

DWD

***Amtliches Gutachten
zur Luftqualität***

im Luftkurort

Dannenfels

Deutscher Wetterdienst

Abteilung Klima- und Umweltberatung

Freiburg, Januar 2014

Amtliches Gutachten

zur Luftqualität

im Luftkurort

Dannenfels

Donnersbergkreis

Auftraggeber: Verbandsgemeinde Kirchheimbolanden

Anzahl der Seiten (gesamt)	48
Anzahl der Tabellen:	16
Anzahl der Abbildungen:	33

Bearbeiter: Dr. Werner Schätzle

Freiburg, den 22. Januar 2014

Im Auftrag



Dr. Werner Schätzle



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

EDV-Kennung: 4107-67292-20-0114

Inhaltsverzeichnis

Schlussfolgerungen und Entscheidungsvorschlag	1
1 Problemstellung und Auftragsbegründung	3
2 Probenahmezeitraum und Probenahmestandorte	3
3 Kriterien zur Beurteilung der Luftqualität	6
4 Darstellung der Messergebnisse	7
5 Beurteilung der Luftqualität	12
5.1 Grobstaub (gesamt)	13
5.2 Pollen	17
5.3 Grobstaub („schwarz“)	18
5.4 Stickstoffdioxid	20
5.5 Vergleich mit den Messungen von 1998/1999	24
6 Anhang	27
6.1 Verzeichnis der Tabellen	27
6.2 Verzeichnis der Abbildungen	28
6.3 Tabellen	32
6.4 Abbildungen	40

Schlussfolgerungen und Entscheidungsvorschlag

Entscheidungsvorschlag:

Zusammengefasst führt die Bewertung der Luftqualitätsmessungen zu folgendem Entscheidungsvorschlag: Zur Zeit sind im Beurteilungsgebiet von Dannenfels die lufthygienischen Voraussetzungen für eine Bestätigung als Luftkurort ohne Einschränkungen erfüllt. Eine Bestätigung dieses Prädikates kann daher aus lufthygienischer Sicht befürwortet werden.

Bei der nächsten periodischen Überprüfung der Luftqualität ist festzustellen, zu welchem Zeitpunkt eine erneute Messreihe für erforderlich gehalten wird. Nach den zur Zeit geltenden Begriffsbestimmungen des Deutschen Heilbäderverbandes sind spätestens im turnusmäßigen Abstand von zehn Jahren auf jeden Fall wieder einjährige Luftqualitätsmessungen durchzuführen.

Begründung:

Die einjährigen Messungen der partikel- und gasförmigen Luftbeimengungen in verschiedenen Ortsbereichen im Beurteilungsgebiet von Dannenfels haben ergeben:

Beim Grobstaub (gesamt und „schwarz“) und Stickstoffdioxid wurde der gemäß den Begriffsbestimmungen jeweils geltende Kurzzeit-Richtwert an allen drei Probenahmeorten im Beurteilungsgebiet von Dannenfels ohne Ausnahme eingehalten.

Nach den Begriffsbestimmungen sind im Messzeitraum bei den partikelförmigen Luftbeimengungen bis zu drei, beim Stickstoffdioxid bis zu zwei Überschreitungen pro Messstelle erlaubt.

Die jeweils geltenden Langzeit-Richtwerte wurden beim gesamten Grobstaub zu 43 % bis 57 %, bei den „schwarzen“ Grobstaubpartikeln zu 41 % bis 52 % und beim Stickstoffdioxid zu 42 % bis 51 % ausgeschöpft. Dabei wurden sämtliche Langzeit-Richtwerte an allen drei Probenahmestellen mit einer Wahrscheinlichkeit von mehr als 97,5 % eingehalten.

Die Belastung durch Grobstaub (gesamt und „schwarz“) ist damit in Dannenfels in allen drei Repräsentanzen (Kurgebiet, Ortszentrum und Verkehrszentrum) unauffällig und kurortüblich.

Unauffällig ist die in Dannenfels in der Repräsentanz Kurgebiet („An der Eich“) beobachtete Hintergrundbelastung durch Stickstoffdioxid ausgefallen. Im kurortüblichen Normalbereich liegen die mittleren Stickstoffdioxid-Konzentrationen an den beiden anderen Standorten „Am Dieterswald“ im Ortszentrum und „Kirchheimbolander Straße“ im Verkehrszentrum.

Als Quelle der Stickstoffdioxid-Belastung in Dannenfels kommen neben der großräumig vorhandenen Hintergrundbelastung vor allem örtliche Emittenten (insbesondere der Verkehr, im Winter zusätzlich die Heizungen) in Betracht.

Empfehlungen zur Qualitätssicherung:

Folgende Maßnahmen könnten die günstige lufthygienische Situation im Beurteilungsgebiet von Dannenfels noch weiter verbessern und somit zu einer nachhaltigen Qualitätssicherung des Prädikates „Luftkurort“ beitragen:

- Regelmäßige Überprüfung der Heizungsanlagen der Gewerbebetriebe und privaten Haushalte auf Stickoxid- und Ruß-Emissionen und, sofern sie nicht den neuesten gesetzlichen Bestimmungen entsprechen, Umrüstung bzw. Austausch,
- weiterer Ausbau sowie vermehrte Nutzung weiterer umweltfreundlicher (auch alternativer) Energiequellen und Förderung entsprechender Projekte.

1 Problemstellung und Auftragsbegründung

Orte mit staatlich anerkannten Prädikaten sollen einem Gast die Gewähr bieten, günstigere bioklimatische und lufthygienische Bedingungen vorzufinden als in Ballungsgebieten mit den dort häufig anzutreffenden Belastungen durch Emissionen, z. B. durch Industrie, Verkehr oder Heizungen. Nach den Richtlinien bei der Vergabe staatlicher Prädikate sollen Kurorte oder Heilbäder unter anderem sicherstellen, dass ein Aufenthalt für Kur- und Heilzwecke in einem bioklimatischen und lufthygienischen Milieu stattfindet, bei welchem der gesundheitsorientierte Gast das örtliche Klima als „natürliches Heilmittel“ anwenden kann. Auf keinen Fall darf mangelnde Luftqualität den Erfolg von Kuranwendungen gefährden.

In einem Luftkurort ist zur Bestätigung des Prädikates die Luftqualität in regelmäßigen Abständen zu prüfen. In Dannenfels sind einjährige Messungen letztmalig vom 30.01.1988 bis 05.03.1999 durchgeführt worden. Die Verbandsgemeinde Kirchheimbolanden hat den Deutschen Wetterdienst beauftragt, die gesetzlich vorgeschriebenen Messungen durchzuführen und ein Luftqualitätsgutachten als Entscheidungsgrundlage für das Bestätigungsverfahren zu erstellen. Das Beurteilungsgebiet umfasst die Ortsgemeinde Dannenfels. Die Messung und Bewertung der Luftqualität erfolgten nach den „Begriffsbestimmungen – Qualitätsstandards für die Prädikatisierung von Kurorten, Erholungsorten und Heilbrunnen“ in der Fassung vom April 2005.

2 Probenahmezeitraum und Probenahmestandorte

Zur Beurteilung der lufthygienischen Verhältnisse in Dannenfels wurden im einjährigen Zeitraum vom 23.11.2012 bis 22.11.2013 aus den jeweils für die Dauer einer Woche exponierten Probenehmern die Konzentrationswerte folgender Luftbeimengungen bestimmt: Gesamter Grobstaub ohne Pollen, Pollen, „schwarzer“ Grobstaub und Stickstoffdioxid (NO₂). Beim Grobstaub wurden alle Partikel mit einem Durchmesser zwischen 3 µm und 48 µm (1 µm = 1/1000 mm) erfasst. Im Luftqualitätsgutachten werden opake, d. h. lichtundurchlässige Grobstaubpartikel als „schwarze“ Grobstaubpartikel bezeichnet.

Die in der gesamten Grobstaubmasse vorhandenen wasserlöslichen Nitrat-, Sulfat- und Natriumchlorid-Partikel wurden bei der Analyse eliminiert. Sie gehen in die Darstellungen und Bewertungen dieses Gutachtens nicht ein.

Bei den Pollen wurde die Anzahl der Exemplare zwischen 20 µm und 60 µm unabhängig von ihrer allergenen Wirkung bestimmt. Unberücksichtigt blieben die Brennnessel- und die Koniferenpollen. Die Brennnesselpollen sind mit einem Durchmesser unter 20 µm ziemlich klein. Der Durchmesser der Koniferenpollen liegt typischerweise über 60 µm. Beide Pollenarten lösen kaum Allergien aus. Die gemessenen Luftbeimengungen und angewendeten Probenahmeverfahren sind in der beigelegten Broschüre „Luftqualität unter der Lupe“ beschrieben.

In Dannenfels wurden drei Probenahmestellen eingerichtet. Eine/ein Meteorologin/Meteorologe des Deutschen Wetterdienstes wählte die Standorte so aus, dass Messdaten erhoben werden konnten, die repräsentativ für die folgenden Ortsbereiche mit ihren nutzungsabhängigen Anforderungen an die Luftqualität waren:

Probenahmestelle der Repräsentanz „Kurgebiet“ (**KG**);

Hintergrundbelastung im Anwendungsbereich des ortsgebundenen Heilmittels:

An der Eich (Standort auf Rasen neben der Straße „An der Eich“)

Probenahmestelle der Repräsentanz „Ortszentrum“ (**OZ**);

örtliche Zusatzbelastung ohne unmittelbare Einwirkungen verkehrsbedingter Emissionen:

Am Dieterswald (Standort im Neubaugebiet neben der Straße „Am Dieterswald“)

Probenahmestelle der Repräsentanz „Verkehrszentrum“ (**VZ**);

verkehrsbezogene Zusatzbelastung an einem verkehrsreichen Standort im Ortszentrum:

Kirchheimbolander Str. (Standort an der Kirchheimbolander Straße (L398) nahe der Einmündung der Bastenhauserstraße (L397))

Während der Messkampagne 1998/1999 befanden sich die Messgeräte der Repräsentanz Kurgebiet in den Kernwiesen (Garten Eyer mann) und die der Repräsentanz Ortszentrum im Garten des Anwesens Kirchheimbolander Str. 2.

Die Standorte der Messgeräte sind in einem Ausschnitt des Ortsplans von Dannenfels in der Abbildung 1 auf Seite 5 eingetragen und wurden mit der Kurzbezeichnung der Repräsentanzen (KG, KG_{alt}, OZ, OZ_{alt}, VZ) gekennzeichnet.

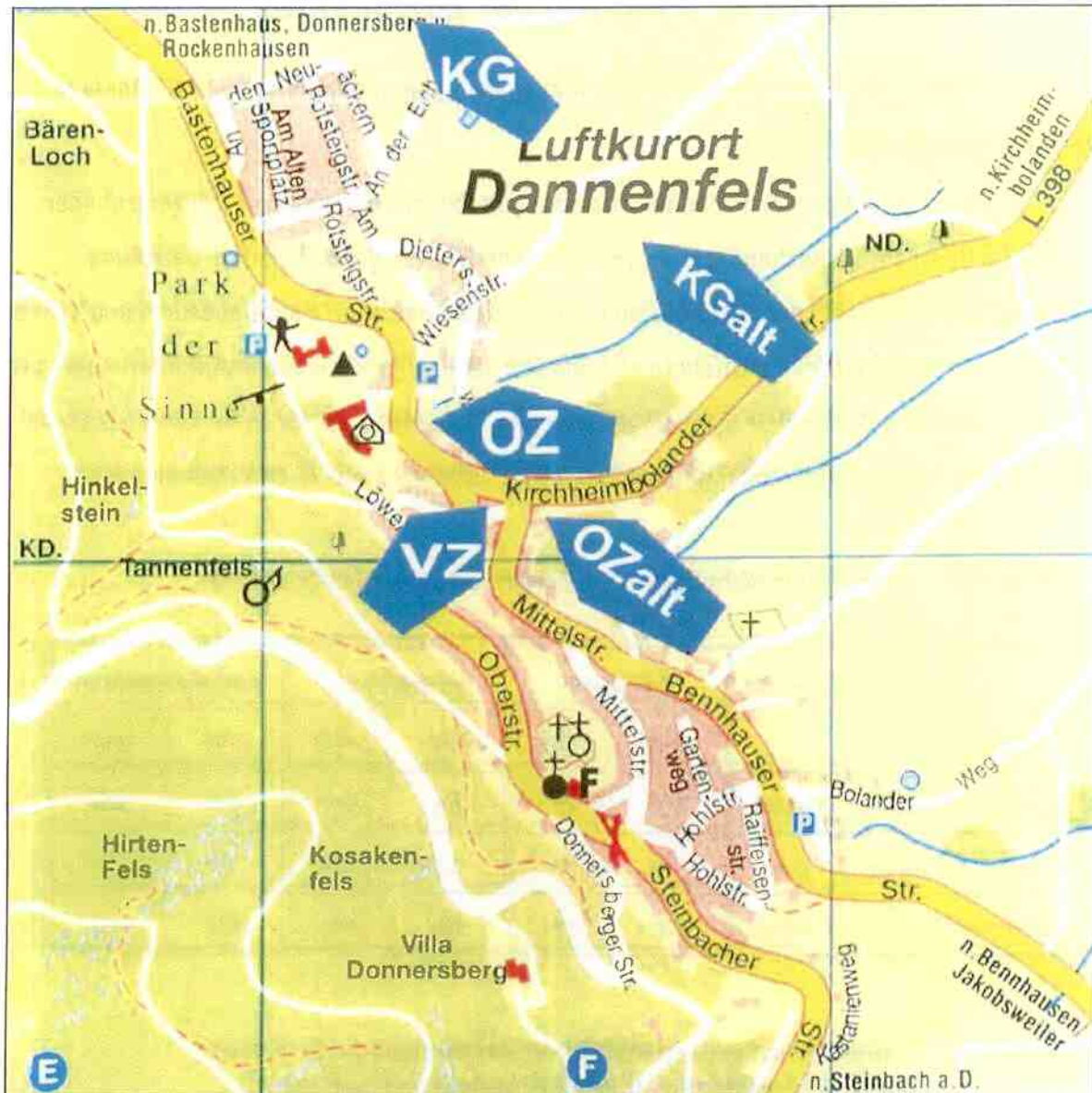


Abb. 1 Ausschnitt aus dem Ortsplan von Dannenfels mit den Standorten für die Probenahme partikel- und gasförmiger Luftbeimengungen

3 Kriterien zur Beurteilung der Luftqualität

Aus den wöchentlichen Einzelproben an den drei ausgewählten Standorten wurden für jede Schadstoff-Komponente berechnet:

1. die über den gesamten Probenahmezeitraum gemittelten Schadstoff-Konzentrationen,
2. die Überschreitungshäufigkeiten von Schwellenwerten der Schadstoff-Belastung.

Diese Größen wurden mit den Richtwerten verglichen, die nach den Begriffsbestimmungen maximal zulässig sind. An die einzelnen Ortsbereiche werden dabei unterschiedliche Anforderungen gestellt, wobei im Luftkurort Dannenfels die weniger strengen Richtwerte, die für einen Kurort ohne die Heilanzeigen „Atemwegserkrankungen“ gelten (siehe Tabellen 1 und 2), einzuhalten waren.

Tabelle 1 Luftqualitäts-Richtwerte LR 1 (Langzeit-Richtwerte) für Kurorte

Repräsentanzgebiet		Kurgebiet		Ortszentrum		Verkehrszentrum	
Prüfobjekt		mHA	oHA	mHA	oHA	mHA	oHA
Grobstaub (gesamt)	µg/m ³	12,0	13,0	13,5	15,0	22,0	28,0
Grobstaub („schwarz“)	µg/m ³	1,2	1,4	1,5	1,8	4,5	5,5
Stickstoffdioxid	µg/m ³	15,0	18,0	20,0	24,0	28,0	34,0

**Tabelle 2 Luftqualitäts-Richtwerte LR 2 (Kurzzeit-Richtwerte) für Kurorte:
7-Tage-Mittelwerte bei Grobstaub (gesamt und „schwarz“);
14-Tage-Mittelwerte bei Stickstoffdioxid**

Repräsentanzgebiet		Kurgebiet		Ortszentrum		Verkehrszentrum	
Prüfobjekt		mHA	oHA	mHA	oHA	mHA	oHA
Grobstaub (gesamt)	µg/m ³	25,0	27,0	28,0	30,0	45,0	55,0
Grobstaub („schwarz“)	µg/m ³	3,0	3,3	3,5	4,0	9,0	11,0
Stickstoffdioxid	µg/m ³	30,0	34,0	35,0	40,0	45,0	50,0

Heilanzeigen: mHA/oHA = mit/ohne Heilanzeigen „Atemwegserkrankungen“

Die Kurzzeit-Richtwerte dürfen am jeweiligen Standort während des Messzeitraumes bei einer Exposition von 7 Tagen (Grobstaub) nicht mehr als dreimal bzw. bei 14-tägiger Exposition (Stickstoffdioxid) nicht mehr als zweimal überschritten werden. Um den Witterungseinfluss sinnvoll untersuchen zu können, wurden die NO₂-Röhrchen ebenfalls 7 Tage exponiert. Damit die Kurzzeit-Richtwerte trotzdem formal richtig angewendet werden konnten, wurden aus jeweils zwei aufeinander folgenden wöchentlichen Proben 14-tägige Mittelwerte gebildet. Aus den Einzelwerten wurden außerdem die Mittelwerte für den Gesamtzeitraum berechnet und mit den einzuhaltenden Langzeit-Richtwerten verglichen.

4 Darstellung der Messergebnisse

Die Ergebnisse der wöchentlichen Probenahme an den drei Standorten sind in den Tabellen 5 bis 7 sowie im zeitlichen Verlauf in den Abbildungen 16 bis 24 (siehe Anhang) dargestellt. Die grafische Darstellung erfolgt getrennt für die einzelnen Luftbeimengungen. Beispielhaft wird eine solche Verlaufskurve in der nachfolgenden Abbildung 2 erläutert: Die Höhe der Balken gibt die mittlere wöchentliche Konzentration des Grobstaubs (gesamt) an der Probenahmestelle „An der Eich“ wieder. Eventuelle Datenlücken kennzeichnen nicht verwertbare Probenahmen. Die gemäß den Begriffsbestimmungen erforderliche Mindestanzahl wurde jedoch erreicht. Zusätzlich ist der in der Probenahmewoche vorherrschende Witterungstyp gemäß Tabelle 3 (siehe Seite 8) angegeben. Die gestrichelte horizontale Linie kennzeichnet den für das Kurggebiet geltenden Kurzzeit-Richtwert (27,0 µg/m³ gemäß Tabelle 2). Man erkennt, dass dieser in keiner Probenahmewoche des Messzeitraumes überschritten wurde. Die wöchentlichen Messwerte wurden durch Tiefpassfilterung geglättet. Die dabei entstehende „runde“ Kurve gleicht die kurzzeitigen Schwankungen der Schadstoff-Konzentration aus. Dadurch lassen sich die jahreszeitlichen Schwankungen der Luftbelastung besser erkennen.

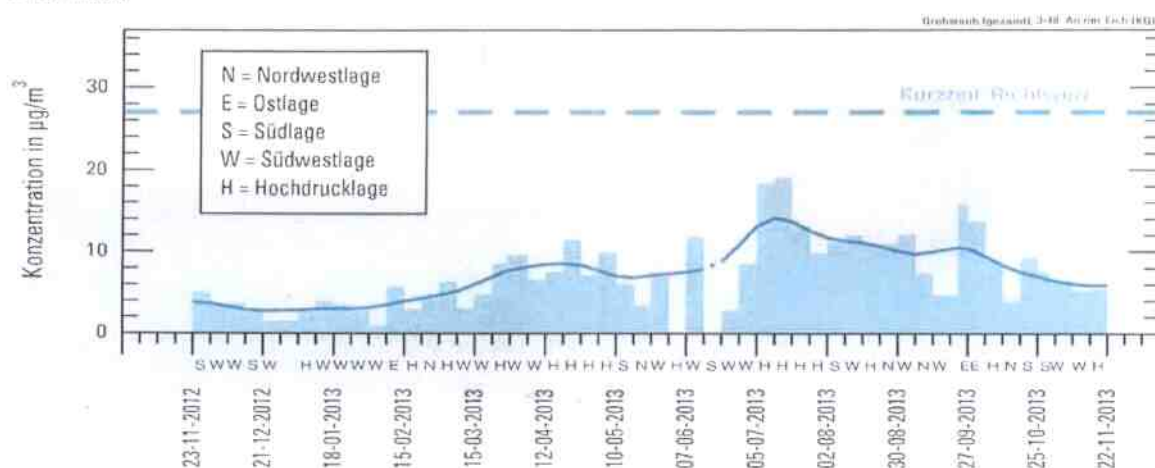


Abb. 2 Jahreszeitlicher Verlauf der Grobstaub-Konzentration (gesamt) am Standort „An der Eich“ (KG) im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013

Tabelle 3 Witterungstypen in Mitteleuropa und Austauschverhältnisse

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

Die Abbildung 3 zeigt beispielhaft eine richtungsabhängige Darstellung der Stickstoffdioxid-Konzentration in Form einer Immissions-Witterungsrose. Dabei wurden die Ergebnisse der wöchentlichen Probenahme nach den Witterungstypen gemäß Tabelle 3 aufgeteilt. Die Sektoren bezeichnen die großräumig vorherrschende Windrichtung der einzelnen Witterungstypen. Die Hochdruckwetterlagen ohne großräumig vorherrschende Windrichtung sind durch einen Kreis um den Mittelpunkt dargestellt. Je höher die Konzentration einer Schadstoff-Komponente (im Beispiel: Stickstoffdioxid) ist, desto größer ist der Radius des Kreises bzw. der Sektoren.

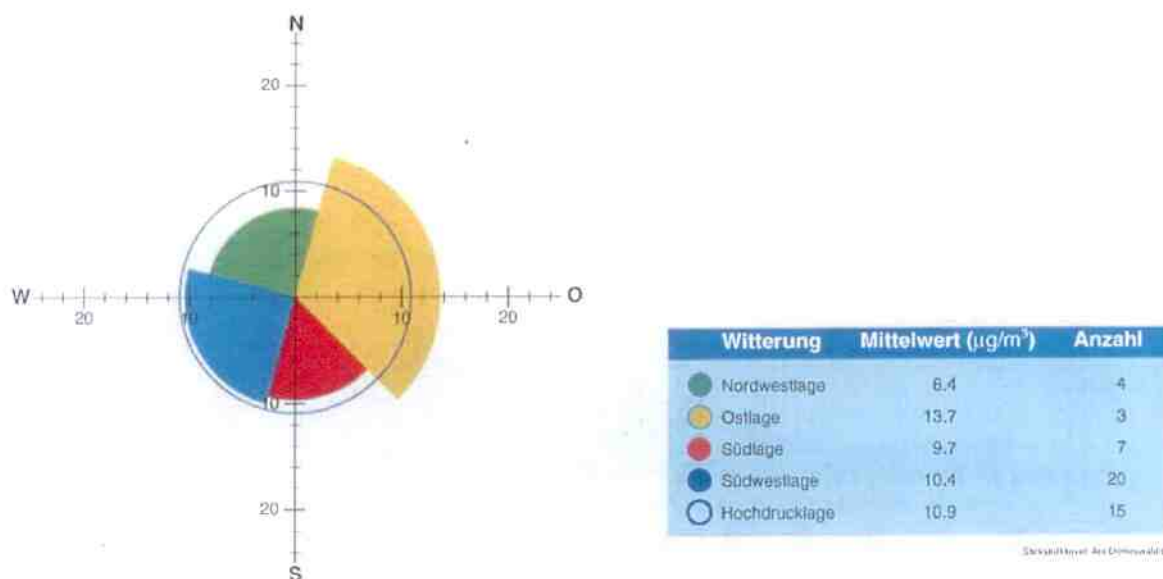


Abb. 3 Immissions-Witterungsrose der Stickstoffdioxid-Konzentration am Standort „Am Dieterswald“ (OZ) im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013

Am Beispiel der vorstehenden Abbildung 3 ist zu erkennen: Die Ostlagen (gelber Sektor) herrschten in 3 Probenahmeperioden vor. Dabei war die mittlere Stickstoffdioxid-Konzentration mit $13,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Vergleich zu den übrigen Witterungstypen am höchsten. Dieser Wert kann nicht nur in der Tabelle, sondern auch an der Skala der Ostrichtung abgelesen werden. Dahinter folgten die Hochdruckwetterlagen (Kreis) mit $10,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Am geringsten belastet waren die Nordwestlagen (grüner Sektor) mit $8,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dieser Witterungstyp war in 4 Probenahmeperioden vorherrschend.

Bei der Deutung der Immissions-Witterungsrosen (siehe obiges Beispiel und Abbildungen 22 bis 30 im Anhang) 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 jedoch beim Grobstaub entscheidend, da die Partikel wegen ihres Gewichts rasch zum Boden sinken und daher nur kurze Strecken in der Luft zurücklegen können.

Ferner ist zu beachten, dass die Witterungstypen von Jahr zu Jahr mit unterschiedlicher Häufigkeit vorkommen können. Es wurde daher eine Normierung auf die mittlere Eintrittswahrscheinlichkeit der Witterungstypen im 30-jährigen Zeitraum 1981 – 2010 vorgenommen. Auf diese Weise können Witterungsanomalien berücksichtigt werden, die im vorliegenden Messzeitraum eventuell zu einer Richtwertüberschreitung geführt haben, zu der es aber in einem „normalen“ Jahr vielleicht nicht gekommen wäre.

In den Tabellen 8 bis 10 ist angegeben, wie häufig im Messzeitraum an den drei Standorten vorgegebene Schwellenwerte der Schadstoff-Belastung überschritten wurden. Aufgelistet ist die Anzahl der Fälle (absolut und in Prozent), in denen eine Überschreitung der in der Kopfzeile der Tabellen aufgeführten Schwellenwerte auftrat. Besonders interessant sind dabei die Überschreitungen der in den Begriffsbestimmungen festgelegten Kurzzeit-Richtwerte (siehe Tabelle 2). Die Überschreitungshäufigkeiten der jeweils anzuwendenden Richtwerte sind als grau hinterlegte Zahlen gekennzeichnet. Gemäß den Begriffsbestimmungen unzulässig häufige Kurzzeit-Richtwert-Überschreitungen sind durch rot hinterlegte Zahlen gekennzeichnet.

Um die Einhaltung der Langzeit-Richtwerte (siehe Tabelle 1 auf Seite 6) überprüfen zu können, wurden aus den wöchentlichen Messwerten die mittleren Belastungswerte im gesamten Probenahmezeitraum bestimmt (siehe Tabellen 11 bis 13 im Anhang). Die Ergebnisse einer einjährigen Messreihe sind statistisch gesehen nur eine Stichprobe. Um die Aussagen über diese berechneten Mittelwerte abzusichern, wurde das 95-%-Vertrauensintervall berechnet. Das 95-%-Vertrauensintervall beschreibt den Bereich um den berechneten Mittelwert, in dem der „wahre“ Mittelwert mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % liegt.

Tabelle 4 Immissions-Kenngrößen der Grobstaub-Konzentration (gesamt) in Dannenfels im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013;
PZ = Anzahl der Proben; MW = Mittelwert des Datenkollektivs;
 σ = Standardabweichung; 95%-VI = 95%-Vertrauensintervall

Probenahmestellen	PZ	Kenngrößen in $\mu\text{g}/\text{m}^3$						
		MW	σ	95%-VI	Perzentile			
					25 %	50 %	75 %	95 %
An der Eich (KG)	49	7,4	\pm 4,3	\pm 1,2	3,78	6,56	9,91	14,81
Am Dieterswald (OZ)	50	7,4	\pm 4,1	\pm 1,2	4,24	6,17	10,06	14,81
Kirchheimbolander Str. (VZ)	50	12,0	\pm 5,0	\pm 1,4	8,98	11,46	15,63	17,69

Hierzu ein Beispiel aus der vorstehenden Tabelle 4: In der Datenzeile für die Probenahmestelle „Kirchheimbolander Str.“ ist eine mittlere Konzentration des gesamten Grobstaubs von $12,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ angegeben. Der „wahre“ Mittelwert liegt mit einer statistischen Wahrscheinlichkeit von 95 % im Bereich von $12,0 \pm 1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, also zwischen $10,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $13,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Im vorliegenden Fall kann eine Überschreitung des Langzeit-Richtwertes von $28,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mit einer Wahrscheinlichkeit von über 97,5 % ausgeschlossen werden, da dieser oberhalb $13,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liegt. Ferner gibt die Tabelle 4 vier verschiedene Perzentile an. Das 75-Perzentil sagt beispielsweise aus, wie hoch die Grobstaub-Konzentration ist, unter der 75 % aller Messwerte lagen bzw. die von 25 % aller Messwerte überschritten wurde.

Eine anschauliche Vorstellung von der Einhaltung bzw. Überschreitung der Langzeit-Richtwerte vermitteln die Boxplot-Darstellungen in den Abbildungen 6, 9 und 11. Das soll an einem Musterbeispiel in der nachfolgenden Abbildung 4 auf Seite 11 verdeutlicht werden:

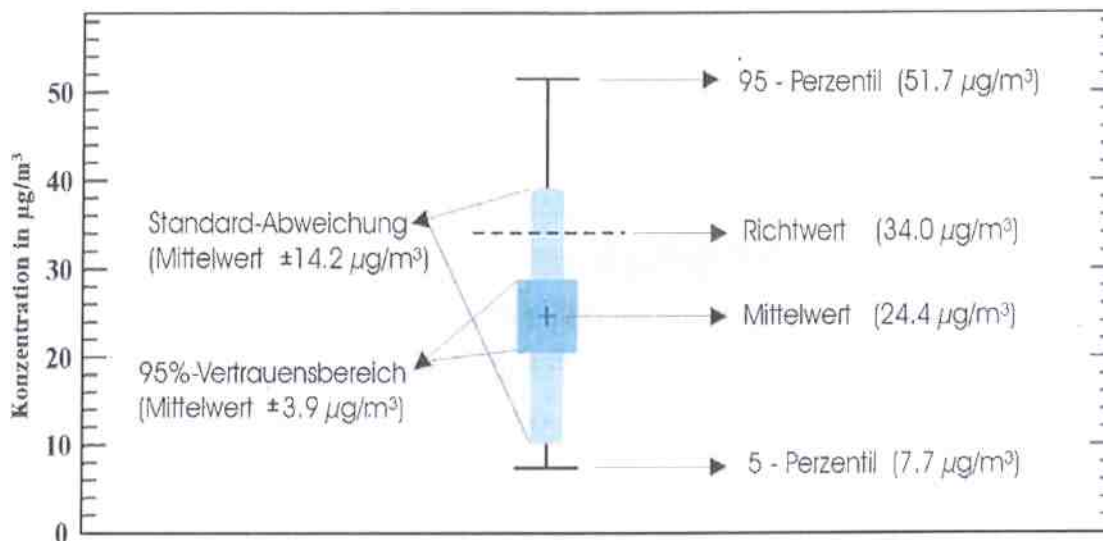


Abb. 4 Kenngrößen der Immissionsmessungen
(erläutert am Beispiel einer Boxplot-Darstellung)

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

In den Tabellen 14 bis 16 sind die Ergebnisse einer getrennten Auswertung für verschiedene Teilkollektive der Messwerte zusammengestellt. Dabei wurden die mittleren Belastungswerte der Luftbeimengungen für alle Witterungstypen sowohl im Gesamtzeitraum als auch in Teilzeiträumen (Winterhalbjahr = 01.10. bis 31.03./Sommerhalbjahr = 01.04. bis 30.09.) bestimmt. In den Teilzeiträumen wurden die Wochen, in denen Hochdruckwetter- und Ostlagen vorherrschten, zusammengefasst und gesondert betrachtet. Vor allem im Winter können sich bei diesen Wetterlagen wegen des eingeschränkten Luftaustausches in Bodennähe Schadstoffe ansammeln. Dagegen führen diese Wetterlagen im Sommerhalbjahr zu einer Abtrocknung der Bodenoberfläche. Dadurch wird die Aufwirbelung von Staubpartikeln begünstigt.

Für die Mittelwerte gemessener Schadstoff-Konzentrationen ist ein Ausschöpfungsgrad in Prozent (grau hinterlegte Zahlenwerte) angegeben, der aussagt, zu wie viel Prozent der zulässige Belastungsbereich unter dem geltenden Langzeit-Richtwert (Tabelle 1 auf Seite 6) ausgeschöpft wurde. Ein gemäß den Begriffsbestimmungen unzulässig hoher Ausschöpfungsgrad eines Langzeit-Richtwertes ist durch einen rot hinterlegten Zahlenwert gekennzeichnet. Eine Überschreitung der Langzeit-Richtwerte ist gegeben, wenn der Ausschöpfungsgrad für den Gesamtzeitraum über 100 % liegt. Ein Ausschöpfungsgrad über 100 % in Teilzeiträumen bzw. bei Hochdruckwetter- und Ostlagen gilt nicht als Überschreitung der betreffenden Langzeit-Richtwerte, da diese sich immer auf das Gesamtkollektiv beziehen.

5 Beurteilung der Luftqualität

Die Messergebnisse spiegeln die örtlichen Belastungsverhältnisse im Probenahmezeitraum wider. Die an einem Standort gemessene Luftverunreinigung wird in erster Linie bestimmt durch die Lage, Anzahl, Art und Intensität der in der Umgebung vorhandenen Schadstoffquellen. Deren Wirksamkeit wird beeinflusst von den lokalen Durchlüftungsverhältnissen. Diese sind abhängig von der örtlichen Topografie sowie von der Landnutzung (Bebauung, Bewuchs). Insbesondere bei den gasförmigen Luftbeimengungen können auch weit entfernte Emissionen zur örtlichen Immissionsbelastung beitragen, indem die Schadstoffe auf dem Luftweg über größere Entfernungen herangeführt werden („Ferntransport“).

Der Jahresgang der Konzentrationen in den Abbildungen 13 bis 21 (siehe Anhang) und im Beispiel der Abbildung 2 auf Seite 7 zeigt für die partikel- und gasförmigen Luftbeimengungen typische Unterschiede. Diese sind sowohl auf natürliche Faktoren (Witterung, Vegetationsentwicklung) als auch auf anthropogene (durch menschliche Aktivitäten verursachte) Einflüsse zurückzuführen. Um den Einfluss der Witterung zu veranschaulichen, ist parallel zur Datumsleiste der in der jeweiligen Probenahmewoche vorherrschende Witterungstyp gemäß Tabelle 3 auf Seite 8 angegeben. Die in Dannenfels im Probenahmezeitraum ermittelten Belastungswerte wurden mit den Richtwerten, die für einen Kurort ohne die Heilanzeigen „Atemwegserkrankungen“ gelten, verglichen (siehe Tabellen 1 und 2 auf Seite 6).

5.1 Grobstaub (gesamt)

Die nachfolgende Abbildung 5 zeigt charakteristische Grobstaubpartikel auf einer Haftfolie an einem verkehrsbezogenen Standort. Neben transparenten, unregelmäßig geformten Bodenteilchen erkennt man die typisch symmetrischen Pollen. Bei den kleinen „schwarzen“ Partikeln handelt es sich um Rückstände aus Verbrennungsprozessen in Heizungen oder Dieselmotoren. Der grobe Anteil besteht überwiegend aus Gummiresten aus dem Reifenabrieb der Kraftfahrzeuge. Die Unterscheidung und Vermessung der Partikel auf der mikroskopischen Aufnahme erfolgte mit einem Bildanalyse-System. Einzelheiten zum Verfahren der Bildanalyse finden sich in der beigegefügt Broschüre („Luftqualität unter der Lupe“).

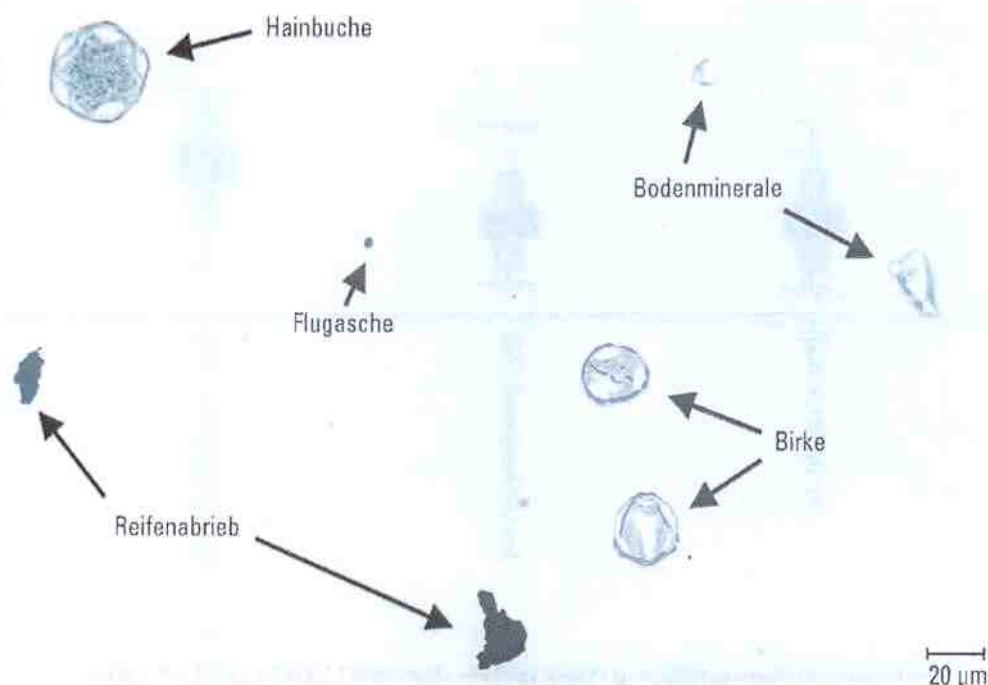


Abb. 5 Mikroskopische Analyse von Grobstaubpartikeln auf einer Haftfolie; typische Ablagerungen an verkehrsbezogenen Standorten in Kurorten

Die Tabelle 8 und die Grafiken in den Abbildungen 16 bis 18 zeigen: Beim Grobstaub (gesamt) wurde der jeweils geltende Kurzzeit-Richtwert (siehe Tabelle 2 auf Seite 6) an allen drei Messstandorten in Dannenfels während keiner einzigen Probenahmewoche überschritten. Nach den Begriffsbestimmungen sind im einjährigen Messzeitraum bis zu drei Überschreitungen an jedem Standort zulässig. Die Tabelle 14 lässt erkennen: Die Langzeit-Richtwerte wurden an keiner Probenahmestelle erreicht. Die Ausschöpfungsgrade liegen bei 57 % an der Messstelle „An der Eich“ im Kurgebiet, bei 49 % am Standort „Am Dieterswald“ (Ortszentrum) und bei 43 % an der Probenahmestelle „Kirchheimbolander Str.“ (Verkehrszentrum). Mit diesen Werten ist die Grobstaub-Belastung im gesamten Beurteilungsgebiet von Dannenfels flächenhaft unauffällig und kurortüblich.

Die mittleren Belastungsverhältnisse lassen sich anhand der nachfolgenden Abbildung 6 anschaulich darstellen (vergleiche die Erläuterungen zur Abbildung 4 auf Seite 11): Die Boxplot-Grafiken zeigen, dass die mittlere Konzentration des Grobstaubs (gesamt) mit dem jeweiligen 95%-Vertrauensintervall an allen Standorten deutlich unterhalb des jeweils geltenden Langzeit-Richtwertes liegt. Daher kann davon ausgegangen werden, dass die Langzeit-Richtwerte für die Grobstaub-Belastung an allen drei Standorten mit einer statistischen Wahrscheinlichkeit von über 97,5 % eingehalten wurden.

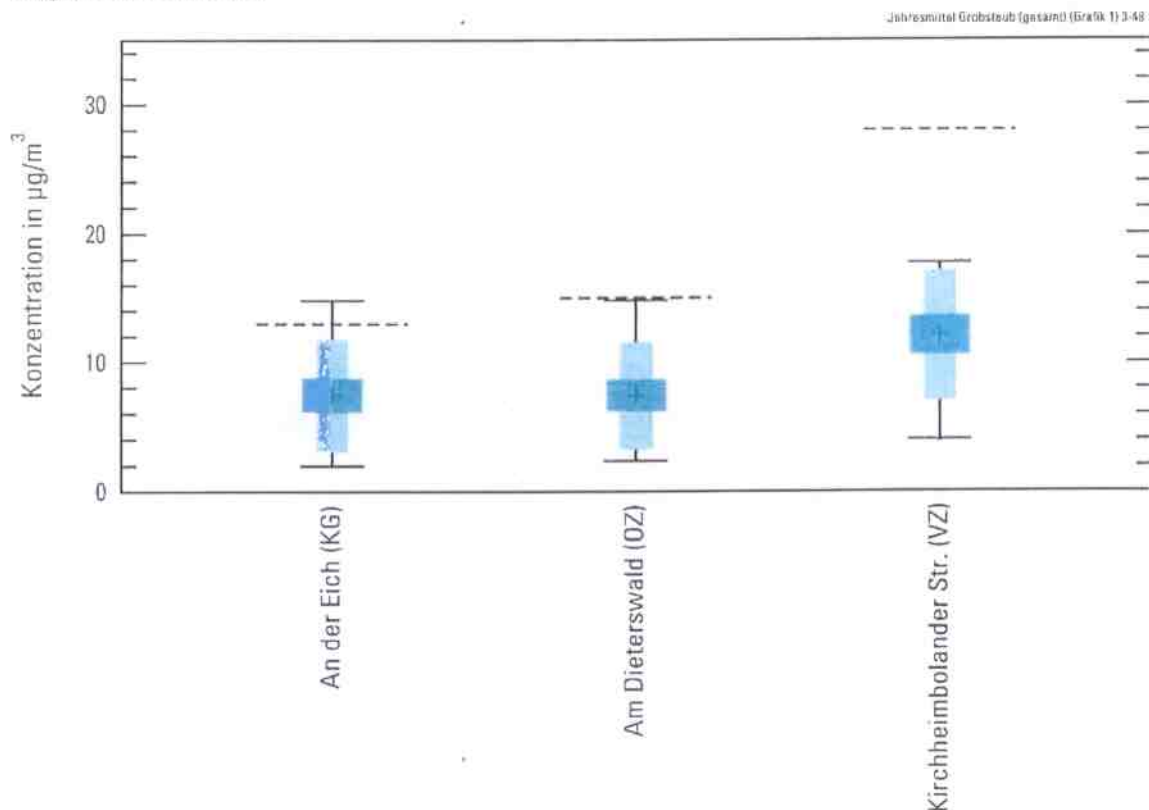


Abb. 6 Immissions-Kenngrößen in Dannenfels vom 23.11.2012 bis 22.11.2013
(gesamter Grobstaub; gestrichelte horizontale Linien = Langzeit-Richtwerte)

Erwartungsgemäß wurde an der verkehrsbezogenen Probenahmestelle „Kirchheimbolander Str.“ mit einer Konzentration von $12,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eine höhere mittlere Grobstaub-Belastung als an den beiden anderen Standorten festgestellt. Der Ausschöpfungsgrad des dort geltenden Langzeit-Richtwertes liegt mit 43 % im kurortüblichen Bereich. An der gegen den Verkehr abgeschirmten Messstelle „Am Dieterswald“ ist die Belastung bei einem Ausschöpfungsgrad von 49 % ebenfalls unauffällig. Der Vergleich der Belastungswerte an den beiden Standorten im Ortszentrum mit und ohne Verkehrseinfluss ergibt: Die Grobstaubmasse, die am „Kirchheimbolander Str.“ gesammelt wurde, war zu etwa 38 % auf den Verkehrseinfluss zurückzuführen.

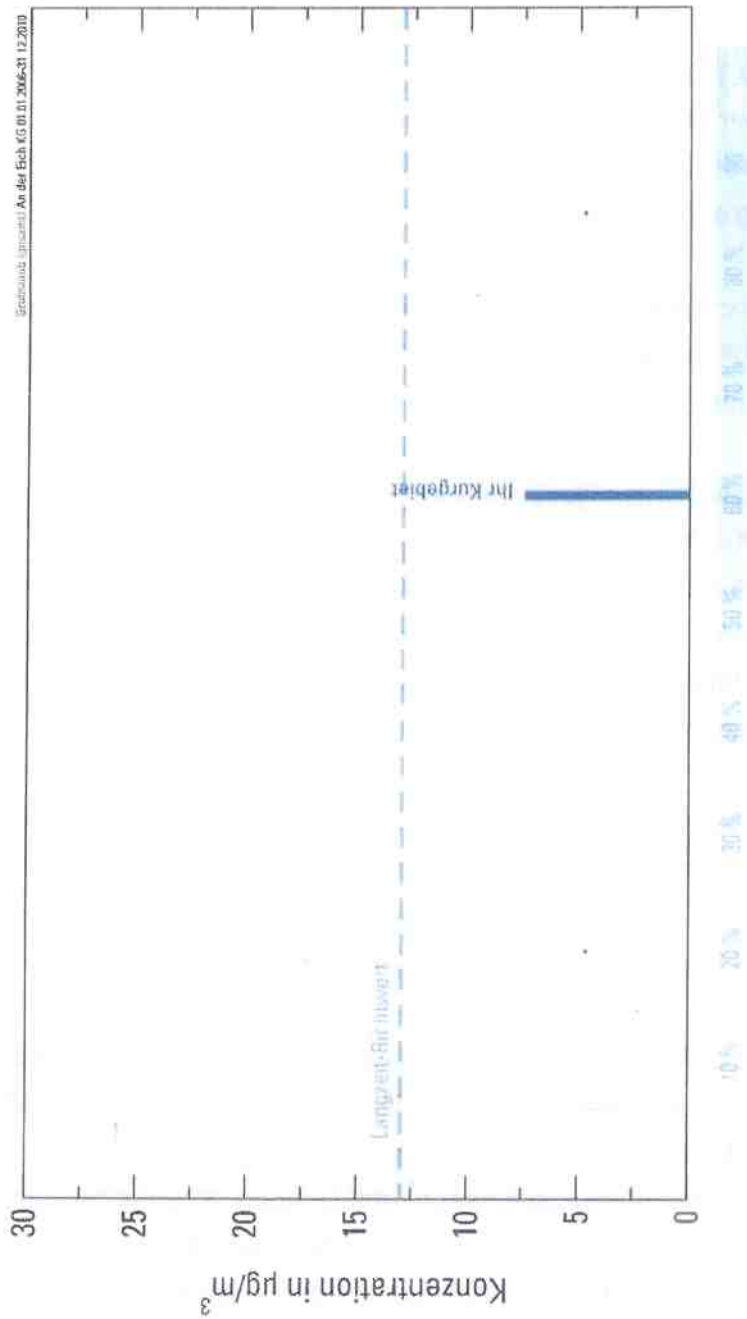


Abb. 7 Vergleich der Grobstaub-Belastung (gesamt) in Deutschlands Kurorten:
Mittlere Konzentrationswerte (der Größe nach sortiert) am Standort KG;
Grundlage: Messungen in über 200 Kurorten im Zeitraum 2006 – 2010

Das Kurgelbiet von Dannenfels nimmt in der Rangordnung aller Kurorte in Deutschland einen Platz im Mittelfeld der Belastungsskala ein: In der Abbildung 7 auf Seite 15 sind die mittleren Konzentrationen der gesamten Grobstaubmasse an Standorten mit der Repräsentanz „Kurgelbiet“ aufgetragen. Dieser Darstellung liegen die Messergebnisse im fünfjährigen Zeitraum 2006 – 2010 in über 200 Kurorten zugrunde. In ca. 59 % aller Kurorte war die mittlere Grobstaub-Belastung im Kurgelbiet niedriger als in Dannenfels.

Die Grafiken in den Abbildungen 16 bis 18 lassen an allen Standorten einen deutlichen Einfluss der Witterung und einen ähnlichen Jahresgang erkennen: In den Wintermonaten 2012/2013 war die natürliche Staubentwicklung wegen der überwiegend feuchten und zeitweise schneebedeckten Bodenoberfläche relativ gering. Hohe Grobstaub-Konzentrationen wurden überwiegend während Perioden trocken-warmer Witterung im Frühjahr und im Sommer 2013 beobachtet. Dagegen macht sich unbeständiges und mit häufigen Niederschlägen verbundenes Wetter jeweils durch einen Rückgang der Belastung durch Grobstaub (gesamt) bemerkbar.

Die Tabelle 14 zeigt daher sowohl für das Teilkollektiv der niederschlagsarmen Hochdruckwetter- und Ostlagen als auch für das Gesamtkollektiv aller Wetterlagen im Winter niedrigere Belastungswerte durch Grobstaub (gesamt) als im Sommer.

Die detaillierte Analyse der Witterungsabhängigkeit in den Abbildungen 25 bis 27 lässt erkennen: Probenahmewochen mit vorherrschenden Ostlagen wiesen in Dannenfels an allen drei Probenahmestellen die höchsten Konzentrationen von Grobstaubpartikeln auf. Am wenigsten waren in allen drei Repräsentanzen die meist gut durchmischten Südwest- bzw. Nordwestlagen belastet. Es ist jedoch zu beachten, dass Ostlagen nur in drei Probenahmewochen vorherrschend waren. Sie sind statistisch daher nicht sehr aussagekräftig.

Bei einer „normalverteilten“ Häufigkeit der Witterungstypen (Reduktion auf den Bezugszeitraum 1981 – 2010) wären die über den gesamten Messzeitraum gemittelten Grobstaub-Konzentrationen im Kurgelbiet („An der Eich“) um +5 %, im Ortszentrum („Am Dieterswald“) und im Verkehrszentrum („Kirchheimbolander Str.“) um jeweils +4 % höher ausgefallen.

Die jahreszeitlichen und standörtlichen Unterschiede während des einjährigen Probenahmezeitraums lassen folgende Rückschlüsse auf die Ursachen der in Dannenfels festgestellten Grobstaub-Belastung (gesamter Grobstaub ohne Pollen und ohne wasserlösliche Partikel) zu: Der Witterungseinfluss war an allen drei Messstellen nachweisbar. Am Standort „Kirchheimbolander Str.“ (VZ) lag der Anteil der verkehrsbedingten Immissionen bei ca. 38 %. Ansonsten bestand der gesammelte Grobstaub zum größten Teil aus natürlichen Partikeln, die durch den Wind und die Vegetation in die bodennahe Luft gelangten.

5.2 Pollen

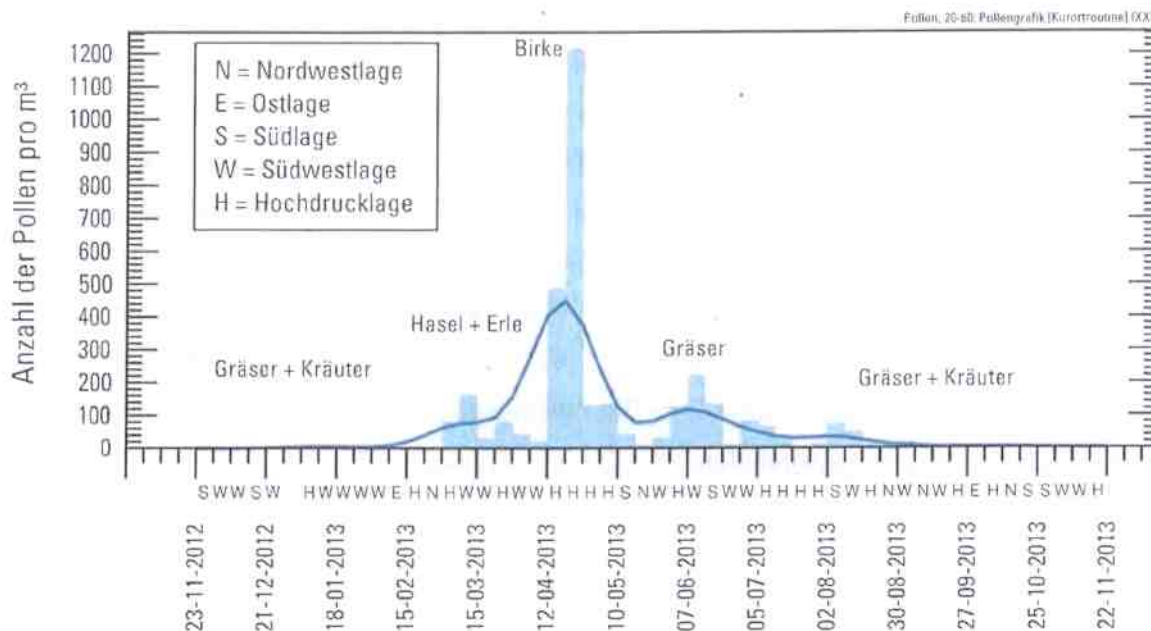


Abb. 8 Jahreszeitlicher Verlauf der Pollen im Ortszentrum von Dannenfels im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013

Die vorstehende Abbildung 8 zeigt den Verlauf der Pollenzahlen während des Messzeitraumes in Dannenfels. Dazu wurden die Ergebnisse der wöchentlichen Probenahmen über alle 3 Standorte gemittelt. Unberücksichtigt blieben dabei die Brennnessel- und Koniferenpollen (Kiefer, Fichte, Tanne). Ansonsten wurden alle Pollen ohne Rücksicht auf ihre allergene Wirkung mit einem Durchmesser zwischen 20 µm und 60 µm erfasst.

Der Jahresgang wird im Wesentlichen geprägt von der witterungsabhängigen Vegetationsentwicklung sowie vom aktuellen Wetterzustand. Im Spätsommer, Herbst und Winter war die Pollenkonzentration meist sehr gering. Es handelte sich dabei im Spätherbst 2012 um Gräser- und Kräuterpollen (zum Beispiel Beifuß), ansonsten überwiegend um „alte“ Pollen, die zum wiederholten Mal vom Boden oder von der Vegetationsdecke aufgewirbelt wurden. Gegen Mitte Februar 2013 setzte die Hasel- und Erlenblüte ein, danach im April 2013 die Birkenblüte. Gegen Ende Mai 2013 begannen verstärkt die Gräser zu blühen. Im Laufe des Sommers 2013 traten zusätzlich Kräuterpollen auf. Die meisten Pollen wurden in Dannenfels in der Probenahmewoche vom 19.04. bis 26.04.2013 während einer Hochdruckwetterlage gezählt: Sie sind überwiegend der Birkenblüte zuzuordnen. Diese Interpretation ist gut abgesichert durch die Daten der Pollenmessstelle Heidelberg (Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst).

5.3 Grobstaub („schwarz“)

Die Tabelle 9 und die Grafiken in den Abbildungen 19 bis 21 zeigen: Beim „schwarzen“ Grobstaub wurde der jeweils geltende Kurzzeit-Richtwert im gesamten Beurteilungsgebiet von Dannenfels ohne eine einzige Ausnahme eingehalten. Nach den Begriffsbestimmungen wären im Messzeitraum bis zu drei Überschreitungen pro Messstelle erlaubt gewesen. Die mittleren Belastungsverhältnisse sind in der Tabelle 15 wiedergegeben: Die Ausschöpfungsgrade der Langzeit-Richtwerte betragen 44 % am Standort „An der Eich“ (KG), 41 % an der Messstelle „Am Dieterswald“ (OZ) und 52 % an der Messstelle „Kirchheimbolander Str.“ (VZ). Mit diesen Werten ist die Belastung durch „schwarze“ Grobstaubpartikel im gesamten Beurteilungsgebiet von Dannenfels flächenhaft unauffällig und kurortüblich ausgefallen.

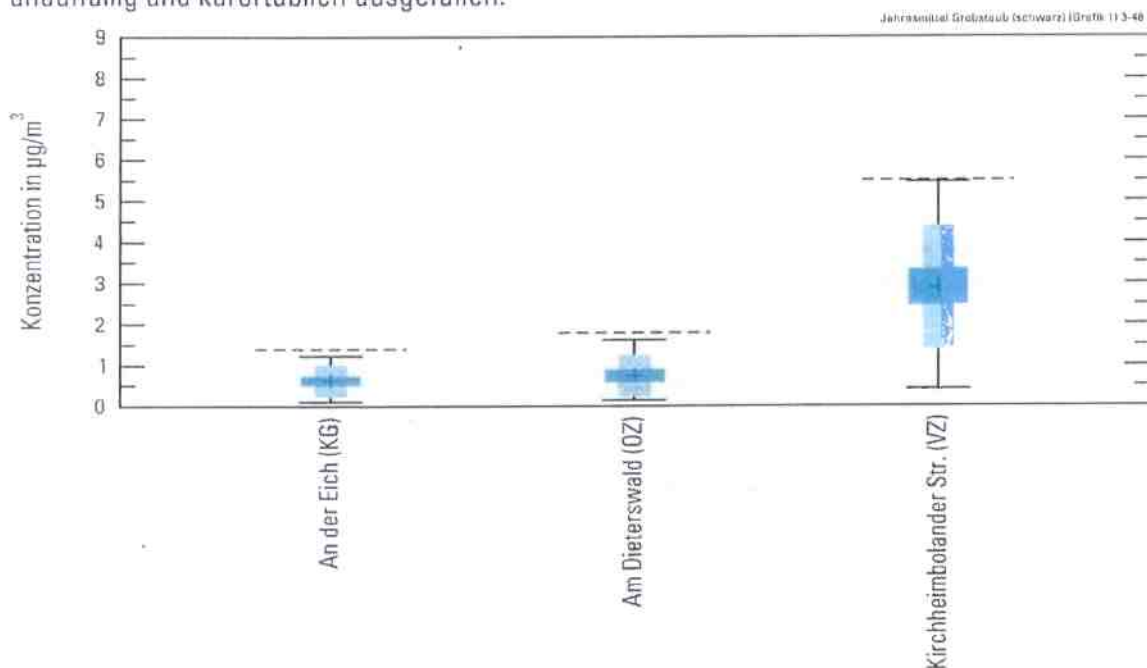


Abb. 9 Immissions-Kenngrößen in Dannenfels vom 23.11.2012 bis 22.11.2013 („schwarzer“ Grobstaub; gestrichelte horizontale Linien = Langzeit-Richtwerte)

Die mittleren Belastungsverhältnisse lassen sich anhand der Abbildung 9 anschaulich beurteilen (vergleiche die Erläuterungen zur Abbildung 4 auf Seite 11): An allen drei Messstellen liegen die mittleren Konzentrationen der „schwarzen“ Grobstaubpartikel einschließlich des jeweiligen 95%-Vertrauensintervalls deutlich unterhalb der Langzeit-Richtwerte, sodass davon ausgegangen werden kann, dass diese mit einer statistischen Wahrscheinlichkeit von über 97,5 % eingehalten wurden.

Der direkte Vergleich der beiden Standorte im Ortszentrum mit und ohne Verkehrseinfluss ergibt: Etwa drei Viertel der am Standort „Kirchheimbolander Str.“ gesammelten Masse der „schwarzen“ Grobstaubpartikel können auf den Einfluss des Verkehrs zurückgeführt werden.

Die nachfolgende Abbildung 10 zeigt die Größenverteilungen der „schwarzen“ Grobstaubpartikel an den beiden Standorten „An der Eich“ und „Kirchheimbolander Str.“ für die Repräsentanzen „Kurgebiet“ und „Verkehrszentrum“. Dabei sind die Partikeldurchmesser auf der waagerechten Achse im logarithmischen Maßstab aufgetragen.

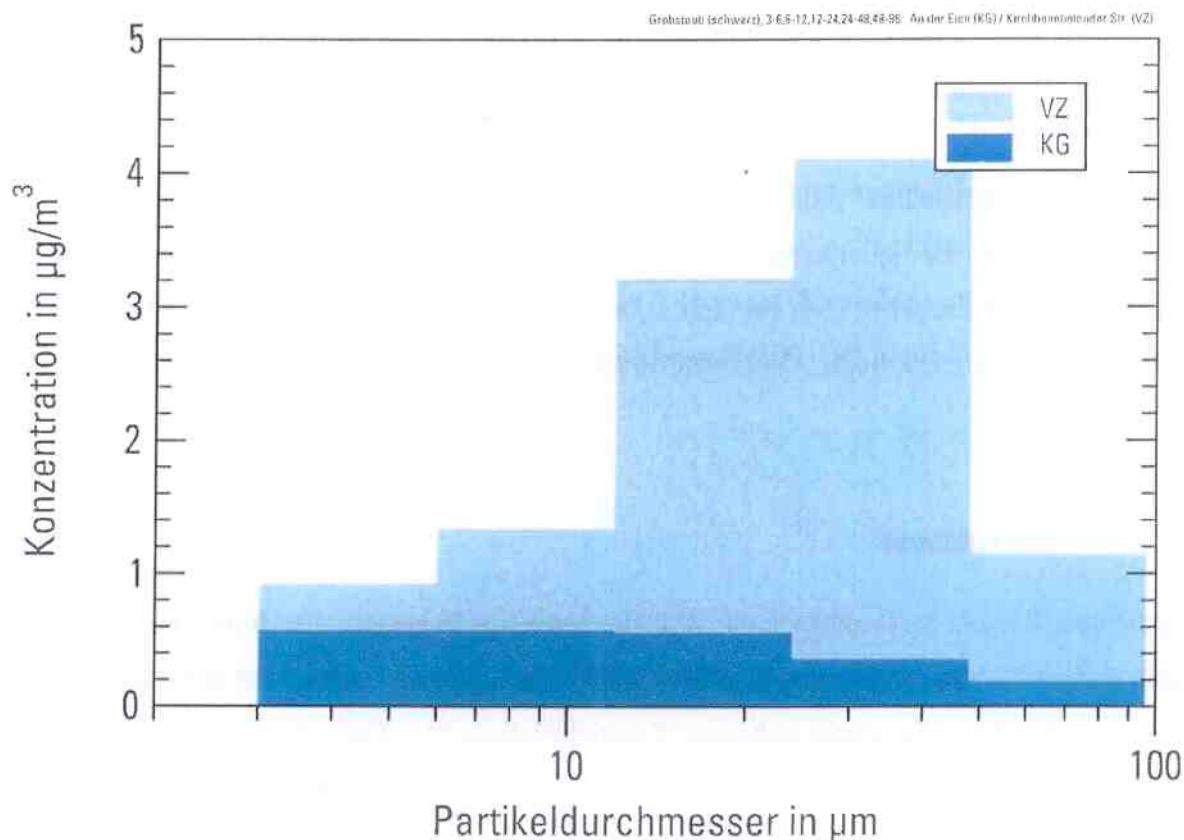


Abb. 10 Größenverteilung der „schwarzen“ Grobstaubpartikel in Dannenfels im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013 an den beiden Standorten „An der Eich“ (KG) und „Kirchheimbolander Str.“ (VZ)

Die charakteristischen Unterschiede sind deutlich zu erkennen: Ein ausgeprägtes Konzentrationsmaximum liegt am verkehrsbezogenen Standort bei einem Partikeldurchmesser von 24 µm bis 48 µm. Diese Größe ist typisch für die Teilchen, die durch den Abrieb der Kfz-Reifen und des Straßenasphalts entstehen (vergleiche Abbildung 5 auf der Seite 13). An der Probenahmestelle „An der Eich“ im Kurgebiet ist das Konzentrationsniveau erwartungsgemäß deutlich niedriger. Das Maximum liegt hier bei einem Partikeldurchmesser unter 12 µm. Diese Größe ist typisch für Partikel, die überwiegend aus Heizungen stammen.

Die detaillierte Analyse der Witterungsabhängigkeit in den Immissions-Witterungsrosen in den Abbildungen 28 bis 30 ergibt: An allen drei Probenahmestellen des Beurteilungsgebietes von Dannenfels war die Konzentration der „schwarzen“ Grobstaubpartikel während der Ostlagen am höchsten, knapp gefolgt von den Hochdruckwetterlagen. Die niedrigsten Belastungen wurden in allen drei Repräsentanzen während Witterungstypen mit vorwiegenden Winden aus westlichen Richtungen beobachtet. Probenahme Wochen mit vorherrschenden Ostlagen traten allerdings im gesamten Messzeitraum nur dreimal auf und sind daher statistisch nicht sehr aussagekräftig.

Bei einer „normalverteilten“ Häufigkeit der Witterungstypen (Reduktion auf den Bezugszeitraum 1981 – 2010) wären die mittleren Konzentrationen des „schwarzen“ Grobstaubs in Dannenfels an der Messstelle im Kurgebiet („An der Eich“) um +3 %, im Ortszentrum („Am Dieterswald“) um +6 % und im Verkehrszentrum („Kirchheimbolander Str.“) um +4 % höher ausgefallen.

5.4 Stickstoffdioxid

Die Tabelle 10 sowie die Grafiken in den Abbildungen 22 bis 24 zeigen: Die Mittelbildung über zwei aufeinander folgende Probenahme Wochen ergab in Dannenfels an keinem der drei Standorte eine Überschreitung des jeweils geltenden Kurzzeit-Richtwertes. Nach den Begriffsbestimmungen wären bis zu zwei Überschreitungen an jeder Probenahmestelle erlaubt gewesen.

Die mittleren Belastungsverhältnisse sind in den Tabellen 13 und 16 wiedergegeben. Erwartungsgemäß wurde beim Stickstoffdioxid die höchste Belastung mit $14,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an der Probenahmestelle „Kirchheimbolander Str.“ (Verkehrszentrum) festgestellt. Bei einem Ausschöpfungsgrad des dort geltenden Langzeit-Richtwertes von 42 % ist diese Belastung jedoch unauffällig. Die an der vom direkten Verkehrseinfluss abgeschirmten Messstelle „Am Dieterswald“ im Ortszentrum von Dannenfels gemessene mittlere Stickstoffdioxid-Konzentration liegt bei $10,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Mit einer Ausschöpfung von 44 % des dortigen Langzeit-Richtwertes liegt die Belastung durch Stickstoffdioxid an dieser Messstelle im kurortüblichen Normalbereich. Die am Probenahmeort „An der Eich“ im Kurgebiet beobachtete Hintergrundbelastung durch Stickstoffdioxid weist eine mittlere Konzentration von $9,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf. Bei einem Ausschöpfungsgrad von 51 % des dort geltenden niedrigeren Langzeit-Richtwertes ist die Stickstoffdioxid-Belastung an dieser Probenahmestelle ebenfalls kurortüblich.

Die Langzeit-Richtwerte wurden an allen drei Probenahmestellen nicht erreicht (siehe Abbildung 11, vergleiche die Erläuterungen zur Abbildung 4 auf Seite 11). Eine Überschreitung des jeweiligen Langzeit-Richtwertes kann an allen drei Messstellen mit einer statistischen Wahrscheinlichkeit von über 97,5 % ausgeschlossen werden: Denn die Mittelwerte einschließlich der 95%-Vertrauensintervalle liegen deutlich unterhalb der Langzeit-Richtwerte.

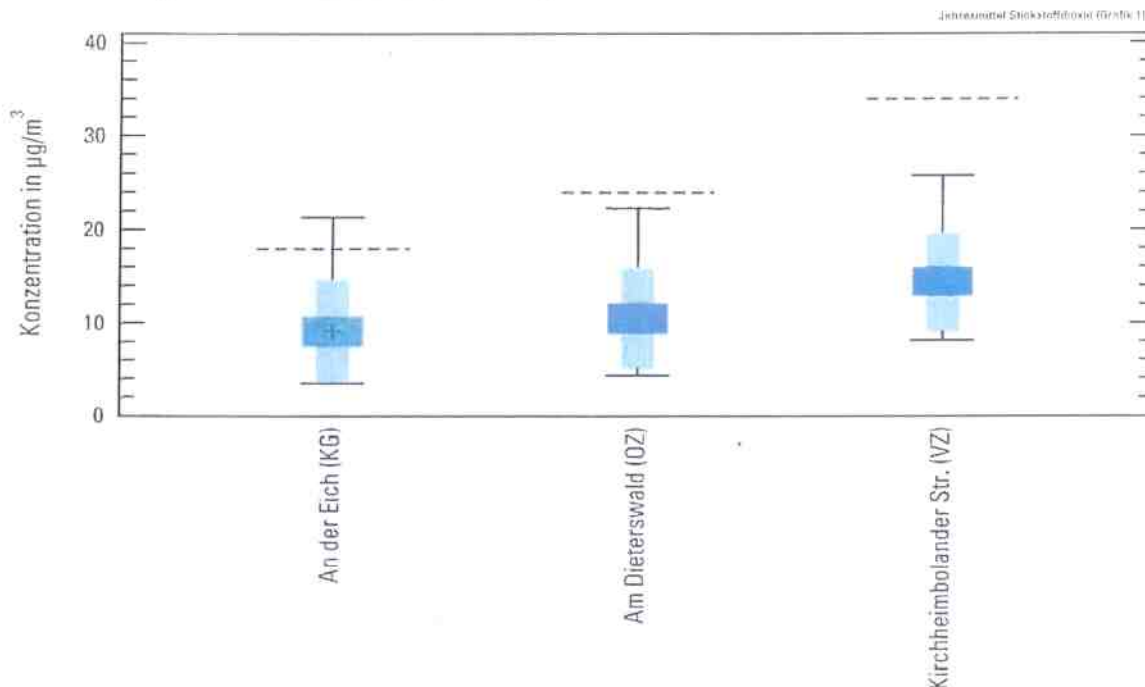


Abb. 11 Immissions-Kenngrößen in Dannenfels vom 23.11.2012 bis 22.11.2013 (Stickstoffdioxid; gestrichelte horizontale Linien = Langzeit-Richtwerte)

Der Vergleich mit anderen Kurorten in Deutschland in der Abbildung 12 auf Seite 22 bestätigt die unauffällige Hintergrundbelastung durch Stickstoffdioxid (siehe die Erläuterungen zur Abbildung 7 im Abschnitt 5.1 auf Seite 15): Etwa 52 % aller Kurorte wiesen im Ortsbereich in der Repräsentanz „Kurgebiet“ beim Stickstoffdioxid eine niedrigere Hintergrundbelastung auf als Dannenfels.

Die Tabelle 16 zeigt für alle drei Messstellen für das Gesamtkollektiv aller Witterungstypen und für das Teilkollektiv der Ost- und Hochdruckwetterlagen höhere Stickstoffdioxid-Konzentrationen im Winterhalbjahr als im Sommerhalbjahr. Daher zeigen die Abbildungen 22 bis 24 ein Minimum der Belastung in den Sommermonaten, das für die in dieser Jahreszeit günstigeren Austauschverhältnisse und die niedrigeren Heizungsimmissionen charakteristisch ist. Allerdings ist dieser Jahresverlauf an der verkehrsbezogenen Messstelle auf Grund der ganzjährig verkehrsbedingten Stickstoffdioxid-Emissionen etwas weniger deutlich ausgeprägt als im Kurgebiet.

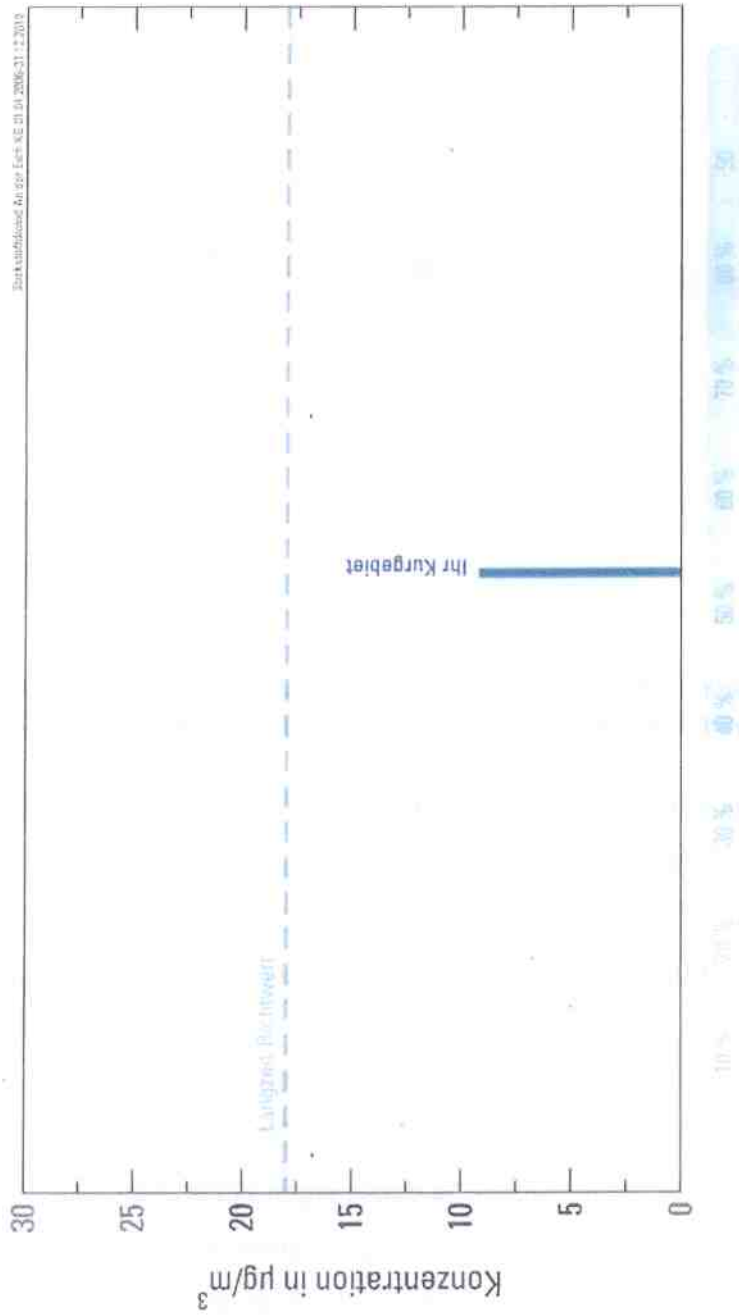


Abb. 12 Vergleich der Stickstoffdioxid-Belastung in Deutschlands Kurorten:
Mittlere Konzentrationswerte (der Größe nach sortiert) am Standort KG;
Grundlage: Messungen in über 200 Kurorten im Zeitraum 2006 – 2010

Die detaillierte Analyse der Witterungsabhängigkeit in den Immissions-Witterungsrosen in den Abbildungen 31 bis 33 zeigt: Die höchsten Stickstoffdioxid-Konzentrationen sind in Dannenfels an allen drei Probenahmestellen während der Ostlagen gemessen worden. Dabei sind die Belastungsunterschiede während der einzelnen Witterungstypen an allen drei Messstellen verhältnismäßig niedrig. Die geringsten Werte wiesen im Kurgebiet und im Verkehrszentrum die Südlagen, im Ortszentrum die Nordwestlagen auf. Allerdings sind Probenahmewochen mit vorherrschenden Ostlagen nur dreimal im Messzeitraum aufgetreten und damit statistisch kaum aussagekräftig.

Die überwiegend nur verhältnismäßig geringen Unterschiede der Stickstoffdioxid-Belastung während der verschiedenen Witterungstypen weisen darauf hin, dass die Stickstoffdioxid-Belastung im Beurteilungsgebiet von Dannenfels neben der großräumig vorhandenen Hintergrundbelastung vor allem auf die örtlichen Emittenten wie den Verkehr und im Winterhalbjahr zusätzlich auf die Heizungen zurückzuführen ist.

Bei einer „normalverteilten“ Häufigkeit der Witterungstypen (Reduktion auf den Bezugszeitraum 1981 – 2010) wären die über den gesamten Messzeitraum gemittelten Stickstoffdioxid-Konzentrationen im Kurgebiet und im Verkehrszentrum nahezu unverändert, im Ortszentrum um +1 % höher ausgefallen.

Die neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV) vom 02. August 2010 schreibt im § 3 vor:

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit beträgt der einzuhaltende über ein Kalenderjahr gemittelte Immissionsgrenzwert für Stickstoffdioxid (NO₂)

$$40 \mu\text{g}/\text{m}^3.$$

Der Vergleich mit den im Beurteilungsgebiet von Dannenfels gemessenen mittleren Konzentrationen zeigt, dass diese weit unter dem Immissionsgrenzwert von 40 µg/m³ liegen.

5.5 Vergleich mit den Messungen von 1998/1999

In den Abbildungen 13 bis 15 auf Seite 25 sind die mittleren Konzentrationen des Grobstaubs (gesamt und „schwarz“) sowie des Stickstoffdioxids in den beiden Messreihen 1998/1999 und 2012/2013 einander gegenübergestellt. Um bei den partikelförmigen Luftbeimengungen die jetzigen Massen-Konzentrationen mit den damaligen Depositionsraten in der Maßeinheit $\text{mg}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ vergleichen zu können, wurden letztere für Partikeldurchmesser zwischen $3 \mu\text{m}$ und $48 \mu\text{m}$ ($1 \mu\text{m} = 1$ Tausendstel Millimeter) neu ausgewertet und in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ umgerechnet. Dabei galten nach den damals gültigen Begriffsbestimmungen auf Grund des unterschiedlichen Messverfahrens jedoch andere, mit den jetzigen nicht vergleichbare Richtwerte.

Da sich die Probenahmegeräte in zwei der drei Repräsentanzen (KG und OZ) während beider Messkampagnen an unterschiedlichen Standorten befanden, sind die Messwerte dieser beiden Standorte nur bedingt miteinander vergleichbar. In den Abbildungen 13 bis 15 auf der folgenden Seite ist daher in diesen beiden Fällen statt der Probenahmestelle jeweils nur die Repräsentanz genannt.

Ein Vergleich der beiden Messreihen zeigt, dass die Belastung durch Grobstaub (gesamt und „schwarz“) sich überwiegend nur wenig verändert hat. Lediglich im Verkehrszentrum hat die Belastung durch „schwarze“ Grobstaubpartikel deutlich zugenommen. Die Belastung durch Stickstoffdioxid hat sich in allen drei Repräsentanzen verringert. Mögliche Ursachen für diese Trends sollen im Folgenden untersucht werden.

Der Vergleich der Häufigkeit der Großwetterlagen in den Monaten April bis September der beiden Messzeiträume ergibt: In der Kampagne 1998/1999 gab es 67 Tage mit Ost- und Hochdruckwetterlagen, im entsprechenden Zeitraum der Kampagne 2012/2013 genau 74 solcher Tage, die erfahrungsgemäß die Aufwirbelung von Grobstaubpartikeln fördern. Südwest- und Nordwestlagen, die oft feuchte und staubarme Luft heranführen, traten im Sommerhalbjahr während der Messreihe 1998/1999 an 59 Tagen, während der Messreihe 2012/2013 an 72 Tagen auf. Das Häufigkeitsverhältnis aus lufthygienisch ungünstigen zu günstigen Großwetterlagen im Sommerhalbjahr ergibt für 1998/1999 einen Zahlenwert von 1,14 und für 2012/2013 einen Zahlenwert von 1,03. Die Witterung im Sommerhalbjahr war während der Messkampagne 2012/2013 lufthygienisch ähnlich wie während der Messkampagne 1998/1999.

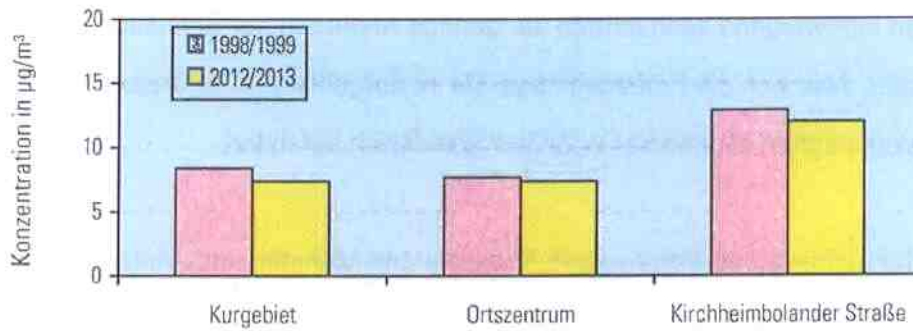


Abb. 13 Vergleich der mittleren Grobstaub-Konzentration (gesamt) in Dannenfels im Zeitraum 1998/1999 und 2012/2013

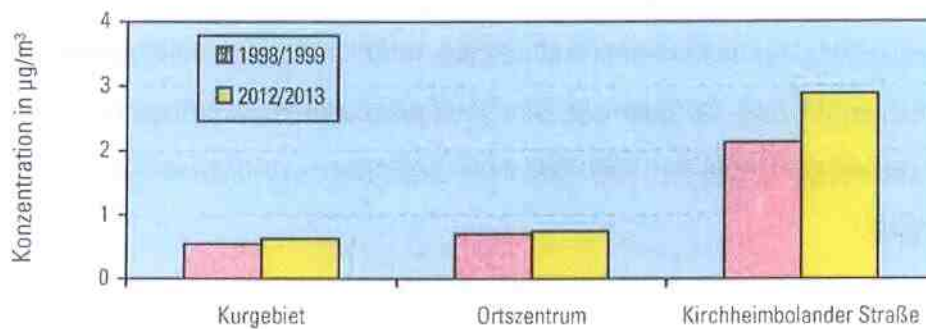


Abb. 14 Vergleich der mittleren Grobstaub-Konzentration („schwarz“) in Dannenfels im Zeitraum 1998/1999 und 2012/2013

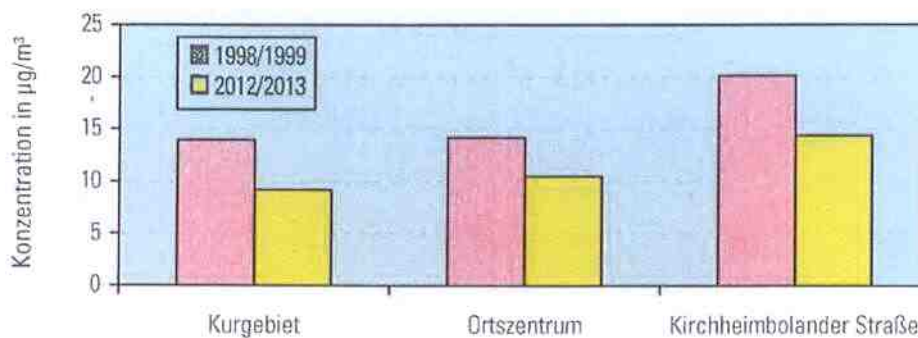


Abb. 15 Vergleich der mittleren Stickstoffdioxid-Konzentration in Dannenfels im Zeitraum 1998/1999 und 2012/2013

Auf Grund der lufthygienisch ähnlichen Witterungsverhältnisse in den Sommerhalbjahren der Jahre 1998/1999 und 2012/2013 erscheint die beim Grobstaub (gesamt und „schwarz“) an allen drei Probenahmeorten überwiegend beobachtete nur geringe Änderung der Belastung plausibel. Es ist jedoch zu beachten, dass sich die Probenahmegeräte im Kurgebiet und im Ortszentrum während der beiden Messkampagnen an unterschiedlichen Standorten befanden.

Eine analoge Untersuchung des Witterungseinflusses in den Monaten des Winterhalbjahres (Oktober bis März) in Bezug auf die Stickstoffdioxid-Belastung ergibt: In den entsprechenden Monaten des Messzeitraums 1998/1999 gab es 94 Tage mit Hochdruckwetter- und Ostlagen, im vergleichbaren Zeitraum der Messkampagne 2012/2013 genau 46 solcher Tage, die auf Grund eingeschränkter Austauschbedingungen die Zunahme der Stickstoffdioxid-Konzentration in den bodennahen Luftschichten fördern. Südwest- und Nordwestlagen, die erfahrungsgemäß ganzjährig für eine gute Durchmischung der bodennahen Luft sorgen, traten im Winterhalbjahr während der beiden Messreihen an 111 bzw. 99 Tagen auf. Das Häufigkeitsverhältnis lufthygienisch ungünstige zu günstigen Großwetterlagen ergibt für 1998/1999 einen Zahlenwert von 0,85 und für 2012/2013 einen Zahlenwert von 0,46.

Während des Winterhalbjahres war die Witterung während der Messkampagne 2012/2013 lufthygienisch deutlich günstiger als während der Messungen von 1998/1999. Somit erscheint die in Dannenfels beobachtete Abnahme der Belastung durch Stickstoffdioxid plausibel. Auch in diesen Fällen ist jedoch zu beachten, dass sich die Probenahmegeräte im Kurgebiet und im Ortszentrum während der beiden Messkampagnen an unterschiedlichen Standorten befanden.

6 Anhang

6.1 Verzeichnis der Tabellen

a) Tabellen im Text:

Tab. 1 Luftqualitäts-Richtwerte LR 1 (Langzeit-Richtwerte) für Kurorte
(Seite 6)

Tab. 2 Luftqualitäts-Richtwerte LR 2 (Kurzzeit-Richtwerte) für Kurorte
(Seite 6)

Tab. 3 Witterungstypen in Mitteleuropa und Austauschverhältnisse
(Seite 8)

Tab. 4 Immissions-Kenngrößen der Grobstaub-Konzentration (gesamt)
(Seite 10) in Dannenfels im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013

b) Tabellen im Anhang (Abschnitt 6.3):

Tab. 5 Mittlere wöchentliche Immissionsbelastung in Dannenfels
an der Probenahmestelle KG: An der Eich

Tab. 6 Mittlere wöchentliche Immissionsbelastung in Dannenfels
an der Probenahmestelle OZ: Am Dieterswald

Tab. 7 Mittlere wöchentliche Immissionsbelastung in Dannenfels
an der Probenahmestelle VZ: Kirchheimbolander Str.

Tab. 8 Immissionswert-Überschreitungen der Grobstaub-Konzentration (gesamt)
in Dannenfels im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013 (7-tägige Exposition)

Tab. 9 Immissionswert-Überschreitungen der Grobstaub-Konzentration („schwarz“)
in Dannenfels im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013 (7-tägige Exposition)

-
- Tab. 10 Immissionswert-Überschreitungen der Stickstoffdioxid-Konzentration in Dannenfels im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013 (14-tägige Exposition)
- Tab. 11 Immissions-Kenngrößen der Grobstaub-Konzentration (gesamt) in Dannenfels im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013
- Tab. 12 Immissions-Kenngrößen der Grobstaub-Konzentration („schwarz“) in Dannenfels im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013
- Tab. 13 Immissions-Kenngrößen der Stickstoffdioxid-Konzentration in Dannenfels im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013
- Tab. 14 Richtwert-Ausschöpfung der Grobstaub-Konzentration (gesamt) in Dannenfels im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013
- Tab. 15 Richtwert-Ausschöpfung der Grobstaub-Konzentration („schwarz“) in Dannenfels im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013
- Tab. 16 Richtwert-Ausschöpfung der Stickstoffdioxid-Konzentration in Dannenfels im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013

6.2 Verzeichnis der Abbildungen

a) Abbildungen im Text:

- Abb. 1 Ausschnitt aus dem Ortsplan von Dannenfels mit den Standorten
(Seite 5) für die Probenahme partikel- und gasförmiger Luftbeimengungen
- Abb. 2 Jahreszeitlicher Verlauf der Grobstaub-Konzentration (gesamt)
(Seite 7) am Standort „An der Eich“ (KG) im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013
- Abb. 3 Immissions-Witterungsrose der Stickstoffdioxid-Konzentration
(Seite 8) am Standort „Am Dieterswald“ (OZ) im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013

- Abb. 4 Kenngrößen der Immissionsmessungen
(Seite 11) (erläutert am Beispiel einer Boxplot-Darstellung)
- Abb. 5 Mikroskopische Analyse von Grobstaubpartikeln auf einer Haftfolie;
(Seite 13) typische Ablagerungen an verkehrsbezogenen Standorten in Kurorten
- Abb. 6 Immissions-Kenngrößen in Dannenfels im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013
(Seite 14) (gesamter Grobstaub; gestrichelte horizontale Linien = Langzeit-Richtwerte)
- Abb. 7 Vergleich der Grobstaub-Belastung (gesamt) in Deutschlands Kurorten:
(Seite 15) Mittlere Konzentrationswerte (der Größe nach sortiert) am Standort KG;
Grundlage: Messungen in über 200 Kurorten im Zeitraum 2006 – 2010
- Abb. 8 Jahreszeitlicher Verlauf der Pollen im Beurteilungsgebiet von Dannenfels
(Seite 17) (Mittel über alle Standorte) im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013
- Abb. 9 Immissions-Kenngrößen in Dannenfels im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013
(Seite 18) („schwarzer“ Grobstaub; gestrichelte horizontale Linien = Langzeit-Richtwerte)
- Abb. 10 Größenverteilung der „schwarzen“ Grobstaubpartikel
(Seite 19) in Dannenfels im Zeitraum vom 23.11.2012 bis 22.11.2013
an den beiden Standorten „An der Eich“ (KG) und „Kirchheimbolander Str.“ (VZ)
- Abb. 11 Immissions-Kenngrößen in Dannenfels im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013
(Seite 21) (Stickstoffdioxid; gestrichelte horizontale Linien = Langzeit-Richtwerte)
- Abb. 12 Vergleich der Stickstoffdioxid-Belastung in Deutschlands Kurorten:
(Seite 22) Mittlere Konzentrationswerte (der Größe nach sortiert) am Standort KG;
Grundlage: Messungen in über 200 Kurorten im Zeitraum 2006 – 2010
- Abb. 13 Vergleich der mittleren Grobstaub-Konzentration (gesamt)
(Seite 25) in Dannenfels im Zeitraum 1998/1999 und 2012/2013

Abb. 14 Vergleich der mittleren Grobstaub-Konzentration („schwarz“)

(Seite 25) in Dannenfels im Zeitraum 1998/1999 und 2012/2013

Abb. 15 Vergleich der mittleren Stickstoffdioxid-Konzentration

(Seite 25) in Dannenfels im Zeitraum 1998/1999 und 2012/2013

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

Abb. 16 Jahreszeitlicher Verlauf der Grobstaub-Konzentration (gesamt)
am Standort „An der Eich“ (KG) im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013

Abb. 17 Jahreszeitlicher Verlauf der Grobstaub-Konzentration (gesamt)
am Standort „Am Dieterswald“ (OZ) im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013

Abb. 18 Jahreszeitlicher Verlauf der Grobstaub-Konzentration (gesamt)
am Standort „Kirchheimbolander Str.“ (VZ) im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013

Abb. 19 Jahreszeitlicher Verlauf der Grobstaub-Konzentration („schwarz“)
am Standort „An der Eich“ (KG) im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013

Abb. 20 Jahreszeitlicher Verlauf der Grobstaub-Konzentration („schwarz“)
am Standort „Am Dieterswald“ (OZ) im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013

Abb. 21 Jahreszeitlicher Verlauf der Grobstaub-Konzentration („schwarz“)
am Standort „Kirchheimbolander Str.“ (VZ) im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013

Abb. 22 Jahreszeitlicher Verlauf der Stickstoffdioxid-Konzentration
am Standort „An der Eich“ (KG) im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013

Abb. 23 Jahreszeitlicher Verlauf der Stickstoffdioxid-Konzentration
am Standort „Am Dieterswald“ (OZ) im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013

- Abb. 24 Jahreszeitlicher Verlauf der Stickstoffdioxid-Konzentration
am Standort „Kirchheimbolander Str.“ (VZ) im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013
- Abb. 25 Immissions-Witterungsrose der Grobstaub-Konzentration (gesamt)
am Standort „An der Eich“ (KG) im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013
- Abb. 26 Immissions-Witterungsrose der Grobstaub-Konzentration (gesamt)
am Standort „Am Dieterswald“ (OZ) im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013
- Abb. 27 Immissions-Witterungsrose der Grobstaub-Konzentration (gesamt)
am Standort „Kirchheimbolander Str.“ (VZ) im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013
- Abb. 28 Immissions-Witterungsrose der Grobstaub-Konzentration („schwarz“)
am Standort „An der Eich“ (KG) im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013
- Abb. 29 Immissions-Witterungsrose der Grobstaub-Konzentration („schwarz“)
am Standort „Am Dieterswald“ (OZ) im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013
- Abb. 30 Immissions-Witterungsrose der Grobstaub-Konzentration („schwarz“)
am Standort „Kirchheimbolander Str.“ (VZ) im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013
- Abb. 31 Immissions-Witterungsrose der Stickstoffdioxid-Konzentration
am Standort „An der Eich“ (KG) im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013
- Abb. 32 Immissions-Witterungsrose der Stickstoffdioxid-Konzentration
am Standort „Am Dieterswald“ (OZ) im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013
- Abb. 33 Immissions-Witterungsrose der Stickstoffdioxid-Konzentration
am Standort „Kirchheimbolander Str.“ (VZ) im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013

6.3 Tabellen

Tabelle 5 Mittlere wöchentliche Immissionsbelastung in Dannenfels an der Probenahmestelle KG: An der Eich; WT = Witterungstyp (siehe Tab. 3); fett gedruckter Wert = Ausreißer; fehlender Wert = keine auswertbare Probe
* = Messwert unterhalb der Nachweisgrenze (NWG) = ½ NWG-Wert

Probenahmezeitraum	WT	Grobstaub (µg/m³)		Stickstoffdioxid (µg/m³)
		gesamt	„schwarz“	
23.11.12-30.11.12	S	5,06	0,26	6,1
30.11.12-07.12.12	W	3,61	0,17	10,1
07.12.12-14.12.12	W	3,73	0,23	20,5
14.12.12-21.12.12	S	2,58	0,30	13,4
21.12.12-04.01.13	W	1,52	0,00	4,2
04.01.13-11.01.13	H	2,76	0,10	8,8
11.01.13-18.01.13	W	3,93	0,27	22,2
18.01.13-25.01.13	W	3,52	0,17	24,1
25.01.13-01.02.13	W	2,84	0,31	7,3
01.02.13-08.02.13	W	0,89	0,12	4,5
08.02.13-15.02.13	E	5,68	0,80	12,1
15.02.13-01.03.13	H	2,86	0,29	15,3
22.02.13-01.03.13	N	4,36	0,81	14,5
01.03.13-08.03.13	H	6,30	1,14	22,8
08.03.13-15.03.13	W	3,11	0,31	10,8
15.03.13-22.03.13	W	4,74	1,03	8,9
22.03.13-28.03.13	H	8,53	1,27	9,4
28.03.13-05.04.13	W	9,63	1,12	6,0
05.04.13-12.04.13	W	6,65	1,20	7,8
12.04.13-19.04.13	H	7,50	0,88	5,9
19.04.13-26.04.13	H	11,52	1,46	5,3
26.04.13-03.05.13	H	7,21	0,48	9,0
03.05.13-10.05.13	H	9,94	0,71	4,3
10.05.13-17.05.13	S	6,03	0,51	4,8
17.05.13-24.05.13	N	3,42	0,60	5,8
24.05.13-07.06.13	W	7,03	1,16	5,9
31.05.13-07.06.13	H			
07.06.13-14.06.13	W	11,83	0,93	5,4
14.06.13-21.06.13	S	27,07	1,18	6,2
21.06.13-28.06.13	W	2,84	0,28	3,9
28.06.13-05.07.13	W	8,52	0,47	3,3
05.07.13-12.07.13	H	18,44	0,76	5,6
12.07.13-19.07.13	H	19,09	0,86	6,0
19.07.13-26.07.13	H	13,25	0,65	5,3
26.07.13-02.08.13	H	9,80	0,72	6,0
02.08.13-09.08.13	S	11,25	0,63	4,1
09.08.13-16.08.13	W	12,06	0,70	3,1
16.08.13-23.08.13	H	10,90	0,71	6,4
23.08.13-30.08.13	N	10,99	0,59	8,7
30.08.13-06.09.13	W	12,15	1,14	7,4
06.09.13-13.09.13	N	7,35	0,30	6,6
13.09.13-23.09.13	W	4,72	0,28	3,8
23.09.13-27.09.13	E	15,73	0,77	9,6
27.09.13-04.10.13	E	13,69	1,26	13,6
04.10.13-11.10.13	H	9,01	0,41	12,3
11.10.13-18.10.13	N	3,97	0,49	16,7
18.10.13-25.10.13	S	9,34	0,44	9,2
25.10.13-30.10.13	S	7,51	0,31	6,1
30.10.13-08.11.13	W	6,47	0,41	5,8
08.11.13-15.11.13	W	5,31	0,48	15,1
15.11.13-22.11.13	H	5,55	0,59	18,7

Tabelle 6 Mittlere wöchentliche Immissionsbelastung in Dannenfels an der Probenahmestelle OZ: Am Dieterswald; WT = Witterungstyp (siehe Tab. 3); fett gedruckter Wert = Ausreißer; fehlender Wert = keine auswertbare Probe
* = Messwert unterhalb der Nachweisgrenze (NWG) = ½ NWG-Wert

Probenahmezeitraum	WT	Grobstaub ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Stickstoffdioxid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
		gesamt	"schwarz"	
23.11.12-30.11.12	S	4,87	0,34	10,1
30.11.12-07.12.12	W	2,66	0,08	12,6
07.12.12-14.12.12	W	4,79	0,28	22,3
14.12.12-21.12.12	S	4,44	0,35	16,0
21.12.12-04.01.13	W	2,08	0,04	4,8
04.01.13-11.01.13	H	2,94	0,27	13,2
11.01.13-18.01.13	W	4,50	0,42	22,2
18.01.13-25.01.13	W	4,77	0,45	23,4
25.01.13-01.02.13	W	3,57	0,24	9,1
01.02.13-08.02.13	W	0,88	0,21	5,7
08.02.13-15.02.13	E	4,68	0,82	13,6
15.02.13-01.03.13	H	3,20	0,97	17,8
22.02.13-01.03.13	N	3,80	0,37	
01.03.13-08.03.13	H	6,82	2,25	25,4
08.03.13-15.03.13	W	2,97	0,78	12,4
15.03.13-22.03.13	W	2,91	0,65	11,5
22.03.13-28.03.13	H	8,86	1,86	10,4
28.03.13-05.04.13	W	8,05	1,15	6,5
05.04.13-12.04.13	W	5,46	0,74	9,6
12.04.13-19.04.13	H	10,55	1,39	7,4
19.04.13-26.04.13	H	17,17	1,84	6,9
26.04.13-03.05.13	H	5,04	0,66	9,8
03.05.13-10.05.13	H	9,27	0,52	6,2
10.05.13-17.05.13	S	8,17	0,70	6,3
17.05.13-24.05.13	N	5,02	0,45	5,5
24.05.13-07.06.13	W	10,45	1,35	6,4
31.05.13-07.06.13	H			
07.06.13-14.06.13	W	11,26	0,45	6,9
14.06.13-21.06.13	S	18,19	1,23	7,3
21.06.13-28.06.13	W	3,89	0,24	3,5
28.06.13-05.07.13	W	6,17	0,39	3,9
05.07.13-12.07.13	H	13,90	0,82	6,6
12.07.13-19.07.13	H	15,32	0,98	6,9
19.07.13-26.07.13	H	9,67	1,05	8,3
26.07.13-02.08.13	H	8,04	0,74	6,1
02.08.13-09.08.13	S	11,86	1,26	5,3
09.08.13-16.08.13	W	9,10	0,63	5,2
16.08.13-23.08.13	H	11,09	1,00	9,2
23.08.13-30.08.13	N	8,86	0,84	11,8
30.08.13-06.09.13	W	10,70	0,66	11,9
06.09.13-13.09.13	N	3,34	0,22	7,4
13.09.13-23.09.13	W	4,05	0,31	5,9
23.09.13-27.09.13	E	11,19	1,23	13,1
27.09.13-04.10.13	E	11,66	1,32	14,2
04.10.13-11.10.13	H	7,18	0,55	12,5
11.10.13-18.10.13	N	4,73	0,74	8,9
18.10.13-25.10.13	S	9,43	1,08	14,1
25.10.13-30.10.13	S	6,40	0,43	9,1
30.10.13-08.11.13	W	6,14	0,63	8,3
08.11.13-15.11.13	W	14,31	0,60	16,4
15.11.13-22.11.13	H	5,60	0,43	17,1

Tabelle 7 Mittlere wöchentliche Immissionsbelastung in Dannenfels an der Probenahmestelle VZ: Kirchheimbolander Str.; WT = Witterungstyp (siehe Tab. 3); fett gedruckter Wert = Ausreißer; fehlender Wert = keine auswertbare Probe
* = Messwert unterhalb der Nachweisgrenze (NWG) = ½ NWG-Wert

Probenahmezeitraum	WT	Grobstaub (µg/m³)		Stickstoffdioxid (µg/m³)
		gesamt	"schwarz"	
23.11.12-30.11.12	S	11,71	1,52	12,6
30.11.12-07.12.12	W	7,53	0,94	16,6
07.12.12-14.12.12	W	9,57	0,53	25,7
14.12.12-21.12.12	S	6,90	0,83	19,9
21.12.12-04.01.13	W	3,14	0,21	7,0
04.01.13-11.01.13	H	9,63	2,30	15,3
11.01.13-18.01.13	W	12,28	1,35	25,7
18.01.13-25.01.13	W	5,16	0,33	27,2
25.01.13-01.02.13	W	4,71	0,69	12,6
01.02.13-08.02.13	W	1,97	0,44	9,5
08.02.13-15.02.13	E	11,55	1,76	17,6
15.02.13-01.03.13	H	10,17	3,21	20,4
22.02.13-01.03.13	N	6,40	1,53	20,8
01.03.13-08.03.13	H	16,99	5,27	27,2
08.03.13-15.03.13	W	7,31	1,97	16,8
15.03.13-22.03.13	W	8,55	3,46	16,2
22.03.13-28.03.13	H	19,53	5,65	12,8
28.03.13-05.04.13	W	16,44	5,66	10,7
05.04.13-12.04.13	W	9,73	3,32	15,4
12.04.13-19.04.13	H	17,46	4,59	12,2
19.04.13-26.04.13	H	17,52	4,18	11,4
26.04.13-03.05.13	H	9,93	3,01	13,4
03.05.13-10.05.13	H	15,82	4,13	11,0
10.05.13-17.05.13	S	9,32	2,53	10,6
17.05.13-24.05.13	N	6,16	1,46	9,5
24.05.13-07.06.13	W	11,01	2,70	11,4
31.05.13-07.06.13	H			
07.06.13-14.06.13	W	14,29	3,07	11,4
14.06.13-21.06.13	S	14,78	2,22	12,1
21.06.13-28.06.13	W	9,50	3,54	8,6
28.06.13-05.07.13	W	10,48	3,56	8,5
05.07.13-12.07.13	H	15,87	2,40	11,1
12.07.13-19.07.13	H	16,60	3,27	11,5
19.07.13-26.07.13	H	13,68	2,32	10,6
26.07.13-02.08.13	H	12,99	3,37	8,4
02.08.13-09.08.13	S	15,49	4,16	8,9
09.08.13-16.08.13	W	16,65	4,76	7,7
16.08.13-23.08.13	H	17,86	4,27	13,3
23.08.13-30.08.13	N	15,43	4,07	16,1
30.08.13-06.09.13	W	15,66	2,54	13,4
06.09.13-13.09.13	N	8,65	1,88	10,7
13.09.13-23.09.13	W	7,80	2,95	9,9
23.09.13-27.09.13	E	16,12	5,85	17,6
27.09.13-04.10.13	E	30,59	3,92	16,1
04.10.13-11.10.13	H	12,11	2,43	16,6
11.10.13-18.10.13	N	9,68	2,41	12,3
18.10.13-25.10.13	S	15,59	4,42	15,0
25.10.13-30.10.13	S	9,75	2,72	11,7
30.10.13-08.11.13	W	11,46	2,00	13,8
08.11.13-15.11.13	W	13,44	3,78	21,0
15.11.13-22.11.13	H	11,35	4,74	22,4

**Tabelle 8 Immissionswert-Überschreitungen der Grobstaub-Konzentration (gesamt) in Dannenfels im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013 (7-tägige Exposition);
grau hinterlegte Werte = Überschreitungshäufigkeit der Kurzzeit-Richtwerte
rot hinterlegte Werte = gemäß den Begriffsbestimmungen unzulässig hohe Werte**

Schwellenwerte in $\mu\text{g}/\text{m}^3$		gesamt	> 4	> 8	> 12	> 16	> 20	> 25	> 27	> 28	> 30	> 45	> 55	
Probenahmestellen	An der Eich (KG)	Proben- anzahl absolut	49	35	19	7	2	0	0	0	0	0	0	0
		Proben- anzahl in %	100,0	71,4	38,8	14,3	4,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Am Dieterswald (OZ)	Proben- anzahl absolut	50	39	22	5	2	0	0	0	0	0	0	0
		Proben- anzahl in %	100,0	78,0	44,0	10,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Kirchheimbolder Str.	Proben- anzahl absolut	50	48	40	23	10	1	1	1	1	1	0	0
		Proben- anzahl in %	100,0	96,0	80,0	46,0	20,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0,0	0,0

**Tabelle 9 Immissionswert-Überschreitungen der Grobstaub-Konzentration („schwarz“)
in Dannenfels im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013 (7-tägige Exposition);
grau hinterlegte Werte = Überschreitungshäufigkeit der Kurzzeit-Richtwerte
rot hinterlegte Werte = gemäß den Begriffsbestimmungen unzulässig hohe Werte**

Schwellenwerte in $\mu\text{g}/\text{m}^3$			gesamt	> 0.4	> 0.8	> 1.2	> 1.6	> 2.0	> 3.0	> 3.3	> 3.5	> 4.0	> 9.0	> 11.0
Probenahmestellen	An der Eich (KG)	Proben- anzahl absolut	50	34	14	4	0	0	0	0	0	0	0	0
		Proben- anzahl in %	100,0	68,0	28,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Am Dieterswald (OZ)	Proben- anzahl absolut	50	37	18	9	3	1	0	0	0	0	0	0
		Proben- anzahl in %	100,0	74,0	36,0	18,0	6,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Kirchheimbolander Str.	Proben- anzahl absolut	50	48	45	43	39	35	24	20	17	13	0	0
		Proben- anzahl in %	100,0	96,0	90,0	86,0	78,0	70,0	48,0	40,0	34,0	26,0	0,0	0,0

**Tabelle 10 Immissionswert-Überschreitungen der Stickstoffdioxid-Konzentration in Dannenfels im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013 (14-tägige Exposition);
grau hinterlegte Werte = Überschreitungshäufigkeit der Kurzzeit-Richtwerte
rot hinterlegte Werte = gemäß den Begriffsbestimmungen unzulässig hohe Werte**

Schwellenwerte in $\mu\text{g}/\text{m}^3$			gesamt	> 5	> 10	> 15	> 20	> 25	> 30	> 34	> 35	> 40	> 45	> 50
Probenahmestellen	An der Eich (KG)	Proben- anzahl absolut	25	22	7	3	1	0	0	0	0	0	0	0
		Proben- anzahl in %	100,0	88,0	28,0	12,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Am Dieterswald (OZ)	Proben- anzahl absolut	25	25	11	4	2	1	0	0	0	0	0	0
		Proben- anzahl in %	100,0	100,0	44,0	16,0	8,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Kirchheimbolander Str.	Proben- anzahl absolut	25	25	23	7	3	1	0	0	0	0	0	0
		Proben- anzahl in %	100,0	100,0	92,0	28,0	12,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabelle 11 Immissions-Kenngrößen der Grobstaub-Konzentration (gesamt) in Dannenfels im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013;
PZ = Anzahl der Proben; MW = Mittelwert des Datenkollektivs;
 σ = Standardabweichung; 95%-VI = 95%-Vertrauensintervall

Probenahmestellen	PZ	Kenngrößen in $\mu\text{g}/\text{m}^3$						
		MW	σ	95%-VI	Perzentile			
					25 %	50 %	75 %	95 %
An der Eich (KG)	49	7,4	± 4,3	± 1,2	3,78	6,56	9,91	14,81
Am Dieterswald (OZ)	50	7,4	± 4,1	± 1,2	4,24	6,17	10,06	14,81
Kirchheimbolander Str. (VZ)	50	12,0	± 5,0	± 1,4	8,98	11,46	15,63	17,69

Tabelle 12 Immissions-Kenngrößen der Grobstaub-Konzentration („schwarz“) in Dannenfels im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013;
PZ = Anzahl der Proben; MW = Mittelwert des Datenkollektivs;
 σ = Standardabweichung; 95%-VI = 95%-Vertrauensintervall

Probenahmestellen	PZ	Kenngrößen in $\mu\text{g}/\text{m}^3$						
		MW	σ	95%-VI	Perzentile			
					25 %	50 %	75 %	95 %
An der Eich (KG)	50	0,62	± 0,37	± 0,10	0,30	0,59	0,84	1,23
Am Dieterswald (OZ)	50	0,74	± 0,48	± 0,14	0,38	0,65	0,99	1,62
Kirchheimbolander Str. (VZ)	50	2,88	± 1,47	± 0,42	1,82	2,72	4,00	5,46

Tabelle 13 Immissions-Kenngrößen der Stickstoffdioxid-Konzentration in Dannenfels im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013;
PZ = Anzahl der Proben; MW = Mittelwert des Datenkollektivs;
 σ = Standardabweichung; 95%-VI = 95%-Vertrauensintervall

Probenahmestellen	PZ	Kenngrößen in $\mu\text{g}/\text{m}^3$						
		MW	σ	95%-VI	Perzentile			
					25 %	50 %	75 %	95 %
An der Eich (KG)	50	9,2	± 5,4	± 1,5	5,50	6,61	11,48	21,36
Am Dieterswald (OZ)	49	10,5	± 5,3	± 1,5	6,42	9,10	12,97	22,27
Kirchheimbolander Str. (VZ)	50	14,4	± 5,1	± 1,5	10,72	12,63	16,59	25,70

Tabelle 14 Richtwert-Ausschöpfung der Grobstaub-Konzentration (gesamt) in Dannenfels im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013;
PZ = Anzahl der Proben; MW = Mittelwert des Datenkollektivs;
AG = Ausschöpfungsgrad des jeweiligen Langzeit-Richtwerts in %

Probenahmestellen	Gesamtzeitraum			Winterhalbjahr (01.10. – 31.03.)				Sommerhalbjahr (01.04. – 30.09.)			
	Alle Wetterlagen			Alle Wetterlagen		H- und Ostlagen		Alle Wetterlagen		H- und Ostlagen	
	PZ	MW µg/m ³	AG %	PZ	MW µg/m ³	PZ	MW µg/m ³	PZ	MW µg/m ³	PZ	MW µg/m ³
An der Eich (KG)	49	7,4	57	25	4,9	7	5,8	24	10,1	11	12,5
Am Dieterswald (OZ)	50	7,4	49	25	5,2	7	5,6	25	9,6	11	11,2
Kirchheimbolander Str. (VZ)	50	12,0	43	25	10,1	7	13,0	25	14,0	11	16,8

Tabelle 15 Richtwert-Ausschöpfung der Grobstaub-Konzentration („schwarz“) in Dannenfels im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013;
PZ = Anzahl der Proben; MW = Mittelwert des Datenkollektivs;
AG = Ausschöpfungsgrad des jeweiligen Langzeit-Richtwerts in %

Probenahmestellen	Gesamtzeitraum			Winterhalbjahr (01.10. – 31.03.)				Sommerhalbjahr (01.04. – 30.09.)			
	Alle Wetterlagen			Alle Wetterlagen		H- und Ostlagen		Alle Wetterlagen		H- und Ostlagen	
	PZ	MW µg/m ³	AG %	PZ	MW µg/m ³	PZ	MW µg/m ³	PZ	MW µg/m ³	PZ	MW µg/m ³
An der Eich (KG)	50	0,62	44	25	0,47	7	0,66	25	0,77	11	0,84
Am Dieterswald (OZ)	50	0,74	41	25	0,64	7	1,02	25	0,84	11	1,05
Kirchheimbolander Str. (VZ)	50	2,88	52	25	2,41	7	3,62	25	3,36	11	3,76

Tabelle 16 Richtwert-Ausschöpfung der Stickstoffdioxid-Konzentration in Dannenfels im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013;
PZ = Anzahl der Proben; MW = Mittelwert des Datenkollektivs;
AG = Ausschöpfungsgrad des jeweiligen Langzeit-Richtwerts in %

Probenahmestellen	Gesamtzeitraum			Winterhalbjahr (01.10. – 31.03.)				Sommerhalbjahr (01.04. – 30.09.)			
	Alle Wetterlagen			Alle Wetterlagen		H- und Ostlagen		Alle Wetterlagen		H- und Ostlagen	
	PZ	MW µg/m ³	AG %	PZ	MW µg/m ³	PZ	MW µg/m ³	PZ	MW µg/m ³	PZ	MW µg/m ³
An der Eich (KG)	50	9,2	51	25	12,2	7	14,2	25	6,2	11	7,0
Am Dieterswald (OZ)	49	10,5	44	24	13,5	7	15,7	25	7,7	11	8,6
Kirchheimbolander Str. (VZ)	50	14,4	42	25	17,1	7	18,9	25	11,6	11	12,4

6.4 Abbildungen

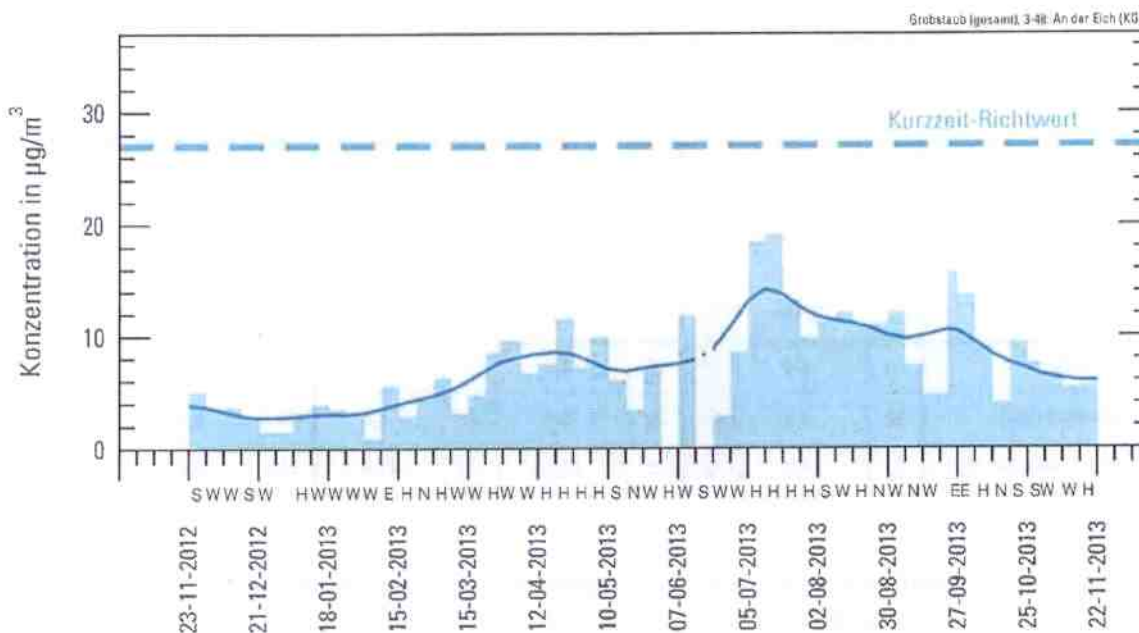


Abb. 16 Jahreszeitlicher Verlauf der Grobstaub-Konzentration (gesamt) am Standort „An der Eich“ (KG) im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013

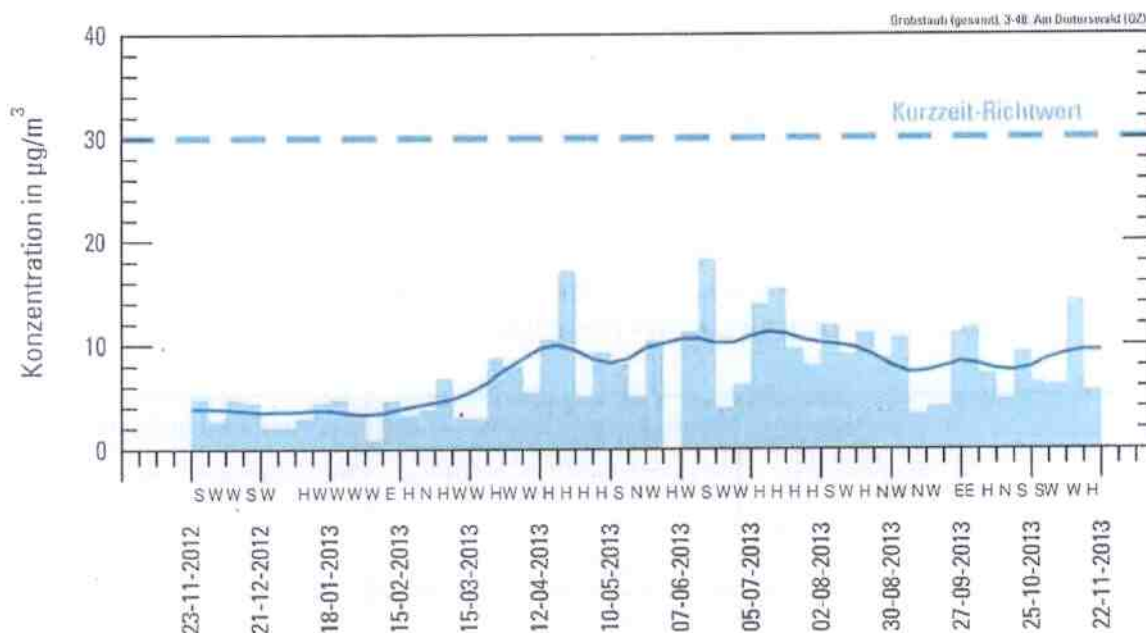


Abb. 17 Jahreszeitlicher Verlauf der Grobstaub-Konzentration (gesamt) am Standort „Am Dieterswald“ (OZ) im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013

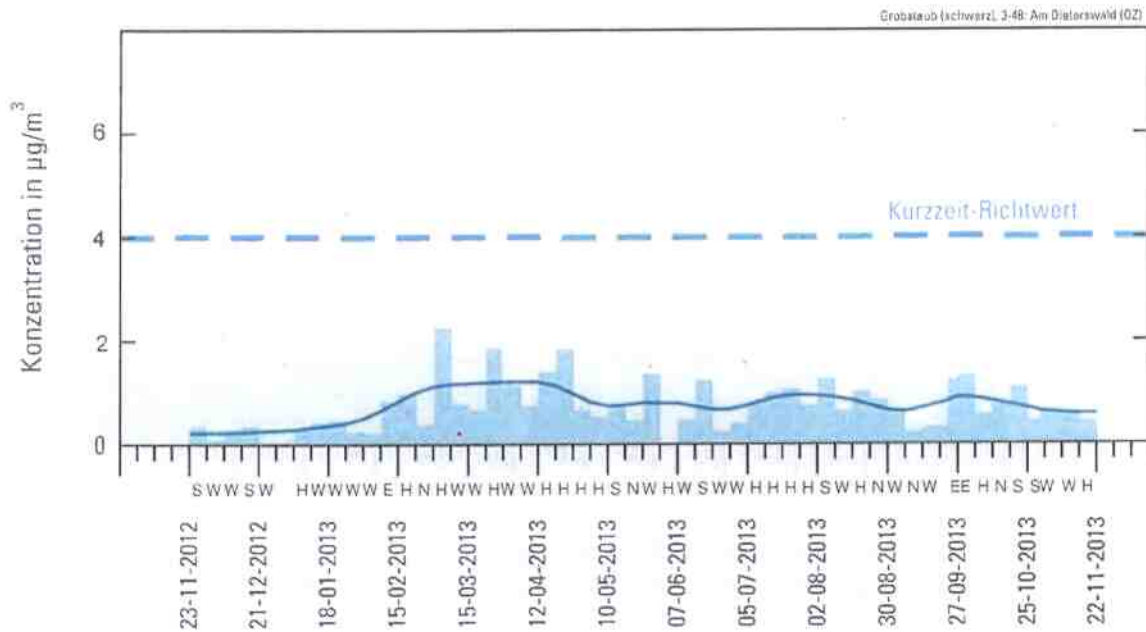


Abb. 20 Jahreszeitlicher Verlauf der Grobstaub-Konzentration („schwarz“) am Standort „Am Dieterswald“ (OZ) im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013

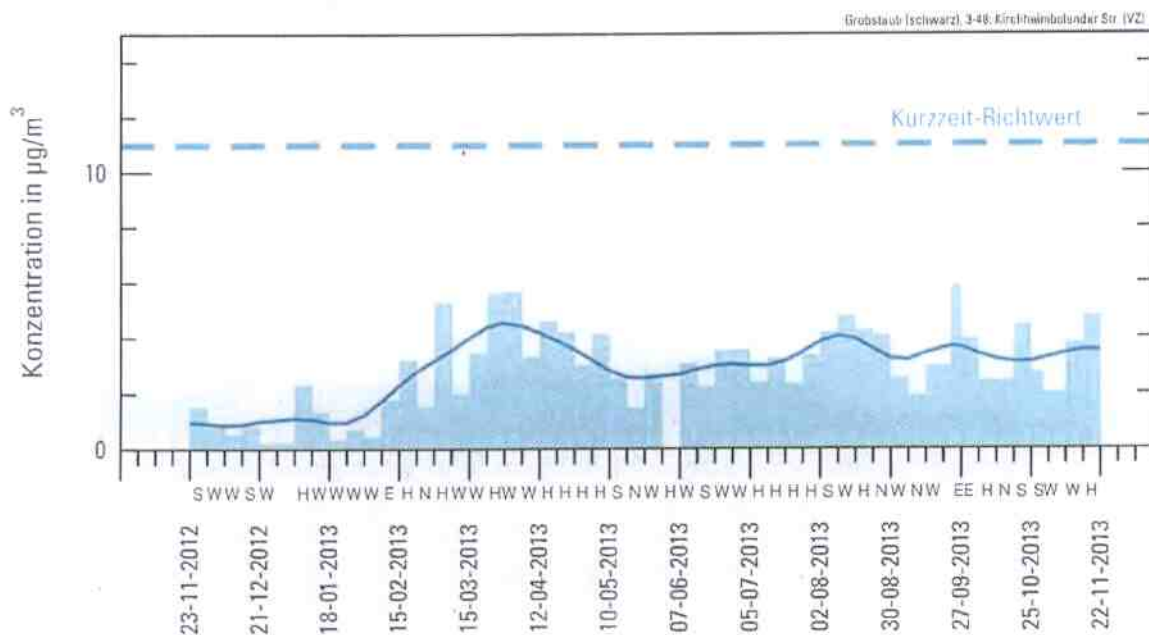


Abb. 21 Jahreszeitlicher Verlauf der Grobstaub-Konzentration („schwarz“) am Standort „Kirchheimbolander Str.“ (VZ) im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013

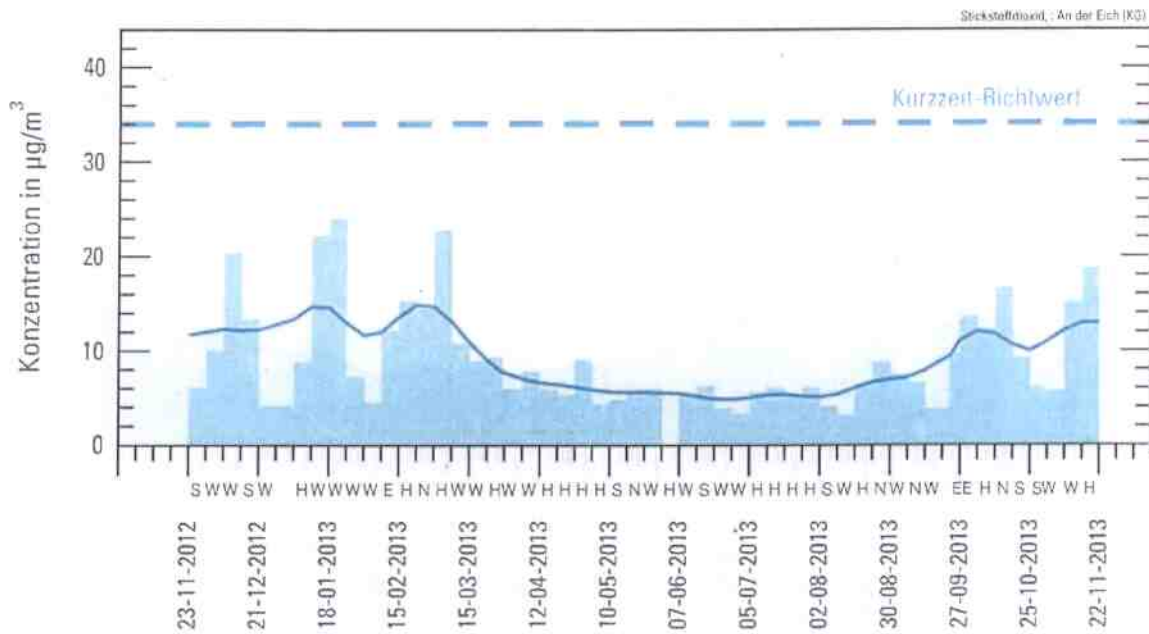


Abb. 22 Jahreszeitlicher Verlauf der Stickstoffdioxid-Konzentration am Standort „An der Eich“ (KG) im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013

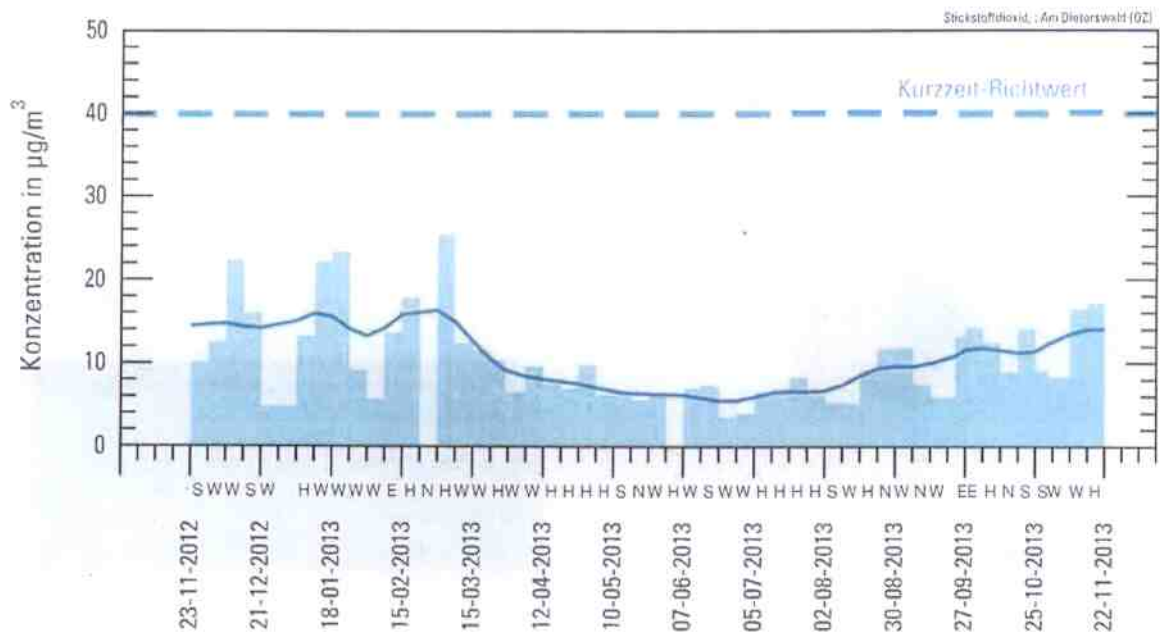


Abb. 23 Jahreszeitlicher Verlauf der Stickstoffdioxid-Konzentration am Standort „Am Dieterswald“ (OZ) im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013

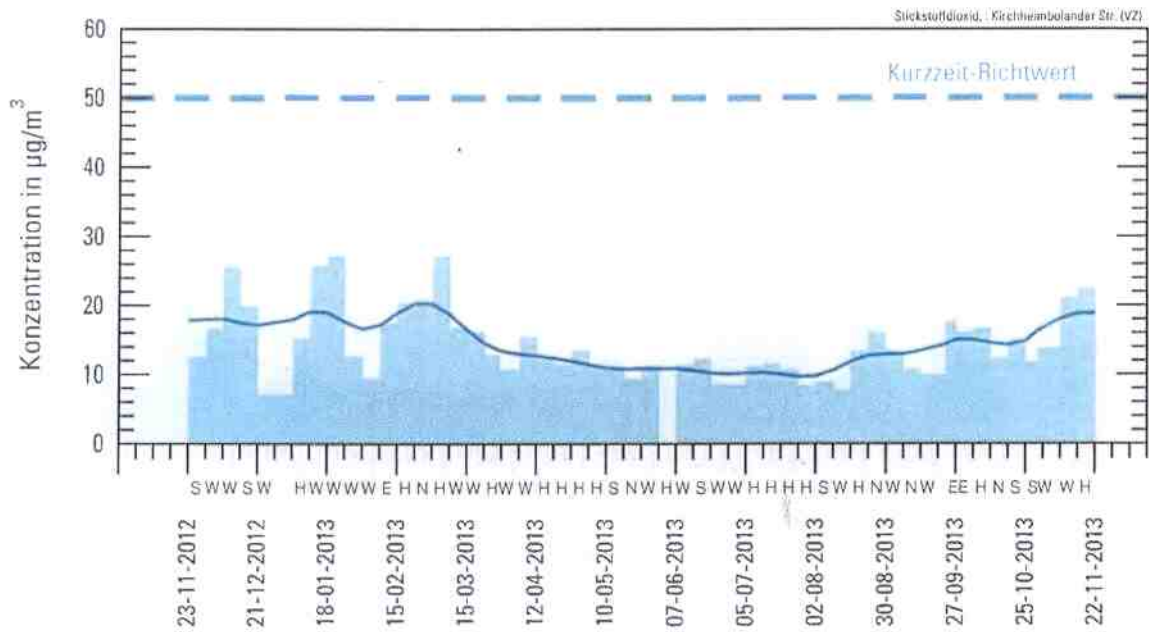


Abb. 24 Jahreszeitlicher Verlauf der Stickstoffdioxid-Konzentration am Standort „Kirchheimbolander Str.“ (VZ) im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013

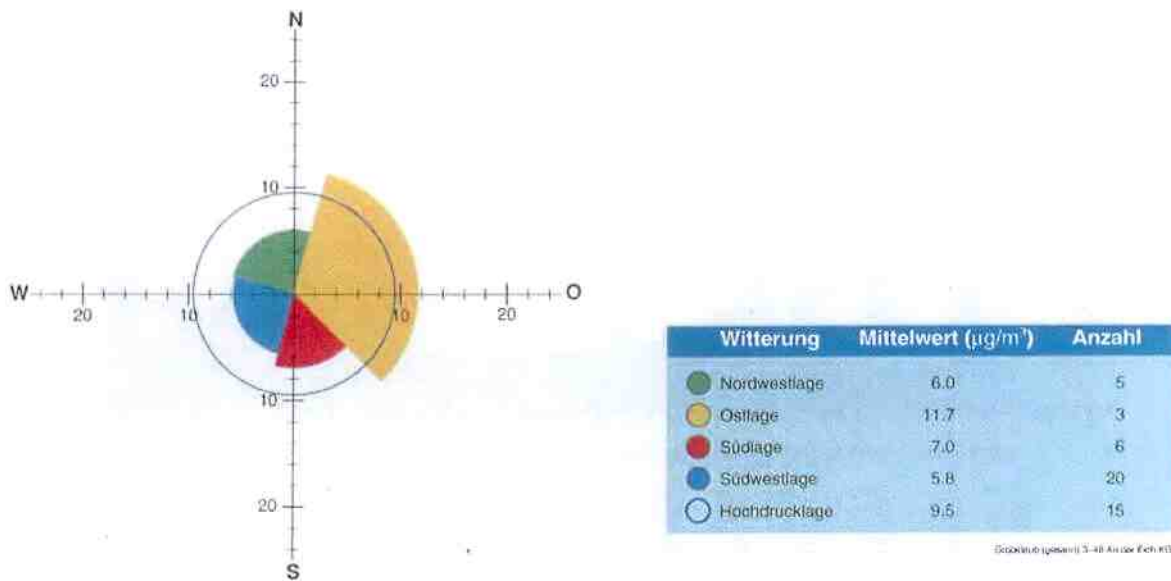


Abb. 25 Immissions-Witterungsrose der Grobstaub-Konzentration (gesamt) am Standort „An der Eich“ (KG) im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013

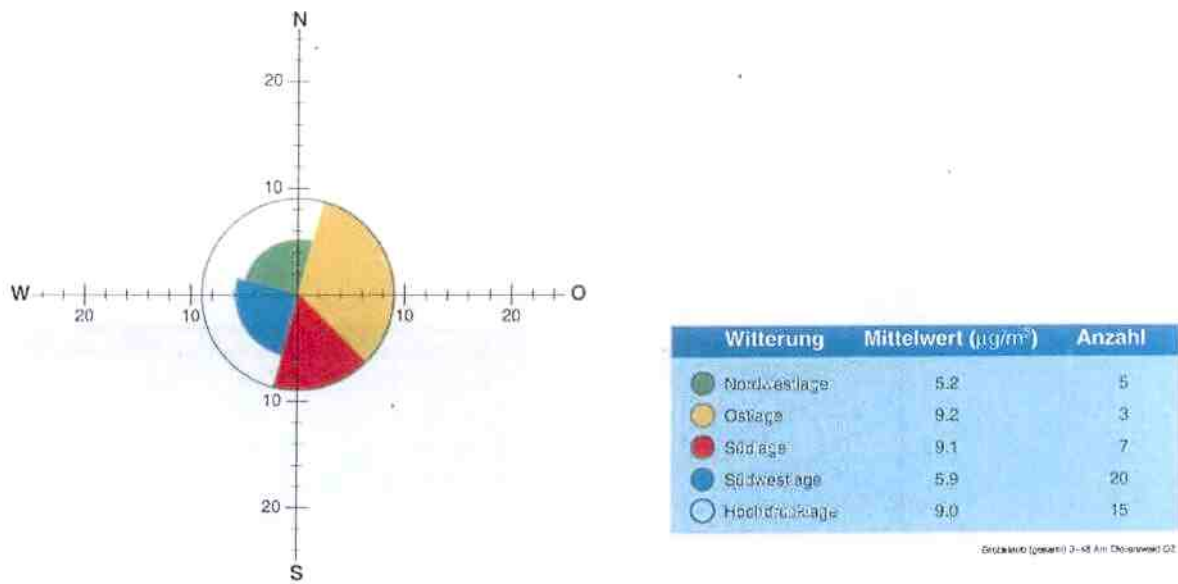


Abb. 26 Immissions-Witterungsrose der Grobstaub-Konzentration (gesamt) am Standort „Am Dieterswald“ (OZ) im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013

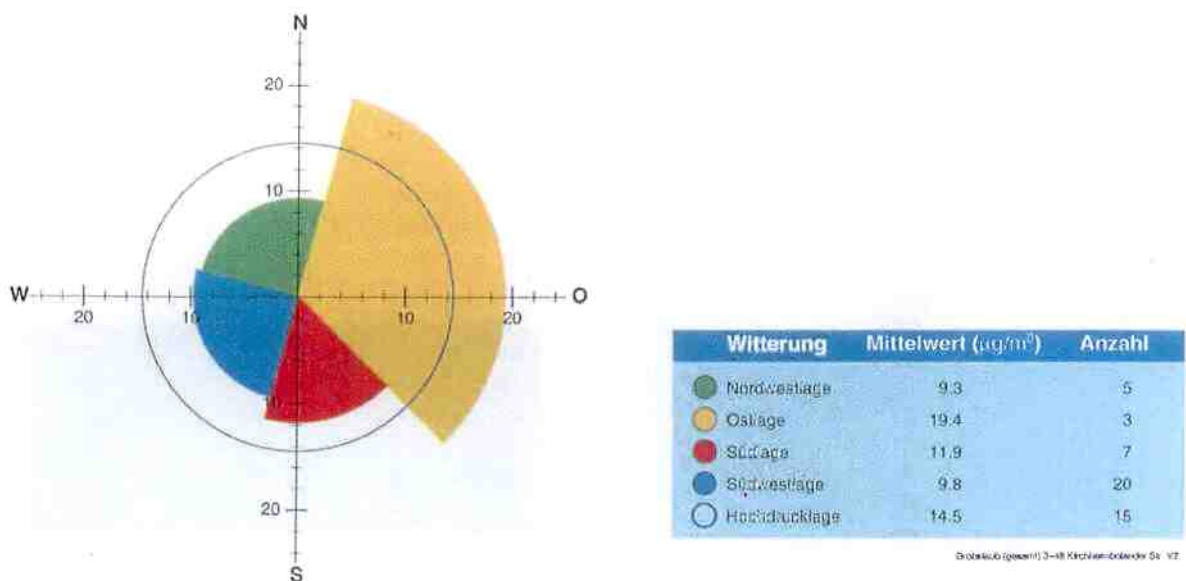


Abb. 27 Immissions-Witterungsrose der Grobstaub-Konzentration (gesamt) am Standort „Kirchheimbolander Str.“ (VZ) im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013

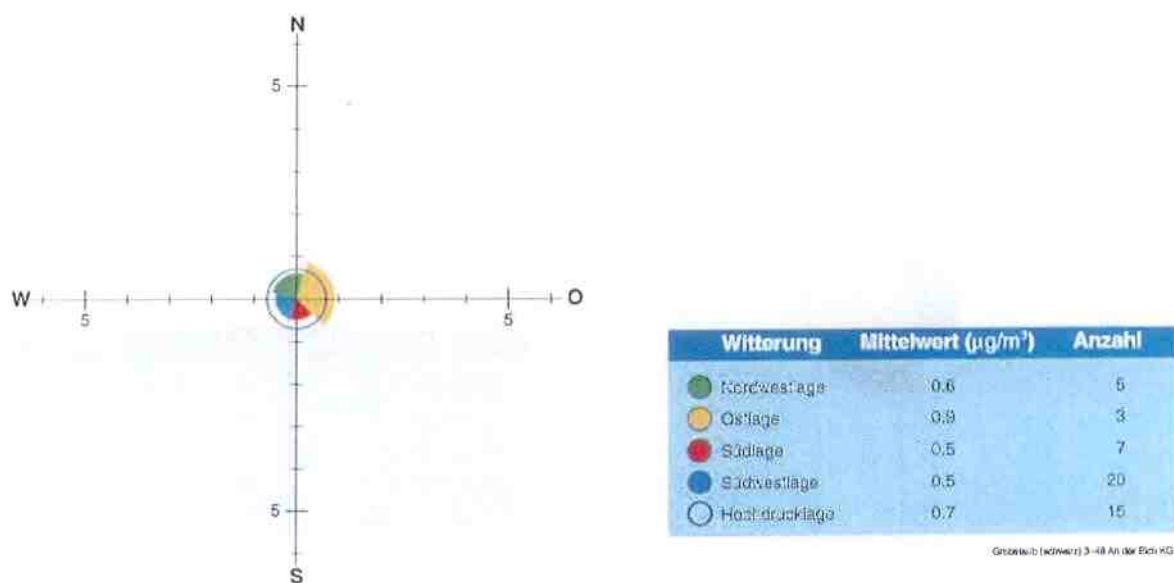


Abb. 28 Immissions-Witterungsrose der Grobstaub-Konzentration („schwarz“) am Standort „An der Eich“ (KG) im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013

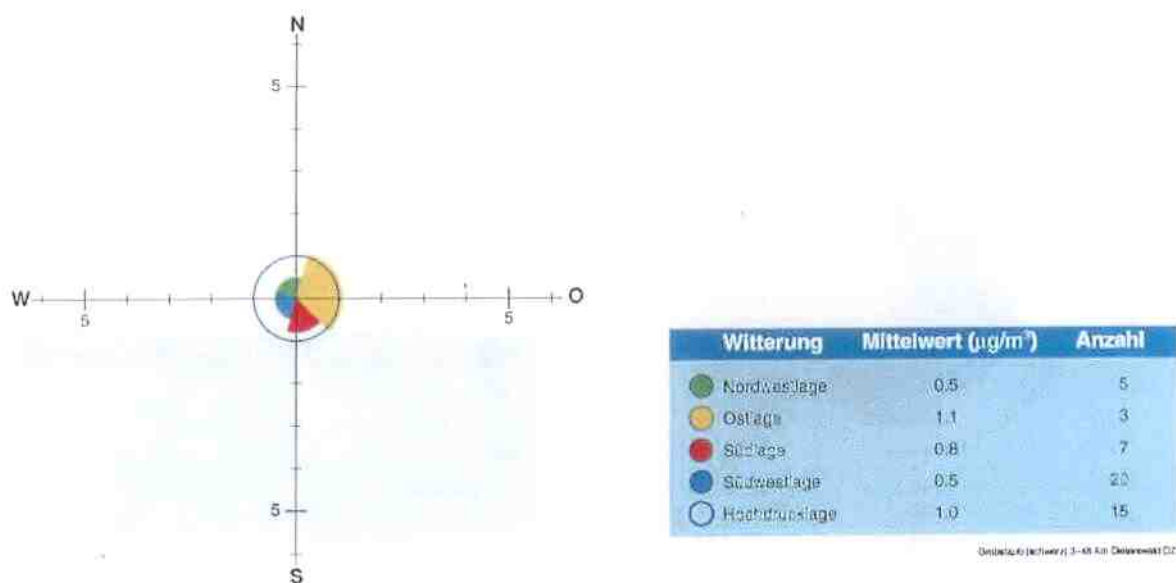


Abb. 29 Immissions-Witterungsrose der Grobstaub-Konzentration („schwarz“) am Standort „Am Dieterswald“ (OZ) im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013

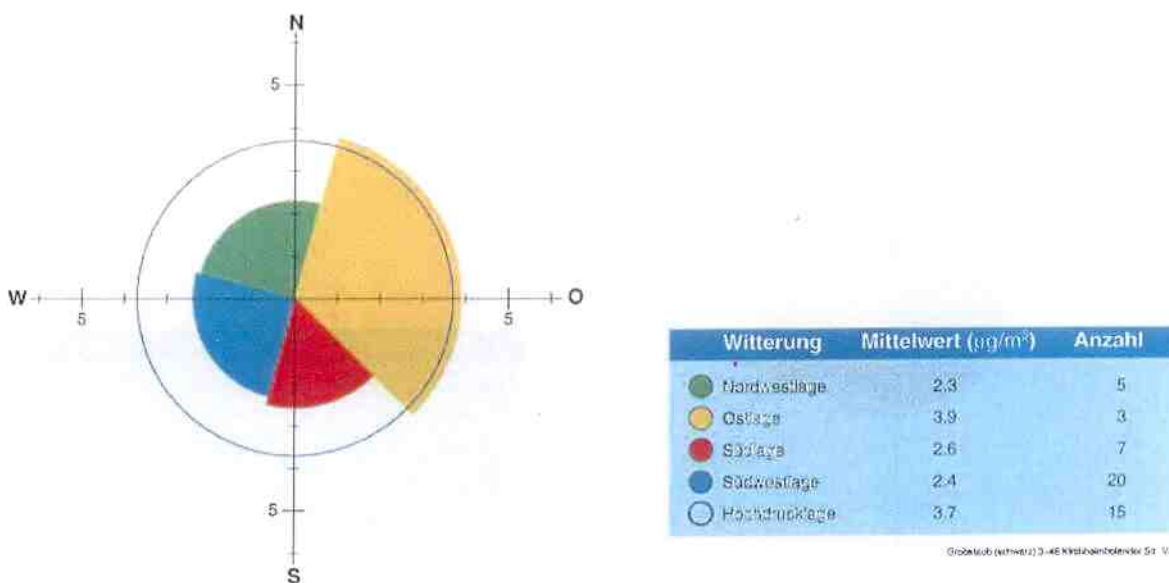


Abb. 30 Immissions-Witterungsrose der Grobstaub-Konzentration („schwarz“) am Standort „Kirchheimbolander Str.“ (VZ) im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013

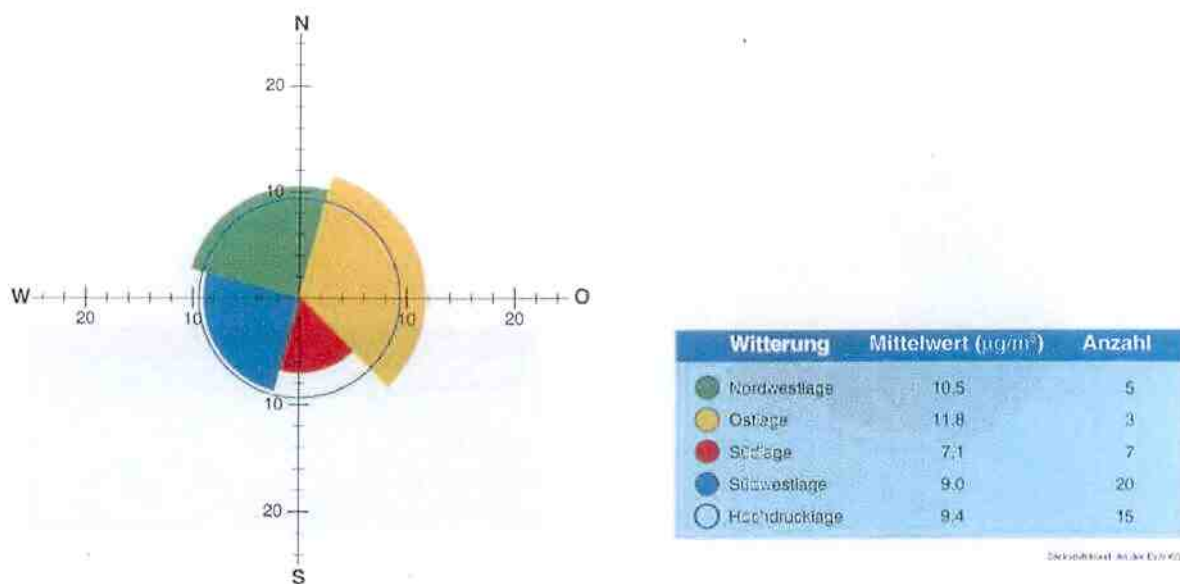


Abb. 31 Immissions-Witterungsrose der Stickstoffdioxid-Konzentration am Standort „An der Eich“ (KG) im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013

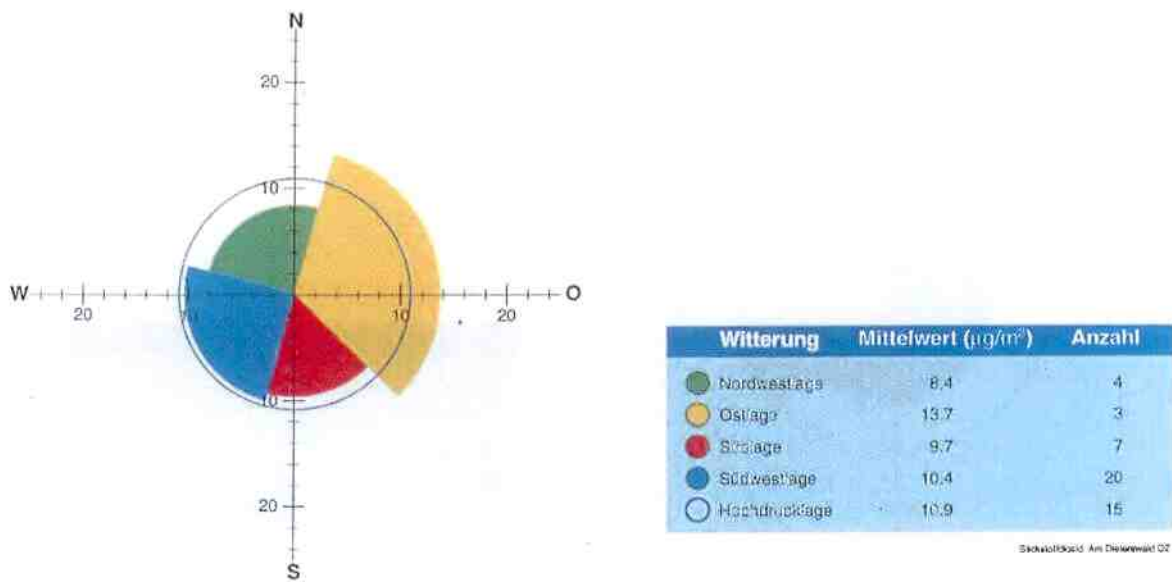


Abb. 32 Immissions-Witterungsrose der Stickstoffdioxid-Konzentration am Standort „Am Dieterswald“ (OZ) im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013

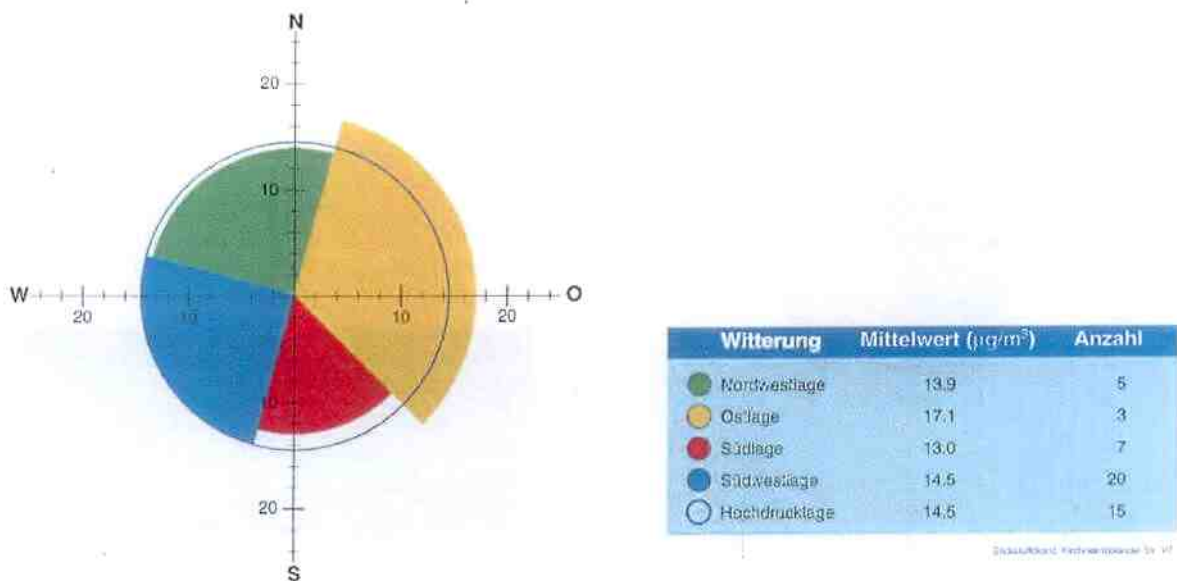


Abb. 33 Immissions-Witterungsrose der Stickstoffdioxid-Konzentration am Standort „Kirchheimbolander Str.“ (VZ) im Zeitraum 23.11.2012 bis 22.11.2013