

DWD

Amtliches Gutachten zur Luftqualität

im

Kneippheilbad

Überlingen



Deutscher Wetterdienst

Abteilung
Klima- und Umweltberatung
Freiburg, März 2023

Deutscher Wetterdienst
Klima- und Umweltberatung

AMTLICHES GUTACHTEN

Überprüfung der Luftqualität
in

Überlingen

Landkreis Bodenseekreis

Auftraggeber: Stadt Überlingen
Verfahrensziel: Bestätigung zum Kneippheilbad
Messzeitraum: 22.10.2021 bis 11.11.2022

Freiburg, den 23.03.2023



Dr. Stefan Gilge
Leiter Referat Lufthygiene





Dr. Christina Endler
Gutachterin, Referat Lufthygiene

Die Leistungen dürfen in einer Behörde (Kommunal- oder Landesebene) für deren Aufgabenwahrnehmung genutzt werden. Eine Weitergabe der bereitgestellten Informationen oder daraus abgeleiteter Ergebnisse an Dritte ist ausschließlich zur Vertretung eigener Interessen gestattet. Die Nutzung im Interesse des Dritten ist nicht gestattet. Veröffentlichung ist ausgeschlossen.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	2
Tabellenverzeichnis.....	3
Zusammenfassung und Entscheidungsvorschlag.....	4
1. Einleitung	5
2. Luftbeimengungen und ihre Beurteilungskriterien.....	6
2.1. Leitsubstanzen.....	6
2.2. Messverfahren	7
2.3. Messstandorte und Messdauer	7
2.4. Beurteilungskriterien	8
2.5. Darstellung der Messergebnisse	9
2.6. Berücksichtigung der Witterung.....	9
3. Bewertung der Luftqualität in Überlingen.....	11
3.1. Stickstoffdioxid	11
3.2. Feinstaub PM _{2,5}	14
3.3. Ruß im Feinstaub PM _{2,5}	16
3.4. Grobstaub (gesamt)	17
3.5. Grobstaub (opak)	20
3.6. Pollen.....	23
4. Vergleich der Luftqualität in Überlingen.....	25
4.1. Stickstoffdioxid	25
4.2. Feinstaub PM _{2,5} und Ruß	25
4.3. Grobstaub	26
5. Vergleich zur vorherigen Messkampagne.....	28
Gesamtbewertung und Schlussfolgerung	31
Literatur.....	33
Anhang.....	34

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Ausschnitt aus dem Ortsplan von Überlingen mit den Standorten für die Probenahme partikel- und gasförmiger Luftbeimengungen	8
Abbildung 2:	Zeitlicher Verlauf der Stickstoffdioxidkonzentration im Kurgebiet	11
Abbildung 3:	Zeitlicher Verlauf der Stickstoffdioxidkonzentration im Verkehrszentrum...	12
Abbildung 4:	Zeitlicher Verlauf der Feinstaubkonzentration im Verkehrszentrum.....	14
Abbildung 5:	Zeitlicher Verlauf der Konzentration von Ruß im Feinstaub im Verkehrszentrum.....	16
Abbildung 6:	Zeitlicher Verlauf der Konzentration von Grobstaub (gesamt) im Kurgebiet	18
Abbildung 7:	Zeitlicher Verlauf der Konzentration von Grobstaub (gesamt) im Verkehrszentrum.....	18
Abbildung 8:	Zeitlicher Verlauf der Konzentration von Grobstaub (opak) im Kurgebiet ..	20
Abbildung 9:	Zeitlicher Verlauf der Konzentration von Grobstaub (opak) im Verkehrszentrum.....	21
Abbildung 10:	Größenverteilung von Grobstaub (opak) in Überlingen	22
Abbildung 11:	Zeitlicher Verlauf der Pollenkonzentration	23
Abbildung 12:	Bundesweiter Vergleich der Stickstoffdioxidbelastung in Überlingen.....	25
Abbildung 13:	Bundesweiter Vergleich der Feinstaub- und Rußbelastung in Überlingen ..	26
Abbildung 14:	Bundesweiter Vergleich der Belastung von Grobstaub (gesamt) in Überlingen	26
Abbildung 15:	Bundesweiter Vergleich der Belastung von Grobstaub (opak) in Überlingen	27
Abbildung 16:	Vergleich der mittleren Belastungssituation im Kurgebiet während der Messkampagne 2013/2014 und 2021/2022	28
Abbildung 17:	Vergleich der mittleren Belastungssituation im Verkehrszentrum während der Messkampagne 2013/2014 und 2021/2022	29

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Kurzzeit- und Langzeit-Richtwerte für die Luftqualität in Heilbädern, Kur- und Erholungsorten mit normalen Anforderungen	8
Tabelle 2:	Witterungstypen in Mitteleuropa mit ihren jeweiligen Austauschverhältnissen	9
Tabelle 3:	Mittlere Belastungswerte für Stickstoffdioxid im Messzeitraum.....	12
Tabelle 4:	Mittlere Belastungswerte für Stickstoffdioxid im Winter- und Sommerhalbjahr.....	13
Tabelle 5:	Mittlere Belastungswerte für Feinstaub im Messzeitraum.....	15
Tabelle 6:	Mittlere Belastungswerte für Feinstaub im Winter- und Sommerhalbjahr ..	15
Tabelle 7:	Mittlere Belastungswerte für Ruß im Feinstaub im Messzeitraum	16
Tabelle 8:	Mittlere Belastungswerte für Ruß im Feinstaub im Winter- und Sommerhalbjahr.....	17
Tabelle 9:	Mittlere Belastungswerte für Grobstaub (gesamt) im Messzeitraum.....	19
Tabelle 10:	Mittlere Belastungswerte für Grobstaub (gesamt) im Winter- und Sommerhalbjahr.....	19
Tabelle 11:	Mittlere Belastungswerte für Grobstaub (opak) im Messzeitraum.....	21
Tabelle 12:	Mittlere Belastungswerte für Grobstaub (opak) im Winter- und Sommerhalbjahr.....	22
Tabelle 13:	Zusammenfassende Bewertung der Luftqualität hinsichtlich der Kurzzeit- und Langzeit-Richtwerte	32
Tabelle A 1:	Mittlere wöchentliche Konzentration der untersuchten Leitsubstanzen in Überlingen an der Messstelle „Badgarten“ (Repräsentanz Kurgebiet).....	34
Tabelle A 2:	Mittlere wöchentliche Konzentration der untersuchten Leitsubstanzen in Überlingen an der Messstelle „Franziskaner Tor“ (Repräsentanz Verkehrszentrum)	35

Zusammenfassung und Entscheidungsvorschlag

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

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 Luftbeimengungen weisen in Überlingen überwiegend eine geringe bis normale Belastung auf: An der verkehrsbezogenen Messstelle ist die Belastung durch Stickstoffdioxid und Feinstaub normal ausgefallen, die Belastung durch Ruß im Feinstaub sowie durch Grobstaub (gesamt und opak) gering. An der Messstelle im Kurgebiet konnte die Belastung durch Stickstoffdioxid und Grobstaub (opak) als normal eingestuft werden, wohingegen die Belastung durch Grobstaub (gesamt) leicht erhöht ausfiel. Die statistische Wahrscheinlichkeit, dass der jeweilige Langzeit-Richtwert eingehalten wird, liegt für alle Luftbeimengungen bei über 97,5 %.

Im gesamten Messzeitraum kam es zu keinen Überschreitungen von Kurzzeit-Richtwerten. Bis zu drei Überschreitungen sind gemäß den gültigen Begriffsbestimmungen für jede der untersuchten Luftbeimengungen innerhalb eines Messjahres und an jeder Messstelle erlaubt.

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

Gemäß den Begriffsbestimmungen sind in Überlingen spätestens in 10 Jahren wieder einjährige Luftqualitätsmessungen durchzuführen, sofern es zwischenzeitlich keine Hinweise auf relevante lufthygienische Veränderungen gibt.

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 sie Spurengase genannt werden. Diese haben jedoch einen entscheidenden Einfluss auf die Luftqualität. Neben gasförmigen Molekülen enthält die Atmosphäre auch Aerosole – ein Gemisch von flüssigen und festen Schwebeteilchen.

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 Heizungsanlagen. Je nach Emission (stofflicher Austrag aus einer Quelle 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, Erholungsorten und Heilbädern wird gefordert, dass die lufthygienischen Bedingungen vor Ort für den Gast eine Entlastung von den Immissionsverhältnissen der Großstädte und Ballungsgebiete darstellen. Eine unzureichende Luftqualität darf keinesfalls den Erfolg von Kuranwendungen gefährden. Dazu haben der Deutsche Heilbäderverband e. V. (DHV) und der Deutsche Tourismusverband e. V. (DTV) unter anderem Richtwerte – bezogen auf die jährlichen Mittelwerte einzelner Luftbeimengungen – festgelegt, die unterhalb der gesetzlichen Grenzwerte liegen (DHV und DTV, 2005 mit Stand vom 21.10.2016).

Im Laufe der Jahre können sich, beispielsweise durch Veränderungen in der Infrastruktur oder städtebauliche Maßnahmen, die bioklimatischen und lufthygienischen Verhältnisse in einem staatlich anerkannten Heilbad, Kur- und Erholungsort verändern. Damit der Gast die ortsgebundenen Heilmittel, im Speziellen die Luft, auch weiterhin als „natürliches Heilmittel“ anwenden kann, ist in den jeweiligen Kurortgesetzen bzw. Verordnungen der Länder verankert, in welchem Umfang eine Überprüfung der Luftqualität für die (Re-)Zertifizierung erfolgt und der betreffenden Genehmigungsbehörde ein Gutachten über die Luftqualität vorzulegen ist.

Die letzten Messungen zur Überprüfung der Luftqualität im Rahmen des Bestätigungsverfahrens für das Prädikat Kneippheilbad wurden in Überlingen vom 05.07.2013 bis 04.07.2014 durchgeführt (DWD, 2014). Der Deutsche Wetterdienst wurde beauftragt, die turnusmäßige Überprüfung der Luftqualität durchzuführen. Dem vorliegenden Gutachten liegt die Luftqualitätsbeurteilung zugrunde.

2. Luftbeimengungen und ihre Beurteilungskriterien

2.1. Leitsubstanzen

Im Rahmen der Bewertung der Luftqualität nach den Begriffsbestimmungen des DHV und DTV mit Stand vom 21.10.2016 ist die Messung verschiedener partikelförmiger und gasförmiger Leitsubstanzen vorgeschrieben (DHV und DTV, 2005):

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

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

Zu **Feinstaub** zählen alle Staubpartikel mit einem Partikeldurchmesser kleiner 2,5 µm (1 µm = 1/1000 mm). Diese Partikel können aufgrund ihrer geringen Größe bis in die Lungenbläschen (Alveolen) gelangen. Von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) wird Feinstaub deswegen auch als kritischer Luftschadstoff eingestuft. Zudem kann Feinstaub in Abhängigkeit seiner Zusammensetzung eine kanzerogene (krebserregende) Wirkung entfalten. Eine besondere Bedeutung kommt hierbei den im Feinstaub enthaltenen Rußpartikeln zu, die überwiegend Rückstände von Verbrennungsprozessen sind. Diese Rußpartikel verstärken die kanzerogene Wirkung des Feinstaubes.

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

Die Auswertung der Grobstaubpartikel erfolgt getrennt nach ihrer stofflichen Zusammensetzung:

- Grobstaub gesamt: Alle Grobstaubpartikel, ohne Pollen und ohne wasserlösliche Nitrat-, Sulfat- und Natriumchlorid-Partikel.
- Grobstaub opak: Opake (lichtundurchlässige) Grobstaubpartikel, Rückstände aus Verbrennungsprozessen und Abrieb der Reifen von Kraftfahrzeugen (Gummireste) sowie Abrieb des Straßenasphalts.
- Pollen: Alle Pollenarten mit einem Durchmesser zwischen 20 µm und 60 µm.

2.2. Messverfahren

Die Probenahme von NO₂ in der Außenluft erfolgte mittels Passivsammler nach DIN EN 16339:2013-11. Dieses Verfahren eignet sich für die Messung von über längere Zeiträume gemittelten Konzentrationen. In Hinblick auf die Äquivalenz zur Referenzmethode erfüllt dieses Verfahren das Datenqualitätsziel einer erweiterten Unsicherheit von 15 % (siehe DIN EN 14211:2012-11).

Die Probenahme von PM_{2.5} ist eine aktive gravimetrische Probenahme und wurde mit einem Mini-Volumensammler durchgeführt. Dieses Verfahren ist an die DIN EN 12341:2014-08 sowie an die VDI 2463 Blatt 1:1999-11 und VDI 3787 Blatt 10:2010-03 angelehnt.

Die Probenahme von Grobstaub erfolgte nach VDI 3787 Blatt 10:2010-03 und VDI 2119:2013-06. Für die Sammlung von NO₂- und Grobstaubproben kamen passive Probensammler vom Typ Sigma-2 zum Einsatz.

Die Luftproben wurden beim Deutschen Wetterdienst im Zentrum für Medizin-Meteorologische Forschung in Freiburg hinsichtlich der Konzentrationen von NO₂, PM_{2.5}, Ruß im PM_{2.5}, Grobstaub inklusive seines opaken Anteils und der Anzahl der Pollen analysiert und ausgewertet.

2.3. Messstandorte und Messdauer

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

Das Beurteilungsgebiet umfasst die Kernstadt von Überlingen. Es wurden für die beiden Repräsentanzen Kurgebiet und Verkehrszentrum folgende Probenahmestellen eingerichtet:

- Kurgebiet: **Badgarten**, in Parkanlage am Ufer des Bodensees
- Verkehrszentrum: **Franziskaner Tor**, an der Franziskanerkirche

Während der Messkampagne 2013/2014 befanden sich die Messgeräte der Repräsentanz Verkehrszentrum annähernd an demselben Standort, während der Standort für das Kurgebiet an der Buchinger Klinik war (KG alt), ca. 1 km westlich vom jetzigen Standort. Die Lage der Messstellen ist in einem Ausschnitt des Ortsplans von Überlingen in der Abbildung 1 auf der nachfolgenden Seite eingetragen.

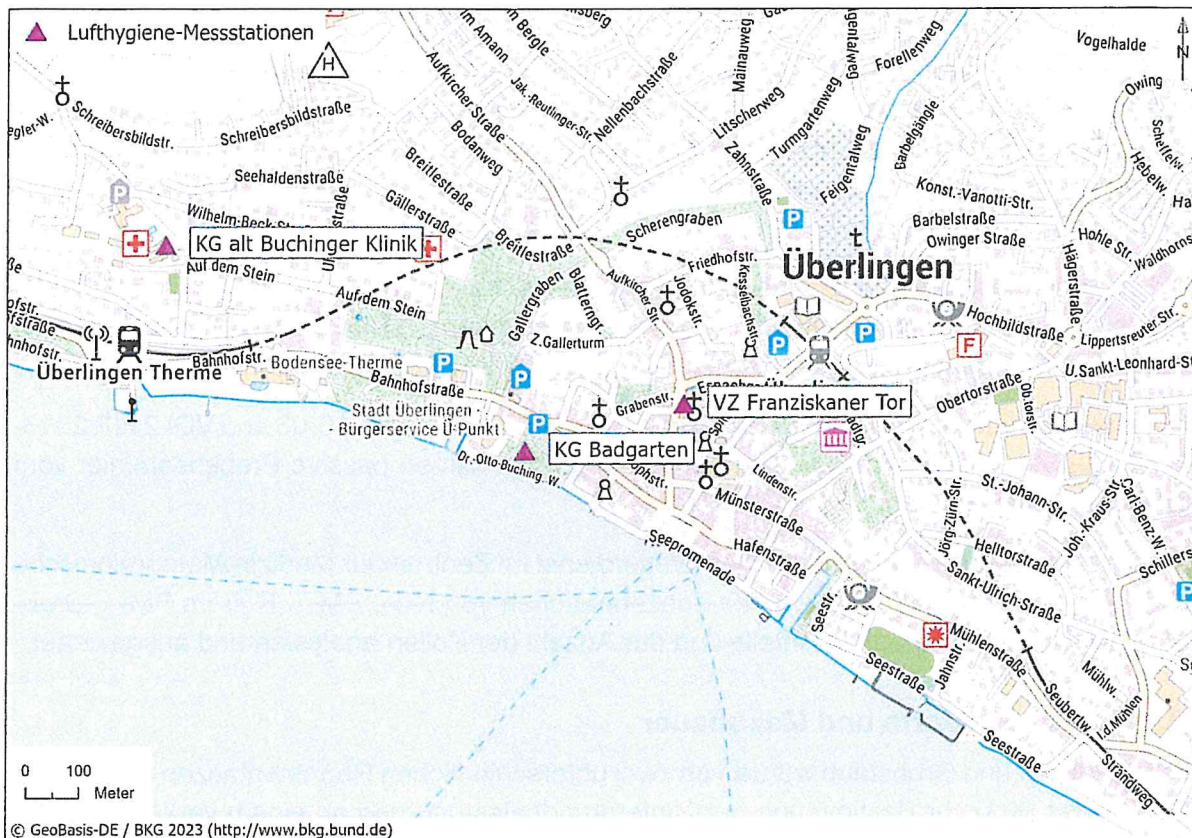


Abbildung 1: Ausschnitt aus dem Ortsplan von Überlingen mit den Standorten für die Probenahme partikel- und gasförmiger Luftbeimengungen

2.4. Beurteilungskriterien

Im Rahmen des Prädikatisierungsverfahrens sind für die gemessenen Leitsubstanzen entsprechende Kurzzeit- und Langzeit-Richtwerte für das Kurgebiet und das Verkehrszentrum einzuhalten (Tabelle 1). Die Kurzzeit-Richtwerte geben hierbei die zulässige Belastung in Form der wöchentlichen Konzentration an, die Langzeit-Richtwerte die zulässige Belastung als die mittlere Konzentration bezogen auf den gesamten Messzeitraum.

Tabelle 1: Kurzzeit- und Langzeit-Richtwerte für die Luftqualität in Heilbädern, Kur- und Erholungsorten mit normalen Anforderungen

Richtwert	Kurzzeit-Richtwert		Langzeit-Richtwert	
	Kurgebiet	Verkehrszentrum	Kurgebiet	Verkehrszentrum
Stickstoffdioxid in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	34	50	20	32
Feinstaub $\text{PM}_{2.5}$ in $\mu\text{g}/\text{m}^3$		35		20
Ruß im Feinstaub $\text{PM}_{2.5}$ in $\mu\text{g}/\text{m}^3$		2,5		1,7
Grobstaub (gesamt) in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	27	55	13	28
Grobstaub (opak) in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	3,3	11	1,4	5,5

Die Kurzzeit-Richtwerte dürfen für jede Komponente während des gesamten Messzeitraums nicht mehr als dreimal überschritten werden. Die Langzeit-Richtwerte dürfen jeweils bis zu 100 % ausgeschöpft werden.

Überlingen beabsichtigt, sich das Prädikat Kneippheilbad bestätigen zu lassen. Damit gelten normale Anforderungen an die Luftqualität (Tabelle 1, siehe auch DHV und DTV, 2005).

2.5. Darstellung der Messergebnisse

Aus den wöchentlichen Einzelproben wurden für jeden Messstandort und jede gemessene Leitsubstanz die Überschreitungshäufigkeit in Hinblick auf den Kurzzeit-Richtwert sowie die mittlere Konzentration in Hinblick auf den Langzeit-Richtwert berechnet.

Die jeweilige Messreihe wurde vorab auf Plausibilität und Ausreißer geprüft (siehe DHV und DTV, 2005). Die Messdaten der wöchentlichen Einzelproben sind in Tabelle A 1 und Tabelle A 2 im Anhang aufgeführt. Messwerte, die unterhalb der Nachweisgrenze liegen, wurden auf die halbe Nachweisgrenze gesetzt und in den Messwertetabellen entsprechend gekennzeichnet. Ausreißer oder Datenlücken aufgrund von nicht auswertbaren Probenahmen sind ebenfalls in den Messwertetabellen entsprechend gekennzeichnet.

Die Auswertung der Messergebnisse erfolgt für jede Luftschadstoffkomponente einzeln in Kapitel 3. Dabei liegt der Fokus auf der Richtwerteinhaltung sowie auf dem Einfluss der Witterung auf die jeweilige Schadstoffkomponente (siehe Kapitel 2.6).

2.6. Berücksichtigung der Witterung

Die Konzentration von Luftbeimengungen am Messort hängt wesentlich von den atmosphärischen Austauschbedingungen sowie Transport- und Umwandlungsprozessen ab. Da die Messwerte eine zeitliche Auflösung von einer Woche aufweisen, ist eine genaue Zuordnung der meteorologischen Bedingungen relativ schwer. Es lässt sich aber aus den großräumigen Wetterlagen im Mittelungszeitraum der vorherrschende Witterungstyp ableiten. Es werden fünf Witterungstypen unterschieden: Nordwestlage, Ostlage, Südlage, Südwestlage und Hochdruckwetterlage (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Witterungstypen in Mitteleuropa mit ihren jeweiligen Austauschverhältnissen

Witterungstyp	Großräumige Luftzufuhr aus Windrichtungssektor	Typische Austauschverhältnisse	
		Herbst / Winter	Frühjahr / Sommer
N = Nordwestlage	285° - 015°	sehr gut	sehr gut
E = Ostlage	015° - 135°	eingeschränkt	gut
S = Südlage	135° - 195°	eingeschränkt	ausreichend
W = Südwestlage	195° - 285°	gut	sehr gut
H = Hochdruckwetterlage	ohne vorherrschende Windrichtung	stark eingeschränkt	ausreichend

Wie gut die Luft durchmischt wird, hängt auch davon ab, in welcher Jahreszeit der jeweilige Witterungstyp auftritt. Nordwest- und Südwestlagen weisen in der Regel ganzjährig gute Austauschbedingungen auf. Bei winterlichen Hochdruckwetter- und Ostlagen, bei denen häufig so genannte Inversionswetterlagen (Temperaturzunahme mit der Höhe) auftreten, können sich aufgrund des eingeschränkten Luftaustauschs in Bodennähe vermehrt Schadstoffe

ansammeln. Im Sommerhalbjahr führen jene Wetterlagen zu einer Abtrocknung der Bodenoberfläche, wodurch die Aufwirbelung von Staubpartikeln begünstigt wird.

Bei der Bewertung der Luftqualität wurde die mittlere Immissionsbelastung entsprechend für das Winterhalbjahr (1. Oktober bis 31. März) und das Sommerhalbjahr (1. April bis 30. September) sowie für die witterungsbezogenen Teilkollektive getrennt berechnet, d. h. für alle Wetterlagen und für die Hochdruckwetter- und Ostlagen.

Bei der Interpretation des Witterungseinflusses auf die örtliche Immissionsbelastung ist grundsätzlich zu berücksichtigen, dass die großräumig vorherrschende Windrichtung, die den Witterungstypen zugeordnet wird, besonders in orografisch gegliedertem und in 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 in der Regel nur kurze Strecken in der Luft zurücklegen.

Darüber hinaus treten die einzelnen Witterungstypen 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 Witterungstyps 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 (1991 – 2020) bestimmt wird. Anschließend wird die pro Witterungstyp gemessene mittlere Belastung mit der durchschnittlichen Häufigkeit des entsprechenden Witterungstyps 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 Schadstoffbelastung um einen bestimmten Prozentsatz höher oder niedriger ausgefallen.

3. Bewertung der Luftqualität in Überlingen

Die Messergebnisse spiegeln die örtlichen Belastungsverhältnisse im Messzeitraum vom 22.10.2021 bis 11.11.2022 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 Orografie sowie von der Landnutzung (Bebauung, Bewuchs) und der Witterung. Insbesondere bei gasförmigen Luftbeimengungen sowie bei Feinstaub $PM_{2,5}$ können auch entferntere Emissionsquellen zur örtlichen Immissionsbelastung beitragen, indem die Schadstoffe über größere Entfernungen herangeführt werden (Ferntransport). Aussagen über die Auswirkungen der bundesweiten bzw. landesweiten Corona-Maßnahmen auf die Luftqualität in Überlingen lassen sich anhand der vorhandenen Daten nicht treffen.

3.1. Stickstoffdioxid

Jahresverlauf und Überschreitungshäufigkeit des Kurzzeit-Richtwertes

In Abbildung 2 und Abbildung 3 ist der zeitliche Verlauf der Stickstoffdioxidkonzentration an den Messstellen im Kurgebiet und im Verkehrszentrum abgebildet.

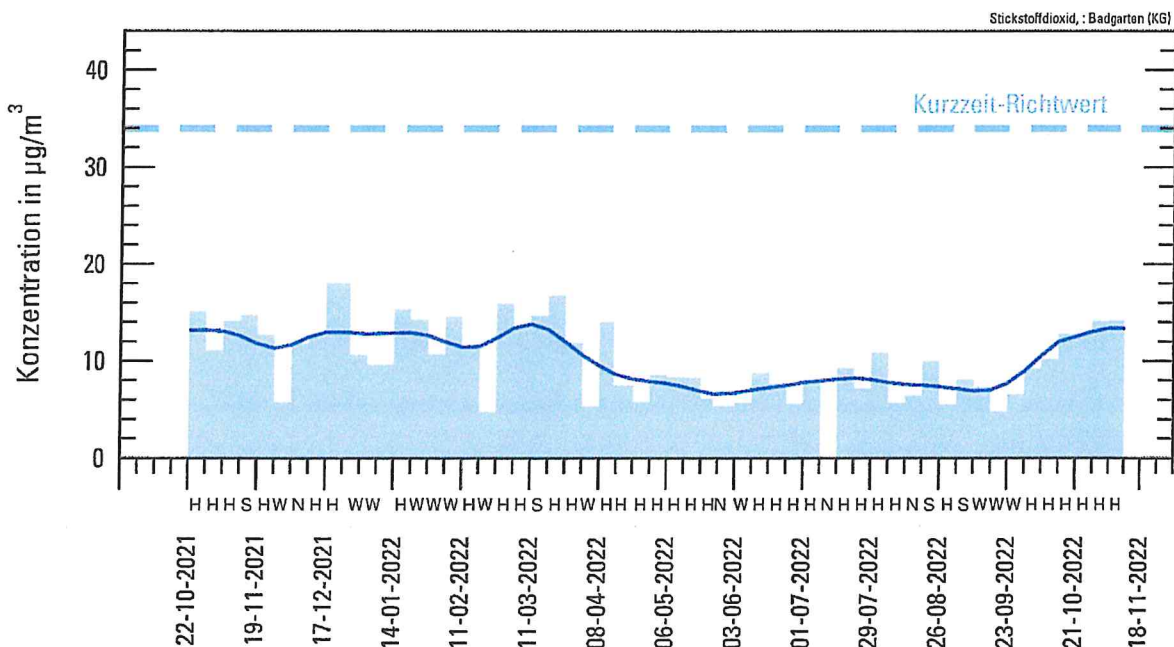


Abbildung 2: Zeitlicher Verlauf der Stickstoffdioxidkonzentration im Kurgebiet

Anmerkung zur Darstellung: Die Höhe der Balken gibt die mittlere wöchentliche Konzentration wieder. Eventuelle Datenlücken kennzeichnen nicht verwertbare Probenahmen. Zusätzlich ist der in der Probenahmewoche vorherrschende Witterungstyp gemäß Tabelle 2 auf der waagerechten Achse angegeben. Die gestrichelte horizontale Linie kennzeichnet den jeweils geltenden Kurzzeit-Richtwert gemäß Tabelle 1. Die wöchentlichen Messwerte werden durch Tiefpassfilterung geglättet (dunkelblaue Linie), wodurch kurzzeitige Schwankungen der Schadstoffkonzentration ausgeglichen werden. Dadurch lassen sich die jahreszeitlichen Schwankungen der Luftschadstoffbelastung besser erkennen.

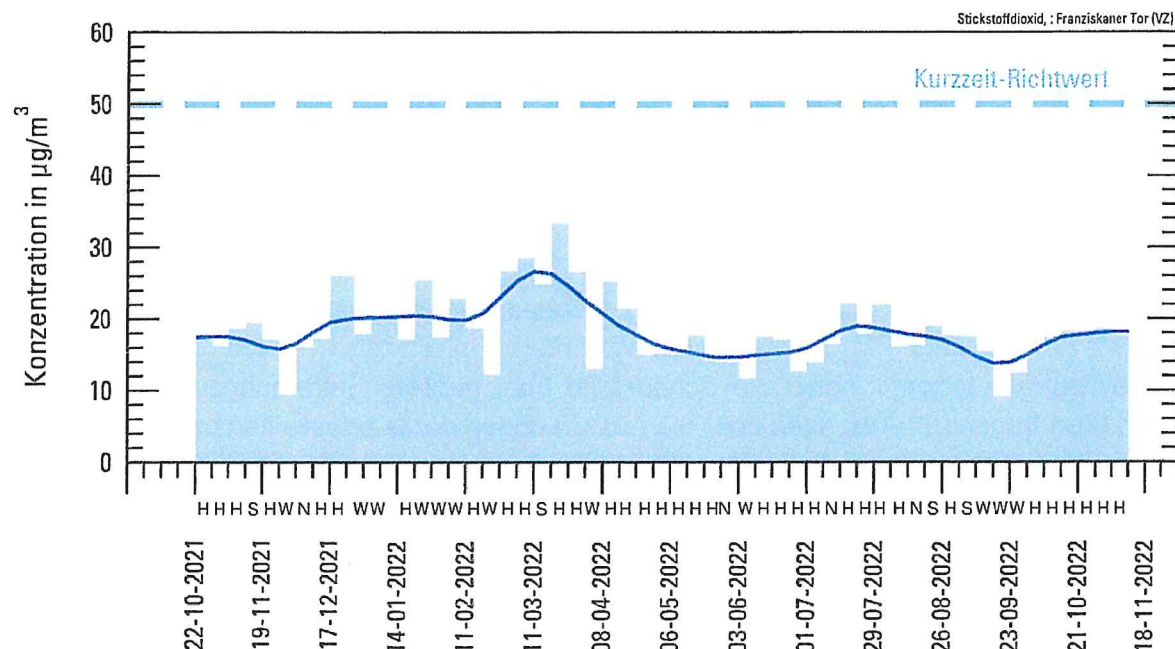


Abbildung 3: Zeitlicher Verlauf der Stickstoffdioxidkonzentration im Verkehrszentrum

An beiden Messstellen konnte ein charakteristischer Jahrgang beobachtet werden, der auf anthropogene und meteorologische Ursachen zurückzuführen ist. Im Spätherbst, in den Wintermonaten und zeitweise im Frühjahr (insbesondere im März 2022) war die Belastung infolge verstärkter Heizungsemissionen und eingeschränkter Luftaustauschbedingungen höher als in den Sommermonaten. Im Sommer wird zudem NO₂ schneller durch fotochemische Prozesse abgebaut, sodass die Konzentration im Allgemeinen geringer ist. Dennoch wurden auch hier zeitweise höhere Belastungswerte beobachtet. Ende Januar 2022 / Anfang Februar 2022 prägten eine Reihe von Tiefdruckgebieten den Witterungsverlauf, die normalerweise zu einem Rückgang der Konzentration führen, was sich im Gegensatz zu Feinstaub und Ruß hier nicht zeigte. So dürfte dieser Effekt von zusätzlichen Quellen überlagert sein.

An beiden Messstellen kam es im Messzeitraum zu keiner Überschreitung des jeweiligen Kurzzeit-Richtwertes.

Mittlere Belastung und Bezug zum Langzeit-Richtwert

Die mittlere Stickstoffdioxidbelastung lag an der Messstelle im Kurgebiet bei 10,2 µg/m³ und an der verkehrsbezogenen Messstelle bei 18,2 µg/m³ (Tabelle 3). Mit diesen Belastungswerten wurde der jeweilige Langzeit-Richtwert zu 51 % (KG) bzw. 57 % (VZ) ausgeschöpft.

Tabelle 3: Mittlere Belastungswerte für Stickstoffdioxid im Messzeitraum

Anmerkung zur Tabelle: PZ = Anzahl der Proben, MW = Mittelwert, σ = Standardabweichung, 95 %-VI = 95 %-Vertrauensintervall, AG = Ausschöpfungsgrad bezogen auf den Langzeit-Richtwert gemäß Tabelle 1

Probenahmestellen	PZ	MW (µg/m ³)	σ (µg/m ³)	95 %-VI (µg/m ³)	AG (%)
Badgarten (KG)	52	10,2	± 3,7	± 1,0	51
Franziskaner Tor (VZ)	53	18,2	± 4,8	± 1,3	57

Die Ergebnisse einer einjährigen Messreihe stellen lediglich eine Stichprobe dar. Um statistisch belastbare Aussagen über die Einhaltung der Langzeit-Richtwerte treffen zu können, wird zusätzlich zum Mittelwert das 95 %-Vertrauensintervall angegeben. Das heißt, mit 95 % Wahrscheinlichkeit liegt der wahre Mittelwert an der Messstelle „Badgarten“ (KG) im Bereich von $9,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bis $11,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($10,2 \pm 1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$). An der Messstelle „Franziskaner Tor“ (VZ) liegt dieser zwischen $16,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $19,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($18,2 \pm 1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Damit befindet sich an beiden Messstellen der Bereich des Vertrauensintervalls unterhalb des jeweiligen Langzeit-Richtwertes. Eine Einhaltung des Richtwertes kann demnach mit einer Wahrscheinlichkeit von über 97,5 % angenommen werden.

Einfluss der Witterung

In Tabelle 4 ist die mittlere Stickstoffdioxidbelastung für das Winter- und Sommerhalbjahr aufgeführt. Dabei werden Wochen aller Wetterlagen unterschieden von Wochen, in denen nur Hochdruckwetterlagen und Ostlagen vorherrschten.

Tabelle 4: *Mittlere Belastungswerte für Stickstoffdioxid im Winter- und Sommerhalbjahr*

Anmerkung zur Tabelle: PZ = Anzahl der Proben, MW = Mittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, AG = Ausschöpfungsgrad bezogen auf den Langzeit-Richtwert gemäß Tabelle 1 in Prozent

Probenahmestellen	Alle Wetterlagen			Hochdruck- und Ostlagen		
	PZ	MW	AG	PZ	MW	AG
	Winterhalbjahr					
Badgarten (KG)	26	12,8	64	16	13,8	69
Franziskaner Tor (VZ)	26	20,2	63	16	21,1	66
	Sommerhalbjahr					
Badgarten (KG)	26	7,6	38	17	8,1	40
Franziskaner Tor (VZ)	27	16,4	51	17	17,5	55

Die Konzentration war im Winterhalbjahr im Kurgebiet um ca. 70 % höher als im Sommerhalbjahr, im Verkehrszentrum um ca. 25 %. Austauscharme Wetterlagen (d. h. Hochdruckwetter- und Ostlagen), die für gewöhnlich eine Schadstoffanreicherung in bodennahen Luftschichten begünstigen, traten im Winterhalbjahr vergleichsweise häufig auf. Während dieser austausch- armen Wetterlagen war die Konzentration im Kurgebiet um knapp 10 %, im Verkehrszentrum nur unwesentlich höher verglichen zu allen Wetterlagen.

Sommerliche Hochdruckwetterlagen traten im Messzeitraum ebenfalls überdurchschnittlich häufig auf. Sie zeichnen sich in der Regel durch eine bessere Austauschfähigkeit und durch einen stärkeren fotochemischen Abbau aus als ihre winterlichen Pendanten. Zudem kann es aufgrund der topografischen Lage von Überlingen zu einer schwachen Ausprägung lokaler Windsysteme kommen, die für eine gewisse Durchmischung der Luft sorgen. Diese Prozesse können einen ähnlich starken Effekt auf die NO_2 -Abbauraten haben wie im Mittel die witterungstypischen Austauschbedingungen. Dadurch kann erklärt werden, dass im Sommerhalbjahr die NO_2 -Belastung bei Hochdruckwetter- und Ostlagen an beiden Repräsentanzen nur unwesentlich höher ist im Vergleich zu allen Wetterlagen.

Eine vergleichsweise hohe Belastung wurde insgesamt bei vorherrschenden Südlagen gemessen, gefolgt von Hochdruckwetterlagen. Südlagen dominierten allerdings nur in vier Probenahmeperioden, sodass ihre statistische Aussagekraft begrenzt ist (nicht abgebildet). Bei einer durchschnittlichen Häufigkeit der Witterungstypen (siehe Kapitel 2.6) wäre die über den gesamten Messzeitraum gemittelte NO₂-Konzentration um 3 – 4 % niedriger ausgefallen.

3.2. Feinstaub PM_{2.5}

Jahresverlauf und Überschreitungshäufigkeit des Kurzzeit-Richtwertes

In Abbildung 4 ist der zeitliche Verlauf der Feinstaubkonzentration an der verkehrsbezogenen Messstelle dargestellt. Der Verlauf weist einen typischen Jahresgang auf: Höhere Belastungswerte, die vor allem auf Heizungsemissionen in Verbindung mit meist austauscharmen Wetterlagen zurückgeführt werden können, wurden vor allem im Frühjahr (insbesondere im März 2022) sowie zeitweise im Spätherbst und Winter gemessen. Zudem trat Mitte März 2022 ein ausgeprägtes Saharastaubereignis auf, welches kurzzeitig zu hohen Belastungswerten führte. Im Sommer und Herbst war die Belastung niedriger. Aber auch hier traten vereinzelt höhere Konzentrationen auf, die primär dem Verkehr (Quell- und Zielverkehr, Ausflugsverkehr) zugeschrieben werden können. Ende Januar 2022 / Anfang Februar 2022 prägten eine Reihe von Tiefdruckgebieten den Witterungsverlauf mit der Folge, dass die Konzentration kurzzeitig deutlich zurückging.

Der Kurzzeit-Richtwert wurde im gesamten Messzeitraum nicht überschritten.

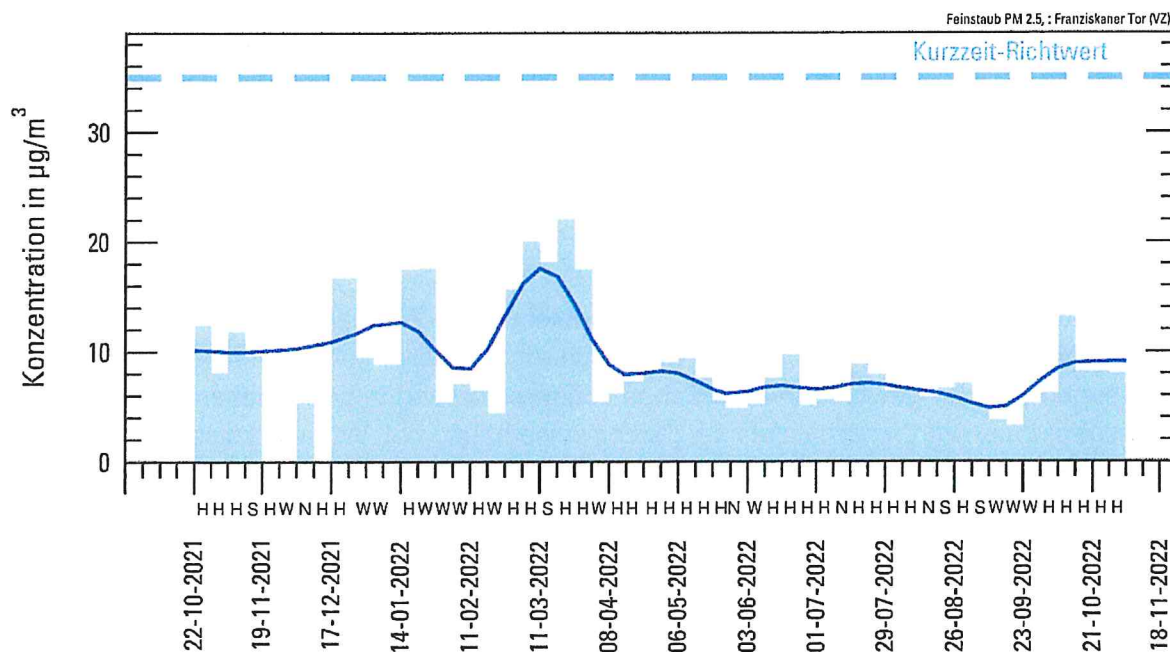


Abbildung 4: Zeitlicher Verlauf der Feinstaubkonzentration im Verkehrszentrum

Mittlere Belastung und Bezug zum Langzeit-Richtwert

Die mittlere Feinstaubbelastung lag an der verkehrsbezogenen Messstelle bei $9,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tabelle 5). Damit wurde der Langzeit-Richtwert zu 45 % ausgeschöpft.

Tabelle 5: *Mittlere Belastungswerte für Feinstaub im Messzeitraum*

Anmerkung zur Tabelle: PZ = Anzahl der Proben, MW = Mittelwert, σ = Standardabweichung, 95 %-VI = 95 %-Vertrauensintervall, AG = Ausschöpfungsgrad bezogen auf den Langzeit-Richtwert gemäß Tabelle 1

Probenahmestelle	PZ	MW ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	σ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	95 %-VI ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	AG (%)
Franziskaner Tor (VZ)	49	9,0	$\pm 4,7$	$\pm 1,3$	45

Die Ergebnisse einer einjährigen Messreihe stellen lediglich eine Stichprobe dar (weitere Erläuterungen auf Seite 12 ff.). An der verkehrsbezogenen Messstelle „Franziskaner Tor“ liegt der wahre Mittelwert im Bereich von $7,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bis $10,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($9,0 \pm 1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Damit liegt der Bereich des Vertrauensintervalls unterhalb des Langzeit-Richtwertes. Eine Einhaltung des Richtwertes kann mit einer Wahrscheinlichkeit von über 97,5 % angenommen werden.

Einfluss der Witterung

In Tabelle 6 ist die mittlere Feinstaubbelastung für das Winter- und Sommerhalbjahr aufgeführt. Dabei werden alle Wetterlagen von Wochen, in denen nur Hochdruckwetterlagen und Ostlagen vorherrschten, unterschieden.

Tabelle 6: *Mittlere Belastungswerte für Feinstaub im Winter- und Sommerhalbjahr*

Anmerkung zur Tabelle: PZ = Anzahl der Proben, MW = Mittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, AG = Ausschöpfungsgrad bezogen auf den Langzeit-Richtwert gemäß Tabelle 1 in Prozent

Probenahmestelle	Alle Wetterlagen			Hochdruck- und Ostlagen		
	PZ	MW	AG	PZ	MW	AG
	Winterhalbjahr					
Franziskaner Tor (VZ)	22	12,0	60	13	13,7	69
	Sommerhalbjahr					
Franziskaner Tor (VZ)	27	6,5	33	17	7,4	37

Die Konzentration war im Winterhalbjahr nahezu doppelt so hoch wie im Sommerhalbjahr. Austauscharme Wetterlagen (d. h. Hochdruckwetter- und Ostlagen), die für gewöhnlich eine Schadstoffanreicherung in bodennahen Luftschichten begünstigen, traten im Winterhalbjahr vermehrt auf. Während dieser austauscharmen Wetterlagen war die Konzentration um knapp 15 % höher verglichen zu allen Wetterlagen.

Eine vergleichsweise hohe Belastung wurde insgesamt bei vorherrschenden Hochdruckwetter- und Südlagen gemessen. Südlagen dominierten allerdings nur in vier Probenahmewochen, sodass ihre statistische Aussagekraft begrenzt ist (nicht abgebildet). Bei einer durchschnittlichen Häufigkeit der Witterungstypen (siehe Kapitel 2.6) wäre die über den gesamten Messzeitraum gemittelte Feinstaubkonzentration um 5 % niedriger ausgefallen.

3.3. Ruß im Feinstaub PM_{2.5}

Jahresverlauf und Überschreitungshäufigkeit des Kurzzeit-Richtwertes

In Abbildung 5 ist der zeitliche Verlauf der Konzentration von Ruß im Feinstaub an der verkehrsbezogenen Messstelle dargestellt. Das Konzentrationsniveau ist im Allgemeinen niedrig, dennoch ist ein typischer Jahresgang erkennbar: Vergleichsweise hohe Konzentrationen traten vor allem im Spätherbst, Winter und zeitweise im Frühjahr (März 2022) auf. Diese können auf Heizungsemissionen in Verbindung mit meist austauscharmen Wetterlagen zurückgeführt werden. Auch hier zeigte sich ein leichter Rückgang der Konzentration Ende Januar / Anfang Februar 2022, als eine Reihe von Tiefdruckgebieten den Witterungsverlauf prägten.

Der Kurzzeit-Richtwert wurde im gesamten Messzeitraum nicht überschritten.

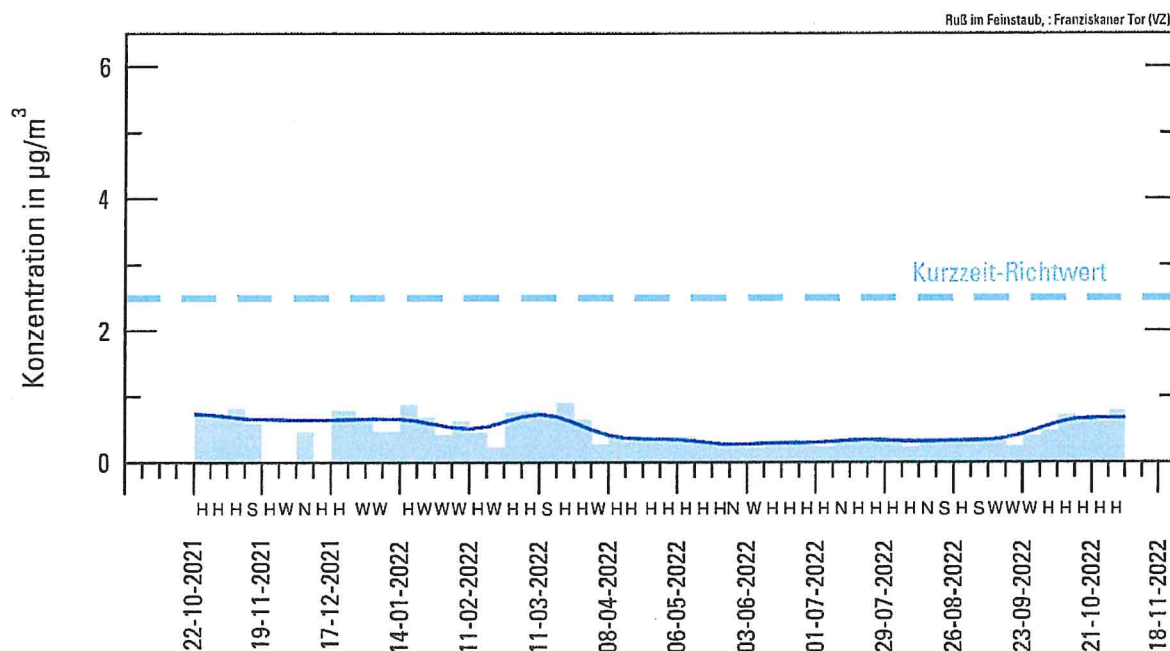


Abbildung 5: Zeitlicher Verlauf der Konzentration von Ruß im Feinstaub im Verkehrszentrum

Mittlere Belastung und Bezug zum Langzeit-Richtwert

Die mittlere Belastung von Ruß im Feinstaub lag an der verkehrsbezogenen Messstelle bei 0,48 µg/m³ (Tabelle 7). Damit wurde der Langzeit-Richtwert zu 28 % ausgeschöpft.

Tabelle 7: Mittlere Belastungswerte für Ruß im Feinstaub im Messzeitraum

Anmerkung zur Tabelle: PZ = Anzahl der Proben, MW = Mittelwert, σ = Standardabweichung, 95 %-VI = 95 %-Vertrauensintervall, AG = Ausschöpfungsgrad bezogen auf den Langzeit-Richtwert gemäß Tabelle 1

Probenahmestelle	PZ	MW (µg/m ³)	σ (µg/m ³)	95 %-VI (µg/m ³)	AG (%)
Franziskaner Tor (VZ)	49	0,48	± 0,21	± 0,06	28

Die Ergebnisse einer einjährigen Messreihe stellen lediglich eine Stichprobe dar (weitere Erläuterungen auf Seite 12 ff.). An der verkehrsbezogenen Messstelle „Franziskaner Tor“ liegt der wahre Mittelwert im Bereich von 0,42 µg/m³ bis 0,54 µg/m³ (0,48 ± 0,06 µg/m³). Damit liegt der Bereich des Vertrauensintervalls unterhalb des Langzeit-Richtwertes. Eine Einhaltung des Richtwertes kann mit einer Wahrscheinlichkeit von über 97,5 % angenommen werden.

Einfluss der Witterung

In Tabelle 8 ist die mittlere Belastung von Ruß im Feinstaub für das Winter- und Sommerhalbjahr aufgeführt. Dabei werden alle Wetterlagen und Wochen, in denen nur Hochdruckwetterlagen und Ostlagen vorherrschten, unterschieden.

Tabelle 8: *Mittlere Belastungswerte für Ruß im Feinstaub im Winter- und Sommerhalbjahr*

Anmerkung zur Tabelle: PZ = Anzahl der Proben, MW = Mittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, AG = Ausschöpfungsgrad bezogen auf den Langzeit-Richtwert gemäß Tabelle 1 in Prozent

Probenahmestelle	Alle Wetterlagen			Hochdruck- und Ostlagen		
	PZ	MW	AG	PZ	MW	AG
	Winterhalbjahr					
Franziskaner Tor (VZ)	22	0,67	39	13	0,75	44
	Sommerhalbjahr					
Franziskaner Tor (VZ)	27	0,33	20	17	0,34	20

Die Konzentration war im Winterhalbjahr doppelt so hoch wie im Sommerhalbjahr. Austauscharme Wetterlagen (d. h. Hochdruckwetter- und Ostlagen), die für gewöhnlich eine Schadstoffanreicherung in bodennahen Luftschichten begünstigen, traten im Winterhalbjahr vermehrt auf. Während dieser austauscharmen Wetterlagen war die Konzentration um etwa 10 % höher verglichen zu allen Wetterlagen.

Eine vergleichsweise hohe Belastung wurde insgesamt bei vorherrschenden Hochdruckwetter- und Südlagen gemessen. Südlagen dominierten allerdings nur in vier Probenahmewochen, sodass ihre statistische Aussagekraft begrenzt ist (nicht abgebildet). Bei einer durchschnittlichen Häufigkeit der Witterungstypen (siehe Kapitel 2.6) wäre die über den gesamten Messzeitraum gemittelte Konzentration von Ruß im Feinstaub um 3 % niedriger ausgefallen.

3.4. Grobstaub (gesamt)

Jahresverlauf und Überschreitungshäufigkeit des Kurzzeit-Richtwertes

In Abbildung 6 und Abbildung 7 (Seite 18) ist der zeitliche Verlauf der Grobstaub-(gesamt)-Konzentration an den Messstellen im Kurggebiet und im Verkehrszentrum abgebildet. An beiden Messstellen konnte ein charakteristischer Jahrgang beobachtet werden. Höhere Grobstaub-Konzentrationen wurden meist während Perioden trocken-warmer Witterung beobachtet, die die Entwicklung und Aufwirbelung von Staub begünstigen, wie zum Beispiel im Frühjahr, insbesondere im März 2022, als Hochdruckwetterlagen über mehrere Wochen vorherrschten. Dadurch fehlten die typischen Auswaschmechanismen und Grobstaub konnte sich in den unteren Atmosphärenschichten akkumulieren. Darüber hinaus trat im März in der Woche vom 11.03. bis 18.03.2022 ein ausgeprägtes Saharastaubereignis auf, welches kurzzeitig auch zu hohen Belastungswerten führte. Aus statistischen Gründen wurde der Messwert an der Messstelle des Kurggebiets als Ausreißer deklariert. Auch im Juli und August 2022 traten im Kurggebiet vergleichsweise hohe Konzentrationen während länger andauerndem Hochdruckeinfluss auf. Tendenziell geringer war die natürliche Staubentwicklung wegen der meist feuchten und/oder zeitweise schneebedeckten Bodenoberfläche in den Wintermonaten. Auch allgemein unbeständiges und mit Niederschlägen verbundenes Wetter führt in der Regel zu

einem Rückgang der Konzentration. Im Verkehrszentrum war der Jahresgang weniger stark ausgeprägt.

An beiden Messstellen kam es im Messzeitraum zu keiner Überschreitung des jeweiligen Kurzzeit-Richtwertes.

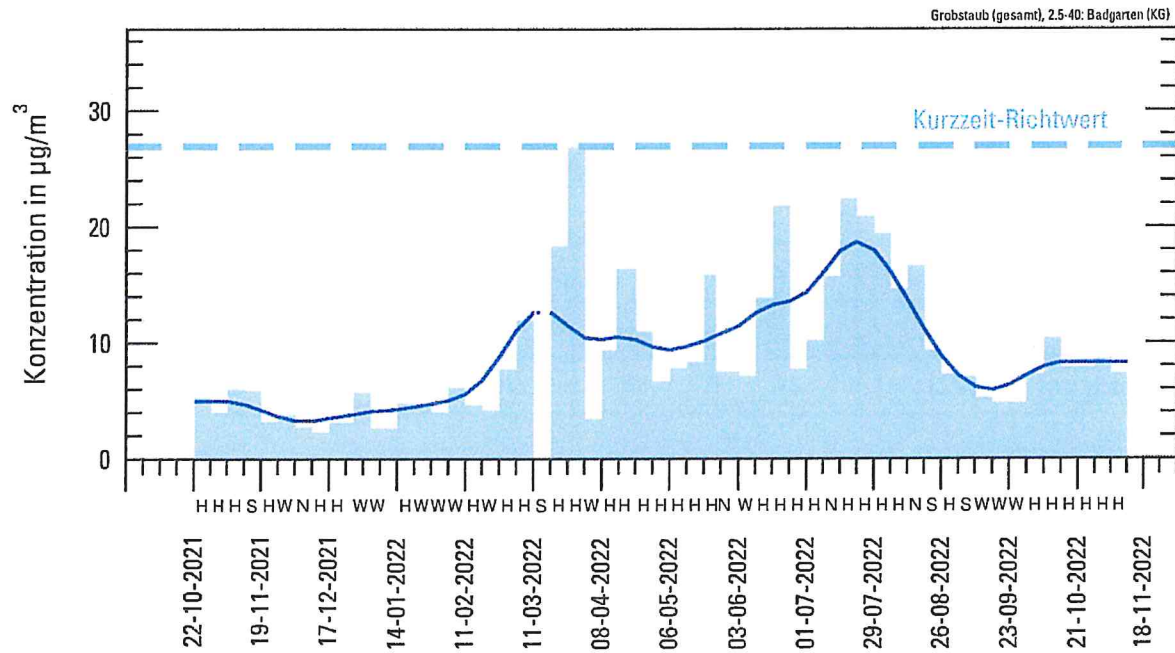


Abbildung 6: Zeitlicher Verlauf der Konzentration von Grobstaub (gesamt) im Kurgebiet

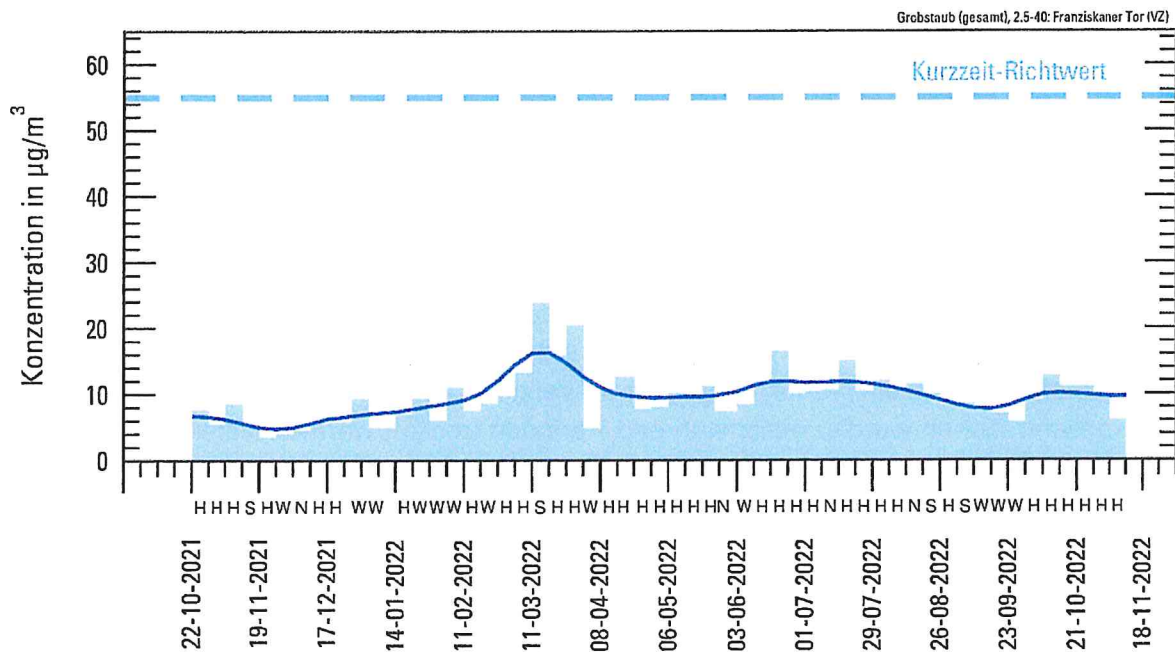


Abbildung 7: Zeitlicher Verlauf der Konzentration von Grobstaub (gesamt) im Verkehrszentrum

Mittlere Belastung und Bezug zum Langzeit-Richtwert

Die mittlere Belastung von Grobstaub (gesamt) lag an der Messstelle im Kurgebiet bei $9,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und an der verkehrsbezogenen Messstelle bei $9,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tabelle 9). Mit diesen Belastungswerten wurde der jeweilige Langzeit-Richtwert zu 71 % (KG) bzw. 34 % (VZ) ausgeschöpft.

Tabelle 9: *Mittlere Belastungswerte für Grobstaub (gesamt) im Messzeitraum*

Anmerkung zur Tabelle: PZ = Anzahl der Proben, MW = Mittelwert, σ = Standardabweichung, 95 %-VI = 95 %-Vertrauensintervall, AG = Ausschöpfungsgrad bezogen auf den Langzeit-Richtwert gemäß Tabelle 1

Probenahmestellen	PZ	MW ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	σ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	95 %-VI ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	AG (%)
Badgarten (KG)	52	9,2	$\pm 5,9$	$\pm 1,7$	71
Franziskaner Tor (VZ)	53	9,6	$\pm 3,9$	$\pm 1,1$	34

Die Ergebnisse einer einjährigen Messreihe stellen lediglich eine Stichprobe dar (weitere Erläuterungen auf Seite 12 ff.). An der Messstelle „Badgarten“ (KG) liegt der wahre Mittelwert im Bereich von $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bis $10,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($9,2 \pm 1,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und an der Messstelle „Franziskaner Tor“ (VZ) zwischen $8,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $10,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($9,6 \pm 1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Damit befindet sich an beiden Messstellen der Bereich des Vertrauensintervalls unterhalb des jeweiligen Langzeit-Richtwertes. Eine Einhaltung des Richtwertes kann demnach mit einer Wahrscheinlichkeit von über 97,5 % angenommen werden.

Einfluss der Witterung

In Tabelle 10 ist die mittlere Belastung von Grobstaub (gesamt) für das Winter- und Sommerhalbjahr aufgeführt. Dabei werden alle Wetterlagen und Wochen, in denen nur Hochdruckwetterlagen und Ostlagen vorherrschten, unterschieden.

Tabelle 10: *Mittlere Belastungswerte für Grobstaub (gesamt) im Winter- und Sommerhalbjahr*

Anmerkung zur Tabelle: PZ = Anzahl der Proben, MW = Mittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, AG = Ausschöpfungsgrad bezogen auf den Langzeit-Richtwert gemäß Tabelle 1 in Prozent

Probenahmestellen	Alle Wetterlagen			Hochdruck- und Ostlagen		
	PZ	MW	AG	PZ	MW	AG
Winterhalbjahr						
Badgarten (KG)	25	6,9	53	16	8,3	64
Franziskaner Tor (VZ)	26	9,2	33	16	9,5	34
Sommerhalbjahr						
Badgarten (KG)	27	11,2	86	17	13,0	100
Franziskaner Tor (VZ)	27	9,9	35	17	10,9	39

Die Konzentration war im Sommerhalbjahr im Kurgebiet um ca. 60 % höher als im Winterhalbjahr, im Verkehrszentrum war die Konzentration in beiden Halbjahren ähnlich hoch. Sommerliche Hochdruckwetter- und Ostlagen, die für gewöhnlich die Mobilisierung von Staubpartikeln begünstigen, traten im Sommerhalbjahr überdurchschnittlich häufig auf. Während dieser Wetterlagen war die Konzentration an beiden Repräsentanzen etwa 10 bis 15 % höher verglichen

zu allen Wetterlagen. Auch während winterlicher Hochdruckwetterlagen kann eine Mobilisierung von Staub erfolgen sofern die Bodenoberfläche abgetrocknet ist. Hier war die Belastung im Verkehrszentrum ähnlich hoch, im Kurgebiet um 20 % höher im Vergleich zu allen Wetterlagen.

Eine vergleichsweise hohe Belastung wurde im Kurgebiet bei vorherrschenden Hochdruckwetter- und Nordwestlagen gemessen, im Verkehrszentrum bei vorherrschenden Südlagen, gefolgt von Hochdruckwetterlagen. Nordwest- und Südlagen dominierten jeweils nur in höchstens vier Probenahme Wochen, sodass ihre statistische Aussagekraft begrenzt ist (nicht abgebildet). Bei einer durchschnittlichen Häufigkeit der Witterungstypen (siehe Kapitel 2.6) wäre die über den gesamten Messzeitraum gemittelte Konzentration von Grobstaub (gesamt) um ca. 11 % (KG) bzw. 4 % (VZ) niedriger ausgefallen.

3.5. Grobstaub (opak)

Jahresverlauf und Überschreitungshäufigkeit des Kurzzeit-Richtwertes

In Abbildung 8 und Abbildung 9 ist der zeitliche Verlauf der Konzentration von Grobstaub (opak) an den Messstellen im Kurgebiet und im Verkehrszentrum abgebildet. Der Jahresgang verläuft ähnlich wie bei Grobstaub (gesamt) (siehe Kapitel 3.4): Höhere Grobstaub-Konzentrationen wurden vor allem im Frühjahr (März 2022) gemessen, zuweilen auch im Sommer (Juli 2022) – insbesondere an der Messstelle im Kurgebiet – und im Spätherbst. Niedriger war die Konzentration in den Wintermonaten.

An beiden Messstellen kam es im Messzeitraum zu keiner Überschreitung des jeweiligen Kurzzeit-Richtwertes.

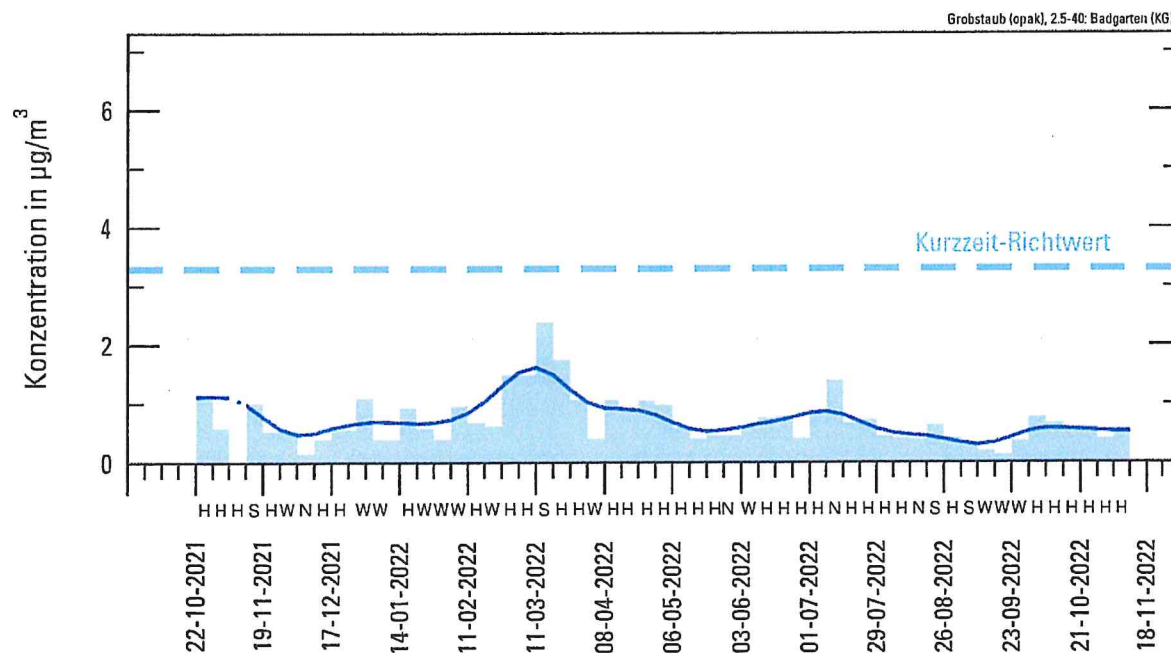


Abbildung 8: Zeitlicher Verlauf der Konzentration von Grobstaub (opak) im Kurgebiet

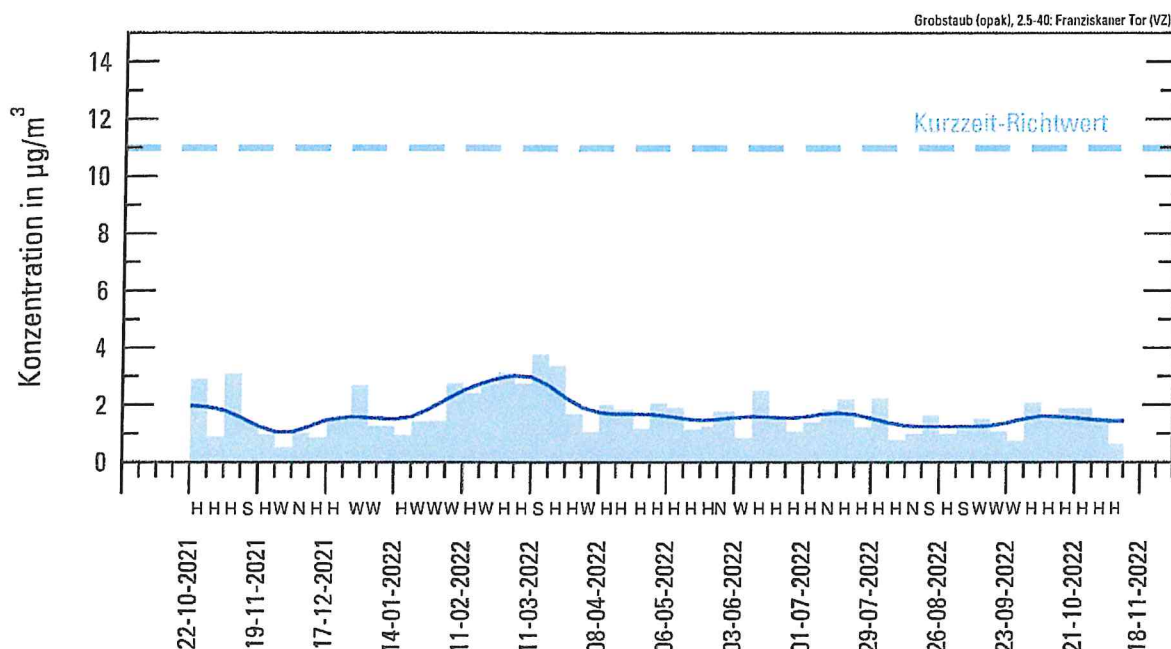


Abbildung 9: Zeitlicher Verlauf der Konzentration von Grobstaub (opak) im Verkehrszentrum

Mittlere Belastung und Bezug zum Langzeit-Richtwert

Die mittlere Belastung von Grobstaub (opak) lag an der Messstelle im Kurgebiet bei $0,75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und an der verkehrsbezogenen Messstelle bei $1,71 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tabelle 11). Mit diesen Belastungswerten wurde der jeweilige Langzeit-Richtwert zu 54 % (KG) bzw. 31 % (VZ) ausgeschöpft.

Tabelle 11: Mittlere Belastungswerte für Grobstaub (opak) im Messzeitraum

Anmerkung zur Tabelle: PZ = Anzahl der Proben, MW = Mittelwert, σ = Standardabweichung, 95 %-VI = 95 %-Vertrauensintervall, AG = Ausschöpfungsgrad bezogen auf den Langzeit-Richtwert gemäß Tabelle 1

Probenahmestellen	PZ	MW ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	σ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	95 %-VI ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	AG (%)
Badgarten (KG)	53	0,75	$\pm 0,46$	$\pm 0,13$	54
Franziskaner Tor (VZ)	53	1,71	$\pm 0,77$	$\pm 0,21$	31

Die Ergebnisse einer einjährigen Messreihe stellen lediglich eine Stichprobe dar (weitere Erläuterungen auf Seite 12 ff.). An der Messstelle „Badgarten“ (KG) liegt der wahre Mittelwert im Bereich von $0,62 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bis $0,88 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($0,75 \pm 0,13 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und an der Messstelle „Franziskaner Tor“ (VZ) zwischen $1,50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $1,92 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($1,71 \pm 0,21 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Damit befindet sich an beiden Messstellen der Bereich des Vertrauensintervalls unterhalb des jeweiligen Langzeit-Richtwertes. Eine Einhaltung des Richtwertes kann demnach mit einer Wahrscheinlichkeit von über 97,5 % angenommen werden.

In Abbildung 10 (Seite 22) ist die Größenverteilung der opaken Grobstaubpartikel an den beiden Standorten „Badgarten“ (KG) und „Franziskaner Tor“ (VZ) dargestellt. Die Partikeldurchmesser auf der waagerechten Achse sind im logarithmischen Maßstab aufgetragen.

Die charakteristischen Unterschiede sind deutlich zu erkennen: Ein ausgeprägtes Konzentrationsmaximum liegt am verkehrsbezogenen Standort bei einem Partikeldurchmesser von $10 \mu\text{m}$ bis $20 \mu\text{m}$. Dieser Größenbereich ist typisch für Teilchen, die durch Reifen- und

Straßenabrieb entstehen. An der Messstelle „Badgarten“ (KG) ist das Konzentrationsniveau erwartungsgemäß deutlich niedriger. Das Maximum liegt hier auch bei einem Partikeldurchmesser zwischen 10 µm und 20 µm, was auf einen gewissen Verkehrseinfluss hindeutet. Ein sekundäres Maximum befindet sich im Größenbereich von 2,5 µm bis 5 µm. Diese Partikel stammen überwiegend aus Heizungsemissionen.

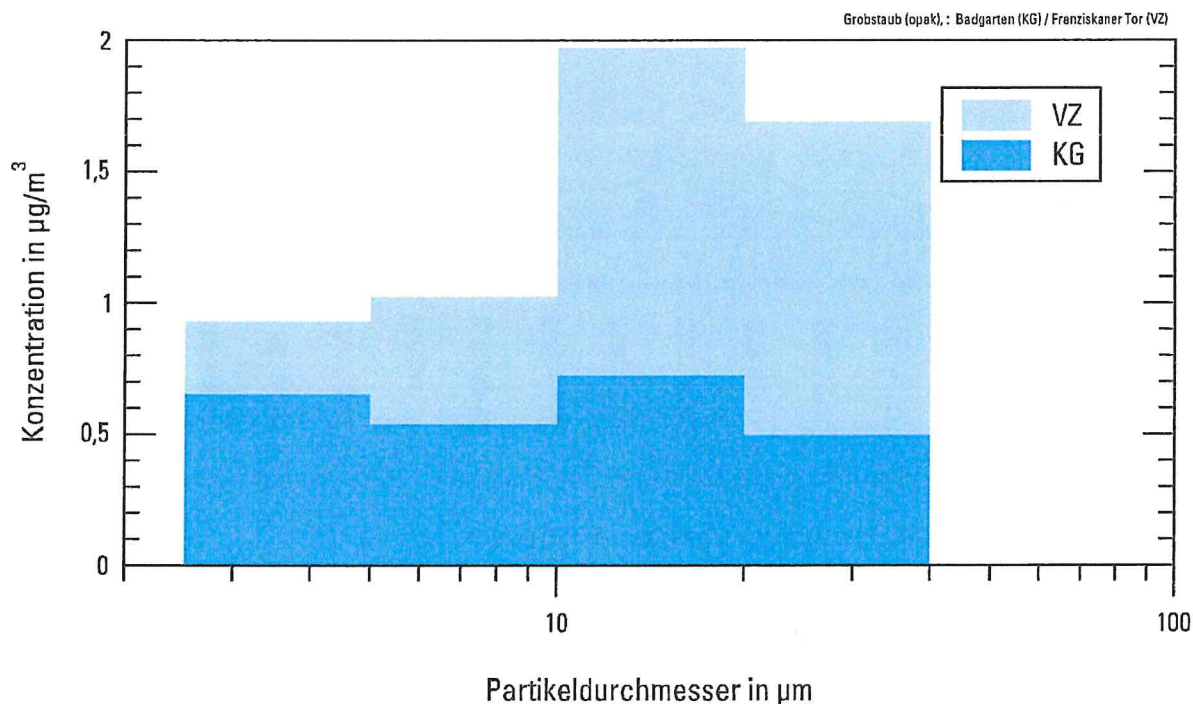


Abbildung 10: Größenverteilung von Grobstaub (opak) in Überlingen

Einfluss der Witterung

In Tabelle 12 ist die mittlere Belastung von Grobstaub (opak) für das Winter- und Sommerhalbjahr aufgeführt. Dabei werden alle Wetterlagen von Wochen, in denen nur Hochdruckwetterlagen und Ostlagen vorherrschten, unterschieden.

Tabelle 12: Mittlere Belastungswerte für Grobstaub (opak) im Winter- und Sommerhalbjahr

Anmerkung zur Tabelle: PZ = Anzahl der Proben, MW = Mittelwert in µg/m³, AG = Ausschöpfungsgrad bezogen auf den Langzeit-Richtwert gemäß Tabelle 1 in Prozent

Probenahmestellen	Alle Wetterlagen			Hochdruck- und Ostlagen		
	PZ	MW	AG	PZ	MW	AG
Winterhalbjahr						
Badgarten (KG)	26	0,89	64	16	0,94	67
Franziskaner Tor (VZ)	26	1,92	35	16	1,91	35
Sommerhalbjahr						
Badgarten (KG)	27	0,62	44	17	0,69	49
Franziskaner Tor (VZ)	27	1,50	27	17	1,63	30

Die Konzentration war im Winterhalbjahr um ca. 45 % (KG) bzw. 30 % (VZ) höher als Sommerhalbjahr. Winterliche Hochdruckwetter- und Ostlagen, die für gewöhnlich die Mobilisierung von Staubpartikeln begünstigen, sofern die Bodenoberfläche abgetrocknet ist, traten im Winterhalbjahr vergleichsweise häufig auf. Während dieser Wetterlagen war die Konzentration ähnlich bzw. nahezu gleich hoch verglichen zu allen Wetterlagen.

Eine vergleichsweise hohe Belastung wurde insgesamt bei vorherrschenden Süd- und Hochdruckwetterlagen gemessen. Südlagen dominierten allerdings nur in vier Probenahmeperioden, sodass ihre statistische Aussagekraft begrenzt ist (nicht abgebildet). Bei einer durchschnittlichen Häufigkeit der Witterungstypen (siehe Kapitel 2.6) wäre die über den gesamten Messzeitraum gemittelte Konzentration von Grobstaub (opak) im Kurgebiet um ca. 4 % niedriger, im Verkehrszentrum nahezu unverändert ausgefallen.

3.6. Pollen

Die überwiegende Mehrzahl (ca. 240.000 weltweit) der Pflanzen sind Samenpflanzen, d. h. sie alle produzieren Pollen. Allergologisch bedeutsam sind vor allem jene Pollen, die durch Wind verbreitet werden und die von so genannten anemophilen (windblütigen) Pflanzen stammen. Merkmal dieser Windblütler sind ihre meist unscheinbaren Blüten, die große Mengen an Blütenstaub (Pollen) freisetzen können. Eine optimale Verteilung der Pollen in die Atmosphäre wird dadurch gewährleistet, dass die Blütezeit vielfach vor der Blattentfaltung einsetzt. Ihre Pollen sind klein, leicht und können weit transportiert werden.

In Deutschland zählen die Pollen von Hasel, Erle, Birke, Esche, Gräsern, Roggen, Beifuß und Ambrosia zu den Hauptauslösern einer Pollenallergie. Birke und Gräser weisen derzeit von diesen Pollen mit jeweils nahezu 38 % die höchsten Sensibilisierungsraten auf (BURBACH et al., 2009). Häufig können auch Kreuzreaktionen innerhalb der Pflanzenfamilie und mit Nahrungsmitteln auftreten.

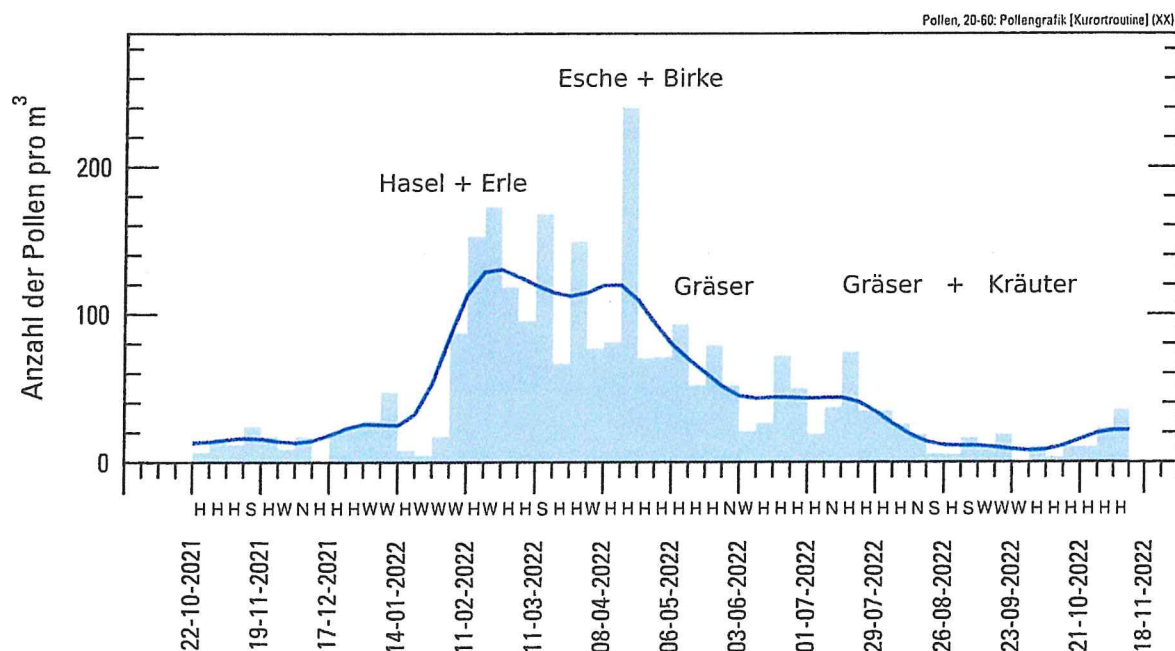


Abbildung 11: Zeitlicher Verlauf der Pollenkonzentration

In Abbildung 11 ist der Verlauf der Pollenkonzentration während der Messkampagne dargestellt. Dabei wurden die Ergebnisse der wöchentlichen Probenahme über beide Standorte zusammengefasst und gemittelt. Es wurden alle Pollen mit einem Durchmesser von 20 µm bis 60 µm unabhängig ihrer allergenen Wirkung erfasst, da eine weitere Differenzierung der einzelnen Pollenarten noch nicht automatisiert erfolgt. Die oben genannten Allergien auslösenden Pflanzen stehen somit stellvertretend für alle in der jeweiligen Jahreszeit blühenden Pflanzen. Neben der jahreszeitlichen Pflanzenentwicklung ist der Pollenflug auch abhängig von der Witterung und vom aktuellen Wetter.

Zu Messbeginn wurden kaum Pollen gemessen, allenfalls einzelne Gräser- und Kräuterpollen bzw. „alte“ Pollen, die zum wiederholten Mal vom Boden oder von der Vegetationsdecke aufgewirbelt wurden. Im Januar 2022 begannen Hasel und Erle zu blühen. Im April setzte zunehmend die Eschen- und Birkenblüte ein und ab Mai dominierte die Gräserblüte. Ab dem Spätsommer blühten zudem die Kräuter.

4. Vergleich der Luftqualität in Überlingen

Wie gut die Luftqualität in Überlingen bezogen auf die mittlere Belastung der gemessenen Luftbeimengungen im Vergleich zu anderen Kurorten ist, wird im Folgenden dargestellt. Dafür werden die Ergebnisse einjähriger Luftqualitätsmessungen von ca. 150 Kurorten aller Prädikate herangezogen, die im Rahmen des Kurortklimadienstes durch den Deutschen Wetterdienst im Zeitraum von 2015 bis 2019 durchgeführt wurden. Dabei wird die Belastungssituation – in Abhängigkeit der Repräsentanz – aufsteigend sortiert.

4.1. Stickstoffdioxid

In Abbildung 12 ist der Vergleich der mittleren Stickstoffdioxidbelastung im Kurgebiet (in hellblau) und im Verkehrszentrum (in dunkelblau) dargestellt. Im Vergleich zu den anderen Kurorten liegt Überlingen in beiden Repräsentanzen im oberen zweiten Drittel, wobei das Kurgebiet etwas besser abschnit.

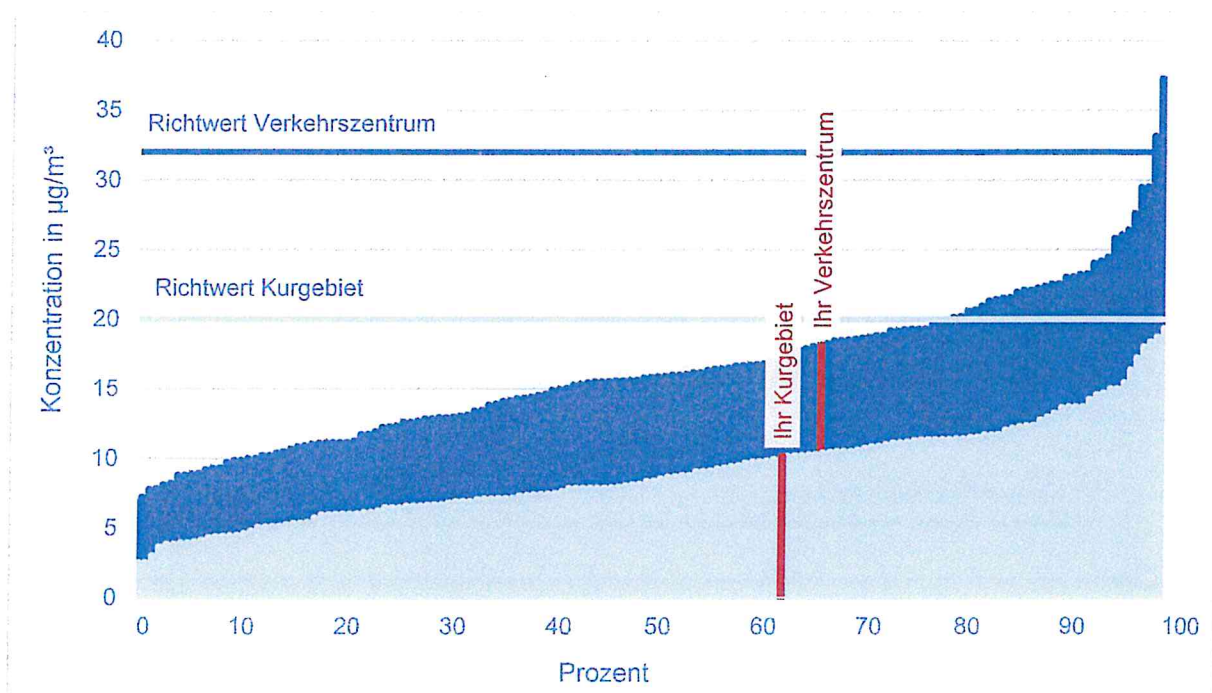


Abbildung 12: Bundesweiter Vergleich der Stickstoffdioxidbelastung in Überlingen bezogen auf die Repräsentanz Verkehrszentrum (dunkelblau) und Kurgebiet (hellblau). In Rot hervorgehoben ist die jeweilige Position von Überlingen

4.2. Feinstaub $\text{PM}_{2.5}$ und Ruß

In Abbildung 13 (Seite 26) ist der Vergleich der mittleren Belastung von Feinstaub (in dunkelblau) und Ruß (in hellblau) an der verkehrsbezogenen Messstelle dargestellt. Im Vergleich zu den anderen Kurorten nimmt Überlingen hinsichtlich der Rußbelastung einen Platz im ersten Drittel ein. In Hinblick auf die Feinstaubbelastung liegt Überlingen im Mittelfeld.

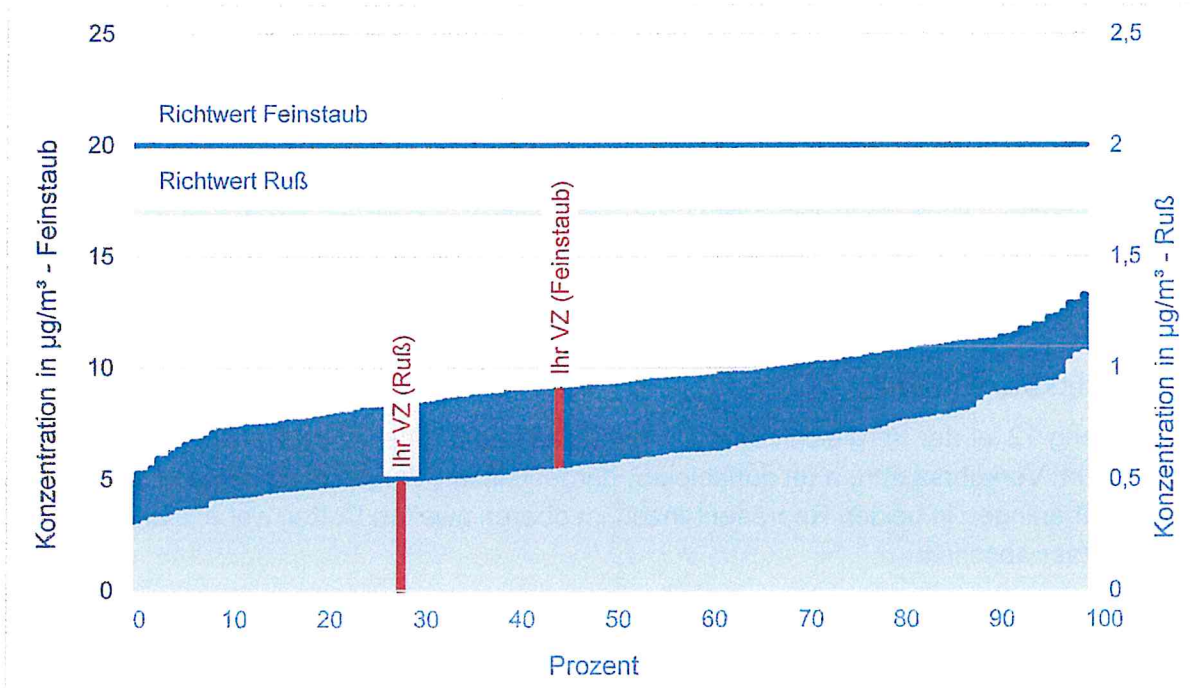


Abbildung 13: Bundesweiter Vergleich der Feinstaub- und Rußbelastung in Überlingen bezogen auf die Repräsentanz Verkehrszentrum. In Rot hervorgehoben ist die jeweilige Position von Überlingen

4.3. Grobstaub

In Abbildung 14 ist der Vergleich der mittleren Belastung von Grobstaub (gesamt) im Kurgebiet (in hellblau) und im Verkehrszentrum (in dunkelblau) dargestellt. Überlingen nimmt in der Repräsentanz Kurgebiet einen der hinteren Plätze ein. In Hinblick auf das Verkehrszentrum liegt Überlingen im Mittelfeld.

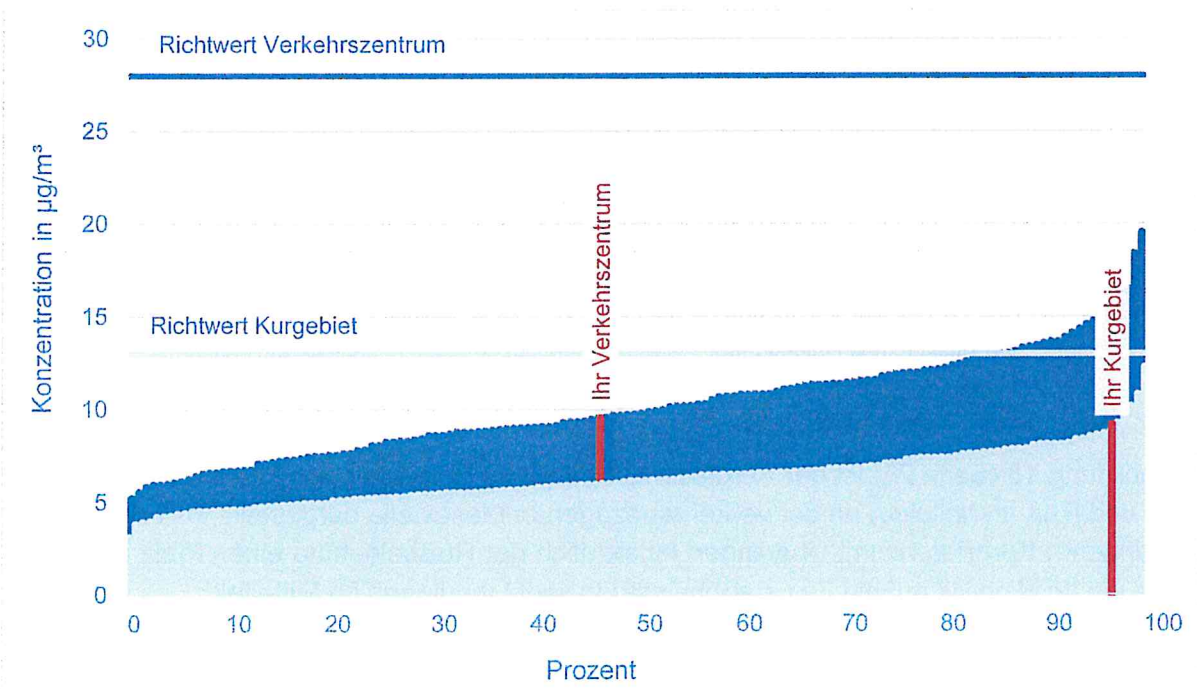


Abbildung 14: Bundesweiter Vergleich der Belastung von Grobstaub (gesamt) in Überlingen bezogen auf die Repräsentanz Verkehrszentrum (dunkelblau) und Kurgebiet (hellblau). In Rot hervorgehoben ist die jeweilige Position von Überlingen

In Abbildung 15 ist der Vergleich der mittleren Belastung von Grobstaub (opak) im Kurgebiet (in hellblau) und Verkehrszentrum (in dunkelblau) dargestellt. Überlingen nimmt in der Repräsentanz Verkehrszentrum einen Platz im ersten Drittel ein, in der Repräsentanz Kurgebiet liegt Überlingen im vorderen letzten Drittel.

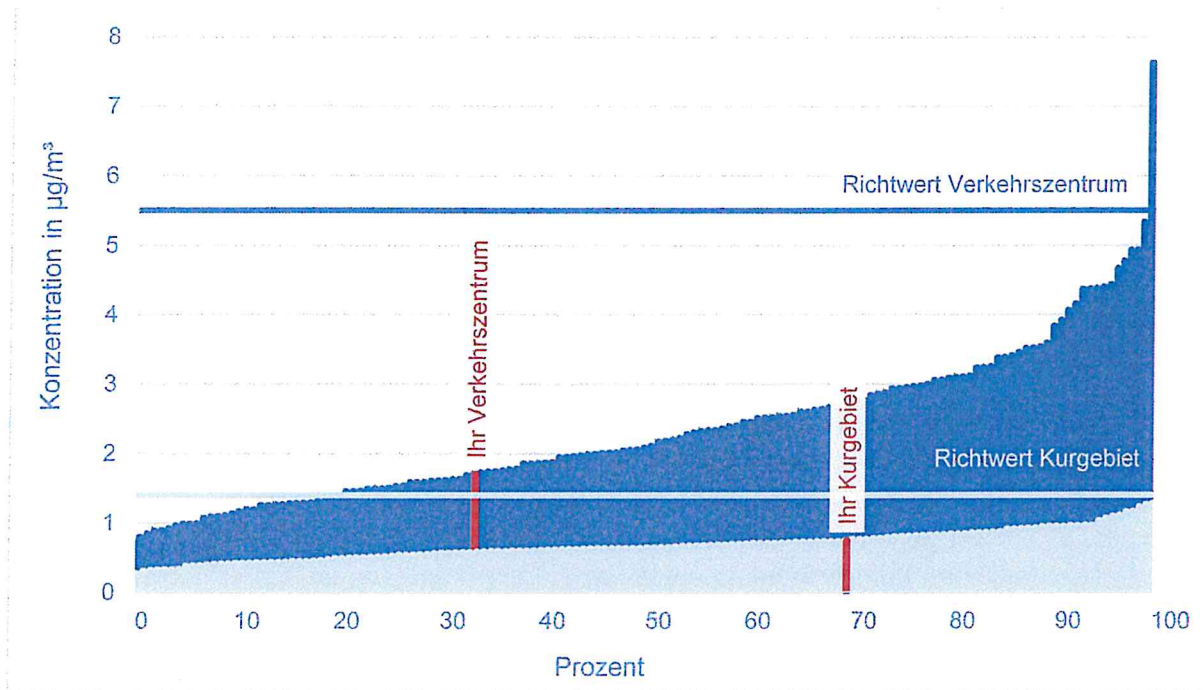


Abbildung 15: Bundesweiter Vergleich der Belastung von Grobstaub (opak) in Überlingen bezogen auf die Repräsentanz Verkehrszentrum (dunkelblau) und Kurgebiet (hellblau). In Rot hervorgehoben ist die jeweilige Position von Überlingen

5. Vergleich zur vorherigen Messkampagne

In Abbildung 16 und Abbildung 17 sind die mittleren Konzentrationen der untersuchten Luftbeimengungen während der beiden Messkampagnen 2013/2014 und 2021/2022 einander gegenübergestellt. Der Standort der Repräsentanz Verkehrszentrum befand sich während der Messkampagne 2013/2014 nahezu an demselben Standort (siehe auch Kapitel 2.3), sodass die Ergebnisse gut miteinander vergleichbar sind. Der Standort für die Repräsentanz Kurgebiet hingegen war während der beiden Messkampagnen verschieden und die Ergebnisse sind nur bedingt miteinander vergleichbar.

Für den Vergleich von Grobstaub (gesamt und opak) wurden die Daten der vorherigen Messkampagne für den Größenbereich $2,5\ \mu\text{m}$ bis $40\ \mu\text{m}$ neu ausgewertet, da nach den damals gültigen Begriffsbestimmungen die Auswertung der Grobstaubpartikel für den Größenbereich $3\ \mu\text{m}$ bis $48\ \mu\text{m}$ erfolgte (siehe auch DWD, 2014).

Der Vergleich der mittleren Belastungssituation während der beiden Messkampagnen zeigt, dass die Belastung durch Stickstoffdioxid und Grobstaub (opak) an der Messstelle im Kurgebiet etwa 40 % bzw. 15 % abgenommen hat, während die Belastung durch Grobstaub (gesamt) um ca. 15 % zugenommen hat. An der verkehrsbezogenen Messstelle nahm die Belastung aller gemessenen Luftbeimengungen ab, wobei die Belastung mit Feinstaub weitestgehend gleichgeblieben ist. Am deutlichsten fiel der Rückgang bei Grobstaub (opak) mit 70 % und bei Stickstoffdioxid mit 50 % aus. Ruß und Grobstaub (gesamt) nahmen um 45 % bzw. 40 % ab.

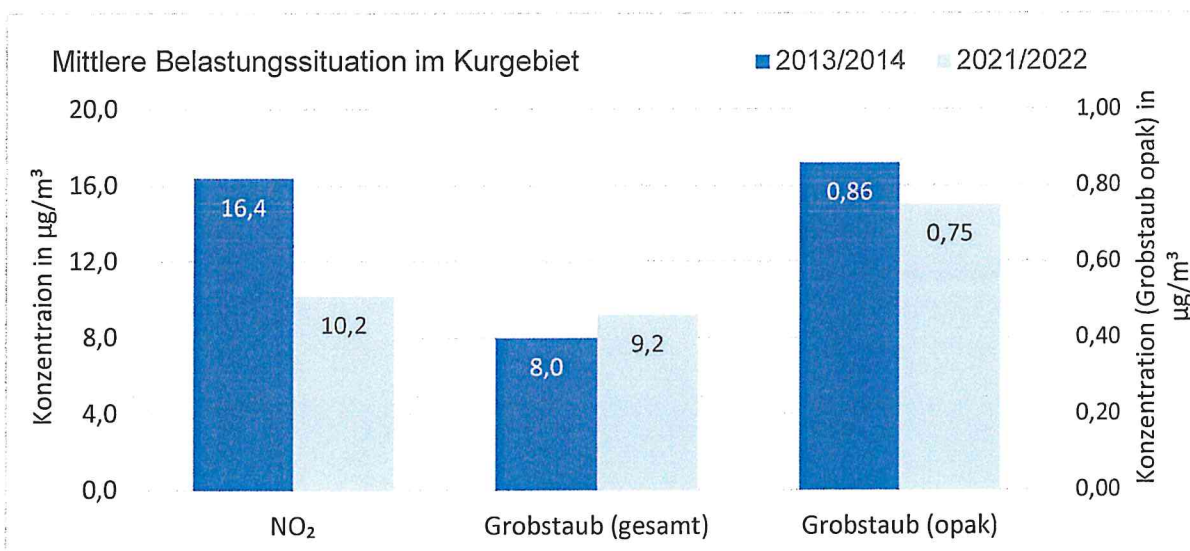


Abbildung 16: Vergleich der mittleren Belastungssituation im Kurgebiet während der Messkampagne 2013/2014 und 2021/2022. Die Konzentration von Grobstaub (opak) ist auf der sekundären Achse dargestellt.

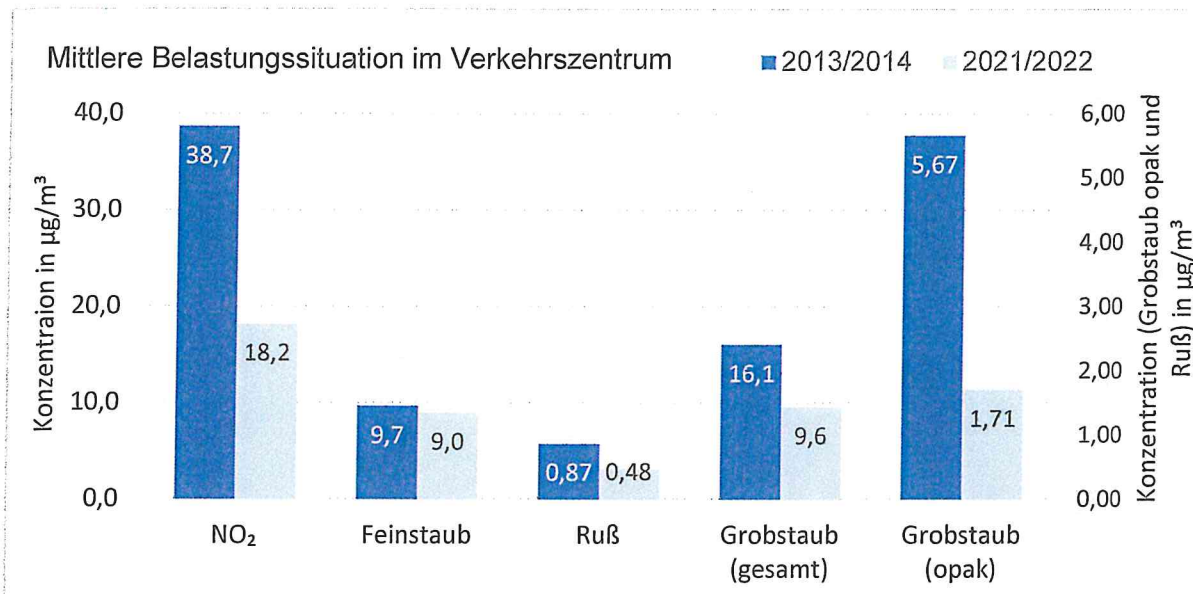


Abbildung 17: Vergleich der mittleren Belastungssituation im Verkehrszentrum während der Messkampagne 2013/2014 und 2021/2022. Die Konzentration von Grobstaub (opak) und Ruß ist auf der sekundären Achse dargestellt.

Einfluss der großräumigen Wetterlage

Inwieweit die Witterung für diese Trends ursächlich ist, soll anhand eines Vergleichs der Häufigkeit der Großwetterlagen untersucht werden. Dazu wird die Anzahl der täglich im jeweiligen Messzeitraum aufgetretenen Wetterlagen errechnet und einander gegenübergestellt. Die Wetterlagen werden eingeteilt in lufthygienisch günstig und lufthygienisch ungünstig:

- Lufthygienisch günstige (austauschreiche) Wetterlagen sind Nordwest- und Südwestlagen.
- Lufthygienisch ungünstige (austauscharme) Wetterlagen sind Hochdruckwetter- und Ostlagen.

Die Auswertung erfolgt zudem getrennt nach Sommer- und Winterhalbjahr, da die Belastung durch Grobstaub (gesamt und opak) vor allem von den Witterungsbedingungen im Sommerhalbjahr, die Belastung durch Stickstoffdioxid, Feinstaub und Ruß im Feinstaub vor allem durch die Witterungsbedingungen im Winterhalbjahr bestimmt wird. So fördern winterliche Hochdruckwetter- und Ostlagen aufgrund ihrer eingeschränkten Austauschbedingungen eine Anreicherung von Luftschadstoffen in bodennahen Luftschichten, während sommerliche Hochdruckwetter- und Ostlagen zu einer stärkeren Mobilisierung und Anreicherung von Grobstaubpartikeln führen. Südwest- und Nordwestlagen hingegen sind in der Regel ganzjährig für gute Durchmischungsverhältnisse der bodennahen Luft charakteristisch.

Witterungseinfluss im Sommerhalbjahr

Während der Messkampagne 2013/2014 traten im Sommerhalbjahr an 111 Messtagen lufthygienisch ungünstige und an 64 Tagen lufthygienisch günstige Wetterlagen auf. Während der Messkampagne 2021/2022 gab es 104 Messtage mit lufthygienisch ungünstigen und 57 Messtage mit lufthygienisch günstigen Wetterlagen. Das Häufigkeitsverhältnis von lufthygienisch ungünstigen zu lufthygienisch günstigen Großwetterlagen beträgt für die

- Messkampagne 2013/2014 1,73

- Messkampagne 2021/2022 1,82.

Demnach war die Witterung im Sommerhalbjahr während der Messkampagne 2021/2022 lufthygienisch etwas ungünstiger als 2013/2014. Lediglich die im Kurgebiet beobachtete Zunahme der Grobstaub-(gesamt)-Belastung kann witterungsbedingt erklärt werden. Die zum Teil deutliche Abnahme von Grobstaub (gesamt und opak) an der verkehrsbezogenen Messstelle kann nicht primär mit der Witterung in Verbindung gebracht werden und muss andere Ursachen haben.

Witterungseinfluss im Winterhalbjahr

Während der Messkampagne 2013/2014 traten im Winterhalbjahr an 101 Messtagen lufthygienisch ungünstige und an 70 Tagen lufthygienisch günstige Wetterlagen auf. Während der Messkampagne 2021/2022 gab es 132 Messtage mit lufthygienisch ungünstigen und 56 Messtage mit lufthygienisch günstigen Wetterlagen. Das Häufigkeitsverhältnis von lufthygienisch ungünstigen zu lufthygienisch günstigen Großwetterlagen beträgt für die

- Messkampagne 2013/2014 1,44
- Messkampagne 2021/2022 2,36.

Während des Winterhalbjahres 2021/2022 waren die Austauschbedingungen lufthygienisch deutlich ungünstiger als 2013/2014, sodass der beobachtete, deutliche Rückgang der Stickstoffdioxid-, und Rußbelastung witterungsbedingt nicht erklärbar ist. Auch die tendenziell unveränderte Feinstaubbelastung ist nicht durch die Witterung erklärbar.

Nach Angaben des Umweltbundesamtes dürfte der allgemein beobachtete Rückgang mitunter auf die Kfz-Flottenmodernisierung sowie auf lokale Maßnahmen zurückzuführen sein. Auch die bundesweiten bzw. landesweiten Corona-Maßnahmen könnten einen gewissen Einfluss auf den Rückgang der Schadstoffbelastung gehabt haben.

Gesamtbewertung und Schlussfolgerung

Das Belastungsniveau der untersuchten Luftbeimengungen war in Überlingen insgesamt kurzortüblich. Es ließen sich zum Teil typische Unterschiede im Jahresverlauf der partikel- und gasförmigen Luftbeimengungen feststellen, die sowohl auf anthropogene als auch meteorologische Ursachen zurückzuführen sind: Bei Stickstoffdioxid, Feinstaub und Ruß im Feinstaub wurden höhere Konzentrationen überwiegend im Spätherbst, Winter und bei austauscharmen Wetterlagen gemessen. Höhere Konzentrationen traten zeitweise auch im Frühjahr auf, insbesondere im März 2022 als Hochdruckeinfluss über mehrere Wochen andauerte und sich dadurch Luftschadstoffe verstärkt akkumulieren konnten. Auch bei Grobstaub traten im März hohe Konzentrationen auf. Ferner wurden auch im Sommer und Frühherbst höhere Konzentrationen gemessen.

Grobstaub (opak), der primär auf den Verkehr (Reifen- und Bremsabrieb) zurückgeführt werden kann, wies eine geringe Konzentration auf. Der Anteil opaker Partikel an der Grobstaub-(gesamt)-Konzentration lag hier bei ca. 20 %, üblich für einen Kurort wären etwa 30 %. Im Kurgelbiet lag der Anteil opaker Partikel bei ca. 10 %, was auf einen geringen, aber dennoch vorhandenen Verkehrseinfluss hindeutet.

Insgesamt war die Luftschadstoffbelastung in Überlingen bei dominierenden Hochdruckwetter- und Südlagen am größten und ist primär auf die örtlichen Emittenten, insbesondere den Verkehr und im Winterhalbjahr zusätzlich Heizungen, zurückzuführen. Auch verkehrsbedingte Emissionen der Schweizer Autobahnen A 7 und A 1 und Hauptstraßen (z. B. 1, 13, 14, 16), die im südlichen Windsektor liegen, sowie Emissionen privater Haushalte und aus Gewerbe aus dem Raum Konstanz dürften einen Einfluss auf die Immissionsbelastung von Überlingen haben. Auf der anderen Seite ist nicht auszuschließen, dass aufgrund der topografischen Lage von Überlingen kleinräumige Windsysteme – durch den Bodensee induziert – positiv auf die Luftqualität wirken.

In Tabelle 13 (Seite 32) sind für alle untersuchten Luftbeimengungen je Messstelle die Überschreitungshäufigkeiten der Kurzzeit-Richtwerte sowie die Ausschöpfung der Langzeit-Richtwerte (Tabelle 1) zusammengefasst und bewertet. Die Bewertung der Luftqualität bezogen auf den Ausschöpfungsgrad erfolgt in sechs Stufen, von äußerst gering (Ausschöpfung ≤ 25 %) bis unzulässig hoch (Ausschöpfung > 100 %).

Im gesamten Messzeitraum kam es zu keinen Überschreitungen von Kurzzeit-Richtwerten. Bis zu drei Überschreitungen sind pro Luftbeimengung und Messstelle zulässig. Die mittleren Belastungswerte haben den jeweiligen Langzeit-Richtwert bei Weitem nicht erreicht. Im Verkehrszentrum ist die Belastung mit Ruß im Feinstaub und Grobstaub (gesamt und opak) gering, die Belastung mit Stickstoffdioxid und Feinstaub normal ausgefallen. Ebenfalls normal war die Belastung durch Stickstoffdioxid und Grobstaub (opak) an der Messstelle im Kurgelbiet. Die Belastung durch Grobstaub (gesamt) fiel an dieser Messstelle leicht erhöht aus.

Tabelle 13: Zusammenfassende Bewertung der Luftqualität hinsichtlich der Kurzzeit- und Langzeit-Richtwerte

Anzahl der Kurzzeit-Richtwert-Überschreitungen		
Messtellenbezeichnung	Badgarten	Franziskaner Tor
Repräsentanz	KG	VZ
Stickstoffdioxid	0	0
Feinstaub	keine Erhebung	0
Ruß im Feinstaub	keine Erhebung	0
Grobstaub gesamt	0	0
Grobstaub opak	0	0
Auschöpfung der Langzeit-Richtwerte in Prozent (%)		
Messtellenbezeichnung	Badgarten	Franziskaner Tor
Repräsentanz	KG	VZ
Stickstoffdioxid	51	57
Feinstaub	keine Erhebung	45
Ruß im Feinstaub	keine Erhebung	28
Grobstaub gesamt	71	34
Grobstaub opak	54	31

Anzahl Überschreitungen

≤ 3 erlaubt
> 3 unzulässig

Bewertungskala

≤ 25 % äußerst gering
> 25 bis 35 % gering
> 35 bis 65 % normal
> 65 bis 80 % leicht erhöht
> 80 bis 100 % deutlich erhöht
> 100 % unzulässig hoch

Maßnahmen zur nachhaltigen Qualitätssicherung

Gegenwärtig werden die Anforderungen an ein Kneippheilbad in Überlingen eingehalten und zum Teil deutlich unterschritten. Um die gute Luftqualität weiterhin gewährleisten zu können, sollte – auch vor dem Hintergrund des insgesamt zunehmenden Verkehrs – darauf geachtet werden, dass die Verkehrslenkungsmaßnahmen diesem angepasst sind. Darüber hinaus können auch folgende Maßnahmen nachhaltig für die Qualitätssicherung sein:

- Bürgerinformation und Aufklärung zum Thema Energieeinsparung im Alltag (Tipps und Informationen finden Sie z. B. auf www.umweltbundesamt.de)
- Umsetzung der geplanten Umgehungsstraße
- Verstärkte Nutzung umwelt- und energiefreundlicher Fahrzeuge im ÖPNV sowie der gemeindeeigenen Kraftfahrzeuge
- Attraktive Erweiterungsangebote zur verstärkten Nutzung des ÖPNV
- Regelmäßige Überprüfung der Heizungsanlagen der Gewerbebetriebe und privaten Haushalte (auch die Zusatz- bzw. Komfortheizungen wie Kaminöfen) auf Stickoxid-, Feinstaub- und Ruß-Emissionen. Bei Neubauten und/oder Modernisierungsmaßnahmen sollte auf emissionsärmere Anlagen geachtet werden.

Literatur

BURBACH et al., 2009: GA²LEN skin test study II: clinical relevance of inhalant allergen sensitizations in Europe. *Allergy* 64 (10), 1507-1515, <http://doi.org/10.1111/j.1398-9995.2009.02089.x>

DHV und DTV, 2005: Begriffsbestimmungen / Qualitätsstandards für Heilbäder und Kurorte, Luftkurorte, Erholungsorte – einschließlich der Prädikatisierungsvoraussetzungen – sowie für Heilbrunnen und Heilquellen. Hrsg. Deutscher Heilbäderverband e. V. (DHV) und Deutscher Tourismusverband e. V. (DTV), Berlin. 12. Auflage, Stand: 21.10.2016.

DIN EN 12341, 2014: Außenluft – Gravimetrisches Standardverfahren für die Bestimmung der PM₁₀- oder PM_{2,5}-Massenkonzentration des Schwebstaubes; Deutsche Fassung EN 12341:2014-08, Hrsg. VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) – Normenausschuss. Beuth Verlag GmbH Berlin, 62 S. <https://dx.doi.org/10.31030/2076304>

DIN EN 14211, 2012: Außenluft – Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid mit Chemilumineszenz; Deutsche Fassung EN 14211:2012-11, Hrsg. VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) – Normenausschuss. Beuth Verlag GmbH Berlin, 101 S. <https://dx.doi.org/10.31030/1852617>

DIN EN 16339, 2013: Außenluft – Bestimmung der Konzentration von Stickstoffdioxid mittels Passivsammler; Deutsche Fassung EN 16339:2013-11, Hrsg. VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) – Normenausschuss. Beuth Verlag GmbH Berlin, 49 S. <https://dx.doi.org/10.31030/1947371>

DWD, 2014: Amtliches Gutachten zur Luftqualität im Kneippheilbad Überlingen. Freiburg, 53 S.

VDI 2119, 2013: Messen von Immissionen – Probenahme von atmosphärischen Partikeln > 2,5 µm auf einer Akzeptorfläche mit dem Passivsammler Sigma-2 – Lichtmikroskopische Charakterisierung sowie Berechnung der Anzahl sedimentationsrate und der Massenkonzentration, Hrsg. VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) – Normenausschuss, 2013-06. Beuth Verlag GmbH Berlin, 62 S.

VDI 2463 Blatt 1, 1999: Messen von Partikeln – Gravimetrische Bestimmung der Massenkonzentration von Partikeln in der Außenluft - Grundlagen, Hrsg. VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) – Normenausschuss, 1999-11. Beuth Verlag GmbH Berlin, 43 S.

VDI 3787 Blatt 10, 2010: Umweltmeteorologie – Human-biometeorologische Anforderungen im Bereich Erholung, Prävention, Heilung und Rehabilitation, Hrsg. VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) – Normenausschuss, 2010-03. Beuth Verlag GmbH Berlin, 84 S.

Anhang

Tabelle A 1: *Mittlere wöchentliche Konzentration der untersuchten Leitsubstanzen in Überlingen an der Messstelle „Badgarten“ (Repräsentanz Kurgebiet)*

Anmerkung zur Tabelle: WT = Witterungstyp (siehe Tabelle 2), Wert mit „A“ = Ausreißer; fehlender Wert = keine auswertbare Probe; Wert mit „N“ = Messwert unterhalb der Nachweisgrenze (NWG) = ½ NWG-Wert

Messzeitraum	WT	Stickstoffdioxid in µg/m³	Grobstaub (gesamt) in µg/m³	Grobstaub (opak) in µg/m³
22.10.21-29.10.21	H	15,15	5,37	1,16
29.10.21-05.11.21	H	11,15	4,05	0,59
05.11.21-12.11.21	H	14,20	6,06	2,09
12.11.21-19.11.21	S	14,76	5,98	1,02
19.11.21-26.11.21	H	12,75	3,28	0,54
26.11.21-03.12.21	W	5,83	3,88	0,55
03.12.21-10.12.21	N	11,87	2,80	0,16
10.12.21-17.12.21	H	12,63	2,34	0,40
17.12.21-27.12.21	H	18,11	3,15	0,56
27.12.21-03.01.22	W	10,71	5,78	1,10
03.01.22-14.01.22	W	9,67	2,68	0,40
14.01.22-21.01.22	H	15,36	4,79	0,94
21.01.22-28.01.22	W	14,30	4,58	0,58
28.01.22-04.02.22	W	10,76	4,05	0,41
04.02.22-11.02.22	W	14,65	6,17	0,97
11.02.22-18.02.22	H	11,32	4,70	0,69
18.02.22-25.02.22	W	4,80	4,25	0,63
25.02.22-04.03.22	H	15,99	7,75	1,49
04.03.22-11.03.22	H	13,59	12,02	1,49
11.03.22-18.03.22	S	14,74	39,22 A	2,39
18.03.22-25.03.22	H	16,79	18,36	1,75
25.03.22-01.04.22	H	11,89	26,87	1,07
01.04.22-08.04.22	W	5,35	3,49	0,41
08.04.22-14.04.22	H	14,08	9,39	1,07
14.04.22-22.04.22	H	7,51	16,44	0,89
22.04.22-29.04.22	H	5,80	11,03	1,06
29.04.22-06.05.22	H	8,63	6,72	0,99
06.05.22-13.05.22	H	8,39	7,84	0,60
13.05.22-20.05.22	H	8,34	8,35	0,41
20.05.22-25.05.22	H	6,15	15,91	0,46
25.05.22-03.06.22	N	5,43	7,52	0,46
03.06.22-10.06.22	W	5,73	7,15	0,59
10.06.22-17.06.22	H	8,83	13,91	0,76
17.06.22-24.06.22	H	7,71	21,86	0,79
24.06.22-01.07.22	H	5,63	7,76	0,41
01.07.22-08.07.22	H	8,19	10,23	0,90
08.07.22-15.07.22	N		15,73	1,40
15.07.22-22.07.22	H	9,36	22,46	0,67

Messzeitraum	WT	Stickstoffdi-oxid in µg/m³	Grobstaub (gesamt) in µg/m³	Grobstaub (opak) in µg/m³
22.07.22-29.07.22	H	7,22	20,95	0,73
29.07.22-05.08.22	H	10,89	19,42	0,45
05.08.22-12.08.22	H	5,72	14,70	0,41
12.08.22-19.08.22	N	6,49	16,68	0,40
19.08.22-26.08.22	S	10,04	9,37	0,64
26.08.22-02.09.22	H	5,56	7,31	0,41
02.09.22-09.09.22	S	8,16	7,07	0,29
09.09.22-16.09.22	W	7,37	5,28	0,20
16.09.22-23.09.22	W	4,88	4,85	0,14
23.09.22-30.09.22	W	6,60	4,85	0,37
30.09.22-07.10.22	H	9,26	7,32	0,78
07.10.22-14.10.22	H	10,21	10,41	0,67
14.10.22-28.10.22	H	12,84	7,90	0,61
28.10.22-04.11.22	H	14,13	8,64	0,41
04.11.22-11.11.22	H	14,22	7,39	0,58

Tabelle A 2: *Mittlere wöchentliche Konzentration der untersuchten Leitsubstanzen in Überlingen an der Messstelle „Franziskaner Tor“ (Repräsentanz Verkehrszentrum)*

Anmerkung zur Tabelle: WT = Witterungstyp (siehe Tabelle 2); Wert mit „A“ = Ausreißer; fehlender Wert = keine auswertbare Probe; Wert mit „N“ = Messwert unterhalb der Nachweisgrenze (NWG) = ½ NWG-Wert

Messzeitraum	WT	Stickstoffdi-oxid in µg/m³	Feinstaub PM _{2,5} in µg/m³	Ruß im Feinstaub in µg/m³	Grobstaub (gesamt) in µg/m³	Grobstaub (opak) in µg/m³
22.10.21-29.10.21	H	17,71	12,46	0,77	7,75	2,94
29.10.21-05.11.21	H	16,32	8,15	0,71	5,52	0,93
05.11.21-12.11.21	H	18,75	11,88	0,83	8,64	3,13
12.11.21-19.11.21	S	19,58	9,66	0,60	5,53	1,43
19.11.21-26.11.21	H	17,22			3,62	0,99
26.11.21-03.12.21	W	9,55			4,10	0,55
03.12.21-10.12.21	N	16,17	5,39	0,47	4,60	1,04
10.12.21-17.12.21	H	17,33			5,74	0,88
17.12.21-27.12.21	H	26,17	16,78	0,80	5,89	1,56
27.12.21-03.01.22	W	18,01	9,52	0,69	9,39	2,72
03.01.22-14.01.22	W	20,39	8,92	0,47	4,98	1,28
14.01.22-21.01.22	H	17,26	17,54	0,89	7,09	0,97
21.01.22-28.01.22	W	25,50	17,63	0,69	9,41	1,45
28.01.22-04.02.22	W	17,52	5,49	0,43	6,07	1,48
04.02.22-11.02.22	W	22,91	7,13	0,63	11,16	2,79
11.02.22-18.02.22	H	18,76	6,52	0,46	7,56	2,43
18.02.22-25.02.22	W	12,37	4,47	0,24	8,68	2,76
25.02.22-04.03.22	H	26,73	15,71	0,77	9,84	3,13
04.03.22-11.03.22	H	28,59	20,08	0,79	13,34	2,77
11.03.22-18.03.22	S	24,91	18,17	0,75	23,93	3,80

Messzeitraum	WT	Stickstoffdi-oxid in µg/m ³	Feinstaub PM _{2,5} in µg/m ³	Ruß im Feinstaub in µg/m ³	Grobstaub (gesamt) in µg/m ³	Grobstaub (opak) in µg/m ³
18.03.22-25.03.22	H	33,44	22,12	0,92	15,95	3,40
25.03.22-01.04.22	H	26,66	17,54	0,66	20,50	1,70
01.04.22-08.04.22	W	13,10	5,46	0,28	4,94	1,08
08.04.22-14.04.22	H	25,27	6,22	0,43	10,91	2,03
14.04.22-22.04.22	H	21,51	7,31	0,31	12,74	1,88
22.04.22-29.04.22	H	15,05	8,24	0,33	7,79	1,18
29.04.22-06.05.22	H	15,17	9,07	0,39	8,14	2,07
06.05.22-13.05.22	H	15,08	9,44	0,40	10,21	1,93
13.05.22-20.05.22	H	17,78	7,65	0,34	9,73	1,16
20.05.22-25.05.22	H	14,16	5,54	0,26	11,22	1,27
25.05.22-03.06.22	N	14,01	4,90	0,24	7,43	1,79
03.06.22-10.06.22	W	11,73	5,23	0,22	8,43	0,87
10.06.22-17.06.22	H	17,57	7,64	0,34	11,97	2,54
17.06.22-24.06.22	H	17,14	9,78	0,35	16,57	1,53
24.06.22-01.07.22	H	12,67	5,15	0,27	10,11	1,09
01.07.22-08.07.22	H	13,94	5,61	0,24	10,44	1,41
08.07.22-15.07.22	N	16,52	5,46	0,33	10,65	1,86
15.07.22-22.07.22	H	22,21	8,86	0,36	15,13	2,23
22.07.22-29.07.22	H	17,93	7,97	0,39	10,48	1,24
29.07.22-05.08.22	H	22,07	6,44	0,37	12,10	2,26
05.08.22-12.08.22	H	16,17	6,61	0,24	10,48	0,80
12.08.22-19.08.22	N	16,36	5,89	0,30	11,58	1,01
19.08.22-26.08.22	S	19,06	6,67	0,38	10,00	1,67
26.08.22-02.09.22	H	17,69	7,15	0,31	8,33	1,00
02.09.22-09.09.22	S	17,62	5,04	0,38	8,59	1,22
09.09.22-16.09.22	W	15,52	3,78	0,33	7,49	1,53
16.09.22-23.09.22	W	9,14	3,29	0,25	7,11	1,09
23.09.22-30.09.22	W	12,49	5,28	0,41	5,82	0,77
30.09.22-07.10.22	H	15,59	6,24	0,49	9,15	2,11
07.10.22-14.10.22	H	17,31	13,23	0,73	12,85	1,67
14.10.22-28.10.22	H	18,28	8,19	0,64	11,16	1,91
28.10.22-04.11.22	H	18,74	8,06	0,79	10,16	1,59
04.11.22-11.11.22	H	17,80			6,08	0,66