

DWD

**Amtliches Gutachten
zur
Luftqualität
im
Heilbad
Bad Neuenahr**



Deutscher Wetterdienst

Abteilung
Klima- und Umweltberatung
Freiburg, Januar 2018

Deutscher Wetterdienst

Abteilung Klima- und Umweltberatung



**Amtliches Gutachten
zur Luftqualität**

in

Bad Neuenahr

Landkreis Ahrweiler

Auftraggeber: Heilbad Gesellschaft Bad Neuenahr-Ahrweiler mbH
Prädikat: Heilbad (Bestätigung)
Messzeitraum: 15.07.2016 – 29.09.2017
Bearbeiter: Christian Haller

Freiburg, den 30. Januar 2018

Christina Endler

Dr. Christina Endler
Referat Lufthygiene



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.

ÜBERSICHT

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	2
TABELLENVERZEICHNIS	4
ZUSAMMENFASSUNG UND ENTSCHEIDUNGSVORSCHLAG	5
1. EINLEITUNG	6
2. LUFTBEIMENGUNGEN UND IHRE BEURTEILUNGSKRITERIEN	7
3. BEISPIELHAFTE DARSTELLUNG DER MESSERGEBNISSE	11
4. BEURTEILUNG DER LUFTQUALITÄT IN BAD NEUENAH	18
4.1. STICKSTOFFDIOXID	19
4.2. FEINSTAUB	23
4.3. RUß IM FEINSTAUB	26
4.4. GROBSTAUB	29
5. VERGLEICH INNERHALB DES KURGEBIETES	40
6. VERGLEICH ZUR VORHERIGEN MESSKAMPAGNE	43
7. GESAMTBEWERTUNG UND SCHLUSSFOLGERUNG	47
ANHANG	50

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

ABBILDUNG 1	AUSSCHNITT AUS DEM ORTSPLAN VON BAD NEUENAHR MIT DEN STANDORTEN FÜR DIE PROBENAHME PARTIKEL- UND GASFÖRMIGER LUFTBEIMENGENGEN	10
ABBILDUNG 2	BEISPIEL EINES JAHRESZEITLICHEN VERLAUFS DER GROBSTAUB (GESAMT)-KONZENTRATION IN DER REPRÄSENTANZ KURGEBIET	12
ABBILDUNG 3	BEISPIEL BOXPLOT FÜR KENNGRÖßEN DER IMMISSIONSMESSUNGEN.....	13
ABBILDUNG 4	BEISPIEL EINES VERGLEICHS MIT ANDEREN KURORTEN FÜR DIE STICKSTOFFDIOXID-BELASTUNG IM KURGEBIET.....	15
ABBILDUNG 5	BEISPIEL FÜR EINE IMMISSIONS-WITTERUNGSROSE DER STICKSTOFFDIOXID-KONZENTRATION	16
ABBILDUNG 6	JAHRESVERLAUF DER STICKSTOFFDIOXID-KONZENTRATION IM KURGEBIET.....	19
ABBILDUNG 7	JAHRESVERLAUF DER STICKSTOFFDIOXID-KONZENTRATION IM VERKEHRZENTRUM.....	19
ABBILDUNG 8	IMMISSIONS-KENNGRÖßEN FÜR STICKSTOFFDIOXID.....	20
ABBILDUNG 9	VERGLEICH MIT ANDEREN KURORTEN FÜR DIE STICKSTOFFDIOXID-BELASTUNG IM KURGEBIET	21
ABBILDUNG 10	JAHRESVERLAUF DER FEINSTAUB-KONZENTRATION IM VERKEHRZENTRUM	23
ABBILDUNG 11	IMMISSIONS-KENNGRÖßEN FÜR FEINSTAUB	24
ABBILDUNG 12	VERGLEICH MIT ANDEREN KURORTEN FÜR DIE FEINSTAUB-BELASTUNG IM VERKEHRZENTRUM	25
ABBILDUNG 13	JAHRESVERLAUF DER RUß-IM-FEINSTAUB-KONZENTRATION IM VERKEHRZENTRUM	26
ABBILDUNG 14	IMMISSIONS-KENNGRÖßEN FÜR RUß-IM-FEINSTAUB	27
ABBILDUNG 15	VERGLEICH MIT ANDEREN KURORTEN FÜR DIE RUß-IM-FEINSTAUB-BELASTUNG IM VERKEHRZENTRUM	28
ABBILDUNG 16	JAHRESVERLAUF DER GROBSTAUB (GESAMT)-KONZENTRATION IM KURGEBIET.....	29
ABBILDUNG 17	JAHRESVERLAUF DER GROBSTAUB (GESAMT)-KONZENTRATION IM VERKEHRZENTRUM	29
ABBILDUNG 18	IMMISSIONS-KENNGRÖßEN FÜR GROBSTAUB (GESAMT)	30
ABBILDUNG 19	VERGLEICH MIT ANDEREN KURORTEN FÜR DIE GROBSTAUB (GESAMT)-BELASTUNG IM KURGEBIET	31
ABBILDUNG 20	JAHRESVERLAUF DER OPAKEN GROBSTAUB-KONZENTRATION IM KURGEBIET	33
ABBILDUNG 21	JAHRESVERLAUF DER OPAKEN GROBSTAUB-KONZENTRATION IM VERKEHRZENTRUM	33
ABBILDUNG 22	IMMISSIONS-KENNGRÖßEN FÜR GROBSTAUB (OPAK)	34
ABBILDUNG 23	VERGLEICH MIT ANDEREN KURORTEN FÜR DIE OPAKE GROBSTAUB-BELASTUNG IM VERKEHRZENTRUM	35
ABBILDUNG 24	GRÖßENVERTEILUNG DER OPAKEN GROBSTAUBPARTIKEL IN BAD NEUENAHR AN DEN BEIDEN STANDORTEN „DAHLIENGARTEN“ (KG) UND „RATHAUSSTRAßE“ (VZ)	36
ABBILDUNG 25	JAHRESZEITLICHER VERLAUF DER POLLEN IM BEURTEILUNGSGBIET VON BAD NEUENAHR....	38
ABBILDUNG 26	VERLAUF DER STICKSTOFFDIOXID-KONZENTRATION VOM 30.06.2017 BIS 29.09.2017 AN DER MESSSTELLE „DAHLIENGARTEN“ IM KG (SCHWARZE VERBINDUNGSLINIEN) UND AN DER SONDERMESSSTELLE „KURPARK“ (GRÜNE VERBINDUNGSLINIEN)	41

ABBILDUNG 27	VERLAUF DER GROBSTAUB (GESAMT)-KONZENTRATION VOM 30.06.2017 BIS 29.09.2017 AN DER MESSSTELLE „DAHLIENGARTEN“ IM KG (SCHWARZE VERBINDUNGSLINIEN) UND AN DER SONDERMESSSTELLE „KURPARK“ (GRÜNE VERBINDUNGSLINIEN)	42
ABBILDUNG 28	VERLAUF DER GROBSTAUB (OPAK)-KONZENTRATION VOM 30.06.2017 BIS 29.09.2017 AN DER MESSSTELLE „DAHLIENGARTEN“ IM KG (SCHWARZE VERBINDUNGSLINIEN) UND AN DER SONDERMESSSTELLE „KURPARK“ (GRÜNE VERBINDUNGSLINIEN)	42
ABBILDUNG 29	VERGLEICH DER MITTLEREN GROBSTAUB (GESAMT)-KONZENTRATION FÜR DIE MESSKAMPAGNE 2004/2005 UND 2016/2017	46
ABBILDUNG 30	VERGLEICH DER MITTLEREN GROBSTAUB (OPAK)-KONZENTRATION FÜR DIE MESSKAMPAGNE 2004/2005 UND 2016/2017	46
ABBILDUNG 31	VERGLEICH DER MITTLEREN STICKSTOFFDIOXID-KONZENTRATION FÜR DIE MESSKAMPAGNE 2004/2005 UND 2016/2017	46

ABBILDUNGEN IM ANHANG

ABBILDUNG A 1	IMMISSIONS-WITTERUNGSROSE DER STICKSTOFFDIOXID-KONZENTRATION IM KURGEBIET	57
ABBILDUNG A 2	IMMISSIONS-WITTERUNGSROSE DER STICKSTOFFDIOXID-KONZENTRATION IM VERKEHRSZENTRUM	57
ABBILDUNG A 3	IMMISSIONS-WITTERUNGSROSE DER FEINSTAUB-KONZENTRATION IM VERKEHRSZENTRUM...	59
ABBILDUNG A 4	IMMISSIONS-WITTERUNGSROSE DER RUß-IM-FEINSTAUB-KONZENTRATION IM VERKEHRSZENTRUM	61
ABBILDUNG A 5	IMMISSIONS-WITTERUNGSROSE DER GROBSTAUB (GESAMT)-KONZENTRATION IM KURGEBIET	63
ABBILDUNG A 6	IMMISSIONS-WITTERUNGSROSE DER GROBSTAUB (GESAMT)-KONZENTRATION IM VERKEHRSZENTRUM	63
ABBILDUNG A 7	IMMISSIONS-WITTERUNGSROSE DER OPAKEN GROBSTAUB-KONZENTRATION IM KURGEBIET .	65
ABBILDUNG A 8	IMMISSIONS-WITTERUNGSROSE DER OPAKEN GROBSTAUB-KONZENTRATION IM VERKEHRSZENTRUM	65

TABELLENVERZEICHNIS

TABELLE 1	KURZZEIT- UND LANGZEIT-RICHTWERTE FÜR DIE LUFTQUALITÄT IN KUR- UND ERHOLUNGORTEN	9
TABELLE 2	WITTERUNGSTYPEN IN MITTELEUROPA UND AUSTAUSCHVERHÄLTNISSE	11
TABELLE 3	BEISPIEL BEZOGEN AUF DIE IMMISSIONS-KENNGRÖßEN DER STICKSTOFFDIOXID-KONZENTRATION	14
TABELLE 4	BEISPIEL BEZOGEN AUF DIE IMMISSIONS-KENNGRÖßEN DER STICKSTOFFDIOXID-KONZENTRATION GETRENNT NACH WINTERHALBJAHR UND SOMMERHALBJAHR FÜR ALLE WETTERLAGEN UND FÜR HOCHDRUCKWETTERLAGEN UND OSTLAGEN	14
TABELLE 5	ZUSAMMENFASSUNG DER MESSUNGEN IM KURGEBIET „DAHLIENGARTEN“ UND IM BEREICH DER SONDERMESSSTELLE „KURPARK“ WÄHREND DES ZEITRAUMES VOM 30.06.2017 BIS 29.09.2017	41
TABELLE 6	ZUSAMMENFASSUNG DER ÜBERSCHREITUNGSHÄUFIGKEITEN DES KURZZEIT-RICHTWERTES UND DER AUSSCHÖPFUNGSGRAD E HINSICHTLICH DES LANGZEIT-RICHTWERTES	47

TABELLEN IM ANHANG

TABELLE A 1	MITTLERE WÖCHENTLICHE IMMISSIONSBELASTUNG IN BAD NEUENAHR AN DER PROBEAHMESTELLE KG: DAHLIENGARTEN	51
TABELLE A 2	MITTLERE WÖCHENTLICHE IMMISSIONSBELASTUNG IN BAD NEUENAHR AN DER PROBEAHMESTELLE VZ: RATHAUSSTRAßE	53
TABELLE A 3	MITTLERE WÖCHENTLICHE IMMISSIONSBELASTUNG IN BAD NEUENAHR AN DER PROBEAHMESTELLE SONDERMESSSTELLE (SO): KURPARK	55
TABELLE A 4	IMMISSIONSWERT-ÜBERSCHREITUNGEN DER STICKSTOFFDIOXID-KONZENTRATION	56
TABELLE A 4	IMMISSIONS-KENNGRÖßEN DER STICKSTOFFDIOXID-KONZENTRATION IM GESAMTZEITRAUM	56
TABELLE A 5	IMMISSIONS-KENNGRÖßEN DER STICKSTOFFDIOXID-KONZENTRATION IN TEILZEITRÄUMEN ...	56
TABELLE A 6	IMMISSIONSWERT-ÜBERSCHREITUNGEN DER FEINSTAUB-KONZENTRATION	58
TABELLE A 7	IMMISSIONS-KENNGRÖßEN DER FEINSTAUB-KONZENTRATION IM GESAMTZEITRAUM	58
TABELLE A 8	IMMISSIONS-KENNGRÖßEN DER FEINSTAUB-KONZENTRATION IN TEILZEITRÄUMEN	58
TABELLE A 9	IMMISSIONSWERT-ÜBERSCHREITUNGEN DER RUß-IM-FEINSTAUB-KONZENTRATION	60
TABELLE A 10	IMMISSIONS-KENNGRÖßEN DER RUß-IM-FEINSTAUB-KONZENTRATION IM GESAMTZEITRAUM	60
TABELLE A 11	IMMISSIONS-KENNGRÖßEN DER RUß-IM-FEINSTAUB-KONZENTRATION IN TEILZEITRÄUMEN ...	60
TABELLE A 12	IMMISSIONSWERT-ÜBERSCHREITUNGEN DER GROBSTAUB (GESAMT)-KONZENTRATION	62
TABELLE A 13	IMMISSIONS-KENNGRÖßEN DER GROBSTAUB (GESAMT)-KONZENTRATION IM GESAMTZEITRAUM	62
TABELLE A 14	IMMISSIONS-KENNGRÖßEN DER GROBSTAUB (GESAMT)-KONZENTRATION IN TEILZEITRÄUMEN	62
TABELLE A 15	IMMISSIONSWERT-ÜBERSCHREITUNGEN DER OPAKEN GROBSTAUB-KONZENTRATION	64
TABELLE A 16	IMMISSIONS-KENNGRÖßEN DER OPAKEN GROBSTAUB-KONZENTRATION IM GESAMTZEITRAUM	64
TABELLE A 17	IMMISSIONS-KENNGRÖßEN DER OPAKEN GROBSTAUB-KONZENTRATION IN TEILZEITRÄUMEN	64

ZUSAMMENFASSUNG UND ENTSCHEIDUNGSVORSCHLAG

Luftqualitätsmessungen für die Luftbeimengungen Stickstoffdioxid, Feinstaub, Ruß im Feinstaub und Grobstaub (gesamt und opak) wurden in Bad Neuenahr im Rahmen des Bestätigungsverfahrens für das Prädikat Heilbad durchgeführt.

Die gemessenen Konzentrationen der untersuchten Luftbeimengungen sind sowohl auf natürliche Faktoren (Witterung, Vegetationsentwicklung) als auch auf anthropogene (menschliche) Einflüsse zurückzuführen. Die mittleren Belastungswerte für Grobstaub (gesamt) weisen an beiden Messstellen („Dahliengarten“ im Kurgebiet und „Rathausstraße“ im Verkehrszentrum) eine kurortübliche Belastung auf. Auch liegt im Verkehrszentrum die Belastung durch Feinstaub und Ruß im Feinstaub im Normalbereich. Hingegen ist die Belastung durch Stickstoffdioxid in Bad Neuenahr flächenhaft deutlich erhöht. Ebenfalls deutlich erhöht ist die opake Grobstaub-Belastung im Kurgebiet, im Verkehrszentrum leicht erhöht. Die statistische Wahrscheinlichkeit, dass der jeweilige Langzeit-Richtwert eingehalten wird, liegt bei über 97,5 %, jedoch mit einer Ausnahme bei Grobstaub (opak) im Kurgebiet. Dort ist eine Überschreitung des entsprechenden Langzeit-Richtwertes mit einer statistischen Wahrscheinlichkeit von weniger als 97,5 %, jedoch deutlich mehr als 50 % ausgeschlossen.

Im gesamten Messzeitraum kam es zu Überschreitungen des jeweiligen Kurzzeit-Richtwertes (Tabelle 1). So wurde der entsprechende Kurzzeit-Richtwert an beiden Messstellen durch Stickstoffdioxid jeweils zweimal, im Verkehrszentrum durch Feinstaub einmal und im Kurgebiet durch den opaken Grobstaub ebenfalls einmal überschritten. Bis zu drei Überschreitungen sind gemäß den Begriffsbestimmungen für alle untersuchten Luftbeimengungen und an jeder Messstelle erlaubt.

Demnach sind gemäß den Begriffsbestimmungen die lufthygienischen Voraussetzungen für eine Bestätigung als Heilbad im Beurteilungsgebiet von Bad Neuenahr **ohne Einschränkungen erfüllt**. Eine Bestätigung dieses Prädikates kann aus lufthygienischer Sicht daher befürwortet werden.

Gemäß den Begriffsbestimmungen sind in Bad Neuenahr spätestens in 10 Jahren wieder einjährige Luftqualitätsmessungen durchzuführen.

1. EINLEITUNG

Die Atmosphäre ist mehr als einfach nur Luft. Sie ist ein Gemisch aus vielen Gasen, hauptsächlich Stickstoff (78,1 %) und Sauerstoff (20,9 %). Viele weitere Gase kommen in so geringen Konzentrationen vor, dass man sie Spurengase nennt. Diese haben jedoch einen entscheidenden Einfluss auf die Luftqualität. Neben gasförmigen Molekülen enthält die Luft auch Aerosole. Sie sind ein Gemisch aus festen und/oder flüssigen Schwebeteilchen und Luft.

Je nach Jahreszeit und Wetterlage gelangen Spurengase und Aerosole in unterschiedlichen Konzentrationen vor allem in die unteren, bodennahen Schichten der Atmosphäre. Dies geschieht sowohl auf natürliche Weise (zum Beispiel Staubaufwirbelung durch den Wind), als auch durch den Menschen (anthropogen). Zu den Hauptemissionsquellen zählen Industrie, Verkehr und Heizungen. Je nach Emission (stofflicher Austrag in die Atmosphäre) und Wetterlage kann es zu unterschiedlichen Immissionen (Einwirkung von Stoffen auf Mensch und Umwelt) kommen. Die Beimengungen in der Umgebungsluft belasten zum Teil die menschliche Gesundheit und sind deshalb unerwünscht.

Von Kurorten und Erholungsorten wird gefordert, dass die lufthygienischen Bedingungen vor Ort für den Gast eine Entlastung von den häufig anzutreffenden Immissionsverhältnissen der Großstädte und Ballungsgebiete darstellen. Mangelnde Luftqualität darf keinesfalls den Erfolg von Kuranwendungen gefährden. Dazu haben der Deutsche Heilbäderverband e. V. und der Deutsche Tourismusverband e. V. unter anderem Richtwerte bezogen auf die jährlichen Mittelwerte einzelner Luftbeimengungen festgelegt, die bis zu 60 % unterhalb der gesetzlichen Grenzwerte liegen.

Im Laufe der Jahre können sich, beispielsweise durch Veränderungen in der Infrastruktur oder städtebauliche Maßnahmen, die bioklimatischen und lufthygienischen Verhältnisse in einem staatlich anerkannten Kur- und Erholungsort verändern. Damit der Gast die ortsgebundenen Heilmittel, im Speziellen die Luftqualität, auch weiterhin als „natürliches Heilmittel“ anwenden kann, ist in den jeweiligen Kurortgesetzen bzw. Verordnungen der Länder vorgeschrieben, wann erneut Luftqualitätsmessungen durchzuführen sind und der jeweiligen Genehmigungsbehörde ein Gutachten über die Luftqualität vorzulegen ist.

In Bad Neuenahr sind Luftqualitätsmessungen zur Bestätigung des Prädikates „Heilbad“ letztmalig vom 18.06.2004 bis 29.07.2005 durchgeführt worden.

2. LUFTBEIMENGENGEN UND IHRE BEURTEILUNGSKRITERIEN

Für die Bewertung der Luftqualität in Kurorten ist laut den Begriffsbestimmungen die Messung folgender Luftbeimengungen notwendig:

- Stickstoffdioxid (NO₂),
- Feinstaub (engl. Particulate Matter, PM_{2,5}),
- Ruß im Feinstaub,
- Grobstaub (gesamt und opak).

Damit stehen dem Kur- oder Erholungsort Daten über einige der wichtigsten gesundheitsrelevanten Gase und Partikel zur Verfügung. Messung und Bewertung der Luftqualität erfolgen nach dem INMEKO-Konzept (Integrierte Messungen in Kurorten), festgeschrieben in den Begriffsbestimmungen des Deutschen Heilbäderverbandes e. V. und des Deutschen Tourismusverbandes e. V.¹. Die angewendeten Messverfahren sind in der beigefügten Broschüre „Luftqualität unter der Lupe“ beschrieben.

Stickstoffdioxid

Stickstoffdioxid ist ein Gas mit sowohl natürlichen als auch anthropogenen Quellen. Zu den natürlichen Quellen zählen beispielsweise Blitze, Vulkanausbrüche oder mikrobiologische Reaktionen im Boden. Anthropogene Quellen sind hauptsächlich Kraftfahrzeugverkehr und Heizungsemissionen. Die anthropogenen Quellen überwiegen die natürlichen bei Weitem. NO₂ ist außerdem Vorläufersubstanz bei der Entstehung von Ozon und trägt zur Versauerung (Salpetersäure) und Eutrophierung (übermäßige Nährstoffanreicherung) von Böden und Gewässern bei. Bereits in geringen Konzentrationen kann NO₂ zu Reizungen von Augen und Schleimhäuten und insbesondere Schädigungen des Atemtraktes führen.

Feinstaub

Zu Feinstaub zählen alle Staubpartikel mit einem Partikeldurchmesser kleiner 2,5 µm (1 µm = 1/1000 mm). Diese Partikel können aufgrund ihrer geringen Größe bis in die Lungenbläschen (Alveolen) gelangen. Von der Weltgesundheitsorganisation (WHO)

¹ „Begriffsbestimmungen – Qualitätsstandards für Heilbäder und Kurorte, Luftkurorte, Erholungsorte – einschließlich der Prädikatisierungsvoraussetzungen – sowie für Heilbrunnen und Heilquellen“, 12. Auflage, fortgeschrieben am 8. November 2014 und folgende Aktualisierungen

wird Feinstaub deshalb auch als kritischer Luftschadstoff eingestuft. Eine besondere Bedeutung kommt dem Feinstaub auch aufgrund des in ihm enthaltenen Verbrennungsrußes zu (Ruß im Feinstaub). Dieser gilt ebenfalls als kanzerogen (krebserregend).

Grobstaub

Beim Grobstaub werden im vorliegenden Gutachten alle Partikel mit einem Durchmesser von 2,5 µm bis 40 µm betrachtet. Diese Partikel gelangen teils auf natürliche Weise (vom Wind aufgewirbelte Sandkörner, Mineralstaub, Blütenpollen, Seesalz-Aerosol), teils als anthropogene Luftverunreinigungen (Rußpartikel, Flugasche, Teilchen aus dem Reifenabrieb der Kraftfahrzeuge sowie Straßenasphalt) in die Atmosphäre.

Die Auswertung der Grobstaubpartikel erfolgt getrennt nach ihrer stofflichen Zusammensetzung:

Grobstaub gesamt: Alle Grobstaubpartikel, ohne Pollen und ohne wasserlösliche Nitrat-, Sulfat- und Natriumchlorid-Partikel.

Grobstaub opak: Opake (lichtundurchlässige) Grobstaubpartikel, Rückstände aus Verbrennungsprozessen und Abrieb der Reifen von Kraftfahrzeugen (Gummireste) sowie Abrieb des Straßenasphalts.

Pollen: Alle Pollenarten mit einem Durchmesser zwischen 20 µm und 60 µm.

Messumgebung

Die Messung von Stickstoffdioxid und Grobstaub erfolgt an zwei unterschiedlichen Repräsentanzen: Im Kurgebiet (KG) zur Bestimmung der Hintergrundbelastung und an einem verkehrsreichen Standort im Ortszentrum (VZ) zur Bestimmung der verkehrsbedingten Zusatzbelastung. Feinstaub und Ruß im Feinstaub werden nur am verkehrsbezogenen Standort gemessen: Denn Feinstaubpartikel haben eine lange Lebensdauer in der Luft, verteilen sich homogener und sind in der Lage, sich über größere Distanzen zu verfrachten. Daher ist die Messung im Verkehrszentrum ausreichend, da hier die höchsten Konzentrationen zu erwarten sind. Wenn an diesem Standort die Richtwerte eingehalten werden, so auch im Kurgebiet. Die Messdauer beträgt für alle Luftbeimengungen ein Jahr, die Exposition einer Probe jeweils eine Woche.

Bewertungskriterien

Aus den wöchentlichen Einzelproben werden für jede Probenahmestelle und jede Schadstoff-Komponente

- die Überschreitungshäufigkeiten bezüglich des Kurzzeit-Richtwertes,
- die mittlere Schadstoff-Konzentration im Messzeitraum bezüglich des Langzeit-Richtwertes

berechnet.

Die Kurzzeit- und Langzeit-Richtwerte geben die nach den Begriffsbestimmungen maximal zulässige Belastung der wöchentlichen Konzentration (Kurzzeit) und der mittleren Konzentration über den gesamten Messzeitraum (Langzeit) an. Dabei sind an den jeweiligen Repräsentanzen unterschiedliche Richtwerte einzuhalten (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1 Kurzzeit- und Langzeit-Richtwerte für die Luftqualität in Kur- und Erholungsorten

Richtwert		Kurzzeit		Langzeit	
		Kurgebiet	Verkehrszentrum	Kurgebiet	Verkehrszentrum
Stickstoffdioxid	µg/m ³	34	50	20	32
Feinstaub PM _{2,5}	µg/m ³	*	35	*	20
Ruß im Feinstaub PM _{2,5}	µg/m ³	*	2,5	*	1,7
Grobstaub (gesamt)	µg/m ³	27	55	13	28
Grobstaub (opak)	µg/m ³	3,3	11	1,4	5,5
Anforderung an die Luftqualität		Normale Anforderung			

* Keine Erhebung

Die Kurzzeit-Richtwerte dürfen für alle gemessenen Schadstoff-Komponenten während des gesamten Messzeitraumes nicht mehr als **dreimal** überschritten werden.

Die Langzeit-Richtwerte dürfen jeweils bis zu **100 %** ausgeschöpft werden.

Bad Neuenahr beabsichtigt, sich das Prädikat Heilbad bestätigen zu lassen. Damit gelten die normalen Anforderungen (siehe beigefügte Broschüre „Luftqualität unter der Lupe“ oder Begriffsbestimmungen). Dem vorliegenden Gutachten liegt die Luftqualitätsbeurteilung zugrunde.

Beurteilungsgebiet und Probenahmestellen

Das Beurteilungsgebiet umfasst nur den Stadtteil Bad Neuenahr von Bad Neuenahr-Ahrweiler. Es wurden für die beiden Repräsentanzen Kurgebiet und Verkehrszentrum folgende Probenahmestellen eingerichtet:

- Kurgebiet (Hintergrundbelastung)
Dahliengarten, in einem Blumenbeet im Dahliengarten westlich des Kurparks, nahe der Umlandstraße
- Verkehrszentrum (verkehrsbedingte Zusatzbelastung)
Rathausstraße, beim Parkhaus, unweit des Kreuzungsbereichs Rathausstr./Nordstr.
- Sondermessstelle (Vergleich zur Messstelle im Kurgebiet „Dahliengarten“)
Kurpark, am Rande einer Liegewiese nach dem Kurparkeingangsbereich im östlichen Teil des Kurparks, nahe der Kurgartenstraße

Während der Messkampagne 2004/2005 befanden sich die Messgeräte der Repräsentanz Verkehrszentrum etwa an demselben Standort. Die Messgeräte der Repräsentanz Kurgebiet befanden sich damals ca. 150 m nordwestlicher im Rosengarten. Während der Messreihe 2004/2005 gab es keine Sondermessstelle. Die Standorte der Messgeräte sind in einem Ausschnitt des Ortsplans von Bad Neuenahr in der Abbildung 1 eingetragen und werden mit der Kurzbezeichnung der Repräsentanzen (KG, KG_{alt}, VZ, SO) gekennzeichnet.

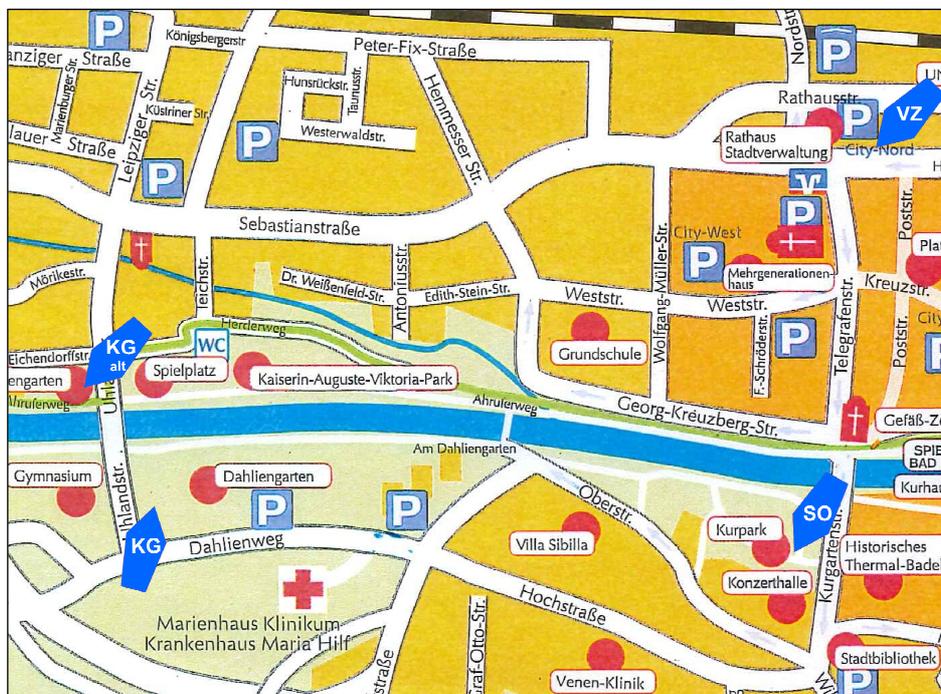


Abbildung 1 Ausschnitt aus dem Ortsplan von Bad Neuenahr mit den Standorten für die Probenahme partikel- und gasförmiger Luftbeimengungen

3. BEISPIELHAFTE DARSTELLUNG DER MESSERGEBNISSE

Die wöchentlichen Ergebnisse der Messkampagne werden getrennt nach Repräsentanz und Luftschadstoff in Form von

- Messwertetabellen, Jahresverläufen und Überschreitungshäufigkeiten des Kurzzeit-Richtwertes,
- Boxplots (Einhaltung bzw. Überschreitung der Langzeit-Richtwerte),
- Immissions-Kenngrößen,
- Vergleich mit anderen Kurorten und
- Immissions-Witterungsrosen

dargestellt und im Folgenden jeweils anhand eines fiktiven Beispiels erklärt.

Zusätzlich werden die in den einzelnen Probenahmeperioden vorherrschenden Austauschbedingungen berücksichtigt, denn je nach Jahreszeit können Wetterlagen einen unterschiedlichen Einfluss auf die Immissionsbelastung haben (Tabelle 2). So können sich beispielsweise bei Hochdruckwetterlagen und Ostlagen im Winter aufgrund des eingeschränkten Luftaustausches in Bodennähe vermehrt Schadstoffe ansammeln. Dagegen führen diese Wetterlagen im Sommerhalbjahr zu einer Abtrocknung der Bodenoberfläche. Dadurch wird die Aufwirbelung von Staubpartikeln begünstigt.

Tabelle 2 Witterungstypen in Mitteleuropa und Austauschverhältnisse

Witterungstyp	großräumige Luftzufuhr aus Windrichtungssektor	typische Austauschverhältnisse	
		Herbst/Winter	Frühjahr/Sommer
N = Nordwestlage	285° – 15°	sehr gut	sehr gut
E = Ostlage	15° – 135°	eingeschränkt	gut
S = Südlage	135° – 195°	eingeschränkt	ausreichend
W = Südwestlage	195° – 285°	gut	sehr gut
H = Hochdruck- wetterlage	ohne vorherrschende Windrichtung	stark eingeschränkt	ausreichend

Messwertetabellen, Jahresverläufe und Überschreitungshäufigkeiten des Kurzzeit-Richtwertes

Die wöchentlichen Einzelwerte der untersuchten Luftbeimengungen sind tabellarisch für jeden Messstandort im Anhang (Tabellen A1 und A2) aufgeführt. Die Auswertung des zeitlichen Verlaufs der wöchentlichen Einzelwerte erfolgt getrennt für die einzelnen Luftbeimengungen, hier an einem Beispiel für Grobstaub (gesamt):

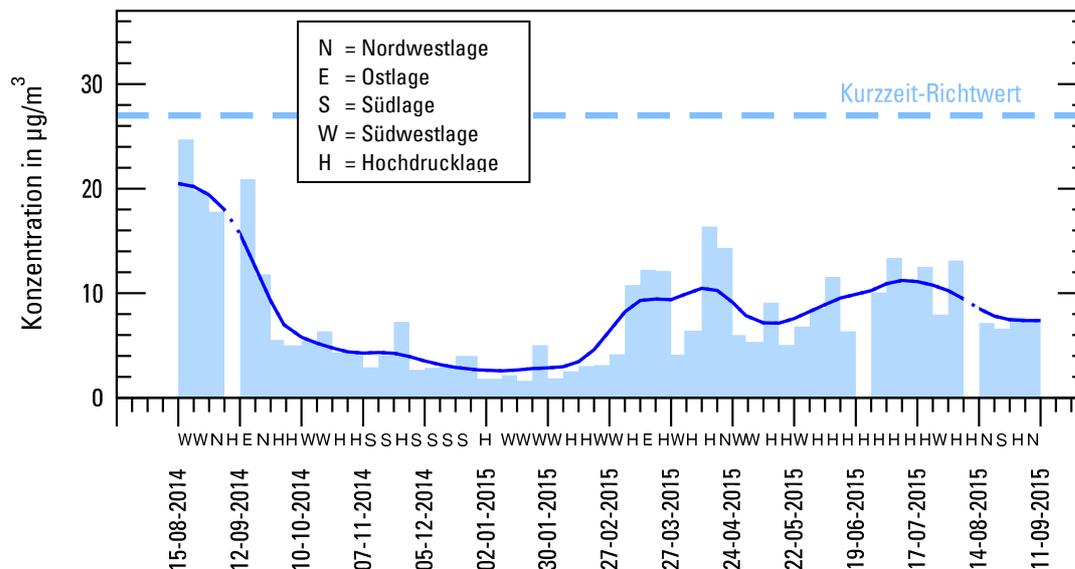


Abbildung 2 Beispiel eines jahreszeitlichen Verlaufs der Grobstaub (gesamt)-Konzentration in der Repräsentanz Kurgebiet (fiktiv)

Die Höhe der Balken gibt die mittlere wöchentliche Konzentration wieder. Eventuelle Datenlücken kennzeichnen nicht verwertbare Probenahmen. Die gemäß den Begriffsbestimmungen erforderliche Mindestanzahl von 48 Wochenproben wurde jedoch erreicht. Zusätzlich ist der in der Probenahmewoche vorherrschende Witterungstyp gemäß Tabelle 2 angegeben. Die gestrichelte horizontale Linie kennzeichnet den jeweils geltenden Kurzzeit-Richtwert gemäß Tabelle 1. Im Beispiel wird dieser in keiner Probenahmewoche des Messzeitraumes überschritten. Die wöchentlichen Messwerte werden durch Tiefpassfilterung geglättet (dunkelblaue Linie), die die kurzzeitigen Schwankungen der Schadstoff-Konzentration ausgleicht. Dadurch lassen sich die jahreszeitlichen Schwankungen der Luftbelastung besser erkennen.

In den Tabellen „Immissionswert-Überschreitungen“ im Anhang ist angegeben, wie häufig im Messzeitraum an den jeweiligen Standorten vorgegebene Schwellenwerte der Schadstoff-Belastung überschritten wurden. Hervorgehoben sind die Überschreitungen der in den Begriffsbestimmungen festgelegten Kurzzeit-Richtwerte (siehe Tabelle 1):

- **Grau hinterlegt:** zulässige Überschreitungshäufigkeit (≤ 3)
- **Rot hinterlegt:** unzulässig häufige Überschreitungen (> 3)

Boxplots

Eine anschauliche Darstellung bezüglich der Einhaltung bzw. Überschreitung der Langzeit-Richtwerte vermitteln die Boxplots (siehe nachfolgendes fiktives Beispiel):

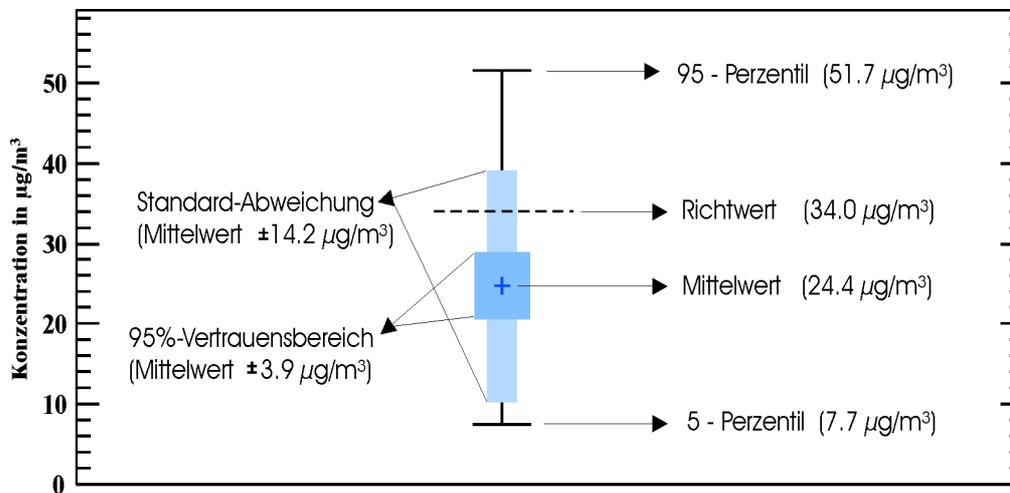


Abbildung 3 Beispiel Boxplot für Kenngrößen der Immissionsmessungen

Das Kreuz in der Mitte der Grafik markiert den Mittelwert der Schadstoff-Konzentration über den gesamten Probenahmezeitraum am vorgegebenen Standort ($24,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Da die Ergebnisse einer einjährigen Messreihe statistisch gesehen nur eine Stichprobe darstellen, wird zusätzlich das 95 %-Vertrauensintervall mit angegeben (blaues Rechteck um den Mittelwert, $24,4 \pm 3,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$). In 95 % der Fälle liegt der „wahre“ Mittelwert zwischen den beiden Werten $20,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $28,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dieses Rechteck liegt unterhalb des Langzeit-Richtwertes 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 Langzeit-Richtwertes durch den „wahren“ Mittelwert daher mit einer statistischen Wahrscheinlichkeit von über 97,5 % ausgeschlossen werden.

Immissions-Kenngrößen

Eine andere Darstellung bezogen auf die Einhaltung bzw. Überschreitung der Langzeit-Richtwerte erfolgt in den Tabellen der Immissions-Kenngrößen (entsprechende Tabellen im Anhang, Beispiel in Tabelle 3). Neben dem Mittelwert (MW), der Standardabweichung (σ) und dem 95 %-Vertrauensintervall (95 %-VI) wird auch der Ausschöpfungsgrad (AG) berechnet. Dieser gibt an, wieviel Prozent der mittleren Schadstoff-Konzentration vom jeweils geltenden Langzeit-Richtwert (Tabelle 1) erreicht wurden. Ein gemäß den Begriffsbestimmungen unzulässig hoher Ausschöpfungsgrad ($> 100 \%$) ist durch einen **rot hinterlegten** Zahlenwert gekennzeichnet.

Am Beispiel von Tabelle 3 auf der nachfolgenden Seite wird ein Fall einer Richtwert-Einhaltung mit normalen Anforderungen verdeutlicht: Im Beispiel-VZ beträgt der Ausschöpfungsgrad 43 % bei

einer mittleren Konzentration von $13,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Der „wahre“ Mittelwert liegt im Bereich von $13,8 \pm 2,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, d. h. zwischen $11,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $15,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Damit liegt der Langzeit-Richtwert von $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tabelle 1) oberhalb des Mittelwertes ($13,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) einschließlich des Vertrauensintervalls. Demnach ist die Wahrscheinlichkeit, dass der Richtwert durch den „wahren“ Mittelwert eingehalten wird, bei über 97,5 %.

Tabelle 3 Beispiel bezogen auf die Immissions-Kenngrößen der Stickstoffdioxid-Konzentration (fiktiv)

PZ = Anzahl der Proben; MW = Mittelwert des Datenkollektivs;
 σ = Standardabweichung; 95 %-VI = 95 %-Vertrauensintervall, AG = Ausschöpfungsgrad

Probenahmestellen	Immissions-Kenngrößen Gesamtzeitraum				
	PZ	MW $\mu\text{g}/\text{m}^3$	σ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95 %-VI $\mu\text{g}/\text{m}^3$	AG %
Beispiel-KG	51	4,9	$\pm 2,3$	$\pm 0,7$	25
Beispiel-VZ	51	13,8	$\pm 7,3$	$\pm 2,1$	43

Tabelle 4 Beispiel bezogen auf die Immissions-Kenngrößen der Stickstoffdioxid-Konzentration getrennt nach Winterhalbjahr und Sommerhalbjahr für alle Wetterlagen und für Hochdruckwetterlagen und Ostlagen (fiktiv)

PZ = Anzahl der Proben; MW = Mittelwert des Datenkollektivs; AG = Ausschöpfungsgrad

Probenahmestellen	Immissions-Kenngrößen					
	Alle Wetterlagen			H- und Ostlagen		
	PZ	MW $\mu\text{g}/\text{m}^3$	AG %	PZ	MW $\mu\text{g}/\text{m}^3$	AG %
	Winterhalbjahr (01.10. - 31.03.)					
Beispiel-KG	26	5,7	29	8	8,3	42
Beispiel-VZ	26	14,2	44	8	17,3	54
	Sommerhalbjahr (01.04. - 30.09.)					
Beispiel-KG	25	4,1	21	9	4,2	21
Beispiel-VZ	25	13,5	42	9	14,1	44

Da die örtliche Belastungssituation auch von der Jahreszeit und der vorherrschenden Witterung abhängt, werden die mittleren Schadstoff-Belastungen und die entsprechenden Ausschöpfungsgrade getrennt für das Winterhalbjahr (01.10. bis 31.03.) und Sommerhalbjahr

(01.04. bis 30.09.) bestimmt. Dabei werden sowohl alle Witterungstypen als auch nur Wochen, in denen Hochdruckwetterlagen und Ostlagen vorherrschten, zusammengefasst und gesondert betrachtet (Tabelle 4).

Ein Ausschöpfungsgrad über 100 % in den Teilzeiträumen Winter-/Sommerhalbjahr bzw. bei Hochdruckwetter- und Ostlagen gilt nicht als Überschreitung der betreffenden Langzeit-Richtwerte, da sich diese stets auf den Gesamtzeitraum beziehen.

Vergleich mit anderen Kurorten

Wie gut die Luftqualität hinsichtlich der mittleren Belastung einer Schadstoff-Komponente in einem Kurort im Vergleich zu anderen Kurorten in Deutschland ist, ist beispielhaft in der Abbildung 4 dargestellt. Dafür werden die Ergebnisse einjähriger Luftqualitätsmessungen herangezogen, die im Rahmen des Kurortklimadienstes durch den Deutschen Wetterdienst im Zeitraum 2009 bis 2015 durchgeführt wurden. Dabei ist die Belastungssituation aufsteigend sortiert.

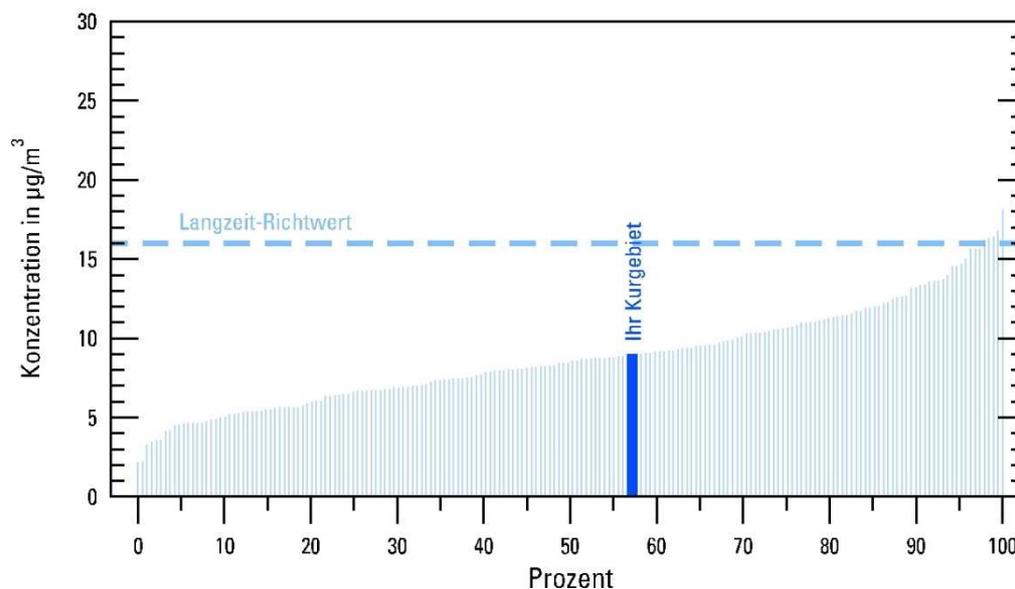


Abbildung 4 Beispiel eines Vergleichs mit anderen Kurorten für die Stickstoffdioxid-Belastung im Kurgebiet mit erhöhten Anforderungen (fiktiv)
Grundlage: Messungen in 200 deutschen Kurorten im Zeitraum 2009-2015

Immissions-Witterungsrosen

Die Immissions-Witterungsrose gibt die mittlere Schadstoff-Konzentration in Abhängigkeit der vorherrschenden Windrichtung an. In der Abbildung 5 auf der nachfolgenden Seite ist diese für Stickstoffdioxid eines beliebigen Kurortes dargestellt.

Dazu werden die wöchentlichen Messwerte den fünf definierten Witterungstypen gemäß Tabelle 2 (Seite 11) zugeordnet und über diese gemittelt. Die großräumig vorherrschende Windrichtung

der einzelnen Witterungstypen wird über die farbigen Sektoren gekennzeichnet. Die Hochdruckwetterlagen ohne großräumig vorherrschende Windrichtung werden durch einen Kreis um den Mittelpunkt beschrieben. Je höher die Konzentration einer Schadstoff-Komponente ist, desto größer ist der Radius des Kreises bzw. der Sektoren.

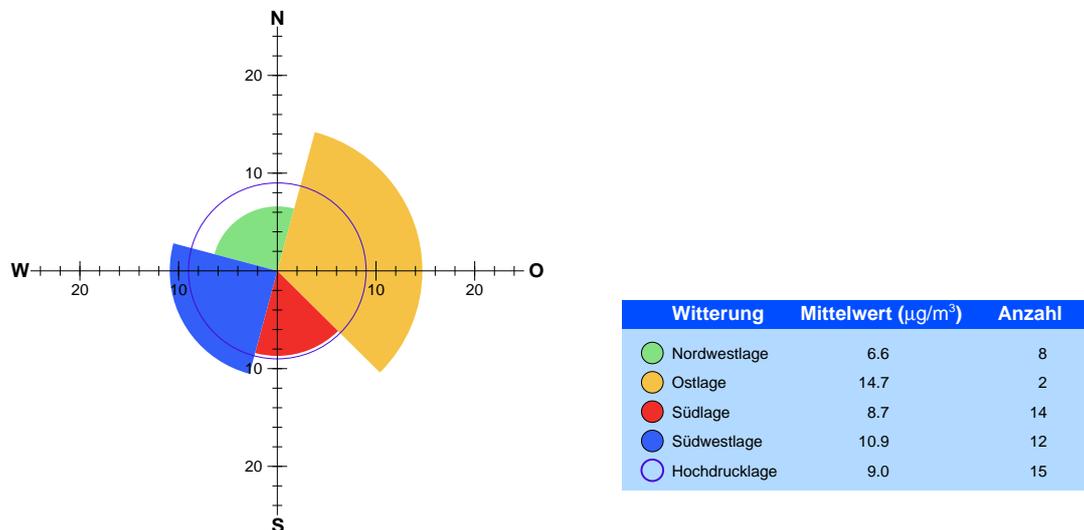


Abbildung 5 Beispiel für eine Immissions-Witterungsrose der Stickstoffdioxid-Konzentration (fiktiv)

Im obigen Beispiel ist die mittlere Stickstoffdioxid-Konzentration mit $14,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ während der Ostlagen (gelb) im Vergleich zu den übrigen Witterungstypen am höchsten. Abgelesen werden kann dieser Wert aus der Tabelle bzw. an der Skala der Ostrichtung. Die Südwestlagen, die üblicherweise ganzjährig für eine gute Durchmischung der Luft sorgen (Tabelle 2), weisen in diesem Beispiel die zweithöchste Konzentration auf. Dies kann ein Hinweis auf Emissionsquellen in diesem Windrichtungssektor sein, von denen schadstoffbelastete Luft herantransportiert wird.

Bei der Interpretation der Immissions-Witterungsrosen ist grundsätzlich zu berücksichtigen, dass die großräumig vorherrschende Windrichtung, die den Witterungstypen zugeordnet wird, besonders in topografisch gegliedertem und bebautem Gelände erheblich von den tatsächlichen Strömungsverhältnissen in unmittelbarer Nähe der Messstandorte abweichen kann. Diese sind besonders beim Grobstaub entscheidend, da die Partikel wegen ihres Verhältnisses von Masse zur Größe rasch zu Boden sinken und daher nur kurze Strecken in der Luft zurücklegen können.

Die einzelnen Witterungstypen treten nicht jedes Jahr gleich häufig auf. So können beispielsweise in einem Jahr überdurchschnittlich viele Wetterlagen mit sehr guten Durchmischungsverhältnissen vorkommen, in einem anderen Jahr überdurchschnittlich viele Hochdruckwetterlagen. Im ungünstigsten Fall könnten durch solch außergewöhnliche Witterungsperioden Richtwerte überschritten werden. Um derartige Witterungsanomalien zu berücksichtigen, werden

die mittleren Belastungen in Abhängigkeit des jeweiligen Witterungstypen mit denen eines durchschnittlichen Jahres ins Verhältnis gesetzt. Die mittlere Belastung eines durchschnittlichen Jahres errechnet sich, indem zunächst die Häufigkeit der einzelnen Witterungstypen über einen 30-jährigen Zeitraum (1981 – 2010) bestimmt wird. Anschließend wird die pro Witterungstyp gemessene mittlere Belastung mit der durchschnittlichen Häufigkeit des entsprechenden Witterungstypen gewichtet. Das Verhältnis zwischen aktueller und durchschnittlicher mittlerer Belastung gibt eine positive oder negative Abweichung an, d. h. bei einer durchschnittlichen Häufigkeit der Witterungstypen wäre die über den gesamten Messzeitraum gemittelte Schadstoff-Belastung höher oder niedriger ausgefallen.

4. BEURTEILUNG DER LUFTQUALITÄT IN BAD NEUENAH

Die Messergebnisse spiegeln die örtlichen Belastungsverhältnisse im Messzeitraum 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. Diese sind abhängig von der örtlichen Topografie sowie von der Landnutzung (Bebauung, Bewuchs) und der Witterung. Insbesondere bei Feinstaub und den gasförmigen Luftbeimengungen können auch weit entfernte Emissionen zur örtlichen Immissionsbelastung beitragen, indem die Schadstoffe auf dem Luftweg über größere Entfernungen herangeführt werden („Ferntransport“).

Im Folgenden werden die Messergebnisse von Bad Neuenahr für jede Schadstoff-Komponente einzeln betrachtet.

4.1. Stickstoffdioxid

Jahresverlauf und Überschreitungshäufigkeiten des Kurzzeit-Richtwertes

Der zeitliche Verlauf der Stickstoffdioxid-Konzentration für die Repräsentanzen Kurgebiet und Verkehrszentrum sind in der Abbildung 6 und Abbildung 7 wiedergegeben. Die Abbildungen sowie die Tabelle A 4 zeigen, dass an beiden Standorten der entsprechende Kurzzeit-Richtwert während des gesamten Messzeitraumes jeweils zweimal überschritten wurde. Bis zu drei Überschreitungen sind an jeder Messstelle erlaubt.

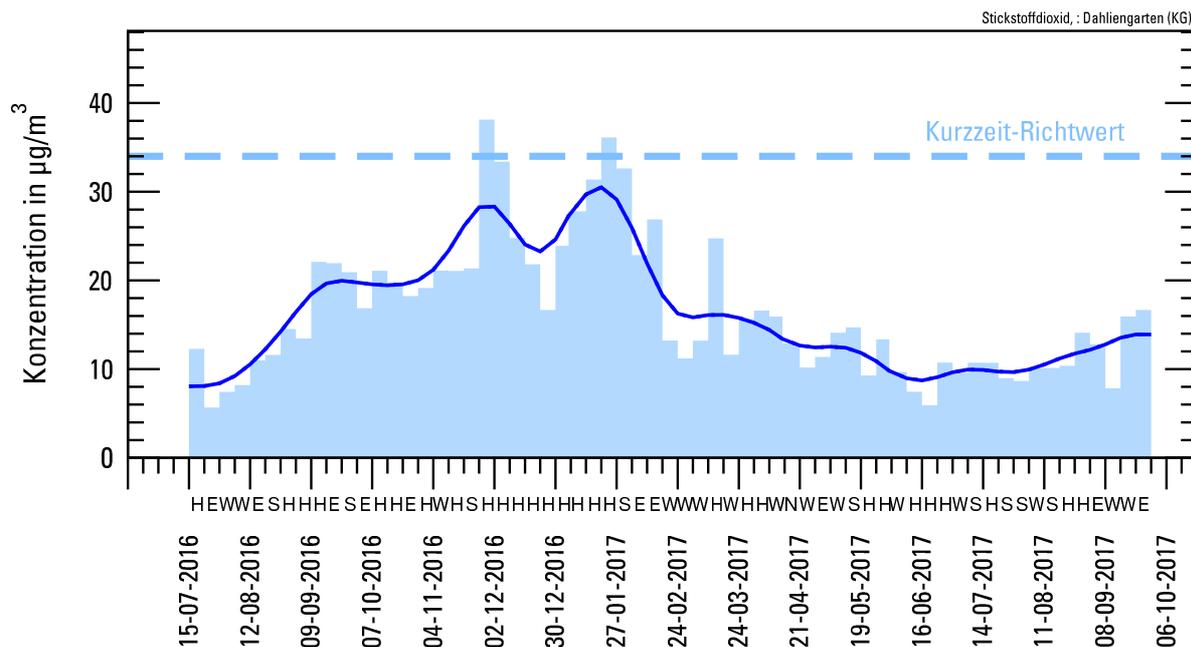


Abbildung 6 Jahresverlauf der Stickstoffdioxid-Konzentration im Kurgebiet

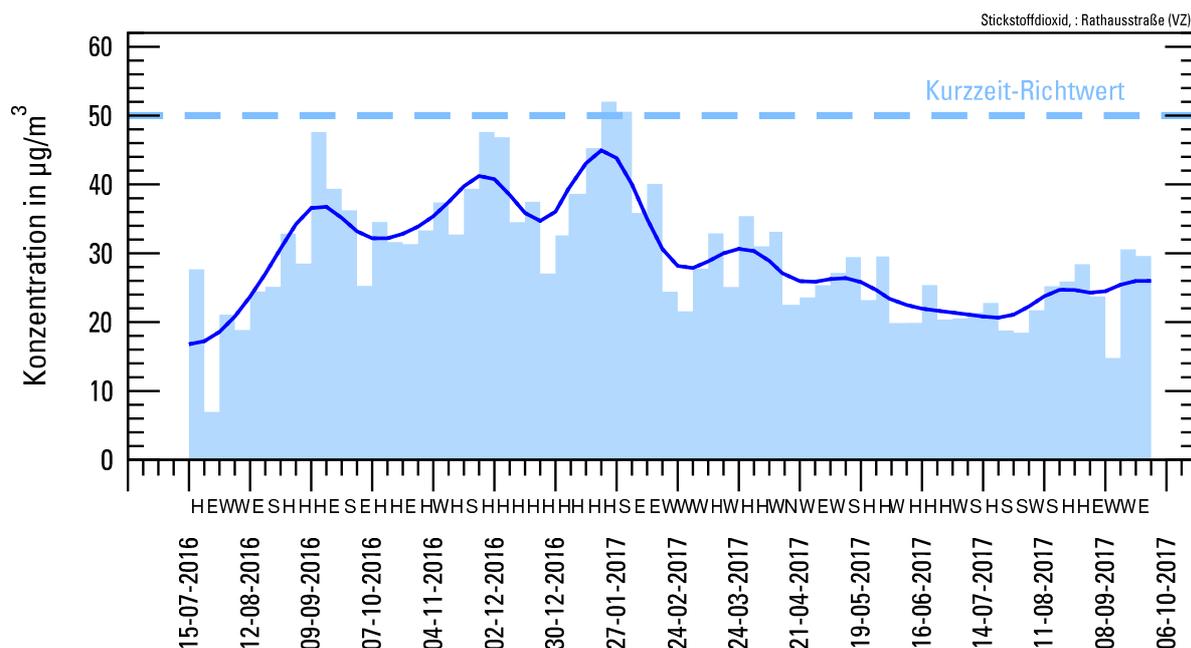


Abbildung 7 Jahresverlauf der Stickstoffdioxid-Konzentration im Verkehrszentrum

Beide Grafiken lassen einen deutlichen Einfluss der Witterung auf den Jahresgang erkennen: Im Herbst und in den Wintermonaten war die Belastung durch Stickstoffdioxid infolge verstärkter Heizungsemissionen höher als in den Sommermonaten. Zudem traten in dieser Zeit vermehrt austauscharme Wetterlagen auf, die eine Anreicherung von Schadstoffen begünstigten. So wurden die höchsten Konzentrationswerte meist während Hochdruckwetterlagen gemessen. Dort traten auch an beiden Probenahmestellen im Dezember 2016 und Januar 2017 die Überschreitungen des Kurzzeit-Richtwertes auf. Es ist nicht auszuschließen, dass der Verkehr auf den Bundesstraßen B 266 und B 267 sowie auf den Autobahnen A 573 und vor allem A 61 einen Beitrag zur örtlich Belastung leisteten. Im Sommer wird NO_2 schneller fotochemisch abgebaut, sodass die Konzentration im Allgemeinen geringer ist.

Im Verkehrszentrum ist der Jahresgang aufgrund der ganzjährig höheren verkehrsbedingten Immissionen weniger stark ausgeprägt.

Boxplot

Die mittleren Belastungsverhältnisse werden in Abbildung 8 veranschaulicht: An beiden Probenahmestellen liegt der Mittelwert einschließlich des 95 %-Vertrauensintervalls unterhalb des entsprechenden Langzeit-Richtwertes (Tabelle 1). Im VZ liegt der obere Bereich des 95 %-Vertrauensintervalls mit $31,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sehr nahe am Richtwert von $32,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an. Demnach ist eine Überschreitung des jeweiligen Langzeit-Richtwertes mit einer statistischen Wahrscheinlichkeit von über 97,5 % an beiden Messstellen ausgeschlossen.

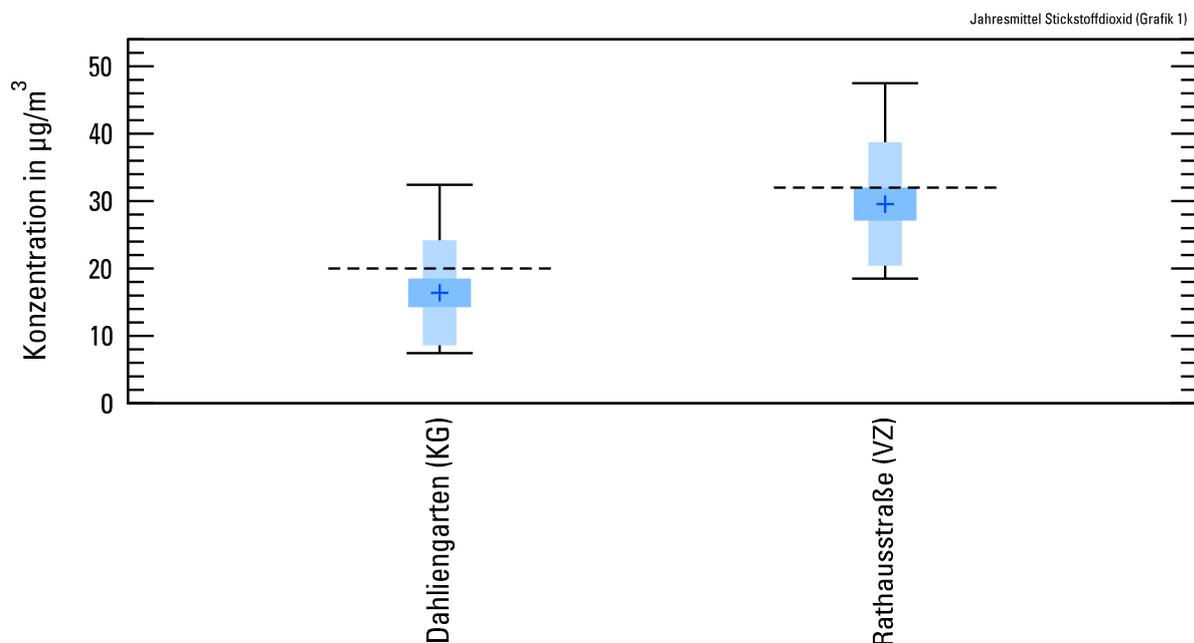


Abbildung 8 Immissions-Kenngrößen für Stickstoffdioxid
(gestrichelte horizontale Linien = Langzeit-Richtwerte)

Immissions-Kenngrößen

Die mittleren Belastungsverhältnisse bezogen auf den Gesamtzeitraum sind in der Tabelle A 5, für die Teilzeiträume (Winter- und Sommerhalbjahr) in Tabelle A 6 wiedergegeben. An der Probenahmestelle „Rathausstraße“ wurde wegen des überwiegenden Verkehrseinflusses mit $29,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eine um ca. 80 % höhere mittlere Stickstoffdioxid-Konzentration festgestellt als im Kurgebiet („Dahliengarten“). Damit liegt der Ausschöpfungsgrad bei 92 %. Niedriger ist die am Probenahmeort „Dahliengarten“ im Kurgebiet beobachtete Hintergrundbelastung. Hier liegt die mittlere Stickstoffdioxid-Konzentration bei $16,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und der Ausschöpfungsgrad bei 82 % (Tabelle A 5).

Tabelle A 6 zeigt auf, dass im KG die Konzentration im Winterhalbjahr ungefähr doppelt so hoch war wie im Sommerhalbjahr. Im VZ ist die Zunahme wegen der verkehrsbedingten Immissionen geringer. Vor allem bei winterlichen Hochdruckwetter- und Ostlagen ist die Konzentration während des gesamten Messzeitraumes besonders im KG leicht höher verglichen zu allen Wetterlagen. Dies steht in Zusammenhang mit einem eingeschränkteren Luftmassenaustausch.

Vergleich mit anderen Kurorten

Der Vergleich mit anderen Kurorten in Deutschland in der Abbildung 9 zeigt, dass Bad Neuenahr mit zu den Kurorten zählt, die die höchste Hintergrundbelastung in der Repräsentanz „Kurgebiet“ aufwiesen.

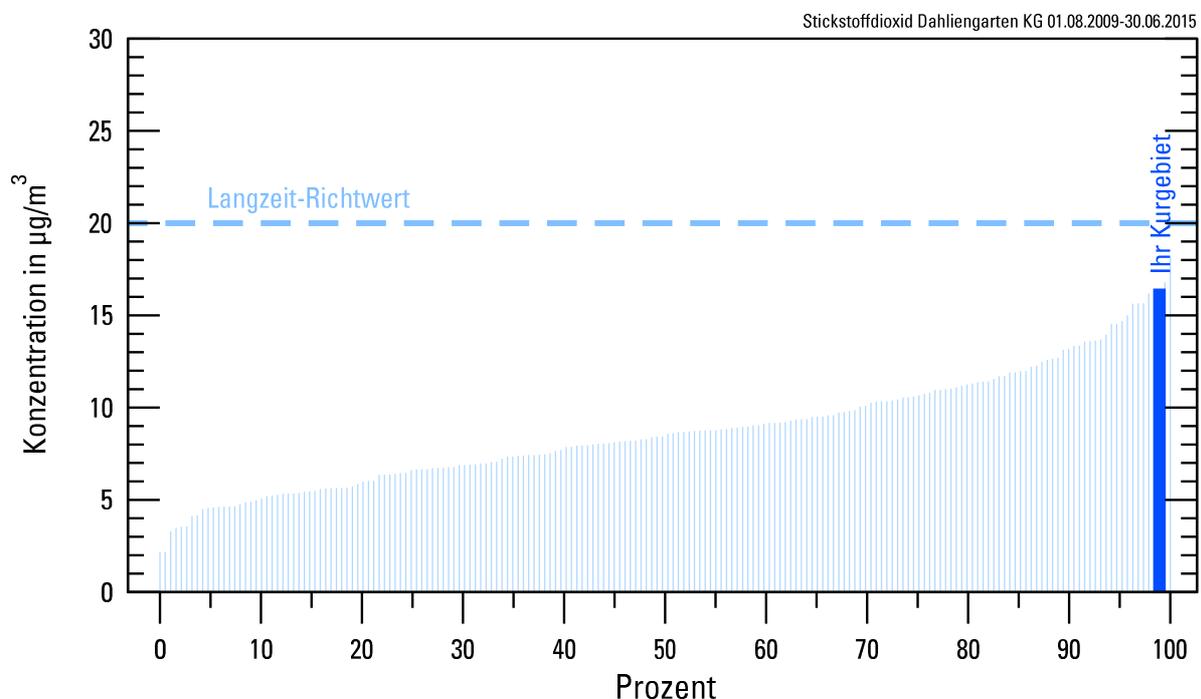


Abbildung 9 Vergleich mit anderen Kurorten für die Stickstoffdioxid-Belastung im Kurgebiet
Grundlage: Messungen in 200 deutschen Kurorten im Zeitraum 2009-2015

Immissions-Witterungsrose

Die detaillierte Analyse der Abhängigkeit zwischen Immission und Windrichtungssektoren ist für das Kurgebiet in der Abbildung A 1 und für das Verkehrszentrum in der Abbildung A 2 dargestellt. Die höchsten Stickstoffdioxid-Konzentrationen wurden an beiden Messstellen während der Hochdruckwetterlagen beobachtet. Am geringsten belastet waren Probenahmeperioden mit Winden aus westlichen Richtungen, wobei die statistische Aussagekraft der Nordwestlage wegen ihrer geringen Häufigkeit (nur in einer Probenahmeperioden vorherrschend) sehr begrenzt ist.

Bei einer durchschnittlichen Häufigkeit der Witterungstypen (Bezugszeitraum 1981 – 2010) wären die über den gesamten Messzeitraum gemittelten Stickstoffdioxid-Konzentrationen im Kurgebiet um 5 % und im Verkehrszentrum um 3 % niedriger ausgefallen.

4.2. Feinstaub

Jahresverlauf und Überschreitungshäufigkeiten des Kurzzeit-Richtwertes

Der zeitliche Verlauf der Feinstaub-Konzentration am verkehrsbezogenen Standort „Rathausstraße“ ist in der Abbildung 10 wiedergegeben. Diese Abbildung sowie Tabelle A 7 zeigen, dass der Kurzzeit-Richtwert während des gesamten Messzeitraumes einmal, wenn auch nur sehr knapp, überschritten wurde. Bis zu drei Überschreitungen sind an dieser Messstelle zugelassen.

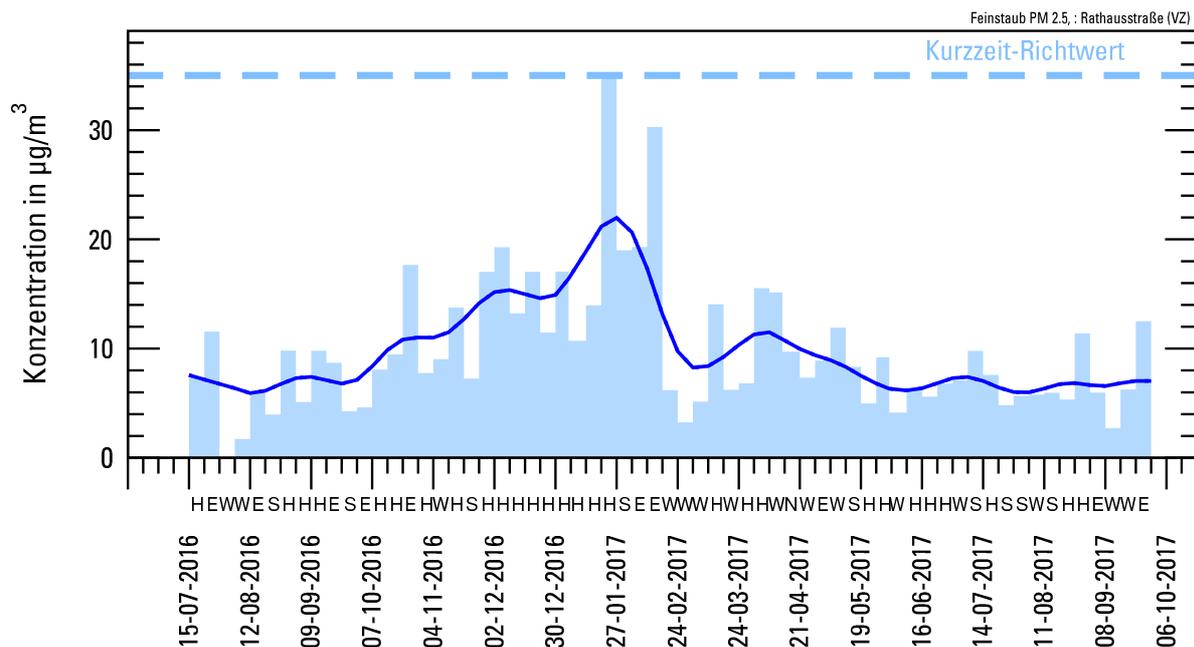


Abbildung 10 Jahresverlauf der Feinstaub-Konzentration im Verkehrszentrum

Der Verlauf der Feinstaub-Konzentration weist einen typischen Jahrgang auf: Niedrigere Belastungswerte im Sommer und höhere im Spätherbst, Winter und zeitweise im Frühjahr. In dieser Zeit können Heizungsemissionen in Verbindung mit austauscharmen Wetterlagen kurzfristig zu erhöhten Feinstaub-Konzentrationen beigetragen haben (z. B. von Ende Januar bis Mitte Februar 2017). Zwischen den austauscharmen Witterungsabschnitten traten immer wieder Wetterlagen mit Winden aus westlichen Richtungen auf, die für deutliche Konzentrationsrückgänge des Feinstaubes sorgten, wie z. B. Ende Februar 2017 (Abbildung 10).

Boxplot

Die Abbildung 11 (Seite 24) zeigt die mittleren Belastungsverhältnisse an der verkehrsbezogenen Messstelle „Rathausstraße“. Der Langzeit-Richtwert wurde bei Weitem nicht erreicht, denn der Mittelwert einschließlich des 95 %-Vertrauensintervalls liegt deutlich unterhalb des Langzeit-Richtwertes (Tabelle 1). Demnach kann eine Überschreitung des Langzeit-Richtwertes mit einer statistischen Wahrscheinlichkeit von über 97,5 % ausgeschlossen werden.

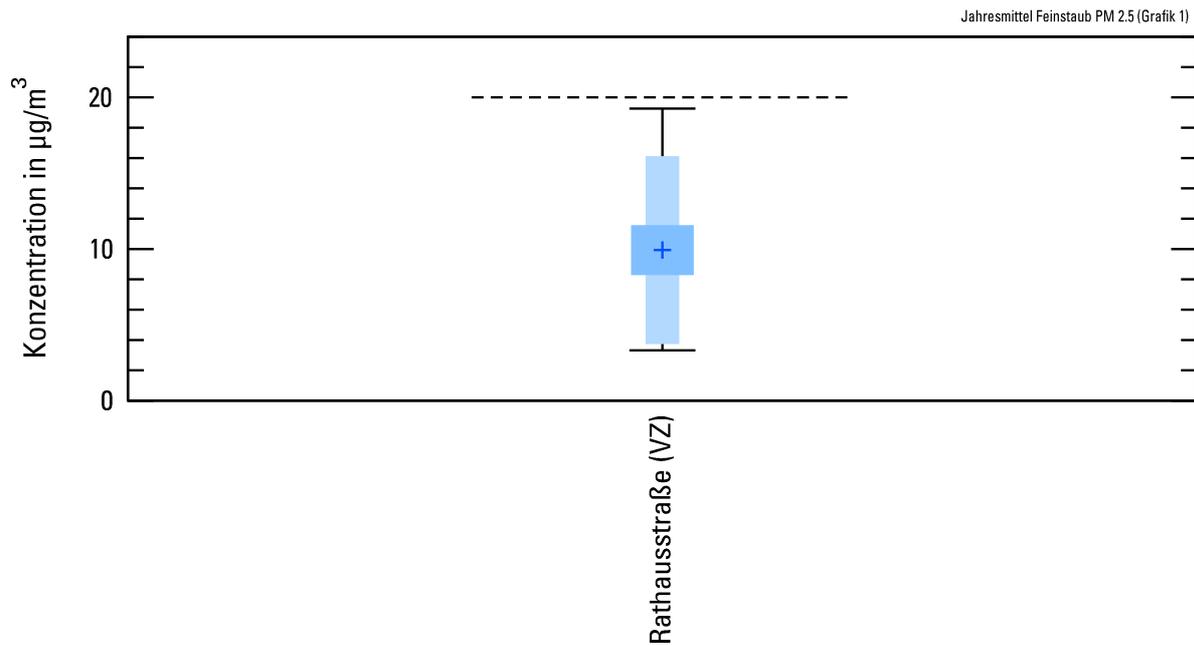


Abbildung 11 Immissions-Kenngrößen für Feinstaub
(gestrichelte horizontale Linie = Langzeit-Richtwert)

Immissions-Kenngrößen

Die mittleren Belastungsverhältnisse bezogen auf den Gesamtzeitraum sind in der Tabelle A 8, für die Teilzeiträume (Winter- und Sommerhalbjahr) in Tabelle A 9 wiedergegeben. Die mittlere Feinstaub-Belastung betrug im gesamten Messzeitraum 9,9 µg/m³. Damit wurde der entsprechende Langzeit-Richtwert zu 50 % ausgeschöpft. Aus der Tabelle A 9 ist ersichtlich, dass die Belastung im Winterhalbjahr ungefähr doppelt so hoch war wie im Sommerhalbjahr.

Im Winterhalbjahr war die Belastung während der Hochdruckwetter- und Ostlagen im Vergleich zu allen Wetterlagen etwa um 15 % höher, was in Zusammenhang mit einem eingeschränkten Luftmassenaustausch gebracht werden kann. Im Sommerhalbjahr waren die Belastungsunterschiede geringer.

Vergleich mit anderen Kurorten

Ein Vergleich mit anderen Kurorten in Deutschland ist in der Abbildung 12 (Seite 25) dargestellt. Bad Neuenahr zählt zu den besten 40 % aller Kurorte bezogen auf die Feinstaub-Belastung in der Repräsentanz „Verkehrszentrum“.

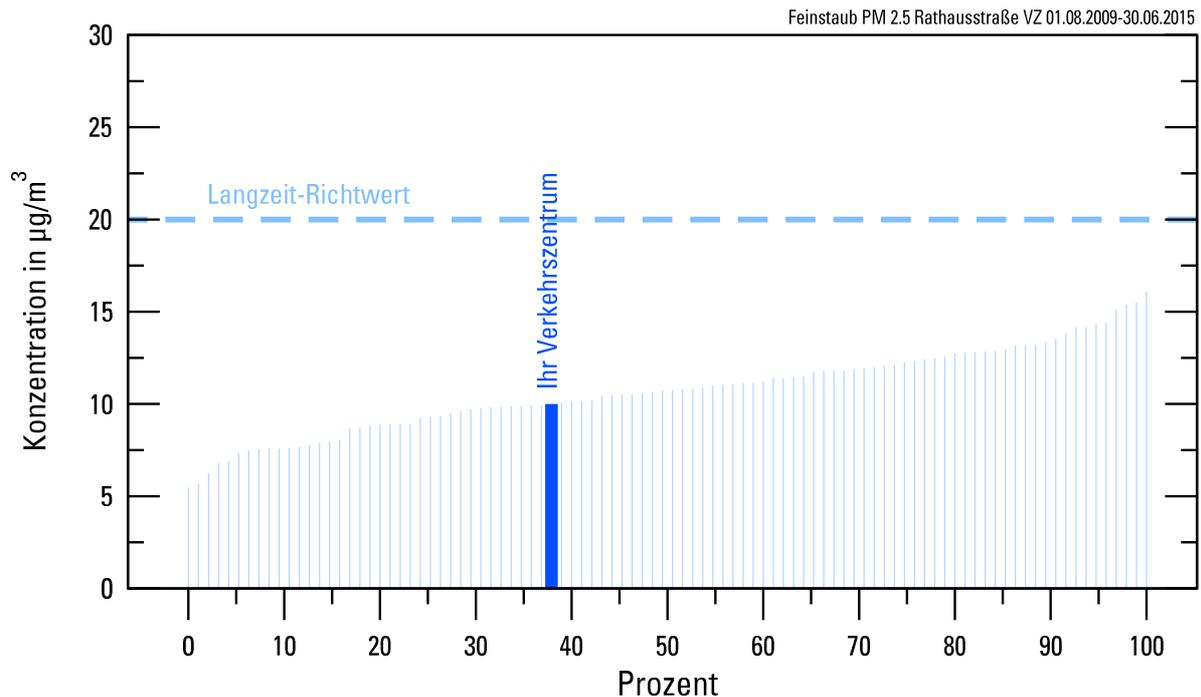


Abbildung 12 Vergleich mit anderen Kurorten für die Feinstaub-Belastung im Verkehrszentrum
Grundlage: Messungen in 100 deutschen Kurorten im Zeitraum 2009-2015

Immissions-Witterungsrose

Die detaillierte Analyse der Windrichtungsabhängigkeit in Abbildung A 3 lässt erkennen: Die Belastung durch Feinstaub war in Bad Neuenahr während der Ostlagen am höchsten, gefolgt von den Hochdruckwetterlagen. Die niedrigsten Belastungswerte durch Feinstaub wiesen die Südwestlagen auf. Zu beachten ist jedoch auch, dass die Nordwestlage im gesamten Messzeitraum nur einmal vorherrschend war und daher statistisch sehr begrenzt aussagekräftig ist.

Bei einer durchschnittlichen Häufigkeit der Witterungstypen (Bezugszeitraum 1981 – 2010) wäre die über den gesamten Messzeitraum gemittelte Feinstaub-Konzentration um 8 % niedriger ausgefallen.

4.3. Ruß im Feinstaub

Jahresverlauf und Überschreitungshäufigkeiten des Kurzzeit-Richtwertes

Der zeitliche Verlauf der Ruß-im-Feinstaub-Konzentration am verkehrsbezogenen Standort „Rathausstraße“ ist in der Abbildung 13 wiedergegeben. Diese sowie Tabelle A 10 zeigen, dass der Kurzzeit-Richtwert während des gesamten Messzeitraumes kein einziges Mal überschritten wurde.

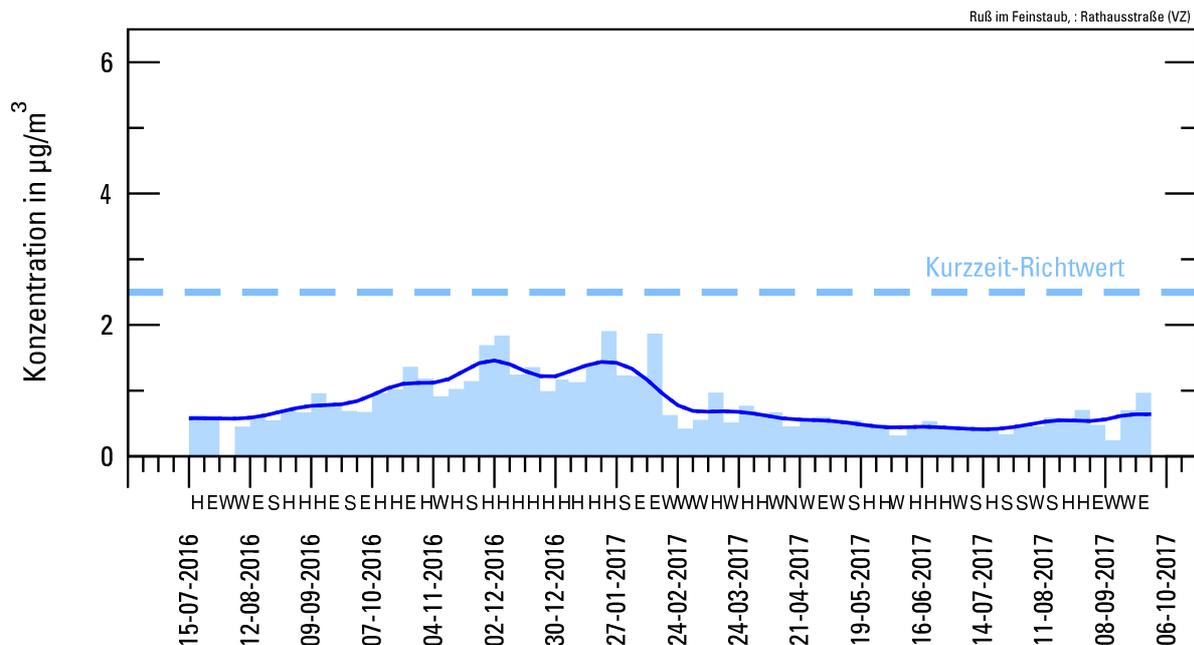
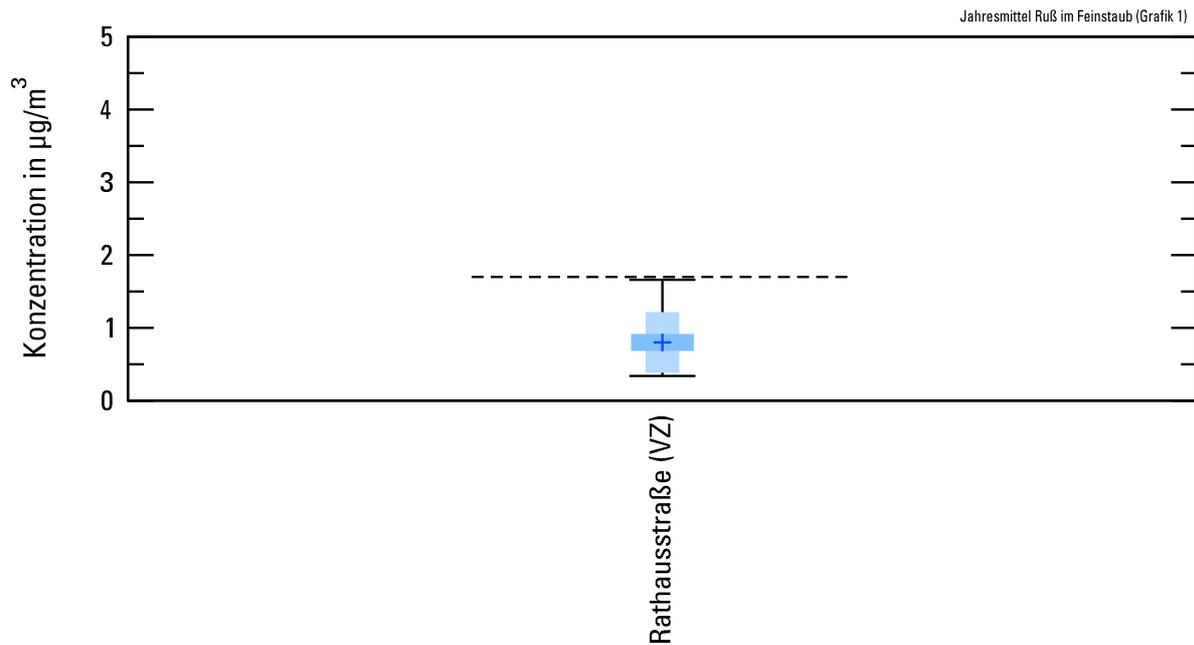


Abbildung 13 Jahresverlauf der Ruß-im-Feinstaub-Konzentration im Verkehrszentrum

Die Abbildung 13 zeigt zeitweise höhere Konzentrationen von Ruß im Feinstaub vor allem im Spätherbst 2016 und Winter 2016/2017. Diese können auf erhöhte Heizungsemissionen in Verbindung mit meist austauscharmen Hochdruckwetterlagen zurückgeführt werden, wie sie vor allem Ende November und Anfang Dezember 2016 sowie von Januar bis Mitte Februar 2017 mehrfach aufgetreten sind. In den Sommermonaten war die Konzentration vergleichsweise gering.

Boxplot

Die mittleren Belastungsverhältnisse lassen sich anhand der Abbildung 14 (Seite 27) anschaulich beurteilen: An der verkehrsbezogenen Messstelle „Rathausstraße“ liegt die mittlere Ruß-im-Feinstaub-Konzentration einschließlich des 95 %-Vertrauensintervalls deutlich unterhalb des Langzeit-Richtwertes (Tabelle 1). Demnach kann eine Überschreitung des Langzeit-Richtwertes mit einer statistischen Wahrscheinlichkeit von über 97,5 % ausgeschlossen werden.



**Abbildung 14 Immissions-Kenngrößen für Ruß-im-Feinstaub
(gestrichelte horizontale Linie = Langzeit-Richtwert)**

Immissions-Kenngrößen

Die mittleren Belastungsverhältnisse bezogen auf den Gesamtzeitraum sind in der Tabelle A 11, für die Teilzeiträume (Winter- und Sommerhalbjahr) in Tabelle A 12 wiedergegeben. Die mittlere Ruß-im-Feinstaub-Belastung betrug im gesamten Messzeitraum $0,80 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Damit wurde der entsprechende Langzeit-Richtwert zu 47 % ausgeschöpft. Die Tabelle A 12 zeigt, dass die Belastung durch Ruß im Feinstaub im Winterhalbjahr doppelt so hoch war verglichen zum Sommerhalbjahr. Zudem wurden erwartungsgemäß leicht höhere Werte während austausch- armer Ost- und Hochdruckwetterlagen im Vergleich zum Gesamtkollektiv aller Wetterlagen beobachtet.

Vergleich mit anderen Kurorten

Ein Vergleich mit anderen Kurorten in Deutschland ist in der nachfolgenden Abbildung 15 dargestellt. Etwa 60 % aller Kurorte wiesen in der Repräsentanz „Verkehrszentrum“ eine niedrigere Belastung durch Feinstaub auf als Bad Neuenahr.

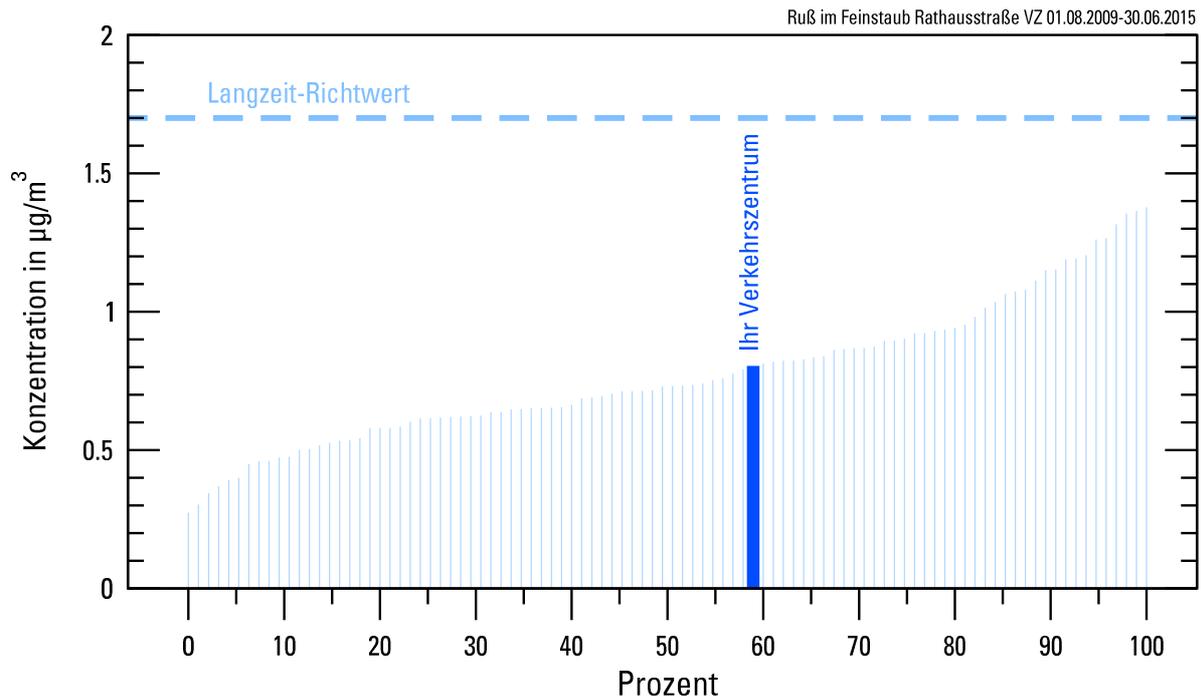


Abbildung 15 Vergleich mit anderen Kurorten für die Ruß-im-Feinstaub-Belastung im Verkehrszentrum
Grundlage: Messungen in 100 deutschen Kurorten im Zeitraum 2009-2015

Immissions-Witterungsrose

Die detaillierte Analyse der Windrichtungsabhängigkeit ist in Abbildung A 4 dargestellt: Hohe Konzentrationen von Ruß im Feinstaub traten in Bad Neuenahr während der Ost- und Hochdruckwetterlagen auf, gefolgt von den Südlagen. Deutlich geringer war die Ruß-im-Feinstaub-Belastung dagegen während Wetterlagen mit Winden aus Südwest bis Nordwest. Allerdings dominierte die Nordwestlage im gesamten Messzeitraum nur während einer Probenahmewoche, sodass ihre statistische Aussagekraft begrenzt ist.

Bei einer durchschnittlichen Häufigkeit der Witterungstypen (Bezugszeitraum 1981 – 2010) wäre die über den gesamten Messzeitraum gemittelte Ruß-im-Feinstaub-Konzentration um 9 % niedriger ausgefallen.

4.4. Grobstaub

Die Bewertung von Grobstaub erfolgt für Grobstaub (gesamt) und für seinen opaken (lichtundurchlässigen) Anteil, Grobstaub (opak). Im Anschluss erfolgt die Auswertung der Pollen.

Grobstaub (gesamt)

Jahresverlauf und Überschreitungshäufigkeiten des Kurzzeit-Richtwertes

Der zeitliche Verlauf der Grobstaub (gesamt)-Konzentration für die Repräsentanzen Kurgebiet und Verkehrszentrum sind in der Abbildung 16 und Abbildung 17 wiedergegeben. Die Abbildungen sowie Tabelle A 13 zeigen, dass an beiden Standorten der jeweilige Kurzzeit-Richtwert während des gesamten Messzeitraumes kein einziges Mal überschritten wurde.

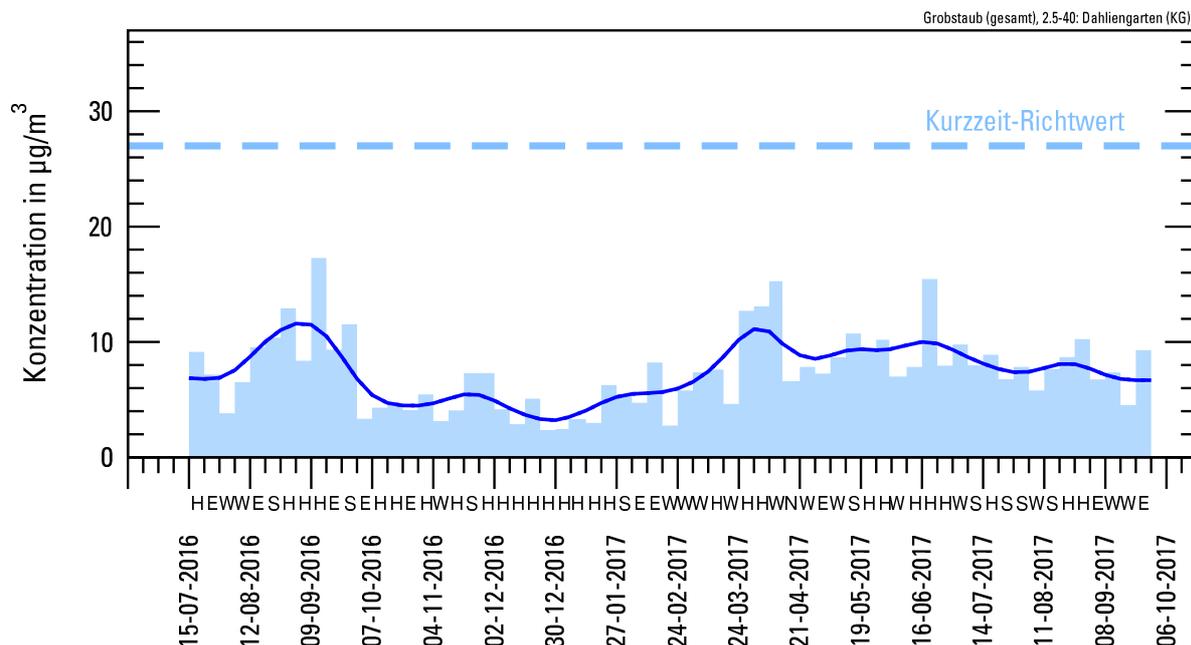


Abbildung 16 Jahresverlauf der Grobstaub (gesamt)-Konzentration im Kurgebiet

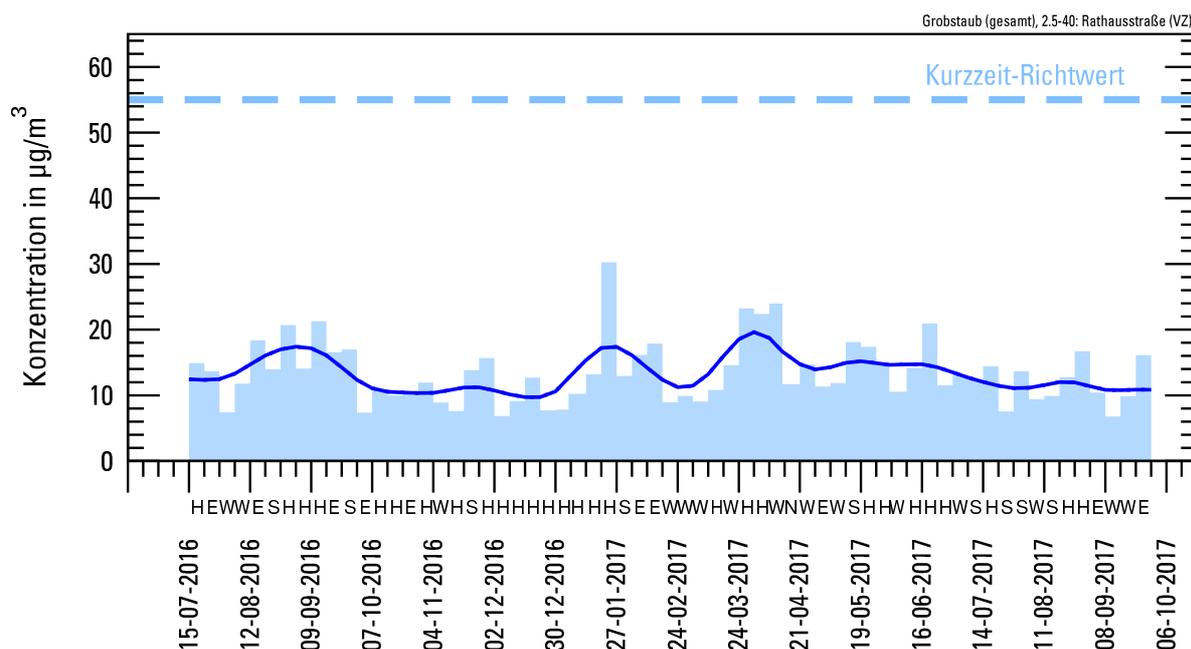


Abbildung 17 Jahresverlauf der Grobstaub (gesamt)-Konzentration im Verkehrszentrum

Der typische Jahresgang der Grobstaub-Konzentration ist in beiden Abbildungen erkennbar. Im Spätherbst 2016 und in den Wintermonaten 2016/2017 war die natürliche Staubentwicklung wegen der meist feuchten und/oder zeitweise schneebedeckten Bodenoberfläche überwiegend gering, was sich besonders Anfang November 2016 und zum Jahreswechsel 2016/2017 zeigte. Höhere Grobstaub-Konzentrationen wurden meist während Perioden trocken-warmer Witterung beobachtet, die die Staubentwicklung und –aufwirbelung fördert und zu einer höheren Belastung führt, wie z. B. von Mitte August bis September 2016 sowie im Frühjahr 2017. Dagegen macht sich allgemein unbeständiges und mit häufigen Niederschlägen verbundenes Wetter durch einen Rückgang der Belastung bemerkbar, was sich z. B. vor allem im Verkehrszentrum von Mitte Februar bis Anfang März 2017 zeigte. An dieser Messstelle ist der Jahresgang wegen des ganzjährigen Verkehrs etwas weniger stark ausgeprägt und das Konzentrationsniveau ist im Allgemeinen höher.

Boxplot

Die mittleren Belastungsverhältnisse sind in der Abbildung 18 veranschaulicht. An beiden Probenahmestellen liegt der Mittelwert einschließlich des 95 %-Vertrauensintervalls deutlich unterhalb des jeweiligen Langzeit-Richtwerts (Tabelle 1). Demnach ist eine Überschreitung des jeweiligen Langzeit-Richtwertes mit einer statistischen Wahrscheinlichkeit von über 97,5 % ausgeschlossen.

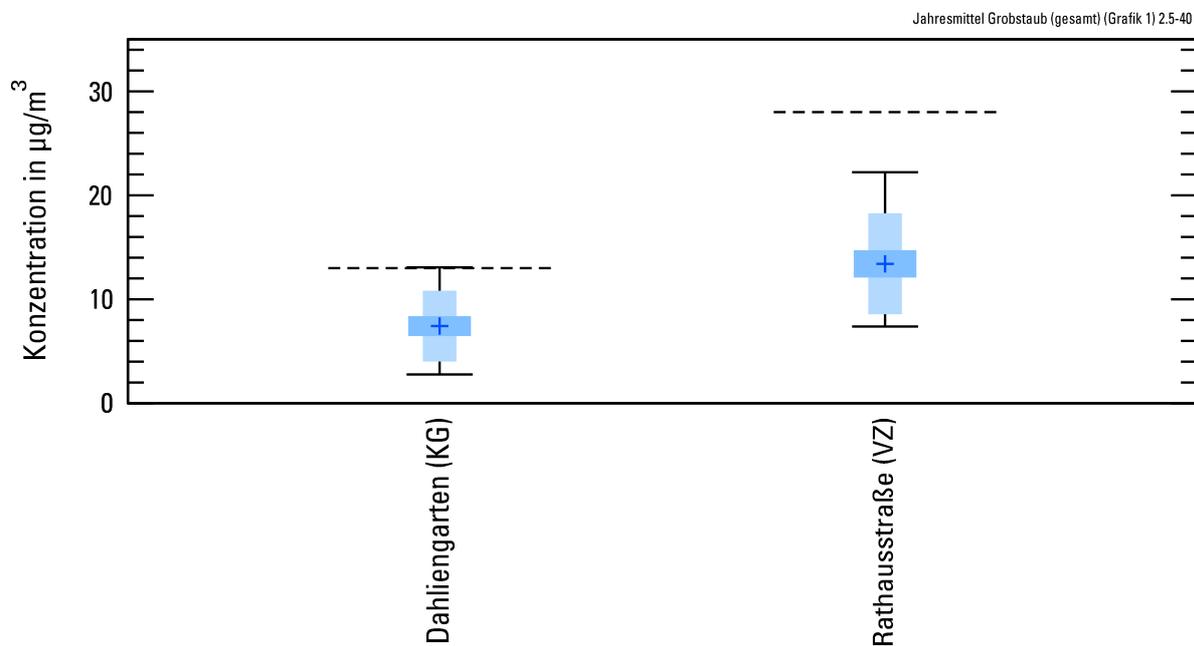


Abbildung 18 Immissions-Kenngrößen für Grobstaub (gesamt)
(gestrichelte horizontale Linie = Langzeit-Richtwert)

Immissions-Kenngrößen

Die mittleren Belastungsverhältnisse bezogen auf den Gesamtzeitraum sind in der Tabelle A 14, für die Teilzeiträume (Winter- und Sommerhalbjahr) in Tabelle A 15 wiedergegeben. Am verkehrsbezogenen Standort wurde mit $13,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eine um das ca. 1,8-fache, höhere Belastung gemessen als im Kurgebiet. Damit wurde der entsprechende Langzeit-Richtwert zu 48 % ausgeschöpft (Tabelle A 14). Im Kurgebiet lag die Belastung bei $7,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Damit wurde der dort geltende niedrigere Langzeit-Richtwert zu 57 % ausgeschöpft.

Die Tabelle A 15 zeigt, dass die Belastung durch Grobstaub (gesamt) für das Gesamtkollektiv aller Wetterlagen im Sommerhalbjahr im KG etwa um das 1,6-Fache höher war als im Winterhalbjahr. Im VZ war der Unterschied deutlich geringer. Während sommerlicher Hochdruckwetter- und Ostlagen war die Belastung leicht höher im Vergleich zu allen Wetterlagen.

Vergleich mit anderen Kurorten

Der Vergleich mit anderen Kurorten in Deutschland ist in der Abbildung 19 wiedergegeben. Etwa 65 % aller Kurorte wiesen in der Repräsentanz „Kurgebiet“ eine niedrigere Belastung durch Grobstaub (gesamt) auf als Bad Neuenahr.

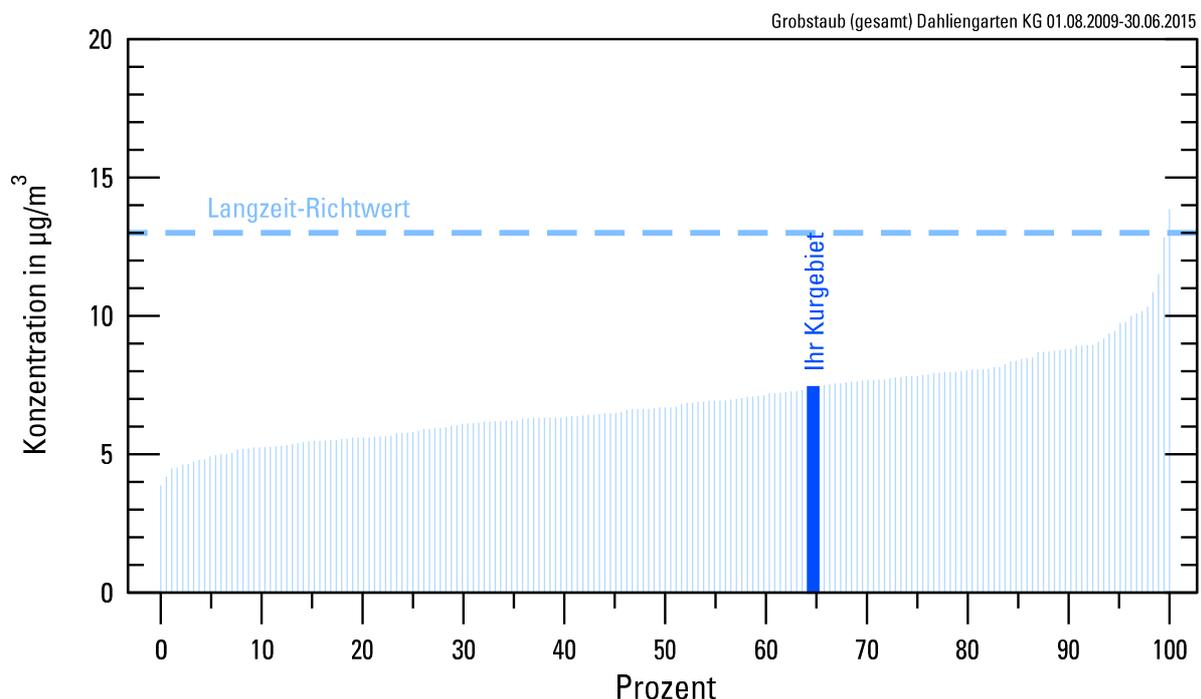


Abbildung 19 Vergleich mit anderen Kurorten für die Grobstaub (gesamt)-Belastung im Kurgebiet
Grundlage: Messungen in 200 deutschen Kurorten im Zeitraum 2009-2015

Immissions-Witterungsrose

Die detaillierte Analyse der Windrichtungsabhängigkeit ist für das Kurgebiet in der Abbildung A 5 und für das Verkehrszentrum in der Abbildung A 6 dargestellt. Die Belastung durch Grobstaub (gesamt) war an der Probenahmestelle im KG während der Südlagen und an der Messstelle im VZ während der Hochdruckwetterlagen am höchsten. Die niedrigsten Grobstaub (gesamt)-Konzentrationen traten an beiden Probenahmeorten während der Nordwest- und Südwestlagen auf. Zu beachten ist, dass im Messzeitraum die Nordwestlage nur in einer Probenahmewoche vorherrschend war und ihre statistische Aussagekraft daher begrenzt ist.

Bei einer durchschnittlichen Häufigkeit der Witterungstypen (Bezugszeitraum 1981 – 2010) wären die über den gesamten Messzeitraum gemittelten Grobstaub (gesamt)-Konzentrationen im Kurgebiet um 1 % und im Verkehrszentrum um 3 % niedriger ausgefallen.

Grobstaub (opak)

Jahresverlauf und Überschreitungshäufigkeiten des Kurzzeit-Richtwertes

Der zeitliche Verlauf der opaken Grobstaub-Konzentration für die Repräsentanzen Kurgebiet und Verkehrszentrum sind in der Abbildung 20 und Abbildung 21 wiedergegeben. Die Abbildungen sowie Tabelle A 16 zeigen, dass nur am Standort Kurgebiet der dort geltende Kurzzeit-Richtwert während des gesamten Messzeitraumes einmal knapp überschritten wurde. Bis zu drei Überschreitungen sind an jeder Messstelle erlaubt.

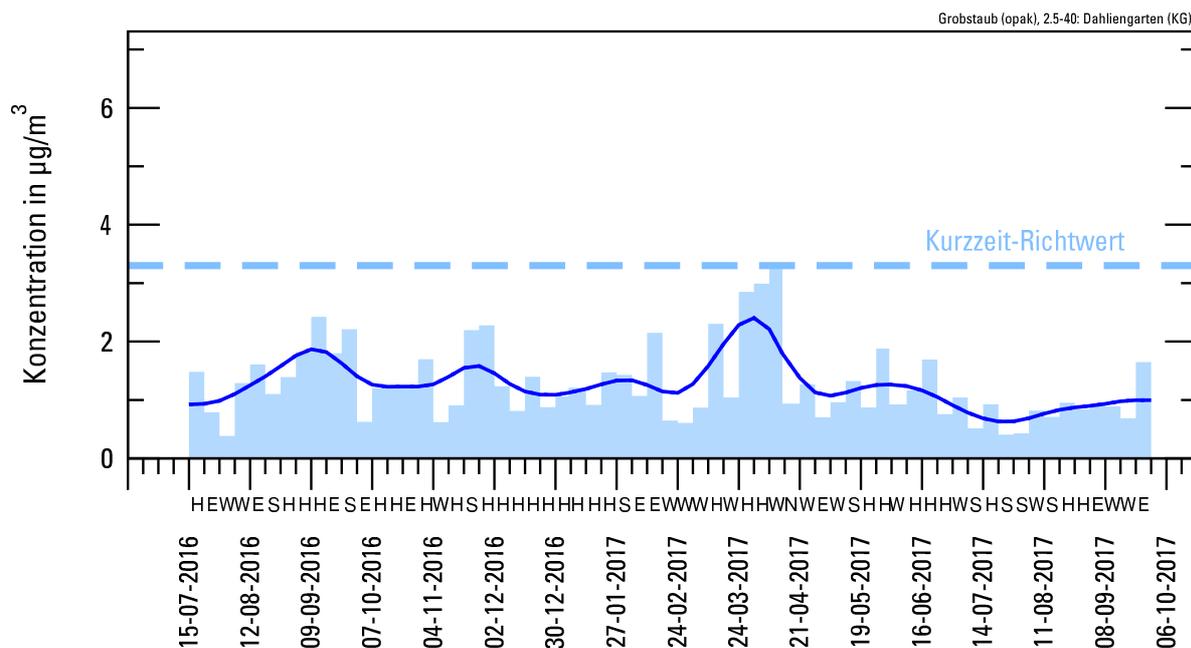


Abbildung 20 Jahresverlauf der opaken Grobstaub-Konzentration im Kurgebiet

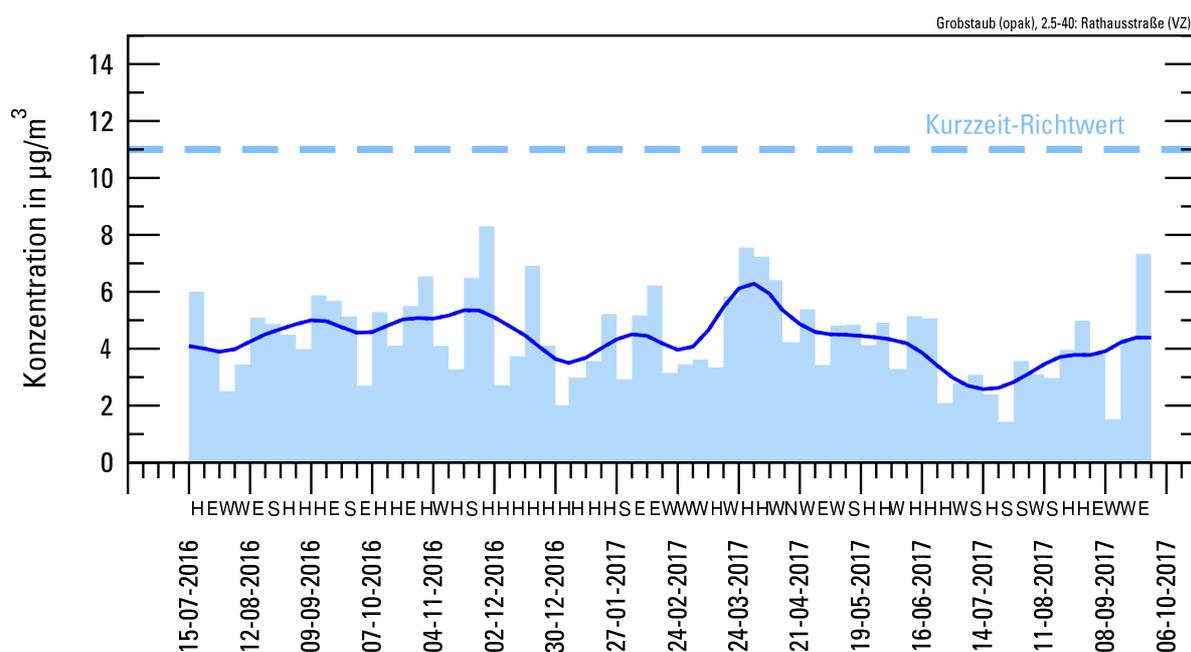


Abbildung 21 Jahresverlauf der opaken Grobstaub-Konzentration im Verkehrszentrum

Der Jahresverlauf der opaken Grobstaub-Konzentration ist dem der Grobstaub (gesamt)-Konzentration ähnlich, jedoch deutlich schwächer ausgeprägt: Höhere Werte im Spätsommer und Herbst 2016 und vor allem zu Beginn des Frühjahrs 2017 und niedrigere im Winter 2016/2017 sowie zeitweise zu Beginn des Sommers 2017. Es ist nicht auszuschließen, dass im Bereich des Kurgebiets der Verkehr, beispielsweise auf dem Dahliengeweg (Krankenhaus) und vor allem auf der Landstraße L 83, einen Beitrag zur Grobstaub (opak)-Belastung leistete.

Boxplot

Die mittleren Belastungsverhältnisse sind in der Abbildung 22 veranschaulicht. An beiden Probenahmestellen liegt der Mittelwert unterhalb des jeweiligen Langzeit-Richtwertes (Tabelle 1).

Im Verkehrszentrum liegt das 95 %-Vertrauensintervall ebenfalls unterhalb des entsprechenden Langzeit-Richtwertes. Somit ist eine Überschreitung des Langzeit-Richtwertes mit einer statistischen Wahrscheinlichkeit von über 97,5 % ausgeschlossen.

Im Kurgebiet hingegen befindet sich der dort gültige Langzeit-Richtwert schon innerhalb des 95 %-Vertrauensintervalls. Demnach ist dort eine Überschreitung des Langzeit-Richtwertes mit einer statistischen Wahrscheinlichkeit zwar von weniger als 97,5 %, aber mehr als 50 % ausgeschlossen.

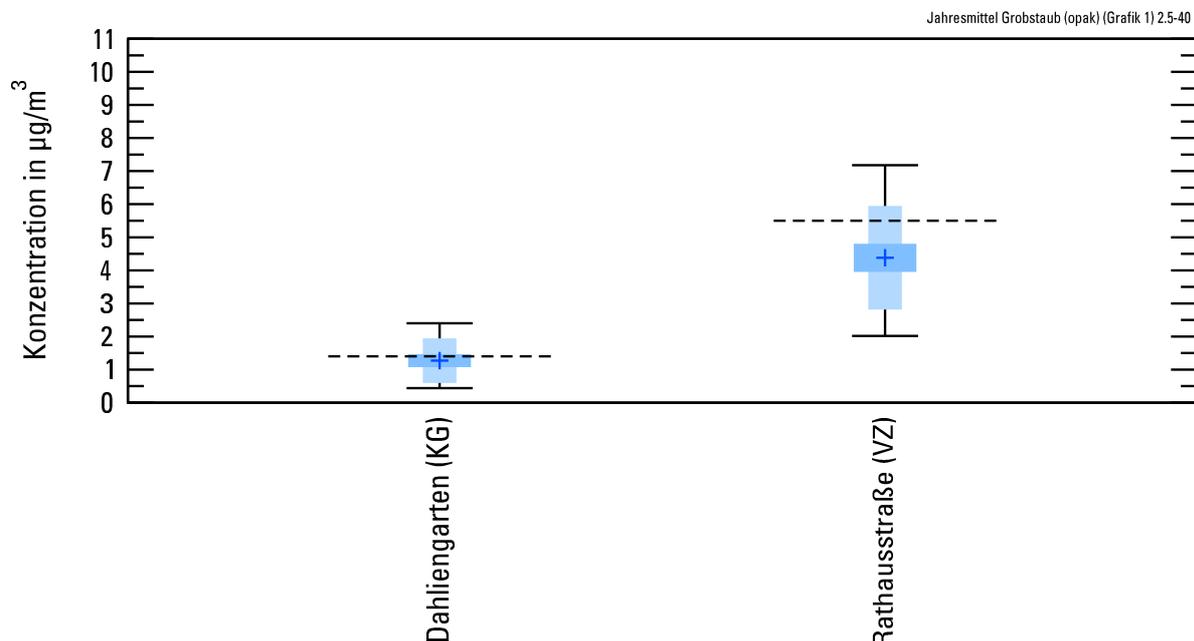


Abbildung 22 Immissions-Kenngrößen für Grobstaub (opak)
(gestrichelte horizontale Linien = Langzeit-Richtwerte)

Immissions-Kenngrößen

Die mittleren Belastungsverhältnisse bezogen auf den Gesamtzeitraum sind in der Tabelle A 17, für die Teilzeiträume (Winter- und Sommerhalbjahr) in Tabelle A 18 wiedergegeben. Am Verkehrszentrum wurde mit 4,38 µg/m³ eine um etwa das 3,5-fache, höhere Belastung gemessen

als im Kurgebiet. Damit wurde der entsprechende Langzeit-Richtwert zu 80 % ausgeschöpft. Im Kurgebiet lag die Belastung bei $1,27 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Damit wurde der dort geltende niedrigere Langzeit-Richtwert zu 90 % ausgeschöpft (Tabelle A 17).

Die Tabelle A 18 weist im Sommerhalbjahr für das Teilkollektiv der Hochdruckwetter- und Ostlagen leicht höhere Werte auf im Vergleich für das Gesamtkollektiv aller Wetterlagen. In dieser Jahreszeit wird die Mobilisierung der Partikel begünstigt. Auch im Winterhalbjahr wurden vergleichsweise höhere Konzentrationen während der Hochdruckwetter- und Ostlagen beobachtet, was vermutlich auf die höhere Belastung im Frühjahr 2017 zurückgeführt werden kann.

Vergleich mit anderen Kurorten

Der Vergleich mit anderen Kurorten in Deutschland ist in der Abbildung 23 wiedergegeben. Nur knapp 10 % aller Kurorte wiesen in der Repräsentanz „Verkehrszentrum“ eine höhere Belastung durch Grobstaub (opak) auf als Bad Neuenahr.

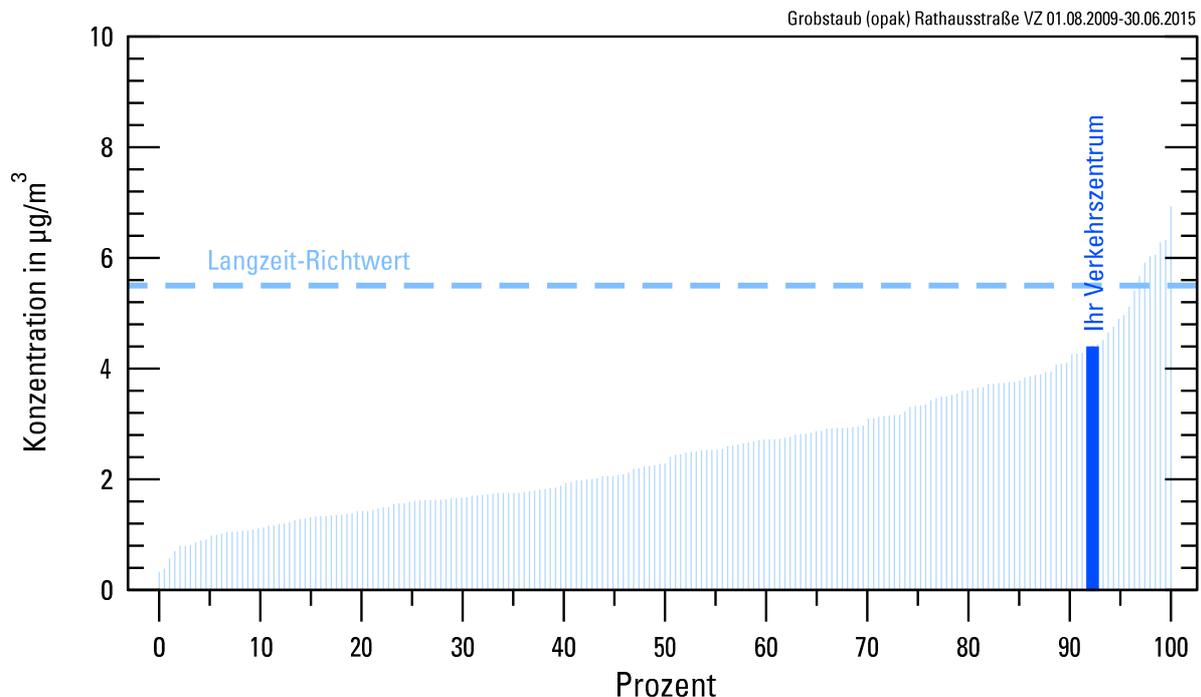


Abbildung 23 Vergleich mit anderen Kurorten für die opake Grobstaub-Belastung im Verkehrszentrum
Grundlage: Messungen in 200 deutschen Kurorten im Zeitraum 2009-2015

Größenverteilung

Die Abbildung 24 auf Seite 36 zeigt die Größenverteilung der opaken Grobstaubpartikel an den beiden Standorten „Dahliengarten“ und „Rathausstraße“ für die Repräsentanzen „Kurgebiet“ und „Verkehrszentrum“. Dabei sind die Partikeldurchmesser auf der waagerechten Achse im logarithmischen Maßstab aufgetragen.

Die charakteristischen Unterschiede sind deutlich zu erkennen: Ein markant ausgeprägtes Konzentrationsmaximum liegt am verkehrsbezogenen Standort bei einem Partikeldurchmesser oberhalb 10 μm . Diese Größe ist typisch für die Teilchen, die durch den Abrieb der Kfz-Reifen und des Straßenasphalts entstehen. An der Probenahmestelle „Dahliengarten“ (KG) ist das Konzentrationsniveau erwartungsgemäß deutlich niedriger. Höhere Konzentrationswerte liegen hier bei einem Partikeldurchmesser unterhalb 20 μm . Dies weist auf einen gewissen Verkehrseinfluss im näheren Umfeld der Messstelle „Dahliengarten“ hin. Die Partikelkonzentrationen mit einem Durchmesser unterhalb 5 μm stammen überwiegend aus den Heizungsemissionen.

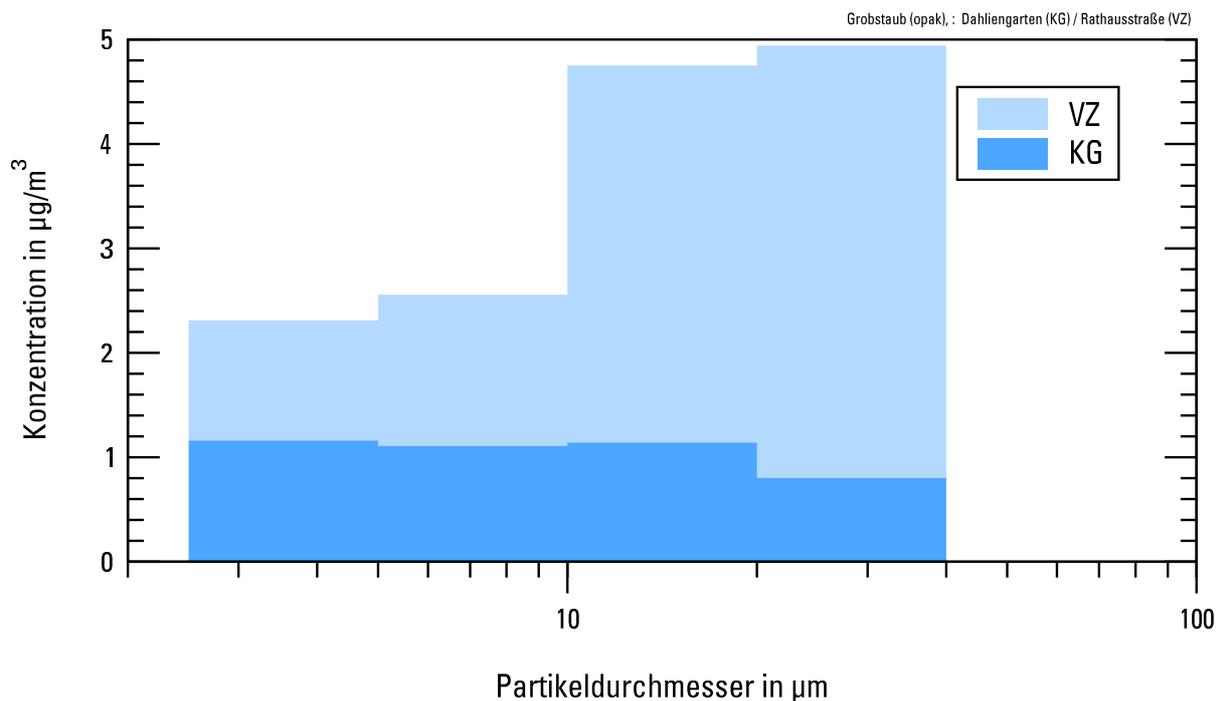


Abbildung 24 Größenverteilung der opaken Grobstaubpartikel in Bad Neuenahr an den beiden Standorten „Dahliengarten“ (KG) und „Rathausstraße“ (VZ)

Immissions-Witterungsrose

Die detaillierte Analyse der Windrichtungsabhängigkeit ist für das Kurgebiet in der Abbildung A 7 und für das Verkehrszentrum in der Abbildung A 8 dargestellt. Die Konzentrationen von opaken Grobstaubpartikeln waren in Bad Neuenahr an der verkehrsbezogenen Probenahmestelle „Rathausstraße“ während der Ostlagen und im Kurgebiet („Dahliengarten“) während der Hochdruckwetterlagen am höchsten. Die niedrigsten Belastungswerte wiesen im VZ die Süd- und Südwestlagen und im KG die Nordwestlage auf. Allerdings war dieser Witterungstyp während des gesamten Messzeitraums nur einmal vorherrschend, sodass daher die statistische Aussagekraft begrenzt ist.

Bei einer durchschnittlichen Häufigkeit der Witterungstypen (Bezugszeitraum 1981 – 2010) wären die über den gesamten Messzeitraum gemittelten Grobstaub (opak)-Konzentrationen im Kurgebiet um 4 % und im Verkehrszentrum um 3 % niedriger ausgefallen.

Pollen

Es gibt über 200.000 Pollen-produzierende Pflanzenarten, die sich in Baumpollen, Gräserpollen und Kräuterpollen einteilen lassen. Nach Schätzungen sind ca. 200 Pflanzenarten Allergie auslösend. Gräser bilden dabei eine der größten Pflanzenfamilien.

Jahresverlauf

Die Abbildung 25 zeigt den Verlauf der Pollen während der Messkampagne. Dabei wurden die Ergebnisse der wöchentlichen Probenahmen über beide Standorte gemittelt. Es wurden alle Pollen mit einem Durchmesser zwischen 20 µm und 60 µm unabhängig ihrer allergenen Wirkung erfasst.

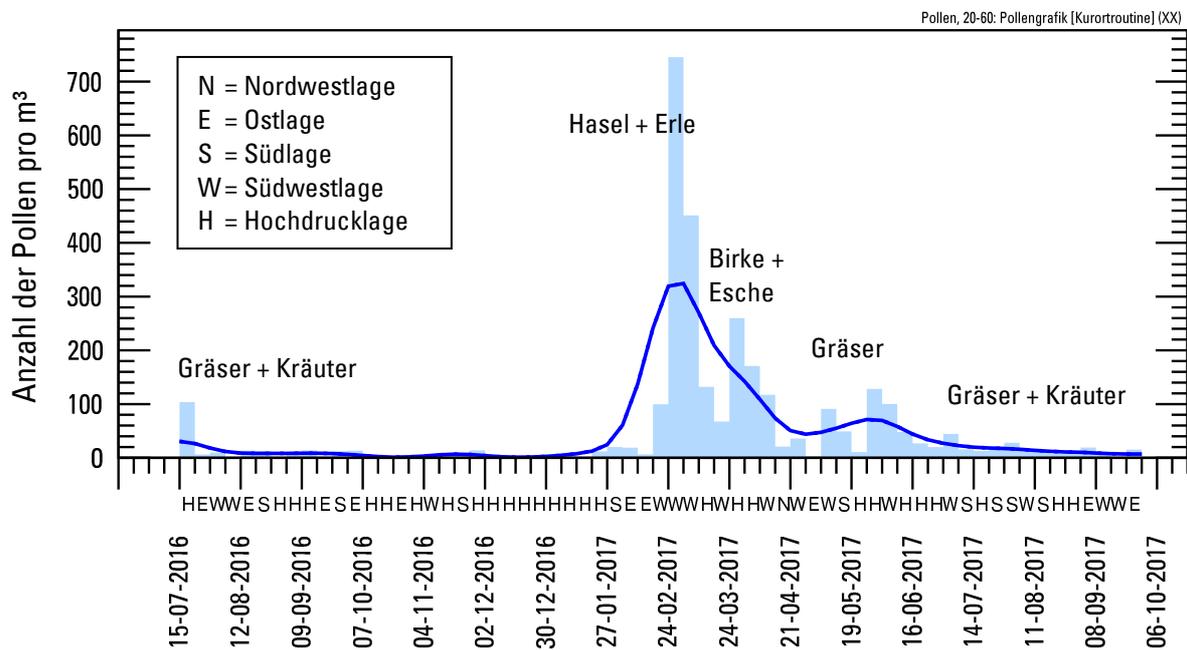


Abbildung 25 Jahreszeitlicher Verlauf der Pollen im Beurteilungsgebiet von Bad Neuenahr

Der Jahresverlauf wird im Wesentlichen geprägt von der Vegetationsentwicklung sowie vom aktuellen Wetterzustand. Für den Menschen relevant sind allerdings die allergenen Pollen (Hauptallergene), sodass im Folgenden nur noch auf diese eingegangen wird. Sie stehen stellvertretend für alle in der jeweiligen Jahreszeit blühenden Pflanzen. Zu den hauptallergenen Arten, wie sie von der Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst festgelegt wurden, gehören die Baumpollen der Hasel, Erle, Birke, Esche, Gräserpollen inklusive der Roggenpollen und die Kräuterpollen des Beifuß und der Ambrosia.

Zu Messbeginn, im Sommer 2016, blühten in Bad Neuenahr die Gräser. Zudem traten zusätzlich einzelne Kräuterpollen auf, wie z. B. Beifuß. Ansonsten war die Pollenkonzentration meist gering. In den Wintermonaten 2016/2017 wurden kaum Pollen beobachtet. Mitte Januar 2017 begannen Hasel und Erle zu blühen. Mitte März 2017 setzte zunehmend die Birken- und Eschenblüte ein und

ab Mai 2017 wurden erneut Gräserpollen beobachtet. Ein schwacher Pollenflug von Gräsern und einzelnen Kräutern dauerte ab Juli 2017 bis über das Messende hinaus an.

Die meisten Pollen wurden im Beurteilungsgebiet von Bad Neuenahr in der Probenahmewoche vom 24.02. bis 03.03.2017 während einer Südwestlage gezählt: Sie können überwiegend dem Zeitpunkt der Blüte von Hasel und Erle zugeordnet werden.

5. VERGLEICH INNERHALB DES KURGEBIETES

Während der Messreihe 2016/2017 wurde im Juni 2017 eine Sondermessstelle „**Kurpark**“ im östlichen Bereich des Kurparks eingerichtet und in Betrieb genommen. Die Messstelle „**Dahliengarten**“ im Kurgebiet liegt ca. 700 m in westlicher Richtung entfernt.

Für einen Vergleich der Komponenten Stickstoffdioxid und Grobstaub zwischen der Probenahmestelle im Kurgebiet und der Sondermessstelle liegen somit Daten vom 30.06.2017 bis 29.09.2017 vor (13 Probenahmewochen, siehe Tabelle 5 auf Seite 41 und Tabelle A 3 auf Seite 55). Die nachfolgende Kurzbetrachtung bezieht sich ausschließlich auf diesen Zeitraum. Die Grafiken verdeutlichen den Vergleich mit Stickstoffdioxid und Grobstaub (gesamt und opak) auf den Folgeseiten 41 und 42.

Stickstoffdioxid:

An der Probenahmestelle „Dahliengarten“ wurde ein Mittelwert von $11,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen. An der Sondermessstelle „Kurpark“ hingegen lag der mittlere Belastungswert bei $12,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Damit ist die Belastung durch Stickstoffdioxid im Bereich der Sondermessstelle während dieses Zeitraumes um ca. 12 % höher ausgefallen als an der Probenahmestelle „Dahliengarten“.

Grobstaub (gesamt):

Die Messungen ergaben, dass an der Sondermessstelle „Kurpark“ die Konzentrationswerte während dieser 13 Wochen häufig niedriger waren als an der Messstelle „Dahliengarten“. Durchschnittlich wurde im Bereich der Sondermessstelle „Kurpark“ ca. 8 % weniger Grobstaub (gesamt) erfasst. Der mittlere Grobstaub (gesamt)-Konzentrationswert lag im Kurgebiet „Dahliengarten“ bei $7,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und im Bereich der Sondermessstelle bei $7,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dabei konnten nur während dreier Probenahmewochen höhere Konzentrationen festgestellt werden (bis zu 40 %). Bei zehn Wochenproben hingegen lag die Abnahme gegenüber der Messstelle „Dahliengarten“ durchweg bei über 10 %.

Grobstaub (opak):

Der Vergleich des opaken Grobstaubs ähnelt dem des gesamten Grobstaubs. Dabei ist die Streuung der einzelnen Vergleichswerte mit ca. +50 % bis -75 % markanter ausgefallen. Der durchschnittliche Konzentrationswert betrug im Kurgebiet „Dahliengarten“ $0,83 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Im Bereich der Sondermessstelle „Kurpark“ lag der Mittelwert bei $0,69 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Somit war die Belastung an der Sondermessstelle im Vergleich zum Kurgebiet „Dahliengarten“ um ca. 17 % geringer. Eine mögliche Ursache könnte die größere Entfernung zum Krankenhaus (Parkplatz) und vor allem zur Landstraße L 83 (Ringener Str./Hardtstr.) sein.

Tabelle 5 Zusammenfassung der Messungen im Kurgebiet „Dahliengarten“ und im Bereich der Sondermessstelle „Kurpark“ während des Zeitraumes vom 30.06.2017 bis 29.09.2017

Bad Neuenahr											
Vergleich Kurgebiet "Dahliengarten" und Sondermessstelle "Kurpark"											
Messzeitraum 30.06.2017 bis 29.09.2017											
Auflegedat.	KW	Wetterlage	Stickstoffdioxid			Grobstaub (gesamt)			Grobstaub (opak)		
			KG µg/m ³	SO µg/m ³	mehr bzw. weniger im SO (%)	KG µg/m ³	SO µg/m ³	mehr bzw. weniger im SO (%)	KG µg/m ³	SO µg/m ³	mehr bzw. weniger im SO (%)
30. Jun 17	26	W	9,6	11,8	24%	9,8	7,9	-19%	1,04	0,78	-26%
07. Jul 17	27	S	10,7	11,3	5%	8,0	11,0	38%	0,51	0,77	49%
14. Jul 17	28	H	10,7	13,5	26%	8,9	7,6	-14%	0,93	0,42	-54%
21. Jul 17	29	S	9,0	9,1	1%	6,8	5,8	-14%	0,41	0,36	-11%
28. Jul 17	30	S	8,7	9,1	5%	7,8	6,9	-12%	0,43	0,63	48%
04. Aug 17	31	W	10,1	10,5	4%	5,8	4,7	-19%	0,82	0,28	-65%
11. Aug 17	32	S	10,1	12,4	22%	7,7	6,6	-14%	0,71	0,51	-28%
18. Aug 17	33	H	10,4	13,0	25%	8,7	7,1	-18%	0,95	0,64	-33%
25. Aug 17	34	H	14,1	14,3	1%	10,3	8,8	-14%	0,84	1,01	20%
01. Sep 17	35	E	12,8	13,8	8%	6,8	8,6	28%	0,94	0,86	-9%
08. Sep 17	36	W	7,9	8,5	8%	7,4	5,5	-25%	0,89	0,24	-73%
15. Sep 17	37	W	15,9	18,4	15%	4,5	4,8	7%	0,69	0,87	26%
22. Sep 17	38	E	16,7	19,4	16%	9,3	8,1	-13%	1,65	1,65	0%
Mittelwert			11,3	12,7	12%	7,8	7,2	-8%	0,83	0,69	-17%
Anzahl Wochenproben			13	13		13	13		13	13	

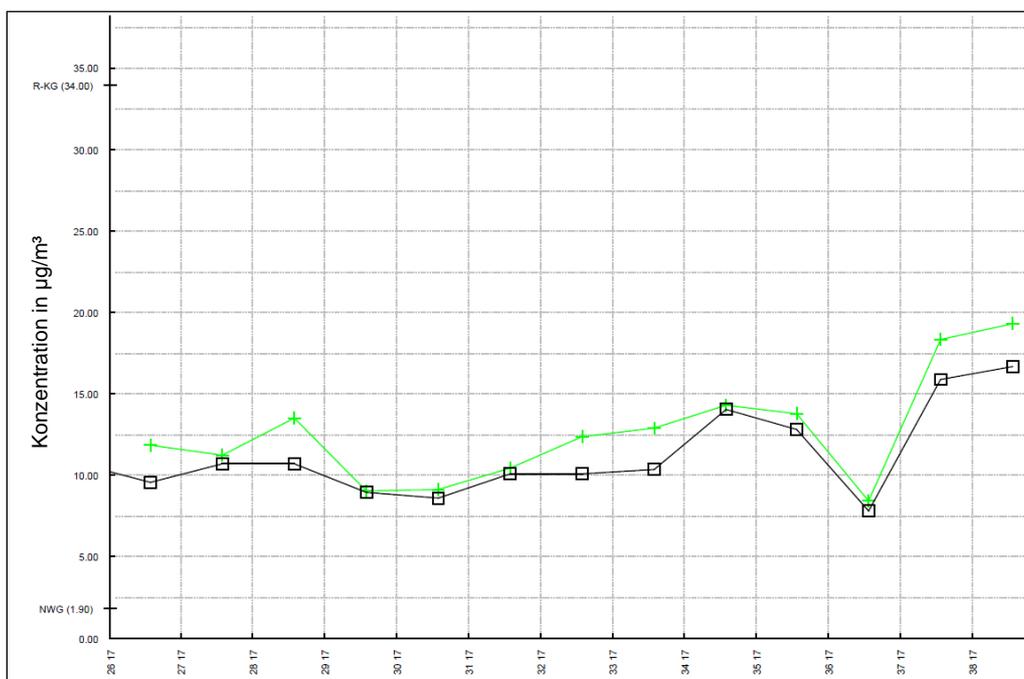


Abbildung 26 Verlauf der Stickstoffdioxid-Konzentration vom 30.06.2017 bis 29.09.2017 an der Messstelle „Dahliengarten“ im KG (schwarze Verbindungslinien) und an der Sondermessstelle „Kurpark“ (grüne Verbindungslinien)

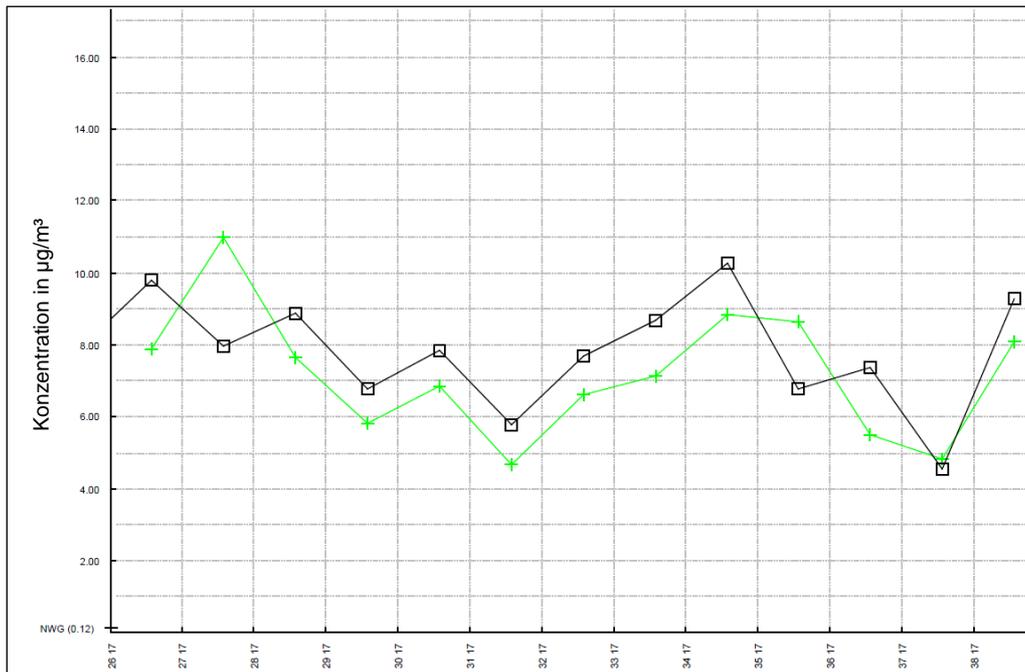


Abbildung 27 Verlauf der Grobstaub (gesamt)-Konzentration vom 30.06.2017 bis 29.09.2017 an der Messstelle „Dahliengarten“ im KG (schwarze Verbindungslinien) und an der Sondermessstelle „Kurpark“ (grüne Verbindungslinien)

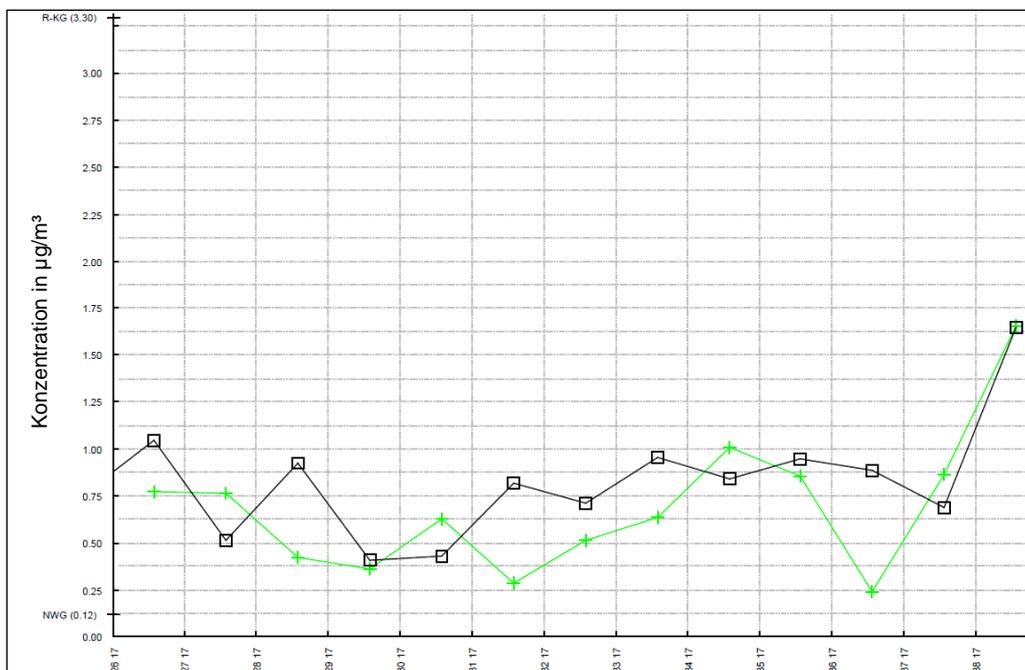


Abbildung 28 Verlauf der Grobstaub (opak)-Konzentration vom 30.06.2017 bis 29.09.2017 an der Messstelle „Dahliengarten“ im KG (schwarze Verbindungslinien) und an der Sondermessstelle „Kurpark“ (grüne Verbindungslinien)

6. VERGLEICH ZUR VORHERIGEN MESSKAMPAGNE

In der Abbildung 29 bis Abbildung 31 auf der Seite 46 sind die mittleren Konzentrationen des Grobstaubs (gesamt und opak) und des Stickstoffdioxids während der beiden Messkampagnen 2004/2005 und 2016/2017 einander gegenübergestellt. Feinstaub und Ruß im Feinstaub wurden während der Messkampagne 2004/2005 nicht gemessen. Die Probenahmegeräte im Verkehrszentrum befanden sich während der Messkampagne 2016/2017 nahezu an denselben Standorten, sodass die Ergebnisse gut miteinander vergleichbar sind. Die Probenahmestelle im Kurgebiet befand sich während der Messreihe 2004/2005 ca. 150 m nordwestlicher im Rosengarten. Daher sind Ergebnisse des Kurgebietes nur bedingt miteinander vergleichbar und es wird nur die Repräsentanz genannt:

- Kurgebiet
- Verkehrszentrum: Rathausstraße

Für den Vergleich von Grobstaub (gesamt und opak) wurden die Daten der vorherigen Messkampagne für den Größenbereich 2,5 µm bis 40 µm neu ausgewertet, da nach den damals gültigen Begriffsbestimmungen die Auswertung der Grobstaubpartikel für den Größenbereich 3 µm bis 48 µm erfolgte.

Ein Vergleich der beiden Messkampagnen zeigt, dass sich die Belastung durch Grobstaub (gesamt) an beiden Probenahmeorten verringert hat. Hingegen nahm die Belastung durch den opaken Grobstaub zu. Bei der Belastung durch Stickstoffdioxid traten an beiden Messstellen nahezu keine Veränderungen ein.

Einfluss der großräumigen Wetterlage

Inwieweit die Witterung für diese Trends ursächlich ist, soll anhand eines Vergleichs der Häufigkeit der Großwetterlagen untersucht werden.

Die Belastung durch Grobstaub (gesamt und opak) wird vor allem von den Witterungsbedingungen im Sommerhalbjahr, die Belastung durch Stickstoffdioxid vor allem durch die Witterungsbedingungen im Winterhalbjahr bestimmt. Daher erfolgt die Auswertung getrennt nach Sommerhalbjahr (April bis September) und Winterhalbjahr (Oktober bis März). Dabei werden die Wetterlagen eingeteilt in lufthygienisch günstige und lufthygienisch ungünstige Wetterlagen (Tabelle 2):

- Lufthygienisch günstige (austauschreiche) Wetterlagen sind Nordwest- und Südwestlagen.
- Lufthygienisch ungünstige (austauscharme) Wetterlagen sind Ost- und Hochdruckwetterlagen.

Häufigkeit der Großwetterlagen im Sommerhalbjahr

In Bezug auf die Grobstaub-Belastung

Während der Messkampagne 2004/2005 gab es 70 Tage mit Ost- und Hochdruckwetterlagen, während der Messkampagne 2016/2017 132 Tage, die erfahrungsgemäß die Aufwirbelung von Grobstaubpartikeln fördern. Südwest- und Nordwestlagen, die oft feuchte und staubarme Luft heranzuführen, traten während der Messkampagne 2004/2005 an 114 Tagen, während der Messkampagne 2016/2017 an 76 Tagen auf.

Das Häufigkeitsverhältnis von lufthygienisch ungünstigen zu lufthygienisch günstigen Großwetterlagen ist für

- die Messkampagne 2004/2005 0,61
- die Messkampagne 2016/2017 1,74.

Demnach war die Witterung im Sommerhalbjahr während der Messkampagne 2016/2017 lufthygienisch deutlich ungünstiger als während der Messkampagne 2004/2005. Somit kann der an beiden Probenahmestellen beobachtete Rückgang der Belastung durch Grobstaub (gesamt) witterungsbedingt nicht erklärt werden und muss andere Ursachen haben. Hingegen ist die Zunahme der Belastung durch den opaken Grobstaub an beiden Messstellen witterungsbedingt erklärbar. Zu beachten ist, dass die Grobstaub-Belastung im Winterhalbjahr im Vergleich zum Sommerhalbjahr höher war, was neben dem Verkehr vermutlich auf verstärkte Heizungsemissionen zurückzuführen ist und dass in den Vergleichszeiträumen die Messstelle Kurgebiet verschieden gelegen war.

Häufigkeit der Großwetterlagen im Winterhalbjahr

In Bezug auf die Stickstoffdioxid-Belastung

Während der Messkampagne 2004/2005 gab es 71 Tage mit Ost- und Hochdruckwetterlagen, während der Messkampagne 2016/2017 111 Tage, die auf Grund eingeschränkter Austauschbedingungen die Zunahme der Belastung durch Luftschadstoffe in den bodennahen Luftschichten fördern. Südwest- und Nordwestlagen, die erfahrungsgemäß ganzjährig für eine gute Durchmischung der bodennahen Luft sorgen, traten während der Messkampagne 2004/2005 an 93 Tagen, während der Messkampagne 2016/2017 an 47 Tagen auf.

Das Häufigkeitsverhältnis von lufthygienisch ungünstigen zu lufthygienisch günstigen Großwetterlagen ist für

- die Messkampagne 2004/2005 0,76
- die Messkampagne 2016/2017 2,36.

Die Witterung war im Winterhalbjahr während der Messkampagne 2016/2017 im Vergleich zu 2004/2005 lufthygienisch deutlich ungünstiger, sodass die gleichbleibende NO₂-Belastung witterungsbedingt nicht erklärbar ist und muss andere Ursachen haben. Mögliche Gründe können Erneuerungen der Heizungsanlagen mit verringerten Emissionen und die Veränderung der Fahrzeugflotte in der Bundesrepublik in den vergangenen Jahren sein. Es ist nicht auszuschließen, dass ein neu errichtetes Blockheizkraftwerk (Erdgas), unweit von der Messstelle im Kurgebiet gelegen, sogar eine Zunahme der Stickstoffdioxid-Belastung verhinderte. Zu beachten ist, dass in den Vergleichszeiträumen die Messstelle Kurgebiet verschieden gelegen war.

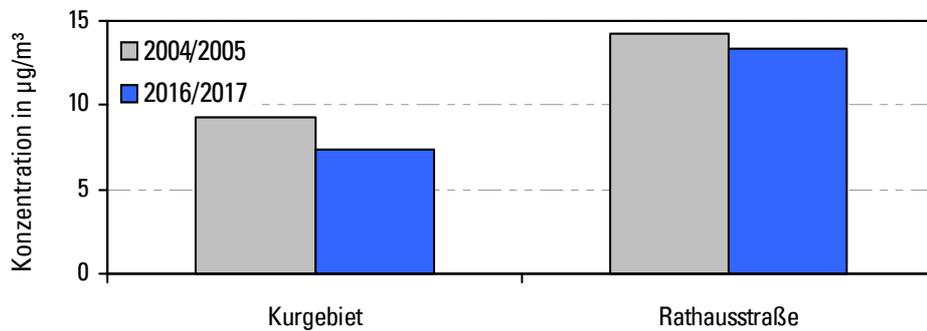


Abbildung 29 Vergleich der mittleren Grobstaub (gesamt)-Konzentration für die Messkampagne 2004/2005 und 2016/2017

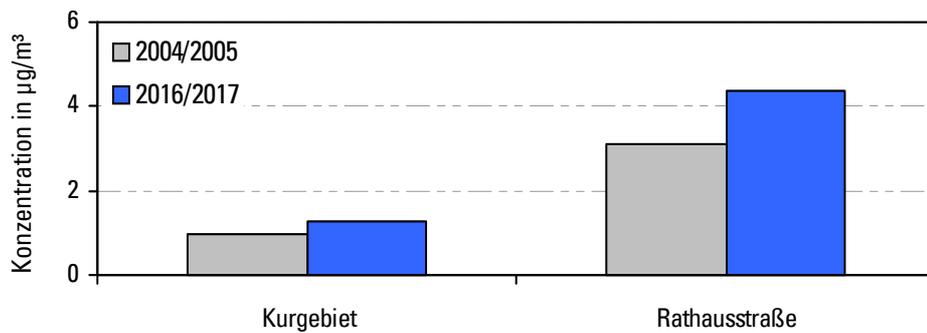


Abbildung 30 Vergleich der mittleren Grobstaub (opak)-Konzentration für die Messkampagne 2004/2005 und 2016/2017

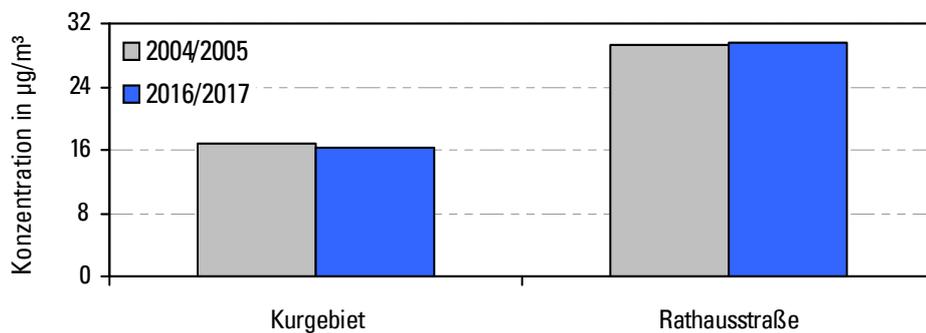


Abbildung 31 Vergleich der mittleren Stickstoffdioxid-Konzentration für die Messkampagne 2004/2005 und 2016/2017

7. GESAMTBEWERTUNG UND SCHLUSSFOLGERUNG

Die Jahresgänge der partikel- und gasförmigen Luftbeimengungen zeigten typische Unterschiede: Bei Feinstaub, Ruß im Feinstaub und Stickstoffdioxid wurden höhere Konzentrationen vor allem im Winter und bei austauscharmen Wetterlagen gemessen, bei Grobstaub vorwiegend im Sommer bei trocken-warmer Witterung. Bei Grobstaub (opak) wurden vor allem im Frühjahr höhere Werte beobachtet.

Am Verkehrszentrum waren die Jahresgänge von Stickstoffdioxid und Grobstaub (opak) infolge ganzjährig erhöhter verkehrsbedingter Immissionen weniger stark ausgeprägt. Grobstaub (opak) ist vor allem im KG deutlich erhöht, was auch dort mit auf den Verkehr (Reifen- und Bremsabrieb) in der unmittelbaren Umgebung zurückgeführt werden kann. Dort lag der Anteil opaker Partikel an der Grobstaub (gesamt)-Konzentration bei über 15 %. Erwartungsgemäß war im Verkehrszentrum dieser Anteil mit knapp 35 % höher. Neben dem Verkehr ist die Luftschadstoff-Belastung vor allem auf die örtlichen Emittenten (z.B. Heizungen insbesondere im Winterhalbjahr) zurückzuführen.

Tabelle 6 Zusammenfassung der Überschreitungshäufigkeiten des Kurzzeit-Richtwertes und der Ausschöpfungsgrade hinsichtlich des Langzeit-Richtwertes

Bewertungstabelle für Bad Neuenahr		
Anzahl der Kurzzeit-Richtwert-Überschreitungen		
Messstellenbezeichnung	Dahliengarten	Rathausstraße
Repräsentanz	KG	VZ
Stickstoffdioxid	2	2
Feinstaub	*	1
Ruß im Feinstaub	*	0
Grobstaub gesamt	0	0
Grobstaub opak	1	0
Ausschöpfungsgrad zum Langzeit-Richtwert in %		
Messstellenbezeichnung	Dahliengarten	Rathausstraße
Repräsentanz	KG	VZ
Stickstoffdioxid	82	92
Feinstaub	*	50
Ruß im Feinstaub	*	47
Grobstaub gesamt	57	48
Grobstaub opak	90	80
* = keine Erhebung		

erlaubt ■

unzulässig ■

äußerst gering ■ ≤ 25 %

gering ■ 25-35 %

normal ■ 35-65 %

leicht erhöht ■ 65-80 %

deutlich erhöht ■ 80-100 %

unzulässig hoch ■ > 100 %

In Tabelle 6 sind für alle untersuchten Luftbeimengungen je Messstelle die Überschreitungshäufigkeiten der jeweiligen Kurzzeit-Richtwerte (Tabelle 1) sowie die Ausschöpfungsgrade der

entsprechenden Langzeit-Richtwerte (Tabelle 1) zusammengefasst. Dabei erfolgt die Bewertung der Luftqualität bezogen auf den Ausschöpfungsgrad in 6 Stufen, von äußerst gering (Ausschöpfung $\leq 25\%$) bis unzulässig hoch (Ausschöpfung $> 100\%$).

Im gesamten Messzeitraum kam es zu Überschreitungen des jeweiligen Kurzzeit-Richtwertes: Bei Stickstoffdioxid an den Probenahmeorten Kurgebiet („Dahliengarten“) und Verkehrszentrum („Rathausstraße“) jeweils zweimal, bei Grobstaub (opak) im Kurgebiet und bei Feinstaub im Verkehrszentrum jeweils einmal (Tabelle 6). Bis zu drei Überschreitungen sind gemäß den Begriffsbestimmungen für alle untersuchten Luftbeimengungen und an jeder Messstelle erlaubt.

Die mittleren Belastungswerte der einzelnen Luftschadstoffe haben den jeweiligen Langzeit-Richtwert nicht erreicht. Die Belastung durch den gesamten Grobstaub liegt an beiden Messstellen und durch Feinstaub sowie Ruß im Feinstaub (beides VZ) im normalen und kurortüblichen Bereich. Auch bei Grobstaub (opak) ist die Belastung im Verkehrszentrum leicht und im Kurgebiet deutlich erhöht. In Bad Neuenahr zeigt sich, dass der Verkehr einen großen Einfluss auf die Luftqualität hat. So ist die NO_2 -Belastung an beiden Probenahmestellen deutlich erhöht. Es ist zu hoffen, dass mit der Fertigstellung der Umgehungsstraße im nördlichen Stadtbereich zur Entlastung der Heerstraße eine Reduzierung der Stickstoffdioxid-Belastung in Bad Neuenahr eintreten wird.

Maßnahmen zur nachhaltigen Qualitätssicherung

Folgende Maßnahmen könnten die lufthygienische Situation im Beurteilungsgebiet von Bad Neuenahr verbessern und somit zu einer nachhaltigen Qualitätssicherung des Prädikates „Heilbad“ beitragen:

- Bürgerinformation und Aufklärung zum Thema Energieeinsparung im Alltag (Tipps und Informationen finden Sie z. B. auf www.umweltbundesamt.de, www.energiewende.baden-wuerttemberg.de)
- Eine wichtige Maßnahme wird mit der Fertigstellung der „Nordumfahrung“ zur Entlastung der Heerstraße umgesetzt. Im innerstädtischen Bereich von Bad Neuenahr können zur Reduzierung der Belastung durch Grobstaub (opak) und NO_2 weitere politische Entscheidungen beitragen, wie zum Beispiel:

Maßnahmen zur Verkehrslenkung:

- Ausweitung der zeitweiligen Begrenzung des Schwerlastverkehr auf ganz Bad Neuenahr mit Ausnahme der Industriegebiete
- Ausweitung der Tempolimits auch auf Ausfall-, Durchgangs- und Bundesstraßen

- Vermeidung des Stop-and-Go-Verkehrs
- Verstärkte Nutzung umwelt- und energiefreundlicher Fahrzeuge im öffentlichen Nahverkehr sowie der Stadt eigenen Kraftfahrzeuge
- Weiterer Ausbau des ÖPNV
- Vermehrte Nutzung umweltfreundlicher (auch alternativer) Energiequellen und Förderung entsprechender Projekte
- Weitere Möglichkeiten zur Errichtung von energiefreundlicheren Heizungsangeboten wie Nah- oder Fernwärme nutzen, mit dem Ziel, Stickstoffdioxid-Emissionen weiter zu reduzieren (zum Beispiel auch als Projekt mit umliegenden Städten und Gemeinden)
- Regelmäßige Überprüfung der Heizungsanlagen der Gewerbebetriebe und privaten Haushalte auf Stickoxid-, Feinstaub- und Ruß-Emissionen. Sofern sie nicht den neuesten gesetzlichen Bestimmungen entsprechen, ist eine zeitnahe Umrüstung bzw. ein Austausch erforderlich, deren Umsetzung durch die Stadt Bad Neuenahr-Ahrweiler konsequent verfolgt und überwacht werden sollte.

ANHANG

MESSWERTETABELLEN	51
ERGÄNZENDE TABELLEN UND ABBILDUNGEN ZU STICKSTOFFDIOXID	55
ERGÄNZENDE TABELLEN UND ABBILDUNGEN ZU FEINSTAUB	58
ERGÄNZENDE TABELLEN UND ABBILDUNGEN ZU RUß IM FEINSTAUB	60
ERGÄNZENDE TABELLEN UND ABBILDUNGEN ZU GROBSTAUB	
– GESAMT –	62
– OPAK –	64

Messwertetabellen

Tabelle A 1 Mittlere wöchentliche Immissionsbelastung in Bad Neuenahr an der Probenahmestelle KG: Dahliengarten; WT = Witterungstyp (siehe Tabelle 2); fett gedruckter Wert = Ausreißer; fehlender Wert = keine auswertbare Probe; * = Messwert unterhalb der Nachweisgrenze (NWG) = 1/2 NWG-Wert

Probenahmezeitraum	WT	Stickstoffdioxid (µg/m³)	Grobstaub (µg/m³)	
			gesamt	„opak“
15.07.16-22.07.16	H	12,28	9,14	1,48
22.07.16-29.07.16	E	5,67	7,16	0,79
29.07.16-05.08.16	W	7,44	3,83	0,38
05.08.16-12.08.16	W	8,19	6,52	1,29
12.08.16-19.08.16	E	10,99	9,55	1,61
19.08.16-26.08.16	S	11,62	10,38	1,10
26.08.16-02.09.16	H	14,54	12,93	1,39
02.09.16-09.09.16	H	13,47	8,38	1,82
09.09.16-16.09.16	H	22,09	17,28	2,42
16.09.16-23.09.16	E	21,94	9,33	1,80
23.09.16-30.09.16	S	20,92	11,54	2,21
30.09.16-07.10.16	E	16,86	3,34	0,62
07.10.16-14.10.16	H	21,09	4,31	1,20
14.10.16-21.10.16	H	19,77	4,69	1,21
21.10.16-28.10.16	E	18,23	4,11	1,24
28.10.16-04.11.16	H	19,15	5,46	1,70
04.11.16-11.11.16	W	21,11	3,14	0,62
11.11.16-18.11.16	H	21,07	4,07	0,91
18.11.16-25.11.16	S	21,35	7,30	2,20
25.11.16-02.12.16	H	38,14	7,31	2,28
02.12.16-09.12.16	H	33,40	4,17	1,24
09.12.16-16.12.16	H	24,78	2,88	0,81
16.12.16-23.12.16	H	21,83	5,09	1,40
23.12.16-30.12.16	H	16,68	2,37	0,88
30.12.16-05.01.17	H	23,91	2,45	1,06
05.01.17-13.01.17	H	27,80	3,31	1,21
13.01.17-20.01.17	H	31,38	2,99	0,92
20.01.17-27.01.17	H	36,12	6,27	1,47
27.01.17-03.02.17	S	32,62	5,31	1,43
03.02.17-10.02.17	E	22,86	4,72	1,07
10.02.17-17.02.17	E	26,88	8,22	2,15
17.02.17-24.02.17	W	13,23	2,75	0,65
24.02.17-03.03.17	W	11,21	5,80	0,61
03.03.17-10.03.17	W	13,20	7,37	0,87
10.03.17-17.03.17	H	24,75	7,61	2,30
17.03.17-24.03.17	W	11,63	4,63	1,04
24.03.17-31.03.17	H	15,66	12,70	2,85
31.03.17-07.04.17	H	16,59	13,09	2,99
07.04.17-13.04.17	W	15,92	15,27	3,31
13.04.17-21.04.17	N	12,92	6,60	0,94
21.04.17-28.04.17	W	10,19	7,84	1,27
28.04.17-05.05.17	E	11,37	7,27	0,70
05.05.17-12.05.17	W	14,10	8,67	0,96
12.05.17-19.05.17	S	14,72	10,73	1,33

Probenahme- zeitraum	WT	Stickstoffdioxid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Grobstaub ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
			gesamt	„opak“
19.05.17-26.05.17	H	9,29	9,50	0,87
26.05.17-01.06.17	H	13,35	10,20	1,88
01.06.17-09.06.17	W	9,68	7,01	0,92
09.06.17-16.06.17	H	7,44	7,84	1,16
16.06.17-23.06.17	H	5,94	15,46	1,69
23.06.17-30.06.17	H	10,73	7,94	0,76
30.06.17-07.07.17	W	9,59	9,78	1,04
07.07.17-14.07.17	S	10,74	7,97	0,51
14.07.17-21.07.17	H	10,71	8,89	0,93
21.07.17-28.07.17	S	8,98	6,78	0,41
28.07.17-04.08.17	S	8,67	7,83	0,43
04.08.17-11.08.17	W	10,09	5,80	0,82
11.08.17-18.08.17	S	10,13	7,67	0,71
18.08.17-25.08.17	H	10,38	8,68	0,95
25.08.17-01.09.17	H	14,11	10,25	0,84
01.09.17-08.09.17	E	12,80	6,76	0,94
08.09.17-15.09.17	W	7,85	7,36	0,89
15.09.17-22.09.17	W	15,94	4,53	0,69
22.09.17-29.09.17	E	16,66	9,29	1,65

Tabelle A 2 Mittlere wöchentliche Immissionsbelastung in Bad Neuenahr an der Probenahmestelle VZ: Rathausstraße; WT = Witterungstyp (siehe Tabelle 2); fett gedruckter Wert = Ausreißer; fehlender Wert = keine auswertbare Probe; * = Messwert unterhalb der Nachweisgrenze (NWG) = 1/2 NWG-Wert

Probenahmezeitraum	WT	Stickstoffdioxid (µg/m³)	Feinstaub (PM _{2,5}) (µg/m³)		Grobstaub (µg/m³)	
			gesamt	Ruß	gesamt	„opak“
15.07.16-22.07.16	H	27,67	7,30	0,63	14,89	6,01
22.07.16-29.07.16	E	6,96	11,55	0,62	13,68	3,95
29.07.16-05.08.16	W	21,10			7,42	2,50
05.08.16-12.08.16	W	18,86	1,73	0,45	11,78	3,44
12.08.16-19.08.16	E	24,44	6,02	0,62	18,36	5,09
19.08.16-26.08.16	S	25,12	3,96	0,55	13,95	4,87
26.08.16-02.09.16	H	32,85	9,81	0,71	20,70	4,49
02.09.16-09.09.16	H	28,50	5,11	0,67	14,05	3,99
09.09.16-16.09.16	H	47,62	9,80	0,96	21,27	5,88
16.09.16-23.09.16	E	39,38	8,70	0,78	16,55	5,68
23.09.16-30.09.16	S	36,24	4,25	0,69	16,98	5,14
30.09.16-07.10.16	E	25,27	4,62	0,68	7,37	2,70
07.10.16-14.10.16	H	34,55	8,07	0,96	10,98	5,29
14.10.16-21.10.16	H	31,62	9,46	1,02	10,00	4,10
21.10.16-28.10.16	E	31,32	17,66	1,36	10,60	5,50
28.10.16-04.11.16	H	33,33	7,76	1,18	11,94	6,54
04.11.16-11.11.16	W	37,39	9,03	0,91	8,91	4,10
11.11.16-18.11.16	H	32,73	13,75	1,03	7,62	3,28
18.11.16-25.11.16	S	39,37	7,25	1,14	13,82	6,48
25.11.16-02.12.16	H	47,60	17,03	1,69	15,68	8,30
02.12.16-09.12.16	H	46,86	19,29	1,84	6,86	2,72
09.12.16-16.12.16	H	34,52	13,21	1,24	9,12	3,74
16.12.16-23.12.16	H	37,49	17,02	1,36	12,68	6,91
23.12.16-30.12.16	H	27,06	11,47	0,99	7,70	4,11
30.12.16-05.01.17	H	32,60	17,05	1,17	7,82	2,01
05.01.17-13.01.17	H	38,64	10,71	1,13	10,22	2,98
13.01.17-20.01.17	H	45,28	13,96	1,41	13,20	3,57
20.01.17-27.01.17	H	52,02	35,09	1,91	30,27	5,22
27.01.17-03.02.17	S	50,55	19,00	1,23	12,96	2,92
03.02.17-10.02.17	E	35,86	19,30	1,22	16,15	5,17
10.02.17-17.02.17	E	40,08	30,29	1,87	17,89	6,22
17.02.17-24.02.17	W	24,42	6,19	0,63	8,93	3,15
24.02.17-03.03.17	W	21,57	3,24	0,42	9,90	3,46
03.03.17-10.03.17	W	27,78	5,15	0,56	9,06	3,62
10.03.17-17.03.17	H	32,89	14,05	0,97	10,81	3,35
17.03.17-24.03.17	W	25,11	6,22	0,52	14,58	5,84
24.03.17-31.03.17	H	35,38	6,81	0,77	23,24	7,55
31.03.17-07.04.17	H	31,01	15,53	0,65	22,38	7,23
07.04.17-13.04.17	W	33,11	15,14	0,67	23,98	6,41
13.04.17-21.04.17	N	22,52	9,72	0,46	11,71	4,23
21.04.17-28.04.17	W	23,59	7,34	0,54	14,68	5,39
28.04.17-05.05.17	E	25,35	8,91	0,60	11,33	3,43
05.05.17-12.05.17	W	27,14	11,92	0,55	11,87	4,81
12.05.17-19.05.17	S	29,45	8,33	0,55	18,11	4,84
19.05.17-26.05.17	H	23,20	4,98	0,46	17,38	4,13

Probenahme- zeitraum	WT	Stickstoffdioxid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Feinstaub ($\text{PM}_{2,5}$) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Grobstaub ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
			gesamt	Ruß	gesamt	„opak“
26.05.17-01.06.17	H	29,53			15,02	4,92
26.05.17-02.06.17	H		9,21	0,48		
01.06.17-09.06.17	W	19,87	4,14	0,32	10,54	3,29
09.06.17-16.06.17	H	19,89	6,39	0,46	14,15	5,14
16.06.17-23.06.17	H	25,38	5,60	0,54	20,93	5,07
23.06.17-30.06.17	H	20,36	6,80	0,43	11,50	2,09
30.06.17-07.07.17	W	20,53	7,09	0,41	13,16	2,78
07.07.17-14.07.17	S	21,37	9,78	0,42	12,42	3,09
14.07.17-21.07.17	H	22,79	7,59	0,43	14,43	2,39
21.07.17-28.07.17	S	18,79	4,81	0,34	7,54	1,43
28.07.17-04.08.17	S	18,46	5,69	0,45	13,67	3,57
04.08.17-11.08.17	W	21,74	5,79	0,46	9,41	3,10
11.08.17-18.08.17	S	25,21	5,95	0,58	9,91	2,97
18.08.17-25.08.17	H	25,90	5,34	0,54	12,76	3,95
25.08.17-01.09.17	H	28,41	11,40	0,71	16,71	4,99
01.09.17-08.09.17	E	23,72	5,96	0,48	10,43	3,80
08.09.17-15.09.17	W	14,80	2,71	0,25	6,75	1,52
15.09.17-22.09.17	W	30,57	6,25	0,70	9,85	4,37
22.09.17-29.09.17	E	29,61	12,51	0,97	16,11	7,33

**Tabelle A 3 Mittlere wöchentliche Immissionsbelastung in Bad Neuenahr an der Probenahmestelle Sondermessstelle (SO): Kurpark;
WT = Witterungstyp (siehe Tabelle 2);
fett gedruckter Wert = Ausreißer; fehlender Wert = keine auswertbare Probe;
* = Messwert unterhalb der Nachweisgrenze (NWG) = 1/2 NWG-Wert**

Probenahmezeitraum	WT	Stickstoffdioxid (µg/m³)	Grobstaub (µg/m³)	
			gesamt	„opak“
30.06.17-07.07.17	W	11,85	7,89	0,78
07.07.17-14.07.17	S	11,29	10,99	0,77
14.07.17-21.07.17	H	13,51	7,63	0,42
21.07.17-28.07.17	S	9,07	5,80	0,36
28.07.17-04.08.17	S	9,12	6,86	0,63
04.08.17-11.08.17	W	10,48	4,68	0,28
11.08.17-18.08.17	S	12,36	6,60	0,51
18.08.17-25.08.17	H	12,95	7,11	0,64
25.08.17-01.09.17	H	14,30	8,83	1,01
01.09.17-08.09.17	E	13,83	8,65	0,86
08.09.17-15.09.17	W	8,46	5,51	0,24
15.09.17-22.09.17	W	18,38	4,83	0,87
22.09.17-29.09.17	E	19,37	8,07	1,65

Ergänzende Tabellen und Abbildungen zu Stickstoffdioxid

Tabelle A 4 Immissionswert-Überschreitungen der Stickstoffdioxid-Konzentration
grau hinterlegte Werte = Überschreitungshäufigkeit der Kurzzeit-Richtwerte
rot hinterlegte Werte = gemäß den Begriffsbestimmungen unzulässig hohe Werte

Schwellenwerte in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PZ ge- samt	< 1,9	> 5	> 10	> 15	> 20	> 25	> 30	> 34	> 40	> 50
Dahliengarten (KG)	63	0	63	52	29	19	7	5	2	0	0
Rathausstraße (VZ)	63	0	63	62	61	56	43	27	17	7	2

Tabelle A 5 Immissions-Kenngrößen der Stickstoffdioxid-Konzentration im Gesamtzeitraum
PZ = Anzahl der Proben; MW = Mittelwert des Datenkollektivs; AG = Ausschöpfungsgrad,
 σ = Standardabweichung; 95 %-VI = 95 %-Vertrauensintervall

Probenahmestellen	Immissions-Kenngrößen Gesamtzeitraum				
	PZ	MW $\mu\text{g}/\text{m}^3$	σ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95 %-VI $\mu\text{g}/\text{m}^3$	AG %
Dahliengarten (KG)	63	16,4	$\pm 7,6$	$\pm 1,9$	82
Rathausstraße (VZ)	63	29,6	$\pm 7,0$	$\pm 2,3$	92

Tabelle A 6 Immissions-Kenngrößen der Stickstoffdioxid-Konzentration in Teilzeiträumen
PZ = Anzahl der Proben; MW = Mittelwert des Datenkollektivs; AG = Ausschöpfungsgrad

Probenahmestellen	Immissions-Kenngrößen					
	Alle Wetterlagen			H- und Ostlagen		
	PZ	MW $\mu\text{g}/\text{m}^3$	AG %	PZ	MW $\mu\text{g}/\text{m}^3$	AG %
	Winterhalbjahr (01.10. - 31.03.)					
Dahliengarten (KG)	26	22,5	112	19	24,2	121
Rathausstraße (VZ)	26	35,7	111	19	36,9	115
	Sommerhalbjahr (01.04. - 30.09.)					
Dahliengarten (KG)	37	12,1	61	19	12,7	63
Rathausstraße (VZ)	37	25,3	79	19	26,7	83

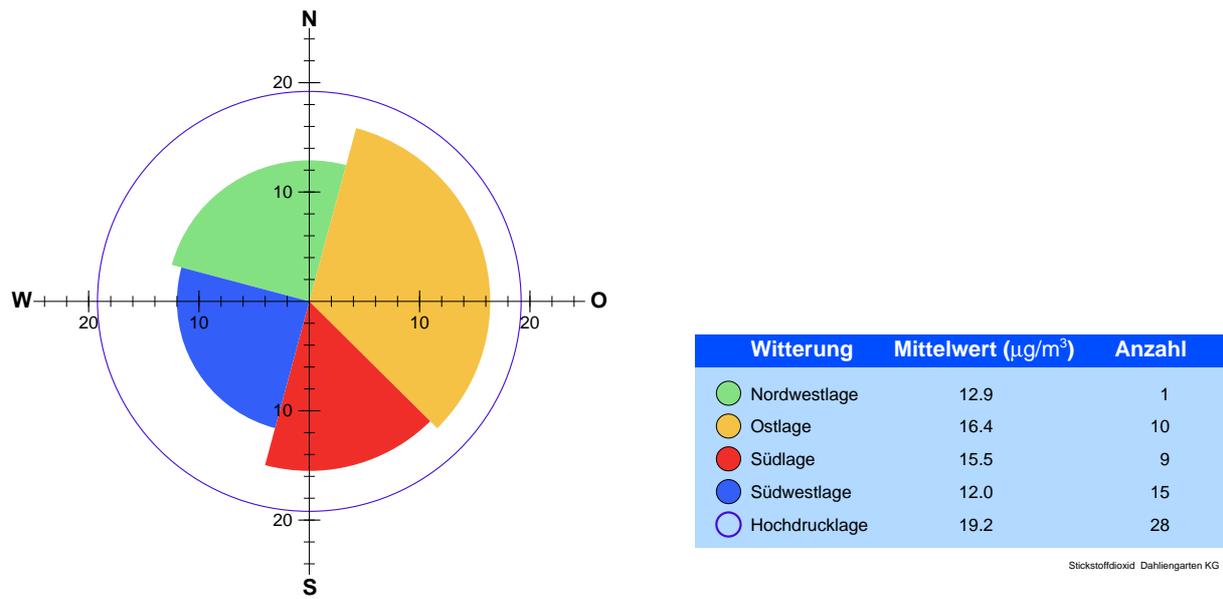


Abbildung A 1 Immissions-Witterungsrose der Stickstoffdioxid-Konzentration im Kurgebiet

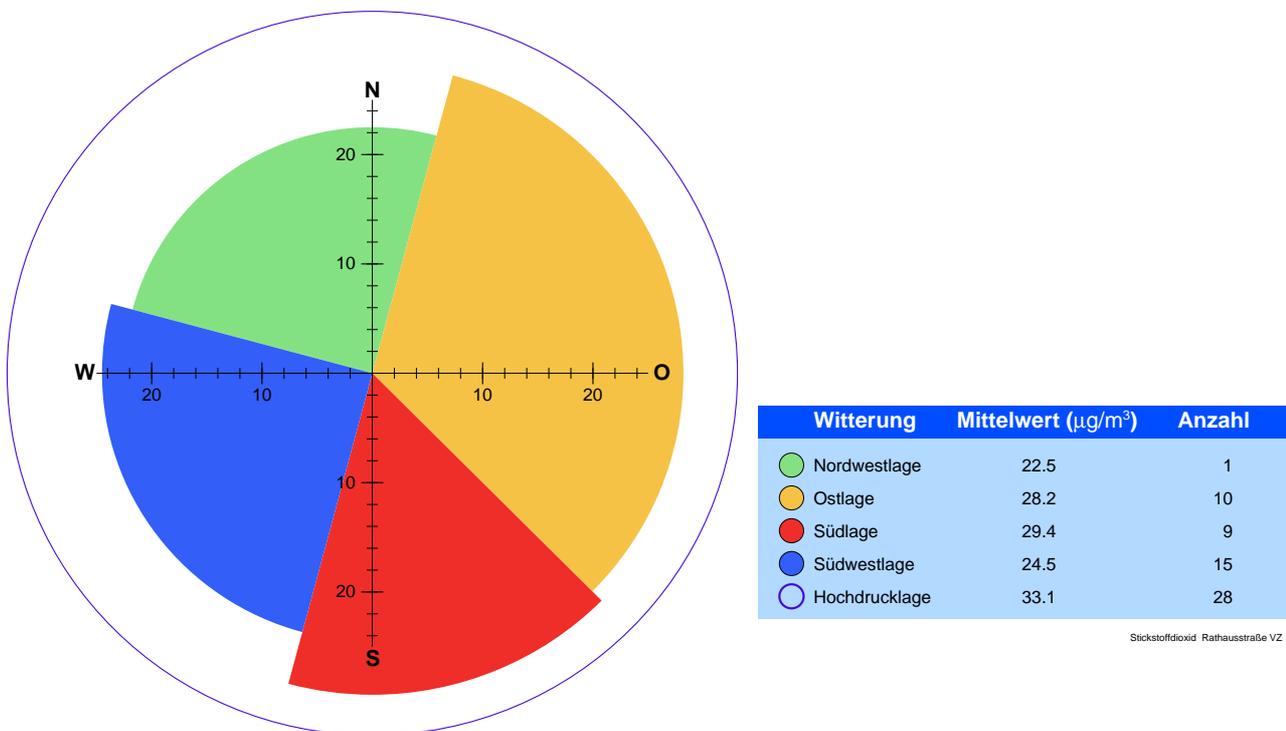


Abbildung A 2 Immissions-Witterungsrose der Stickstoffdioxid-Konzentration im Verkehrszentrum

Ergänzende Tabellen und Abbildungen zu Feinstaub

Tabelle A 7 Immissionswert-Überschreitungen der Feinstaub-Konzentration
grau hinterlegte Werte = Überschreitungshäufigkeit der Kurzzeit-Richtwerte
rot hinterlegte Werte = gemäß den Begriffsbestimmungen unzulässig hohe Werte

Schwellenwerte in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PZ ge- samt	< 0,49	> 2,5	> 5	> 10	> 15	> 20	> 25	> 30	> 35	> 40
Rathausstraße (VZ)	62	0	61	53	21	11	2	2	2	1	0

Tabelle A 8 Immissions-Kenngrößen der Feinstaub-Konzentration im Gesamtzeitraum
PZ = Anzahl der Proben; MW = Mittelwert des Datenkollektivs; AG = Ausschöpfungsgrad,
 σ = Standardabweichung; 95 %-VI = 95 %-Vertrauensintervall

Probenahmestellen	Immissions-Kenngrößen Gesamtzeitraum				
	PZ	MW $\mu\text{g}/\text{m}^3$	σ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95 %-VI $\mu\text{g}/\text{m}^3$	AG %
Rathausstraße (VZ)	62	9,9	$\pm 6,1$	$\pm 1,6$	50

Tabelle A 9 Immissions-Kenngrößen der Feinstaub-Konzentration in Teilzeiträumen
PZ = Anzahl der Proben; MW = Mittelwert des Datenkollektivs; AG = Ausschöpfungsgrad

Probenahmestellen	Immissions-Kenngrößen					
	Alle Wetterlagen			H- und Ostlagen		
	PZ	MW $\mu\text{g}/\text{m}^3$	AG %	PZ	MW $\mu\text{g}/\text{m}^3$	AG %
	Winterhalbjahr (01.10. - 31.03.)					
Rathausstraße (VZ)	26	13,6	68	19	15,7	78
	Sommerhalbjahr (01.04. - 30.09.)					
Rathausstraße (VZ)	36	7,3	36	19	7,8	39

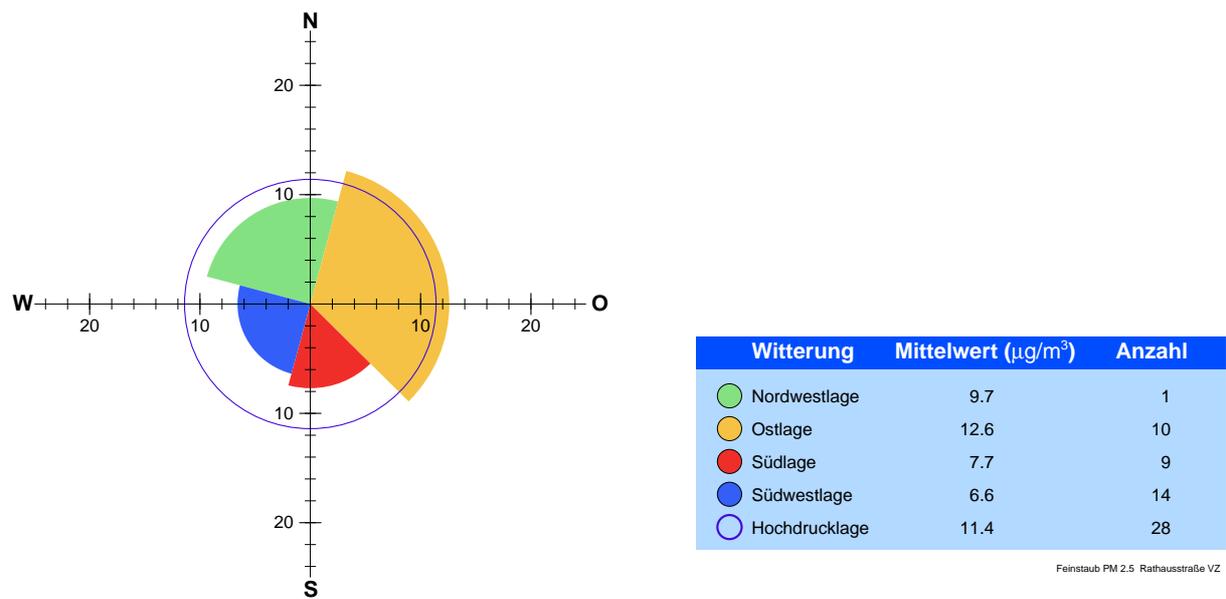


Abbildung A 3 Immissions-Witterungsrose der Feinstaub-Konzentration im Verkehrszentrum

Ergänzende Tabellen und Abbildungen zu Ruß im Feinstaub

Tabelle A 10 Immissionswert-Überschreitungen der Ruß-im-Feinstaub-Konzentration

grau hinterlegte Werte = Überschreitungshäufigkeit der Kurzzeit-Richtwerte
rot hinterlegte Werte = gemäß den Begriffsbestimmungen unzulässig hohe Werte

Schwellenwerte in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PZ ge- samt	<0,13	> 0,6	> 0,8	> 1,0	> 1,2	> 1,4	> 1,6	> 1,8	> 2,0	> 2,5
Rathausstraße (VZ)	62	0	36	22	16	10	5	4	3	0	0

Tabelle A 11 Immissions-Kenngrößen der Ruß-im-Feinstaub-Konzentration im Gesamtzeitraum

PZ = Anzahl der Proben; MW = Mittelwert des Datenkollektivs; AG = Ausschöpfungsgrad,
 σ = Standardabweichung; 95 %-VI = 95 %-Vertrauensintervall

Probenahmestellen	Immissions-Kenngrößen Gesamtzeitraum				
	PZ	MW $\mu\text{g}/\text{m}^3$	σ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95 %-VI $\mu\text{g}/\text{m}^3$	AG %
Rathausstraße (VZ)	62	0,80	$\pm 0,40$	$\pm 0,10$	47

Tabelle A 12 Immissions-Kenngrößen der Ruß-im-Feinstaub-Konzentration in Teilzeiträumen

PZ = Anzahl der Proben; MW = Mittelwert des Datenkollektivs; AG = Ausschöpfungsgrad

Probenahmestellen	Immissions-Kenngrößen					
	Alle Wetterlagen			H- und Ostlagen		
	PZ	MW $\mu\text{g}/\text{m}^3$	AG %	PZ	MW $\mu\text{g}/\text{m}^3$	AG %
	Winterhalbjahr (01.10. - 31.03.)					
Rathausstraße (VZ)	26	1,12	66	19	1,25	74
	Sommerhalbjahr (01.04. - 30.09.)					
Rathausstraße (VZ)	36	0,56	33	19	0,62	36

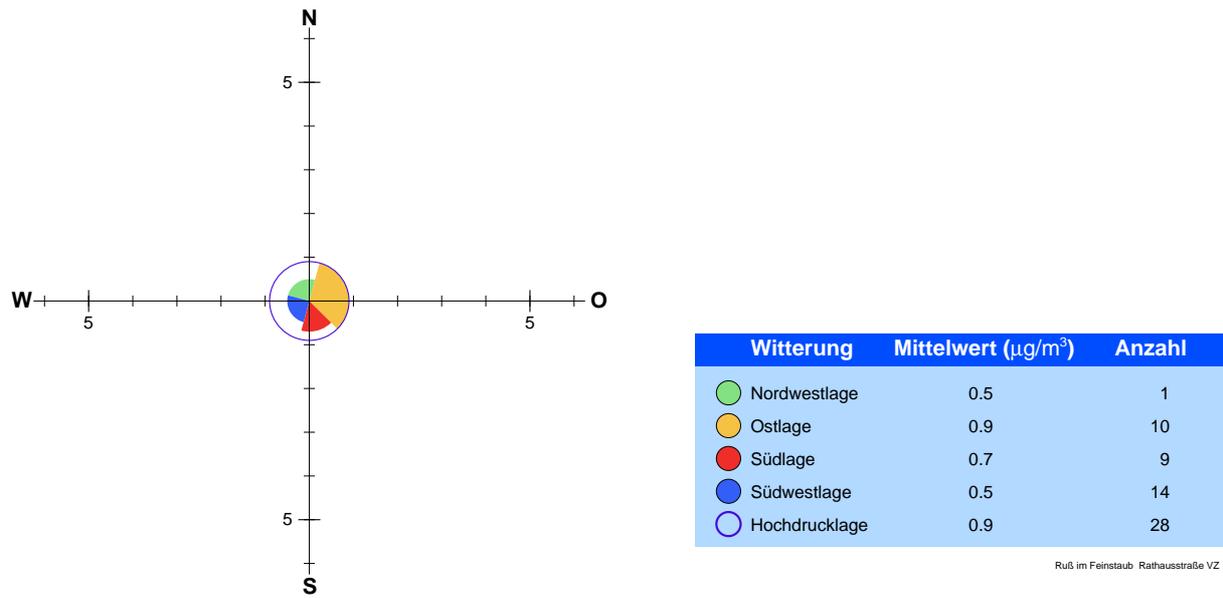


Abbildung A 4 Immissions-Witterungsrose der Ruß-im-Feinstaub-Konzentration im Verkehrszentrum

Ergänzende Tabellen und Abbildungen zu Grobstaub

Grobstaub (gesamt)

Tabelle A 13 Immissionswert-Überschreitungen der Grobstaub (gesamt)-Konzentration
grau hinterlegte Werte = Überschreitungshäufigkeit der Kurzzeit-Richtwerte
rot hinterlegte Werte = gemäß den Begriffsbestimmungen unzulässig hohe Werte

Schwellenwerte in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PZ ge- samt	< 0,12	> 5	> 10	> 15	> 20	> 25	> 27	> 35	> 45	> 55
Dahliengarten (KG)	63	0	46	11	3	0	0	0	0	0	0
Rathausstraße (VZ)	63	0	63	46	18	7	1	1	0	0	0

Tabelle A 14 Immissions-Kenngrößen der Grobstaub (gesamt)-Konzentration im Gesamtzeitraum
PZ = Anzahl der Proben; MW = Mittelwert des Datenkollektivs; AG = Ausschöpfungsgrad,
 σ = Standardabweichung; 95 %-VI = 95 %-Vertrauensintervall

Probenahmestellen	Immissions-Kenngrößen Gesamtzeitraum				
	PZ	MW $\mu\text{g}/\text{m}^3$	σ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95 %-VI $\mu\text{g}/\text{m}^3$	AG %
Dahliengarten (KG)	63	7,4	$\pm 3,3$	$\pm 0,8$	57
Rathausstraße (VZ)	63	13,4	$\pm 4,7$	$\pm 1,2$	48

Tabelle A 15 Immissions-Kenngrößen der Grobstaub (gesamt)-Konzentration in Teilzeiträumen
PZ = Anzahl der Proben; MW = Mittelwert des Datenkollektivs; AG = Ausschöpfungsgrad

Probenahmestellen	Immissions-Kenngrößen					
	Alle Wetterlagen			H- und Ostlagen		
	PZ	MW $\mu\text{g}/\text{m}^3$	AG %	PZ	MW $\mu\text{g}/\text{m}^3$	AG %
	Winterhalbjahr (01.10. - 31.03.)					
Dahliengarten (KG)	26	5,5	42	19	5,6	43
Rathausstraße (VZ)	26	12,8	46	19	13,4	48
	Sommerhalbjahr (01.04. - 30.09.)					
Dahliengarten (KG)	37	8,8	68	19	9,4	73
Rathausstraße (VZ)	37	13,8	49	19	15,1	54

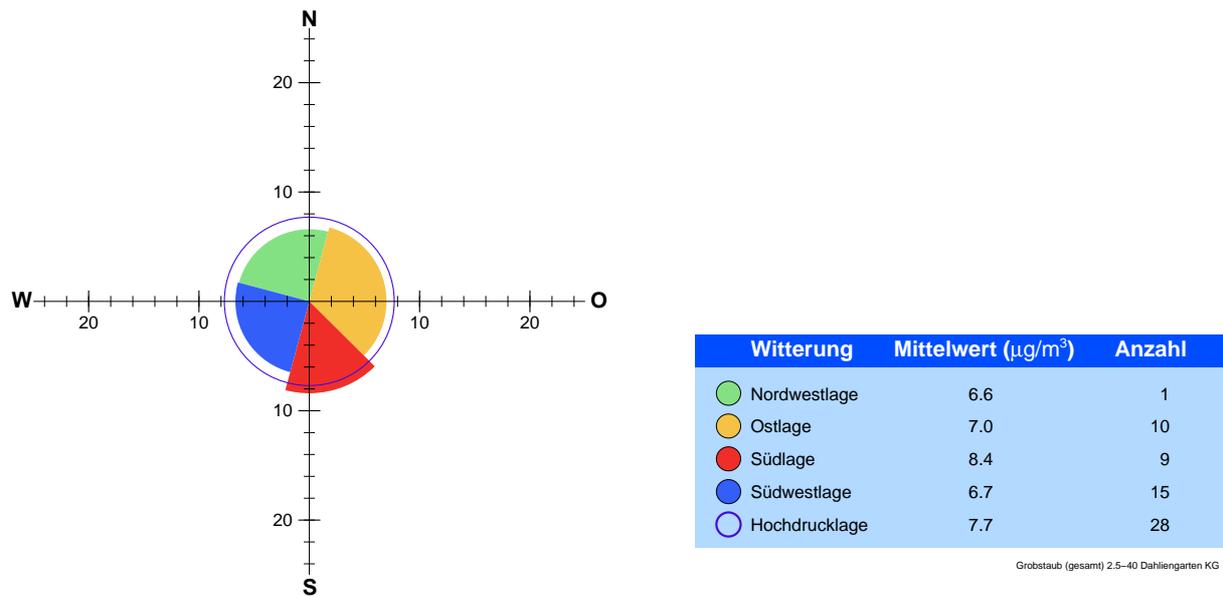


Abbildung A 5 Immissions-Witterungsrose der Grobstaub (gesamt)-Konzentration im Kurgebiet

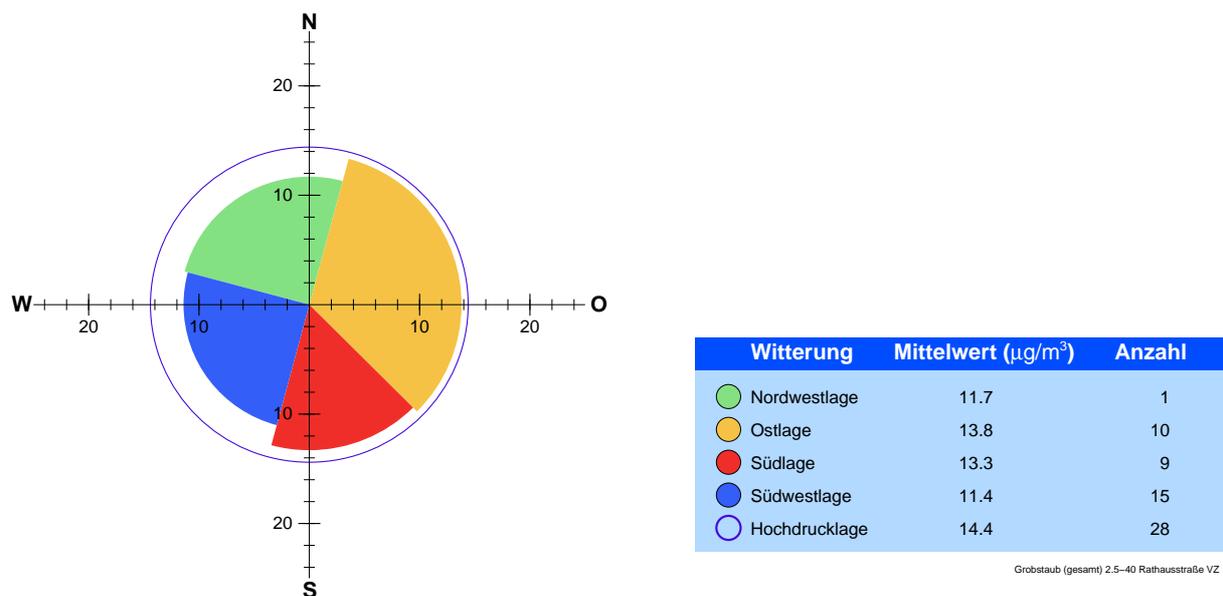


Abbildung A 6 Immissions-Witterungsrose der Grobstaub (gesamt)-Konzentration im Verkehrszentrum

Grobstaub (opak)

Tabelle A 16 Immissionswert-Überschreitungen der opaken Grobstaub-Konzentration

grau hinterlegte Werte = Überschreitungshäufigkeit der Kurzzeit-Richtwerte
rot hinterlegte Werte = gemäß den Begriffsbestimmungen unzulässig hohe Werte

Schwellenwerte in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PZ ge- samt	< 0,12	> 0,5	> 1,0	> 1,5	> 2,0	> 3	> 3,3	> 6	> 9	> 11
Dahliengarten (KG)	63	0	60	35	16	9	1	1	0	0	0
Rathausstraße (VZ)	63	0	63	63	62	61	51	46	10	0	0

Tabelle A 17 Immissions-Kenngrößen der opaken Grobstaub-Konzentration im Gesamtzeitraum

PZ = Anzahl der Proben; MW = Mittelwert des Datenkollektivs; AG = Ausschöpfungsgrad,
 σ = Standardabweichung; 95 %-VI = 95 %-Vertrauensintervall

Probenahmestellen	Immissions-Kenngrößen Gesamtzeitraum				
	PZ	MW $\mu\text{g}/\text{m}^3$	σ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95 %-VI $\mu\text{g}/\text{m}^3$	AG %
Dahliengarten (KG)	63	1,27	$\pm 0,64$	$\pm 0,16$	90
Rathausstraße (VZ)	63	4,38	$\pm 1,53$	$\pm 0,39$	80

Tabelle A 18 Immissions-Kenngrößen der opaken Grobstaub-Konzentration in Teilzeiträumen

PZ = Anzahl der Proben; MW = Mittelwert des Datenkollektivs; AG = Ausschöpfungsgrad

Probenahmestellen	Immissions-Kenngrößen					
	Alle Wetterlagen			H- und Ostlagen		
	PZ	MW $\mu\text{g}/\text{m}^3$	AG %	PZ	MW $\mu\text{g}/\text{m}^3$	AG %
Winterhalbjahr (01.10. - 31.03.)						
Dahliengarten (KG)	26	1,40	100	19	1,52	109
Rathausstraße (VZ)	26	4,74	86	19	4,94	90
Sommerhalbjahr (01.04. - 30.09.)						
Dahliengarten (KG)	37	1,18	84	19	1,28	91
Rathausstraße (VZ)	37	4,13	75	19	4,47	81

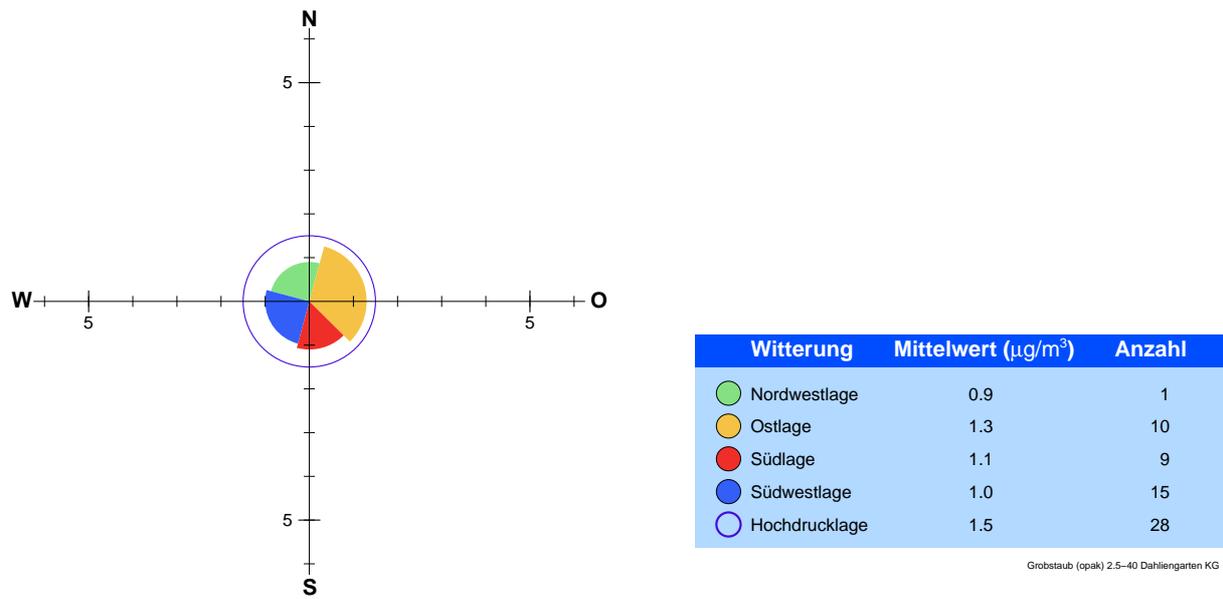


Abbildung A 7 Immissions-Witterungsrose der opaken Grobstaub-Konzentration im Kurgebiet

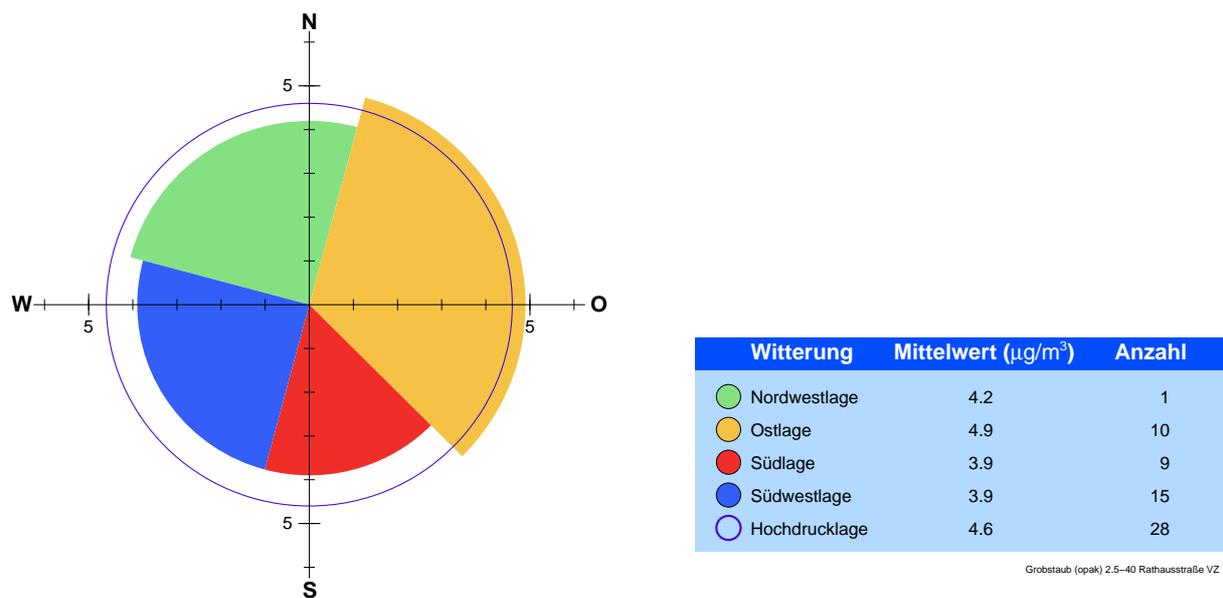


Abbildung A 8 Immissions-Witterungsrose der opaken Grobstaub-Konzentration im Verkehrszentrum