich ebenfalls 18 %, im Therapiebereich jedoch 71 %. Dies entspricht „kaum“ bzw. „mäßig“ belastet.

6 Anhang

6.1 Verzeichnis der Tabellen

a) Tabellen im Text:

Tab. 1 Beobachtete Belastungsstufen zur Beurteilung der Luftqualität im
(Seite 2) Heilstollen in Saalfeld (Mittelwerte: 14.06.2013 bis 20.06.2014)

Tab. 2 Beobachtete Belastungsstufen zur Beurteilung der Luftqualität im
(Seite 2) Heilstollen in Saalfeld (Wintermonate: November bis März)

Tab. 3 Beobachtete Belastungsstufen zur Beurteilung der Luftqualität im
(Seite 2) Heilstollen in Saalfeld (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) im Heilstollen in Saalfeld im Zeitraum 14.06.2013 bis 20.06.2014

b) Tabellen im Anhang (Abschnitt 6.3):

Tab. 7 Mittlere vierwöchentliche Immissionsbelastung im Heilstollen in Saalfeld
an der Probenahmestelle „Therapiebereich“

Tab. 8 Mittlere vierwöchentliche Immissionsbelastung im Heilstollen in Saalfeld
an der Probenahmestelle „Nicht-Therapiebereich“

- Tab. 9 Mittlere vierwöchentliche Immissionsbelastung im Heilstollen in Saalfeld an der Probenahmestelle „Therapiebereich“, während der Therapiezeit
- Tab. 10 Mittlere vierwöchentliche Immissionsbelastung im Heilstollen in Saalfeld an der Probenahmestelle „Therapiebereich“, außerhalb der Therapiezeit
- Tab. 11 Immissions-Kenngrößen der Grobstaub-Konzentration (gesamt) im Heilstollen in Saalfeld im Zeitraum 14.06.2013 bis 20.06.2014
- Tab. 12 Immissions-Kenngrößen der Grobstaub-Konzentration („schwarz“) im Heilstollen in Saalfeld im Zeitraum 14.06.2013 bis 20.06.2014
- Tab. 13 Immissions-Kenngrößen der Feinstaub-Konzentration im Therapiebereich im Heilstollen in Saalfeld im Zeitraum 14.06.2013 bis 20.06.2014
- Tab. 14 Immissions-Kenngrößen der Ruß-im-Feinstaub-Konzentration im Therapiebereich im Heilstollen in Saalfeld im Zeitraum 14.06.2013 bis 20.06.2014
- Tab. 15 Immissions-Kenngrößen der Stickstoffdioxid-Konzentration im Heilstollen in Saalfeld im Zeitraum 14.06.2013 bis 20.06.2014
- Tab. 16 Richtwert-Ausschöpfung der Grobstaub-Konzentration (gesamt) im Heilstollen in Saalfeld im Zeitraum 14.06.2013 bis 20.06.2014
- Tab. 17 Richtwert-Ausschöpfung der Feinstaub-Konzentration im Heilstollen in Saalfeld im Zeitraum 14.06.2013 bis 20.06.2014
- Tab. 18 Prüfwert-Ausschöpfung der Ruß-im-Feinstaub-Konzentration im Heilstollen in Saalfeld im Zeitraum 14.06.2013 bis 20.06.2014
- Tab. 19 Richtwert-Ausschöpfung der Stickstoffdioxid-Konzentration im Heilstollen in Saalfeld im Zeitraum 14.06.2013 bis 20.06.2014

6.2 Verzeichnis der Abbildungen

a) Abbildungen im Text:

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

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

Abb. 3 Immissions-Kenngrößen im Heilstollen Saalfeld
(Seite 11) vom 14.06.2013 bis 20.06.2014 (Grobstaub (gesamt))

Abb. 4 Größenverteilung der Grobstaubpartikel (Grobstaub (gesamt))
(Seite 12) im Heilstollen in Saalfeld im Zeitraum vom 14.06.2013 bis 20.06.2014
an den beiden Standorten „Therapiebereich“ (TB) und „Nicht-Therapiebereich“ (N-TB)

Abb. 5 Immissions-Kenngrößen im Heilstollen in Saalfeld
(Seite 15) vom 14.06.2013 bis 20.06.2014 (Feinstaub)

Abb. 6 Immissions-Kenngrößen im Heilstollen in Saalfeld
(Seite 16) vom 14.06.2013 bis 20.06.2014 (Ruß im Feinstaub)

Abb. 7 Immissions-Kenngrößen im Heilstollen in Saalfeld
(Seite 17) vom 14.06.2013 bis 20.06.2014 (Stickstoffdioxid)

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

Abb. 8 Verlauf der Grobstaub-Konzentration (gesamt) am Standort „Therapiebereich“
im Zeitraum 14.06.2013 bis 20.06.2014

Abb. 9 Verlauf der Grobstaub-Konzentration (gesamt) am Standort „Nicht-Therapiebereich“
im Zeitraum 14.06.2013 bis 20.06.2014

Abb. 10 Verlauf der Feinstaub-Konzentration während der Therapiezeit
am Standort „Therapiebereich“ im Zeitraum 14.06.2013 bis 20.06.2014

Abb. 11 Verlauf der Feinstaub-Konzentration während der Nicht-Therapiezeit
am Standort „Therapiebereich“ im Zeitraum 14.06.2013 bis 20.06.2014

Abb. 12 Verlauf der Ruß-im-Feinstaub-Konzentration während der Therapiezeit
am Standort „Therapiebereich“ im Zeitraum 14.06.2013 bis 20.06.2014

Abb. 13 Verlauf der Ruß-im-Feinstaub-Konzentration während der Nicht-Therapiezeit
am Standort „Therapiebereich“ im Zeitraum 14.06.2013 bis 20.06.2014

Abb. 14 Verlauf der Stickstoffdioxid-Konzentration am Standort „Therapiebereich“
im Zeitraum 14.06.2013 bis 20.06.2014

Abb. 15 Verlauf der Stickstoffdioxid-Konzentration am Standort „Nicht-Therapiebereich“
im Zeitraum 14.06.2013 bis 20.06.2014

6.3 Tabellen

Tabelle 7 Mittlere vierwöchige Immissionsbelastung im Heilstollen in Saalfeld an der Probenahmestelle Therapiebereich;
fett gedruckter Wert = Ausreißer; fehlender Wert = keine auswertbare Probe
* = Messwert unterhalb der Nachweisgrenze (NWG) = 1/2 NWG-Wert

Probenahmezeitraum	Grobstaub ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Stickstoffdioxid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	gesamt	„schwarz“	
14.06.13-12.07.13	0,92	0,19	* 0,9
12.07.13-09.08.13	0,39	0,00	* 0,9
09.08.13-06.09.13	0,96	0,11	* 0,9
06.09.13-04.10.13	0,48	0,07	* 0,9
04.10.13-30.10.13	0,65	0,13	* 0,9
30.10.13-29.11.13	0,59	0,11	5,8
29.11.13-03.01.14	0,46	0,09	7,4
03.01.14-31.01.14	0,42	0,10	* 0,9
31.01.14-28.02.14	0,83	0,13	4,0
28.02.14-28.03.14	1,22	0,17	4,5
28.03.14-25.04.14	0,84	0,10	* 0,9
25.04.14-23.05.14	0,37	0,04	* 0,9
23.05.14-20.06.14	0,38	0,01	* 0,9

Tabelle 8 Mittlere vierwöchige Immissionsbelastung im Heilstollen in Saalfeld an der Probenahmestelle Nicht-Therapiebereich (Stollenhintergrund);
fett gedruckter Wert = Ausreißer; fehlender Wert = keine auswertbare Probe
* = Messwert unterhalb der Nachweisgrenze (NWG) = 1/2 NWG-Wert

Probenahmezeitraum	Grobstaub ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Stickstoffdioxid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	gesamt	„schwarz“	
14.06.13-12.07.13	0,38	0,04	* 0,95
12.07.13-09.08.13	1,06	0,19	* 0,95
09.08.13-06.09.13	0,54	0,08	* 0,95
06.09.13-04.10.13	0,73	0,12	* 0,95
04.10.13-30.10.13	0,63	0,11	* 0,95
30.10.13-29.11.13	0,35	0,03	* 0,95
29.11.13-03.01.14	0,40	0,07	* 0,95
03.01.14-31.01.14	0,39	0,04	* 0,95
31.01.14-28.02.14	0,83	0,14	* 0,95
28.02.14-28.03.14	0,64	0,14	* 0,95
28.03.14-25.04.14	0,93	0,11	* 0,95
25.04.14-23.05.14	0,65	0,09	3,0
23.05.14-20.06.14	0,48	0,08	* 0,95

Tabelle 9 Mittlere vierwöchige Immissionsbelastung im Heilstollen in Saalfeld an der Probenahmestelle Therapiebereich, während der Therapiezeit;
fett gedruckter Wert = Ausreißer; fehlender Wert = keine auswertbare Probe
* = Messwert unterhalb der Nachweisgrenze (NWG) = 1/2 NWG-Wert

Probenahmezeitraum	(µg/m³)	
	Feinstaub	Ruß im Feinstaub
14.06.13-12.07.13	3,86	0,29
12.07.13-09.08.13	6,71	* 0,07
09.08.13-06.09.13	3,55	0,30
06.09.13-04.10.13	3,07	0,26
04.10.13-30.10.13	3,27	0,31
30.10.13-29.11.13	1,09	0,27
29.11.13-03.01.14	3,28	0,33
03.01.14-31.01.14	19,93	1,32
31.01.14-28.02.14	4,02	0,39
28.02.14-28.03.14	6,38	0,42
28.03.14-25.04.14	6,06	0,49
25.04.14-23.05.14	4,80	0,24
23.05.14-20.06.14	2,45	0,22

Tabelle 10 Mittlere vierwöchige Immissionsbelastung im Heilstollen in Saalfeld an der Probenahmestelle Therapiebereich, außerhalb der Therapiezeit;
fett gedruckter Wert = Ausreißer; fehlender Wert = keine auswertbare Probe
* = Messwert unterhalb der Nachweisgrenze (NWG) = 1/2 NWG-Wert

Probenahmezeitraum	(µg/m³)	
	Feinstaub	Ruß im Feinstaub
14.06.13-12.07.13	2,34	0,18
12.07.13-09.08.13	3,71	* 0,07
09.08.13-06.09.13	2,13	0,19
06.09.13-04.10.13	2,80	0,20
04.10.13-30.10.13	2,48	0,26
30.10.13-29.11.13	1,85	0,25
29.11.13-03.01.14	2,91	0,28
03.01.14-31.01.14	9,39	0,73
31.01.14-28.02.14	4,08	0,30
28.02.14-28.03.14	7,36	0,36
28.03.14-25.04.14	7,51	0,40
25.04.14-23.05.14	4,60	0,26
23.05.14-20.06.14	2,39	0,27

Tabelle 11 Immissions-Kenngrößen der Grobstaub-Konzentration (gesamt) im Heilstollen in Saalfeld im Zeitraum 14.06.2013 bis 20.06.2014; 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	13	0,7	± 0,3	± 0,2	0,40	0,54	0,84	1,05
Nicht-Therapiebereich	13	0,6	± 0,2	± 0,1	0,39	0,59	0,71	0,98

Tabelle 12 Immissions-Kenngrößen der Grobstaub-Konzentration („schwarz“) im Heilstollen in Saalfeld im Zeitraum 14.06.2013 bis 20.06.2014; 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	13	0,09	± 0,06	± 0,03	0,05	0,10	0,12	0,18
Nicht-Therapiebereich	13	0,10	± 0,04	± 0,03	0,05	0,08	0,12	0,16

Tabelle 13 Immissions-Kenngrößen der Feinstaub-Konzentration im Therapiebereich im Heilstollen in Saalfeld im Zeitraum 14.06.2013 bis 20.06.2014; 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	24	3,86	± 1,78	± 0,70	2,47	3,42	4,65	7,26

Tabelle 14 Immissions-Kenngrößen der Ruß-im-Feinstaub-Konzentration im Therapiebereich im Heilstollen in Saalfeld im Zeitraum 14.06.2013 bis 20.06.2014;
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	24	0,28	\pm 0,10	\pm 0,04	0,24	0,27	0,32	0,42

Tabelle 15 Immissions-Kenngrößen der Stickstoffdioxid-Konzentration im Heilstollen in Saalfeld im Zeitraum 14.06.2013 bis 20.06.2014;
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	13	2,29	\pm 2,3	\pm 1,3	0,95	0,95	3,21	6,33
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) im Heilstollen in Saalfeld im Zeitraum 14.06.2013 bis 20.06.2014;
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	13	0,65	7	5	0,75	8	8	0,59	7
Nicht-Therapiebereich	13	0,61	7	5	0,63	7	8	0,60	7

Tabelle 17 Richtwert-Ausschöpfung der Feinstaub-Konzentration im Heilstollen in Saalfeld im Zeitraum 14.06.2013 bis 20.06.2014;
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	12	4,04	67	4	4,94	82	8	3,60	60
Nicht-Therapiezeit	12	3,68	61	4	5,47	91	8	2,79	46

Tabelle 18 Richtwert-Ausschöpfung der Ruß-im-Feinstaub-Konzentration im Heilstollen in Saalfeld im Zeitraum 14.06.2013 bis 20.06.2014;
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	12	0,30	30	4	0,41	41	8	0,25	25
Nicht-Therapiezeit	12	0,25	25	4	0,34	34	8	0,21	21

Tabelle 19 Richtwert-Ausschöpfung der Stickstoffdioxid-Konzentration im Heilstollen in Saalfeld im Zeitraum 14.06.2013 bis 20.06.2014;
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	13	2,29	46	5	3,54	71	8	1,51	30
Nicht-Therapiebereich	12	0,95	18	5	0,95	18	7	0,95	18

6.4 Abbildungen

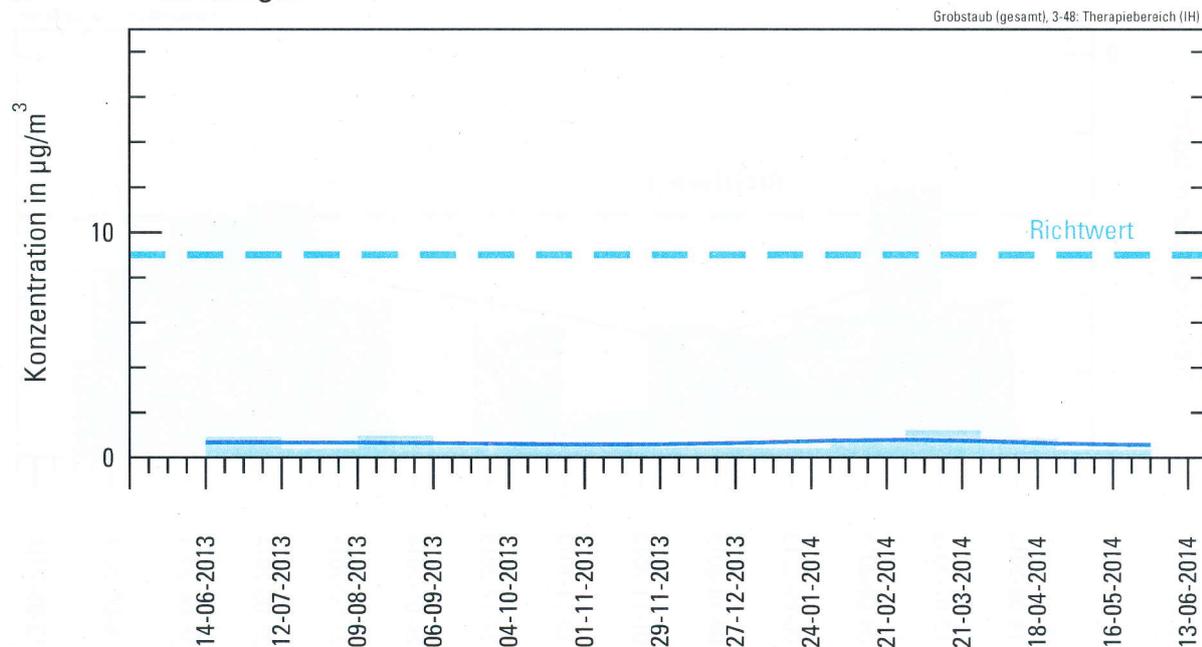


Abb. 8 Verlauf der Grobstaub-Konzentration (gesamt) am Standort „Therapiebereich“ im Zeitraum 14.06.2013 bis 20.06.2014

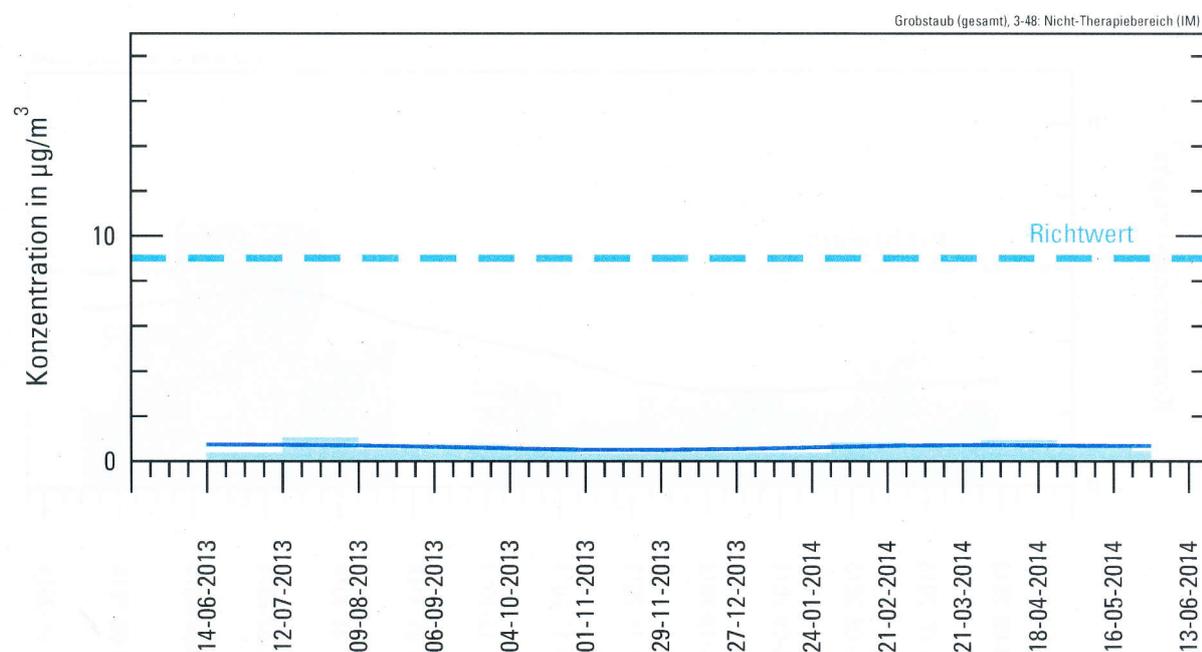


Abb. 9 Verlauf der Grobstaub-Konzentration (gesamt) am Standort „Nicht-Therapiebereich“ im Zeitraum 14.06.2013 bis 20.06.2014

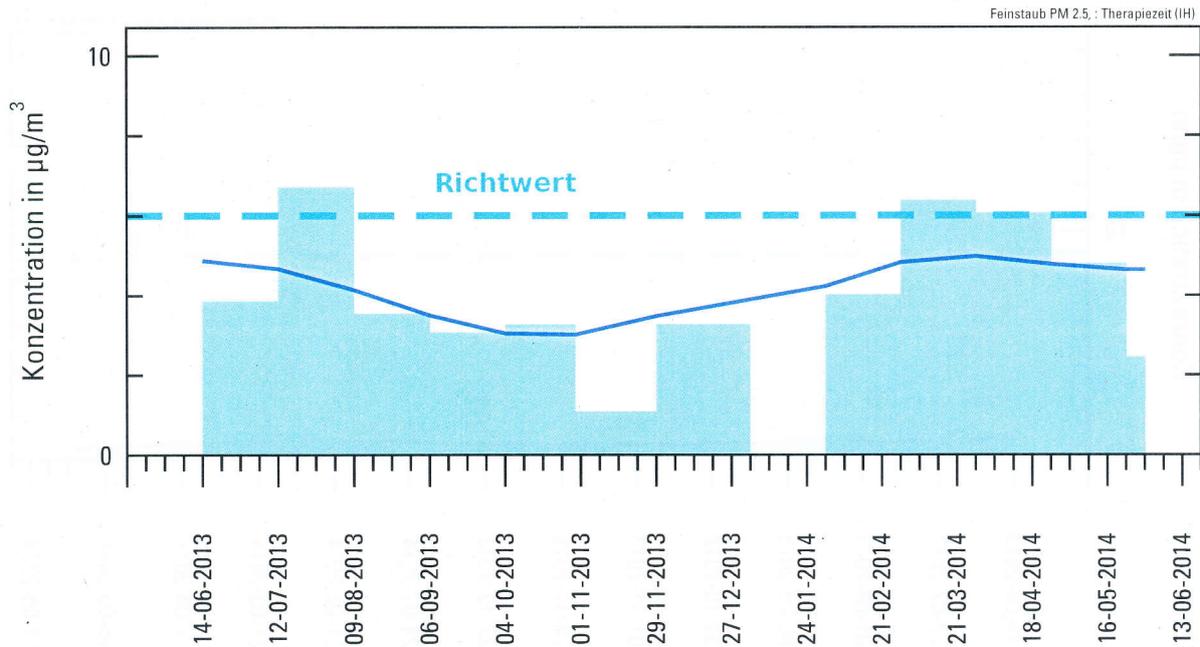


Abb. 10 Verlauf der Feinstaub-Konzentration während der Therapiezeit am Standort „Therapiebereich“ im Zeitraum 14.06.2013 bis 20.06.2014

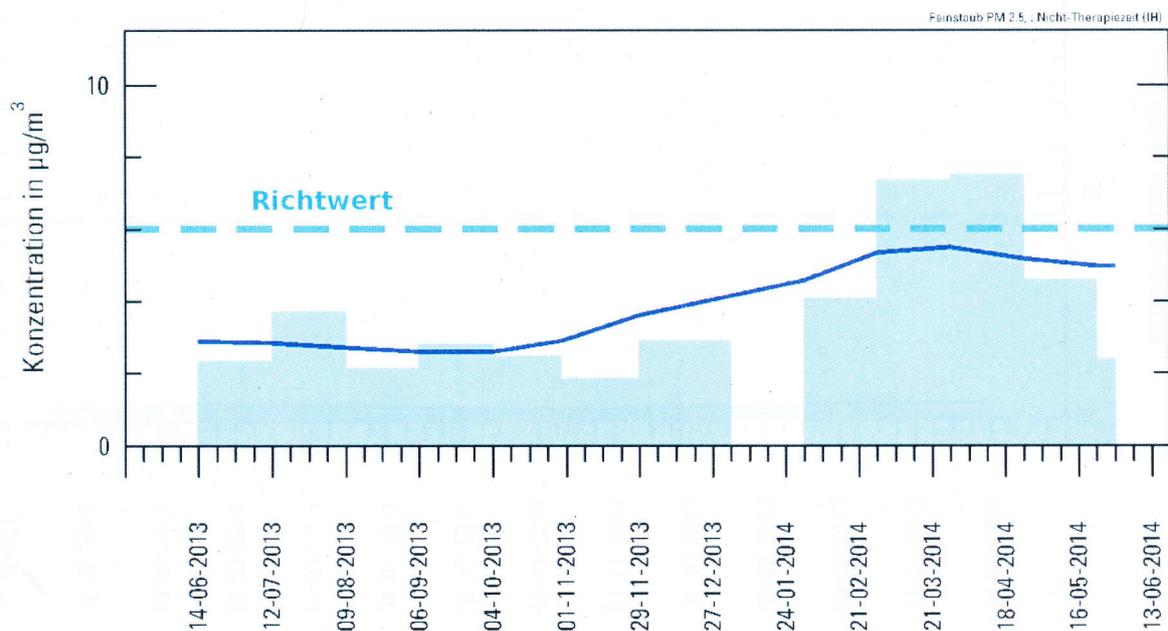


Abb. 11 Verlauf der Feinstaub-Konzentration während der Nicht-Therapiezeit am Standort „Therapiebereich“ im Zeitraum 14.06.2013 bis 20.06.2014

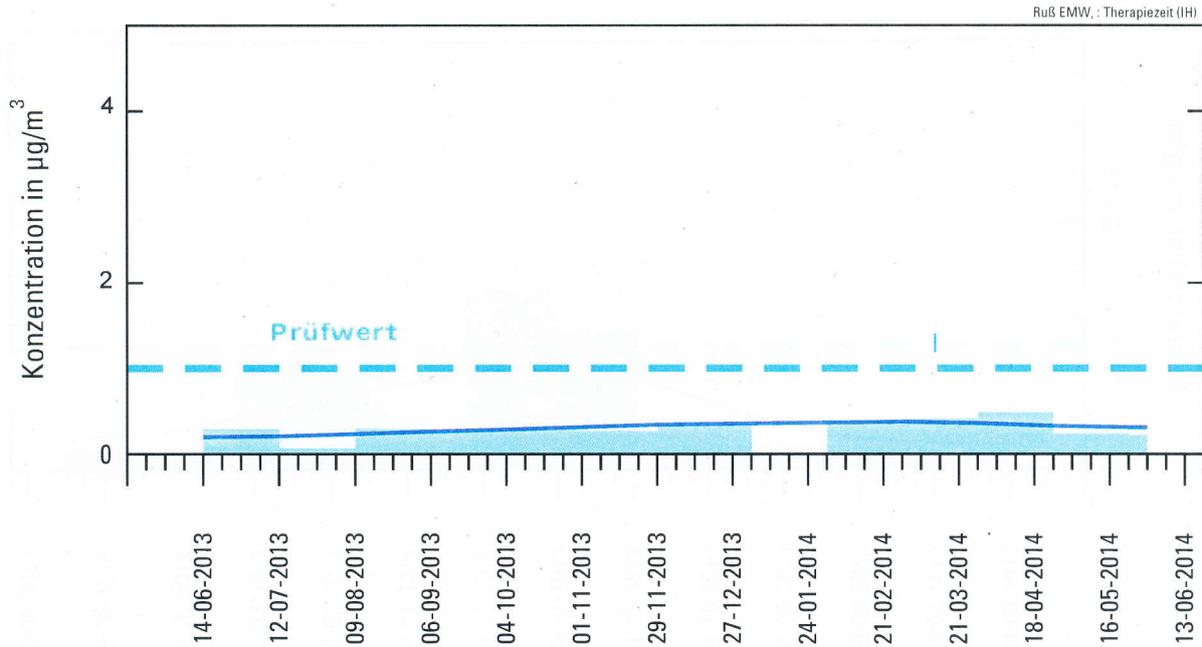


Abb. 12 Verlauf der Ruß-im-Feinstaub-Konzentration während der Therapiezeit am Standort „Therapiebereich“ im Zeitraum 14.06.2013 bis 20.06.2014

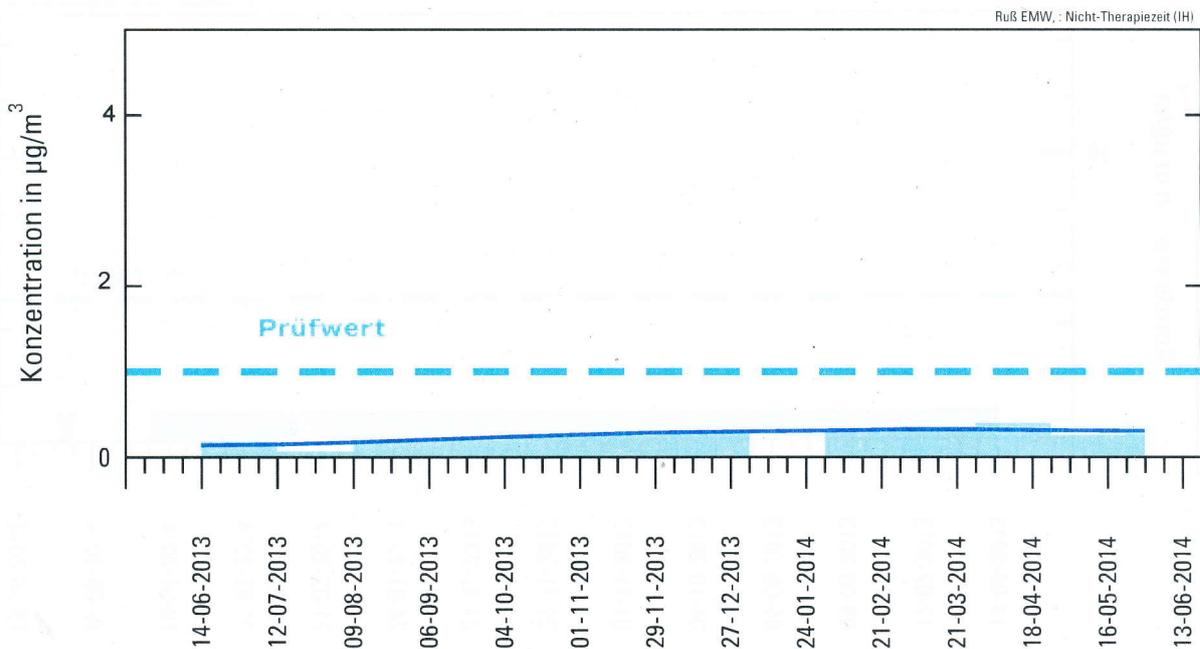


Abb. 13 Verlauf der Ruß-im-Feinstaub-Konzentration während der Nicht-Therapiezeit am Standort „Therapiebereich“ im Zeitraum 14.06.2013 bis 20.06.2014

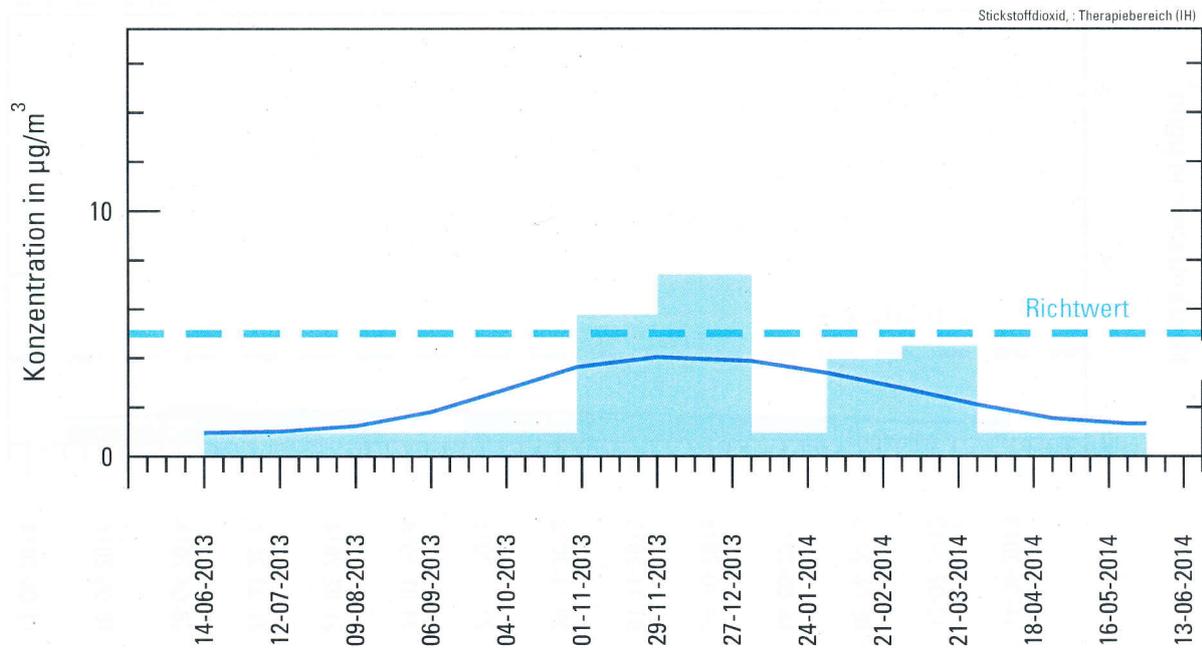


Abb. 14 Verlauf der Stickstoffdioxid-Konzentration am Standort „Therapiebereich“ im Zeitraum 14.06.2013 bis 20.06.2014

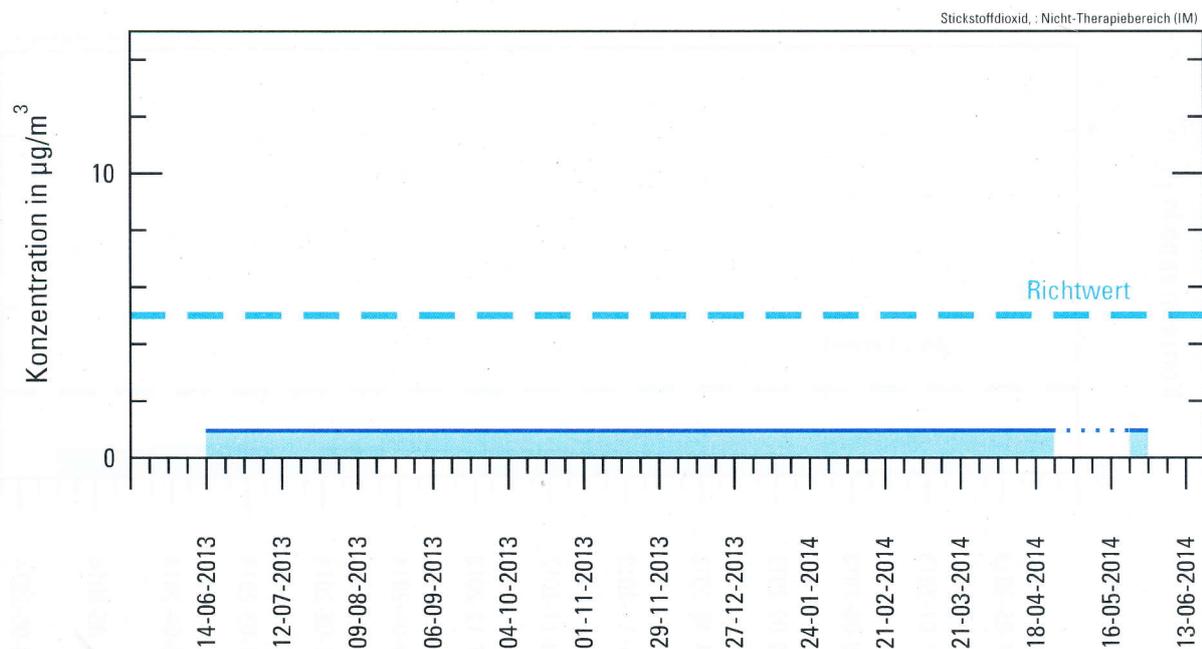


Abb. 15 Verlauf der Stickstoffdioxid-Konzentration am Standort „Nicht-Therapiebereich“ im Zeitraum 14.06.2013 bis 20.06.2014