

öffentlich nichtöffentlich

Amt/Aktenzeichen Abteilung Stadtplanung und Umwelt, 610	Datum 26.03.2018	Drucksache Nr. (ggf. Nachträge) 18/116
Beratungsfolge Ausschuss für Stadtplanung, Bauwesen, Umwelt und Verkehr	Sitzungstermin 12.04.2018	

Betreff

Amtliches Gutachten zur Beurteilung der Luftqualität im Kurgebiet Bad Kreuznach

Inhalt der Mitteilung:

Anlass

In einem Kurort müssen besondere Anforderungen an die Luftqualität gestellt werden. Entsprechende Qualitätsmerkmale sind in den „Begriffsbestimmungen des Deutschen Heilbäderverbandes e.V.- Qualitätsstandards für die Prädikatisierung von Kurorten, Erholungsorten, Heilbrunnen“ (12. Auflage, April 2005, Fortschreibung 2014) festgelegt.

Diese Bestimmungen und § 11 Kurortegesetz schreiben vor, dass die Luftqualität in Kurorten zur Bestätigung des staatlich anerkannten Prädikats „Heilbad“ im Regelabstand von 10 Jahren durch einjährige Messungen überprüft werden muss.

Dazwischen muss die Luftqualität im Abstand von 5 Jahren in Form einer „Luftqualitätsbeurteilung“ bewertet werden um festzustellen, ob vorgezogene Messungen nötig sind.

Luftqualitätsbeurteilung 2015

Für das Kurgebiet Bad Kreuznach liegen Luftqualitätssmessungen aus dem Jahr 2010 vor. Fünf Jahre nach diesen Messungen führte der Deutsche Wetterdienst (DWD) im April 2015 die erforderliche Luftqualitätsbeurteilung durch. Aus dieser Beurteilung wurde ein vorgezogener Messbedarf abgeleitet, so dass bereits fünf Jahre nach dem letzten Luftqualitätsgutachten von 2010 erneut Messungen durchzuführen waren.

Luftqualitätsgutachten 2016/17

Der DWD wurde beauftragt, die einjährigen Luftqualitätssmessungen im Zeitraum April 2016 bis Juni 2017 durchzuführen.

Die Analyse der Messungen sollte sowohl als Einzelnachweis für die beiden Heilbäder als auch für einen Antrag auf ein gemeinsames Prädikat geeignet sein; auch die unterschiedlichen Anforderungen an die Luftqualität sollten deutlich werden (Heilklimatischer Kurort - normales Heilbad).

Aufgrund der Bewertung der einjährigen Luftqualitätssmessungen kommt der DWD in seinem vorliegenden amtlichen Gutachten zu folgendem Entscheidungsvorschlag:

„Gemäß den Begriffsbestimmungen sind die lufthygienischen Voraussetzungen für eine Be-

Fortsetzung

stätigung als „Heilbad“ im Beurteilungsgebiet Bad Kreuznach und Bad Münster am Stein-Ebernburg ohne Einschränkungen erfüllt“.

Sofern sich aus der erforderlichen Luftqualitätsbeurteilung nach fünf Jahren (2022) kein vorgezogener Messbedarf ergibt, sind spätestens nach 10 Jahren wieder einjährige Luftqualitätssmessungen durchzuführen.

Messung von Luftbeimengungen

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

- Stickstoffdioxid (NO_2)
- Feinstaub (Particular Matter, $\text{PM}_{2,5}$)
- Ruß im Feinstaub
- Grobstaub gesamt
- Grobstaub opak (lichtundurchlässig; Rückstände aus Verbrennungsprozessen, Abrieb von Reifen, abrieb des Straßenasphalts)

Probenahme-Standort

Die Luftqualitätssmessungen müssen nach den Begriffsbestimmungen an verschiedenen Orten, sogenannten Repräsentanzen innerhalb des Kurgebietes erfolgen. Dabei wird an dem Probenahme-Standort der Repräsentanz „Kurgebiet“ (KG) die Hintergrundbelastung der Luft und an dem Probenahme-Standort „Verkehrszentrum“ (VZ) die Zusatzbelastung der Luft durch den Verkehr ermittelt.

Für die Repräsentanzen Kurgebiet und Verkehrszentrum wurden folgende Probenahme-Standorte eingerichtet:

Kurgebiet

KG1: Stollen (oberhalb Radonstollen)

KG2: Wetterstation Kurpark BME

Verkehrszentrum

VZ1: Badeallee (Ecke Badeallee/ Kaiser-Wilhelm-Straße)

VZ2: Berliner Straße BME (Hofeinfahrt Berliner Straße 60)

Ergebnisse Luftmessungen

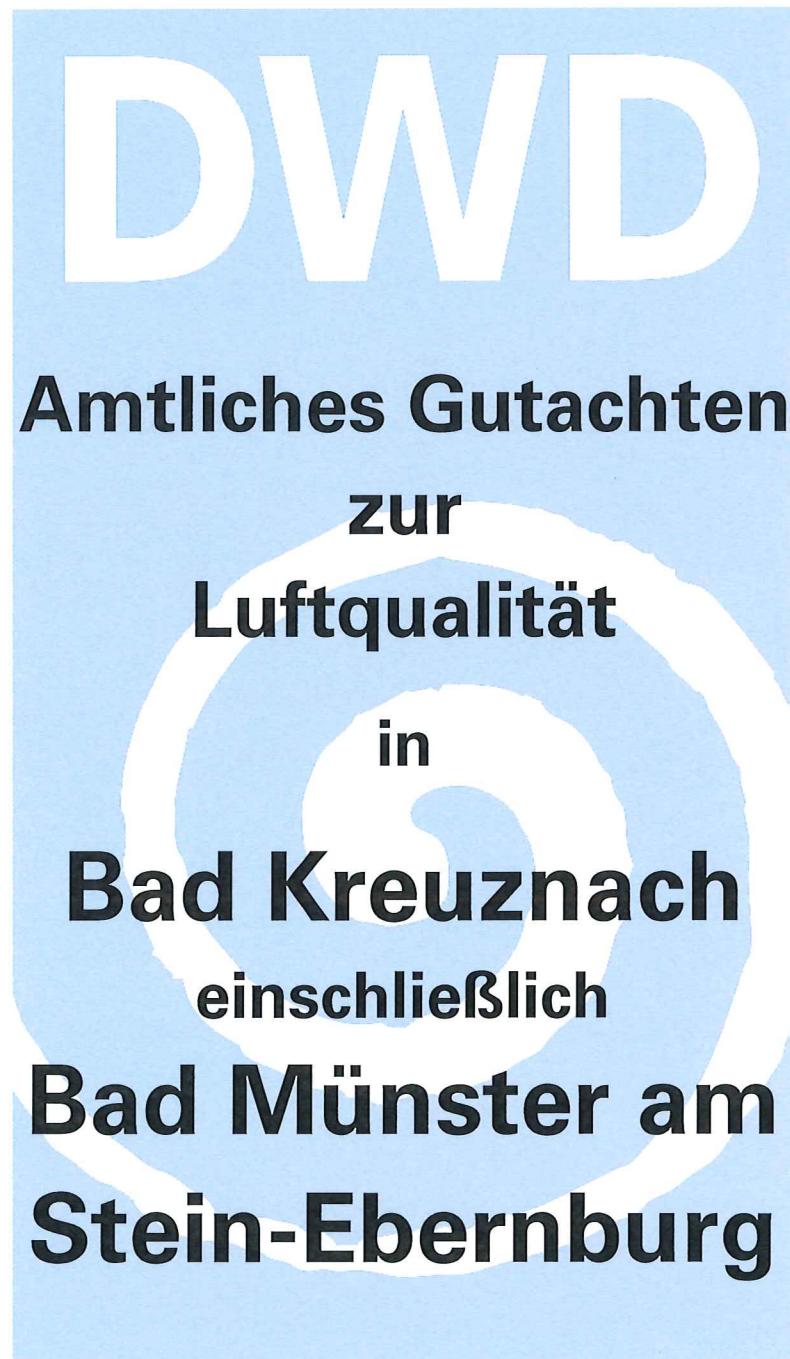
Da Bad Münster am Stein-Ebernburg zum Zeitpunkt der Messungen mit dem Prädikat „Heilklimatischer Kurort“ ausgestattet war, mussten bei der Bewertung der Ergebnisse für diesen Stadtteil (KG2, VZ2) die strengeren Richtwerte bzw. die erhöhten Anforderungen an die Luftqualität berücksichtigt werden.

Die Ergebnisse wird Frau Dr. Noppel, DWD, in der Sitzung des Ausschusses präsentieren.

Das Gutachten des DWD ist als Anlage 1 verfügbar. Außerdem sind die Ergebnisse der Luftqualitätssmessungen in einer tabellarischen Übersicht zusammengefasst dargestellt und als Anlage 2 verfügbar.

Anlagen:

- 1) Gutachten DWD, Oktober 2017
- 2) Ergebnisse Luftqualitätssmessungen, Tabellen 1-7



Deutscher Wetterdienst

Abteilung
Klima- und Umweltberatung
Freiburg, Oktober 2017

Deutscher Wetterdienst

Abteilung Klima- und Umweltberatung



Amtliches Gutachten

zur Luftqualität

in

Bad Kreuznach

**einschließlich Bad Münster am Stein-
Ebernburg**

Landkreis Bad Kreuznach

Auftraggeber: Gesundheit und Tourismus GmbH

Prädikat: Heilbad (Bestätigung)

Messzeitraum: 29.04.2016 – 16.06.2017

Bearbeiter: Christian Haller

Freiburg, den 30. Oktober 2017

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

<u>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</u>	2
<u>TABELLENVERZEICHNIS</u>	5
<u>ZUSAMMENFASSUNG UND ENTSCHEIDUNGSVORSCHLAG</u>	6
<u>1. EINLEITUNG</u>	7
<u>2. LUFTBEIMENGUNGEN UND IHRE BEURTEILUNGSKRITERIEN</u>	8
<u>3. BEISPIELHAFTE DARSTELLUNG DER MESSERGEBNISSE</u>	13
<u>4. BEURTEILUNG DER LUFTQUALITÄT IN BAD KREUZNACH UND BAD MÜNSTER AM STEIN-EBERNBURG</u>	20
4.1. STICKSTOFFDIOXID	21
4.2. FEINSTAUB	26
4.3. RUß IM FEINSTAUB	30
4.4. GROBSTAUB	34
<u>5. VERGLEICH ZUR VORHERIGEN MESSKAMPAGNE</u>	48
<u>6. GESAMTBEWERTUNG UND SCHLUSSFOLGERUNG</u>	55
<u>ANHANG</u>	58

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

ABBILDUNG 1	AUSSCHNITT AUS DEM ORTSPLAN VON BAD KREUZNACH MIT DEN STANDORTEN FÜR DIE PROBENAHME PARTIKEL- UND GASFÖRMIGER LUFTBEIMENGUNGEN.....	12
ABBILDUNG 2	AUSSCHNITT AUS DEM ORTSPLAN VON BAD MÜNSTER AM STEIN-EBERNBURG MIT DEN STANDORTEN FÜR DIE PROBENAHME PARTIKEL- UND GASFÖRMIGER LUFTBEIMENGUNGEN	12
ABBILDUNG 3	BEISPIEL EINES JAHRESZEITLICHEN VERLAUFS DER GROBSTAUB (GESAMT)-KONZENTRATION IN DER REPRÄSENTANZ KURGEBIET.....	14
ABBILDUNG 4	BEISPIEL BOXPLOT FÜR KENNGRÖßen DER IMMISSIONSMESSUNGEN	15
ABBILDUNG 5	BEISPIEL EINES VERGLEICHS MIT ANDEREN KURORTEN FÜR DIE STICKSTOFFDIOXID-BELASTUNG IM KURGEBIET	17
ABBILDUNG 6	BEISPIEL FÜR EINE IMMISSIONS-WITTERUNGSROSE DER STICKSTOFFDIOXID-KONZENTRATION	18
ABBILDUNG 7	JAHRESVERLAUF DER STICKSTOFFDIOXID-KONZENTRATION IN BAD KREUZNACH IM KURGEBIET (KG1)	21
ABBILDUNG 8	JAHRESVERLAUF DER STICKSTOFFDIOXID-KONZENTRATION IN BAD KREUZNACH IM VERKEHRSZENTRUM (VZ1).....	21
ABBILDUNG 9	JAHRESVERLAUF DER STICKSTOFFDIOXID-KONZENTRATION IN BAD MÜNSTER IM KURGEBIET (KG2)	22
ABBILDUNG 10	JAHRESVERLAUF DER STICKSTOFFDIOXID-KONZENTRATION IN BAD MÜNSTER IM VERKEHRSZENTRUM (VZ2).....	22
ABBILDUNG 11	IMMISSIONS-KENNGRÖßen FÜR STICKSTOFFDIOXID.....	23
ABBILDUNG 12	VERGLEICH MIT ANDEREN KURORTEN FÜR DIE STICKSTOFFDIOXID-BELASTUNG IN BAD KREUZNACH IM KURGEBIET (KG1)	24
ABBILDUNG 13	VERGLEICH MIT ANDEREN KURORTEN FÜR DIE STICKSTOFFDIOXID-BELASTUNG IN BAD MÜNSTER IM KURGEBIET (KG2)	25
ABBILDUNG 14	JAHRESVERLAUF DER FEINSTAUB-KONZENTRATION IN BAD KREUZNACH IM VERKEHRSZENTRUM (VZ1).....	26
ABBILDUNG 15	JAHRESVERLAUF DER FEINSTAUB-KONZENTRATION IN BAD MÜNSTER IM VERKEHRSZENTRUM (VZ2).....	27
ABBILDUNG 16	IMMISSIONS-KENNGRÖßen FÜR FEINSTAUB	27
ABBILDUNG 17	VERGLEICH MIT ANDEREN KURORTEN FÜR DIE FEINSTAUB-BELASTUNG IN BAD KREUZNACH IM VERKEHRSZENTRUM.....	28
ABBILDUNG 18	VERGLEICH MIT ANDEREN KURORTEN FÜR DIE FEINSTAUB-BELASTUNG IN BAD MÜNSTER IM VERKEHRSZENTRUM	29
ABBILDUNG 19	JAHRESVERLAUF DER RUß-IM-FEINSTAUB-KONZENTRATION IN BAD KREUZNACH IM VERKEHRSZENTRUM (VZ1).....	30
ABBILDUNG 20	JAHRESVERLAUF DER RUß-IM-FEINSTAUB-KONZENTRATION IN BAD MÜNSTER IM VERKEHRSZENTRUM (VZ2).....	31
ABBILDUNG 21	IMMISSIONS-KENNGRÖßen FÜR RUß-IM-FEINSTAUB	31
ABBILDUNG 22	VERGLEICH MIT ANDEREN KURORTEN FÜR DIE RUß-IM-FEINSTAUB-BELASTUNG IN BAD KREUZNACH IM VERKEHRSZENTRUM	32

ABBILDUNG 23	VERGLEICH MIT ANDEREN KURORTEN FÜR DIE RUß-IM-FEINSTAUB-BELASTUNG IN BAD MÜNSTER IM VERKEHRSZENTRUM	33
ABBILDUNG 24	JAHRESVERLAUF DER GROBSTAUB (GESAMT)-KONZENTRATION IN BAD KREUZNACH IM KURGEBIET (KG1)	35
ABBILDUNG 25	JAHRESVERLAUF DER GROBSTAUB (GESAMT)-KONZENTRATION IN BAD KREUZNACH IM VERKEHRSZENTRUM (VZ1).....	35
ABBILDUNG 26	JAHRESVERLAUF DER GROBSTAUB (GESAMT)-KONZENTRATION IN BAD MÜNSTER IM KURGEBIET (KG2)	36
ABBILDUNG 27	JAHRESVERLAUF DER GROBSTAUB (GESAMT)-KONZENTRATION IN BAD MÜNSTER IM VERKEHRSZENTRUM (VZ2).....	36
ABBILDUNG 28	IMMISSIONS-KENNGRÖßen FÜR GROBSTAUB (GESAMT).....	37
ABBILDUNG 29	VERGLEICH MIT ANDEREN KURORTEN FÜR DIE GROBSTAUB (GESAMT)-BELASTUNG IN BAD KREUZNACH IM KURGEBIET	38
ABBILDUNG 30	VERGLEICH MIT ANDEREN KURORTEN FÜR DIE GROBSTAUB (GESAMT)-BELASTUNG IN BAD MÜNSTER IM KURGEBIET.....	38
ABBILDUNG 31	JAHRESVERLAUF DER OPAKEN GROBSTAUB-KONZENTRATION IN BAD KREUZNACH IM KURGEBIET (KG1)	40
ABBILDUNG 32	JAHRESVERLAUF DER OPAKEN GROBSTAUB-KONZENTRATION IN BAD KREUZNACH IM VERKEHRSZENTRUM (VZ1).....	40
ABBILDUNG 33	JAHRESVERLAUF DER OPAKEN GROBSTAUB-KONZENTRATION IN BAD MÜNSTER IM KURGEBIET (KG2)	41
ABBILDUNG 34	JAHRESVERLAUF DER OPAKEN GROBSTAUB-KONZENTRATION IN BAD MÜNSTER IM VERKEHRSZENTRUM (VZ2).....	41
ABBILDUNG 35	IMMISSIONS-KENNGRÖßen FÜR GROBSTAUB (OPAK)	42
ABBILDUNG 36	VERGLEICH MIT ANDEREN KURORTEN FÜR DIE OPAKE GROBSTAUB-BELASTUNG IN BAD KREUZNACH IM VERKEHRSZENTRUM	43
ABBILDUNG 37	VERGLEICH MIT ANDEREN KURORTEN FÜR DIE OPAKE GROBSTAUB-BELASTUNG IN BAD MÜNSTER IM VERKEHRSZENTRUM	43
ABBILDUNG 38	GRÖßenVERTEILUNG DER OPAKEN GROBSTAUBPARTIKEL IN BAD KREUZNACH AN DEN BEIDEN STANDORTEN „STOLLEN“ (KG1) UND „BADEALLEE“ (VZ1)	44
ABBILDUNG 39	GRÖßenVERTEILUNG DER OPAKEN GROBSTAUBPARTIKEL IN BEURTEILUNGSPORT VON BAD MÜNSTER AN DEN BEIDEN STANDORTEN „WETTERSTATION“ (KG2) UND „BERLINER STR.“ (VZ2)	44
ABBILDUNG 40	JAHRESZEITLICHER VERLAUF DER POLLEN IN DEN BEURTEILUNGSGEBIETEN VON BAD KREUZNACH UND BAD MÜNSTER.....	46
ABBILDUNG 41	VERGLEICH DER MITTLEREN GROBSTAUB (GESAMT)-KONZENTRATION IN BAD KREUZNACH FÜR DIE MESSKAMPAGNE 2009/2010 UND 2016/2017	50
ABBILDUNG 42	VERGLEICH DER MITTLEREN GROBSTAUB (OPAK)-KONZENTRATION IN BAD KREUZNACH FÜR DIE MESSKAMPAGNE 2009/2010 UND 2016/2017	50
ABBILDUNG 43	VERGLEICH DER MITTLEREN STICKSTOFFDIOXID-KONZENTRATION IN BAD KREUZNACH FÜR DIE MESSKAMPAGNE 2009/2010 UND 2016/2017	51
ABBILDUNG 44	VERGLEICH DER MITTLEREN FEINSTAUB-KONZENTRATION IN BAD KREUZNACH FÜR DIE MESSKAMPAGNE 2009/2010 UND 2016/2017	51
ABBILDUNG 45	VERGLEICH DER MITTLEREN RUß-IM-FEINSTAUB-KONZENTRATION IN BAD KREUZNACH FÜR DIE MESSKAMPAGNE 2009/2010 UND 2016/2017	51

ABBILDUNG 46	VERGLEICH DER MITTLEREN GROBSTAUB (GESAMT)-KONZENTRATION IN BAD MÜNSTER FÜR DIE MESSKAMPAGNE 2007/2008 UND 2016/2017	54
ABBILDUNG 47	VERGLEICH DER MITTLEREN GROBSTAUB (OPAK)-KONZENTRATION IN BAD MÜNSTER FÜR DIE MESSKAMPAGNE 2007/2008 UND 2016/2017	54
ABBILDUNG 48	VERGLEICH DER MITTLEREN STICKSTOFFDIOXID-KONZENTRATION IN BAD MÜNSTER FÜR DIE MESSKAMPAGNE 2007/2008 UND 2016/2017	54

ABBILDUNGEN IM ANHANG

ABBILDUNG A 1	IMMISSIONS-WITTERUNGSROSE DER STICKSTOFFDIOXID-KONZENTRATION IN BAD KREUZNACH IM KURGEBIET (KG1)	69
ABBILDUNG A 2	IMMISSIONS-WITTERUNGSROSE DER STICKSTOFFDIOXID-KONZENTRATION IN BAD KREUZNACH IM VERKEHRSZENTRUM (VZ1)	69
ABBILDUNG A 3	IMMISSIONS-WITTERUNGSROSE DER STICKSTOFFDIOXID-KONZENTRATION IN BAD MÜNSTER IM KURGEBIET (KG2)	70
ABBILDUNG A 4	IMMISSIONS-WITTERUNGSROSE DER STICKSTOFFDIOXID-KONZENTRATION IN BAD MÜNSTER IM VERKEHRSZENTRUM (VZ2)	70
ABBILDUNG A 5	IMMISSIONS-WITTERUNGSROSE DER FEINSTAUB-KONZENTRATION IN BAD KREUZNACH IM VERKEHRSZENTRUM (VZ1)	72
ABBILDUNG A 6	IMMISSIONS-WITTERUNGSROSE DER FEINSTAUB-KONZENTRATION IN BAD MÜNSTER IM VERKEHRSZENTRUM (VZ2)	72
ABBILDUNG A 7	IMMISSIONS-WITTERUNGSROSE DER RUß-IM-FEINSTAUB-KONZENTRATION IN BAD KREUZNACH IM VERKEHRSZENTRUM (VZ1)	74
ABBILDUNG A 8	IMMISSIONS-WITTERUNGSROSE DER RUß-IM-FEINSTAUB-KONZENTRATION IN BAD MÜNSTER IM VERKEHRSZENTRUM (VZ2)	74
ABBILDUNG A 9	IMMISSIONS-WITTERUNGSROSE DER GROBSTAUB (GESAMT)-KONZENTRATION IN BAD KREUZNACH IM KURGEBIET (KG1)	77
ABBILDUNG A 10	IMMISSIONS-WITTERUNGSROSE DER GROBSTAUB (GESAMT)-KONZENTRATION IN BAD KREUZNACH IM VERKEHRSZENTRUM (VZ1)	77
ABBILDUNG A 11	IMMISSIONS-WITTERUNGSROSE DER GROBSTAUB (GESAMT)-KONZENTRATION IN BAD MÜNSTER IM KURGEBIET (KG2)	78
ABBILDUNG A 12	IMMISSIONS-WITTERUNGSROSE DER GROBSTAUB (GESAMT)-KONZENTRATION IN BAD MÜNSTER IM VERKEHRSZENTRUM (VZ2)	78
ABBILDUNG A 13	IMMISSIONS-WITTERUNGSROSE DER OPAKEN GROBSTAUB-KONZENTRATION IN BAD KREUZNACH IM KURGEBIET (KG1)	81
ABBILDUNG A 14	IMMISSIONS-WITTERUNGSROSE DER OPAKEN GROBSTAUB-KONZENTRATION IN BAD KREUZNACH IM VERKEHRSZENTRUM (VZ1)	81
ABBILDUNG A 15	IMMISSIONS-WITTERUNGSROSE DER OPAKEN GROBSTAUB-KONZENTRATION IN BAD MÜNSTER IM KURGEBIET (KG2)	82
ABBILDUNG A 16	IMMISSIONS-WITTERUNGSROSE DER OPAKEN GROBSTAUB-KONZENTRATION IN BAD MÜNSTER IM VERKEHRSZENTRUM (VZ2)	82

TABELLENVERZEICHNIS

TABELLE 1	KURZZEIT- UND LANGZEIT-RICHTWERTE FÜR DIE LUFTQUALITÄT IN KUR- UND ERHOLUNGSSORTEN	10
TABELLE 2	WITTERUNGSTYPEN IN MITTELEUROPA UND AUSTAUSCHVERHÄLTNISSE	13
TABELLE 3	BEISPIEL BEZOGEN AUF DIE IMMISSIONS-KENNGRÖßen DER STICKSTOFFDIOXID-KONZENTRATION	16
TABELLE 4	BEISPIEL BEZOGEN AUF DIE IMMISSIONS-KENNGRÖßen DER STICKSTOFFDIOXID-KONZENTRATION GETRENNNT NACH WINTERHALBJAHR UND SOMMERHALBJAHR FÜR ALLE WETTERLAGEN UND FÜR HOCHDRUCKWETTERLAGEN UND OSTLAGEN	16
TABELLE 5	ZUSAMMENFASSUNG DER ÜBERSCHREITUNGSHÄUFIGKEITEN DES KURZZEIT-RICHTWERTES UND DER AUSSCHÖPFUNGSGRADE HINSICHTLICH DES LANGZEIT-RICHTWERTES	56

TABELLEN IM ANHANG

TABELLE A 1	MITTLERE WÖCHENTLICHE IMMISSIONSBELASTUNG IN BAD KREUZNACH AN DER PROBENAHMESTELLE KG1: STOЛLEN	59
TABELLE A 2	MITTLERE WÖCHENTLICHE IMMISSIONSBELASTUNG IN BAD KREUZNACH AN DER PROBENAHMESTELLE VZ1: BADEALLEE.....	61
TABELLE A 3	MITTLERE WÖCHENTLICHE IMMISSIONSBELASTUNG IN BAD MÜNSTER AN DER PROBENAHMESTELLE KG2: WETTERSTATION.....	63
TABELLE A 4	MITTLERE WÖCHENTLICHE IMMISSIONSBELASTUNG IN BAD MÜNSTER AN DER PROBENAHMESTELLE VZ2: BERLINER STRAßE.....	65
TABELLE A 5	IMMISSIONSWERT-ÜBERSCHREITUNGEN DER STICKSTOFFDIOXID-KONZENTRATION	67
TABELLE A 6	IMMISSIONS-KENNGRÖßen DER STICKSTOFFDIOXID-KONZENTRATION IM GESAMTZEITRAUM.	67
TABELLE A 7	IMMISSIONS-KENNGRÖßen DER STICKSTOFFDIOXID-KONZENTRATION IN TEILZEITRÄUMEN ...	68
TABELLE A 8	IMMISSIONSWERT-ÜBERSCHREITUNGEN DER FEINSTAUB-KONZENTRATION	71
TABELLE A 9	IMMISSIONS-KENNGRÖßen DER FEINSTAUB-KONZENTRATION IM GESAMTZEITRAUM	71
TABELLE A 10	IMMISSIONS-KENNGRÖßen DER FEINSTAUB-KONZENTRATION IN TEILZEITRÄUMEN	71
TABELLE A 11	IMMISSIONSWERT-ÜBERSCHREITUNGEN DER RUß-IM-FEINSTAUB-KONZENTRATION	73
TABELLE A 12	IMMISSIONS-KENNGRÖßen DER RUß-IM-FEINSTAUB-KONZENTRATION IM GESAMTZEITRAUM	73
TABELLE A 13	IMMISSIONS-KENNGRÖßen DER RUß-IM-FEINSTAUB-KONZENTRATION IN TEILZEITRÄUMEN ...	73
TABELLE A 14	IMMISSIONSWERT-ÜBERSCHREITUNGEN DER GROBSTAUB (GESAMT)-KONZENTRATION.....	75
TABELLE A 15	IMMISSIONS-KENNGRÖßen DER GROBSTAUB (GESAMT)-KONZENTRATION IM GESAMTZEITRAUM	75
TABELLE A 16	IMMISSIONS-KENNGRÖßen DER GROBSTAUB (GESAMT)-KONZENTRATION IN TEILZEITRÄUMEN	76
TABELLE A 17	IMMISSIONSWERT-ÜBERSCHREITUNGEN DER OPAKEN GROBSTAUB-KONZENTRATION	79
TABELLE A 18	IMMISSIONS-KENNGRÖßen DER OPAKEN GROBSTAUB-KONZENTRATION IM GESAMTZEITRAUM	79
TABELLE A 19	IMMISSIONS-KENNGRÖßen DER OPAKEN GROBSTAUB-KONZENTRATION IN TEILZEITRÄUMEN .	80

ZUSAMMENFASSUNG UND ENTSCHEIDUNGSVORSCHLAG

Luftqualitätsmessungen für die Luftbeimengungen Stickstoffdioxid, Feinstaub, Ruß im Feinstaub und Grobstaub (gesamt und opak) wurden in Bad Kreuznach und in Bad Münster am Stein-Ebernburg im Rahmen des Bestätigungsverfahrens für ein gemeinsames Prädikat „Heilbad“ durchgeführt. Da Bad Münster am Stein-Ebernburg noch das Prädikat „Heilklimatischer Kurort“ innehat, wurde dieser Stadtteil nach den strengeren Richtlinien begutachtet.

Die gemessenen Konzentrationen der untersuchten Luftbeimengungen sind sowohl auf natürliche Faktoren (Witterung, Vegetationsentwicklung) als auch auf anthropogene (menschliche) Einflüsse zurückzuführen. Die mittleren Belastungswerte der untersuchten Luftschadstoffe sind in Bad Kreuznach meist kurortüblich. Die Belastung durch Stickstoffdioxid allerdings ist an beiden Messstandorten leicht erhöht. Ebenfalls leicht erhöht ist die Belastung durch Grobstaub (opak) im Kurgebiet. Hingegen ist die Belastung durch Ruß im Feinstaub und Grobstaub (gesamt) im Verkehrszentrum gering ausgefallen.

In Bad Münster am Stein-Ebernburg ist die mittlere Belastung der untersuchten Luftbeimengungen ebenfalls normal und kurortüblich ausgefallen, mit Ausnahme von Stickstoffdioxid im Kurgebiet. Hier ist die mittlere Belastung leicht erhöht.

Die statistische Wahrscheinlichkeit, dass in Bad Kreuznach und in Bad Münster am Stein-Ebernburg der jeweilige Langzeit-Richtwert eingehalten wird, liegt bei über 97,5 %.

Im gesamten Messzeitraum kam es zu Überschreitungen des jeweiligen Kurzzeit-Richtwertes. Dabei wurde der Kurzzeit-Richtwert an der Messstelle „Stollen“ in Bad Kreuznach durch Stickstoffdioxid dreimal, an der Probenahmestelle „Berliner Str.“ im Verkehrszentrum von Bad Münster am Stein-Ebernburg durch Feinstaub ebenfalls dreimal und durch Ruß im Feinstaub einmal überschritten. Gemäß den Begriffsbestimmungen sind bis zu drei Überschreitungen des Kurzzeit-Richtwertes an jeder Messstelle und gemessener Luftbeimengung erlaubt.

Demnach sind gemäß den Begriffsbestimmungen die lufthygienischen Voraussetzungen für eine Bestätigung als „Heilbad“ im Beurteilungsgebiet von Bad Kreuznach und Bad Münster am Stein-Ebernburg **ohne Einschränkungen erfüllt**.

Der Stadtteil Bad Münster am Stein-Ebernburg hätte auch die lufthygienischen Voraussetzungen für eine Bestätigung als „Heilklimatischer Kurort“ ebenfalls ohne Einschränkungen erfüllt.

Gemäß den Begriffsbestimmungen sind in Bad Kreuznach und Bad Münster am Stein-Ebernburg spätestens in 10 Jahren wieder einjährige Luftqualitätssmessungen 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 Erholungsstätten 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 für die jährlichen Höchstkonzentrationen 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 Kurortegesetzen bzw. Verordnungen der Länder vorgeschrieben, wann erneut Luftqualitätsmessungen durchzuführen sind und der jeweiligen Genehmigungsbehörde ein Gutachten über die Luftqualität vorzulegen ist.

In Bad Kreuznach und im Stadtteil Bad Münster am Stein-Ebernburg sind Luftqualitätsmessungen zur Bestätigung des Prädikates „Heilbad“ bzw. „Heilklimatischer Kurort“ letztmalig vom 03.04.2009 bis 23.04.2010 bzw. vom 14.12.2007 bis 12.12.2008 durchgeführt worden.

2. LUFTBEIMENGUNGEN UND IHRE BEURTEILUNGSKRITERIEN

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

- Stickstoffdioxid (NO_2),
- Feinstaub (engl. Particulate Matter, $\text{PM}_{2,5}$),
- 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. NO_2 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 NO_2 zu Reizzonen von Augen und Schleimhäuten und insbesondere Schädigungen des Atemtraktes führen.

Feinstaub

Zu Feinstaub zählen alle Staubpartikel mit einem Partikeldurchmesser kleiner $2,5 \mu\text{m}$ ($1 \mu\text{m} = 1/1000 \text{ mm}$). Diese Partikel können aufgrund ihrer geringen Größe bis in die

¹ „Begriffsbestimmungen – Qualitätsstandards für Heilbäder und Kurorte, Luftkurorte, Erholungsorte – einschließlich der Prädikatisierungsvoraussetzungen – sowie für Heilbrunnen und Heilquellen“, 12. Auflage April 2005, fortgeschrieben am 8. November 2014 und folgende Aktualisierungen

Lungenbläschen (Alveolen) gelangen. Von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) wird Feinstaub deshalb auch als kritischer Luftschaadstoff eingestuft. Eine besondere Bedeutung kommt dem Feinstaub auch aufgrund des in ihm enthaltenen Verbrennungsrusses zu (Ruß im Feinstaub). Dieser gilt ebenfalls als kanzerogen (krebsfördernd).

Grobstaub

Beim Grobstaub werden im vorliegenden Gutachten alle Partikel mit einem Durchmesser von $2,5 \mu\text{m}$ bis $40 \mu\text{m}$ 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 $20 \mu\text{m}$ und $60 \mu\text{m}$.

Messumgebung

Die Messung von Stickstoffdioxid und Grobstaub erfolgt an zwei unterschiedlichen Repräsentanzen: Im Kurgebiet von Bad Kreuznach (KG1) und Bad Münster am Stein-Ebernburg (KG2) zur Bestimmung der Hintergrundbelastung und an einem verkehrsreichen Standort im Ortszentrum von Bad Kreuznach (VZ1) und Bad Münster am Stein-Ebernburg (VZ2) zur Bestimmung der verkehrsbedingten Zusatzbelastung. Feinstaub und Ruß im Feinstaub werden nur an den beiden verkehrsbezogenen Standorten 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 jeweiligen 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			
Repräsentanz		Kur-gebiet	Ver-kehrs-zentrum	Kur-gebiet	Ver-kehrs-zentrum	Kur-gebiet	Ver-kehrs-zentrum	Kur-gebiet	Ver-kehrs-zentrum
Stickstoffdioxid	µg/m³	34	50	30	40	20	32	16	28
Feinstaub PM _{2,5}	µg/m³	*	35	*	30	*	20	*	16
Ruß im Feinstaub PM _{2,5}	µg/m³	*	2,5	*	2	*	1,7	*	1,4
Grobstaub (gesamt)	µg/m³	27	55	25	45	13	28	12	22
Grobstaub (opak)	µg/m³	3,3	11	3	9	1,4	5,5	1,2	4,5
Anforderung an die Luftqualität		Normale Anforderung		Erhöhte Anforderung		Normale Anforderung		Erhöhte 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 Kreuznach und Bad Münster am Stein-Ebernburg beabsichtigen, das gemeinsame Prädikat „Heilbad“ bestätigen zu lassen. Damit gelten die normalen Anforderungen. Da Bad Münster am Stein-Ebernburg zurzeit noch mit dem Prädikat „Heilklimatischer Kurort“ ausgestattet ist, wurde dieser Stadtteil nach den strengerem Richtlinien bzw. nach den erhöhten Anforderungen bewertet (siehe Tabelle 1 auf Seite 10 und beigefügte Broschüre „Luftqualität unter der Lupe“ oder Begriffsbestimmungen). Dem vorliegenden Gutachten liegen die Luftqualitätsbeurteilungen zugrunde.

Beurteilungsgebiet und Probenahmestellen

Das Beurteilungsgebiet umfasst in Bad Kreuznach das ausgewiesene Kurgebiet und im Stadtteil Bad Münster am Stein-Ebernburg die Gesamtgemeinde. Es wurden für die beiden Repräsentanzen Kurgebiet und Verkehrszentrum folgende Probenahmestellen eingerichtet:

- Kurgebiet (Hintergrundbelastung)
 - KG1: Stollen**, in Bad Kreuznach in einer Grünzone oberhalb des Radonstollens,
 - KG2: Wetterstation**, in Bad Münster am Stein-Ebernburg auf Rasen bei der Wetterstation (Klimastation) im Kurpark.
- Verkehrszentrum (verkehrsbedingte Zusatzbelastung)
 - VZ1: Badeallee**, in Bad Kreuznach auf Pflasterstein an der Ecke Badeallee-Kaiser-Wilhelm-Str., nahe der Bundesstraße B 48 (Salinenstr.),
 - VZ2: Berliner Str.**, in Bad Münster am Stein-Ebernburg an der Hofeinfahrt Berliner Straße 60 (Bundesstraße B 48).

Während den Messkampagnen 2009/2010 (Bad Kreuznach) bzw. 2007/2008 (Bad Münster am Stein-Ebernburg) befanden sich die Messgeräte der beiden Repräsentanzen etwa an denselben Standorten. Die Standorte der Messgeräte sind in den jeweiligen Ausschnitten des Ortsplans von Bad Kreuznach in der Abbildung 1 und von Bad Münster am Stein-Ebernburg in der Abbildung A 2 (Seite 12) eingetragen und werden mit der Kurzbezeichnung der Repräsentanzen (KG1, VZ1 bzw. KG2, VZ2) gekennzeichnet.



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



Abbildung 2 Ausschnitt aus dem Ortsplan von Bad Münster am Stein-Ebernburg mit den Standorten für die Probenahme partikel- und gasförmiger Luftbeimengungen

3. BEISPIELHAFTE DARSTELLUNG DER MESSEERGEBNISSE

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 Probenahmewochen 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 bis A4) aufgeführt. Die Auswertung des zeitlichen Verlaufs der wöchentlichen Einzelwerte erfolgt getrennt für die einzelnen Luftbeimengungen, hier an einem Beispiel für Grobstaub (gesamt):

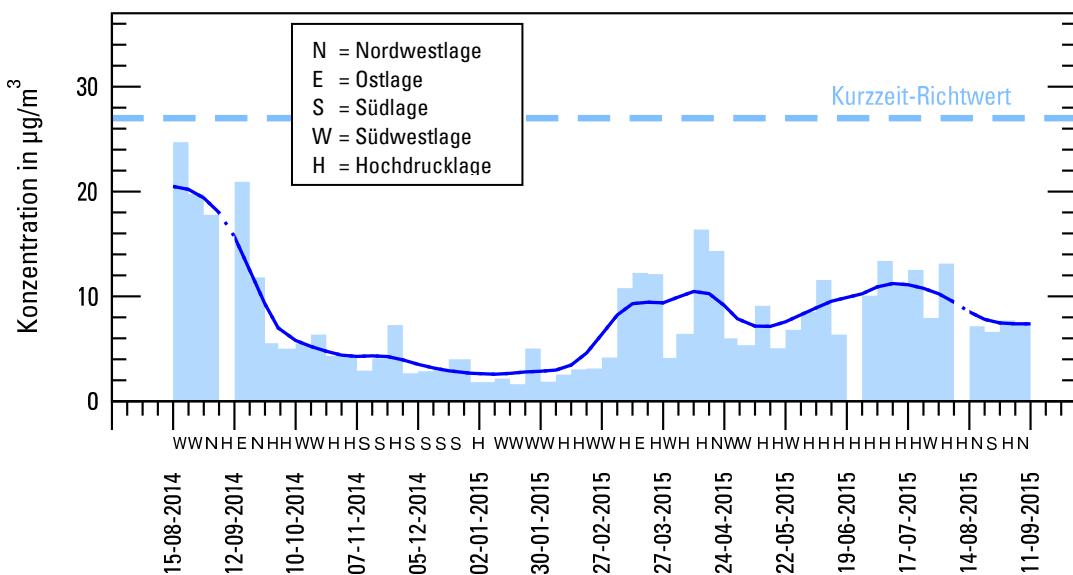


Abbildung 3 Beispiel eines jahreszeitlichen Verlaufs der Grobstaub (gesamt)-Konzentration in der Repräsentanz Kurgebiet (fiktiv)

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):

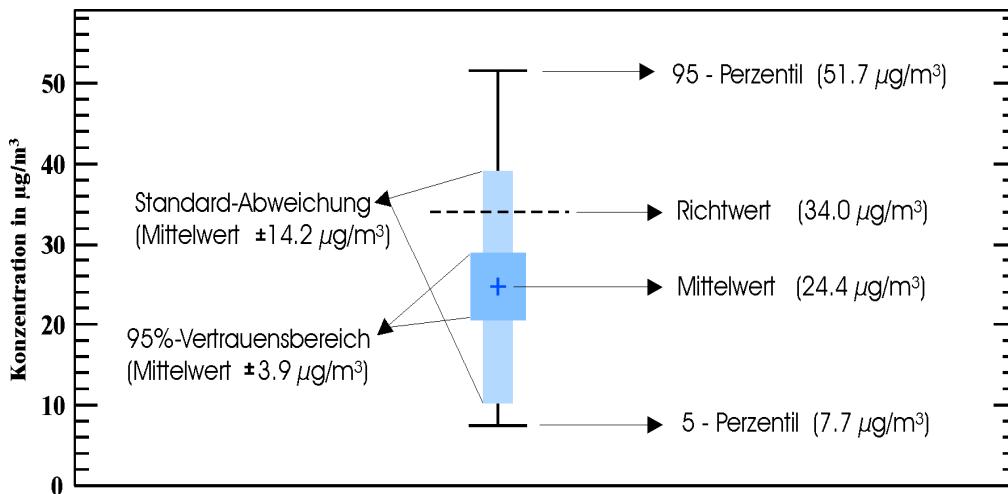


Abbildung 4 Beispiel Boxplot für Kenngrößen der Immissionsmessungen

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-Richtwerts von $34,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (gestrichelte horizontale Linie). Da sowohl unterhalb als auch oberhalb des 95 %-Vertrauensintervalls jeweils 2,5 % „Restwahrscheinlichkeit“ verbleiben, kann eine Überschreitung des 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 5 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.

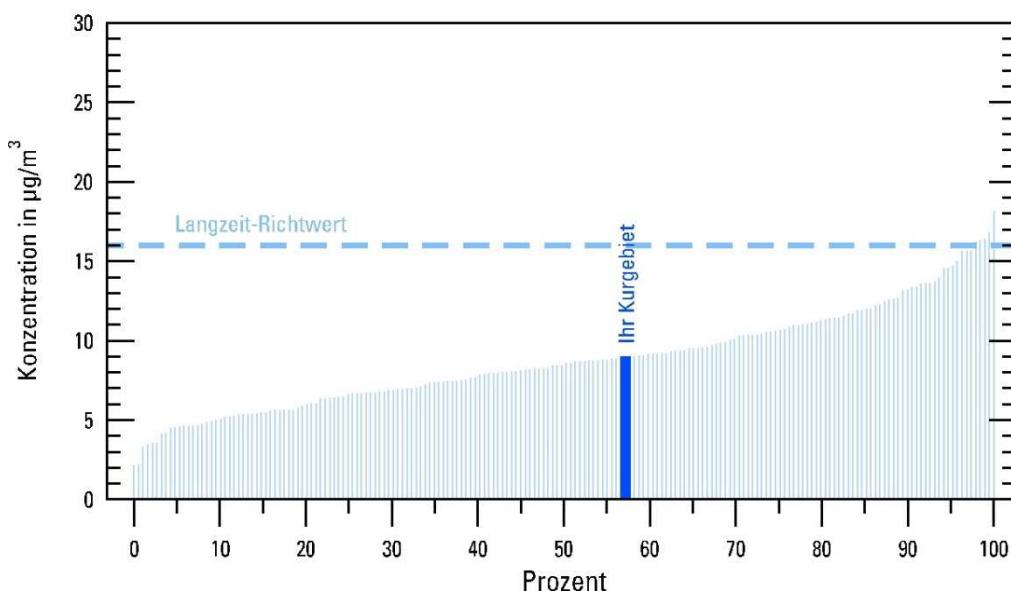


Abbildung 5 Beispiel eines Vergleichs mit anderen Kurorten für die Stickstoffdioxid-Belastung im Kurgebiet mit erhöhten Anforderungen (fiktiv)
Grundlage: Messungen in 200 deutschen Kurorten im Zeitraum 2009-2015

Immissions-Witterungsrosen

Die Immissions-Witterungsrose gibt die mittlere Schadstoff-Konzentration in Abhängigkeit der vorherrschenden Windrichtung an. In der Abbildung 6 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 13) 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.

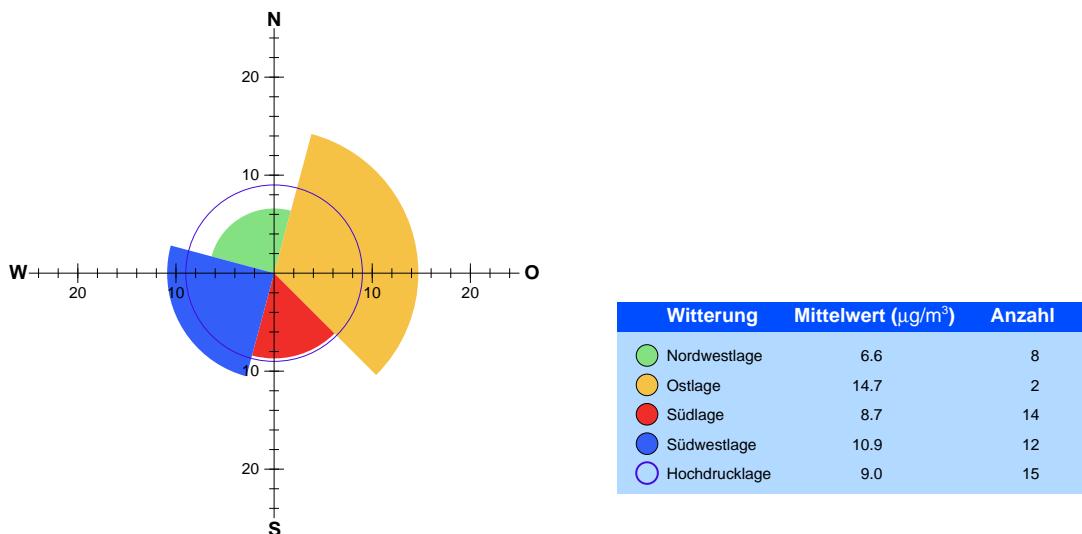


Abbildung 6 Beispiel für eine Immissions-Witterungsrose der Stickstoffdioxid-Konzentration (fiktiv)

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 KREUZNACH UND BAD MÜNSTER AM STEIN-EBERNBURG

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 Kreuznach und Bad Münster am Stein-Ebernburg (nachfolgend in den Grafiken und Tabellen Bad Münster bezeichnet) 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 7 bis Abbildung 10 wiedergegeben. Die Abbildungen sowie die Tabelle A 5 zeigen, dass lediglich in Bad Kreuznach im Kurgebiet (KG1) der Kurzzeit-Richtwert während des gesamten Messzeitraumes dreimal überschritten wurde. Drei Kurzzeit-Richtwert-Überschreitungen sind gemäß den Begriffsbestimmungen erlaubt.

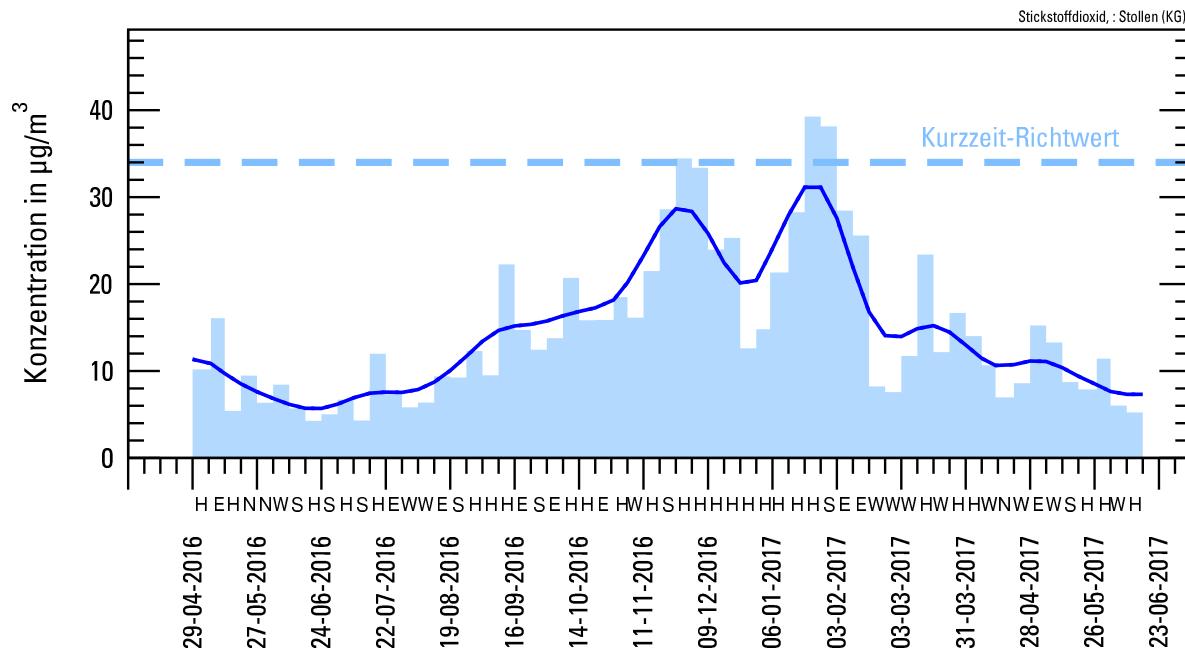


Abbildung 7 Jahresverlauf der Stickstoffdioxid-Konzentration in Bad Kreuznach im Kurgebiet (KG1)

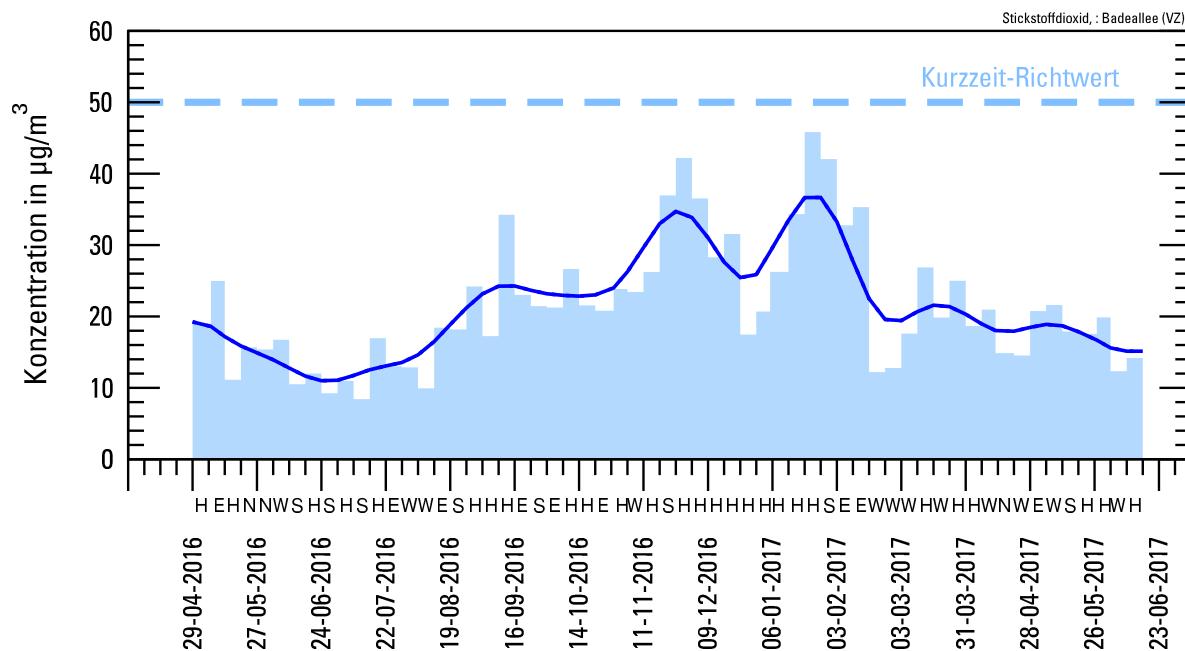


Abbildung 8 Jahresverlauf der Stickstoffdioxid-Konzentration in Bad Kreuznach im Verkehrszentrum (VZ1)

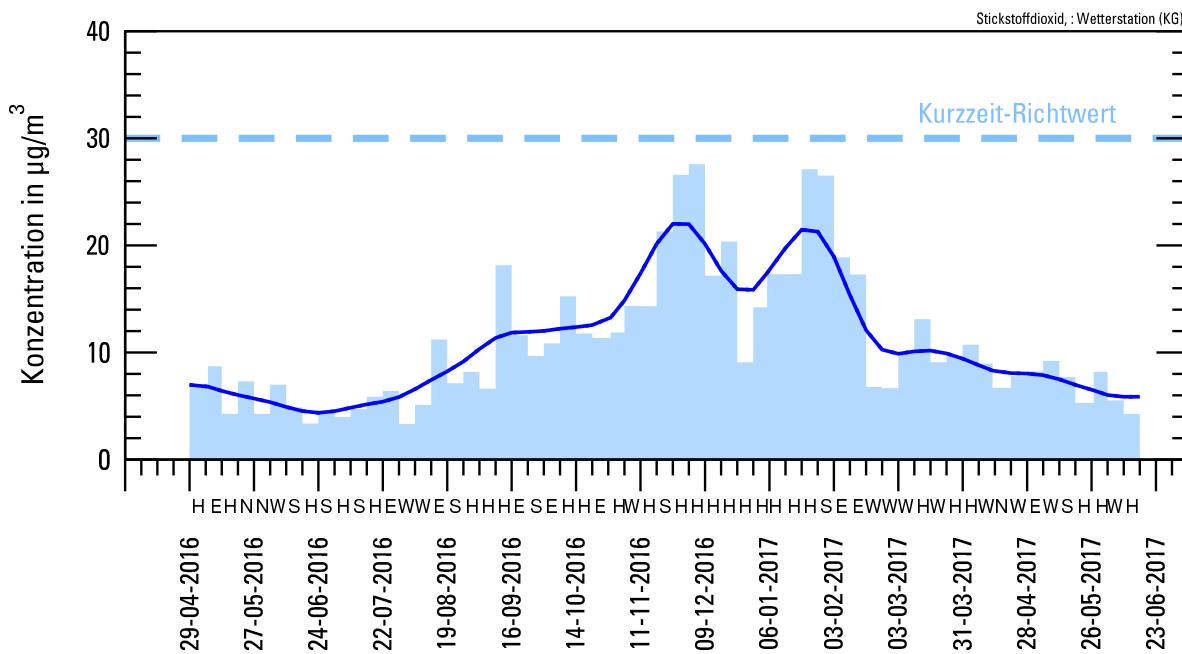


Abbildung 9 Jahresverlauf der Stickstoffdioxid-Konzentration in Bad Münster im Kurgebiet (KG2)

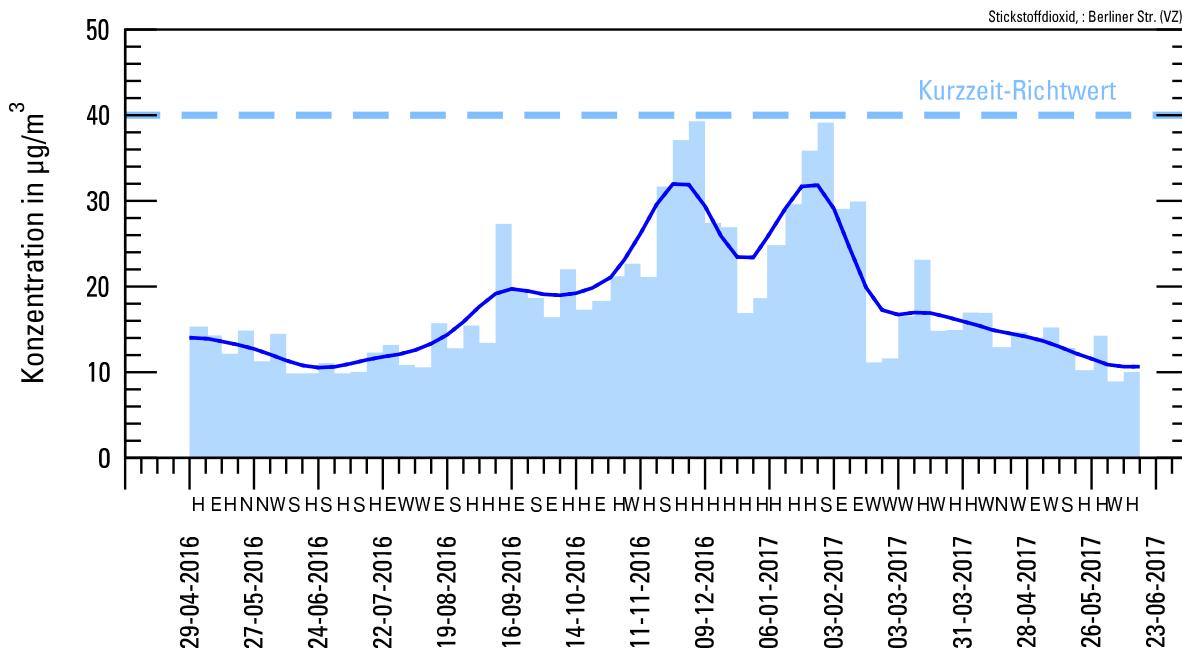


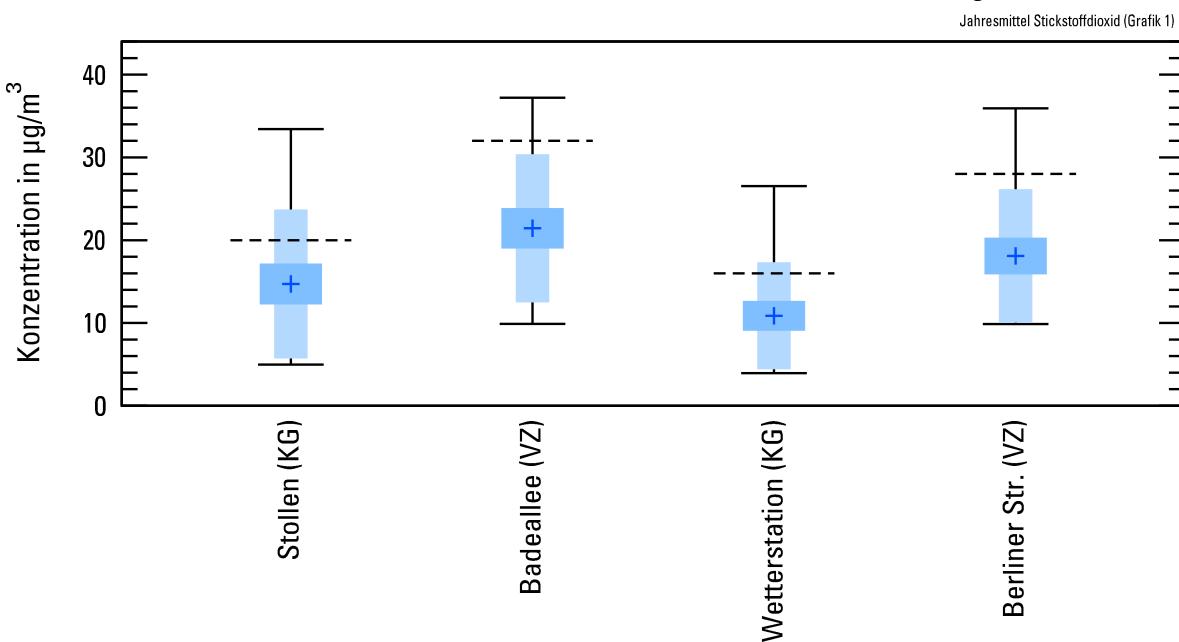
Abbildung 10 Jahresverlauf der Stickstoffdioxid-Konzentration in Bad Münster im Verkehrszentrum (VZ2)

Alle vier Grafiken lassen einen deutlichen Einfluss der Witterung auf den Jahresgang erkennen: In den Wintermonaten war die Belastung durch Stickstoffdioxid infolge verstärkter Heizungsemisionen höher als in den Sommermonaten. Zudem traten in dieser Zeit vermehrt austauscharme Wetterlagen auf, die eine Anreicherung von Schadstoffen begünstigten, wie z. B. von November 2016 bis Mitte Februar 2017. In diesem Zeitraum kam es im Kurgebiet von Bad Kreuznach auch zu den drei Kurzzeit-Richtwert-Überschreitungen. An Weihnachten und zum Jahreswechsel 2016/2017 war es bei überwiegendem Hochdruckeinfluss vorübergehend milder.

Demnach ist denkbar, dass sich die Heiztätigkeit reduziert hat, was den kurzzeitigen Rückgang der Stickstoffdioxid-Belastung erklären kann. Im Sommer sind die Austauschbedingungen für gewöhnlich günstiger. Zudem wird NO₂ fotochemisch schneller abgebaut, sodass die Konzentration im Allgemeinen geringer ist.

Boxplot

Die mittleren Belastungsverhältnisse werden in Abbildung 11 veranschaulicht: An allen Probenahmestellen von Bad Kreuznach und Bad Münster am Stein-Ebernburg liegt der jeweilige Mittelwert einschließlich des 95 %-Vertrauensintervalls deutlich unterhalb des entsprechenden Langzeit-Richtwertes (Tabelle 1). Demnach ist eine Überschreitung des jeweiligen Langzeit-Richtwertes mit einer statistischen Wahrscheinlichkeit von über 97,5 % ausgeschlossen.



**Abbildung 11 Immissions-Kenngrößen für Stickstoffdioxid
(gestrichelte horizontale Linien = Langzeit-Richtwerte)**

Immissions-Kenngrößen

Die mittleren Belastungsverhältnisse bezogen auf den Gesamtzeitraum sind in der Tabelle A 6, für die Teilzeiträume (Winter- und Sommerhalbjahr) in Tabelle A 7 wiedergegeben. Erwartungsgemäß wurden an den Probenahmestellen „Badeallee“ in Bad Kreuznach und „Berliner Str.“ in Bad Münster am Stein-Ebernburg wegen des überwiegenden Verkehrseinflusses höhere mittlere Stickstoffdioxid-Konzentrationen von 21,4 µg/m³ bzw. 18,1 µg/m³ festgestellt. Damit liegen der Ausschöpfungsgrade bei 67 % und 65 %. Deutlich niedriger ist die an den Probenahmeorten „Stollen“ und „Wetterstation“ im jeweiligen Kurgebiet beobachtete Hintergrundbelastung von Bad Kreuznach und Bad Münster am Stein-Ebernburg. Hier liegen die mittleren Stickstoffdioxid-Konzentrationen bei 14,7 µg/m³ und 10,9 µg/m³ und die Ausschöpfungsgrade bei 74 % und 68 % (Tabelle A 6).

Tabelle A 7 zeigt auf, dass die Konzentration im Winter vor allem in den Kurgebieten etwa doppelt so hoch ist wie im Sommer. Zudem ist die Konzentration an allen vier Messorten während Hochdruckwetter- und Ostlagen leicht höher verglichen zu allen Wetterlagen. Dies steht in Zusammenhang mit einem eingeschränkten Luftmassenaustausch.

Sommerliche Hochdruckwetterlagen zeichnen sich in der Regel durch eine bessere Austauschfähigkeit und durch einen stärkeren fotochemischen Abbau aus als ihre winterlichen Pendants. Diese positiven Einflüsse auf die NO₂-Belastung können allerdings durch stärkere Quellen (Urlaubs-/Reiseverkehr) kompensiert werden. So kann erklärt werden, dass die Zunahme der Belastung bei Hochdruckwetterlagen im Vergleich zu allen Wetterlagen in der gleichen Größenordnung liegt wie im Winterhalbjahr.

Vergleich mit anderen Kurorten

Der Vergleich mit anderen Kurorten in Deutschland in der Abbildung 12 (Bad Kreuznach) und Abbildung 13 (Bad Münster am Stein-Ebernburg, Seite 25) zeigt, dass in Bad Kreuznach etwa 5 %, in Bad Münster am Stein-Ebernburg etwa 25 % aller Kurorte in der Repräsentanz „Kurgebiet“ eine noch höhere Hintergrundbelastung aufwiesen.

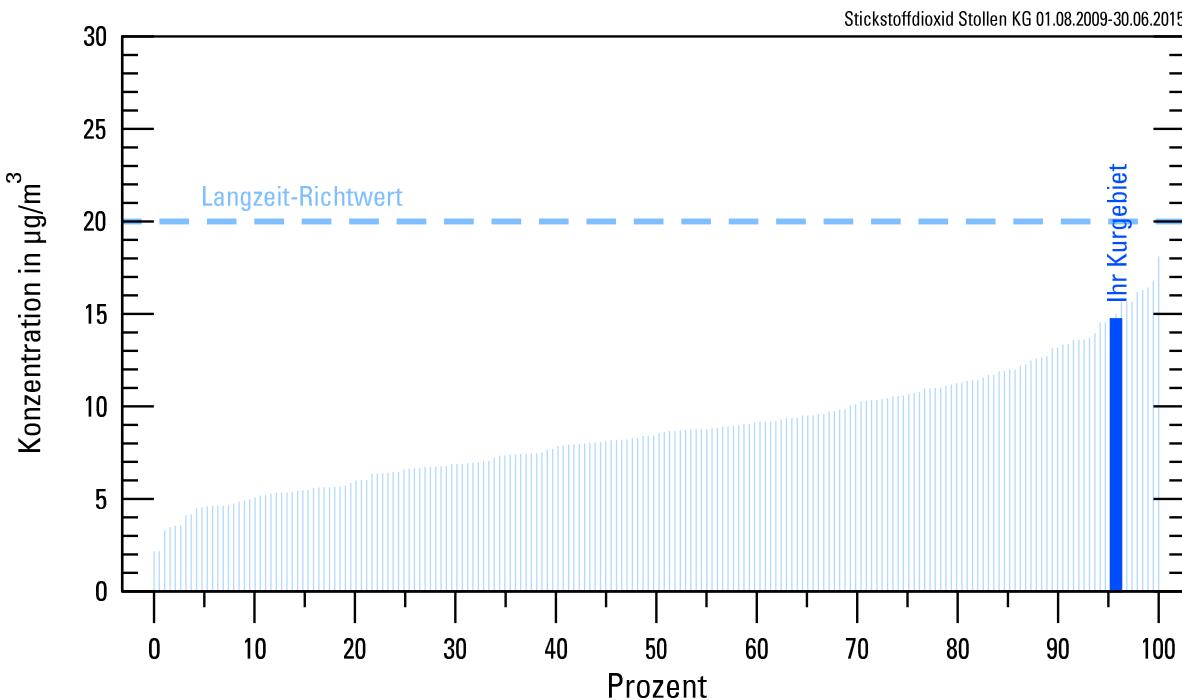


Abbildung 12

Vergleich mit anderen Kurorten für die Stickstoffdioxid-Belastung

in Bad Kreuznach im Kurgebiet (KG1)

Grundlage: Messungen in 200 deutschen Kurorten im Zeitraum 2009-2015

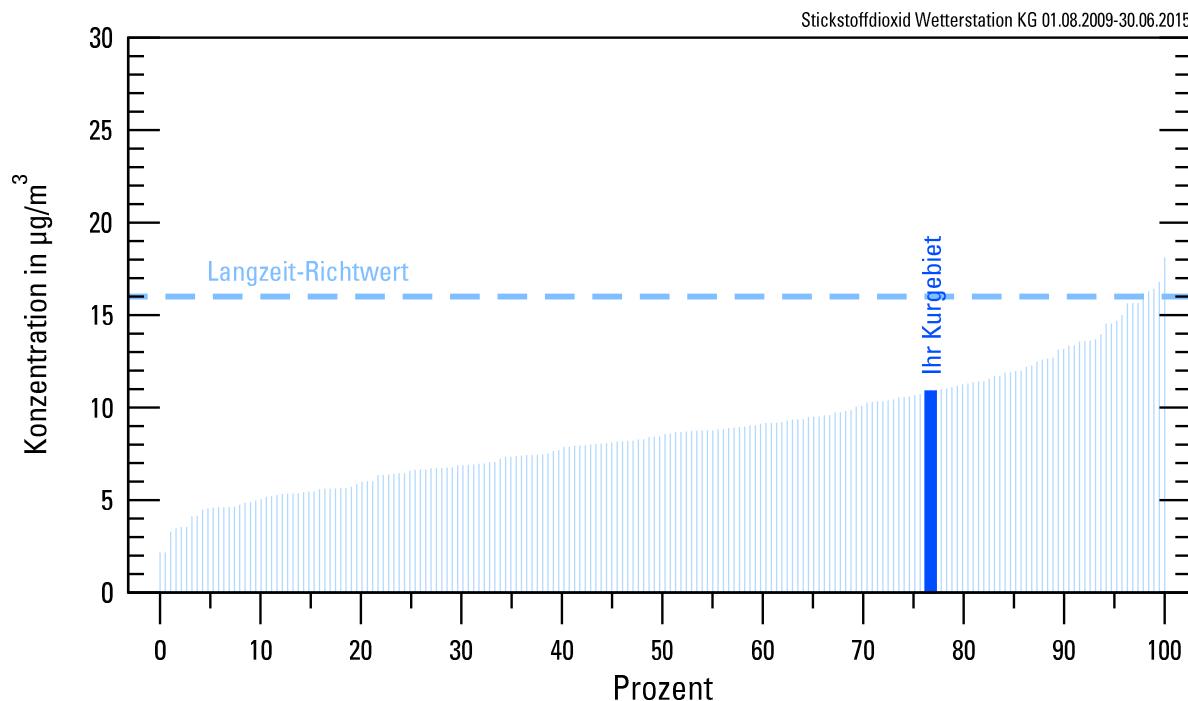


Abbildung 13 Vergleich mit anderen Kurorten für die Stickstoffdioxid-Belastung in Bad Münster im Kurgebiet (KG2)
Grundlage: Messungen in 200 deutschen Kurorten im Zeitraum 2009-2015

Immissions-Witterungsrose

Die detaillierte Analyse der Abhängigkeit zwischen Immission und Windrichtungssektoren sind für die Kurgebiete in Abbildung A 1 und Abbildung A 3 im Anhang und für die Verkehrszentren in Abbildung A 2 und Abbildung A 4 dargestellt. Die höchsten Stickstoffdioxid-Konzentrationen sind an allen vier Probenahmestellen während der Hochdruckwetterlagen beobachtet worden, gefolgt von den Ostlagen. Am geringsten belastet waren Probenahmewochen mit vorherrschenden Nordwestlagen, wobei die statistische Aussagekraft dieser Wetterlagen wegen ihrer geringen Häufigkeit (nur in drei Probenahmewochen vorherrschend) allerdings begrenzt ist.

Bei einer durchschnittlichen Häufigkeit der Witterungstypen (Bezugszeitraum 1981 – 2010) wären die über den gesamten Messzeitraum gemittelten Stickstoffdioxid-Konzentrationen in Bad Kreuznach bis zu 8 % und in Bad Münster am Stein-Ebernburg bis zu 6 % niedriger ausgefallen.

4.2. Feinstaub

Die Wochenmittelwerte der Feinstaub-Konzentration konnten in der Zeit vom 10.06.2016 bis 08.07.2016 aus labortechnischen Gründen nicht berechnet werden. Die geforderte Anzahl an verwertbaren Proben wurde jedoch erreicht.

Jahresverlauf und Überschreitungshäufigkeiten des Kurzzeit-Richtwertes

Der zeitliche Verlauf der Feinstaub-Konzentration an den verkehrsbezogenen Standorten in Bad Kreuznach und Bad Münster (VZ1 und VZ2) sind in der Abbildung 14 und Abbildung 15 (Seite 27) wiedergegeben. Diese Abbildungen sowie Tabelle A 8 zeigen, dass der Kurzzeit-Richtwert in Bad Münster am Stein-Ebernburg während des gesamten Messzeitraumes dreimal überschritten wurde. Gemäß den Begriffsbestimmungen sind bis zu drei Überschreitungen zulässig.

Der Verlauf der Feinstaub-Konzentration weist einen typischen Jahresgang auf: Niedrigere Belastungswerte im Sommer, höhere im Winter. In dieser Zeit können Heizungsemissionen in Verbindung mit austauscharmen Wetterlagen kurzfristig zu erhöhten Feinstaub-Konzentrationen beigetragen haben (z.B. Anfang Dezember 2016 und vor allem Mitte Januar bis Mitte Februar 2017). Zwischen den austauscharmen Witterungsabschnitten traten immer wieder Wetterlagen mit Winden aus westlichen Richtungen auf, die für deutliche Konzentrationsrückgänge des Feinstaub sorgten, wie z. B. Anfang März 2017.

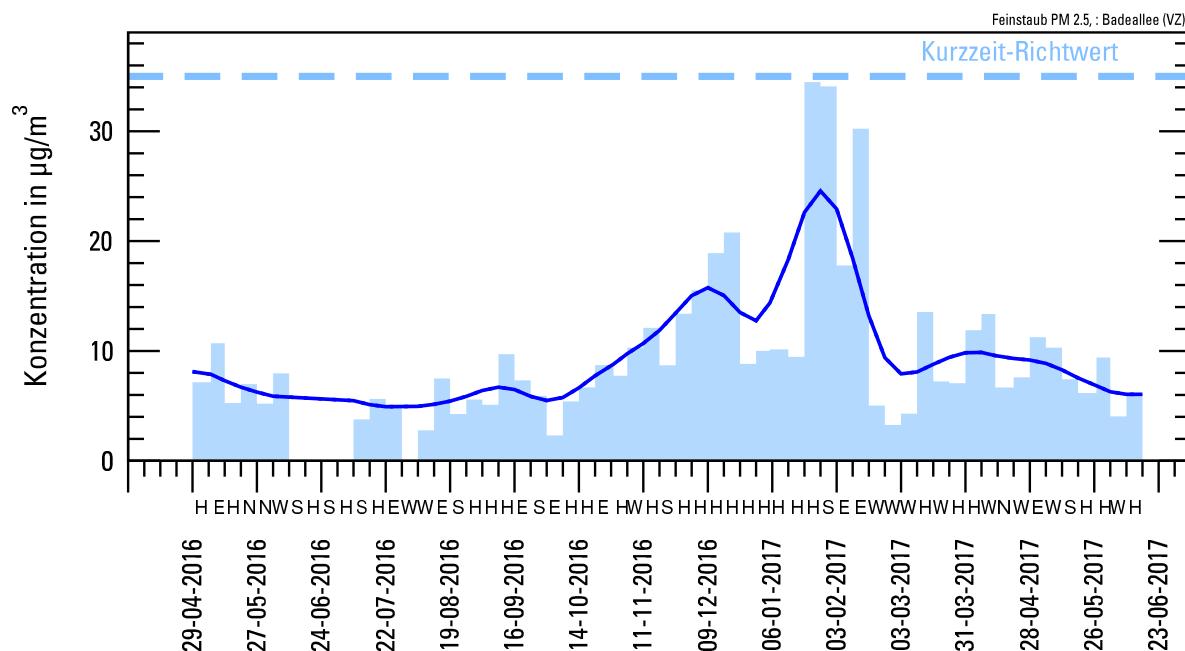


Abbildung 14 Jahresverlauf der Feinstaub-Konzentration in Bad Kreuznach im Verkehrszentrum (VZ1)

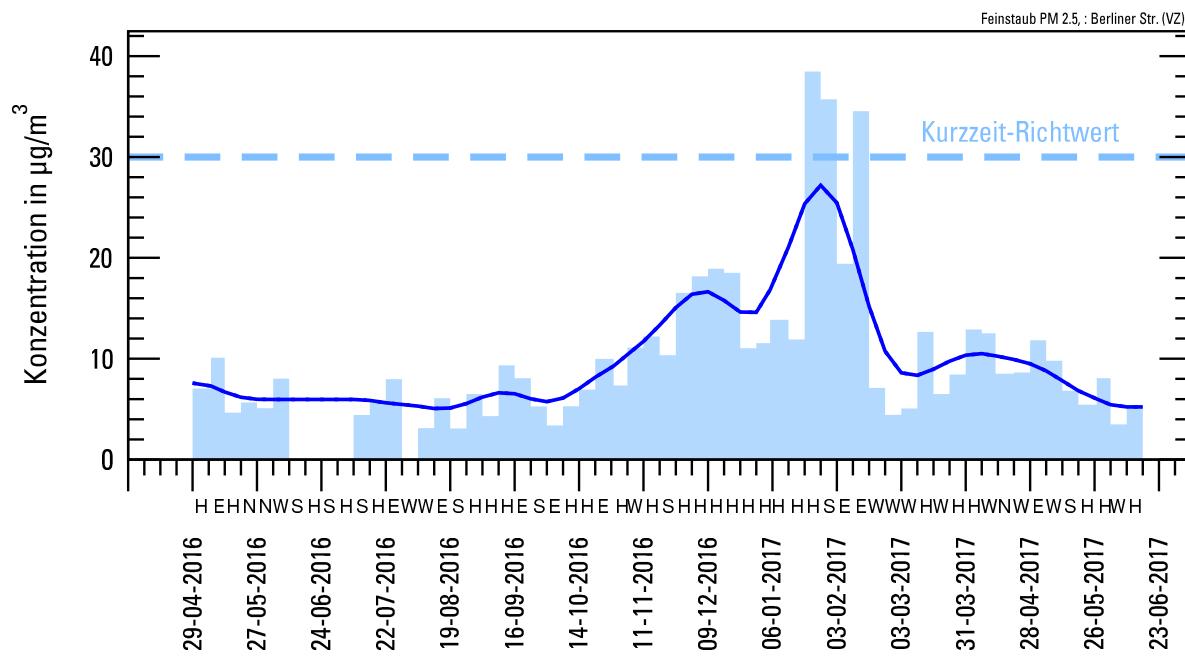


Abbildung 15 Jahresverlauf der Feinstaub-Konzentration in Bad Münster im Verkehrszentrum (VZ2)

Boxplot

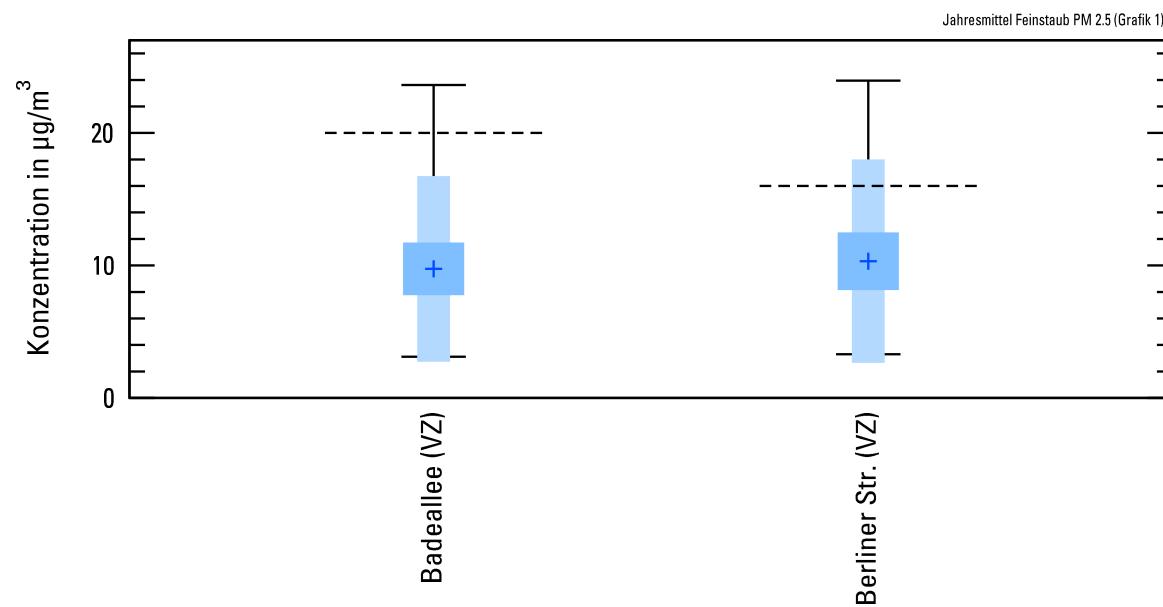


Abbildung 16 Immissions-Kenngrößen für Feinstaub (gestrichelte horizontale Linie = Langzeit-Richtwert)

Die Abbildung 16 zeigt die mittleren Belastungsverhältnisse an den verkehrsbezogenen Messstellen „Badeallee“ in Bad Kreuznach und „Berliner Str.“ in Bad Münster am Stein-Ebernburg. Der Langzeit-Richtwert wurde an beiden Probenahmeorten bei Weitem nicht erreicht, denn der jeweilige 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.

Immissions-Kenngrößen

Die mittleren Belastungsverhältnisse bezogen auf den Gesamtzeitraum sind in der Tabelle A 9, für die Teilzeiträume (Winter- und Sommerhalbjahr) in Tabelle A 10 wiedergegeben. Die mittlere Feinstaub-Belastung betrug im gesamten Messzeitraum in Bad Kreuznach $9,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und in Bad Münster am Stein-Ebernburg $10,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Damit wurde der entsprechende Langzeit-Richtwert zu 49 % bzw. 64 % ausgeschöpft. Aus der Tabelle A 10 ist ersichtlich, dass die Belastung im Winterhalbjahr in Bad Kreuznach fast das Doppelte, in Bad Münster am Stein-Ebernburg sogar über das Doppelte höher war als im Sommerhalbjahr. Zudem wurden im Winterhalbjahr während der Hochdruckwetter- und Ostlagen im Vergleich zu allen Wetterlagen eine geringfügig höhere Belastung beobachtet. Im Sommerhalbjahr blieb die Belastung während dieser Wetterlagen nahezu konstant.

Vergleich mit anderen Kurorten

Der Vergleich mit anderen Kurorten in Deutschland ist in der Abbildung 17 (Bad Kreuznach) und Abbildung 18 (Bad Münster am Stein-Ebernburg, Seite 29) dargestellt. Bad Kreuznach zählt zu den besten 30 %, Bad Münster am Stein-Ebernburg zu den besten 45 % aller Kurorte bezogen auf die Feinstaub-Belastung in der Repräsentanz „Verkehrszentrum“.

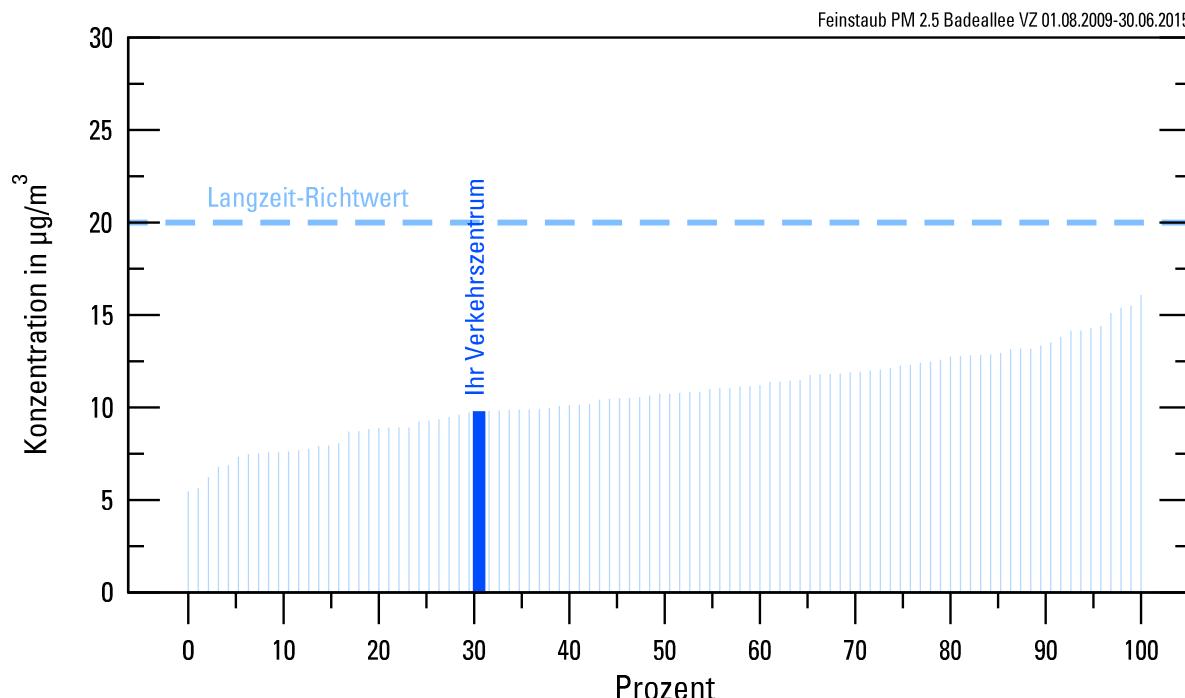


Abbildung 17 Vergleich mit anderen Kurorten für die Feinstaub-Belastung in Bad Kreuznach im Verkehrszentrum (VZ1)
Grundlage: Messungen in 100 deutschen Kurorten im Zeitraum 2009-2015

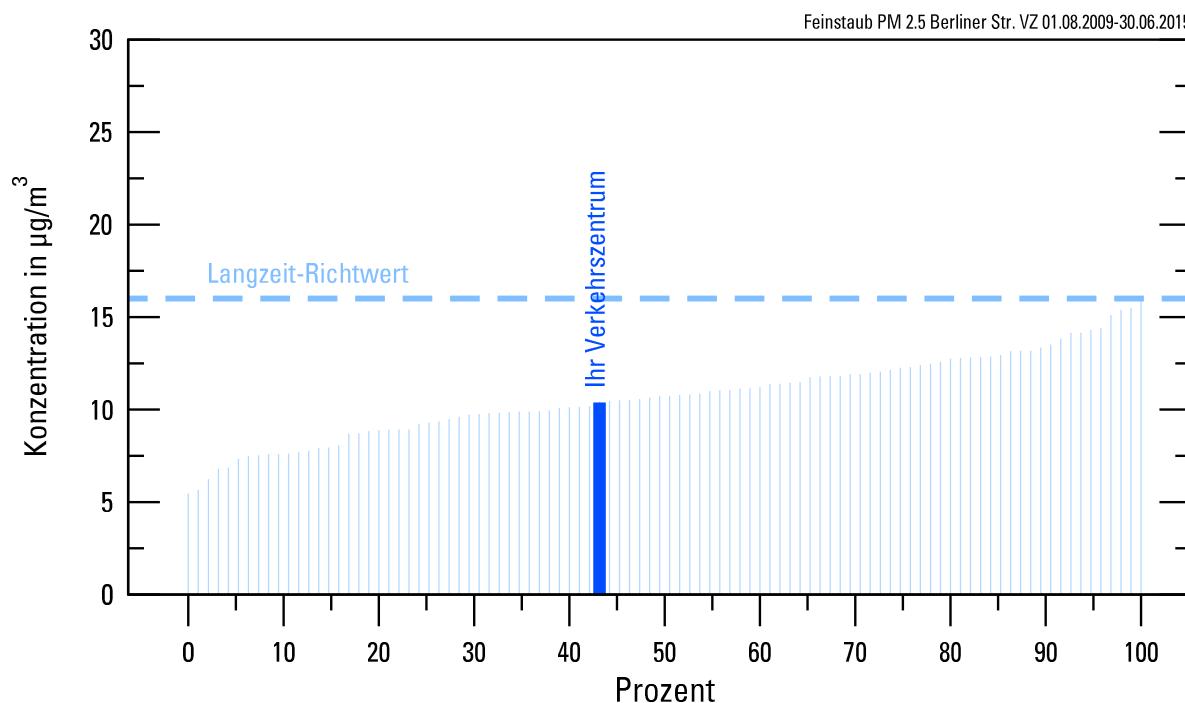


Abbildung 18 Vergleich mit anderen Kurorten für die Feinstaub-Belastung in Bad Münster im Verkehrszenrum (VZ2)
Grundlage: Messungen in 100 deutschen Kurorten im Zeitraum 2009-2015

Immissions-Witterungsrose

Die detaillierte Analyse der Windrichtungsabhängigkeit in den Abbildungen A 5 und A 6 lassen erkennen: Die Belastung durch Feinstaub war in Bad Kreuznach und Bad Münster am Stein-Ebernburg während der Ost-, Süd- und Hochdruckwetterlagen ähnlich hoch. Die niedrigsten Belastungswerte durch Feinstaub wiesen die Nordwestlagen auf. Zu beachten ist jedoch, dass Nordwestlagen im gesamten Messzeitraum nur dreimal vorherrschend waren und daher statistisch nur sehr begrenzt aussagekräftig sind.

Bei einer durchschnittlichen Häufigkeit der Witterungstypen (Bezugszeitraum 1981 – 2010) wäre die über den gesamten Messzeitraum gemittelte Feinstaub-Konzentration in Bad Kreuznach um 6 % und in Bad Münster am Stein-Ebernburg um 7 % niedriger ausgefallen.

4.3. Ruß im Feinstaub

Die Wochenmittelwerte der Ruß-im-Feinstaub-Konzentration konnten in der Zeit vom 10.06.2016 bis 08.07.2016 aus labortechnischen Gründen nicht berechnet werden. Die geforderte Anzahl an verwertbaren Proben wurde jedoch erreicht.

Jahresverlauf und Überschreitungshäufigkeiten des Kurzzeit-Richtwertes

Der zeitliche Verlauf der Ruß-im-Feinstaub-Konzentrationen an den verkehrsbezogenen Standorten „Badeallee“ (VZ1) und „Berliner Str.“ (VZ2) in Bad Kreuznach und Bad Münster am Stein-Ebernburg sind in der Abbildung 19 und Abbildung 20 (Seite 31) wiedergegeben. Diese sowie Tabelle A 11 zeigen, dass in Bad Münster am Stein-Ebernburg der Kurzzeit-Richtwert während des gesamten Messzeitraumes einmal knapp überschritten wurde. Drei Überschreitungen sind an jeder Probenahmestelle erlaubt.

Die Abbildung 19 und Abbildung 20 zeigen 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 von Mitte November bis Mitte Dezember 2016 sowie von Mitte Januar bis Mitte Februar 2017 mehrfach aufgetreten sind. In den Sommermonaten war die Konzentration vergleichsweise gering.

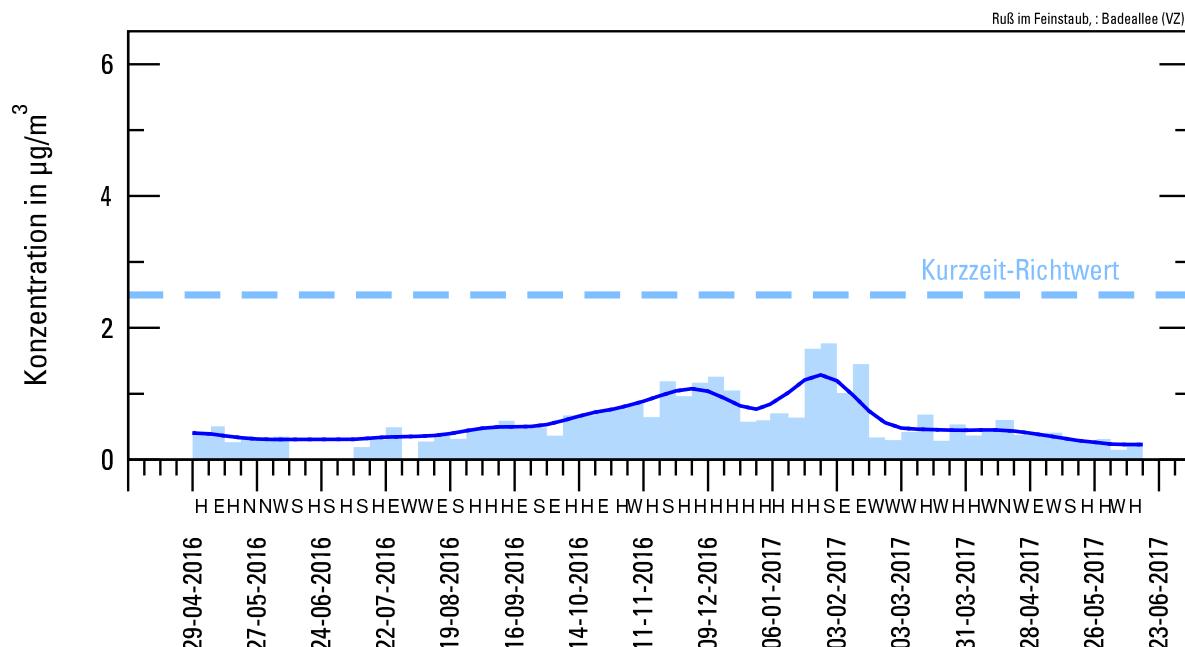


Abbildung 19 Jahresverlauf der Ruß-im-Feinstaub-Konzentration in Bad Kreuznach im Verkehrszentrum (VZ1)

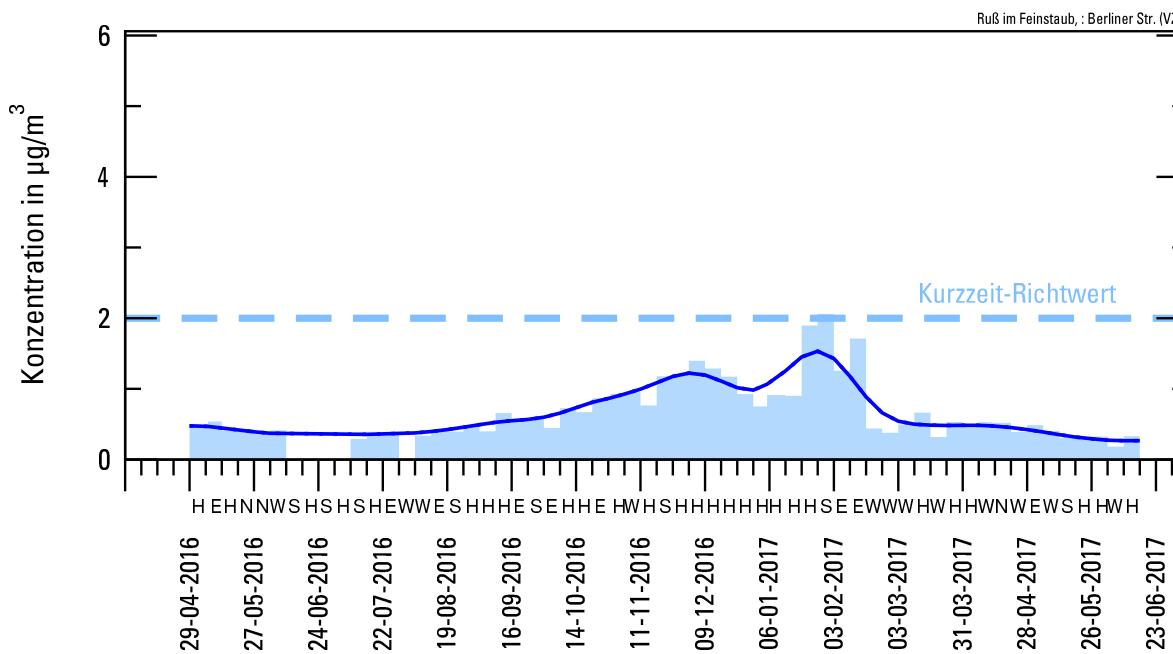


Abbildung 20 Jahresverlauf der Ruß-im-Feinstaub-Konzentration in Bad Münster im Verkehrszentrum (VZ2)

Boxplot

Die mittleren Belastungsverhältnisse lassen sich anhand der nachfolgenden Abbildung 21 anschaulich beurteilen: An den verkehrsbezogenen Messstellen „Badeallee“ und „Berliner Str.“ liegt die jeweilige 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.

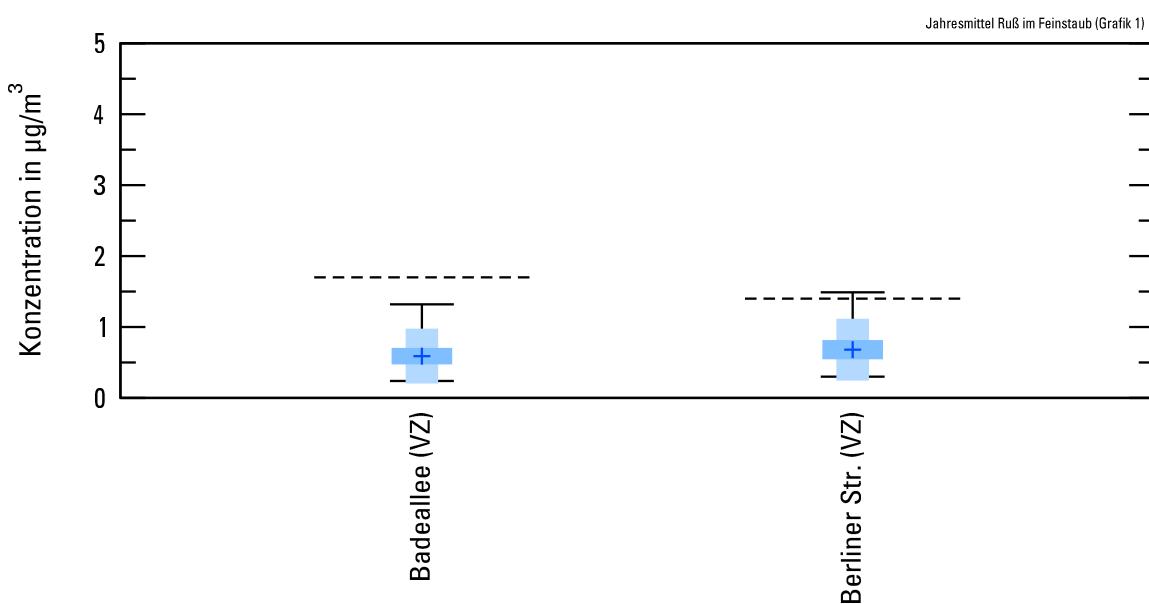


Abbildung 21 Immissions-Kenngrößen für Ruß-im-Feinstaub (gestrichelte horizontale Linie = Langzeit-Richtwert)

Immissions-Kenngrößen

Die mittleren Belastungsverhältnisse bezogen auf den Gesamtzeitraum sind in der Tabelle A 12, für die Teilzeiträume (Winter- und Sommerhalbjahr) in Tabelle A 13 wiedergegeben. Die mittlere Ruß-im-Feinstaub-Belastung betrug im gesamten Messzeitraum $0,59 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Bad Kreuznach (VZ1) und $0,68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Bad Münster am Stein-Ebernburg (VZ2). Damit wurde der entsprechende Langzeit-Richtwert zu 35 % bzw. zu 48 % ausgeschöpft. Die Tabelle A 13 zeigt, dass die Belastung durch Ruß im Feinstaub im Winterhalbjahr mehr als doppelt so hoch war verglichen zum Sommerhalbjahr. Zudem wurden nur geringfügig höhere Werte während austauscharmer Ost- und Hochdruckwetterlagen im Vergleich zum Gesamtkollektiv aller Wetterlagen beobachtet.

Vergleich mit anderen Kurorten

Der Vergleich mit anderen Kurorten in Deutschland ist in der Abbildung 22 (Bad Kreuznach) und Abbildung 23 (Bad Münster am Stein-Ebernburg, Seite 33) dargestellt. Dabei zählt Bad Kreuznach zu den besten 25 % und Bad Münster am Stein-Ebernburg zu den besten 45 % aller Kurorte bezogen auf die Ruß-im-Feinstaub-Belastung in der Repräsentanz „Verkehrszentrum“.

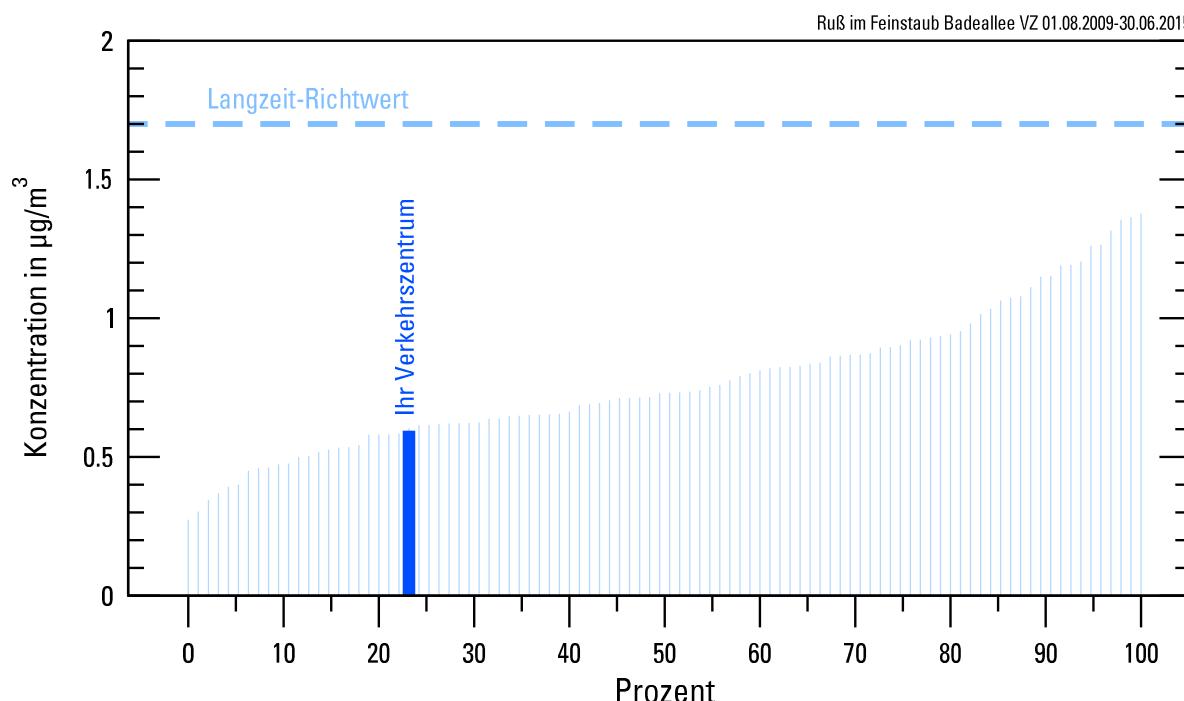


Abbildung 22 Vergleich mit anderen Kurorten für die Ruß-im-Feinstaub-Belastung in Bad Kreuznach im Verkehrszentrum (VZ1)
Grundlage: Messungen in 100 deutschen Kurorten im Zeitraum 2009-2015

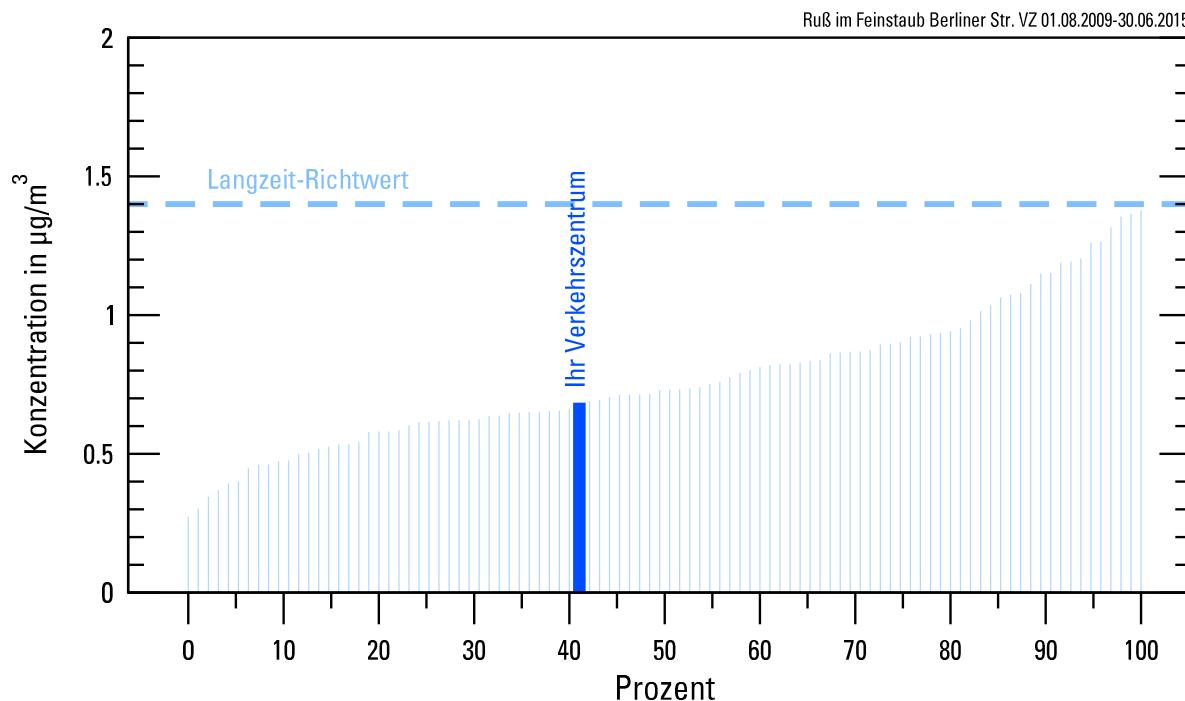


Abbildung 23 Vergleich mit anderen Kurorten für die Ruß-im-Feinstaub-Belastung in Bad Münster im Verkehrszentrum (VZ2)
Grundlage: Messungen in 100 deutschen Kurorten im Zeitraum 2009-2015

Immissions-Witterungsrose

Die detaillierte Analyse der Windrichtungsabhängigkeit sind in der Abbildung A 7 und Abbildung A 8 dargestellt: Hohe Konzentrationen von Ruß im Feinstaub traten an beiden Probenahmestellen von Bad Kreuznach und Bad Münster am Stein-Ebernburg (VZ1, VZ2) während der Süd- und Hochdruckwetterlagen auf, dicht gefolgt von den Ostlagen. Deutlich geringer war die Ruß-im-Feinstaub-Belastung dagegen während Wetterlagen mit Winden aus Südwest bis Nordwest. Diese sind mit guten Durchmischungsverhältnissen verbunden, während die übrigen Witterungstypen üblicherweise von windschwachen und austauscharmen Wetterverhältnissen geprägt sind. Allerdings dominierten Nordwestlagen im gesamten Messzeitraum nur während drei Probenahmewochen, sodass ihre statistische Aussagekraft begrenzt ist.

Bei einer durchschnittlichen Häufigkeit der Witterungstypen (Bezugszeitraum 1981 – 2010) wäre in Bad Kreuznach und Bad Münster am Stein-Ebernburg die über den gesamten Messzeitraum gemittelte Ruß-im-Feinstaub-Konzentration um 6 % 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.

Grostaub (gesamt)

Jahresverlauf und Überschreitungshäufigkeiten des Kurzzeit-Richtwertes

Der zeitliche Verlauf der Grobstaub (gesamt)-Konzentration für die Repräsentanzen Kurgebiet und Verkehrszentrum sind in der Abbildung 24 bis Abbildung 27 (Seite 35 f.) wiedergegeben. Diese Abbildungen sowie Tabelle A 14 zeigen, dass in Bad Kreuznach und in Bad Münster am Stein-Ebernburg der jeweilige Kurzzeit-Richtwert während des gesamten Messzeitraumes kein einziges Mal überschritten wurde.

Der typische Jahresgang der Grobstaub-Konzentration ist in allen vier Abbildungen gut erkennbar. Im Spätherbst (ab Oktober 2016) und in den Wintermonaten 2016/2017 war die natürliche Staubentwicklung wegen der meist feuchten und/oder zeitweise schneedeckten Bodenoberfläche überwiegend gering, was sich besonders in der zweiten Dezemberhälfte 2016 und zum Jahreswechsel 2016/2017 zeigte. Höhere Grobstaub-Konzentrationen wurden meist während Perioden trocken-warmer Witterung im Sommer und Frühherbst 2016 sowie im Frühjahr 2017 beobachtet. So begünstigten z. B. milde Temperaturen in Verbindung mit trockenen Witterungsabschnitten die Staubentwicklung und –aufwirbelung und trugen damit zu einer höheren Belastung bei (z. B. im August und September 2017). Dagegen macht sich allgemein unbeständiges und mit häufigen Niederschlägen verbundenes Wetter, wie Ende Februar und Mitte März 2017, jeweils durch einen Rückgang der Belastung durch Grobstaub (gesamt) bemerkbar. Im Verkehrszentrum ist das Konzentrationsniveau geringfügig höher.

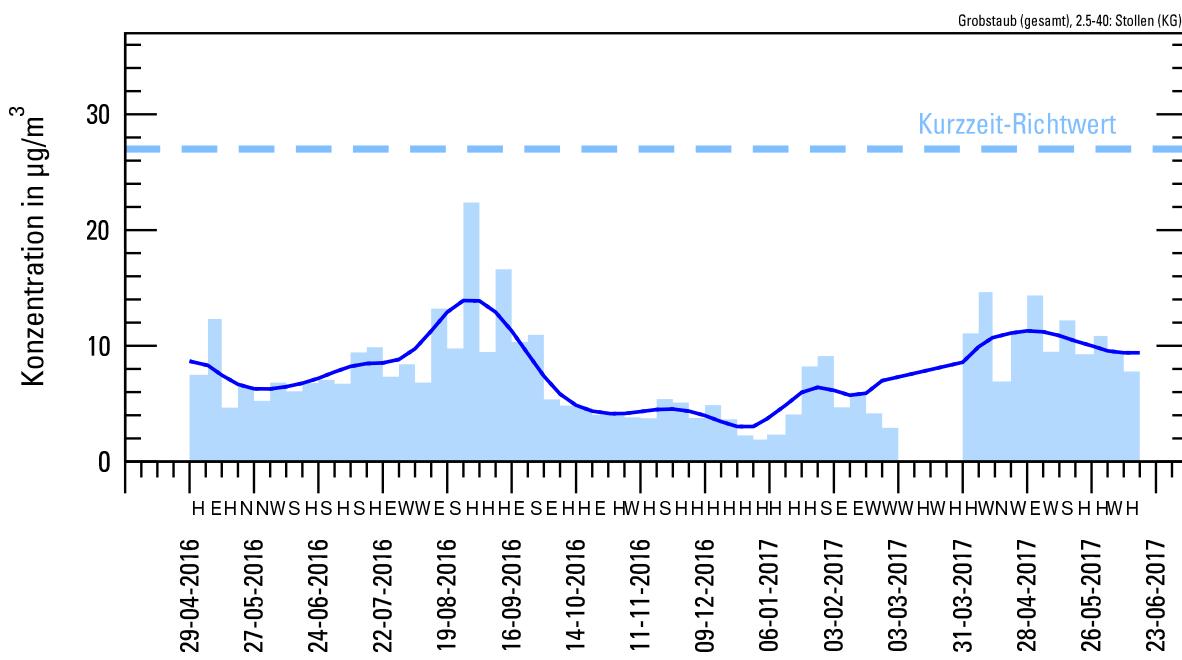


Abbildung 24 Jahresverlauf der Grobstaub (gesamt)-Konzentration in Bad Kreuznach im Kurgebiet (KG1)

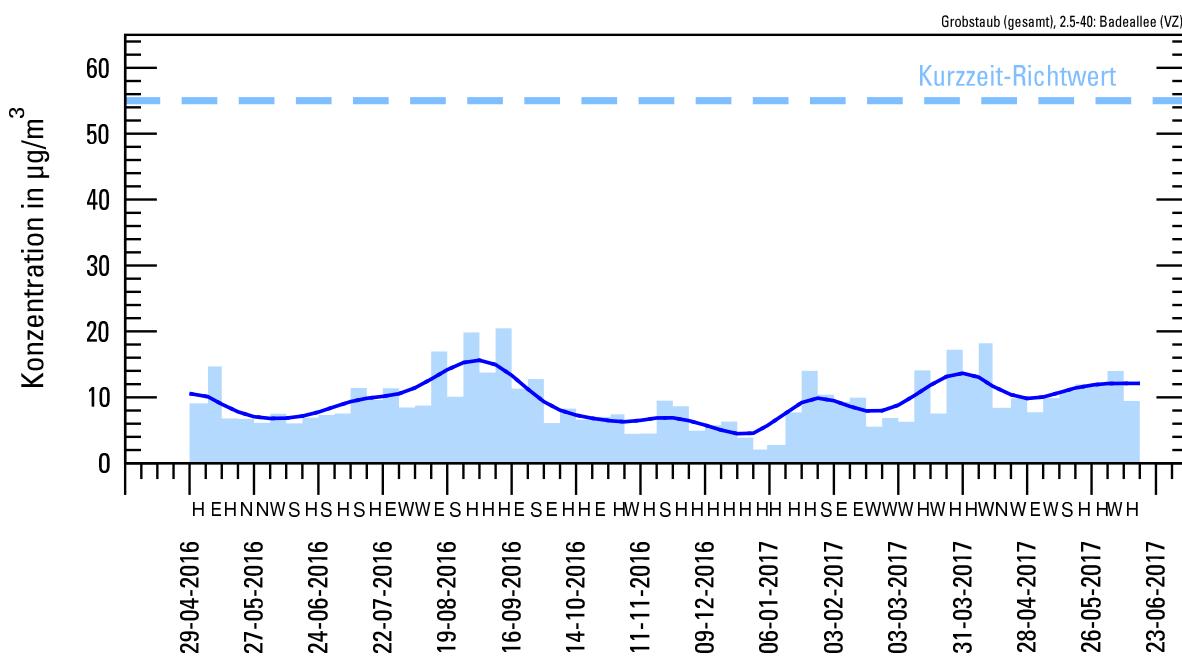


Abbildung 25 Jahresverlauf der Grobstaub (gesamt)-Konzentration in Bad Kreuznach im Verkehrszentrum (VZ1)

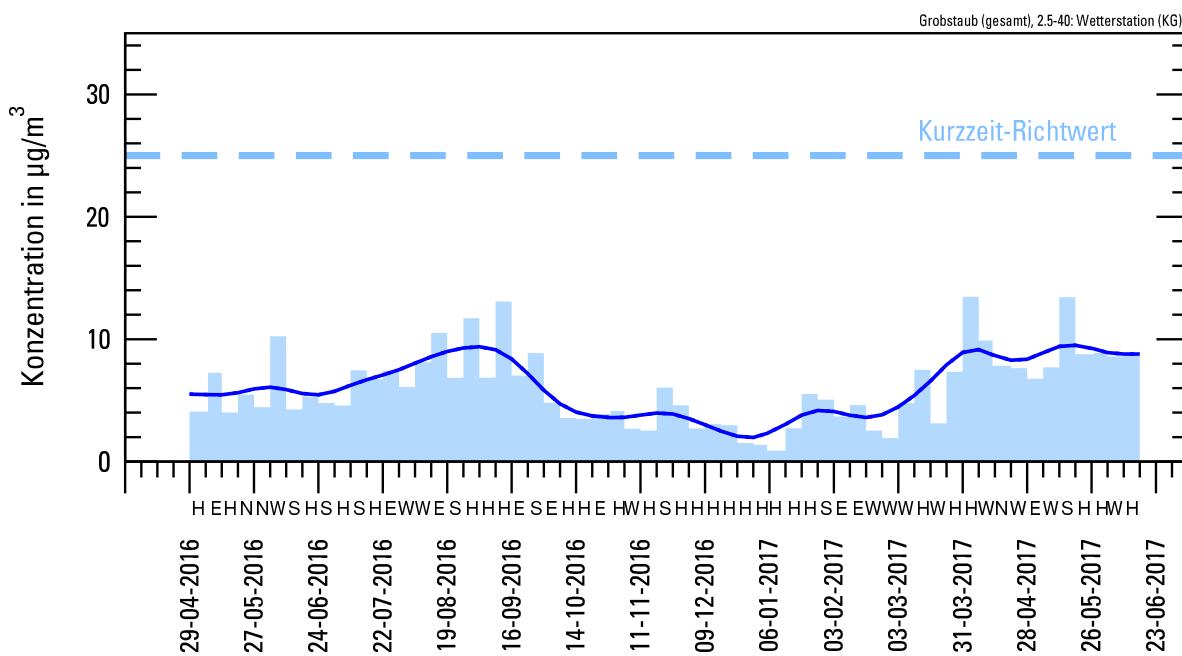


Abbildung 26 Jahresverlauf der Grobstaub (gesamt)-Konzentration in Bad Münster im Kurgebiet (KG2)

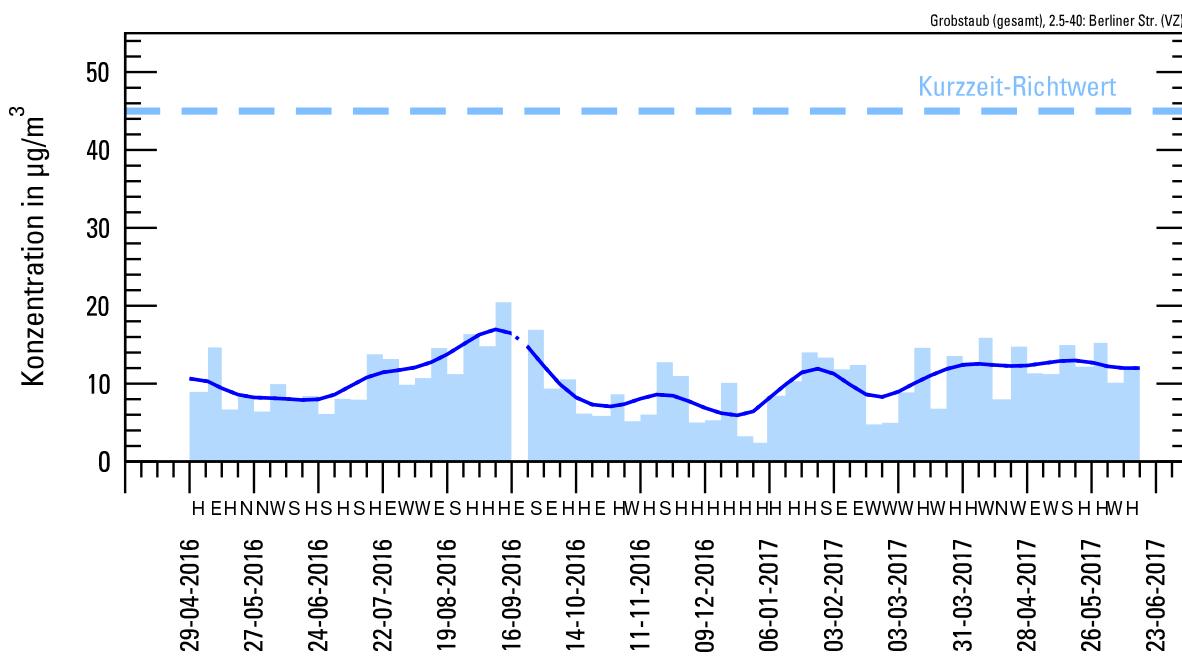
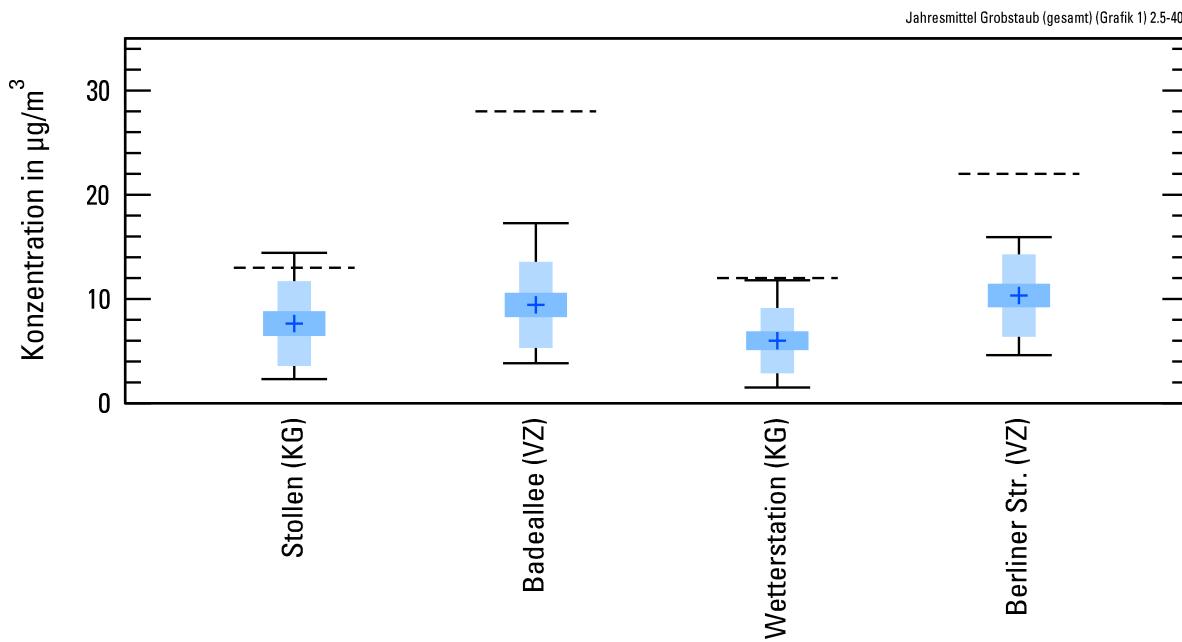


Abbildung 27 Jahresverlauf der Grobstaub (gesamt)-Konzentration in Bad Münster im Verkehrszentrum (VZ2)

Boxplot

Die mittleren Belastungsverhältnisse sind in der Abbildung 28 (Seite 37) veranschaulicht. An den Messstellen in Bad Kreuznach und Bad Münster am Stein-Ebernburg liegt der jeweilige 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 28 Immissions-Kenngrößen für Grobstaub (gesamt)
(gestrichelte horizontale Linie = Langzeit-Richtwert)**

Immissions-Kenngrößen

Die mittleren Belastungsverhältnisse bezogen auf den Gesamtzeitraum sind in der Tabelle A 15, für die Teilzeiträume (Winter- und Sommerhalbjahr) in Tabelle A 16 wiedergegeben. An den verkehrsbezogenen Standortorten wurden mit $9,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Bad Kreuznach und mit $10,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Bad Münster am Stein-Ebernburg eine höhere Belastung gemessen als in den Kurgebieten. Damit wurde der entsprechende Langzeit-Richtwert zu 34 % bzw. zu 47 % ausgeschöpft (Tabelle A 15). Im Kurgebiet lag die Belastung bei $7,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Bad Kreuznach) und bei $6,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Bad Münster am Stein-Ebernburg). Damit wurde der dort jeweils geltende niedrigere Langzeit-Richtwert zu 59 % bzw. 50 % ausgeschöpft.

Die Tabelle A 16 zeigt, dass die Belastung durch Grobstaub (gesamt) für das Gesamtkollektiv aller Wetterlagen im Sommerhalbjahr im Kurgebiet von Bad Kreuznach um das Doppelte und in Bad Münster am Stein-Ebernburg etwa um das 1,8-Fache höher war als im Winterhalbjahr. Im Verkehrszentrum war die Zunahme mit ca. 30 % geringer. Während sommerlicher Hochdruckwetter- und Ostlagen, die für gewöhnlich die Mobilisierung von Staubpartikeln begünstigen, war die Belastung meist nur geringfügig höher im Vergleich zu allen Wetterlagen.

Vergleich mit anderen Kurorten

Der Vergleich mit anderen Kurorten in Deutschland ist in der Abbildung 29 (Bad Kreuznach) und Abbildung 30 (Bad Münster am Stein-Ebernburg) auf Seite 38 wiedergegeben. Danach weisen ca. 70 % aller Kurorte in der Repräsentanz „Kurgebiet“ eine geringere Grobstaub (gesamt)-Belastung

auf als Bad Kreuznach. Bad Münster am Stein-Ebernburg hingegen zählt zu den besten 30 % aller Kurorte, ebenfalls bezogen auf die Grobstaub (gesamt)-Belastung in der Repräsentanz „Kurgebiet“.

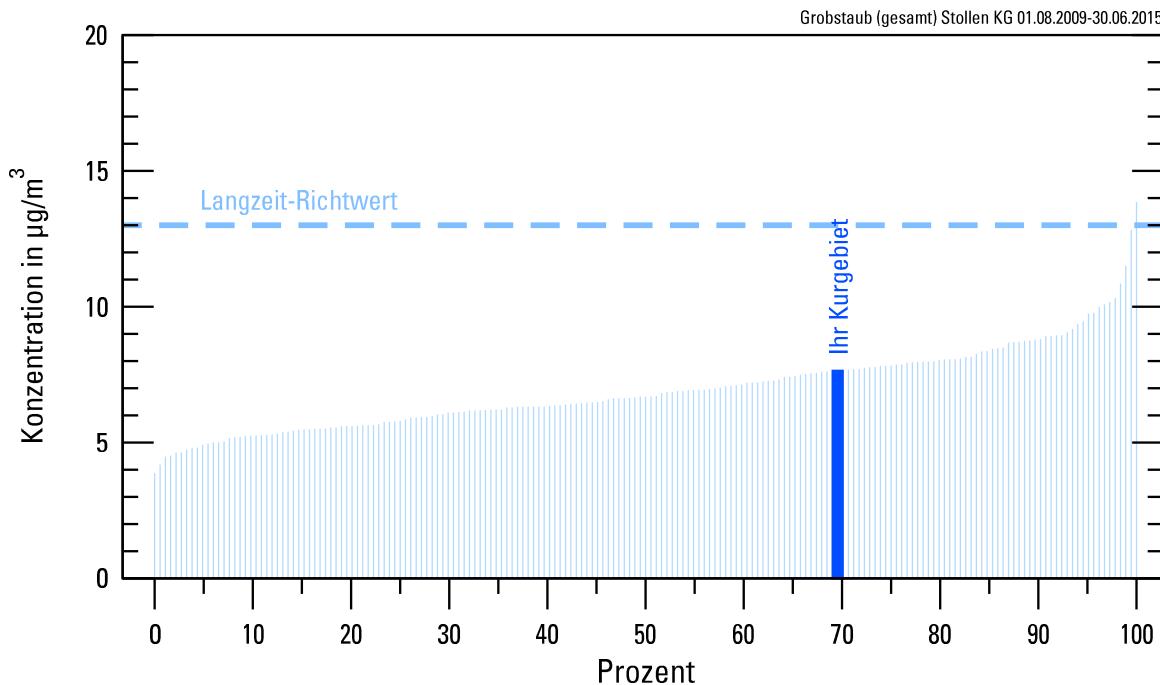


Abbildung 29 Vergleich mit anderen Kurorten für die Grobstaub (gesamt)-Belastung in Bad Kreuznach im Kurgebiet (KG1)
Grundlage: Messungen in 200 deutschen Kurorten im Zeitraum 2009-2015

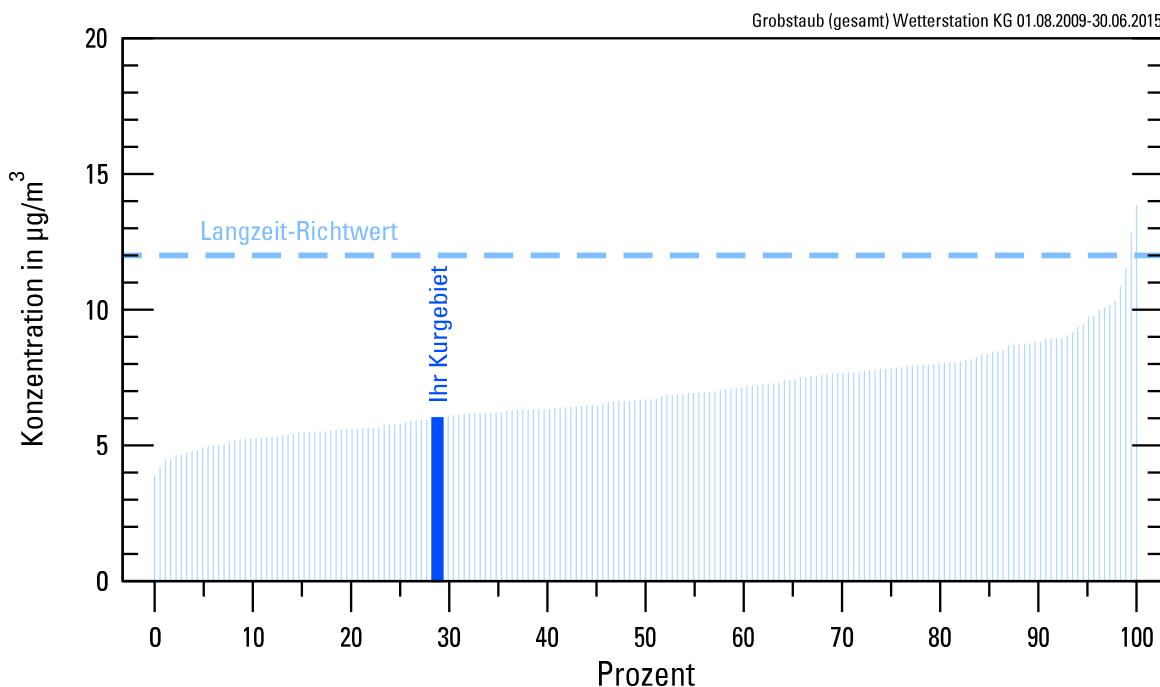


Abbildung 30 Vergleich mit anderen Kurorten für die Grobstaub (gesamt)-Belastung in Bad Münster im Kurgebiet (KG2)
Grundlage: Messungen in 200 deutschen Kurorten im Zeitraum 2009-2015

Immissions-Witterungsrose

Die detaillierte Analyse der Windrichtungsabhängigkeit ist für das jeweilige Kurgebiet in der Abbildung A 9 und Abbildung A 11 sowie für die Verkehrszentren in der Abbildung A 10 und Abbildung A 12 dargestellt. Die Belastungsunterschiede waren während der einzelnen Witterungstypen vor allem im KG2 (Bad Münster am Stein-Ebernburg) relativ gering. Allgemein traten die höchsten Grobstaub (gesamt)-Konzentrationen während der Süd- und Ostlagen auf, die niedrigsten Konzentrationen während der Nordwestlagen. Zu beachten ist, dass im Messzeitraum Nordwestlagen nur in drei Probenahmewochen vorherrschend waren 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 nur im Kurgebiet von Bad Münster am Stein-Ebernburg geringfügig höher, an den anderen Probenahmestellen hingegen geringfügig niedriger ausgefallen.

Grobstaub (opak)

Jahresverlauf und Überschreitungshäufigkeiten des Kurzzeit-Richtwertes

Der zeitliche Verlauf der opaken Grobstaub-Konzentration für die Repräsentanzen Kurgebiet und Verkehrszentrum in Bad Kreuznach und Bad Münster am Stein-Ebernburg sind in der Abbildung 31 bis Abbildung 34 wiedergegeben. Diese Abbildungen sowie Tabelle A 17 zeigen, dass an allen Standorten der jeweils geltende Kurzzeit-Richtwert während des gesamten Messzeitraumes nicht überschritten wurde.

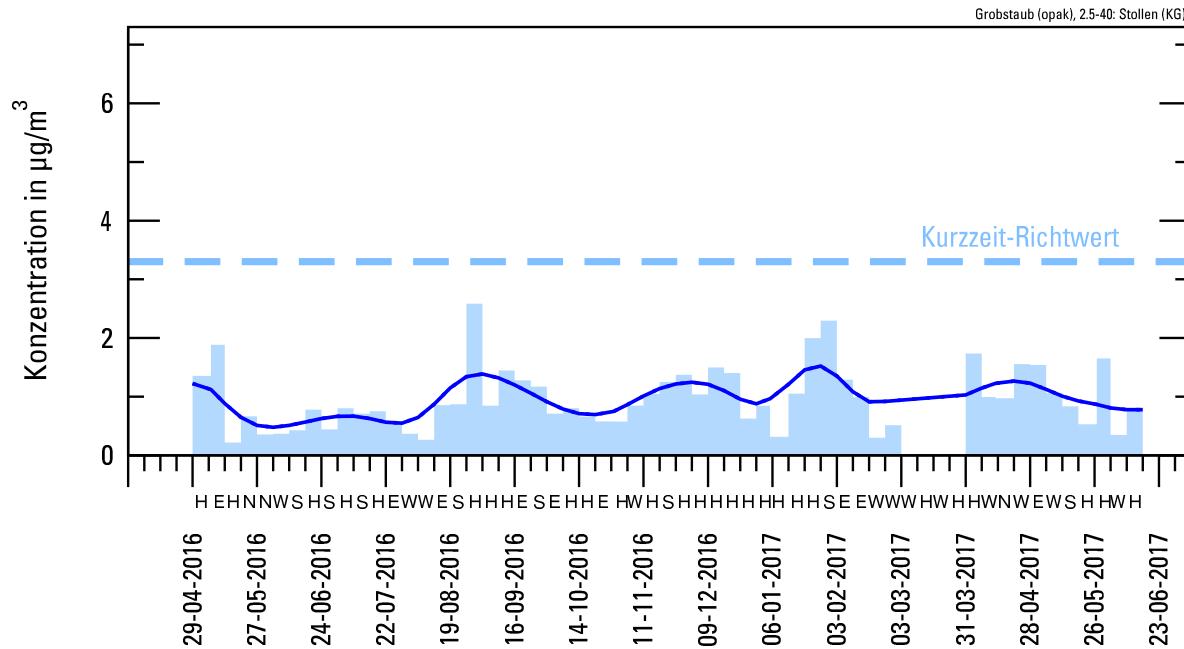


Abbildung 31 Jahresverlauf der opaken Grobstaub-Konzentration in Bad Kreuznach im Kurgebiet (KG1)

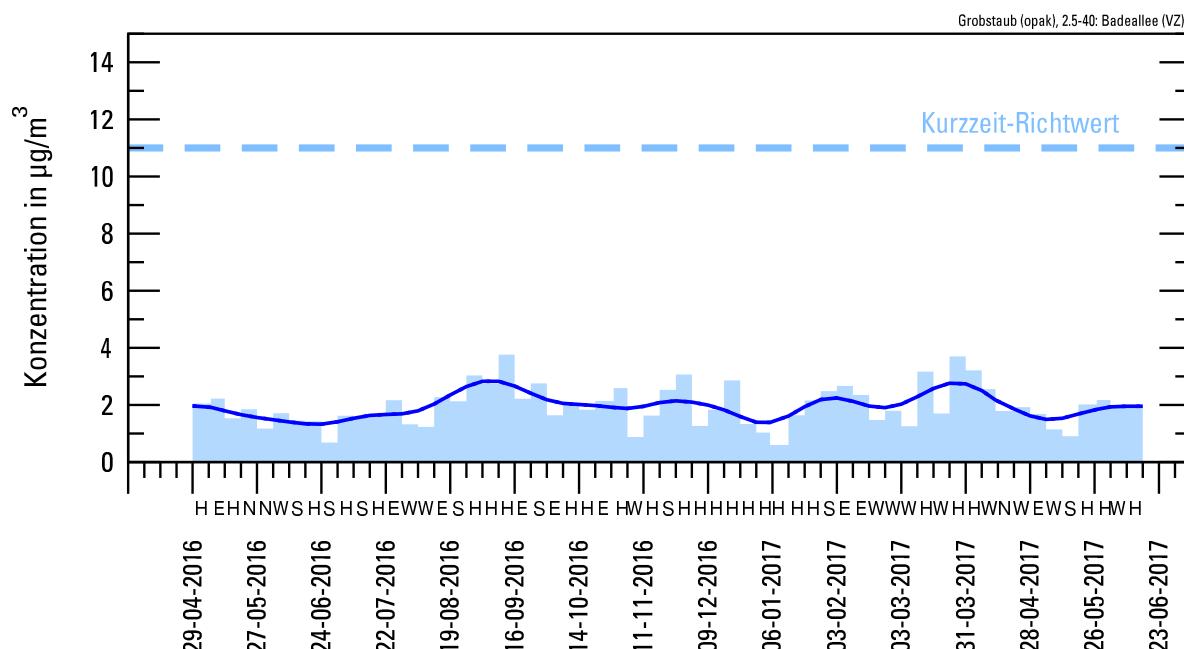


Abbildung 32 Jahresverlauf der opaken Grobstaub-Konzentration in Bad Kreuznach im Verkehrszentrum (VZ1)

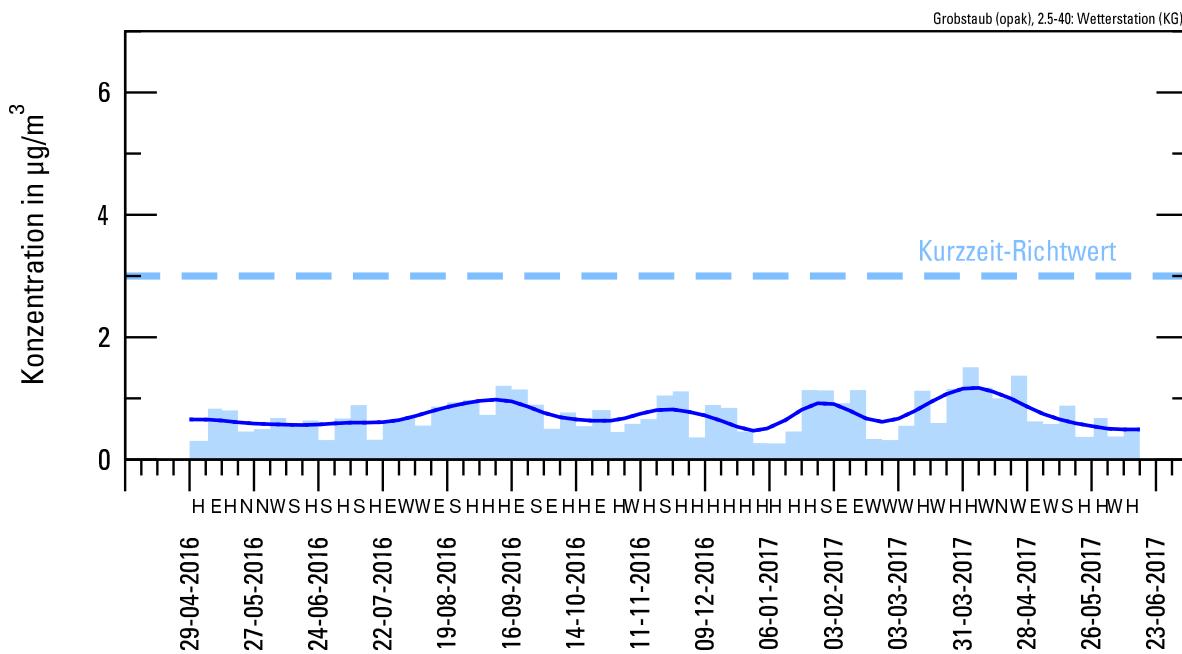


Abbildung 33 Jahresverlauf der opaken Grobstaub-Konzentration in Bad Münster im Kurgebiet (KG2)

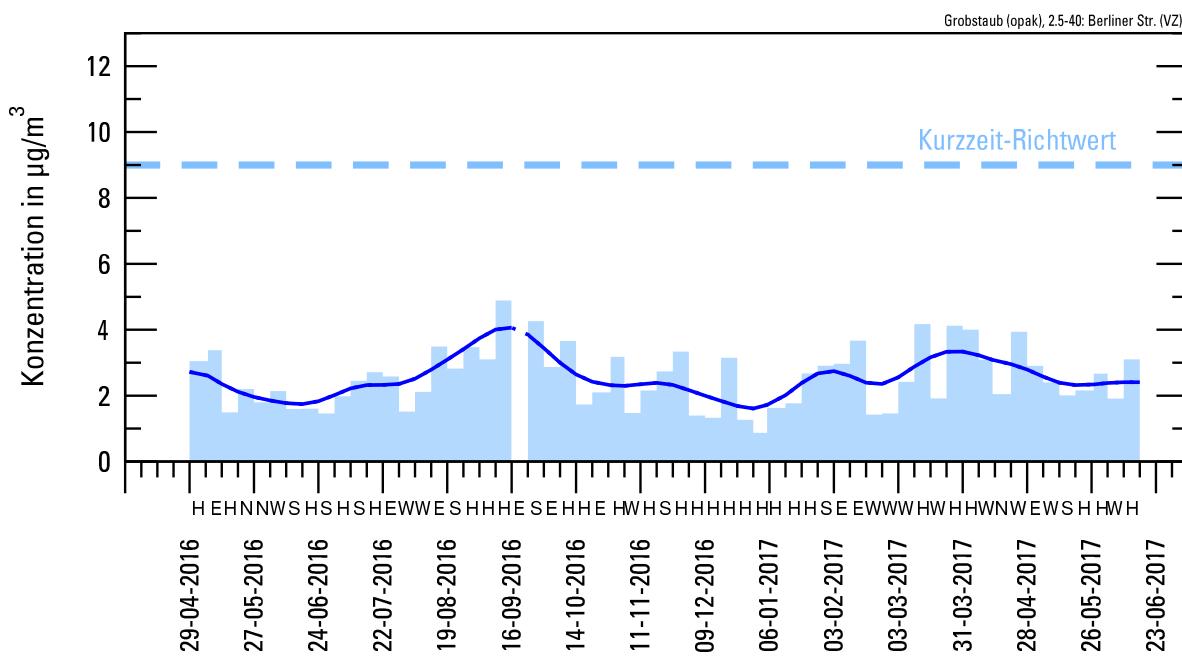
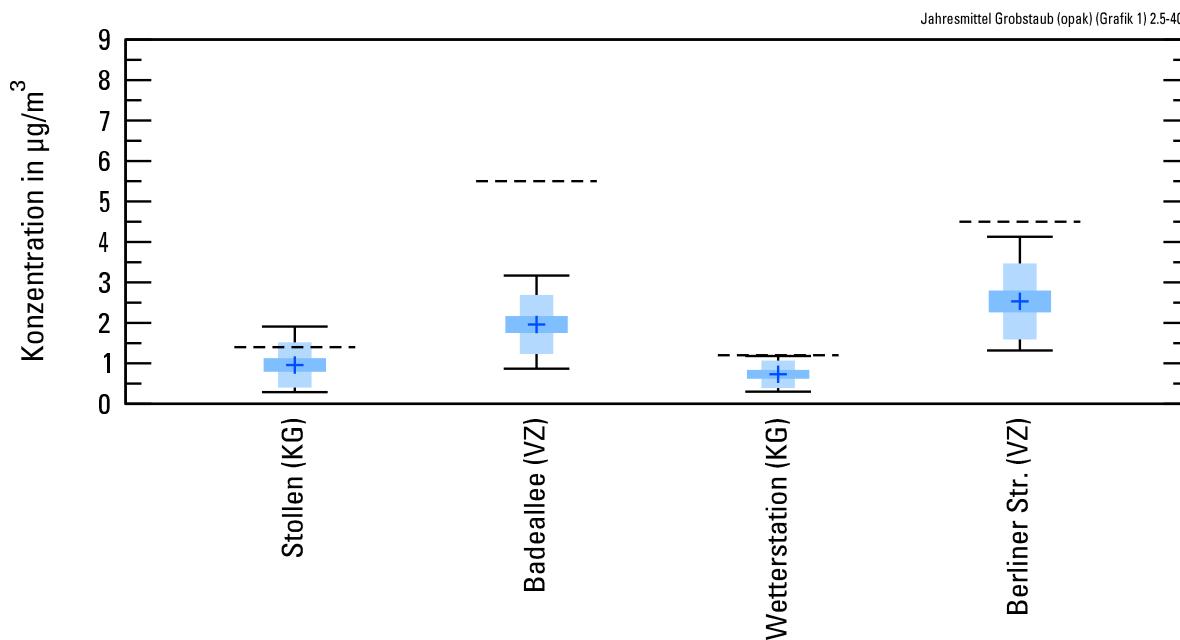


Abbildung 34 Jahresverlauf der opaken Grobstaub-Konzentration in Bad Münster im Verkehrszentrum (VZ2)

Der Jahresverlauf der opaken Grobstaub-Konzentration ist dem der Grobstaub (gesamt)-Konzentration ähnlich, mit zeitweise höheren Werten vor allem im Spätsommer/Frühherbst 2016 und Frühjahr 2017 und niedrigeren vereinzelt in den Wintermonaten. Im Verkehrszentrum ist infolge ganzjährig höherer verkehrsbedingter Immissionen der Jahresgang etwas weniger stark ausgeprägt.

Boxplot

Die mittleren Belastungsverhältnisse sind in der Abbildung 35 veranschaulicht. An allen Probenahmestellen liegt der Mittelwert einschließlich des 95 %-Vertrauensintervalls unterhalb des jeweiligen Langzeit-Richtwertes (Tabelle 1). Demnach ist eine Überschreitung des jeweiligen Langzeit-Richtwertes mit einer statistischen Wahrscheinlichkeit von über 97,5 % ausgeschlossen.



**Abbildung 35 Immissions-Kenngrößen für Grobstaub (opak)
(gestrichelte horizontale Linien = Langzeit-Richtwerte)**

Immissions-Kenngrößen

Die mittleren Belastungsverhältnisse bezogen auf den Gesamtzeitraum sind in der Tabelle A 18, für die Teilzeiträume (Winter- und Sommerhalbjahr) in Tabelle A 19 wiedergegeben. Im Verkehrszentrum von Bad Kreuznach (VZ1) und Bad Münster am Stein-Ebernburg (VZ2) wurde mit $1,96 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. $2,53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ jeweils eine höhere Belastung gemessen als in den entsprechenden Kurgebieten. Damit wurde der entsprechende Langzeit-Richtwert zu 36 % bzw. 56 % ausgeschöpft. Im Kurgebiet von Bad Kreuznach (KG1) lag die Belastung bei $0,96 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und in Bad Münster am Stein-Ebernburg (KG2) bei $0,73 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Damit wurde der dort jeweils geltende niedrigere Langzeit-Richtwert zu 69 % bzw. 61 % ausgeschöpft (Tabelle A 18).

Die Tabelle A 19 weist für das Teilkollektiv der Hochdruckwetter- und Ostlagen vor allem im Sommerhalbjahr meist höhere Werte auf als für das Gesamtkollektiv aller Wetterlagen (bis zu 20 %).

Vergleich mit anderen Kurorten

Die Vergleiche mit anderen Kurorten in Deutschland sind in der Abbildung 36 (Bad Kreuznach) und Abbildung 37 (Bad Münster) wiedergegeben. Bad Kreuznach zählt zu den besten 45 % und Bad Münster am Stein-Ebernburg zu den besten 55 % aller Kurorte bezogen auf die opake Grobstaub-Belastung in der Repräsentanz „Verkehrszentrum“.

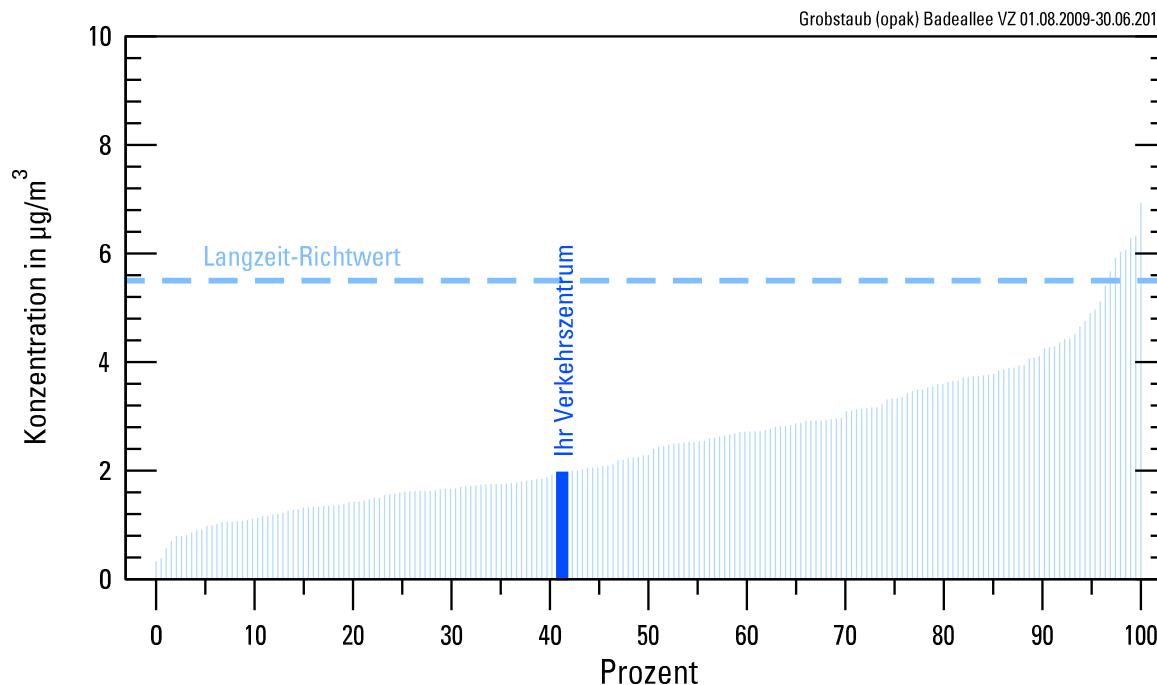


Abbildung 36 Vergleich mit anderen Kurorten für die opake Grobstaub-Belastung in Bad Kreuznach im Verkehrszentrum (VZ1)
Grundlage: Messungen in 200 deutschen Kurorten im Zeitraum 2009-2015

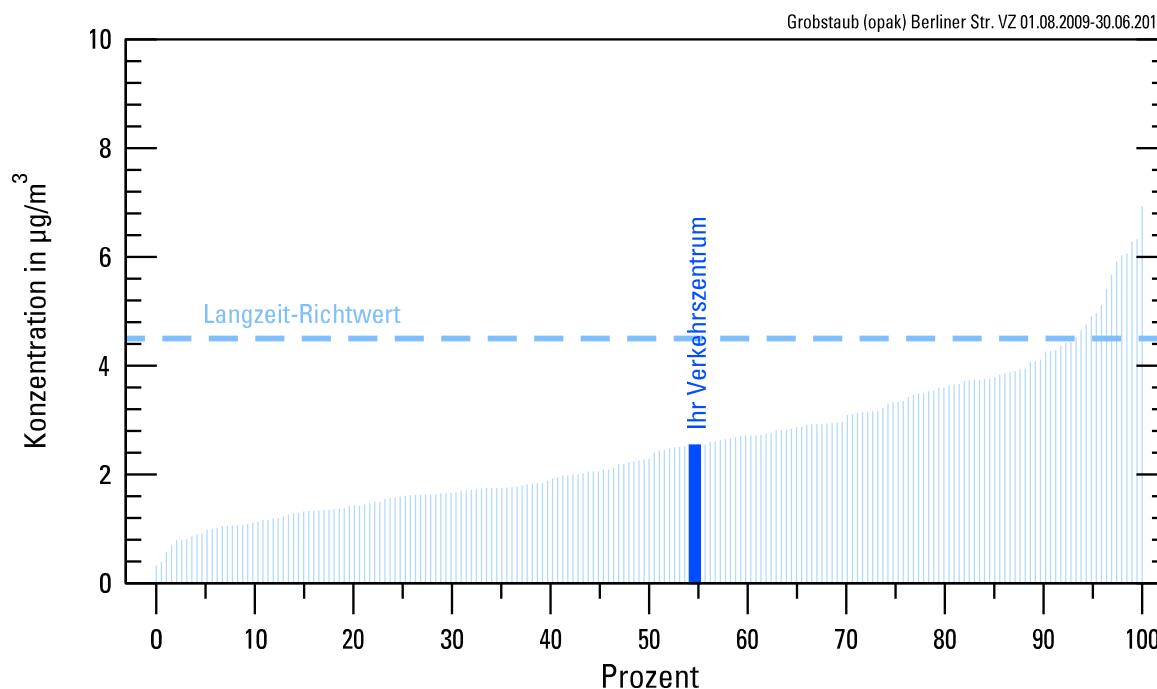


Abbildung 37 Vergleich mit anderen Kurorten für die opake Grobstaub-Belastung in Bad Münster im Verkehrszentrum (VZ2)
Grundlage: Messungen in 200 deutschen Kurorten im Zeitraum 2009-2015

Größenverteilung

Die Abbildung 38 und Abbildung 39 zeigen die jeweilige Größenverteilung der opaken Grobstaubpartikel an den Standorten „Stollen“ und „Badeallee“ in Bad Kreuznach sowie „Wetterstation“ und „Berliner Str.“ in Bad Münster am Stein-Ebernburg jeweils für die Repräsentanzen „Kurgebiet“ und „Verkehrszentrum“. Dabei sind die Partikeldurchmesser auf der waagerechten Achse im logarithmischen Maßstab aufgetragen.

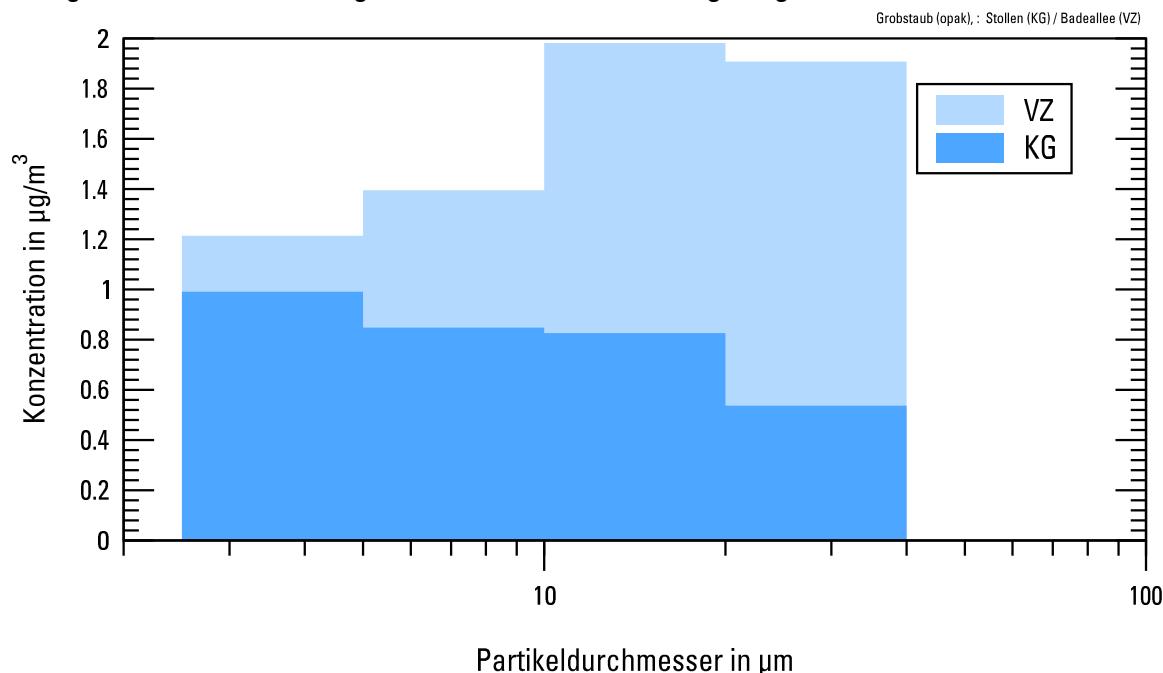


Abbildung 38 Größenverteilung der opaken Grobstaubpartikel in Bad Kreuznach an den beiden Standorten „Stollen“ (KG1) und „Badeallee“ (VZ1)

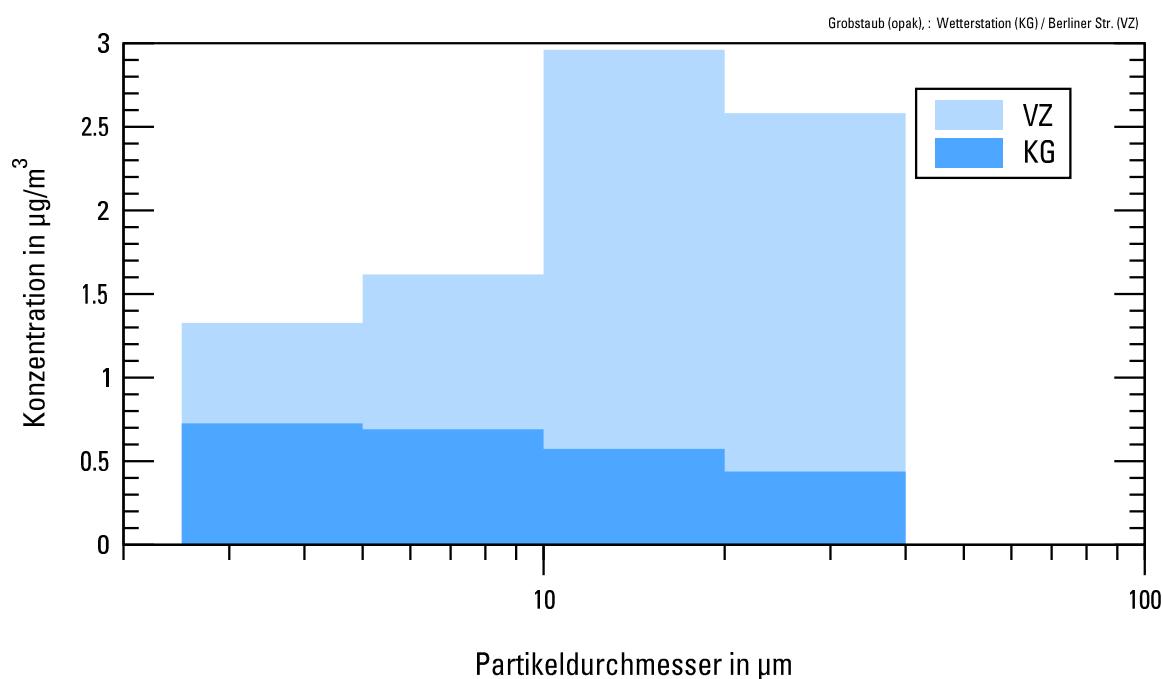


Abbildung 39 Größenverteilung der opaken Grobstaubpartikel in Bad Münster an den beiden Standorten „Wetterstation“ (KG2) und „Berliner Str.“ (VZ2)

Die charakteristischen Unterschiede sind deutlich zu erkennen: Ein ausgeprägtes Konzentrationsmaximum liegt an den verkehrsbezogenen Standorten (VZ1 und VZ2) jeweils bei einem Partikeldurchmesser oberhalb von $10 \mu\text{m}$. Diese Größe ist typisch für die Teilchen, die durch den Abrieb der Kfz-Reifen und des Straßenasphalts entstehen. An den Probenahmestellen „Stollen“ (KG1) und „Wetterstation“ (KG2) ist das Konzentrationsniveau erwartungsgemäß deutlich niedriger. Hier liegt das jeweilige Maximum bei einem Partikeldurchmesser unter $5 \mu\text{m}$. Diese Partikel stammen überwiegend aus Heizungsemissionen.

Immissions-Witterungsrose

Die detaillierte Analyse der Windrichtungsabhängigkeit ist für das jeweilige Kurgebiet in der Abbildung A 13 und Abbildung A 15 sowie für die Verkehrszentren in der Abbildung A 14 und Abbildung A 16 dargestellt. In Bad Kreuznach traten die höchsten Konzentrationen während der Hochdruckwetter- und Ostlagen auf, die niedrigsten während der Nordwest- und Südwestlagen. Im Verkehrszentrum von Bad Münster am Stein-Ebernburg zeigt sich ein ähnliches Bild mit den höchsten Konzentrationen während der Ostlagen und den niedrigsten Konzentrationen ebenfalls während der Nordwest- und Südwestlagen. Im Kurgebiet von Bad Münster am Stein-Ebernburg sind die Belastungsunterschiede während der einzelnen Witterungstypen äußerst gering. Allerdings waren während des gesamten Messzeitraums die Nordwestlagen nur dreimal vorherrschend, sodass ihre statistische Aussagekraft begrenzt ist.

Bei einer durchschnittlichen Häufigkeit der Witterungstypen (Bezugszeitraum 1981 – 2010) wären die über den gesamten Messzeitraum gemittelten Grobstaub (opak)-Konzentrationen in Bad Kreuznach bis zu 7 % und in Bad Münster am Stein-Ebernburg bis zu 4 % 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 40 zeigt den Verlauf der Pollen während der Messkampagne. Dabei wurden die Ergebnisse der wöchentlichen Probenahmen über alle vier Standorte zusammengefasst (Bad Kreuznach mit KG1, VZ1 und Bad Münster am Stein-Ebernburg mit KG2 und VZ2). Es wurden alle Pollen mit einem Durchmesser zwischen 20 µm und 60 µm unabhängig ihrer allergenen Wirkung erfasst.

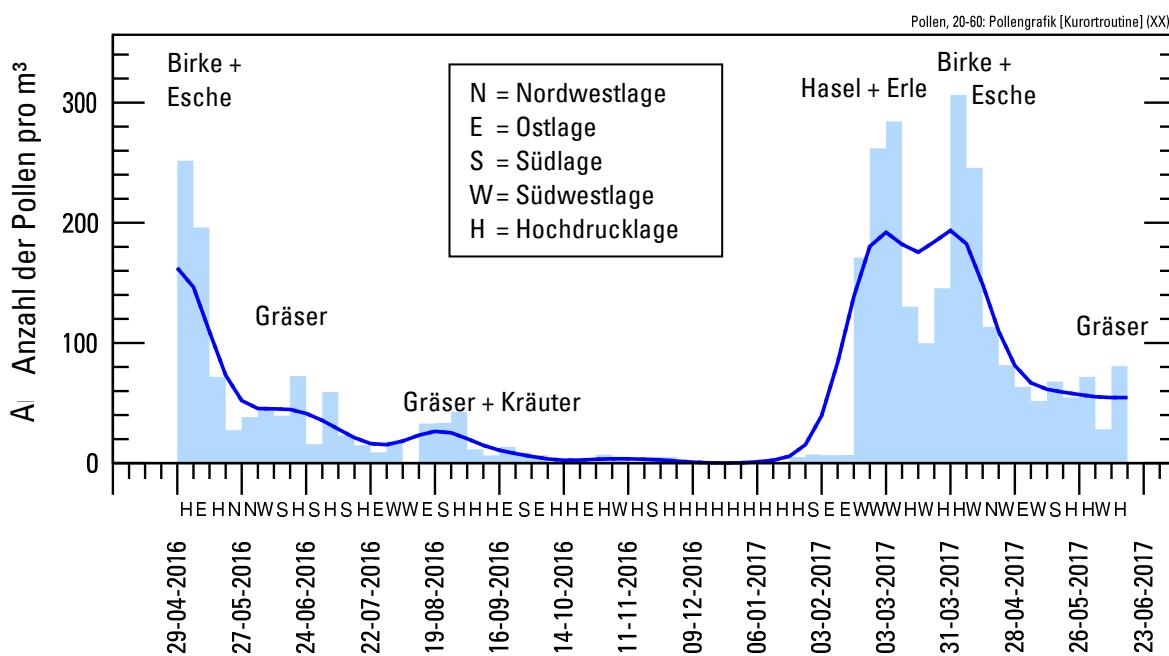


Abbildung 40 Jahreszeitlicher Verlauf der Pollen in den Beurteilungsgebieten von Bad Kreuznach und Bad Münster

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 blühten noch die Birke und die Esche. Im Mai 2016 begannen die Gräser zu blühen. Im Spätsommer 2016 traten zudem einzelne Kräuterpollen auf. Im Herbst und Dezember 2016 war die Pollenkonzentration äußerst gering. Mitte Januar 2017 begannen vereinzelt Hasel und Erle zu

blühen, deren Pollenflug ab Mitte Februar 2017 sich deutlich verstärkte. Anfang April 2017 blühten erneut die Birke und die Esche. Ab Mai 2017 wurden wieder zunehmend Gräserpollen beobachtet.

Die meisten Pollen wurden in den Beurteilungsgebieten von Bad Kreuznach und Bad Münster am Stein-Ebernburg in der Probenahmewoche vom 31.03. bis 07.04.2017 während einer Hochdruckwetterlage gezählt: Sie können überwiegend dem Zeitpunkt der Birken- und Eschenblüte zugeordnet werden.

5. VERGLEICH ZUR VORHERIGEN MESSKAMPAGNE

In der Abbildung 41 bis Abbildung 45 (Seite 50 f.) sind die mittleren Konzentrationen der untersuchten partikel- und gasförmigen Luftbeimengungen während der Messkampagne 2009/2010 mit den aktuellen Ergebnissen aus 2016/2017 für Bad Kreuznach gegenübergestellt. Die entsprechenden Ergebnisse für Bad Münster am Stein-Ebernburg (2007/2008 und 2016/2017) sind in der Abbildung 46 bis Abbildung 48 (Seite 54) dargestellt. Feinstaub und Ruß im Feinstaub wurden damals in Bad Münster nicht gemessen.

Die Probenahmegeräte befanden sich während der vorherigen und der aktuellen Messkampagne nahezu an denselben Standorten, sodass die Ergebnisse gut miteinander vergleichbar sind:

- Kurgebiet: Bad Kreuznach: Stollen
Bad Münster am Stein-Ebernburg: Wetterstation,
Bezeichnung 2007/2008
„Neuer Kurpark“,
- Verkehrszentrum: Bad Kreuznach: Badeallee, Bezeichnung 2009/2010 „Bäderhaus“
Bad Münster am Stein-Ebernburg: Berliner Straße.

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.

Vergleich in Bad Kreuznach

Ein Vergleich der beiden Messkampagnen zeigt, dass sich die Grobstaub (gesamt)-Belastung verringert hat. Auch verringert hat sich die Belastung durch Feinstaub und Ruß im Feinstaub (Messung nur im VZ). Die Belastung durch Grobstaub (opak) und Stickstoffdioxid hingegen hat sich erhöht, wobei bei Stickstoffdioxid eine Zunahme nur im Verkehrszentrum beobachtet wurde. An der Probenahmestelle „Stollen“ im Kurgebiet trat nahezu keine Veränderung 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 und Feinstaub (inklusive Ruß) 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 in Bad Kreuznach im Sommerhalbjahr

In Bezug auf die Grobstaub-Belastung

Während der Messkampagne 2009/2010 gab es 81 Tage mit Ost- und Hochdruckwetterlagen, während der Messkampagne 2016/2017 118 Tage, die erfahrungsgemäß die Aufwirbelung von Grobstaubpartikeln fördern. Südwest- und Nordwestlagen, die oft feuchte und staubarme Luft heranführen, traten während der Messkampagne 2009/2010 an 58 Tagen, während der Messkampagne 2016/2017 an 73 Tagen auf.

Das Häufigkeitsverhältnis von lufthygienisch ungünstigen zu lufthygienisch günstigen Großwetterlagen ist für

- | | |
|------------------------------|-------|
| – die Messkampagne 2009/2010 | 1,40 |
| – die Messkampagne 2016/2017 | 1,62. |

Demnach war die Witterung im Sommerhalbjahr während der Messkampagne 2016/2017 im Vergleich zu 2009/2010 lufthygienisch leicht ungünstiger. Somit kann die in Bad Kreuznach beobachtete Abnahme der Belastung durch Grobstaub (gesamt) nicht auf die Witterung zurückgeführt werden und muss andere Ursachen haben. Die Zunahme der Belastung durch Grobstaub (opak) hingegen kann auch witterungsbedingt erklärt werden. Zudem zeigt Tabelle A 19, dass die Belastung im Winterhalbjahr leicht höher war als im Sommerhalbjahr. Betrachtet man nun auch das Häufigkeitsverhältnis für das Winterhalbjahr (siehe nachfolgenden Abschnitt), so waren die lufthygienischen Verhältnisse 2016/2017 auch deutlich ungünstiger.

Häufigkeit der Großwetterlagen in Bad Kreuznach im Winterhalbjahr

In Bezug auf die Stickstoffdioxid-, Feinstaub- und Ruß im Feinstaub-Belastung

Während der Messkampagne 2009/2010 gab es 39 Tage mit Ost- und Hochdruckwetterlagen, während der Messkampagne 2016/2017 111 Tage, die auf Grund eingeschränkter Austauschbedingungen die Zunahme der Belastung durch Luftschaadstoffe in den bodennahen Luftsichten fördern. Südwest- und Nordwestlagen, die erfahrungsgemäß ganzjährig für eine gute

Durchmischung der bodennahen Luft sorgen, traten während der Messkampagne 2009/2010 an 83 Tagen, während der Messkampagne 2016/2017 an 47 Tagen auf.

Das Häufigkeitsverhältnis von lufthygienisch ungünstigen zu lufthygienisch günstigen Großwetterlagen ist für

- die Messkampagne 2009/2010 0,47
- die Messkampagne 2016/2017 2,36.

Die Witterung im Winterhalbjahr 2016/2017 war im Vergleich zu 2009/2010 lufthygienisch deutlich ungünstiger, sodass die beobachtete Zunahme der Belastung durch Stickstoffdioxid im Verkehrszentrum („Badeallee“) witterungsbedingt erklärbar ist. Die nahezu gleichgebliebene NO₂-Belastung im Kurgebiet steht wahrscheinlich mit den bisher erfolgreich durchgeföhrten Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität im Zusammenhang. Inwieweit jene Maßnahmen einen positiven Einfluss auf die Feinstaub-Belastung (einschließlich Ruß) haben, kann nicht mit Sicherheit gesagt werden. Die beobachtete Konzentrationsabnahme der beiden Luftschadstoffe im VZ spricht jedoch dafür.

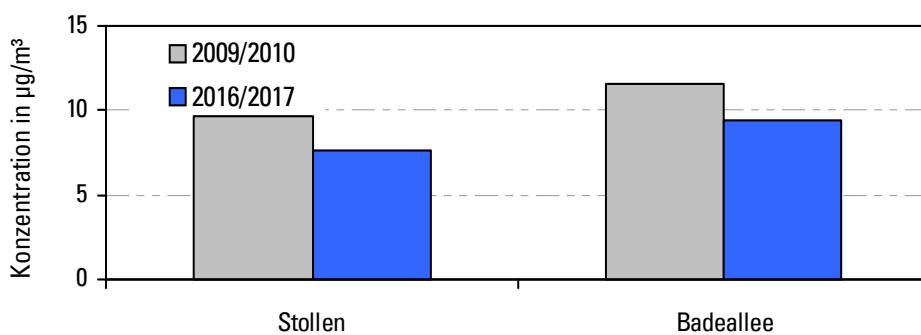


Abbildung 41 Vergleich der mittleren Grobstaub (gesamt)-Konzentration in Bad Kreuznach für die Messkampagne 2009/2010 und 2016/2017

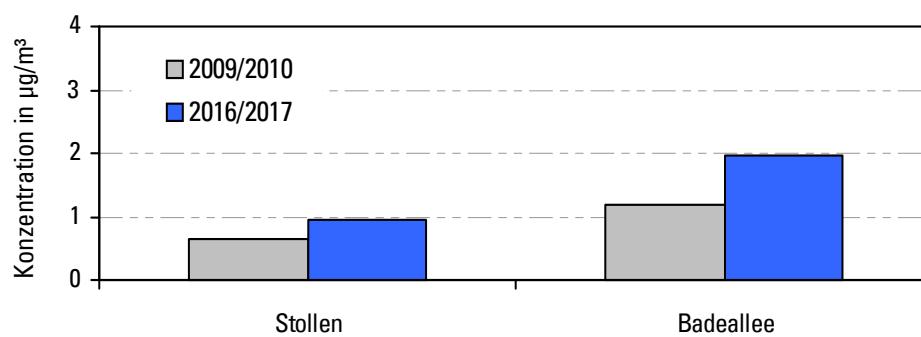


Abbildung 42 Vergleich der mittleren Grobstaub (opak)-Konzentration in Bad Kreuznach für die Messkampagne 2009/2010 und 2016/2017

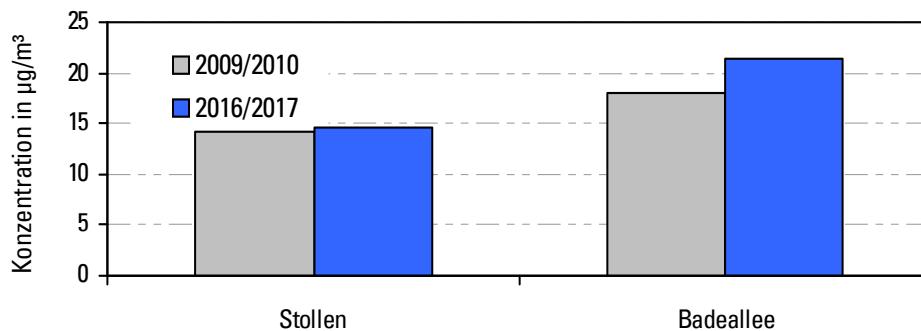


Abbildung 43 Vergleich der mittleren Stickstoffdioxid-Konzentration in Bad Kreuznach für die Messkampagne 2009/2010 und 2016/2017

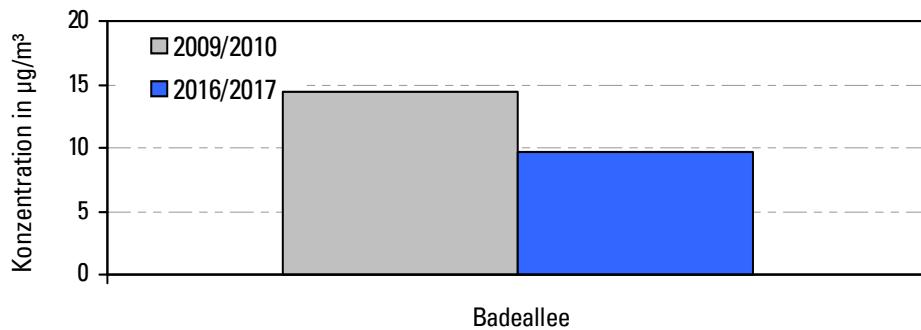


Abbildung 44 Vergleich der mittleren Feinstaub-Konzentration in Bad Kreuznach für die Messkampagne 2009/2010 und 2016/2017

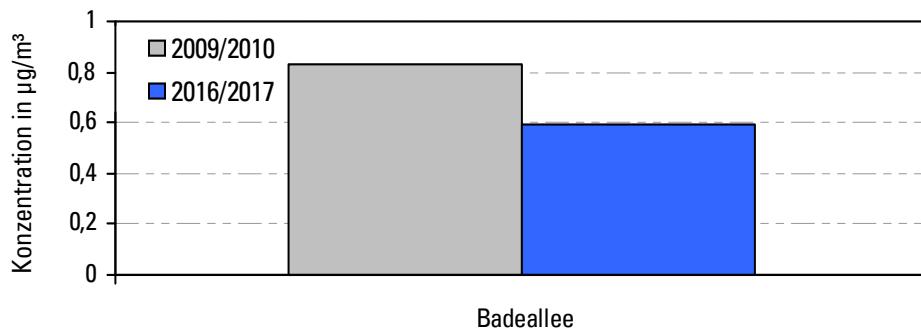


Abbildung 45 Vergleich der mittleren Ruß-im-Feinstaub-Konzentration in Bad Kreuznach für die Messkampagne 2009/2010 und 2016/2017

Vergleich in Bad Münster am Stein-Ebernburg

Der Vergleich der beiden Messkampagnen (siehe Abbildung 46 – Abbildung 48, Seite 54) zeigt, dass an beiden Probenahmestellen die Belastung durch Grobstaub (gesamt) abgenommen hat. Die Belastung durch den opaken Grobstaub hingegen nahm an der Messstelle „Wetterstation“ im Kurgebiet zu, während an der „Berliner Str.“ (VZ) die Belastung sich nur unwesentlich änderte. Bei Stickstoffdioxid wurde im Kurgebiet eine gleichbleibende Belastung beobachtet. An der „Berliner Str.“ im Verkehrszentrum hingegen nahm die NO₂-Belastung ab.

Häufigkeit der Großwetterlagen in Bad Münster im Sommerhalbjahr

In Bezug auf die Grobstaub-Belastung

Während der Messkampagne 2007/2008 gab es 82 Tage mit Ost- und Hochdruckwetterlagen, während der Messkampagne 2016/2017 118 Tage, die erfahrungsgemäß die Aufwirbelung von Grobstaubpartikeln fördern. Südwest- und Nordwestlagen, die oft feuchte und staubarme Luft heranführen, traten während der Messkampagne 2007/2008 an 57 Tagen, während der Messkampagne 2016/2017 an 73 Tagen auf.

Das Häufigkeitsverhältnis von lufthygienisch ungünstigen zu lufthygienisch günstigen Großwetterlagen ist für

- | | |
|------------------------------|-------|
| – die Messkampagne 2007/2008 | 1,44 |
| – die Messkampagne 2016/2017 | 1,62. |

Auch in Bad Münster am Stein-Ebernburg war die Witterung im Sommerhalbjahr 2016/2017 im Vergleich zu 2007/2008 lufthygienisch leicht ungünstiger, sodass die Abnahme der Grobstaub (gesamt)-Belastung und die nahezu unveränderte Belastung durch Grobstaub (opak) im VZ witterungsbedingt nicht zu erklären sind. Die beobachtete Zunahme im Kurgebiet hingegen kann zum Teil auf die ungünstigeren Witterungsbedingungen 2016/2017 zurückgeführt werden.

Häufigkeit der Großwetterlagen in Bad Münster im Winterhalbjahr

In Bezug auf die Stickstoffdioxid-Belastung

Während der Messkampagne 2007/2008 gab es 76 Tage mit Ost- und Hochdruckwetterlagen, während der Messkampagne 2016/2017 111 Tage, die auf Grund eingeschränkter Austauschbedingungen die Zunahme der Belastung durch Luftschaadstoffe in den bodennahen Luftsichten fördern. Südwest- und Nordwestlagen, die erfahrungsgemäß ganzjährig für eine gute Durchmischung der bodennahen Luft sorgen, traten während der Messkampagne 2007/2008 an 84 Tagen, während der Messkampagne 2016/2017 an 47 Tagen auf.

Das Häufigkeitsverhältnis von lufthygienisch ungünstigen zu lufthygienisch günstigen Großwetterlagen ist für

- die Messkampagne 2007/2008 0,90
- die Messkampagne 2016/2017 2,36.

In Bad Münster am Stein-Ebernburg waren die lufthygienischen Austauschbedingungen im Winterhalbjahr 2016/2017 im Vergleich zu 2007/2008 deutlich ungünstiger, sodass der beobachte Rückgang der Stickstoffdioxid-Belastung an der Probenahmestelle „Berliner Str.“ im VZ und die gleichgebliebene Belastung an der Messstelle im Kurgebiet („Wetterstation“) witterungsbedingt nicht zu erklären sind. Auch die Lufttemperatur war im jeweiligen Winterhalbjahr im Mittel nahezu gleich, sodass Heizungsemissionen in der gleichen Größenordnung gewesen sein dürften. Ein Grund für den tendenziellen Konzentrationsrückgang könnte die veränderte Fahrzeugflotte in der Bundesrepublik der vergangenen Jahre sein.

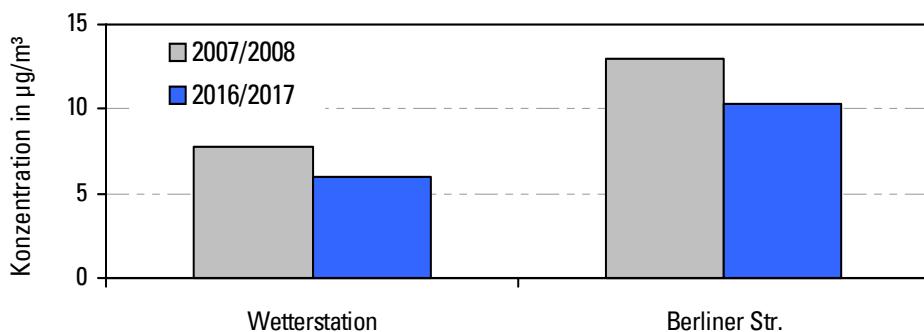


Abbildung 46 Vergleich der mittleren Grobstaub (gesamt)-Konzentration in Bad Münster für die Messkampagne 2007/2008 und 2016/2017

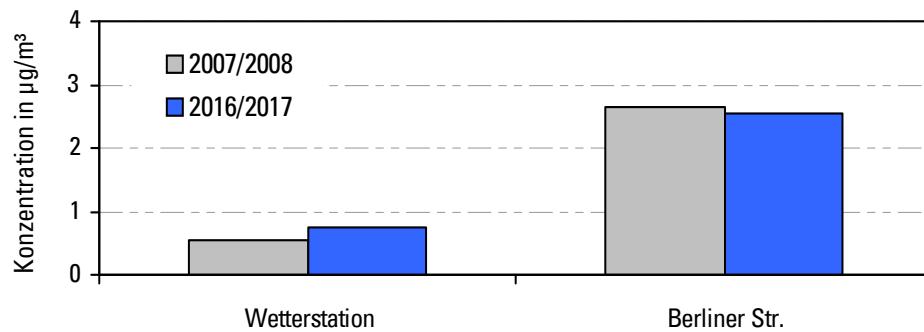


Abbildung 47 Vergleich der mittleren Grobstaub (opak)-Konzentration in Bad Münster für die Messkampagne 2007/2008 und 2016/2017

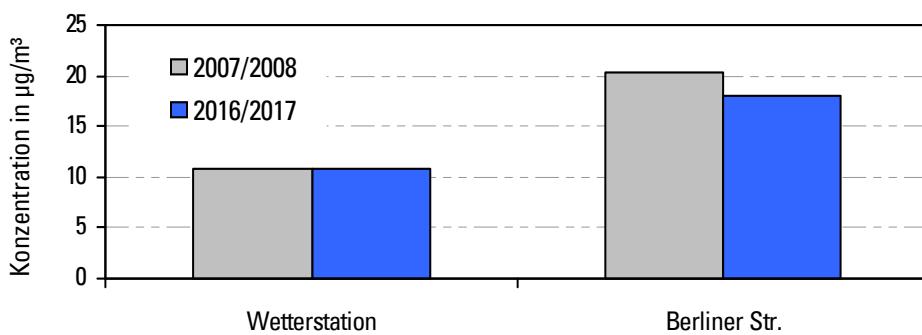


Abbildung 48 Vergleich der mittleren Stickstoffdioxid-Konzentration in Bad Münster für die Messkampagne 2007/2008 und 2016/2017

6. GESAMTBEWERTUNG UND SCHLUSSFOLGERUNG

Die Tabelle 5 auf Seite 56 fasst die Ergebnisse zusammen. Bad Kreuznach und Bad Münster am Stein-Ebernburg streben das gemeinsame Prädikat Heilbad mit normalen Anforderungen (Tabelle 1) an. Bad Münster am Stein-Ebernburg wurde jedoch gemäß den Begriffsbestimmungen mit den erhöhten Anforderungen bewertet, da dieser Stadtteil noch das Prädikat Heilklimatischer Kurort innehat.

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.

An den Verkehrszentren waren die Jahresgänge von Stickstoffdioxid und Grobstaub (opak) infolge ganzjährig erhöhter verkehrsbedingter Immissionen weniger stark ausgeprägt. Der Anteil opaker Partikel lag in Bad Kreuznach bei ca. 20 % und in Bad Münster am Stein-Ebernburg bei ca. 25 %. Auch in den Kurgebieten konnte ein gewisser Verkehrseinfluss nachgewiesen werden. Hier lag der Anteil opaker Partikel an beiden Messstellen („Stollen“ in Bad Kreuznach und „Wetterstation“ in Bad Münster am Stein-Ebernburg) bei ca. 10 %. Neben dem Verkehr ist die Luftschatstoff-Belastung vor allem auf die örtlichen Emittenten (z. B. Heizungen insbesondere im Winterhalbjahr) zurückzuführen.

In Bad Kreuznach wurden an der Probenahmestelle „Badeallee“ im Verkehrszentrum (VZ1) die jeweiligen Kurzzeit-Richtwerte (Tabelle 1) bei allen gemessenen Luftschatstoffen ohne Ausnahme eingehalten werden. Im Kurgebiet „Stollen“ (KG1) konnte der jeweilige Kurzzeit-Richtwert bei Grobstaub (gesamt und opak) ebenso eingehalten werden, bei Stickstoffdioxid traten drei Kurzzeit-Richtwert-Überschreitungen auf (Tabelle 5).

In Bad Münster am Stein-Ebernburg kam es bei folgenden Luftbeimengungen zu Überschreitungen des jeweiligen Kurzzeit-Richtwertes (Tabelle 1): Drei Überschreitungen bei Feinstaub und eine Überschreitung bei Ruß im Feinstaub jeweils an der verkehrsbezogenen Messstelle „Berliner Str.“ (VZ2) (Tabelle 5). Bei allen anderen untersuchten partikel- und gasförmigen Luftbeimengungen sind an beiden Messstellen keine Kurzzeit-Richtwert-Überschreitungen aufgetreten. Gemäß den Begriffsbestimmungen sind maximal drei Kurzzeit-Überschreitungen pro Messstelle und gemessener Luftbeimengung zulässig.

Die Bewertung der Luftqualität bezogen auf den Ausschöpfungsgrad zum jeweiligen Langzeit-Richtwert (Tabelle 1) erfolgt in 6 Stufen, von äußerst gering (Ausschöpfung $\leq 25\%$) bis unzulässig hoch (Ausschöpfung $> 100\%$) (Tabelle 5):

Tabelle 5 Zusammenfassung der Überschreitungshäufigkeiten des Kurzzeit-Richtwertes und der Ausschöpfungsgrade hinsichtlich des Langzeit-Richtwertes

Bewertungstabelle für Bad Kreuznach und Bad Münster am Stein-Ebernburg				
Anzahl der Kurzzeit-Richtwert-Überschreitungen				
Messstellenbezeichnung	Stollen	Badeallee	Wetterstation	Berliner Str.
Repräsentanz	KG1	VZ1	KG2	VZ2
Stickstoffdioxid	3	0	0	0
Feinstaub	*	0	*	3
Ruß im Feinstaub	*	0	*	1
Grobstaub gesamt	0	0	0	0
Grobstaub opak	0	0	0	0

Ausschöpfungsgrad zum Langzeit-Richtwert in %				
Messstellenbezeichnung	Stollen	Badeallee	Wetterstation	Berliner Str.
Repräsentanz	KG1	VZ1	KG2	VZ2
Stickstoffdioxid	74	67	68	65
Feinstaub	*	49	*	64
Ruß im Feinstaub	*	35	*	48
Grobstaub gesamt	59	34	50	47
Grobstaub opak	69	36	61	56

* = keine Erhebung

	erlaubt
	unzulässig

	<= 25 %
	25-35 %
	35-65 %
	65-80 %
	80-100 %
	> 100 %

Wie oben schon erwähnt, ist bei der Interpretation zu beachten, dass sich die in Tabelle 5 aufgeführten Werte an Überschreitungen/Ausschöpfungsgrade der entsprechenden Kurze-/Langzeit-Richtwerte (Tabelle 1) in Bad Kreuznach (KG1/VZ1) auf normale Anforderungen und in Bad Münster am Stein-Ebernburg (KG2/VZ2) auf erhöhte Anforderungen beziehen.

Die mittleren Belastungswerte der einzelnen Luftbeimengungen haben den jeweiligen Langzeit-Richtwert in Bad Kreuznach und Bad Münster am Stein-Ebernburg nicht erreicht. In Bad Kreuznach ist die Belastung durch Stickstoffdioxid leicht erhöht. Leicht erhöht ist auch die Belastung durch Grobstaub (opak) an der Messstelle „Stollen“ (KG1). Bei allen anderen untersuchten Luftbeimengungen ist die Belastung normal und kurortüblich, an der verkehrsbezogenen Messstelle (VZ1) ist die Ruß-im-Feinstaub- und Grobstaub (gesamt)-Belastung sogar gering.

In Bad Münster am Stein-Ebernburg sind die mittleren Belastungswerte aller untersuchten Luftbeimengungen flächendeckend normal und kurortüblich, mit Ausnahme von Stickstoffdioxid im Kurgebiet (KG2). Hier ist die Belastung leicht erhöht.

Insgesamt ist festzustellen, dass sich die Belastungssituation der partikel- und gasförmigen Luftbeimengungen seit der letzten Begutachtung von 2009/2010 in Bad Kreuznach bzw. 2007/2008 in Bad Münster am Stein-Ebernburg verbessert hat. Denn trotz der vergleichsweise ungünstigeren Witterungsbedingungen in 2016/2017 ist ein tendenzieller Rückgang der Luftschaadstoff-Belastung erkennbar.

Maßnahmen zur nachhaltigen Qualitätssicherung

Folgende Maßnahmen könnten die lufthygienische Situation im gesamten Beurteilungsgebiet von Bad Kreuznach und Bad Münster am Stein-Ebernburg noch verbessern und somit zu einer nachhaltigen Qualitätssicherung des Prädikats „Heilbad“ beitragen:

- Bürgerinformation und Aufklärung zum Thema Energieeinsparung im Alltag (Tipps und Informationen finden Sie z. B. auf www.energiewende.baden-wuerttemberg.de, www.umweltbundesamt.de),
- Weiterer Ausbau der Erdgasversorgung und 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 oder Gemeinden),
- Verstärkte Nutzung umwelt- und energiefreundlicher Fahrzeuge im öffentlichen Nahverkehr sowie der Stadt eigenen Kraftfahrzeuge,
- Weiterer Ausbau des ÖPNV,
- Weitere Verfolgung des „Maßnahmenplanes zur Verbesserung der Luftqualität im Kurgebiet“ aus den vergangenen Jahren, der bislang schon Verbesserungen der Luftqualität zeigte,
- 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 Kreuznach konsequent verfolgt und überwacht werden sollte.

ANHANG

MESSWERTETABELLEN	59
ERGÄNZENDE TABELLEN UND ABBILDUNGEN ZU STICKSTOFFDIOXID	67
ERGÄNZENDE TABELLEN UND ABBILDUNGEN ZU FEINSTAUB	71
ERGÄNZENDE TABELLEN UND ABBILDUNGEN ZU RUß IM FEINSTAUB	73
ERGÄNZENDE TABELLEN UND ABBILDUNGEN ZU GROBSTAUB	
– GESAMT –	75
– OPAK –	79

Messwerttabellen

Tabelle A 1 Mittlere wöchentliche Immissionsbelastung in Bad Kreuznach an der Probenahmestelle KG1: Stollen; WT = Witterungstyp (siehe Tabelle 2); fett gedruckter Wert = Ausreißer; fehlender Wert = keine auswertbare Probe; * = Messwert unterhalb der Nachweisgrenze (NWG) = ½ NWG-Wert

Probenahme-zeitraum	WT	Stickstoffdioxid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Grobstaub ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
			gesamt	„opak“
29.04.16-07.05.16	H	10,18	7,50	1,35
07.05.16-13.05.16	E	16,09	12,32	1,88
13.05.16-20.05.16	H	5,43	4,66	0,22
20.05.16-27.05.16	N	9,46	6,52	0,66
27.05.16-03.06.16	N	6,36	5,25	0,36
03.06.16-10.06.16	W	8,44	6,83	0,37
10.06.16-17.06.16	S	5,69	6,07	0,43
17.06.16-24.06.16	H	4,27	6,78	0,78
24.06.16-01.07.16	S	5,01	7,06	0,44
01.07.16-08.07.16	H	6,71	6,73	0,80
08.07.16-15.07.16	S	4,31	9,43	0,71
15.07.16-22.07.16	H	11,99	9,89	0,75
22.07.16-29.07.16	E	7,33	7,33	0,54
29.07.16-05.08.16	W	5,82	8,40	0,37
05.08.16-12.08.16	W	6,37	6,83	0,27
12.08.16-19.08.16	E	9,39	13,21	0,85
19.08.16-26.08.16	S	9,26	9,77	0,87
26.08.16-02.09.16	H	12,29	22,38	2,58
02.09.16-09.09.16	H	9,50	9,47	0,85
09.09.16-16.09.16	H	22,26	16,61	1,45
16.09.16-23.09.16	E	14,72	10,33	1,28
23.09.16-30.09.16	S	12,45	10,95	1,17
30.09.16-07.10.16	E	13,77	5,37	0,71
07.10.16-14.10.16	H	20,72	4,84	0,80
14.10.16-21.10.16	H	15,84	4,65	0,66
21.10.16-29.10.16	E	15,88	4,04	0,58
29.10.16-04.11.16	H	18,51	3,99	0,58
04.11.16-11.11.16	W	16,14	3,82	0,85
11.11.16-18.11.16	H	21,49	3,73	1,05
18.11.16-25.11.16	S	28,61	5,40	1,25
25.11.16-02.12.16	H	34,47	5,10	1,37
02.12.16-09.12.16	H	33,38	3,77	1,04
09.12.16-16.12.16	H	23,96	4,88	1,50
16.12.16-23.12.16	H	25,31	3,65	1,40
23.12.16-30.12.16	H	12,61	2,27	0,63
30.12.16-05.01.17	H	14,80	1,91	0,84
05.01.17-13.01.17	H	21,33	2,33	0,31
13.01.17-20.01.17	H	28,27	4,07	1,05
20.01.17-27.01.17	H	39,28	8,23	2,00
27.01.17-03.02.17	S	38,14	9,12	2,30
03.02.17-10.02.17	E	28,45	4,69	1,29
10.02.17-17.02.17	E	25,59	5,96	0,99
17.02.17-24.02.17	W	8,23	4,17	0,30
24.02.17-03.03.17	W	7,57	2,92	0,51

Probenahme-zeitraum	WT	Stickstoffdioxid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Grobstaub ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
			gesamt	,,opak“
03.03.17-10.03.17	W	11,74		
10.03.17-17.03.17	H	23,40		
17.03.17-24.03.17	W	12,17		
24.03.17-31.03.17	H	16,68		
31.03.17-07.04.17	H	14,01	11,07	1,73
07.04.17-13.04.17	W	10,65	14,64	1,00
13.04.17-21.04.17	N	6,96	6,92	0,97
21.04.17-28.04.17	W	8,59	11,22	1,55
28.04.17-05.05.17	E	15,23	14,35	1,54
05.05.17-12.05.17	W	13,28	9,49	1,06
12.05.17-19.05.17	S	8,72	12,20	0,84
19.05.17-27.05.17	H	7,88	9,27	0,53
27.05.17-02.06.17	H	11,42	10,86	1,65
02.06.17-09.06.17	W	6,02	9,43	0,35
09.06.17-16.06.17	H	5,23	7,79	0,75

Tabelle A 2 Mittlere wöchentliche Immissionsbelastung in Bad Kreuznach an der Probenahmestelle VZ1: Badeallee; WT = Witterungstyp (siehe Tabelle 2); fett gedruckter Wert = Ausreißer; fehlender Wert = keine auswertbare Probe; * = Messwert unterhalb der Nachweisgrenze (NWG) = ½ NWG-Wert

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“
29.04.16-07.05.16	H	18,99	7,15	0,41	9,07	2,05
07.05.16-13.05.16	E	24,97	10,71	0,51	14,69	2,23
13.05.16-20.05.16	H	11,14	5,26	0,27	6,79	1,53
20.05.16-27.05.16	N	15,66	6,98	0,32	6,71	1,85
27.05.16-03.06.16	N	15,38	5,20	0,32	6,12	1,17
03.06.16-10.06.16	W	16,73	7,96	0,35	7,52	1,71
10.06.16-17.06.16	S	10,51			6,04	1,45
17.06.16-24.06.16	H	12,00			6,92	1,43
24.06.16-01.07.16	S	9,25			7,31	0,68
01.07.16-08.07.16	H	10,97			7,53	1,62
08.07.16-15.07.16	S	8,42	3,78	0,19	11,41	1,57
15.07.16-22.07.16	H	16,95	5,64	0,30	9,60	1,62
22.07.16-23.07.16	E		4,96	0,49		
22.07.16-29.07.16	E	13,03			11,35	2,16
29.07.16-05.08.16	W	12,86			8,44	1,33
05.08.16-12.08.16	W	9,93	2,77	0,28	8,73	1,23
12.08.16-19.08.16	E	18,41	7,49	0,36	16,95	2,28
19.08.16-26.08.16	S	18,18	4,26	0,32	10,09	2,13
26.08.16-02.09.16	H	24,20	5,58	0,48	19,83	3,03
02.09.16-09.09.16	H	17,25	5,09	0,49	13,74	2,73
09.09.16-16.09.16	H	34,25	9,70	0,59	20,45	3,76
16.09.16-23.09.16	E	23,02	7,33	0,47	11,31	2,22
23.09.16-30.09.16	S	21,45	5,91	0,49	12,75	2,76
30.09.16-07.10.16	E	21,24	2,31	0,36	6,09	1,64
07.10.16-14.10.16	H	26,64	5,40	0,67	8,29	2,08
14.10.16-21.10.16	H	21,56	6,69	0,67	6,63	1,84
21.10.16-28.10.16	E		8,70	0,74		
21.10.16-29.10.16	E	20,79			7,03	2,14
29.10.16-04.11.16	H	23,85	7,75	0,78	7,41	2,59
04.11.16-11.11.16	W	23,43	10,30	0,85	4,46	0,88
11.11.16-18.11.16	H	26,23	12,10	0,65	4,50	1,63
18.11.16-25.11.16	S	36,95	8,69	1,19	9,49	2,53
25.11.16-02.12.16	H	42,21	13,39	0,96	8,65	3,06
02.12.16-09.12.16	H	36,53	15,53	1,17	4,93	1,27
09.12.16-16.12.16	H	28,28	18,90	1,26	5,76	1,83
16.12.16-23.12.16	H	31,56	20,78	1,05	6,30	2,86
23.12.16-30.12.16	H	17,47	8,83	0,58	3,88	1,33
30.12.16-05.01.17	H	20,69	10,01	0,60	2,08	1,04
05.01.17-13.01.17	H	26,24	10,14	0,70	2,78	0,60
13.01.17-20.01.17	H	34,33	9,47	0,64	7,70	1,64
20.01.17-27.01.17	H	45,81	34,48	1,68	14,01	2,15
27.01.17-03.02.17	S	42,04	34,08	1,76	10,41	2,48
03.02.17-10.02.17	E	32,78	17,79	1,01	9,29	2,67
10.02.17-17.02.17	E	35,31	30,23	1,45	9,93	2,35
17.02.17-24.02.17	W	12,19	5,02	0,34	5,55	1,47

Probenahme-zeitraum	WT	Stickstoffdioxid (µg/m³)	Feinstaub (PM _{2,5}) (µg/m³)		Grobstaub (µg/m³)	
			gesamt	Ruß	gesamt	„opak“
24.02.17-03.03.17	W	12,77	3,26	0,30	6,86	1,79
03.03.17-10.03.17	W	17,60	4,28	0,42	6,29	1,25
10.03.17-17.03.17	H	26,86	13,55	0,68	14,08	3,17
17.03.17-24.03.17	W	19,85	7,22	0,29	7,53	1,70
24.03.17-31.03.17	H	25,01	7,06	0,53	17,22	3,70
31.03.17-07.04.17	H	18,67	11,89	0,37	13,46	3,21
07.04.17-13.04.17	W	20,95	13,36	0,42	18,19	2,56
13.04.17-21.04.17	N	14,86	6,67	0,60	8,40	1,79
21.04.17-28.04.17	W	14,53	7,61	0,38	9,86	1,92
28.04.17-05.05.17	E	20,75	11,25	0,40	7,72	1,68
05.05.17-12.05.17	W	21,60	10,29	0,41	9,87	1,14
12.05.17-19.05.17	S	17,88	7,43	0,30	11,01	0,91
19.05.17-26.05.17	H		6,18	0,26		
19.05.17-27.05.17	H	17,55			11,93	2,01
27.05.17-02.06.17	H	19,86	9,40	0,31	11,84	2,17
02.06.17-09.06.17	W	12,32	4,04	0,15	13,99	1,90
09.06.17-16.06.17	H	14,19	6,05	0,26	9,43	1,91

Tabelle A 3 Mittlere wöchentliche Immissionsbelastung in Bad Münster an der Probenahmestelle KG2: Wetterstation; WT = Witterungstyp (siehe Tabelle 2); fett gedruckter Wert = Ausreißer; fehlender Wert = keine auswertbare Probe; * = Messwert unterhalb der Nachweisgrenze (NWG) = ½ NWG-Wert

Probenahmezeitraum	WT	Stickstoffdioxid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Grobstaub ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
			gesamt	,,opak“
29.04.16-07.05.16	H	6,76	4,09	0,31
07.05.16-13.05.16	E	8,72	7,26	0,83
13.05.16-20.05.16	H	4,27	4,02	0,80
20.05.16-27.05.16	N	7,31	5,48	0,46
27.05.16-03.06.16	N	4,27	4,44	0,50
03.06.16-10.06.16	W	7,00	10,24	0,68
10.06.16-17.06.16	S	4,87	4,27	0,56
17.06.16-24.06.16	H	3,36	5,31	0,64
24.06.16-01.07.16	S	4,30	4,79	0,32
01.07.16-08.07.16	H	3,97	4,60	0,67
08.07.16-15.07.16	S	4,71	7,46	0,89
15.07.16-22.07.16	H	5,87	6,73	0,32
22.07.16-29.07.16	E	6,41	7,41	0,63
29.07.16-05.08.16	W	3,34	6,10	0,68
05.08.16-12.08.16	W	5,10	8,11	0,56
12.08.16-19.08.16	E	11,22	10,51	0,87
19.08.16-26.08.16	S	7,12	6,84	0,94
26.08.16-02.09.16	H	8,18	11,72	0,97
02.09.16-09.09.16	H	6,63	6,85	0,73
09.09.16-16.09.16	H	18,15	13,08	1,21
16.09.16-23.09.16	E	11,62	7,03	1,15
23.09.16-30.09.16	S	9,67	8,87	0,90
30.09.16-07.10.16	E	10,85	4,82	0,50
07.10.16-14.10.16	H	15,25	3,57	0,77
14.10.16-21.10.16	H	11,78	3,48	0,55
21.10.16-29.10.16	E	11,36	3,88	0,81
29.10.16-04.11.16	H	11,87	4,14	0,45
04.11.16-11.11.16	W	14,35	2,68	0,58
11.11.16-18.11.16	H	14,33	2,52	0,66
18.11.16-25.11.16	S	21,30	6,05	1,05
25.11.16-02.12.16	H	26,59	4,61	1,11
02.12.16-09.12.16	H	27,58	2,71	0,36
09.12.16-16.12.16	H	17,18	3,06	0,89
16.12.16-23.12.16	H	20,35	2,97	0,85
23.12.16-30.12.16	H	9,09	1,52	0,46
30.12.16-05.01.17	H	14,23	1,38	0,27
05.01.17-13.01.17	H	17,31	0,90	0,26
13.01.17-20.01.17	H	17,32	2,72	0,46
20.01.17-27.01.17	H	27,10	5,52	1,14
27.01.17-03.02.17	S	26,52	5,05	1,13
03.02.17-10.02.17	E	18,87	3,68	0,92
10.02.17-17.02.17	E	17,28	4,62	1,14
17.02.17-24.02.17	W	6,79	2,53	0,34
24.02.17-03.03.17	W	6,66	1,92	0,32
03.03.17-10.03.17	W	9,99	4,77	0,55

Probenahme-zeitraum	WT	Stickstoffdioxid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Grobstaub ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
			gesamt	,,opak“
10.03.17-17.03.17	H	13,11	7,51	1,13
17.03.17-24.03.17	W	9,10	3,13	0,60
24.03.17-31.03.17	H	9,63	7,33	1,16
31.03.17-07.04.17	H	10,73	13,47	1,51
07.04.17-13.04.17	W	8,97	9,89	1,18
13.04.17-21.04.17	N	6,69	7,83	1,00
21.04.17-28.04.17	W	7,78	7,64	1,37
28.04.17-05.05.17	E	8,24	6,77	0,63
05.05.17-12.05.17	W	9,21	7,70	0,58
12.05.17-19.05.17	S	7,70	13,43	0,88
19.05.17-27.05.17	H	5,29	8,78	0,37
27.05.17-02.06.17	H	8,19	8,89	0,68
02.06.17-09.06.17	W	5,53	8,59	0,38
09.06.17-16.06.17	H	4,26	8,67	0,52

Tabelle A 4 Mittlere wöchentliche Immissionsbelastung in Bad Münster an der Probenahmestelle VZ2: Berliner Straße; WT = Witterungstyp (siehe Tabelle 2); fett gedruckter Wert = Ausreißer; fehlender Wert = keine auswertbare Probe; * = Messwert unterhalb der Nachweigrenze (NWG) = ½ NWG-Wert

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“
29.04.16-07.05.16	H	15,33	7,05	0,47	8,95	3,05
07.05.16-13.05.16	E	14,29	10,10	0,54	14,65	3,38
13.05.16-20.05.16	H	12,14	4,66	0,41	6,68	1,49
20.05.16-27.05.16	N	14,87	5,67	0,43	8,39	2,20
27.05.16-03.06.16	N	11,27	5,09	0,36	6,41	1,80
03.06.16-10.06.16	W	14,48	8,02	0,41	9,94	2,14
10.06.16-17.06.16	S	9,86			7,85	1,60
17.06.16-24.06.16	H	9,87			8,40	1,60
24.06.16-01.07.16	S	11,05			6,11	1,46
01.07.16-08.07.16	H	9,87			8,05	1,98
08.07.16-15.07.16	S	10,04	4,41	0,29	7,94	2,45
15.07.16-22.07.16	H	12,30	5,83	0,36	13,76	2,71
22.07.16-29.07.16	E	13,19	7,97	0,37	13,17	2,58
29.07.16-05.08.16	W	10,83			9,85	1,52
05.08.16-12.08.16	W	10,57	3,12	0,34	10,71	2,11
12.08.16-19.08.16	E	15,72	6,08	0,43	14,56	3,49
19.08.16-26.08.16	S	12,80	3,09	0,39	11,23	2,82
26.08.16-02.09.16	H	15,44	6,50	0,48	16,36	3,47
02.09.16-09.09.16	H	13,42	4,32	0,40	14,80	3,10
09.09.16-16.09.16	H	27,32	9,35	0,66	20,46	4,89
16.09.16-23.09.16	E	19,59	8,08	0,55	*59,13	*8,16
23.09.16-30.09.16	S	18,67	5,28	0,57	16,91	4,26
30.09.16-07.10.16	E	16,42	3,38	0,45	9,37	2,87
07.10.16-14.10.16	H	22,02	5,28	0,73	10,55	3,66
14.10.16-21.10.16	H	17,29	6,94	0,67	6,15	1,73
21.10.16-28.10.16	E		9,99	0,87		
21.10.16-29.10.16	E	18,34			5,87	2,10
29.10.16-04.11.16	H	21,20	7,34	0,93	8,65	3,18
04.11.16-11.11.16	W	22,66	11,11	0,95	5,18	1,47
11.11.16-18.11.16	H	21,11	12,21	0,77	6,03	2,16
18.11.16-25.11.16	S	31,66	10,34	1,18	12,74	2,74
25.11.16-02.12.16	H	37,09	16,53	1,20	10,97	3,34
02.12.16-09.12.16	H	39,30	18,16	1,40	5,01	1,40
09.12.16-16.12.16	H	27,43	18,92	1,29	5,29	1,33
16.12.16-23.12.16	H	26,92	18,51	1,17	10,10	3,15
23.12.16-30.12.16	H	16,91	11,04	0,93	3,24	1,27
30.12.16-05.01.17	H	18,65	11,54	0,75	2,41	0,87
05.01.17-13.01.17	H	24,83	13,85	0,91	8,46	1,63
13.01.17-20.01.17	H	29,62	11,91	0,90	10,30	1,77
20.01.17-27.01.17	H	35,87	38,46	1,90	14,02	2,67
27.01.17-03.02.17	S	39,14	35,72	2,06	13,35	2,91
03.02.17-10.02.17	E	29,08	19,41	1,26	11,84	2,97
10.02.17-17.02.17	E	29,92	34,53	1,71	12,41	3,67
17.02.17-24.02.17	W	11,15	7,10	0,44	4,76	1,42
24.02.17-03.03.17	W	11,62	4,44	0,38	4,97	1,46

Probenahme-zeitraum	WT	Stickstoffdioxid (µg/m³)	Feinstaub (PM _{2,5}) (µg/m³)		Grobstaub (µg/m³)	
			gesamt	Ruß	gesamt	„opak“
03.03.17-10.03.17	W	16,53	5,06	0,49	8,89	2,42
10.03.17-17.03.17	H	23,12	12,66	0,66	14,60	4,17
17.03.17-24.03.17	W	14,83	6,49	0,32	6,78	1,92
24.03.17-31.03.17	H	14,93	8,43	0,53	13,55	4,12
31.03.17-07.04.17	H	16,97	12,90	0,46	12,77	4,00
07.04.17-13.04.17	W	16,92	12,52	0,53	15,89	3,09
13.04.17-21.04.17	N	12,93	8,51	0,52	7,98	2,05
21.04.17-28.04.17	W	14,66	8,63	0,39	14,75	3,94
28.04.17-05.05.17	E	14,05	11,83	0,49	11,32	2,90
05.05.17-12.05.17	W	15,23	9,80	0,41	11,22	2,40
12.05.17-19.05.17	S	12,83	6,82	0,30	14,94	2,01
19.05.17-26.05.17	H		5,43	0,32		
19.05.17-27.05.17	H	10,24			12,19	2,16
27.05.17-02.06.17	H	14,27	8,08	0,33	15,23	2,67
02.06.17-09.06.17	W	8,92	3,49	0,18	10,12	1,91
09.06.17-16.06.17	H	10,02	5,16	0,33	11,76	3,10

Ergänzende Tabellen und Abbildungen zu Stickstoffdioxid

Tabelle A 5 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
Stollen (KG1)	59	0	57	36	22	15	9	4	3	0	0
Badeallee (VZ1)	59	0	59	56	44	29	16	10	8	3	0
Wetterstation (KG2)	59	0	50	24	13	6	4	0	0	0	0
Berliner Str. (VZ2)	59	0	59	55	31	17	11	5	4	0	0

Tabelle A 6 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 %
Stollen (KG1)	59	14,7	$\pm 8,9$	$\pm 2,3$	74
Badeallee (VZ1)	59	21,4	$\pm 8,8$	$\pm 2,3$	67
Wetterstation (KG2)	59	10,9	$\pm 6,3$	$\pm 1,7$	68
Berliner Str. (VZ2)	59	18,1	$\pm 7,9$	$\pm 2,1$	65

Tabelle A 7 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 µg/m³	AG %	PZ	MW µg/m³	AG %
Winterhalbjahr (01.10. - 31.03.)						
Stollen (KG1)	26	21,4	107	19	22,8	114
Badeallee (VZ1)	26	27,1	85	19	28,5	89
Wetterstation (KG2)	26	15,6	98	19	16,4	102
Berliner Str. (VZ2)	26	23,8	85	19	24,8	88
Sommerhalbjahr (01.04. - 30.09.)						
Stollen (KG1)	33	9,4	47	17	10,8	54
Badeallee (VZ1)	33	17,0	53	17	18,8	59
Wetterstation (KG2)	33	7,1	45	17	7,8	49
Berliner Str. (VZ2)	33	13,6	49	17	14,3	51

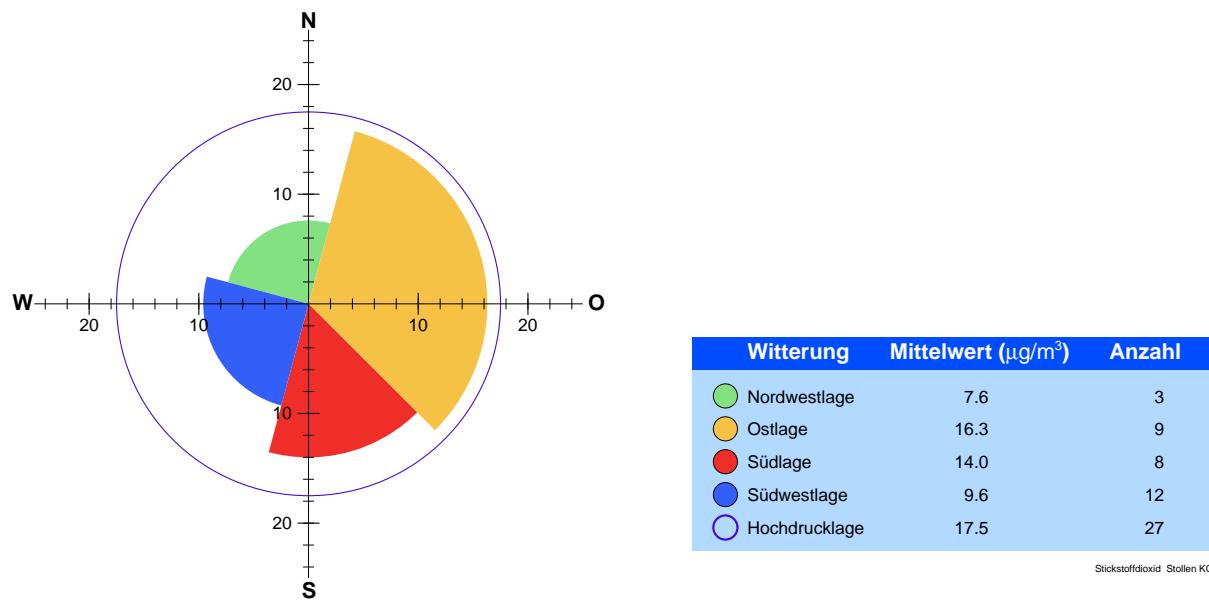


Abbildung A 1 Immissions-Witterungsrose der Stickstoffdioxid-Konzentration in Bad Kreuznach im Kugebiet (KG1)

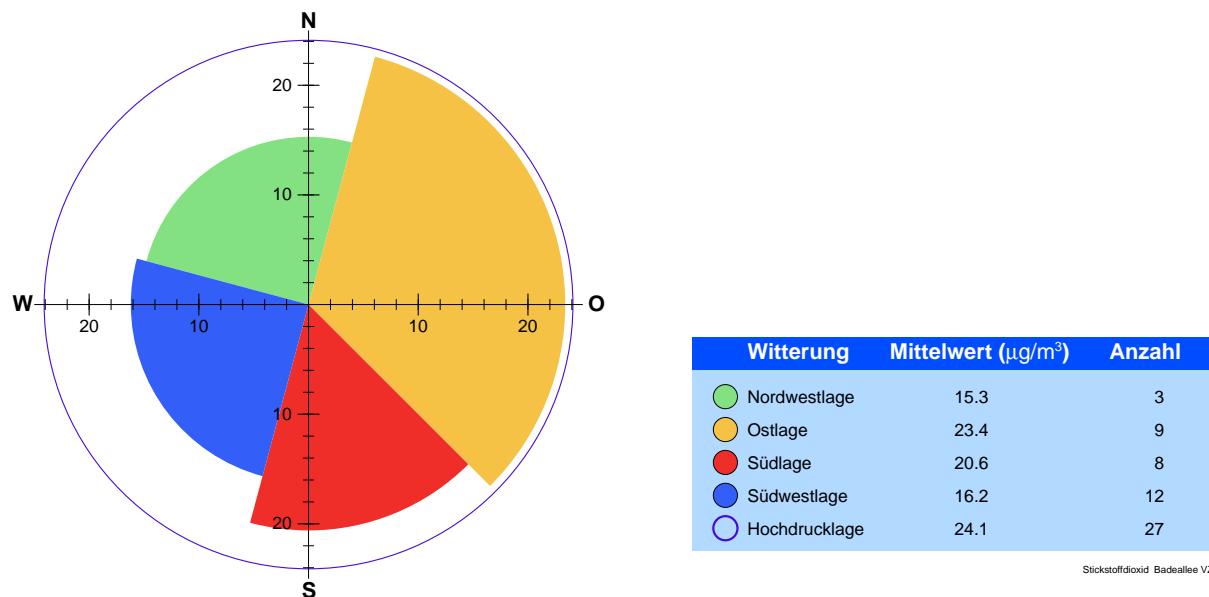


Abbildung A 2 Immissions-Witterungsrose der Stickstoffdioxid-Konzentration in Bad Kreuznach im Verkehrszentrum (VZ1)

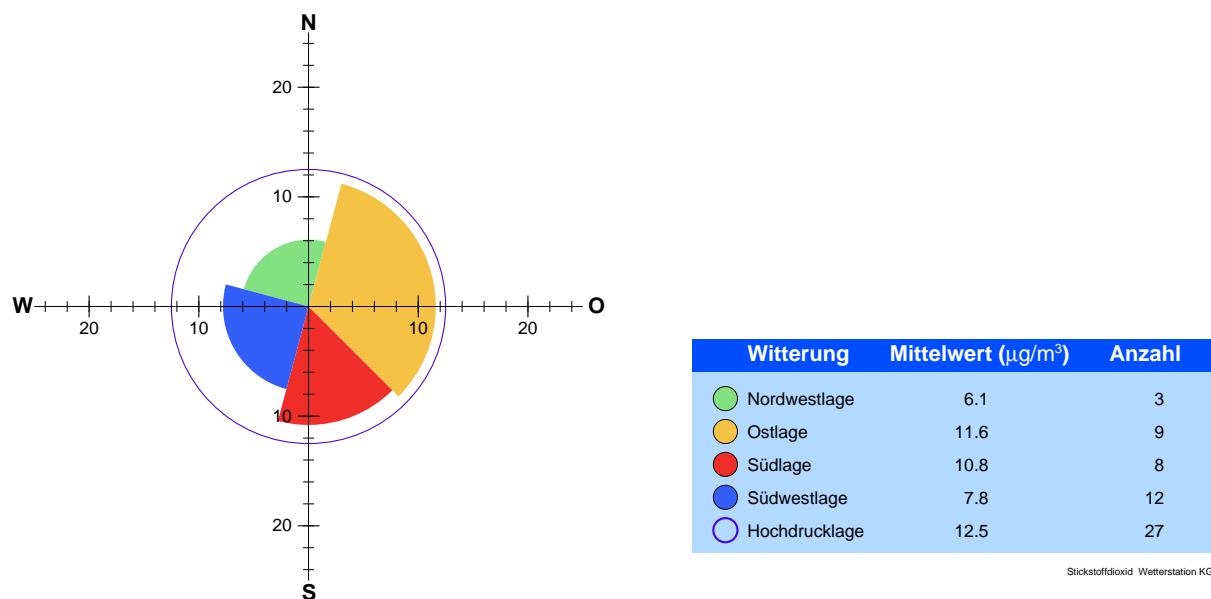


Abbildung A 3 Immissions-Witterungsrose der Stickstoffdioxid-Konzentration in Bad Münster im Kurgebiet (KG2)

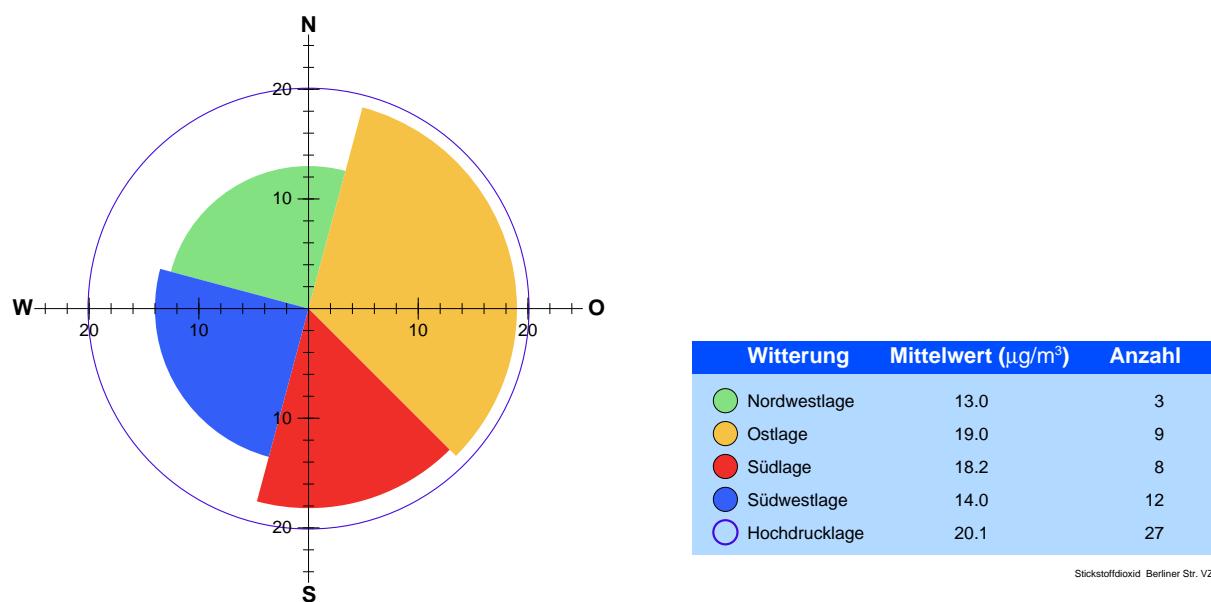


Abbildung A 4 Immissions-Witterungsrose der Stickstoffdioxid-Konzentration in Bad Münster im Verkehrszentrum (VZ2)

Ergänzende Tabellen und Abbildungen zu Feinstaub

Tabelle A 8 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
Badeallee (VZ1)	54	0	53	46	18	7	4	3	3	0	0
Berliner Str. (VZ2)	54	0	54	46	20	8	3	3	3	2	0

Tabelle A 9 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 %
Badeallee (VZ1)	54	9,7	$\pm 6,9$	$\pm 1,9$	49
Berliner Str. (VZ2)	54	10,3	$\pm 7,6$	$\pm 2,1$	64

Tabelle A 10 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.)						
Badeallee (VZ1)	26	12,9	65	19	13,8	69
Berliner Str. (VZ2)	26	14,2	89	19	15,2	95
Sommerhalbjahr (01.04. - 30.09.)						
Badeallee (VZ1)	28	6,8	34	15	6,9	35
Berliner Str. (VZ2)	28	6,7	42	15	6,9	43

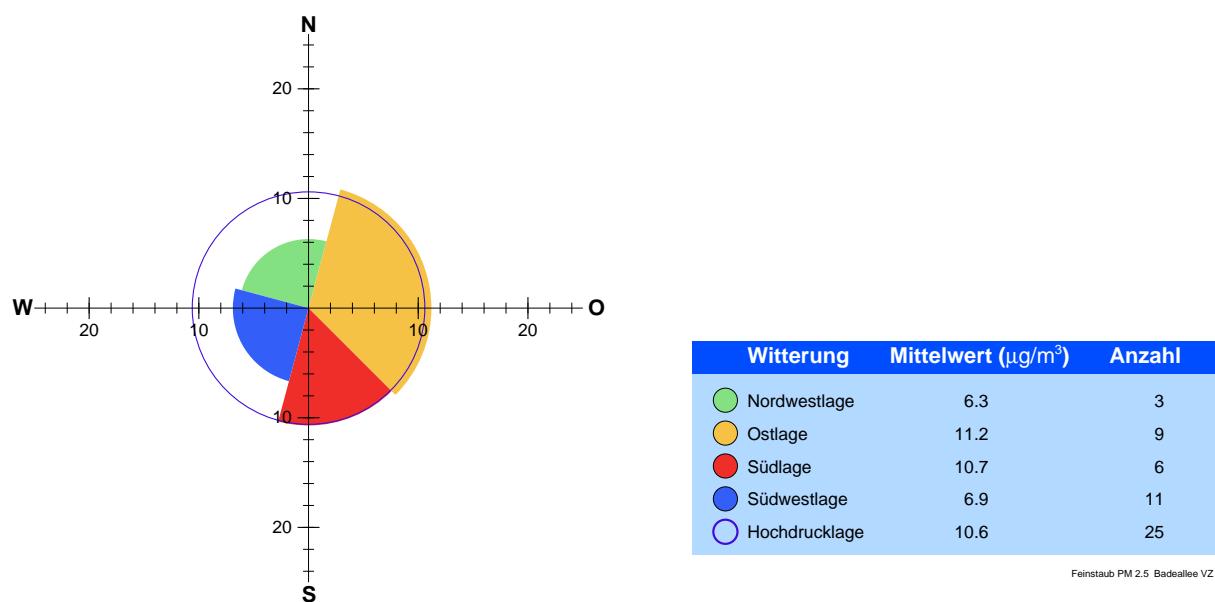


Abbildung A 5 Immissions-Witterungsrose der Feinstaub-Konzentration in Bad Kreuznach im Verkehrszenrum (VZ1)

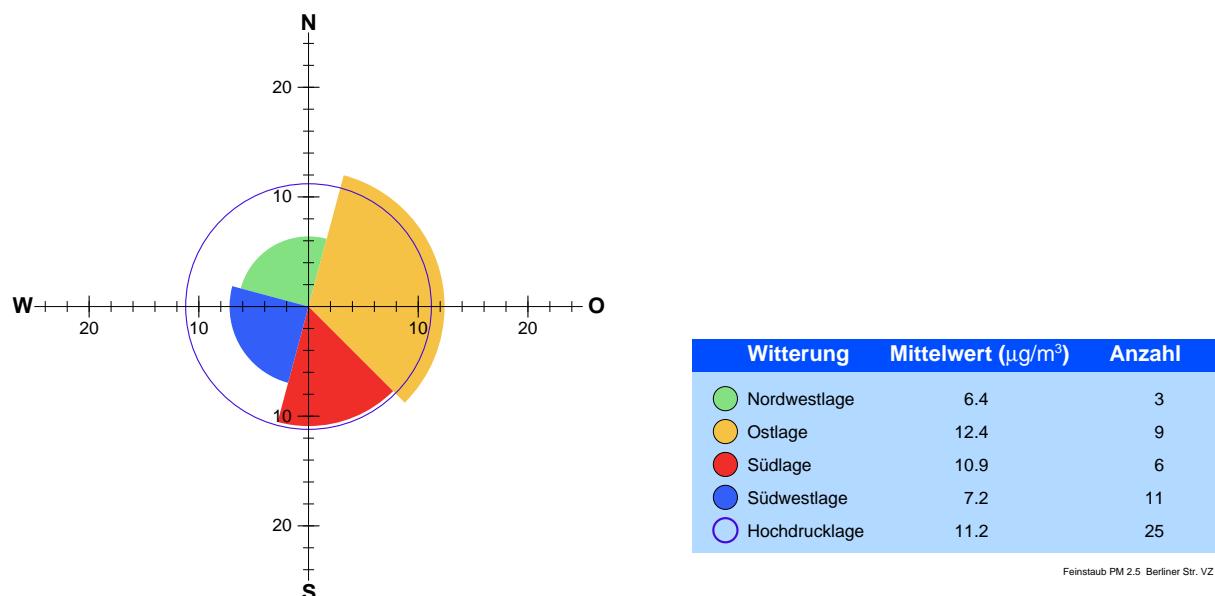


Abbildung A 6 Immissions-Witterungsrose der Feinstaub-Konzentration in Bad Münster im Verkehrszenrum (VZ2)

Ergänzende Tabellen und Abbildungen zu Ruß im Feinstaub

Tabelle A 11 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
Badeallee (VZ1)	54	0	19	10	8	4	3	2	0	0	0
Berliner Str. (VZ2)	54	0	21	15	9	6	3	3	2	1	0

**Tabelle A 12 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 %
Badeallee (VZ1)	54	0,59	$\pm 0,37$	$\pm 0,10$	35
Berliner Str. (VZ2)	54	0,68	$\pm 0,42$	$\pm 0,12$	48

Tabelle A 13 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.)						
Badeallee (VZ1)	26	0,82	48	19	0,85	50
Berliner Str. (VZ2)	26	0,96	68	19	1,00	72
Sommerhalbjahr (01.04. - 30.09.)						
Badeallee (VZ1)	28	0,37	22	15	0,40	23
Berliner Str. (VZ2)	28	0,42	30	15	0,44	31

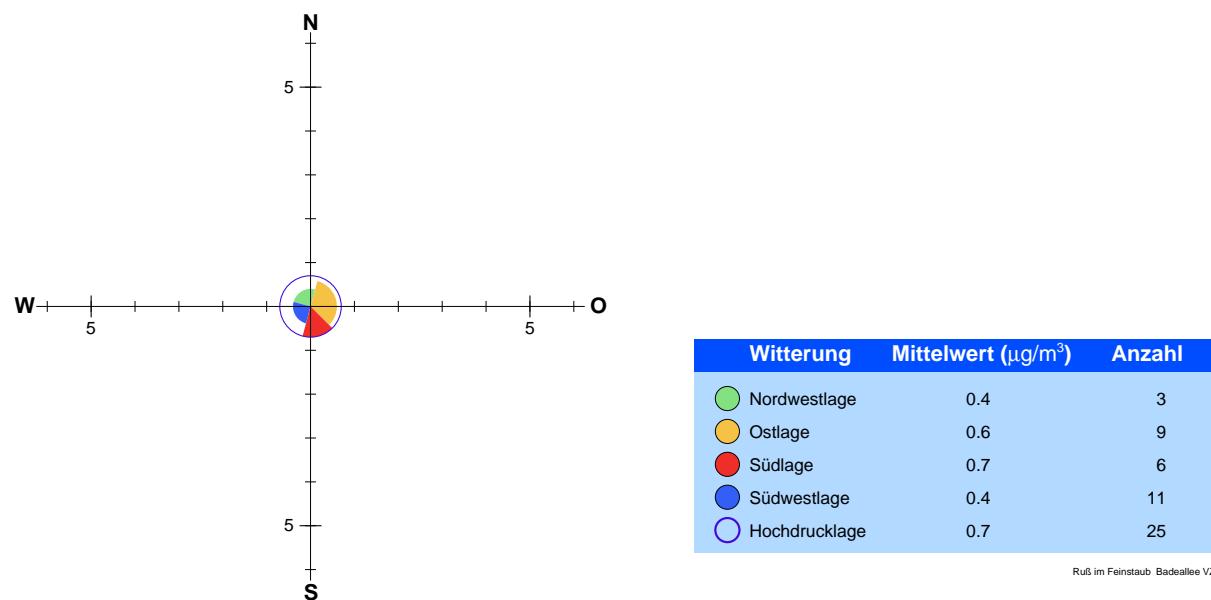


Abbildung A 7 Immissions-Witterungsrose der Ruß-im-Feinstaub-Konzentration in Bad Kreuznach im Verkehrszentrum (VZ1)

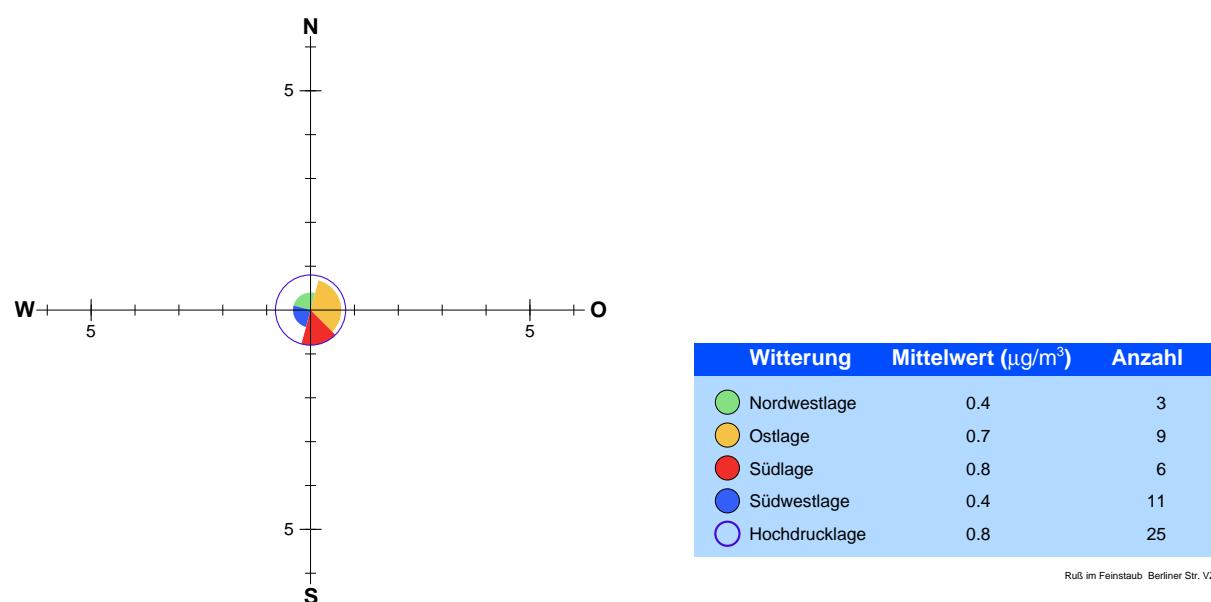


Abbildung A 8 Immissions-Witterungsrose der Ruß-im-Feinstaub-Konzentration in Bad Münster im Verkehrszentrum (VZ2)

Ergänzende Tabellen und Abbildungen zu Grobstaub

Grobstaub (gesamt)

Tabelle A 14 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- sammt	< 0,12	> 5	> 10	> 15	> 20	> 25	> 27	> 35	> 45	> 55
Stollen (KG1)	55	0	38	12	2	1	0	0	0	0	0
Badeallee (VZ1)	59	0	53	20	5	1	0	0	0	0	0
Wetterstation (KG2)	59	0	32	6	0	0	0	0	0	0	0
Berliner Str. (VZ2)	58	0	54	31	5	1	0	0	0	0	0

**Tabelle A 15 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 %
Stollen (KG1)	55	7,6	$\pm 4,0$	$\pm 1,1$	59
Badeallee (VZ1)	59	9,4	$\pm 4,0$	$\pm 1,1$	34
Wetterstation (KG2)	59	6,0	$\pm 3,0$	$\pm 0,8$	50
Berliner Str. (VZ2)	58	10,3	$\pm 3,8$	$\pm 1,0$	47

Tabelle A 16 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 µg/m³	AG %	PZ	MW µg/m³	AG %
Winterhalbjahr (01.10. - 31.03.)						
Stollen (KG1)	22	4,8	37	17	4,7	36
Badeallee (VZ1)	26	7,9	28	19	8,1	29
Wetterstation (KG2)	26	4,1	34	19	4,2	35
Berliner Str. (VZ2)	26	8,8	40	19	9,1	41
Sommerhalbjahr (01.04. - 30.09.)						
Stollen (KG1)	33	9,6	74	17	10,3	79
Badeallee (VZ1)	33	10,7	38	17	11,5	41
Wetterstation (KG2)	33	7,5	63	17	7,4	62
Berliner Str. (VZ2)	32	11,6	53	16	12,5	57

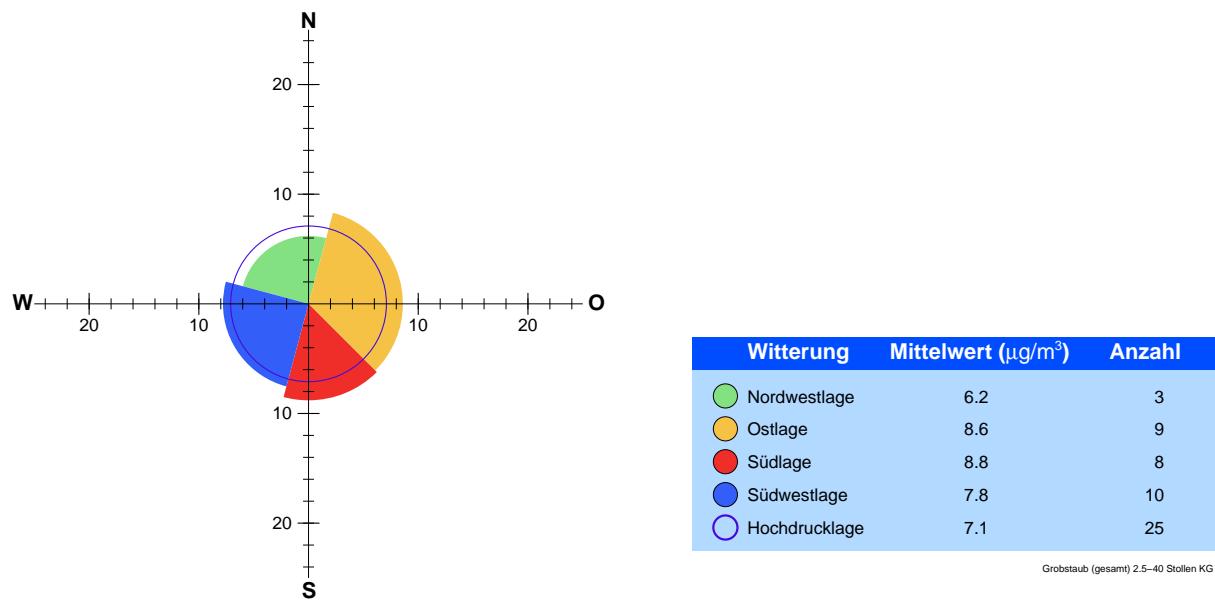


Abbildung A 9 Immissions-Witterungsrose der Grobstaub (gesamt)-Konzentration in Bad Kreuznach im Kurgebiet (KG1)

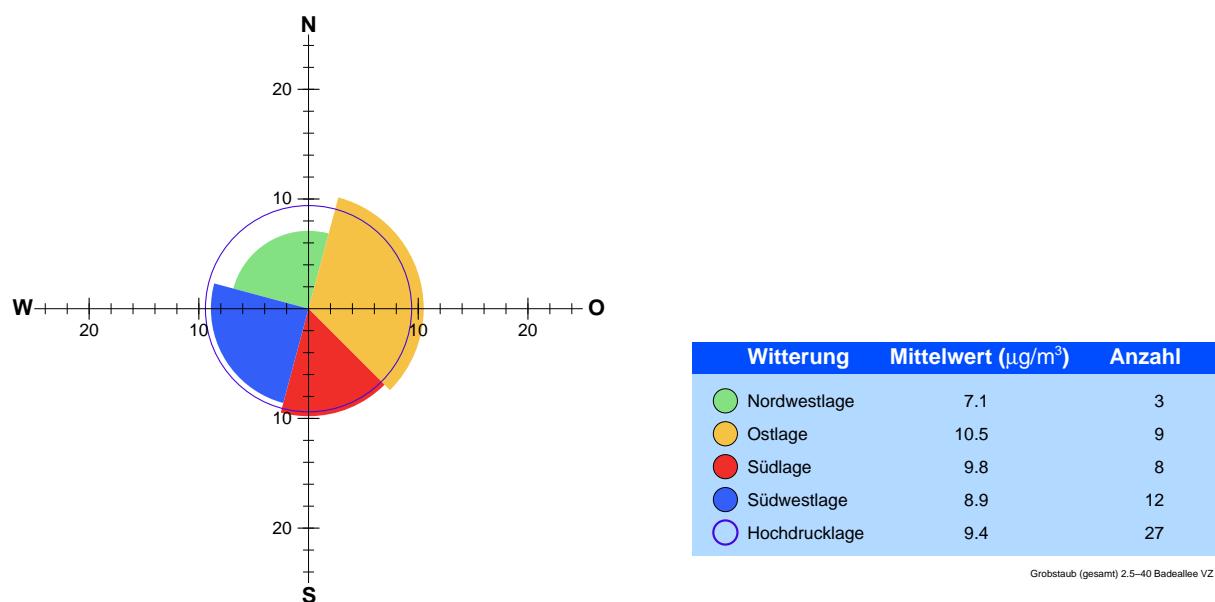


Abbildung A 10 Immissions-Witterungsrose der Grobstaub (gesamt)-Konzentration in Bad Kreuznach im Verkehrszentrum (VZ1)

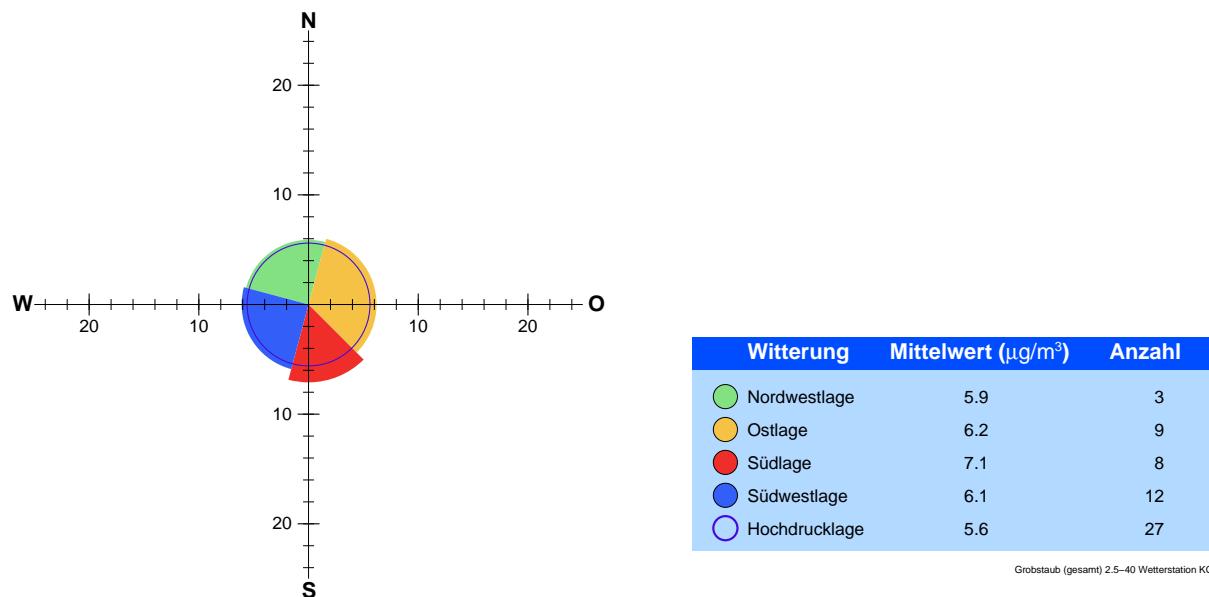


Abbildung A 11 Immissions-Witterungsrose der Grobstaub (gesamt)-Konzentration in Bad Münster im Kurgebiet (KG2)

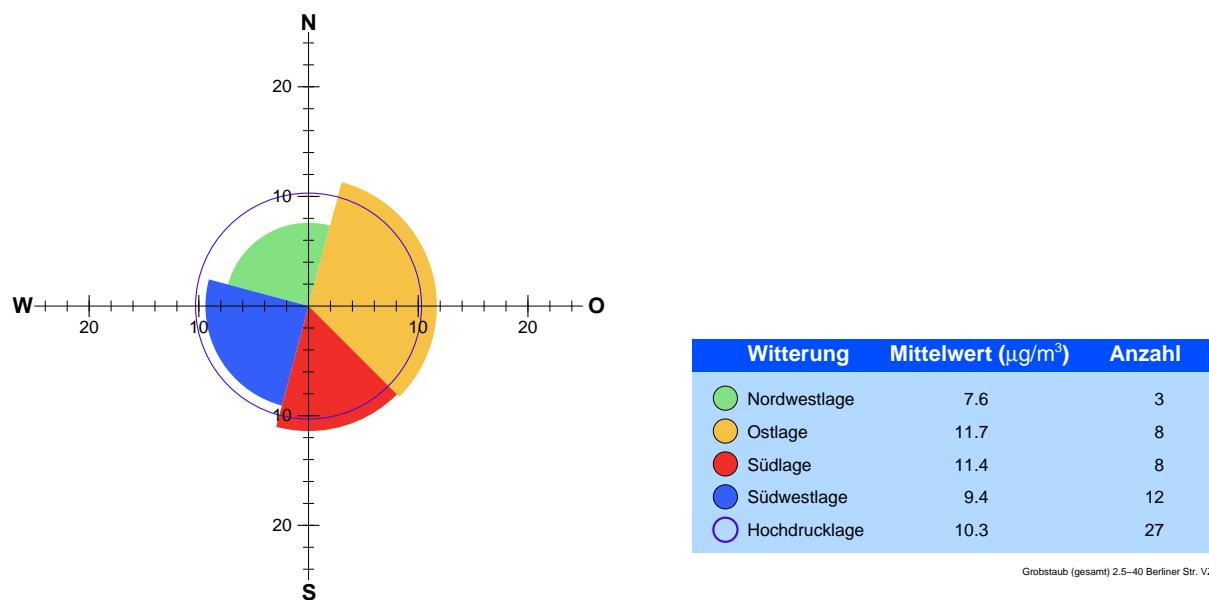


Abbildung A 12 Immissions-Witterungsrose der Grobstaub (gesamt)-Konzentration in Bad Münster im Verkehrszentrum (VZ2)

Grobstaub (opak)

Tabelle A 17 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
Stollen (KG1)	55	0	45	21	8	2	0	0	0	0	0
Badeallee (VZ1)	59	0	59	55	44	26	6	2	0	0	0
Wetterstation (KG2)	59	0	44	13	1	0	0	0	0	0	0
Berliner Str. (VZ2)	58	0	58	57	49	39	18	12	0	0	0

**Tabelle A 18 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 %
Stollen (KG1)	55	0,96	$\pm 0,53$	$\pm 0,14$	69
Badeallee (VZ1)	59	1,96	$\pm 0,70$	$\pm 0,18$	36
Wetterstation (KG2)	59	0,73	$\pm 0,31$	$\pm 0,08$	61
Berliner Str. (VZ2)	58	2,53	$\pm 0,91$	$\pm 0,24$	56

Tabelle A 19 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 µg/m³	AG %	PZ	MW µg/m³	AG %
Winterhalbjahr (01.10. - 31.03.)						
Stollen (KG1)	22	1,05	75	17	1,05	75
Badeallee (VZ1)	26	2,05	37	19	2,17	39
Wetterstation (KG2)	26	0,75	62	19	0,78	65
Berliner Str. (VZ2)	26	2,44	54	19	2,59	58
Sommerhalbjahr (01.04. - 30.09.)						
Stollen (KG1)	33	0,91	65	17	1,09	78
Badeallee (VZ1)	33	1,88	34	17	2,12	39
Wetterstation (KG2)	33	0,72	60	17	0,70	58
Berliner Str. (VZ2)	32	2,60	58	16	2,84	63

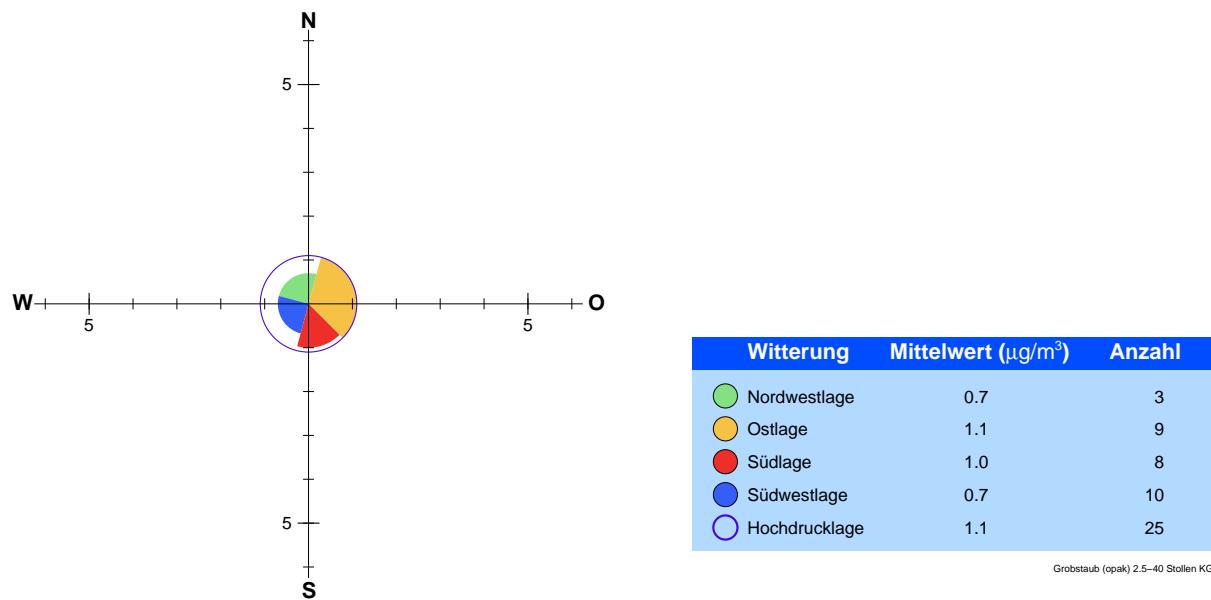


Abbildung A 13 Immissions-Witterungsrose der opaken Grobstaub-Konzentration in Bad Kreuznach im Kugebiet (KG1)

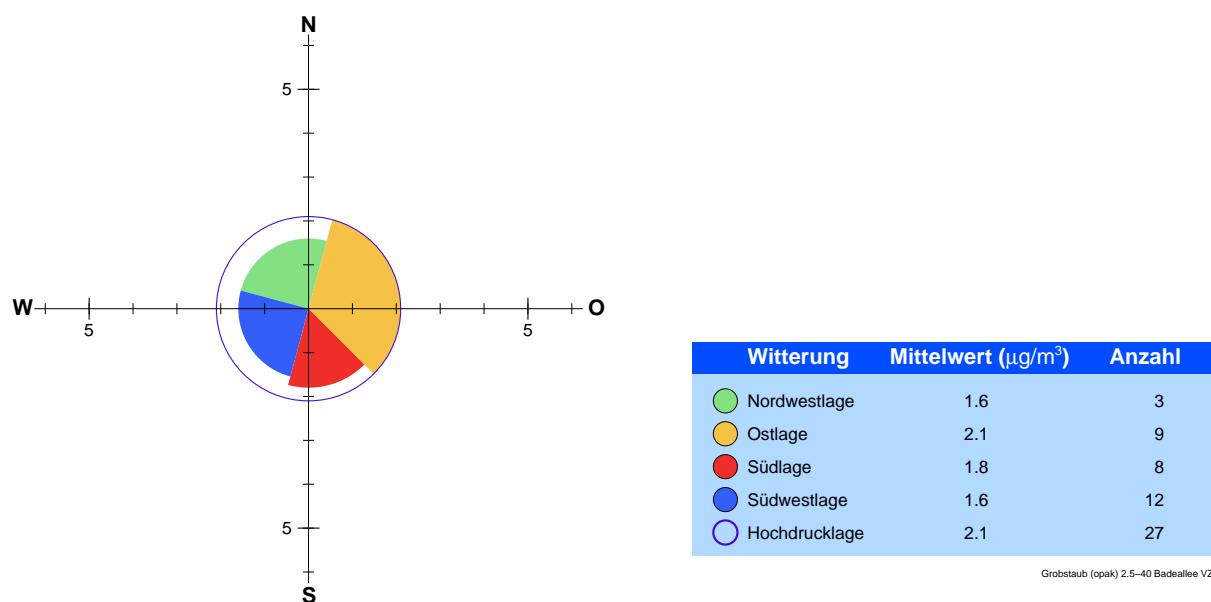


Abbildung A 14 Immissions-Witterungsrose der opaken Grobstaub-Konzentration in Bad Kreuznach im Verkehrszentrum (VZ1)

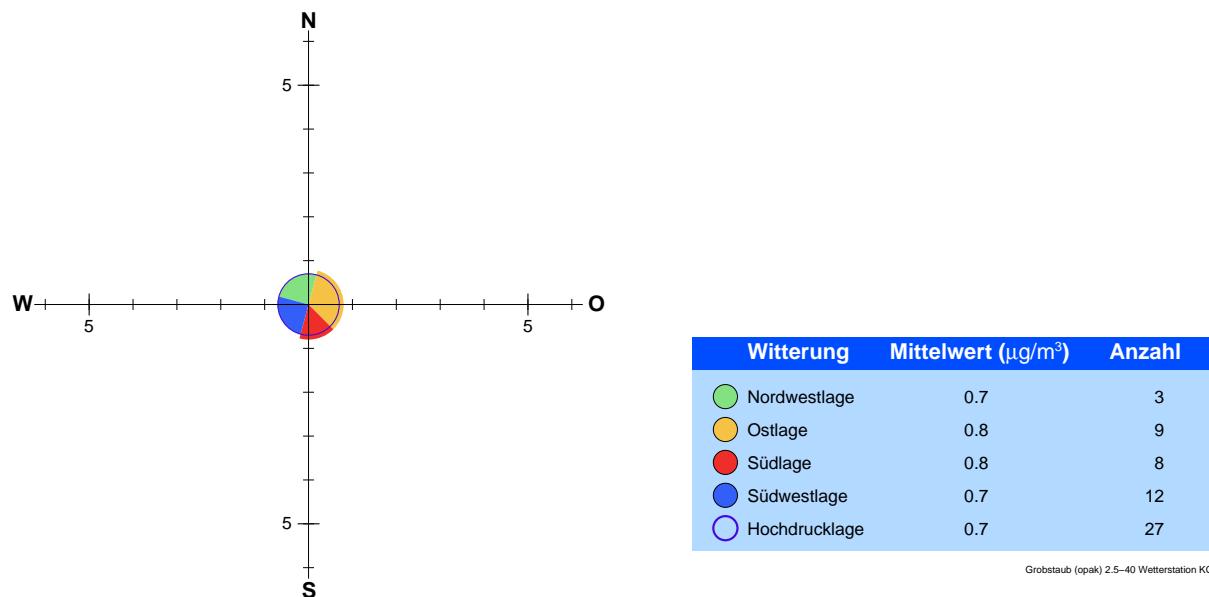


Abbildung A 15 Immissions-Witterungsrose der opaken Grobstaub-Konzentration in Bad Münster im Kurgebiet (KG2)

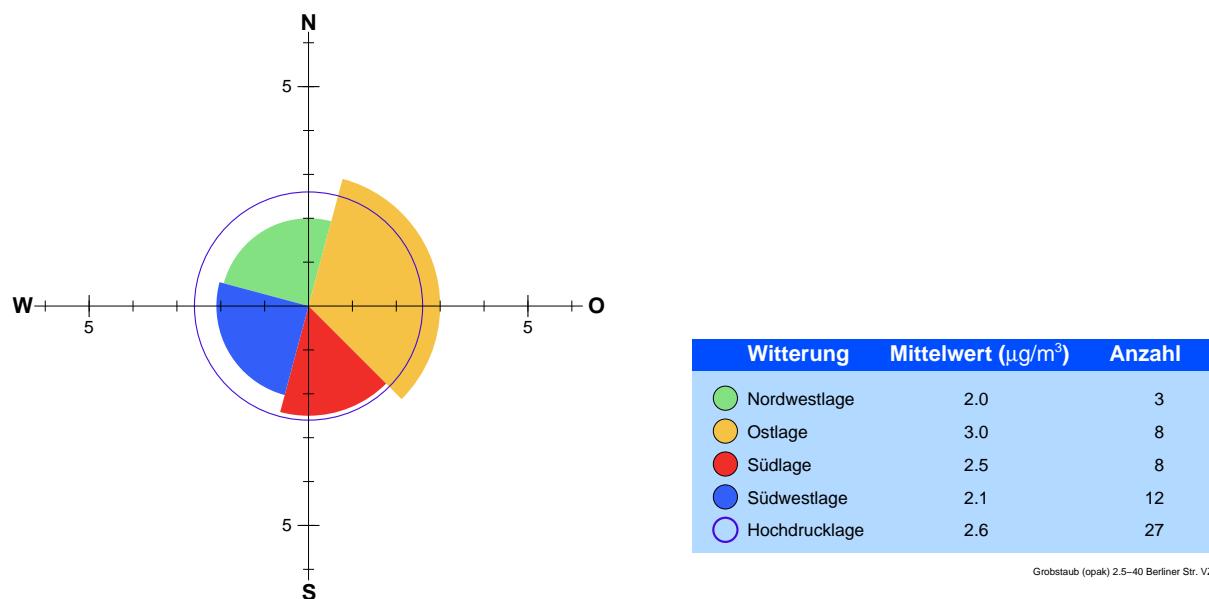


Abbildung A 16 Immissions-Witterungsrose der opaken Grobstaub-Konzentration in Bad Münster im Verkehrszentrum (VZ2)

Tabelle 1 Überschreitungen Kurzzeit-Richtwerte

Probenahmestellen	Stickstoffdioxid		Feinstaub		Ruß im Feinstaub	
	Kurzzeit-Richtwert	Über-schreitungen	Kurzzeit-Richtwert	Über-schreitungen	Kurzzeit-Richtwert	Über-schreitungen
	µg/m³	Anzahl	µg/m³	Anzahl	µg/m³	Anzahl
Badeallee - VZ1	50	-	35	-	2,5	-
Berliner Str BME. - VZ2	40	-	30 ¹	3	2	1
Stollen - KG1	34	3	*	*	*	*
Wetterstation BME - KG 2	30	-	*	*	*	*

- bis zu drei Überschreitungen sind während des gesamten Messzeitraums zulässig

¹ Richtwert wurde erhöht, betrug 2010 = 24 µg/m³

Tabelle 2 Überschreitungen Kurzzeit-Richtwerte Grobstaub (gesamt) und Grobstaub (opak)

Probenahmestellen	Grobstaub (gesamt)		Grobstaub opak	
	Kurzzeit-Richtwert	Über-schreitungen	Kurzzeit-Richtwert	Überschreitungen
	µg/m³	Anzahl	µg/m³	Anzahl
Badeallee - VZ1	55	-	11	-
Berliner Str. BME - VZ2	45	-	9	-
Stollen - KG1	27	-	3,3	-
Wetterstation BME - KG 2	25	-	3	-

Für Grobstaub gesamt und Grobstaub opak wurden während des gesamten Messzeitraumes keine Überschreitungen der zulässigen Kurzzeit-Richtwerte festgestellt.

Anlage 2

Ergebnisse Luftqualitätsmessungen 29.04.2016 - 16.06.2017

Tabelle 3 Stickstoffdioxid (NO₂) - Langzeit -Konzentrationen

ProbenahmeStellen	Gesamtzeitraum						
	Langzeit-Richtwert	MW		Winterhalbjahr (01.10. - 31.03.)	Sommerhalbjahr (01.04. - 30.09.)		
	µg/m ³	µg/m ³	AG %	µg/m ³	AG %	µg/m ³	AG %
Badeallee - VZ1	32	21,4	67	27,1	85	17	53
Berliner Str. BME - VZ2	28	18,1	65	23,8	85	13,6	49
Stollen - KG1	20	14,7	74	21,4	107	9,4	47
Wetterstation BME - KG 2	16	10,9	68	15,6	98	7,1	45

MW= Mittelwert des Datenkollektivs; AG = Ausschöpfungsgrad (die Langzeit-Richtwerte dürfen bis zu 100% ausgeschöpft werden).

Tabelle 4 Feinstaub PM 2,5 - Langzeit -Konzentrationen

Probenahmestellen	Gesamtzeitraum						
	Langzeit-Richtwert	MW		Winterhalbjahr (01.10. - 31.03.)	Sommerhalbjahr (01.04. - 30.09.)		
	µg/m ³	µg/m ³	AG %	µg/m ³	AG %	µg/m ³	AG %
Badeallee - VZ1	20	9,7	49	12,9	65	6,8	34
Berliner Str. BME - VZ2	16	10,3	64	14,2	89	6,7	42
Stollen - KG1	*	*	*	*	*	*	*
Wetterstation BME - KG 2	*	*	*	*	*	*	*

*Keine Erhebung

Anlage 2

Ergebnisse Luftqualitätsmessungen 29.04.2016 - 16.06.2017

Tabelle 5 Ruß im Feinstaub - Langzeit -Konzentrationen

Probenahmestellen	Gesamtzeitraum						
	Langzeit-Richtwert	MW		Winterhalbjahr (01.10. - 31.03.)		Sommerhalbjahr (01.04. - 30.09.)	
	µg/m³	µg/m³	AG %	µg/m³	AG %	µg/m³	AG %
Badeallee - VZ1	1,7	0,59	35	0,82	48	0,37	22
Berliner Str. BME - VZ2	1,4	0,68	48	0,96	68	0,42	30
Stollen - KG1	*	*	*	*	*	*	*
Wetterstation BME - KG 2	*	*	*	*	*	*	*

Tabelle 6 Grobstaub (gesamt) - Langzeit -Konzentrationen

Probenahmestellen	Gesamtzeitraum						
	Langzeit-Richtwert	MW		Winterhalbjahr (01.10. - 31.03.)		Sommerhalbjahr (01.04. - 30.09.)	
	µg/m³	µg/m³	AG %	µg/m³	AG %	µg/m³	AG %
Badeallee - VZ1	28	9,4	34	7,9	28	10,7	38
Berliner Str. BME - VZ2	22	10,3	47	8,8	40	11,6	53
Stollen - KG1	13	7,6	59	4,8	37	9,6	74
Wetterstation BME - KG 2	12	6,0	50	4,1	40	7,5	63

Grobstaub gesamt = alle Grobstaubpartikel, ohne Pollen und ohne wasserlösliche Nitrat-, Sulfat- und Natriumchlorid-Partikel

Anlage 2

Ergebnisse Luftqualitätsmessungen 29.04.2016 - 16.06.2017

Tabelle 7 Grobstaub (opak) - Langzeit -Konzentrationen

Probenahmestellen	Gesamtzeitraum						
	Langzeit- Richtwert	MW		Winterhalbjahr (01.10. - 31.03.)		Sommerhalbjahr (01.04. - 30.09.)	
	µg/m³	µg/m³	AG %	µg/m³	AG %	µg/m³	AG %
Badeallee - VZ1	5,5	1,96	36	2,05	37	1,88	34
Berliner Str. BME - VZ2	4,5	2,53	56	2,44	54	2,6	58
Stollen - KG1	1,4	0,96	69	1,05	75	0,91	65
Wetterstation BME - KG 2	1,2	0,73	61	0,75	62	0,72	60

*opak = lichtundurchlässig; Rückstände aus Verbrennungsprozessen, Abrieb von Reifen (Gummireste), Abrieb des Straßenasphalts