

LUFTQUALITÄT IN BRANDENBURG

JAHRESBERICHT 2000



LANDESUMWELTAMT
BRANDENBURG



LUFTQUALITÄT IN BRANDENBURG

JAHRESBERICHT 2000



LANDESUMWELTAMT
BRANDENBURG



Impressum

Luftqualität in Brandenburg - Jahresbericht 2000

Herausgeber:

Landesumweltamt Brandenburg (LUA)

Berliner Straße 21-25 • 14467 Potsdam

Telefon: 0331/23 23 259 • Telefax: 0331/29 21 08

E-mail: infoline@lua.brandenburg.de

Internet: <http://www.brandenburg.de/land/mlur/i/luftwert.htm>

Bearbeitung:

Abteilung Immissionsschutz

Ref. I3 Gebiets- und verkehrsbezogener Immissionsschutz unter Beteiligung von

- Ref. I2 Luftgütemessnetze

- Ref. I4 Katasterwesen und Emissionsermittlung

- Ref. Q6 Referenzlabor Luft und Luftuntersuchungen

- Ref. Z8 Datenverarbeitung

Darstellung der Landesübersicht basiert auf digitalen Daten der Landesvermessung laut LVermA BB, GB-G 1/99

Gesamtherstellung:

TASTOMAT Druck GmbH, Landhausstraße, Gewerbepark 5, 15345 Eggersdorf

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Landesregierung Brandenburg herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Nachdruck - auch auszugsweise - nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers.

Potsdam , im Juli 2001

Informationsdienste:

☛ Umweltdaten aus Brandenburg, Veröffentlichungen des LUA

- Internet unter <http://www.brandenburg.de/land/mlur>

☛ Aktuelle Luftqualitätswerte

- Luftgütetelefon 0331/291 268

- ORB-Videotexttafel 174 (aktuelle Messwerte: Sommer-Ozon, Winter-SO₂, NO₂)

- Internet bzw. Intranet unter http://www.brandenburg.de/land/mlur/i/ind_luft.htm

Messnetzkarte mit aktuellen Daten der Messstellen

Messwertübersicht des Tages und Vortages für SO₂, NO₂, Schwebstaub, Ozon

Monatskurzberichte

Informationen über das Luftgütemessnetz

- Landesumweltinformationssystem (LUIS)

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	4
Summary	5
1 Vorbemerkungen	6
2 Emissionssituation	6
2.1 Industrie und Gewerbe	6
2.2 Haushalte und Kleinverbraucher	6
2.3 Straßenverkehr	6
2.4 Gesamtemission	7
3 Überwachung der Luftqualität	7
3.1 Telemetrisches Luftgütemessnetz	8
3.2 Nichttelemetrische kontinuierliche flächen- und industriebezogene Pegelmessungen	8
3.3 Diskontinuierliche flächen- und industriebezogene Pegelmessungen	8
3.4 Immissionsmessungen im Straßenraum	9
3.5 Analytik und Qualitätssicherung	9
4 Meteorologie und Jahresgang ausgewählter Luftschadstoffkonzentrationen	11
5 Beurteilung der Luftqualität	14
5.1 Bewertungsmaßstäbe für Immissionen	14
5.2 Flächen- und industriebezogene Immissionssituation	14
5.3 Verkehrsbedingte Immissionssituation an Belastungsschwerpunkten	22
5.4 Sommersmogsituation	23
5.5 Immissionstrenduntersuchungen	24
6 Die Beurteilung der aktuellen Immissionssituation in Brandenburg nach den neuen EU-Luftqualitätsrichtlinien und ihre Auswirkungen auf die landesweite Immissionsüberwachung	24
7 Vergleich der Ergebnisse von Messungen der PM10-Schwebstaubfraktion mit radiometrischen (FH62-IN) und gravimetrischen (DHA-80) Messverfahren	24
8 Schlussfolgerungen	29
Tabellen- und Abbildungsverzeichnis	30
Quellen- und Literaturverzeichnis	30
Abkürzungen, Stoffe, Einheiten und Messgrößen	32
Anhang	
1 Verzeichnis der automatischen Messstellen des Landes Brandenburg (31.12.2000)	34
2 Ergebnisse kontinuierlicher und quasikontinuierlicher Immissionsmessungen	35
3 Jahresgang der Immissionen ausgewählter kontinuierlicher flächenbezogener Messstellen	46
4 Bewertungsmaßstäbe für Immissionen	55

Zusammenfassung

Die Emissionen aus stationären Quellen konnte im Jahr 2000 im Vergleich zu 1999 nur für SO₂ erneut leicht gesenkt werden. Bei NO_x und Staub ergaben sich aus dieser Abschätzung heraus geringfügige Zunahmen.

Bei erstmals stagnierenden Fahrleistungen sanken sämtliche Emissionen des motorisierten Straßenverkehrs im Bereich zwischen 1 % (NO_x) und 2,5 % (Benzen). Die Gesamtemission der mengenmäßig dominierenden Luftschadstoffe hat sich im Berichtsjahr gegenüber 1999 wie folgt verändert (Angaben in kt/a):

	1999	2000
SO ₂	80	75
NO _x	83	83
Staub	12	13

Ende 2000 waren im Land Brandenburg 26 Immissionsmessstellen mit Datenfernübertragung in Betrieb. Als nichttelemetrische Pegelmessstellen wurden 10 Schwebstaubmessstellen und 13 Staubniederschlagsmessstellen durch das Landesumweltamt (LUA) betrieben. Der kontinuierlichen Erfassung von Immissionen des Straßenverkehrs dienten 5 Messstellen. Außerhalb von Wäldern wurden Niederschlagsdepositionen in 14 Orten festgestellt.

Die Schwefeldioxidimmission sank im Jahr 2000 nochmals und erreichte im Jahresmittel den Rekordtiefstand von 4,9 µg/m³. Die Stickstoffdioxidimmission verkehrsferner Messstellen betrug im Berichtsjahr 15,0 µg/m³ und sank damit um 13 % gegenüber 1999. Die Immissionswerte der 22. BImSchV und der TA Luft, die Leitwerte der EU und die Grenzwerte der 1. Tochterrichtlinie (TRL) zur EU-Rahmenrichtlinie über die Beurteilung und Kontrolle der Luftqualität wurden bei SO₂ und NO₂ an allen flächenbezogenen Messstellen weit unterschritten.

Die mittlere Ozonimmission betrug 48 µg/m³ und sank damit gegenüber dem Vorjahr leicht um 4 µg/m³. Die mittlere Überschreitungshäufigkeit des 8-Stundenmittelwertes von 110 µg/m³ verringerte sich gegenüber 1999 um 6 Tage auf 33 Tage. Der 1-Stundenmittelwert von 180 µg/m³ wurde - etwas häufiger als im Jahr zuvor - an bis zu 6 Tagen überschritten, 200 µg/m³ jedoch nur einmal in Waldsiedersdorf. Das 1-Stundenmittel von 240 µg/m³ wurde erneut nicht erreicht. Der Tagesmittelwert von 65 µg/m³ und die vegetationsbezogenen Dosiszielwerte wurden erheblich überschritten.

Die mittlere Schwebstaubimmission sank erneut und betrug nur noch 22 µg/m³, d. h. 85 % der Vorjahresbelastung. Die Grenzwerte der 1. TRL für PM10-Schwebstaub, wie sie für das erste Geltungsjahr mit Toleranzmarge heranzuziehen sind, wurden an allen flächenbezogenen Messstellen sicher eingehalten.

Der auf SO₂-, NO₂-, Schwebstaub-Jahresmittelimmissionswert sowie 8h-O₃-Immissionswert bezogene Luftverunreinigungsindex für flächen- und industriebezogene Messstellen sank gegenüber 1998/1999 nochmals um 10 % auf 0,20 und erreichte seinen bisherigen Tiefststand. Bezogen auf die schärferen Regelungen der EU-Tochterrichtlinie wurde der Index erstmals für SO₂, NO₂, PM10-Schwebstaub und Ozon berechnet und ergab ein

Mittel von 0,39, was die erhöhten Anforderungen der EU-Vorgaben auch numerisch deutlich werden lässt.

Der langfristige LAI-Zielwert für Ruß wurde weiterhin überschritten, der Orientierungswert aber nach 1999 erneut eingehalten. Der Schwermetall- und Arsen-Gehalt des Schwebstaubes blieb im wesentlichen unauffällig und unterschritt die Bewertungsmaßstäbe. Der Zielwert des LAI für Benzo(a)pyren wurde nach 1999 erneut an allen Messstellen unterschritten.

In den vergleichbaren Staubniederschlagsmessgebieten sank die Belastung im Mittel leicht um 6 % gegenüber dem Vorjahr. Der IW1-Wert wurde lückenlos eingehalten. Der Eintrag von Schwermetallen und Arsen über den Staubniederschlag in die Umwelt ist im Allgemeinen gesunken; Beurteilungs- und Grenzwerte wurden nicht überschritten.

Die Niederschlagsdepositionen zeigten im Landesmittel im Jahr 2000 im Vergleich zum Vorjahr im Allgemeinen nur marginale Änderungen: Der pH-Wert ist geringfügig gestiegen. Die Ammoniumfracht ist um 10 %, die Fracht von anorganischem Stickstoff um 5 % gestiegen. Die ermittelten Schwefel- und Stickstofffrachten lagen häufig über den Critical-Loads-Werten für sensible Ökosysteme. Es werden Jahresfrachten für ausgewählte Spurenelemente und für ausgewählte Organica angegeben.

Messungen an Belastungsschwerpunkten des Straßenverkehrs ergaben für NO₂ und Benzen erneut keine Überschreitung der Prüfwerte nach der 23. BImSchV. Auch die NO₂-Grenzwerte der 1. TRL zur EU-Luftqualitätsrahmenrichtlinie wurden eingehalten. An den Straßen-Messstellen sank die NO₂-Immission im Vergleich zum Vorjahr beim Jahresmittel erneut leicht auf 38 µg/m³. Auch bei der Benzen-Immissionsentwicklung setzt sich allmählich ein leichter Rückgang durch. Die Einhaltung des EU-Grenzwertes war mit Sicherheit gewährleistet.

Ebenso hielt bei Toluol, Xylen und Ethylbenzen der leichte Rückgang an den verkehrsbezogenen Messstellen an. Die Benzo(a)pyren-Immission zeigte dagegen auf niedrigem Niveau räumlich differenziert einen leichten Anstieg.

Die Ruß-Immission verzeichnete erneut eine rückläufige Tendenz an stark befahrenen Straßen, was zur noch sichereren Einhaltung der Prüfwerte der 23. BImSchV an den Messstellen gegenüber 1999 führte.

Ein gesondertes Kapitel widmet sich der Beurteilung der aktuellen Immissionssituation in Brandenburg nach der neuen EU-Luftqualitätsrichtlinie und ihren Auswirkungen auf die landesweite Immissionsüberwachung. Die für den Zeitraum 2000 bis 2004 konzipierten Veränderungen befinden sich in sehr guter Übereinstimmung mit den Anforderungen der EU an eine flächendeckende Luftqualitätskontrolle.

Abschließend wird über einen Vergleich der Messergebnisse bei PM10-Schwebstaub zwischen radiometrischen und gravimetrischen Messverfahren berichtet. Eine einheitliche Bewertung aus der Sicht der 1. EU-Tochterrichtlinie wird mit entsprechenden Korrekturfaktoren gegenüber dem Referenzverfahren ermöglicht.

Summary

Emissions from stationary sources could be slightly reduced only for SO₂ again in 2000 compared to 1999. A slight increase resulted on the basis of this valuation for NO_x and dust.

All emissions of motor vehicle traffic decreased in the range between 1% (NO_x) and 2.5% (benzene) at a stagnating amount of traffic which occurred for the first time. The total emission of air pollutants dominating quantitatively changed in the reporting year compared to 1999 as follows (values given in kt/a):

	1999	2000
SO ₂	80	75
NO _x	83	83
Dust	12	13

At the end of 2000 26 immission measurement stations with telemetric data transfer were operated in the state of Brandenburg. The State Office for Environment operated 10 stations to measure suspended particulate matter as well as 134 measurement sites to measure dust deposition as non-telemetric level measurement points. At 5 measurement stations continuous measurements of road traffic immission were carried out. Precipitate depositions were determined at 14 places outside woodland.

In 2000 sulphur dioxide immission decreased once again and reached the record low level of 4.9 µg/m³ as annual mean value. In the reporting year nitrogen dioxide immission of traffic-distant measuring points amounted to 15.0 µg/m³, this means it decreased by 13% compared to the previous year.

The immission values of the 22nd Order Implementing the Federal Immission Control Act and of the Technical Instructions on Air Quality Control (TI Air), the guide values of the European Union (EU) and the limit values of the 1st daughter directive for the EU Council Directive on Ambient Air Quality Assessment and Management were certainly kept for SO₂ and NO₂.

The average ozone immission amounted to 48 µg/m³; and it thus decreased slightly by 4 µg/m³ compared to the previous year. The average frequency of exceeding the 8-hour-mean value of 110 µg/m³ decreased by 6 days to 33 days. The 1-hour-mean value of 180 µg/m³ was – somewhat more often than in the previous year – exceeded on up to 6 days, 200 µg/m³, but only once in Waldsieversdorf. The 1-hour-mean value of 240 µg/m³ was again not reached. The daily mean value of 65 µg/m³ and the vegetation-related dose target values were exceeded tremendously.

The average immission of suspended particulate matter decreased once again and amounted only to 22 µg/m³, i.e. 85% of the pollution of previous year. The limit values of the daughter directive for PM 10-dust immission – as they are to use for the first year of validity with tolerance margin – were kept at all area-related measuring stations.

Compared to 1998/1999 the air pollution index related to the annual mean value of SO₂, NO₂ and suspended particulate matter as well as the 8h-O₃ immission value for area and industry related measurement stations decreased once again by 10% to 0.20 and it reached so far its lowest level. With regard to the stricter regulations of the

EU daughter directive the index was calculated for SO₂, NO₂, PM10-dust and ozone for the first time and showed a mean value of 0.39, which also shows numerically the increased requirements of the EU-standards.

The long-term target value of the Immission Control Committee of the States (LAI) for was exceeded again for black smoke; the orientation value, however, was kept once again after 1999.

The heavy metal and arsenic content of suspended particulate matter was inconspicuous and it fell below the assessment criteria. The target value of LAI regarding benzo(a)pyrene was certainly kept at all measurement sites once again after 1999.

In the comparable measuring regions for dust fall the average pollution decreased slightly by 6% compared to previous year. The IW1-value was always kept. In general, the input of heavy metals and arsenic via dust fall into the environment has been reduced; assessment and limit values were not exceeded.

Compared to the previous year precipitation deposition showed in general only marginal changes in the state average in 2000: The pH-value increased slightly. The ammonium load increased by 10%, the load of inorganic nitrogen by 5%. The measured sulphur and nitrogen loads often exceeded the Critical Loads for sensitive eco-systems. Annual loads for selected trace elements and for selected organica are given.

Once again, measurements at places with high traffic pollution did not show any exceeding of the testing values for NO₂ and benzene according to the 23rd Order Implementing the Federal Immission Control Act. The limit values for NO₂ in the 1st daughter directive for the EU framework directive on air quality was also kept. NO₂ immission decreased slightly to 38 µg/m³ at road measuring stations once again compared to the previous year. The keeping of EU limit value was definitely guaranteed.

Regarding toluene, xylene and ethyl benzene the slight reduction continued at the traffic-related measurement stations. The benzo(a)pyren immission, however, showed a slight increase spatially differentiated on a low level.

Black smoke immission was again declining on roads with much traffic, what led to an even safer keeping of the testing values of the 23rd Order Implementing the Federal Immission Control Act at the measurement stations compared to 1999.

A special chapter deals with the assessment of the current immission situation in Brandenburg according to the new EU directive on air quality and their effects on the state-wide immission monitoring. The concept of changes for the period from 2000 until 2004 is very much in accordance with the requirements of the EU on comprehensive surveillance of ambient air quality.

Finally, the results of PM10-dust immission measurements are compared as regards radiometric and gravimetric measuring procedures. A uniform assessment based on the 1st EU daughter directive will be possible with appropriate correcting factors towards the reference procedure.

1 Vorbemerkungen

Der vorliegende Bericht beinhaltet die Zusammenfassung und Interpretation der Messergebnisse des Jahres 2000 zur Luftqualität im Land Brandenburg. Es werden sowohl die Messergebnisse des Landesumweltamtes (LUA) als auch der Hintergrundmessstellen des Umweltbundesamtes (UBA) in Brandenburg vorgestellt. Der Bericht stellt grundsätzlich eine Fortschreibung der Jahresberichtsreihe „Luftqualität im Land Brandenburg“ dar, die seit 1991 vom Landesumweltamt herausgegeben wird [1].

Neben dem Luftqualitätsbericht veröffentlicht das LUA laufend in diversen Medien aktuelle Daten zur Immissionssituation:

- **ORB-Videotext** (Tafel 174)
 - aktuelle Messwerte (Sommer - Ozon; Winter- SO_2 ; NO_2)
- **Internet bzw. Intranet**
(http://www.brandenburg.de/land/mlur/i/ind_luft.htm)
 - Messnetzkarte mit aktuellen Daten der Messstellen
 - aktuelle Messwertübersicht und eine Vortagsübersicht für SO_2 , NO_2 , Schwebstaub und Ozon - Monatskurzberichte und Pegelberichte der letzten 5 Tage
 - Informationen über das Luftgütemessnetz
- **Luftgütelefon** (0331/291 268)
 - Prognosen der sommerlichen Ozonbelastung
- **VDI-Nachrichten**
 - wöchentlich Ergebnisse ausgewählter Schadstoffe aus dem telemetrischen Messnetz.

Im Jahre 2001 wird das LUA zusätzlich eine Monografie zur Entwicklung der Luftqualität in Brandenburg (seit 1991) veröffentlichen; daher enthält der vorliegende Bericht - im Unterschied zu den Vorläuferberichten - nur wenige retrospektive Betrachtungen.

Durch Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Europäischen Union (EU) [2 bis 6], des Bundes [7 bis 14] und des Landes [15, 16, 17] ist das Land Brandenburg in der Pflicht, Immissionsmessungen durchzuführen.

Gemäß Verordnung zur Regelung der Zuständigkeiten auf dem Gebiet des Immissions- und Strahlenschutzes (ImSchZV-Bbg) [17] ist die Luftqualität im Land Brandenburg durch das Landesumweltamt festzustellen. Das Referat Luftgütemessnetze der Abteilung Immissionsschutz, das an den 3 Standorten Potsdam, Cottbus und Frankfurt (Oder) präsent ist, führt unter Mitwirkung des Referates Referenzlabor Luft und Luftuntersuchungen der Abteilung Ökologie und Umweltanalytik die umfangreichen Messungen zur Feststellung der Luftqualität durch. Im Vergleich zum Vorjahr wurde der Umfang der Immissionsmessungen reduziert; die deutliche Verbesserung der Luftqualität und des Kenntnisstandes zur Luftqualität gestatten dies [1 (2000)].

Im vorliegenden Bericht werden die Stoffnamen der Nomenklatur gemäß Richtlinien der International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) in der Form gewählt, wie sie vom Chemical Abstract Service (CAS) der USA angewandt werden.

2 Emissionssituation

2.1 Industrie und Gewerbe

Die von den Betreibern genehmigungsbedürftiger Anlagen für das Jahr 1996 vorliegenden Emissionserklärungen werden gemäß Emissionserklärungsverordnung [18] erst wieder für das Jahr 2000 aktualisiert. Die nachfolgenden Emissionsangaben für 2000 sind Abschätzungen, die unter Berücksichtigung von Anlagenstilllegungen, erfolgten Ersatzinvestitionen bei den emissionsrelevantesten Anlagen sowie der Neuinbetriebnahme von Anlagen und deren Kapazitätsauslastung in den Aufsichtsbezirken der Ämter für Immissionsschutz vorgenommen wurden. Die Emissionen zeigen bei den mengenmäßig dominanten Luftschadstoffen genehmigungsbedürftiger Anlagen im Vergleich zu 1999 folgende Entwicklung: SO_2 93 %, Staub 111 %, NO_x 102 %.

Bei Staub, das deutet sich jetzt schon regional an, können durch die Inbetriebnahme relevanter Anlagentypen, wie Bauschuttrecycling-, Kompostierungs-, Beton- und Asphaltmischanlagen, zukünftig die Emissionen wieder geringfügig ansteigen.

Die Emissionen von Stickstoffoxiden haben regional durch neu errichtete Feuerungsanlagen auf der Basis von Heizöl und Erdgas zugenommen.

2.2 Haushalte und Kleinverbraucher

Die Emissionen aus den Feuerungsanlagen bei den Haushalten und Kleinverbrauchern haben sich weiter verringert. In dem Maße, wie die Anzahl der Feuerungsanlagen, die noch mit Kohle betrieben werden, abnimmt, reduziert sich der Ausstoß von Staub und Schwefeldioxid, während die Stickstoffoxidemission nur geringfügig zurückgeht, da die Unterschiede in den spezifischen NO_x -Emissionen von Kohle, Heizöl und Erdgas nicht so gravierend sind wie bei Staub und Schwefeldioxid.

2.3 Straßenverkehr

Die in den vorhergehenden Jahren festgestellte Tendenz zur Abnahme der verkehrsbedingten Schadstoffemissionen setzte sich bei insgesamt stagnierender Fahrleistung fort. Diese Stagnation hat ihre Ursache vor allem in der starken Erhöhung der Kraftstoffkosten. Die NO_x -Emissionen blieben trotzdem auf dem Niveau von 1999, wie Tabelle 2.1 zeigt.

Tab. 2.1: Emissionen des Straßenverkehrs im Land Brandenburg

Schadstoff	Emissionen		
	1999	2000	Anteil Personenstraßenverkehr
	(kt)	(kt)	%
Benzen	0,8	0,6	88
Kohlenmonoxid	84,1	77,0	87
Kohlenwasserstoffe	18,8	15,3	77
Stickstoffoxide	36,4	35,0	44
Partikel/Staub	1,4	1,3	22

Die Kohlenmonoxid- bzw. Kohlenwasserstoffemissionen, die überwiegend durch den Personenstraßenverkehr emittiert werden, nahmen um 8 bzw. 15 % gegenüber dem Vorjahr ab. Der verstärkte Einsatz von Abgasminderungstechnik führte bei stagnierender Fahrleistung zu dieser Reduzierung. Beim Benzen bewirkten zusätzlich die Verbesserung der Otto-Kraftstoffqualitäten sowie die verstärkte Zulassung von Diesel-Pkw eine Emissionsminderung um 20 % gegenüber dem Vorjahr.

Die Angaben zu Benzen und zur Summe der Kohlenwasserstoffe in Tabelle 2.1 enthalten auch die Verdunstungsverluste im Straßenverkehr.

Bei den Partikelemissionen, die hauptsächlich dem Güterverkehr zuzuschreiben sind, trat 2000 eine geringere Abnahme (8 %)

gegenüber dem Vorjahr ein. Diese Abnahme hatte ihre Ursache in der wachsenden Anzahl von LKW, die die Euro 2-Abgasnormen erfüllen.

2.4 Gesamtemission

Die Entwicklung der Gesamtemission von Schwefeldioxid, Staub und Stickstoffoxiden, strukturiert nach Emittentengruppen im Land Brandenburg, zeigt Tabelle 2.2:

Tab. 2.2: Gesamtemission im Land Brandenburg

Emittentengruppe	Jahr	SO ₂	Staub	NO _x
		in kt		
Genehmigungsbedürftige Anlagen	1999	74	9	44
	2000	69	10	45
Nicht genehmigungsbedürftige Anlagen	1999	5	2	3
	2000	5	2	3
Verkehr	1999	1,2	1,4	36
	2000	1,2	1,3	35
Gesamt	1999	80	12	83
	2000	75	13	83

Bei den aufgeführten Schadstoffen sind die genehmigungsbedürftigen Anlagen nach wie vor die Hauptemissionsquelle.

3 Überwachung der Luftqualität

Die Luftqualität wird mittels kontinuierlicher und diskontinuierlicher Messungen überwacht [19]. Die erhobenen Einzelmesswerte werden mittels häufigkeitsstatistischer Berechnungen zu Immissionskenngrößen aggregiert. Diese Kenngrößen beschreiben die festgestellte Immissionssituation mit wenigen, aber aussagefähigen Daten und gestatten deren Bewertung anhand von Grenz- oder anderen Beurteilungswerten. Im vorliegenden Bericht werden Immissionskenngrößen und vertiefende Zusatzinformationen zur Quantifizierung der Immissionssituation gemäß Tabelle 3.1 verwendet. Es werden auch die Befundag-

gregierungen vorgenommen, die nach der 1. Tochterrichtlinie (1. TRL) [3], nach der TRL für Benzen und Kohlenmonoxid [4] und nach dem Vorschlag für eine TRL zu Ozon [5] zur Luftqualitätsrahmenrichtlinie (RRL) [2] zukünftig zu ermitteln sind.

Rastermessungen werden in Brandenburg nur noch mit dem Hauptziel der Erfassung flüchtiger organischer Verbindungen durchgeführt. Im Jahr 2000 wurden keine Rastermessungen zum Abschluss gebracht.

Tab. 3.1: Verzeichnis der Kenngrößen

Kennung	Kenngröße	Erläuterung
A	Immissionskenngröße für die Dauerbelastung nach 22. BImSchV [9] für Schwebstaub (TSP)	Arithmetischer Mittelwert der im Zeitraum 01.04.2000 bis 31.03.2001 festgestellten Tagesmittelwerte
AOT 40 P	O ₃ -Dosis nach Entwurf EU-TRL [5] oberhalb 40 ppb zum Schutz der Pflanzen	Summe der Differenzen zwischen stündlichen Konzentrationen über 80 µg/m ³ in der Zeit Mai bis Juli zwischen 8 und 20 Uhr
AOT 40 W	O ₃ -Dosis nach Entwurf EU-TRL [5] oberhalb 40 ppb zum Schutz vor Waldschäden	Summe der Differenzen zwischen stündlichen Konzentrationen über 80 µg/m ³ in der Zeit April bis September
GM	Zahl der gültigen Messwerte	
I1	Immissionskenngröße für die Dauerbelastung nach TA Luft [12], nach 22. BImSchV [9] oder nach 1. EU-TRL [3]	Arithmetischer Mittelwert der im Kalenderjahr festgestellten Einzelmesswerte
I2	Immissionskenngröße für die Kurzzeitbelastung nach TA Luft [12] oder nach 22. BImSchV [9]	- 98 %-Wert der Summenhäufigkeit der im Kalenderjahr festgestellten Einzelmesswerte - Maximaler Monatsmittelwert des Staubniederschlages im Kalenderjahr
M1	Immissionskenngröße für die Dauerbelastung	Median der im Kalenderjahr festgestellten Einzelwerte
M2	Immissionskenngröße für die Dauerbelastung nach 22. BImSchV [9] für SO ₂	Median der im Zeitraum 01.04.2000 bis 31.03.2001 festgestellten Tagesmittelwerte

Kennung	Kenngröße	Erläuterung
M3	Immissionskenngröße für die Dauerbelastung im Winter nach 22. BImSchV [9] für SO ₂	Median der im Zeitraum 01.10.2000 bis 31.03.2001 festgestellten Tagesmittelwerte
MEW	Maximaler Einzelmesswert im Kalenderjahr	
Monat		Monat des Auftretens des maximalen Monatsmittelwertes
MTW	Maximaler Tagesmittelwert im Kalenderjahr	
P1	Immissionskenngröße für die Kurzzeitbelastung nach 22. BImSchV [9] für SO ₂	98 %-Wert der Summenhäufigkeit der im Zeitraum 01.04.2000 bis 31.03.2001 festgestellten Tagesmittelwerte
Ü2	Überschreitungshäufigkeit nach 22. BImSchV [9] und Entwurf EU-TRL [5] für O ₃	Anzahl der Tage mit Überschreitung des 1-Stundenmittelwertes von 180 µg/m ³ während des Kalenderjahres
Ü3	Überschreitungshäufigkeit nach 22. BImSchV [9] für O ₃	Anzahl der Tage mit Überschreitung des 1-Stundenmittelwertes von 200 µg/m ³ während des Kalenderjahres
Ü4	Überschreitungshäufigkeit nach Entwurf EU-TRL [5] für O ₃	Anzahl der Tage mit Überschreitung des 1-Stundenmittelwertes von 240 µg/m ³ während 3 aufeinanderfolgender Stunden im Kalenderjahr
Ü5	Überschreitungshäufigkeit nach 22. BImSchV [9] für O ₃	Anzahl der Tage mit Überschreitung des 1-Stundenmittelwertes von 360 µg/m ³ während des Kalenderjahres
Ü6	Überschreitungshäufigkeit nach 22. BImSchV [9] für O ₃	Anzahl der Tage mit Überschreitung des Tagesmittelwertes von 65 µg/m ³ während des Kalenderjahres
Ü7	Überschreitungshäufigkeit nach Entwurf EU-TRL [5] für O ₃	Anzahl der Tage mit Überschreitung des höchsten 8-Stundenmittelwertes von 120 µg/m ³ , berechnet aus stündlich gleitenden 8-Stundenmittelwerten
Ü8	Überschreitungshäufigkeit nach 1. EU-TRL [3] für SO ₂	Anzahl der Stunden mit Überschreitung des 1-Stundenmittelwertes von 500 µg/m ³ während des Kalenderjahres
Ü9	Überschreitungshäufigkeit nach 1. EU-TRL [3] für SO ₂	Anzahl der Stunden mit Überschreitung des 1-Stundenmittelwertes von 350 µg/m ³ während des Kalenderjahres
Ü10	Überschreitungshäufigkeit nach 1. EU-TRL [3] für SO ₂	Anzahl der Tage mit Überschreitung des Tagesmittelwertes von 125 µg/m ³ während des Kalenderjahres
Ü11	Überschreitungshäufigkeit nach 1. EU-TRL [3] für NO ₂	Anzahl der Stunden mit Überschreitung des 1-Stundenmittelwertes von 300 µg/m ³ während des Kalenderjahres
U12	Überschreitungshäufigkeit nach 1. EU-TRL [3] für NO ₂	Anzahl der Stunden mit Überschreitung des 1-Stundenmittelwertes von 200 µg/m ³ während des Kalenderjahres
Ü13	Überschreitungshäufigkeit nach 1. EU-TRL [3] für NO ₂	Anzahl der Tage mit Überschreitung von 400 µg/m ³ an 3 aufeinanderfolgenden Stunden während des Kalenderjahres
Ü14	Überschreitungshäufigkeit nach der EU-TRL [4] für CO	Anzahl der Tage mit Überschreitung des höchsten 8-Stundenmittelwertes von 10 mg/m ³ während eines Tages
Ü15	Überschreitungshäufigkeit nach der EU-TRL [3] für PM10-Staub	Anzahl der Tage mit Überschreitung des Tagesmittelwertes von 75 µg/m ³ während eines Kalenderjahres

3.1 Telemetrisches Luftgütemessnetz

Das automatische stationäre telemetrische Luftgütemessnetz dient der repräsentativen Erfassung der Luftgüte im Land Brandenburg. Ende 2000 waren im Land Brandenburg 26 automatische Messstellen mit Datenfernübertragung in Betrieb, davon 5 Messstellen für verkehrsbezogene Messungen. Es wurden bei unterschiedlichem Ausstattungsgrad der einzelnen Messstellen die Schadstoffe Schwefeldioxid, Stickstoffoxide, Ozon, Kohlenmonoxid, Schwebstaub, Schwefelwasserstoff, Ruß, Kohlenwasserstoffe und meteorologische Daten erfasst. Anhang 1 enthält Detailangaben zu den Ende 2000 betriebenen Messstellen. Abbildung 3.1 gibt einen Überblick über die räumliche Verteilung der Messstellen; sie enthält auch die Hintergrund-Messstellen des Umweltbundesamtes (UBA), deren Befunde uns dankenswerterweise alljährlich zur Nutzung überlassen werden.

3.2 Nichttelemetrische kontinuierliche flächen- und industriebezogene Pegelmessungen

• Staubbiederschlag

Der Staubbiederschlag wird gemäß Richtlinie VDI 2119 [20] festgestellt; er wurde 2000 an 134 Messstellen erfasst. Von 56 % dieser Messpunkte wurden die Proben auf anorganische Staubinhaltsstoffe untersucht; dies erfolgte teilweise in Monats- und teilweise in Quartalsmischproben.

• Niederschlagsdeposition

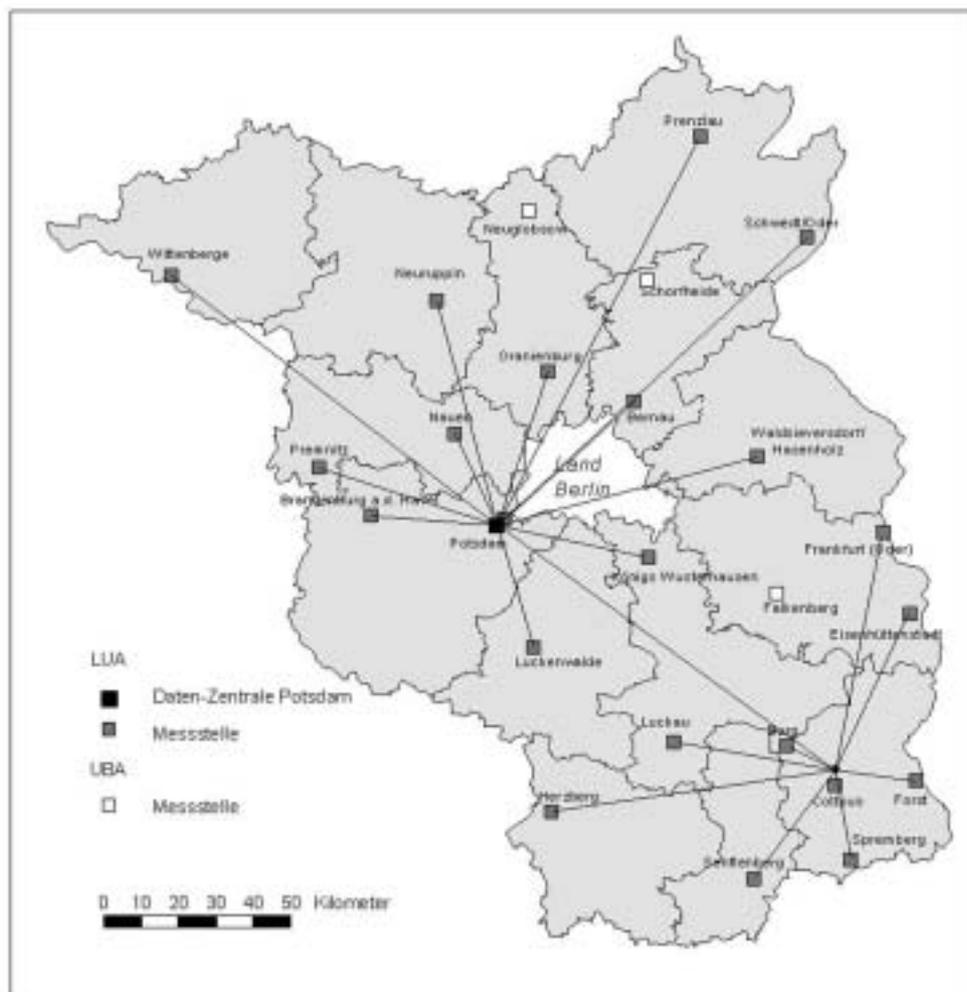
Die Summe aus trocken sedimentierenden Partikeln und der nassen Deposition (Deposition von Regen und Schnee mit gelösten und ungelösten Inhaltstoffen) wird als Niederschlagsdeposition bezeichnet [21]. Bei der Wet-only-Probenahme wird im Wesentlichen nur die nasse Deposition erfasst, da diese Sammler nur während der Niederschlagsereignisse aufnahmefähig sind. Bei der Bulk-Probenahme wird die Niederschlagsdeposition vollständig erfasst, da Bulk-Sammler ständig geöffnet sind.

Die Grundparameter (Summengrößen sowie anionische und kationische Hauptkomponenten) und die organischen Stoffe wurden aus wöchentlich gesammeltem Probenmaterial bestimmt, Arsen und Spurenmetalle wurden aus Monatsproben bestimmt. Da die letztgenannten Stoffe im Wesentlichen partikulär vorliegen, werden für diese keine Konzentrationen, sondern die Jahresfrachten ausgewiesen.

3.3 Diskontinuierliche flächen- und industriebezogene Pegelmessungen

Mittels diskontinuierlicher Schwebstaubprobenahmen wurden Proben zur Spurenstoffanalytik bereitgestellt. Für die Schwermetallanalytik wurden 24-Stunden- oder auch längere Beprobungen durchgeführt.

Abb. 3.1:
Telemetrische Messstellen des
Landesumweltamtes
Brandenburg (LUA) und
kontinuierliche Messstellen
des Umweltbundesamtes
(UBA) im Land Brandenburg
(Stand 31.12.2000)



3.4 Immissionsmessungen im Straßenraum

In Erfüllung der Anforderungen aus gesetzlichen und untergesetzlichen Vorschriften [7, 11, 14, 22] wurden Messungen im Straßenraum nach den Vorgaben der 23. BImSchV [11] oder als Screening durchgeführt. Hierbei kamen kontinuierliche und diskontinuierliche aktive und passive Messverfahren zum Einsatz.

- **Kontinuierliche aktive Messverfahren**

Dies sind Immissionsmessungen mittels automatischer Analytoren, wie sie im Jahr 2000 z.B. für NO/NO₂ an 5 Messorten erfolgten. Ebenso wurde an einigen Stationen Benzen automatisch kontinuierlich bestimmt.

- **Kontinuierliche passive Messverfahren**

Passivsammler ermöglichen aufwandsarme Messungen und stellen daher für Immissionsmessungen (Screeningmessungen), für die keine halbstündliche oder tägliche Probenahme erforderlich ist, eine günstige Alternative zur üblichen Probenahme dar. Für Benzen wurden jeweils 2 Passivsammler des Typs ORSA-5 über einen Zeitraum von 4 Wochen exponiert (Doppelbestimmung). Im Berichtszeitraum wurde das Verfahren an 4 Messpunkten angewandt. Für NO₂-Messungen kamen Passivsammler des Typs PALMES an 8 Messpunkten zum Einsatz; hier erfolgte der Probenwechsel in 14-tägigem Rhythmus.

- **Manuelle Messungen**

Die Proben wurden kontinuierlich über 24 Stunden gewonnen. Die Beprobung der Aromatengruppe BTX erfolgte mittels Aktivkohleröhrchen. Neben manueller gravimetrischer Staubermittlung erfolgte die Bestimmung von Blei, Ruß und einer Auswahl der am Staub adsorbierten polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK). 2000 wurden 7 derartige Schwebstaubmessstellen im verkehrsnahen Raum betrieben.

3.5 Analytik und Qualitätssicherung

Die Erfassung der Messdaten im telemetrischen Messnetz erfolgt mit eignungsgeprüften Messgeräten. Zur Absicherung der internen (automatischen) Kontrollabläufe in den Messstationen werden alle Messgeräte in einem 4-wöchigen Turnus gewartet und mittels zertifizierter Prüfmittel kalibriert. Diese Prüfmittel (Prüfgasgeneratoren oder Prüfgasflaschen) werden in eigener Kalibrierstelle zertifiziert. Die Kalibrierstelle hat mit guten Ergebnissen an Ringversuchen teilgenommen. Die Überprüfung der Probenahmeeinrichtungen erfolgt regelmäßig nach Standardarbeitsanweisungen.

Die Probenahme und Analytik von Luftschadstoffen und Niederschlagsinhaltsstoffen, die nicht mittels kontinuierlich arbeitender Analysenautomaten festgestellt wurden, erfolgte in der Regel auf der Basis messtechnischer VDI-Richtlinien und DIN-Normen.

• **Schwebstaub und Staubinhaltsstoffe**

Schwebstaub wurde nach der Richtlinie VDI 2463 Blatt 7 [43] erfasst. Zur Bestimmung der Spurenelemente im Schwebstaub wurde entweder unter Verwendung von QF20-Filtern die Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) eingesetzt oder unter Verwendung von Zellulosenitratfiltern (1,2 µm Fa. SARTORIUS) die Totalreflektierende Röntgenfluoreszenzanalyse (TXRF) und die Atomabsorptionsspektroskopie (AAS). Grundlage der Bestimmung waren die Richtlinien VDI 2267 Blatt 2, 11 und 12 E [44 bis 46] und eigene Hausmethoden. Die Überprüfung der Gesamtmethode einschließlich des Aufschlusses für die TXRF erfolgt mit dem Referenzmaterial BCR 176.

Aus dem Übergang von der Erfassung des unfractionierten Schwebstaubes (TSP - total suspended particulate matter) zur korngroßenselektierenden Probenahme (PM₁₀/PM_{2,5} - particulate matter 10/2,5) resultieren verschärfte Anforderungen an die Qualitätssicherung von der Probenahme, über die Wägung bis zur Spurenanalytik. Die Bewältigung dieser Probleme konnte im Berichtsjahr weitgehend erreicht werden.

Die Rußbestimmung wurde auf der Basis der Richtlinie VDI 2465 Blatt 1 [47] mittels Verbrennung im Sauerstoffstrom zu CO₂ durchgeführt. Die adsorbierten organischen Komponenten wurden vor der Verbrennung des Rußes unter Stickstoff thermisch bei 500 °C desorbiert. Im Unterschied zu dieser Richtlinie erfolgte vor der Thermodesorption keine Extraktion. Die so ermittelten Messwerte zeigen einen Mehrbefund von durchschnittlich 17 % [48]. Dieser methodenbedingte Mehrbefund ist bei der Ergebnisberechnung berücksichtigt, so dass die im Bericht angegebenen Ergebnisse konform mit Ergebnissen sind, die nach dem Referenzverfahren [47] erhalten werden. Die Kontrolle des Gesamtverfahrens wurde mit einem Standard auf der Basis von Aktivkohle mittels Doppelbestimmung am Anfang und am Ende der Messreihe durchgeführt. Die Abweichung zum Sollwert betrug ± 3 %.

Die Bestimmung von Ruß im Schwebstaub mittels Oxidation und Infrarot (IR)-Detektion nach Richtlinie VDI 2465 Blatt 1 [47] ist nur für quellenahere Messungen geeignet (z.B. an verkehrsbezogenen Messstellen). Die Ermittlung von Background-Konzentrationen ist hiermit grundsätzlich nicht möglich.

Für die Rußmessungen mittels des Ruß- und Benzol-Immissionsammlers (RUBIS) (geringer Volumendurchsatz mit 1 - 2 m³/Woche) wurden anhand realer Proben die Verfahrensbedingungen optimiert. Unter Beachtung der Nachweisgrenze konnten Probenahme-Parameter definiert werden, die eine Verwendung von RUBIS-Proben zum Zweck validierender Messungen gestatten. Hiermit eröffnet sich die Möglichkeit, die Routinemessungen mittels Kleinfiltergerät durch zusätzliche Daten aus alternativen Messungen abzusichern.

Zur Bestimmung von 11 partikelgebundenen polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) wurden die Staubfilter extraktiv behandelt und der Extrakt anschließend mit Hilfe der Hochdruck-Flüssigkeitschromatographie (HPLC) analysiert. Die Bestimmung der Einzelstoffe erfolgte mittels Fluoreszenzdetektion. Zur Qualitätssicherung wurden Blindwertbestimmungen und die vergleichende Analyse von Referenzmaterialien durchgeführt. Serienkonforme Analysen von Kalibrierstandards dienten zur Kontrolle der Retentionszeiten und der Kalibrierfaktoren.

Die Bestimmung von Ionen im Schwebstaub ist aufgrund von Artefaktbildungen während der Probenahme mit generellen

Schwierigkeiten behaftet. Das Messverfahren muss daher als Konventionenmethode angesehen werden, wobei den verwendeten Filtern eine zentrale Bedeutung zukommt. Die Probleme ergeben sich insbesondere aus Verdampfungsverlusten flüchtiger Komponenten; sie betreffen die Bestimmung von Nitrat-, Sulfat- und Ammoniumionen. Aufgrund der Vielzahl von Einflussfaktoren ist eine Quantifizierung dieser Artefakte nicht möglich, somit verbieten sich rechnerische Korrekturen.

• **Staubniederschlag und Inhaltstoffe**

Staubniederschlag wurde nach Richtlinie VDI 2119 Blatt 2 [20] erfasst. Zur Bestimmung der Spurenelemente wurden die Staubniederschläge aufgeschlossen und die Schwermetalle mittels optischer Emissionsspektrometrie (ICP-OES) in Anlehnung an die Richtlinie VDI 2267 Blatt 5 bestimmt. Zur Qualitätssicherung der Messergebnisse erfolgten arbeitstägl. Gerätekalibrierungen, regelmäßige Blindwertkontrollen und Messungen von Referenzmaterialien.

• **Flüchtige organische Verbindungen (VOC)**

Zur Bestimmung der BTX-Aromaten an Verkehrsmesspunkten wurden für die aktive Probenahme Aktivkohlerohre mit 50 und 100 mg Befüllung und für die passive Probenahme Sammler des Typs ORSA 5 eingesetzt. Dosimeter ergaben für Benzol Minderbefunde (ca. 21 % geringer als bei aktiver Probenahme), daher wurden die Dosimetermessungen eingestellt. Zur Qualitätssicherung wurden zertifizierte Referenzproben CRM 562 analysiert; inklusive Desorptionsschritt wurden maximale Abweichungen von 8 % zum Sollwert gefunden.

Die Bestimmung von Aldehyden an verkehrsnahen Standorten erfolgte nach der derivatisierenden 72-Stunden-Probenahme über die HPLC-Analyse der entstandenen 2,4-Dinitrophenylhydrazone. Zur Sicherung der qualitativen Ergebnisse diente neben den Retentionsdaten der Spektrenvergleich (UV-Spektren) mit authentischem Material. Zur Qualitätssicherung wurde an zertifizierten Referenzmaterialien (CRM 553 und CRM 554) der Formaldehydgehalt wiedergefunden.

• **Gasförmige anorganische Stoffe**

Die Analyse der durch passive Probenahme gewonnenen NO₂-Proben erfolgte nach einem modifizierten SALTZMAN-Verfahren. Die Qualitätssicherung der Messergebnisse wurde durch Vergleichsmessungen an einigen TELUB-Messstellen und durch Vergleichsmessungen mit der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin gewährleistet.

Zur Bestimmung von Fluor- und Chlorwasserstoff wurden erste Testmessungen zur Probenahme mit Denudern, anschließender Extraktion und ionenchromatografischer Analyse durchgeführt.

• **Niederschlagsdeposition**

Die Ermittlung der Niederschlagsmenge erfolgte mittels HELLMANN-Regenmesser. Erforderliche Korrekturen wurden durch den Soll-Ist-Wert-Vergleich realisiert. Des Weiteren liefert der Soll-Ist-Wert-Vergleich der Niederschlagsmenge auf den jeweiligen Sammler bezogen wichtige Hinweise über Probenverluste durch Überlaufen, Verdunsten oder Benetzen, die Einfluss auf die Bewertung der Messergebnisse haben. Die Inhaltsstoffe wurden sowohl aus Bulk- als auch aus Wet-only (Wet)-Proben gemessen.

Das Probenmaterial einer Woche aus den Wet-only-Sammlern wurde nach einem vorgegebenen Schema für die verschiedenen analytischen Verfahren geteilt, so dass in niederschlagsarmen

Wochen nicht alle Spurenstoffe gemessen werden konnten. Die Probenverfügbarkeit des Wet-Sammlers betrug daher insbesondere für die organischen Spurenstoffe nur 70 - 80 % im Vergleich zum Bulk-Sammler, wo die gesamte Jahresniederschlagsmenge der Spurenstoffanalytik zugänglich war. Aus diesem Grunde sind Frachten beider Sammler nicht miteinander vergleichbar.

Zur Bestimmung der Inhaltsstoffe der Bulk-Proben wurden für die verschiedenen Stoffgruppen mehrere Sammler parallel aufgestellt:

- Die Grundparameter und ionische Komponenten wurden aus einer Mischprobe gemessen, die aus 3 parallel ausgestellten Sammlern resultierte. Anionen und Kationen wurden mit Hilfe der Ionen-Chromatographie bestimmt. Dies ermöglichte es, jede Einzelprobe durch Berechnung der Ionenbilanz nach [53] zu überprüfen. Bei einem Gesamtionengehalt >100 meq/l wird eine Differenz bis 10 % akzeptiert, andernfalls erfolgt eine Prüfung der Einzelanalysen.
- Zur Bestimmung der löslichkeitsverfügbaren Schwermetalle wurde die salpetersaure Probe über eine 0,2 mm-Membran filtriert. Die Quantifizierung erfolgte mittels TXRF unter Verwendung von Yttrium als internem Standard. Cadmium wurde im Bedarfsfall mit der AAS gemessen.
- Die organischen Spurenstoffe wurden simultan über 2 Bulk-Sammler erfasst. Alle organischen Stoffe wurden als

Wochenwerte gemessen, d.h. das Probenmaterial aus den beiden Sammlern wurde bereits vor Ort nach einem abgestimmten Schema geteilt. Die PAK wurden auf der Basis der Norm DIN 38407, Teil 8 [54] mit Hilfe der HPLC bestimmt, die anderen Stoffgruppen mittels Kapillar-GC und MS [55]. Die Bestimmung der flüchtigen organischen Stoffe erfolgte mittels "Purge and Trap" und die Bestimmung der halogenierten Kohlenwasserstoffe und Carbonsäuren mittels Head-Space-Gas-Chromatographie [56, 57]. Erstmals wurden im Jahr 2000 auch 6 ausgewählte Phthalate gemessen.

Bezüglich der PAK-Analytik konnte nachgewiesen werden, dass eingetragene Staubpartikel einen gravierenden Einfluss auf das Niveau der PAK-Gehalte besitzen. Daher wurden im Jahr 2000 die Vorbereitungen für eine anreichernde Sammelmethode begonnen und die Bestimmung der 16 EPA-PAKs vorbereitet.

Jede Messstelle wurde mindestens einmal jährlich einem gesonderten Qualitätssicherungs-Audit unterzogen. An der Referenzmessstelle (Lauchhammer) wurden regelmäßig Vergleiche der Sammlertypen zur Beurteilung der Sammlereffizienz vorgenommen.

Der Test eines neuen Bulk-Sammlers zur Erfassung organischer Spurenstoffe im Niederschlag wurde 2000 fortgeführt. Dieser Sammler ermöglicht es, den gesammelten Niederschlag konstant bei 5 °C zu halten, und er verringert aufgrund seiner Geometrie den Haftwassererlust sowie den Probenverlust durch Überlaufen der Auffangflasche.

4 Meteorologie und Jahresgang ausgewählter Luftschadstoffkonzentrationen

Das Jahr 2000 war im Vergleich zum langjährigen Mittelwert (1961 bis 1990) [35] in Brandenburg um knapp 2 K zu warm und setzte damit den Schlusspunkt unter das wärmste Jahrzehnt seit Beginn regelmäßiger meteorologischer Messungen (Potsdam 1893) nicht nur in Mitteleuropa, sondern auch im globalen Maßstab. Gegenüber dem Vorjahr sowie 1996/97 fiel der Berichtszeitraum mit 95 bis 105 % der Niederschlagsmenge etwa dem Klimanormal entsprechend aus.

Erstmals wird im vorliegenden Luftqualitätsbericht die NO₂-Konzentration als Leitkomponente für die flächenhafte lufthygienische Belastung verwendet, da sie im Mittel inzwischen dreifach höher liegt als die landesweit kaum noch differenzierte Immission der früheren "klassischen" Leitkomponente SO₂. Allerdings bewegt sich auch die NO₂-Konzentration an verkehrsfernen Messstellen in Brandenburg weiterhin deutlich unter der "Unteren Beurteilungsschwelle" nach der 1. EU-Tochterrichtlinie (TRL) [3] und garantiert damit ein großräumig sehr niedriges Belastungsniveau.

Gegenüber 1999 sank die landesweite NO₂-Immissionsbelastung im telemetrischen Messnetz (TELUB) (im Weiteren stets auf Nichtverkehrs-Messstellen bezogen) von 18 auf 16 µg/m³. Als Hauptursache kommt dafür die im Übrigen seit 1997 andauernde milde Witterung infrage, wobei kleinere Effekte auch den flächenhaften Auswirkungen der nahezu abgeschlossenen

Umstellung der Fahrzeugflotte auf Kfz mit geregelter Katalysator zuzuschreiben sind. Ergänzend sei zu SO₂ bemerkt, dass mit einem neuen Landesmitteltiefstwert von nur noch 5 µg/m³ ein Niveau von 12,5 % des 40 µg/m³-Ausgangswertes von 1991 erreicht wurde.

Das die NO₂-Immissionsbelastung bestimmende **Winterhalbjahr** (1. und 4. Quartal) war mit 2,5 K positiver Temperaturabweichung vom langjährigen Mittel nochmals deutlich milder als die vorhergegangenen drei Winter. Auch die gegenüber den Normalverhältnissen deutlich verminderte Zahl der Frosttage, die gleichzeitig auch ein Anzeiger für das seltenere Auftreten austauschhemmender Inversionslagen ist, beeinflusste die heizungsbedingte Emissionsdynamik und damit den städtischen Immissionspegel deutlich. Das NO₂-Landesmittel sank gegenüber 1999 von 21 auf 19 µg/m³.

Das **Sommerhalbjahr** zeigte sich erneut nahezu durchgängig als erheblich zu warm gegenüber dem Klimanormal. Mit positiven Temperaturabweichungen um 1,2 K war es nur wenig kühler als 1999. Bei einer dem langjährigen Mittel entsprechenden Anzahl an Sommertagen traten leicht überdurchschnittliche Sonnenscheindauern (um 5 %) auf. In Übereinstimmung mit diesen beiden gegenüber 1999 leicht zurückgegangenen Parametern sank der landesweit gemittelte TELUB-Ozon-Mittelwert von 68 auf 62 µg/m³.

Die Witterung im Land Brandenburg war 2000 aus der Sicht des gebietsbezogenen Immissionsschutzes durch folgenden Verlauf charakterisiert:

Der **Januar** blieb bei einer ganz erheblich (bis zu 103 %) über dem Durchschnitt liegenden Sonnenscheindauer in Brandenburg mit rund 2 K positiver Temperaturabweichung sehr mild (wie in den letzten beiden Jahren) und nass. Antizyklonale Nordwest- und Südwestlagen mit reger Tiefdrucktätigkeit über Mitteleuropa schloss sich in der letzten Dekade ein allerdings in Ostdeutschland zeitweise von Tiefausläufern durchbrochene Mitteleuropa-Hochdruckbrücke an, so dass überwiegend milde Luftmassen die Oberhand behielten. Das NO₂-Gebietsmittel betrug wie im witterungsmäßig sehr ähnlichen Vorjahresmonat 22 µg/m³.

Der **Februar** fiel bei sehr hohen Niederschlagsmengen (etwa das 1,5 fache des Normalen) mit rund 4 K Abweichung zum Klimanormal fast so mild wie der "Rekordmonat" 1998 aus. Zyklonale West- und Nordwestlagen herrschten in Mitteleuropa vor; ein antizyklonaler Abschnitt in der vierten Woche war wenig wetterwirksam, da Ausläufer des Island-Tiefs nicht gestoppt wurden. Gegenüber dem nur um 1 K zu milden Vorjahresmonat sank das NO₂-Landesmittel bei nur 8 bis 12 Frosttagen von 22 auf 18 µg/m³.

Auch der **März** war wie 1999 knapp 2 K zu mild und z. T. extrem nass (Cottbus mit dem 2,5 fachen des Monatsnormals). Der Witterungsablauf ähnelte dem des Vormonats: Zyklonale Nordwestlage, Trog Westeuropa und Tief Mitteleuropa wurden nur kurzzeitig zu Beginn der dritten Dekade von einer Hochdruckbrücke Mitteleuropa unterbrochen, die allerdings kühle Nordseeluft und damit günstige Ausbreitungsbedingungen mit sich brachte. Bei einem Rückgang der Frosttagehäufigkeit um mehr als die Hälfte gegenüber dem Klimanormal sank das März-NO₂-Gebietsmittel ganz erheblich von 22 auf 14 µg/m³ im Vergleich zum Vorjahr.

Der **April** fiel mit knapp 4 K positiver Temperaturabweichung erneut erheblich zu warm aus, war allerdings - vor allem in Süd-Brandenburg - deutlich zu trocken bei entsprechend übernormal häufigen Sonnenscheindauern (um 25 %). Milde Meeresluft herrschte vor (Trog Mitteleuropa, Tief Britische Inseln, zyklonale Südwestlage), nur in der ersten Dekade von kühler Festlandluft (Hoch Britische Inseln) unterbrochen. Damit lag das O₃-Landesmittel mit 66 µg/m³ nur unwesentlich über dem Vorjahresmonat (65 µg/m³), der witterungsmäßig sehr ähnlich geprägt war.

Auch der **Mai** blieb mit knapp 3 K positiver Temperaturabweichung erheblich zu warm und großräumig - insbesondere im Norden Brandenburgs - viel zu trocken (29 bis 79 % des Normals), womit weit überdurchschnittliche Sonnenscheindauern (bis zu 139 %) korrespondierten. Die Zahl der Sommertage bewegte sich mit 9 bis 13 klar über dem langjährigen Mittel von 2 bis 4, so dass insbesondere in der ersten Monatshälfte mit einem Hoch über dem Nordmeer und Fennoskandien sowie über Mitteleuropa sehr gute meteorologische Voraussetzungen für eine verstärkte O₃-Produktion bestanden. Der zweithöchste Sommermonatsmittelwert (77 µg/m³; Mai 1999: 78 µg/m³) unterstreicht dies, wobei allerdings in der zweiten Maihälfte zyklonale Wetterlagen (Trog Westeuropa, Westlagen) einen möglichen "Rekordwert" verhinderten.

Der **Juni** schloss die zeitlich ununterbrochene Reihe deutlich zu warmer Monate seit Jahresbeginn (1 bis 2 K zu warm) ab. Er fiel

besonders in der Mitte und im Süden Brandenburgs sehr trocken aus (43 bis 66 % des Normals), begleitet von einer leicht überdurchschnittlichen Sonnenscheindauer. Die ersten beiden Dekaden sorgten zudem mit antizyklonalen Südwest- und Westlagen sowie einer Hochdruckbrücke über Mitteleuropa für ein deutlich höheres Angebot an Ozonvorläufern in Brandenburg, was durch einen Trog über Mitteleuropa und ein Nordmeer-Hoch mit arktischer Meeresluft anschließend radikal reduziert wurde. Immerhin resultierte daraus das höchste O₃-Monatsmittel des Sommers 2000 (79 µg/m³ gegenüber 68 µg/m³ im zyklonalen geprägten Juni 1999).

Im Gegensatz zum Vorjahr war der **Juli** gerade nicht hochsommerlich ausgeprägt, sondern blieb sogar der einzige Monat des Jahres, der zu kühl ausfiel (um -1,5 K). Außer in der Landesmitte war es erheblich zu nass; die Sonnenscheindauer erreichte nicht einmal die Hälfte des Klimanormals 1961/90 - ein sehr ungewöhnlicher Wert. Demzufolge waren auch Sommertage äußerst selten zu verzeichnen (z. B. in Cottbus 3 statt im Mittel zu erwartender 26). Die erste Monatshälfte war geprägt vom Zustrom maritimer Polarluft, öfters kurzzeitig unterbrochen von Tropikluft-Einschüben, die zu Gewittern führten. Das Hoch über den Britischen Inseln führte auch nur kühle wolkenreiche Luft heran, was sich bei einer anschließenden zyklonalen Hoch Nordmeer-Island-Lage nicht änderte. Demzufolge sank das O₃-Monatsmittel drastisch auf 55 µg/m³ ab (1999: 71 µg/m³).

Im **August** war die Witterung wieder durch etwas zu warme Temperaturen gekennzeichnet, insbesondere in Südbrandenburg (0,2 bis 1,3 K). Außer in der Landesmitte, wo über 70 % mehr Niederschlag als im langjährigen Mittel fiel, herrschten normale Regenverhältnisse bei leicht gesteigerter Sonnenscheindauer vor. Die Zahl der Sommertage lag von Nord bis Süd ansteigend etwas über den Normalwerten. Für 18 Tage sorgte eine Hochdruckbrücke über Mitteleuropa für günstige photochemische Umsetzungsbedingungen, allerdings unterbrochen durch eine knapp einwöchige zyklonale Südwestlage. Da während der antizyklonal geprägten Zirkulationszeiten aber auch immer wieder Randstörungen atlantischer Tiefs auf Nordostdeutschland übergreifen konnten, blieb der O₃-Monatsmittelwert mit 58 µg/m³ (1999: 64 µg/m³) relativ niedrig.

Der **September** entsprach in seinem meteorologischen Gepräge im Wesentlichen den langjährigen klimatologischen Erwartungswerten. Nur beim Niederschlag war die Mitte Brandenburgs mit einer 33 % über dem Normal liegenden Menge bevorzugt und die geringe Zahl an Sommertagen wurde nicht erreicht. Nach einer Troglage über Mitteleuropa und sowohl antizyklonal als auch zyklonal geprägten Westlagen herrschte erst in der dritten Dekade das für Altweibersommer typische ruhige Herbstwetter (Hoch Nordmeer-Fennoskandien). Damit bestanden insgesamt keine besonders günstigen meteorologischen Voraussetzungen für die O₃-Bildung mehr, zumal sich auch der jahreszeitlich bedingte Rückgang der Strahlungsintensität bemerkbar machte. Gegenüber dem regelrecht hochsommerlichen Vorjahresmonat fiel das O₃-Landesmittel von 59 µg/m³ auf 42 µg/m³.

Der **Oktober** setzte die Zahl der erheblich zu warmen Monate des Winterhalbjahres fort (um 2,5 K Temperaturabweichung), war außer in Nordbrandenburg extrem trocken (um 50 % des Normalniederschlags) und von meist unterdurchschnittlicher Sonnenscheindauer. Der maritime Klimaeinfluss dominierte über zwei Drittel des Monats, da auch eine Hochdruckbrücke über Mitteleuropa häufig von Tiefausläufern unterbrochen wurde.

Nur ab Monatsmitte stellte sich eine länger anhaltende aus-tauscharme Wetterlage (antizyklonale Südlage) ein. Wie 1999 betrug das TELUB-NO₂-Monatsmittel 17 µg/m³.

Auch der **November** fiel fast ebenso deutlich zu warm aus wie der Oktober (2 bis 2,5 K Temperaturabweichung), war ebenso trocken, jedoch ungewöhnlich sonnenscheinreich (etwa 200 % des Klimanormals). Hinzu kamen nur ganz wenige Frosttage, so dass sich bei durchgängig zyklonalen Zirkulationsverhältnissen (zyklonale Wetterlage, Tief Britische Inseln, Trog Westeuropa, winkelförmige, d.h. über Mitteleuropa scharf nach Nord drehende west-ost-gerichtete Frontalzone) ein NO₂-Monatsmittel von 22 µg/m³ (gegenüber 25 µg/m³ 1999) ergab.

Der **Dezember** beschloss mit einer positiven Temperaturabweichung von gut 2 K die Folge der durchgängig erheblich zu milden Wintermonate des Jahres 2000, das sowohl eines der

wärmsten des zu Ende gehenden Jahrhunderts war als auch für rekordverdächtige Wintertemperaturen sorgte. Als "Ausgleich" zum viel zu nassen 1. Quartal schloss er ein überaus trockenes 4. Quartal mit nur etwa zwei Dritteln des zu erwartenden Niederschlags ab. Dagegen erreichte die Sonnenscheindauer wie im November das Doppelte des Klimanormals. Immerhin wurden nur 3 bis 5 Frosttage weniger als im Mittel verzeichnet, so dass sich im Zusammenhang mit einem Hoch über Mitteleuropa kurz nach Monatsmitte ein NO₂-Immissionsmittel von 21 µg/m³ einstellt (1999: 17 µg/m³). Ansonsten sorgten zyklonale Wetterlagen für gute Ausbreitungsbedingungen und eine antizyklonale Südwestlage für Zufuhr milder Luftmassen, die Heizungsemissionen reduzierten.

Eine zusammenfassende grafische Darstellung der wichtigsten klimatologischen Daten des Jahres 2000 für die Wetterstation Potsdam zeigt Abbildung 4.1.

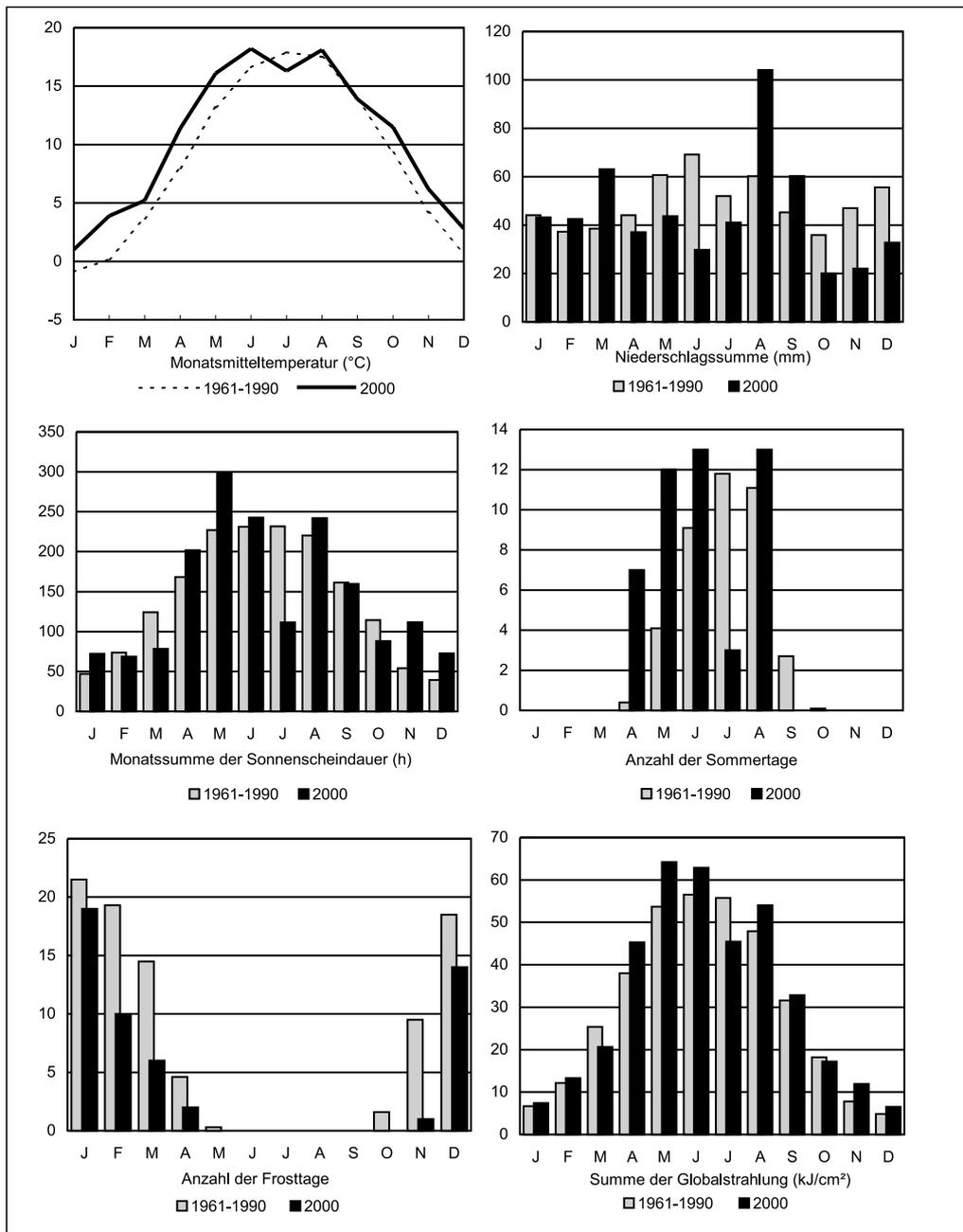


Abb. 4.1: Klimatologische Daten des Deutschen Wetterdienstes - Wetteramt Potsdam - Vergleich der Monatsmittel 2000 mit dem langjährigen Monatsmittel (1961 bis 1990) [35, 36]

5 Beurteilung der Luftqualität

5.1 Bewertungsmaßstäbe für Immissionen

In Ermangelung eines einheitlichen rechtsverbindlichen Grenzwertgefüges muss die Auswertung der Einzelmessbefunde (Berechnung von Kenngrößen) sowie die Bewertung der Messergebnisse - je nach Schadstoffart - nach verschiedenen Rechts- und Verwaltungsvorschriften, Richtlinien oder anderen Dokumenten erfolgen [3 bis 14, 23 bis 32]. Im Anhang 4 wird eine Übersicht über die für den vorliegenden Bericht relevanten Bewertungsmaßstäbe zum Schutze des Menschen und der Umwelt gegeben.

Grenzwerte dienen dem Ziel, schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und/oder die Umwelt insgesamt zu vermeiden, zu verhüten oder zu verringern. Die Grenzwerte sind in einem bestimmten Zeitraum zu erreichen und dürfen danach nicht mehr überschritten werden [2].

- EU-Grenzwerte, die im Rahmen von EU-Richtlinien erlassen werden, bedürfen der Umsetzung in nationales Recht, bevor sie für die Vollzugspraxis allgemein verbindlich werden.
- Die Immissionswerte der TA Luft [12] sind flächenbezogene Grenzwerte, die bei strenger Auslegung nur für die Bewertung anlagenbezogener Immissionsmessungen gelten.

Leitwerte sind als Anforderungen an eine gute Luftqualität zu charakterisieren; daher ist deren Einhaltung ein Ziel. Ein Rechtsanspruch auf die Einhaltung von Leitwerten ist nicht gegeben.

Richtwerte geben an, welche Immissionshöhe möglichst nicht überschritten werden soll; auch sie sind rechtlich nicht bindend.

Ziel- bzw. Orientierungswerte dienen der Entscheidung über Maßnahmen zur Luftreinhaltung; sie sind keine Grenzwerte. Zielwerte werden festgelegt, um "schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und/oder die Umwelt insgesamt in größerem Maße langfristig zu vermeiden..." [2].

Schwellenwerte sind Schadstoffkonzentrationen oder -dosen, ab welchen bestimmte Wirkungen beobachtet oder Vorsichtsmaßnahmen erforderlich werden.

- Die Informationsschwelle nach [5] ist der Schwellenwert zur Information der Bevölkerung. Sie stellt insbesondere auf sehr empfindliche Gruppen der Bevölkerung ab, bei denen es bereits bei Überschreiten dieser Schwelle zu begrenzten und vorübergehenden gesundheitlichen Beeinträchtigungen kommen kann [6].
- Die Alarmschwelle nach [2] ist der Schwellenwert, "bei dessen Überschreitung bei kurzfristiger Exposition eine Gefahr für die menschliche Gesundheit besteht...". Es sind umgehend Maßnahmen zu ergreifen.
- Prüfwerte sind Schwellenwerte, bei deren Überschreitung die Notwendigkeit von Maßnahmen zu prüfen ist. Es ist ein "Bewertungsmaßstab, der ein administratives Eingreifen ermöglichen soll..." [19].

Referenzwerte sind fixierte Vergleichswerte zur Bewertung festgestellter Immissionen.

Als **Diskussionswerte** werden im vorliegenden Bericht Vorschläge zur Begrenzung der Immissionen bezeichnet.

5.2 Flächen- und industriebezogene Immissionssituation

Die Ergebnisse kontinuierlicher und quasikontinuierlicher Immissionsmessungen sind dem Anhang 2 zu entnehmen.

Anhang 3 zeigt für ausgewählte TELUB-Messstellen die monatliche Verteilung der Immission und - soweit vorhanden - auch relevante meteorologische Daten für 2000. Temperatur und Globalstrahlung beeinflussen indirekt die Emission der energiebedingten Primärschadstoffe (z. B. SO_2 , NO_x , CO , Staub), bestimmen aber direkt die Bildung des Sekundärschadstoffes Ozon aus photochemischen Vorläufersubstanzen in der Troposphäre.

Die aktuellen Messergebnisse des telemetrischen Landesmessnetzes sowie die UBA-Befunde zur Hintergrundbelastung erlauben folgende Einschätzung:

Schwefeldioxid

- Das landesweite SO_2 -Immissionsmittel aus den 11-Kenngrößen aller Messstellen betrug im Jahre 2000 $4,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Es ist gegenüber 1999 ($5,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) wiederum auf einen neuen Tiefststand gesunken und liegt im mittleren Immissionsniveau der alten Bundesländer.
- Die Immissionswerte der 22. BImSchV [9] und der TA Luft [12] wurden an allen Messstellen weit unterschritten. Selbst in den im Jahr 2000 höchstbelasteten Orten Südbrandenburgs wurden maximal 5 % Immissionswert-Ausschöpfung erreicht. Dies entspricht nach einer Skalierung des Umweltministeriums Baden-Württemberg [33], nachfolgend UMEG-Klassifizierung genannt, der geringsten Belastungsstufe ("sehr niedrige Konzentrationen"). Die höchsten 98-Perzentilwerte lagen unter 7 % des Grenzwertes der 22. BImSchV.
- Die Leitwerte der WHO für 24-Stunden- und für 1-Jahr-Mittelung wurden ebenfalls an allen kontinuierlichen Messstellen sehr deutlich unterschritten. Ebenso wurden die Grenz- und Alarmwerte der 1. TRL zur EU-RRL (auch ohne Inanspruchnahme der Toleranzmarge des 1-Stunden-Grenzwertes) sicher eingehalten. Das gesamte Land Brandenburg lässt sich im Jahr 2000 in die Kategorie "unterhalb der Unteren Beurteilungsschwelle/UBS" nach [3] einordnen. Als Beispiel sei hier genannt, dass der höchste SO_2 -Tagesmittelwert in Brandenburg in Schwedt/O. mit $105 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aufgetreten ist, wobei nach 1. TRL der EU ein Tagesmittel von $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dreimal überschritten werden darf. Ebenso wurden nur in Schwedt/O. 2 Überschreitungen des 1-Stunden-Grenzwertes (ohne Toleranzmarge) von $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ verzeichnet, der nach 1. TRL jedoch 24 mal im Jahr übertroffen werden darf.
- Bei nur noch geringer räumlicher Differenzierung im Jahr 2000 war weiterhin eine ganz leicht erhöhte Belastung in Südbrandenburg zu erkennen (Abbildung 5.1). Die niedrigsten Konzentrationen verzeichnete erneut erwartungsgemäß der Norden Brandenburgs, abgesehen vom Industriestandort Schwedt/O. Der gleitende Anpassungsprozess des städtischen Belastungsniveaus an das großräumige Konzentrationsniveau ist abgeschlossen.

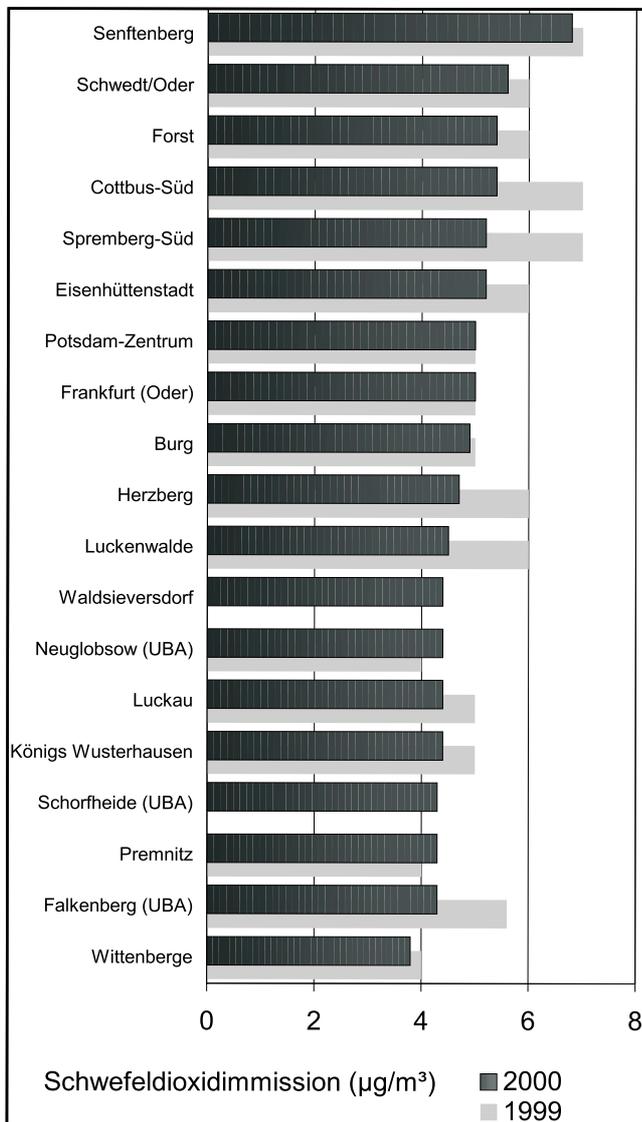


Abb. 5.1: Vergleich der I1-Kenngrößen kontinuierlicher Messstellen - Schwefeldioxid

- Der Unterschied der I1-Befunde zwischen Wittenberge (4 µg/m³) und Senftenberg (7 µg/m³) als lokales Minimum bzw. Maximum beträgt jetzt nur noch 1 : 1,8; er verdeutlicht damit die großräumig gleichmäßig geringe Immission.
- Anhang 3 zeigt ausnahmslos für alle Messstellen das noch vorhandene Winter/Sommer-Gefälle der SO₂-Immission (Verhältnis um 2 bis 2,5 : 1 in Städten), das in absoluten Beträgen jedoch auf einen Unterschied von wenigen µg/m³ geschrumpft ist.

Stickstoffoxide

- Der Mittelwert der Stickstoffdioxid-Immission (ohne Verkehrsmessstellen) lag 2000 bei 15 µg/m³ und sank damit gegenüber dem Vorjahr (17,3 µg/m³) geringfügig. Damit befand sich das Niveau der NO₂-Belastung Brandenburgs auch 2000 deutlich unter dem der alten Bundesländer.
- Die Immissionswerte der 22. BImSchV, der TA Luft und die Leitwerte der EU für NO₂ wurden an allen Messstellen unterschritten. Selbst an der höchstbelasteten Messstelle in

Potsdam-Zentrum erreichten die IW 1-Wert- und die Grenzwert-Ausschöpfung nach der 22.BImSchV nur 31 % bzw. 34 %.

- Auch die in der 1. TRL zur EU-RRL Luftqualität enthaltenen Grenz- und Alarmwerte für den Schutz der Gesundheit wurden sicher eingehalten. Der in "Ökogeieten" geltende NO_x-Jahresgrenzwert für den Schutz der Vegetation wurde an 3 Messstellen überschritten, die jedoch alle verkehrsbeeinflusst sind. Dies wird durch die Höhe der NO-Immission belegt. An den industriefernen ländlichen Messstellen wurde dieser Grenzwert klar eingehalten. Auch hinsichtlich der NO₂-Jahresmittelwerte für den Schutz der menschlichen Gesundheit war Brandenburg flächendeckend in die Kategorie "unterhalb der Unteren Belastungsschwelle/UBS" einzuordnen. Allerdings wurde hinsichtlich des Jahresgrenzwertes für den Schutz der Vegetation an einigen städtischen Messstellen sogar die Obere Beurteilungsschwelle/OBS (24 µg/m³) überschritten. Abbildung 5.2 zeigt, dass der NO-Immissionsgradient erwartungsgemäß sehr hoch ist, während er sich für verkehrsfere Messstellen in der gleichen Größenordnung wie bei NO₂ bewegt.
- Anhang 3 zeigt anhand der monatlichen Immissionsverteilung einen etwas stärkeren Jahresgang als bei der SO₂-Immission. Hier überlagern sich bei den schlechteren winterlichen Ausbreitungsbedingungen offenbar die flächenhaften Auswirkungen des Kfz-Verkehrs mit den saisonal bedingt höheren NO_x-Emissionen aus der Wärmeerzeugung.
- Die im Bericht nicht dargestellte windrichtungsabhängige Immissionsverteilung für NO₂ belegt, dass die Messstellen im Berliner Umland durch die Emissionen der Hauptstadt spürbar beeinflusst werden.

Ozon

- Die mittlere Ozon-Immission aller TELUB- und UBA-Messstellen betrug im Jahr 2000 48 µg/m³ und sank damit gegenüber dem Vorjahr leicht um 4 µg/m³ ab. Da Ozon nicht emittiert wird, sondern sich großräumig aus Vorläufersubstanzen in der bodennahen Troposphäre bildet, traten keine großen regionalen Belastungsunterschiede auf (Abbildung 5.3).
- Die Ozon-Messergebnisse wurden anhand von Überschreitungshäufigkeiten der auf die Akzeptoren Mensch oder Vegetation bezogenen Schwellenwerte der 22. BImSchV und des Entwurfes der EU-TRL Ozon [5] bewertet. Aus dem Zusammenspiel von Globalstrahlung, Lufttemperatur und Vorbelastung der Brandenburg erreichenden Luftmassen ergab sich bezüglich der Episoden mit hoher Ozon-Immission folgendes Bild:
 - Der 8-Stundenmittelwert von 110 µg/m³ (Ü1) wurde an 15 Tagen (Schwedt/O.) bis 58 Tagen (Spremberg-Süd) überschritten. Die mittlere Überschreitungshäufigkeit verringerte sich gegenüber 1999 um 6 Tage auf 33 Tage. Der im Entwurf der EU-TRL vorgesehene 8-Stunden-Grenzwert von 120 µg/m³ (Ü7) wurde im landesweiten Mittel an 26 Tagen überschritten, wobei eine beachtliche räumliche Differenzierung zwischen Schwedt/O. (10 d) und Spremberg-Süd (42 d) zu verzeichnen war.
 - Der 1-Stundenwert von 180 µg/m³ (Ü2) wurde an 0 bis 6 Tagen überboten, was im Vergleich zum übrigen Bundesgebiet eine geringe bis mittlere Spitzenbelastung widerspiegelt [34]. 6 Überschreitungenfälle wurden an der

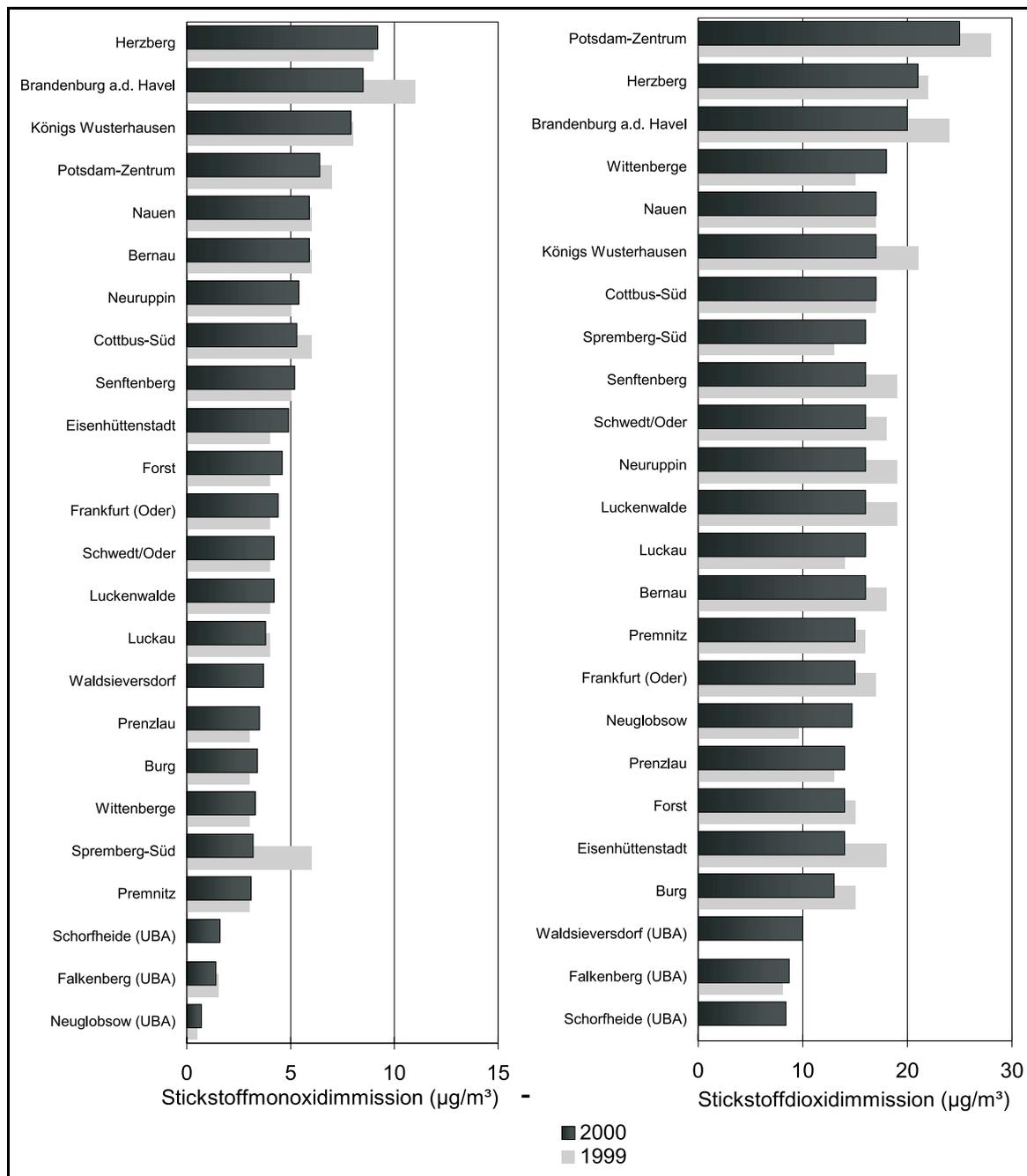


Abb. 5.2: Vergleich der 11-Kenngrößen kontinuierlicher Messstellen - Stickstoffoxide -

Messstelle Neuglobsow festgestellt [34]. Gegenüber 1999 hat sich ein geringer Anstieg der O₃-Spitzenbelastungen ergeben, denn statt 2 Messstellen im Jahr 1999 meldeten im Jahr 2000 9 Messstellen eine Überschreitung dieses Warnwertes.

- Der 1-Stundenwert von 200 µg/m³ (Ü3) zum Schutz der Vegetation wurde an einem Tag in Waldsiedersdorf überschritten.
- Wie in den beiden Vorjahren war auch 2000 keine Überschreitung der 1-Stundenwerte von 240 µg/m³ (Ü4) und 360 µg/m³ (Ü5) zu verzeichnen.
- Der Tagesmittelwert von 65 µg/m³ (Ü6) zum Schutz der Vegetation wurde allerdings erneut an allen telemetrischen Messstellen des LUA häufig überschritten, wobei der Schwankungsbereich zwischen 46 Tagen (Schwedt/O.) und 117 Tagen (Spremberg-Süd) lag. Im

landesweiten Mittel war die Überschreitungshäufigkeit mit 79 Tagen etwa in der gleichen Höhe wie im Vorjahr.

- Insgesamt zeigten sich im Vergleich zum Vorjahr keine erheblichen Änderungen der Spitzenbelastungen.

- Ergänzend wurde eine Auswertung anhand des Dosis-Grenzwertes "AOT 40" (accumulation over the threshold of 40 ppb) vorgenommen, wie er im Entwurf der EU-Tochterrichtlinie für Ozon [5] definiert ist: "AOT 40 bedeutet die Summe der Differenz zwischen stündlichen Konzentrationen über 80 µg/m³ (=40 ppb) und 80 µg/m³ während einer gegebenen Zeitspanne unter ausschließlicher Verwendung der stündlichen Werte zwischen 8 Uhr morgens und 20 Uhr abends mitteleuropäischer Zeit an jedem Tag." Diese AOT 40-Limitierungen existieren für verschiedene Ziele zum Schutz der Vegetation (siehe Anhang 4).

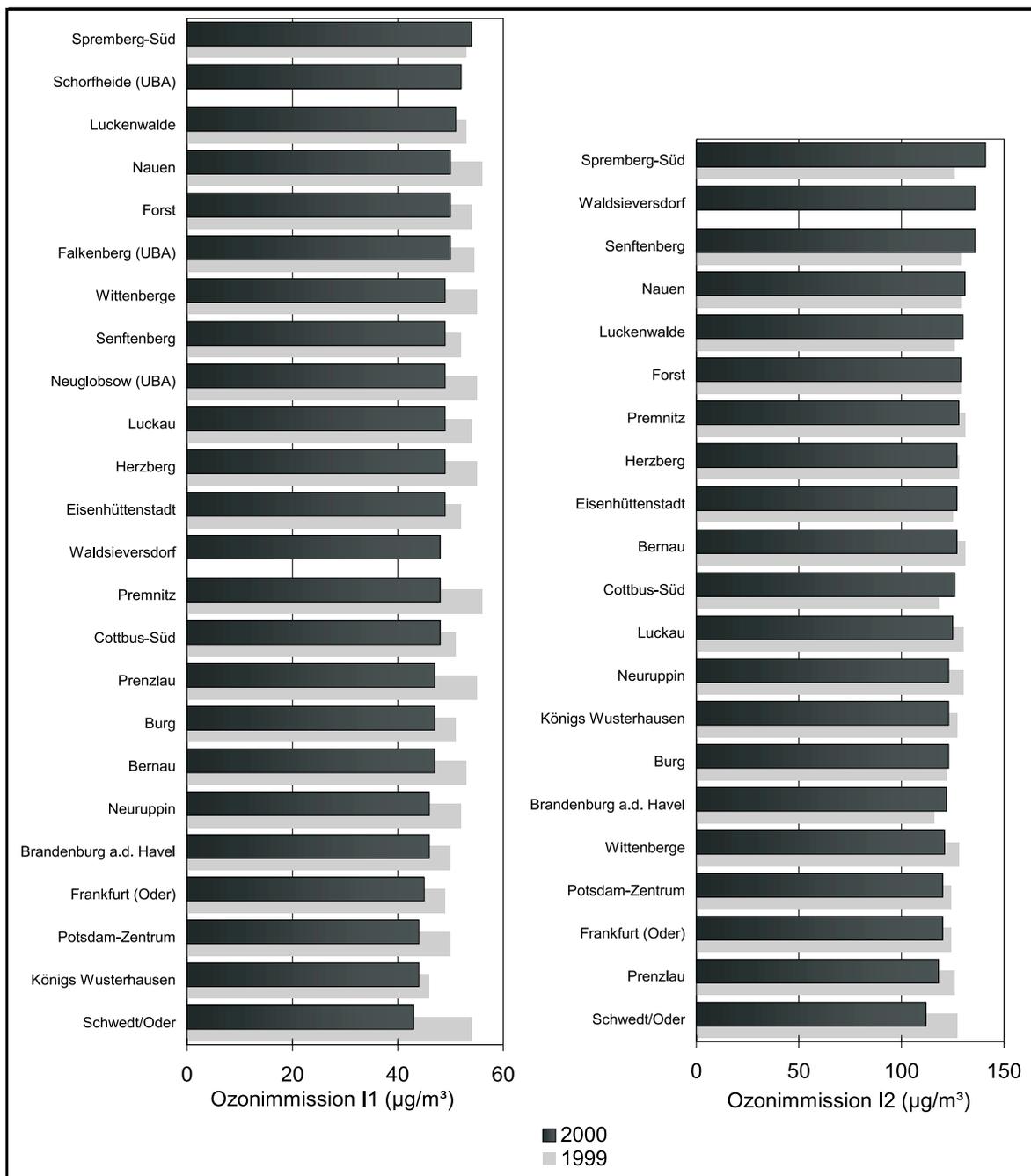


Abb. 5.3: Vergleich der I1- und I2-Kenngrößen kontinuierlicher Messstellen - Ozon -

Die TELUB-Messstationen wiesen durchgängig (keine Ausfallzeitenkorrektur bei Mindestverfügbarkeit von 90 %) klare Überschreitungen des Langfrist-Grenzwertes ("long-term objective value") von $6.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ (für die Zeitspanne Mai bis Juli) auf, die von 57 % (Schwedt/O.) bis 325 % (Spremberg-Süd) reichten (Tabelle A. 2.1.4, Spalte AOT 40 P). Es ist davon auszugehen, dass auch an den ruralen Hintergrundmessstellen des UBA erhebliche Überschreitungen des Langzeitzielwertes auftraten. In Ermangelung der notwendigen Detaildaten kann das Ausmaß der Überschreitung hier nicht quantifiziert werden. Bundesweit wurde nur an 5 % aller Messstellen der Langfrist-Grenzwert eingehalten; es handelt sich überwiegend um verkehrsnahen Stationen [34].

Der AOT 40-Zielwert von $17.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ für Pflanzen (ge-

mittelt über 5 Jahre) wurde in der Jahresscheibe 2000 an über der Hälfte aller Messstellen überschritten (Tabelle A.2.1.4, Spalte AOT 40 P), wobei Überschreitungen bis 50 % erreicht wurden. Da keine Mittelung über 5 Jahre vorgenommen wurde, kann die vorstehende Einschätzung nur von orientierender Aussagefähigkeit sein.

- Für die Vermeidung von ozonbedingten Waldschäden ist in [5] ein auf April bis September bezogener AOT 40-Wert von $20.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ vorgesehen. Dieses "reference level", für das ebenfalls noch kein fester Einhaltungstermin feststeht, wurde in Brandenburgs Siedlungsgebieten meist überschritten. Auch hierbei ergaben sich Maximum (101 % Überschreitung) und Minimum (31 % Unterschreitung) wiederum in Spremberg bzw. Schwedt/O., wobei die AOT 40-Werte in ihrer Verteilung generell keine klar erkenn-

bare räumliche Struktur erkennen ließen (Tabelle A.2.1.4, Spalte AOT 40 W). Die Situation an den ruralen UBA-Messstationen konnte auch hier nicht quantifiziert werden.

Schwefelwasserstoff

- Die H₂S-Immissionen blieben gegenüber dem Vorjahr konstant niedrig, insbesondere hinsichtlich der Dauerbelastung (Jahresmittel 1 bis 2 µg/m³). Lediglich in Premnitz war ein erhöhter I2-Wert zu verzeichnen. Vereinzelt wurde an allen drei Messstellen der Leitwert für die halbstündliche Belastung (7 µg/m³) deutlich überschritten, in Premnitz in besonderem Maße (siehe Abbildung A 3.11). Die windrichtungsabhängige Analyse der Befunde weist an allen Messstellen auf dominante Einzelquellen hin.

Kohlenmonoxid

- Im Vergleich zum Vorjahr sank die CO-Immission im Mittel der flächenbezogenen Messstellen nochmals von 0,41 mg/m³ auf 0,38 mg/m³, wobei auch die I2-Kenngrößen (Landesmittel 0,86 mg/m³) um eine ganze Größenordnung unter den zulässigen Immissionswerten lagen.
- Die Messstation Brandenburg a.d.H. mit einem nicht vernachlässigbaren direkten Verkehrseinfluss wies - bei leichtem Konzentrationsrückgang - wie in den vergangenen Jahren die höchste Belastung (4,6 % des IW1-, 4,0 % des IW2-Wertes) auf.
- Auch der Grenzwert für den 8-Stunden-Mittelwert nach [4] wurde in keinem einzigen Fall überschritten (Tabelle A.2.1.6, Spalte Ü 14).

Flüchtige organische Verbindungen

Die summarischen Befunde der Kohlenwasserstoffe gestatten eine kostengünstige Langzeitbeobachtung der Immissionssituation, doch die Ergebnisse sind kaum toxikologisch aussagefähig. Deshalb erfolgen diese Messungen auch nur noch in Schwedt/O.; hier befindet sich ein Großemittent für flüchtige organische Verbindungen (VOC) (Tabelle 5.1).

Tab. 5.1: VOC-Befunde (in µg C/m³) an der Messstelle Schwedt/O.

VOC	GM	I1	M1	I2
Gesamtkohlenwasserstoffe	10.747	945	933	1.100
Summe Kohlenwasserstoffe methanfrei	10.747	24	18	88
Methan	10.747	921	915	1.035

Die I1-Werte für Gesamtkohlenwasserstoffe und für Methan sind im Vergleich zum Vorjahr etwa gleich geblieben; der aussagekräftigere methanfreie Kohlenwasserstoff-Befund sank um etwa 1/3.

Quecksilber

Als Screening wurde an zwei urbanen Hintergrundmessstellen Quecksilber nach Richtlinie VDI 2267 Blatt 9 [70] im Zeitraum August bis Dezember gemessen. Es liegen folgende Ergebnisse vor:

- Messstelle Cottbus (n=11)
Mittelwert 2,3 ng/m³
Spannweite der Einzelbefunde 1,0 bis 5,0 ng/m³

- Messstelle Lauchhammer (n=16)
Mittelwert 3,6 ng/m³
Spannweite der Einzelbefunde 0,5 bis 6,6 ng/m³

Die ermittelten Quecksilber-Immissionen liegen im Bereich üblicher Befunde und deutlich unter dem vom Länderausschuss für Immissionsschutz vorgeschlagenen Orientierungswert von 50 ng/m³ [71].

Schwebstaub

- Die kontinuierlich gewonnenen Schwebstaubdaten zeigt Tabelle A 2.1.7. Soweit nicht ausdrücklich auf PM10-Probenahme hingewiesen wurde, handelt es sich um Befunde aus der unfractionierten (TSP) Probenahme mittels β-Staubmetern. Die Schwebstaub-Immission im telemetrischen Landesmessnetz sowie bei den UBA-Messstationen lag im Jahr 2000 im Mittel bei 22 µg/m³, 1999 bei 26 µg/m³. Die seit 1996 zu beobachtende Belastungsminderung hat sich somit fortgesetzt. Damit kann Brandenburg innerhalb der Bundesländer mit einem eher unauffälligen Schwebstaubimmissionspegel aufwarten.
- Die Immissionswerte der 22. BImSchV und der TA Luft wurden an keiner Messstelle überschritten. Die I1-Werte schöpften nur 9 bis 19 % der IW1-Kenngröße aus. Die territorialen Unterschiede (Minimum/ Maximum-Verhältnis) lagen aber immer noch bei 1:2,0.
- Die Bedeutung der heizungsbedingten Staubimmission sinkt mit zunehmender Modernisierung der Anlagen zur Raumwärmeerzeugung. Neben den entsprechenden Unterschieden zwischen den SO₂- und Schwebstaub-Jahresgängen sprechen auch die unterschiedlichen Immissionswindrosen dieser Komponenten für die wachsende Bedeutung von Staubwiederaufwirbelung (Deflation) sowie großräumiger Transporte von Feinstaub (< 10 µm aerodynamischer Durchmesser, particulate matter PM10). Ausdrück dieser Situation ist, dass gemäß Anhang 3 die Schwebstaubimmission nur noch an wenigen Messstellen im Sommer ein Minimum zeigt; häufig ist keine jahreszeitliche Periodizität mehr erkennbar. Ländliche Messstellen, aber auch einzelne flächenbezogene städtische Messstellen zeigten im Sommer sogar höhere Immissionen als im Winter.
- PM10-Schwebstaubmessungen wurden im Land Brandenburg nur an wenigen Messstellen durchgeführt. Die an den telemetrischen Messstationen des LUA benutzten radiometrischen Staubmessgeräte registrieren unter einem konservativen Ansatz etwa 80 % der Konzentrationshöhe, wie sie nach dem Gravimetrie-Referenzverfahren der 1. EU-TRL festzustellen ist. Demzufolge können die Messergebnisse für Gesamtschwebstaub (total suspended particulate matter TSP) der TELUB-Messstationen in erster Näherung den zu erwartenden PM10-Immissionen gleichgesetzt werden. Wie Tabelle A 2.1.7 zeigt, waren an den 3 Messstellen, an denen TSP und PM10 simultan gemessen wurden, die I1-Befunde identisch. Die I2-Werte unterschieden sich marginal, wobei das unerwartete Ergebnis an der Messstelle Potsdam, Michendorfer Chaussee (I2 bei PM10 geringfügig größer als TSP) vorläufig als Zufallsbefund angesehen werden sollte. Für die Messstellen Cottbus-Süd und Potsdam-Hermannswerder sind auch Auswertungen der windrichtungsabhängigen Immissionsverteilung verfügbar. An bei-

den Messstellen ist diese Verteilung beim I1-Wert für TSP und PM10 fast identisch. Dagegen belegt die I2-Verteilung, dass der Beitrag des Ferntransportes zu den Spitzenbefunden beim PM10 höher ist als für TSP: in Potsdam durch Einträge aus Berlin, in Cottbus durch Einträge aus Richtung Osten.

- Unter den genannten Annahmen ist einzuschätzen, dass im Jahr 2000 der PM10-Jahresgrenzwert gemäß 1. EU-TRL an allen Messstellen sicher eingehalten wurde. Dies bedeutet innerhalb Deutschlands weiterhin eine vergleichsweise gute Ausgangsposition für die Umsetzung dieser EU-Vorschrift bis 2005 (Einhaltung von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$).
- Insgesamt stellt die flächenbezogene Einhaltung von Jahres-Grenzwert plus Toleranzmarge bei nationaler Rechtswirksamkeit der 1. TRL im Jahr 2001 unter mittleren me-

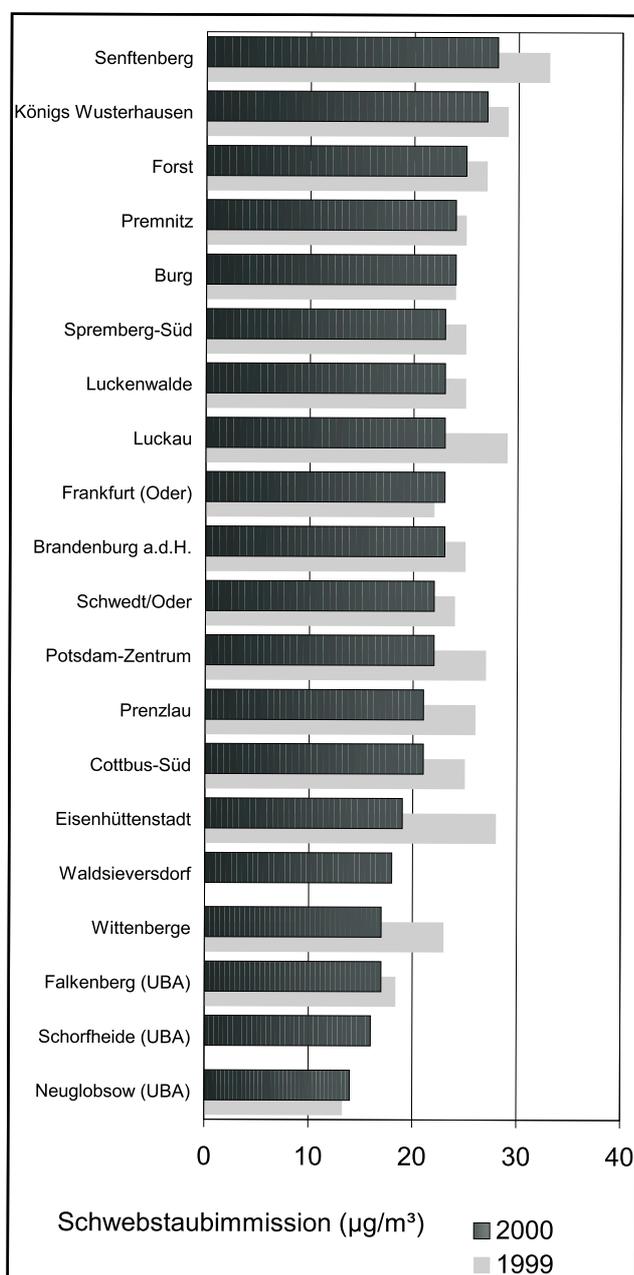


Abb. 5.4: Vergleich der I1-Kenngrößen kontinuierlicher Messstellen - Schwebstaub -

teorologischen Begleitbedingungen für Brandenburg kein grundsätzliches Problem dar.

- Der 24-Stunden-Grenzwert der 1. TRL von $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (einschließlich Toleranzmarge) darf bis zu 35 mal pro Jahr überschritten werden. Dies wurde für flächenbezogene Messstellen 2000 sicher eingehalten (\bar{U} 15).

Anorganische Inhaltsstoffe des Schwebstaubes

Tabelle A 2.1.8 zeigt die Ergebnisse der Untersuchung des Schwebstaubes verkehrsferner Messstellen auf Ruß und toxiologisch relevante Schwermetalle sowie Arsen. Abgesehen vom Ruß erfolgte die Spurenanalytik an Gesamtschwebstaubproben. Ruß wurde über PM 10-Probenahme erfasst.

- Der LAI-Zielwert für Ruß ($1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) wurde an beiden Messstellen überschritten, der LAI-Orientierungswert wurde eingehalten. Im Vergleich zum Vorjahr ist an den vergleichbaren Messstellen die Ruß-Immission (I1) leicht angestiegen.
- Der Immissionswert der TA Luft für Blei ($2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$) wurde an allen Messstellen um reichlich eine Größenordnung unterschritten. Es kann mit Sicherheit angenommen werden, dass auch der EU-Grenzwert [3] problemlos einzuhalten ist.
- Die festgestellten Arsen-Immissionen lagen unter dem Zielwert des LAI.
- Der Immissionswert der TA Luft für Cadmium wurde an allen Messstellen um wenigstens eine Größenordnung unterschritten; auch der Zielwert nach [26] wurde sicher eingehalten.
- Die Mangan-Befunde unterschritten den Leitwert der Weltgesundheitsorganisation [24] deutlich.
- Die festgestellte Vanadium-Immission unterschritt die Beurteilungswerte nach Anhang 4 um eine Größenordnung.
- Die Chrom- und Nickel- Befunde unterschritten die Diskussionswerte nach [28].
- Cadmium, Vanadium, Chrom, Nickel, Eisen, Mangan, Thallium und Zink wurden im üblichen Level festgestellt. Die Kupferbefunde waren vergleichsweise hoch.

Organische Inhaltsstoffe des Schwebstaubes

Tabelle A. 2.1.8 zeigt den Gehalt polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (PAK) des Schwebstaubes verkehrsferner Messstellen.

- Der Zielwert des LAI für Benzo(a)pyren wurde an allen Messstellen unterschritten.
- Vor allem die kohleheizungsbedingten PAK (z.B. Benzo(a)pyren, Benzo(e)pyren) lagen in Brandenburg im Vergleich zu den alten Bundesländern etwas höher.
- Im Vergleich zu 1999 sind die PAK-Immissionen gesunken.

Staubniederschlag

Im Vergleich zum Vorjahr ist die Staubbiederschlagsbelastung (Tabelle A 2.1.9) an vergleichbaren Messstellen im Mittel geringfügig (um 6 %) gesunken. An keiner einzigen Messstelle

wurde der IW1-Wert überschritten. Der arithmetische Mittelwert der I1-Befunde aller Messstellen betrug 95 mg/(m²·d). Der IW2-Wert wurde 2000 an 3 % aller Messstellen überschritten. Der arithmetische Mittelwert aller I2-Befunde betrug 270 mg/(m²·d).

Nach wie vor gibt es lokal dominante Einzelquellen, die in ihrem Umfeld zu erheblichen Immissionen führen. Solche Quellen sind meist dem kleineren und mittleren Gewerbe zuzuordnen.

Anorganische Inhaltsstoffe des Staubbiederschlages

Im Vergleich zum Vorjahr ist die Belastung durch Metalle und Arsen (Tabelle A.2.1.9) im Allgemeinen gesunken. Minderungen über 10 % an vergleichbaren Messstellen wurden bei Blei (22 %), Chrom (44 %), Mangan (15 %), Nickel (44 %) und Zink (23 %) festgestellt. Die Cadmium-Befunde sind um 38 % gestiegen; diese Angabe ist von begrenzter Validität, da die absolute Änderung nur 0,1 µg/(m²·d) betrug und ein erheblicher Anteil der Einzelbefunde unterhalb der Nachweisgrenze lag.

Beurteilungswerte nach Anhang 4 wurden bei keinem Element überschritten. Im Mittel lag elementspezifisch die Ausschöpfung der Beurteilungswerte unter 25 %.

Detaillierte Auswertungen zur Entwicklung des Staubbiederschlages und dessen Inhaltsstoffe für den Zeitraum 1991 bis 1999 und zur Entwicklung der Niederschlagsdeposition für den Zeitraum 1993 bis 1999 werden demnächst unter dem Titel "Niederschlagsdepositionen im Land Brandenburg" in der Reihe "Fachbeiträge des Landesumweltamtes" veröffentlicht.

Niederschlagsdeposition

Im Jahre 2000 wurde in Brandenburg im Mittel eine Niederschlagshöhe von 518 mm (398 bis 599 mm) gemessen. Bezogen auf das vieljährige Mittel (1961 bis 1990) bewegte sich die Niederschlagshöhe je nach Messstelle zwischen 86 % und 101 % [63] und erreichte gegenüber 1999 104 %. 1999 betrug die Niederschlagshöhe im Mittel 496 mm.

In Tabelle A 2.1.10 werden sowohl die Konzentrationen von ausgewählten anorganischen Stoffen und der Summe organischer Verbindungen (Total Organic Carbon TOC) im Niederschlag (gewogenes Mittel) als auch die daraus resultierende Jahresfracht vorgestellt. Jahresfrachten sind für den Boden- und Gewässerschutz von besonderem Interesse.

Es werden im vorliegenden Bericht nur die Befunde aus Freilandmessungen vorgestellt. Auf Level II-Flächen wurde auch in Kiefern-Waldbeständen die Niederschlagsdeposition der Kronentraufe gemessen. Da die Kontamination der Kronentraufe keine belastbaren Rückschlüsse auf die Luftqualität zulässt, werden diese Messergebnisse hier nicht vorgestellt.

Von Arsen und Schwermetallen werden nur die Frachten ausgewiesen, da infolge des Aggregatzustandes der Analyte und des salpetersauren Aufschlusses als Analysenbefund lediglich die löslichkeitsverfügbaren Anteile vorliegen und nicht die in der Niederschlagsdeposition tatsächlich gelösten Anteile.

Die Befunde des Jahres 2000 unterscheiden sich von denen des Vorjahres nur marginal:

- Die pH-Werte sind im Landesmittel geringfügig gestiegen. Der Wasserstoffionenüberschuss (H) ist in der Jahresfracht im Landesmittel um 12 % gestiegen.

- Die Konzentration des Calciums, Sulfats und Nitrats ist im Mittel im Vergleich zu 1999 praktisch gleich geblieben, die des Ammoniums um 11 %, die des TOC um 15 % gestiegen.
- Die Ammoniumfracht ist um 10 %, die Fracht an anorganischem N um 5 % gestiegen. Der Anteil der NH₄-N-Fracht an der Gesamtfracht des anorganischen Stickstoffs betrug 56 % (1999: 52 %). Insbesondere an den Messstellen in den südlichen Landesteilen wurden im Jahr 2000 im Vergleich zum Vorjahr erhöhte N-Frachten festgestellt.
- Die TOC-Fracht zeigte an einzelnen Messstellen im Jahr 2000 - besonders bei Bulk-Probenahme - erhebliche Veränderungen im Vergleich zum Vorjahr, im Landesmittel waren die Änderungen jedoch marginal. Da die TOC-Fracht vor allem aus natürlichen Quellen im Umfeld der Messstellen gespeist wird und in den Bulk-Proben während der Expositionszeit in starkem Maße Abbauprozesse stattfinden können, sind die starken Schwankungen der messstellenspezifischen Befunde nicht ungewöhnlich.

Die ermittelten Schwefel- und Stickstofffrachten lagen im Jahr 2000 häufig über den Werten der Critical Loads für sensible Ökosysteme.

Tabelle A.2.1.10 zeigt auch die Jahresfrachten für einige **Spurenelemente** via Niederschlagsdeposition. Die Elemente Arsen, Blei, Nickel und Cadmium sind von prioritärer Bedeutung für den Schutz des Wassers [68]. Grenzwerte oder Leitwerte für Spurenstoffe in Niederschlagsdepositionen gibt es allerdings nicht.

Ein Vergleich der Wet-only-Konzentrationsbefunde mit den Grenzwerten nach der Trinkwasserverordnung [67] zeigt für alle bewertbaren Stoffe eine deutliche Unterschreitung der zulässigen Schadstoffkonzentration. Die Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung [69] begrenzt für einige Spurenelemente die "zulässigen zusätzlichen jährlichen Frachten an Schadstoffen über alle Wirkungspfade". Diese Limitierung wird durch die ermittelten Frachten bei allen relevanten Stoffen deutlich unterschritten.

Im Vergleich zum Vorjahr ist im Landesmittel die Blei-Fracht um 16 % gestiegen. Verringert hat sich die Fracht bei Arsen um 26 %, bei Chrom um 42 %, bei Mangan um 11 % und bei Nickel um 43 %.

In Tabelle A.2.11 werden die Jahresfrachten ausgewählter **Organica** vorgestellt. Ein erheblicher Teil der Einzelbefunde wurde unterhalb einer selbst definierten "Ausgabeschwelle" (terminus technicus) festgestellt. In Tabelle A.2.11 finden nur die Messergebnisse Eingang, die die Schwellenbedingungen erfüllen. Als Ausgabeschwelle wurde die Summe aus der Nachweisgrenze und dem Messfehler des Verfahrens (unter Berücksichtigung der Wiederfindungsrate über das Gesamtverfahren) definiert. Nur Stoffe mit einer Befundhäufigkeit (Anteil der Befunde ≥ Ausgabeschwelle) von mindestens 50 % sind berücksichtigt, solche mit mindestens 75 % Befundhäufigkeit sind durch Fettdruck gekennzeichnet. Nachfolgend werden die Stoffe aufgezählt, die analysiert wurden, aber die oben aufgeführten Befundhäufigkeiten nicht erreichten.

Zur Orientierung wird die jeweilige Nachweisgrenze in Klammern angegeben:

Propionsäure (10 µg/l), Buttersäure (10 µg/l), Benzyl-Butyl-Phtalat (0,28 µg/l), Ethyl-Hexyl-Phtalat (0,93 µg/l), Diethylphtalat (0,15 µg/l), Dimethylphtalat (0,27 µg/l), Dibutylphtalat (0,56 µg/l), Dioctylphtalat (0,22 µg/l), Pentachlorphenol (0,11 µg/l), 2. Nitrophenol (0,20 µg/l), 4. Nitrophenol (0,12 µg/l), Benzo(ghi)perylene (1,6 ng/l), Indeno(1,2,3)pyren (1,6 ng/l), Chlorbenzen (8 ng/l), o-Dichlorbenzen (16 ng/l), mp-Dichlorbenzen (20 ng/l), Diethylbenzen (6 ng/l), Bromdichlormethan (4,4 ng/l), Dibromchlormethan (5,2 ng/l), Tetrachlorethen (1,8 ng/l), Tetrachlormethan (1,8 ng/l), Tribrommethan (14 ng/l) und 1.1.1-Trichlorethan (3,2 ng/l).

Ameisen- und Essigsäure werden direkt biogen freigesetzt und werden als Abbauprodukte diverser organischer Verbindungen gebildet; beispielsweise ist Ameisensäure ein Abbauprodukt des Isoprens [64, 65]. Somit sind die ermittelten hohen Frachten durchaus plausibel. Der Anteil beider Säuren an der Azidität von Niederschlägen wird für Ballungsgebiete mit 16 bis 35 % angegeben, für Reinluftgebiete sogar bis 98 % [64].

Die Höhe der ermittelten Halogenessigsäuren-Frachten des Jahres 2000 streut erheblich im Vergleich zu den Befunden des Vorjahres [1 (2000)]; auch Literaturangaben zeigen starke Streuungen [66]. Ursachen sind natürliche Schwankungen und die hohe Sensibilität der Probenahmezeitpunkte, da die Befunde stark witterungsabhängig sind. Die Frachten der Alkylaromaten, der leichtflüchtigen Chlorkohlenwasserstoffe und der PAK lagen im Jahr 2000 in der Größenordnung der Frachten der Vorjahre.

Grenzwerte oder Leitwerte für die organische Kontamination der Niederschlagsdeposition gibt es nicht. Ein erster Vergleich der Größenordnung der Befunde mit den Referenzwerten für Grundwasser der Niederlande [67] zeigt, dass die festgestellten Kontaminationen vielfach im Bereich der Referenzwerte liegen. Die Referenzwerte entsprechen etwa den Befunden von nicht kontaminierten Grundwässern. Dieser Vergleich trägt worst-case-Charakter, da die organischen Verbindungen der Niederschlagsdeposition bei der Bodenpassage bis ins Grundwasser/Trinkwasser meist einem erheblichen Abbau unterliegen.

Auf mittelfristige Trendaussagen und detaillierte Befundkommentierung wird im vorliegenden Bericht verzichtet, da dazu ein gesonderter Bericht erscheinen wird (Titelreihe Fachbeiträge des Landesumweltamtes: "Niederschlagsdepositionen in Brandenburg").

Zusammenfassende Einschätzung der flächen- und industriebezogenen Immissionssituation

Aufgrund der unterschiedlichen Messstellendichte in den verschiedenen Regionen des Landes und des aufwandsoptimierten stofflichen Untersuchungsspektrums sind Aussagen zur flächenbezogenen Struktur der Immissionssituation nur mit einer gewissen Unschärfe möglich. Zur Illustration der Unterschiede zwischen den Immissionskenngrößen aus kontinuierlichen Messungen wurden in den Abbildungen 5.1 bis 5.4 diese Befunde in ihrer Größenreihung stoffspezifisch darge-

stellt. Es ist zu sehen, dass die I1-Werte für SO₂ (landesweites Maximum/Minimum-Verhältnis 1,8), NO₂ (Max/Min 3,0) und Schwebstaub (Max/Min 2,0) (jeweils ohne Verkehrsmessstellen) noch eine erkennbare regionale Differenziertheit widerspiegeln. Diese Unterschiede sind im absoluten Immissionsniveau jedoch sehr gering geworden. Im Vergleich zu 1999 ist für SO₂ eine weitere deutliche Angleichung der Belastungsverhältnisse zu erkennen. Die Max/Min-Relationen für SO₂, NO₂ und Schwebstaub betragen im Vorjahr 2,0; 3,0 und 2,5.

Bei gleichbleibender Hintergrundbelastung gehen die Konzentrationen an den Immissionschwerpunkten des Landes weiter zurück.

Bei SO₂ ist neben dem lokalen Schwerpunkt Schwedt/O. die leicht erhöhte Belastung im Raum Cottbus/Forst/Spremberg/Guben, also dem Südosten Brandenburgs, gerade noch zu erkennen. Obwohl sie doppelt so hoch wie im Norden des Landes liegt, ist sie entsprechend der UMEG-Klassifizierung dennoch in die unterste Klasse sehr niedriger Belastung einzuordnen. Offenbar hat sich nach dem Wegfall der großen SO₂-Emittenten ohne Rauchgasentschwefelung nunmehr auch die Energieträgerumstellung bei Einzelheizungen entscheidend immissionsreduzierend bemerkbar gemacht.

Da die NO_x-Immission inzwischen deutlich stärker vom Straßenverkehr als von stationären Quellen beeinflusst wird, zeigte sich bei den NO₂-Immissionen keine eindeutige regionale Schwerpunktsetzung. Auffällig höhere Befunde in einigen Städten sind eher ein Indiz für einen relativ verkehrsnahen Mikrostandort der Messstellen (z.B. in Brandenburg a.d.H., Potsdam-Zentrum, Herzberg und Königs Wusterhausen) als für die jeweilige städtische Hintergrundbelastung.

Anhand der Ozon-Jahresmittelwerte ließ sich auch 2000 keine systematische Belastungsdifferenzierung erkennen. Bei weitgehend großräumig angeglichenem Konzentrationsniveau traten auch die eher ländlich geprägten UBA-Messstellen nicht markant hervor.

Da Schwebstaubimmissionen von den verschiedensten anthropogenen und natürlichen Quellen hervorgerufen werden und lokale Emittenten - vor allem bei gröberen Staubfraktionen - häufig die Immissionsituation bestimmen, sind kaum systematische regionale Unterschiede zu erkennen. Wie im Vorjahr hob sich die Messstation in Senftenberg etwas ab.

Der Spurenelementgehalt des Schwebstaubes wurde nur punktuell festgestellt, da flächendeckende Analysen mit einem unvertretbar hohen Aufwand verbunden wären und angesichts des Belastungspegels auch nicht erforderlich sind. Es wurden keine Beurteilungswerte überschritten. Die Ruß- und die Benzo(a)pyren-Immission verkehrsferner städtischer Messstellen lagen unter den LAI-Orientierungswerten.

Um eine zusammenfassende Bewertung mehrerer simultan einwirkender Luftschadstoffe zu ermöglichen, wurde für die Messstellen mit kontinuierlicher SO₂-, NO₂-, Ozon- und Schwebstauberfassung aus den I1-Immissionskenngrößen ein Luftverunreinigungsindex (I₁) für die Dauerbelastung berechnet. Hinsichtlich seiner Definition wird auf [1 (1999)] verwiesen. Abbildung 5.5 zeigt, dass die verfügbaren Messstellen erneut (seit 1998) durchgängig im "niedrigen" Luftverunreinigungsniveau lagen (0,10 < I₁ ≤ 0,25). Die weiter anhaltende

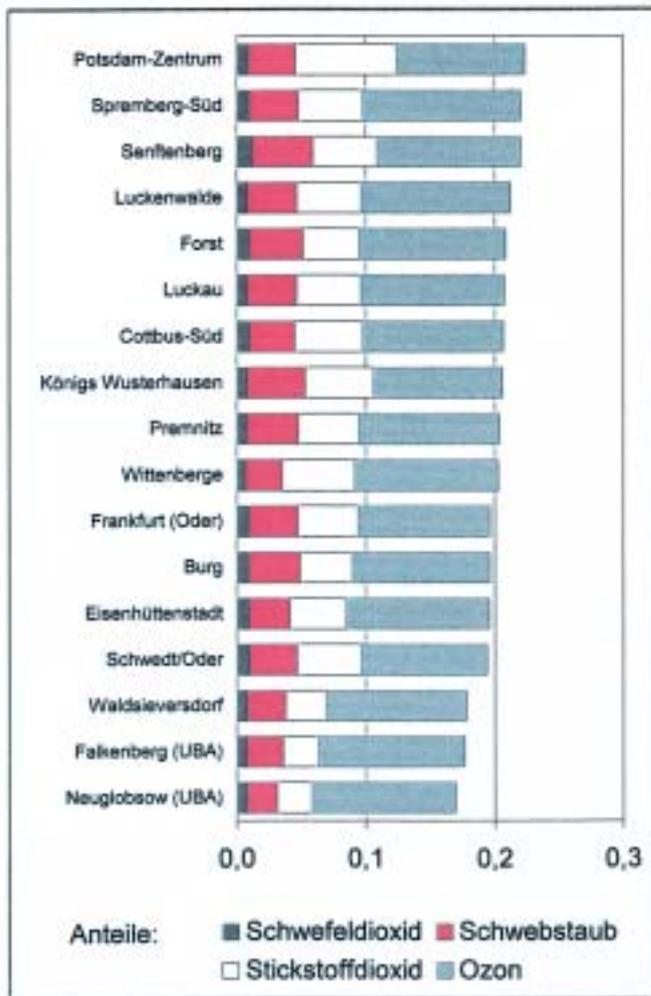


Abb. 5.5: Luftverunreinigungsindex (auf der Basis der I1-Werte) unter Einbeziehung von Schwefeldioxid, Schwebstaub, Stickstoffdioxid und Ozon

Nivellierung der noch bestehenden landesweiten Unterschiede in der Immissionsbelastung dokumentierte sich in einer I_L -Spannweite von nur noch 1,30 (1999: 1,44). Der mittlere I_L -Index aller verfügbaren Messstellen betrug 0,20 (1999: 0,22).

Die hier in einer Kenngröße kompakt analysierte signifikante Konzentrationsabnahme bei den wichtigsten Immissionskomponenten im Land Brandenburg unterstreicht die Richtigkeit der begonnenen Umstrukturierung des flächen- und industriebezogenen Immissionsmessnetzes im Sinne einer Aufwandsreduzierung. Die Änderungen in der generellen Überwachungsstrategie schlagen sich in der neuen "Immissionsmesskonzeption 2000" für das Land Brandenburg nieder [1 (1999)].

5.3 Verkehrsbedingte Immissionssituation an Belastungsschwerpunkten

Die festgestellten NO- und NO₂-Immissionen an den Verkehrsmessstellen (Tabellen A 2.2.1 und A 2.2.2) lagen naturgemäß deutlich über denen der allgemeinen städtischen Hintergrundbelastung (Tabellen A 2.1.2 und A 2.1.3). Hinsichtlich der 23. BImSchV [11] sind im straßennahen Raum die NO₂-I₂-Kenngrößen von besonderem Interesse. Diese 98-Perzentilwerte blieben an den verfügbaren 5 brandenburgischen Dauer-Ver-

kehrsmessstellen mit aktiver Probenahme im Jahr 2000 weit unter dem Konzentrationswert von 160 µg/m³: Sie erreichten maximal 108 µg/m³ (Frankfurt (O.), Leipziger Straße) bzw. 95 µg/m³ (Cottbus, Bahnhofstraße). In beiden Straßenabschnitten nahm das Verkehrsaufkommen gegenüber dem Vorjahr zu; so in Frankfurt (O.) von 34.100 Kfz/Tag (1999) auf 38.100 Kfz/Tag (2000) sogar um 12 %. Insgesamt gingen die 98-Perzentilwerte im Jahr 2000 jedoch leicht gegenüber 1999 zurück.

Hinsichtlich der Grenzwerte der 1. EU-TRL [3] für NO₂ lassen sich folgende Aussagen treffen: Überschreitungen des 1h-Grenzwertes mit und ohne Toleranzmarge (300 bzw. 200 µg/m³) waren (bei maximal 18 erlaubten jährlichen Fällen) ebenso wenig zu verzeichnen wie Überschreitungen des für 3 aufeinander folgende Stunden geltenden Alarmwertes von 400 µg/m³. Lediglich in Frankfurt (O.), Leipziger Straße wurde die "Obere Beurteilungsschwelle" von 140 µg/m³ nach [3] mit 20 Überschreitungen nicht eingehalten, was eine dauerhafte Immissionsüberwachung nahe legt. Für die Dauerbelastung gilt 2000 noch der Jahresmittelgrenzwert von 60 µg/m³, der bis 2010 auf 40 µg/m³ abgesenkt wird. Danach sind sowohl bei aktiver wie auch bei passiver Probenahme keine Überschreitungen registriert worden; die Maximalkonzentrationen wiesen neben Nauen, Berliner Straße (54 µg/m³) die beiden bereits genannten Messstellen mit je 46 µg/m³ auf. Der 2010 zu erreichende Grenzwert wurde immerhin noch an 6 von 13 verkehrsbezogenen Messstellen, d.h. 46 %, überschritten (1999: 36 %). Trotzdem ist aufgrund der weiteren Kfz- und insbesondere Lkw-Flotterenerneuerung bis 2010 mit einer weitestgehenden Einhaltung der 40 µg/m³-Marke zu rechnen.

Die CO-Immission an den noch betriebenen beiden Verkehrsmessstellen (Tabelle A 2.2.3) war naturgemäß gegenüber den sonstigen CO-Befunden (Tabelle A 2.1.6) erhöht; der Grenzwert der 2. EU-TRL [4] wurde wie alle anderen Richt- und Leitwerte jedoch nicht annähernd erreicht.

Die Entwicklung der Immissionen des kanzerogenen Schadstoffes Benzen (Tabelle A 2.2.4) zeigte im Berichtsjahr erstmals erkennbare Abnahmetendenzen. Da der Anteil von Pkw mit geregelter Katalysator allmählich einem Sättigungswert zustrebt, macht sich wahrscheinlich der geringere Benzen-Gehalt im Kraftstoff bemerkbar. Der Quotient aus Toluol- und Benzen-Immission wird oberhalb des Wertes von 2,0 als Indikator für dominierenden Kfz-Verkehrseinfluss angesehen [60]. Dies traf für alle brandenburgischen verkehrsbedingten Messstellen zu. Der Prüfwert der 23. BImSchV (2. Stufe) von 10 µg/m³ wurde überall klar eingehalten; die Maximalbelastungen traten in Cottbus, Bahnhofstraße (5,3 µg/m³) und Frankfurt (O.), Leipziger Straße (5,2 µg/m³) auf. Damit kann mit der sicheren Einhaltung des EU-Grenzwertes von 5 µg/m³ im Jahr 2010 [4] gerechnet werden. Diese Aussage trifft bereits heute auf die Kopplung von Grenzwert und Toleranzmarge zu.

Auch die übrigen in die Betrachtung einbezogenen VOC zeigten im Vergleich zum Vorjahr abnehmende Immissionen (Rückgang im Mittel von 10,9 auf 7,9 µg/m³). Der Diskussionswert von 30 µg/m³ (Jahresmittel) für Toluol [27] und die Leitwerte nach [24] wurden 2000 überall deutlich unterschritten. Der Diskussionswert für die Summe der Xylene von 30 µg/m³ (Jahresmittel) [27] wurde ebenso sicher eingehalten. Auch die Höhe der Ethylbenzen-Konzentration ist unbedenklich.

Als Screening wurden an der verkehrsbezogenen Messstelle Cottbus, Bahnhofstraße zum zweiten Mal Aldehyde gemessen (Tabelle 5.2). Die Befunde lagen erneut in der Größenordnung, die 1992/93 in verkehrsbelasteten Bereichen der Münchener Innenstadt ermittelt wurden [61]; nur bei Aceton war ein deutlicher Rückgang festzustellen. Die Relation der verschiedenen Aldehyde untereinander stimmt gut überein mit der analogen Relation der Kfz-Emission [62]. Angesichts der Höhe des maximalen Formaldehyd-Einzelwertes ist davon auszugehen, dass der Leitwert für diesen Stoff von 0,1 mg/m³ im Halbstundenmittel [24] an der Messstelle Cottbus, Bahnhofstraße sicher eingehalten wird.

Tab. 5.2: Immissionen ausgewählter Aldehyde und Ketone an der Messstelle Cottbus, Bahnhofstraße (2000)

	Immission ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	I1	MEW (Tagesmittelwert)
Methanal (Formaldehyd)	2,8	4,7
Benzaldehyd	0,4	0,7
Ethanal (Acetaldehyd)	1,6	2,9
2-Propanon (Aceton)	0,7	1,8

Die Schwebstauberfassung (Tabelle A.2.2.5) erfolgte 2000 an allen verkehrsbezogenen Messstellen mit dem PM10-Probenkopff. Allerdings konnten aus Kapazitätsgründen weiterhin nur orientierende Messungen (Stichprobenzahl $\leq 110/a$) erfolgen. Die daraus resultierenden Jahresmittelwerte blieben überall unterhalb des 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -Grenzwertes der EU - ein überraschendes Ergebnis angesichts der im Vorjahr registrierten Belastungen. Zwar stand die Messstation Potsdam, Hans-Thoma-Straße wegen Bauarbeiten nicht zur Verfügung, doch der Rückgang an der 1999 stark belasteten Station Nauen, Berliner Straße um 34 % auf 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ist frappierend. Ähnliche Rückgänge waren in Cottbus, Bahnhofstraße (-24 %), Finsterwalde, Bahnhofstraße (-24 %) und Frankfurt/O., Leipziger Straße (-10 %) zu verzeichnen. Dabei blieben die jeweiligen Stichprobenumfänge gegenüber 1999 nahezu unverändert. Die regelmäßigen Verkehrszählungen in Cottbus, Frankfurt/O. und Nauen lieferten keine Erklärung dafür, denn das Verkehrsaufkommen stieg von 1999 zu 2000 sogar noch leicht an. Auch die Niederschlagsmengen und Niederschlagstage zeigten gegenüber 1999 nur unwesentliche Veränderungen, die dieses Phänomen nicht erklären können.

Hinsichtlich des PM10-Kurzzeitgrenzwertes (noch dürfen im Jahr 2000 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im 24-Stunden-Mittel 35 Mal pro Jahr überschritten werden, ab 2005 sind 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ das Bezugsniveau) kann derzeit von einer Einhaltung des EU-Grenzwertes ausgegangen werden. Allerdings wird es wohl einer überaus effektiven Umsetzung der nach EU-RRL geforderten Maßnahmenpläne bedürfen, um die Richtlinienkonformität nach 2005 mit Sicherheit zu garantieren, denn hochgerechnet auf einen vollständigen Jahresdatensatz ergäben sich zur Zeit 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -Überschreitungshäufigkeiten von 12 (Oranienburg) über 44 (Frankfurt/O.) bis zu 73 (Nauen).

Die Bleigehalte des Schwebstaubes lagen auf dem gleichen niedrigen Niveau wie im Vorjahr (60 bis 75 ng/m³) und pendelten sich damit eine Größenordnung unter dem EU-Jahresgrenzwert von 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ein. Wie Tabelle A 2.1.8 zeigt, wurden im städtischen Hintergrund Blei-Immissionen im Bereich um 40 ng/m³ gemessen, d.h. nur um ca. 20 bis 35 ng/m³ lagen die Be-

funde der verkehrsbezogenen Messstellen über denen des urbanen Hintergrundes. Der motorisierte Verkehr hat keinen wesentlichen Einfluss mehr auf die städtischen Bleikonzentrationen.

Die PAK-Gehalte des Schwebstaubes zeigten straßennah folgendes Bild: Die umweltmedizinische Leitkomponente Benzo(a)pyren (B(a)P) wurde im Jahresmittel je nach Messstelle zwischen 1,3 und 2,4 ng/m³ und damit gegenüber 1999 leicht erhöht festgestellt. Damit wurde erwartungsgemäß der allerdings flächenbezogene LAI-Zielwert von 1,3 ng/m³ meist leicht überschritten. Geringfügiger Zuwachs war auch für die straßenverkehrstypische Benzo(ghi)perylen-Immission zu registrieren.

Die ermittelten Ruß-Immissionen gingen - bis auf Oranienburg - erneut weiter und mit 10 bis 20 % auch deutlich zurück. Ein Zusammenhang mit dem entsprechend reduzierten Schwerverkehrsaufkommen war anhand der Verkehrszählungen nicht festzustellen.

Überschreitungen des Prüfwertes (2. Stufe) der 23. BImSchV von 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel wurden im Land Brandenburg zum zweiten Mal messtechnisch nicht mehr nachgewiesen. Der Maximalwert, der wiederum in Nauen auftrat, hatte erstmals mit 6,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ einen sicheren Abstand zum Prüfwert (1999: 7,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Bei Überschreitung des Ruß-Konzentrationswertes müssen in Brandenburg Prüfaufträge auslösende Informationen an die Kommunen und parallel an die Stadt- und Landkreise erfolgen, die auch auf der Basis detaillierter standortspezifischer Ausbreitungsrechnungen mit dem mikroskaligen Strömungsmodell MISKAM auszugeben sind [22]. Dies wurde auch im Jahr 2000 zur weiteren Umsetzung der 23. BImSchV praktiziert. Es zeichnet sich allerdings bereits jetzt ab, dass mit Überführung der 1. EU-TRL in nationales Recht ab 19.07.2001 die Einhaltung insbesondere des PM10-Kurzzeitgrenzwertes ein schärferes Kriterium für immissionsmindernde Eingriffe in das Verkehrsgeschehen darstellen wird.

5.4 Sommersmogsituation

Trotz der zeitweilig länger anhaltenden hochsommerlichen Witterungsabschnitte als notwendiger meteorologischer Voraussetzung erhöhter Photooxidantienbildung fielen die O₃-Spitzenwerte - bei etwa durchschnittlicher Zahl von Sommertagen - auch 2000 nur etwas höher als im Vorjahr aus und blieben damit auf dem niedrigen Niveau der zweiten Hälfte der 90er Jahre. Somit wäre bereits im sechsten Jahr in Folge zu keiner Zeit die Notwendigkeit für die Ausrufung eines Ozon-Alarmes gegeben gewesen, wenn man davon absieht, dass § 40 a BImSchG [7] so wieso ab 01.01.2000 nicht mehr in Kraft war. Wie deutlich dessen Kriterien (mindestens 3 Messstationen in >50 km und < 250 km Entfernung mit $\geq 240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Stundenmittel und meteorologischer Prognose des Fortdauerns) unterschritten wurden, erkennt man an den maximalen 1-Stunden-O₃-Konzentrationen, die im Jahr 2000 zwischen 204 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Waldsiedersdorf) und 165 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Schwedt/O.) lagen.

Mit Blick auf die Vermeidung der Belastung sensibler Bevölkerungsgruppen erfolgt bei Überschreitung des 1-Stunden-Schwellenwertes von 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ die Information der Öffentlichkeit. Dieser Wert wurde seit 1995 an den Ozon-Messstationen Brandenburgs nicht mehr flächendeckend überschritten; 1999 traf dies sogar nur noch für 2 von 22 Messstellen zu. Im

Berichtsjahr erfolgte ein Anstieg auf 9 von 22 Messstellen, die an 1 bis 4 Tagen (Waldsiefersdorf) eine Überschreitung dieses Schwellenwertes aufwiesen. Die mittlere Überschreitungshäufigkeit pro Messstation stieg vom bisherigen Minimum im Vorjahr (0,1 Stunden) wieder leicht auf 0,9 Stunden, den zweitniedrigsten Wert seit Messnetzbestehen. Das Landesmittel der 1-Stunden-O₃-Maximalwerte erhöhte sich ebenfalls leicht von 165 µg/m³ auf 183 µg/m³.

Erneut war die notwendige Voraussetzung für O₃-Spitzenwerte, der regionale und großräumige Transport von Luftmassen mit hohem Angebot an Ozon-Vorläuferstoffen, nicht erfüllt. Wie in den letzten vier Sommern beeinflussten vor allem relativ saubere kontinentale Luftmassen bei hochsommerlichen Wetterlagen unseren Raum. So war im Untersuchungszeitraum nur eine Ozon-Episode zu verzeichnen, für die im vorliegenden Bericht eine auf den 180 µg/m³-Schwellenwert bezogene sinn-gemäße Anwendung des § 40 a BImSchG angezeigt gewesen wäre. Am 21.06.2000 traten nahezu gleichzeitig von Premnitz bis Waldsiefersdorf und von Bernau bis Senftenberg an 9 Messstationen Überschreitungen des Informationswertes auf.

Ozon-Episode 21.06.2000

Im trocken-warmen Juni verlagerte sich ein am 16.06.2000 von Island bis zum Mittelmeer reichendes Hochdruckgebiet von den Britischen Inseln über Mitteleuropa hinweg langsam nach Südosten. Dabei schwächte es sich ab dem 19.06.2000 ab. Die anfangs eingeflossene feuchte arktische Polarluft kam zur Ruhe und wurde mit Verlagerung des Hochs durch trockene Kontinentalluft ersetzt. Damit konnte bei vorherrschender südlicher Strömung die durch den Raum Berlin vorbelastete Luftmasse zusätzlich mit Ozonvorläufern angereichert werden (O₃-1h-Maxima > 180 µg/m³ von 181 µg/m³ in Premnitz bis 204 µg/m³ in Waldsiefersdorf), bevor am 22.06.2000 von Westen her ein Trog mit feuchter arktischer Polarluft folgte.

5.5 Immissions-Trenduntersuchungen

Im Rahmen des vorliegenden Berichtes wird auf eine Darstellung der Immissions-Langzeitentwicklung verzichtet, da das Landesumweltamt eine Studie zur Veröffentlichung vorbereitet, die in Fortsetzung des lufthygienischen Rückblicks 1975 bis 1990 den Zeitraum 1991 bis 2000 in Brandenburg ausführlich analysieren wird.

6 Die Beurteilung der aktuellen Immissionssituation in Brandenburg nach den neuen EU-Luftqualitätsrichtlinien und ihre Auswirkungen auf die landesweite Immissionsüberwachung

• Rechtliche Grundlage

Die rechtliche Grundlage für eine in den Mitgliedsstaaten der EU spätestens ab 2001 zu vereinheitlichende Überwachung und Bewertung der Luftverunreinigungssituation stellt die EU-Rahmenrichtlinie 96/62/EG (RRL) über die Beurteilung und Kontrolle der Luftqualität dar [2], in der dafür Grundsätze einer gemeinsamen Strategie und einheitlicher Zielstellung festgelegt sind.

In der Anfangsphase sind die Luftschadstoffe SO₂, NO₂, PM10-Schwebstaub, Blei im Schwebstaub (1. Tochterrichtlinie/TRL) sowie C₆H₆ und CO (2. TRL) berücksichtigt worden [3, 4]. Hierauf sollen Regelungen für O₃, PAK und Schwermetalle (Cd, As, Ni, Hg) folgen. Artikel 5 der RRL legt fest, dass zur Ausfüllung dieser TRL eine "Ausgangsbeurteilung der Luftqualität" (ABU) von jedem Mitgliedsstaat zu liefern ist. In Deutschland nehmen die Bundesländer jeweils diese Aufgabe wahr, da sie über die besten Regional- und Lokalkenntnisse zur Analyse der Immissionssituation verfügen. Das Umweltbundesamt (UBA) stellt daran anschließend den Nationalbericht zur ABU zusammen.

Des Weiteren ist Artikel 5 zu entnehmen, dass bei Nichtvorhandensein flächendeckend repräsentativer Messergebnisse entsprechende Untersuchungen rechtzeitig zur praktischen Umsetzung der TRL vorliegen müssen. Die ABU dient damit ausschließlich der Gebieteinteilung für die gemäß EU-Anforderung umzusetzende Messplanung. Verursacheranalysen

einschließlich der daraus ableitbaren Gegenmaßnahmen bleiben den ab Oktober 2003 zu erstellenden Maßnahmenplänen (Artikel 7) und Aktionsplänen (Artikel 8) vorbehalten, die auf den jährlichen "Beurteilungen" (BU) gemäß Artikel 6 RRL fußen.

• Methodik der Ausgangsbeurteilung nach der EU-Rahmenrichtlinie

Generell ist in Brandenburg wie in allen anderen Bundesländern davon auszugehen, dass die bestehenden Messstationen einschließlich der temporären und mobilen Sondermessungen im Wesentlichen ein ausreichendes Grunddaten-Angebot für die ABU liefern [37]. Da die Beurteilung in der Fläche (mittels Ausbreitungsrechnung) für ganz Brandenburg eine kosten-aufwändige und kurzfristig nicht leistbare Aufgabe darstellt, wird das Interpolationsverfahren nach VAUTZ [51] für SO₂, NO₂ und PM10-Jahresmittelwerte angewandt. Dieses im Landesumweltamt für den Routineeinsatz spezifizierte Verfahren [38, 39] kann angesichts der minimalen orographischen Gliederung für Brandenburg als aufwandsoptimiert betrachtet werden. Die Immissionsschätzung ist konservativ, da das TE-LUB-Messnetz weitgehend auf Stationen basiert, die repräsentativ für die städtische Hintergrundbelastung sind, nicht jedoch für den emittentenarmen ländlichen Raum, für den vor allem Daten vom UBA-Messnetz geliefert werden, die aufgrund fehlender Windvektorregistrierungen jedoch nicht verwendet werden können.

Laut Artikel 6 RRL ist die Landesfläche einzuteilen in

- "Ballungsräume" mit ≥ 250.000 Einwohnern (EW) oder mit EW-Dichte ≥ 1.000 EW/km² und Fläche ≥ 100 km²,
- Gebiete mit Überschreitung von Grenzwert (GW) + Toleranzmarge (TM),
- Gebiete mit Überschreitung GW,
- Gebiete mit Immissionen zwischen GW und "Oberer Beurteilungsschwelle" (OBS),
- Gebiete mit Immissionen zwischen OBS und "Unterer Beurteilungsschwelle" (UBS),
- Gebiete mit Immissionen unter der UBS.

Bei einem Konzentrationsniveau zwischen OBS und UBS können zur Beurteilung neben Messungen auch qualifizierte Schätzungen (Ausbreitungsrechnungen, Analogievergleiche über Emittentenstruktur u.ä.) verwendet werden. Liegen die Belastungen unter dem UBS-Level, darf auf Messungen zugunsten qualifizierter Schätzungen gänzlich verzichtet werden.

Nach diesen Vorgaben erfüllt in Brandenburg nur das Stadtgebiet Potsdam das Ballungsraum-Kriterium, was zwingend mit kontinuierlichen Immissionsmessungen verbunden ist. Über eine Zusammenlegung mit dem Ballungsraum Berlin soll nach fachlichen Konsultationen beider Bundesländer entschieden werden.

• Immissionssituation 2000 für die Komponenten der Tochterrichtlinien

Der nur für "Öko-Gebiete" (ländlicher Raum) gültige vegetationsbezogene **SO₂-Jahres/Winter-Grenzwert** von 20 µg/m³ ist ab 2001 einzuhalten und verfügt über keine Toleranzmarge. Er wurde an allen TELUB- und UBA-Messstationen klar unterboten. Die ländlichen Messstationen unterschritten auch den UBS-Wert von 8 µg/m³, so dass in brandenburgischen "Öko-Gebieten" keine direkte Messverpflichtung für SO₂ mehr bestünde.

Auch der ab 2005 maximal an 3 Tagen im Jahr überschreitbare **SO₂-24h-Grenzwert** von 125 µg/m³ wird derzeit sogar bei ungünstigen winterlichen Ausbreitungsbedingungen sicher eingehalten. Da dies im Berichtsjahr selbst für den UBS-Wert von 50 µg/m³ der Fall war, ließe sich daraus ein auf Modellrechnung/Schätzung reduzierter Überwachungsaufwand i. S. der EU-Forderungen für Brandenburg ableiten.

Zum Schutz der Vegetation ist ab 2001 ein **NO_x-Jahresgrenzwert** von 30 µg/m³ (ohne TM) im ländlichen Raum einzuhalten. Burg/Spreewald verzeichnete im Jahr 2000 mit 17,5 µg/m³ den Höchstwert, der damit noch unter der UBS-Marke von 19,5 µg/m³ lag. Damit kann für NO_x erstmals wie für SO₂ im nicht-urbanen Bereich von der Einhaltung der strengen EU-Forderungen in Brandenburg ausgegangen werden, die keine unmittelbare Messverpflichtung in "Öko-Gebieten" nach sich zöge.

Der **NO₂-Jahresgrenzwert** zum Schutz der menschlichen Gesundheit von 40 µg/m³ muss bis zum Jahr 2010 eingehalten werden. Bis einschließlich 2001 wäre noch eine 50 %-TM in Anspruch zu nehmen. Landesweit wird jedoch - basierend auf den Messstellen der städtischen Hintergrundbelastung - die Unterschreitung der UBS-Marke von 26 µg/m³ ausgewiesen. Unter Ausklammerung verkehrsbedingter und nur lokal repräsentativer "Hot spots" ist damit im Vergleich zu den Alt Bundesländern noch immer ein bemerkenswert niedriges Konzentrationsniveau festzustellen, das es ermöglicht, den Überwachungsaufwand in

der Fläche maximal zu reduzieren. Verkehrsbezogene Messstationen zeigten keine Überschreitung von 60 µg/m³ (GW+TM); mehr als die Hälfte registrierten jedoch einen oberhalb 40 µg/m³-GW liegenden Jahresmittelwert. Nahezu alle diese Messstellen überschritten allerdings den OBS-Wert von 32 µg/m³, was eine kontinuierliche Immissionsüberwachung, verbunden mit modellmäßiger Analogiebetrachtung zur Aufwandsminimierung, angeraten erscheinen lässt.

Verschärfende Überwachungsanforderungen ließen sich auch nicht aus den **NO₂-1h-Spitzenwerten** ableiten. Hier dürfen 200 µg/m³ (2010) bzw. 300 µg/m³ (2001) bis 18 Mal im Jahr überschritten werden, was verkehrsbezogen selbst beim OBS-Wert von 140 µg/m³ nur in Ausnahmefällen zu verzeichnen war.

Die erste GW-Stufe von 40 µg/m³ für das **PM10-Schwebstaub-Jahresmittel** wurde von keiner brandenburgischen "Standard"-Messstation überschritten. Einen lokalen Sonderfall stellen die Verkehrsmessstationen dar, von denen im Jahr 2000 allerdings keine oberhalb des GW lag. Da die 1. TRL hinsichtlich der OBS- und UBS-Werte auf die extrem strenge zweite GW-Stufe (= 50 % der 1. GW-Stufe) abstellt, die allerdings voraussichtlich 2003 einer Revision unterzogen wird, ist die deutschlandweite "Problemkomponente" PM10 auch in Brandenburg strikt messtechnisch zu überwachen.

Problematischer ist es um die Einhaltung des ab 2005 ohne TM gültigen **PM10-24h-Grenzwertes** von 50 µg/m³ bestellt, bei dem im Jahr 2000 noch eine 50 %-TM für die zulässigen 35 jährlichen Überschreitungen erlaubt war, die auch brandenburgweit eingehalten wurde. Beim Abschmelzen der TM in 5 µg/m³-Schritten kann für 2005 derzeit noch nicht abgesichert werden, dass vor allem in verkehrsreichen Innenstadtbereichen episodenhaft auftretende großräumige Belastungsspitzen unterhalb der maximalen jährlichen Überschreitungshäufigkeit bleiben werden. Signifikante Anteile erhöhter PM10-Immissionen werden nämlich durch Ferntransport (Sekundäraerosole und direkt emittierter Feinstaub) verursacht, zu denen sich dann ein hoher verkehrsbedingter Lokalanteil addiert. Auch hieraus ist ein relativ hoher Aufwand für die PM10-Immissionskontrolle in Brandenburg abzuleiten.

Bei dem 2005 einzuhaltenden **Jahresgrenzwert** von 0,5 µg/m³ für **Blei im Schwebstaub** ergaben sich erwartungsgemäß keinerlei lufthygienische Probleme. Der UBS-Wert von 0,25 µg/m³ wurde selbst an Verkehrsmessstellen mit Maximal-Konzentrationen von 0,08 µg/m³ weit unterboten, so dass angesichts des seit 1996 wirksamen Verbots von verbleitem Benzin für Brandenburg nur minimale Anforderungen an die Überwachung von Blei im Schwebstaub resultieren.

Für den 2010 zu erreichenden **Benzen-Jahres-Grenzwert** von 5 µg/m³ ergaben sich erwartungsgemäß schon im Jahr 2000 fast keine Überschreitungen mehr an den verkehrsbezogenen Messstationen (Maximum: 5,3 µg/m³ in Cottbus, Bahnhofstraße). Der flächendeckende Einsatz verbesserter Katalysatoren und weiter abgesenkte Benzengehalte im Benzin werden die sichere GW-Einhaltung gewährleisten. In verkehrsreichen Stadtgebieten ist allerdings weiterhin nicht auszuschließen, dass der OBS-Wert von 3,5 µg/m³ überboten wird. Ähnlich wie beim NO₂ ist eine aufwandsoptimierte Kombination von Messung und Rechnung bei der Immissionsüberwachung vorzusehen. In ländlichen verkehrsfernen Gebieten werden 2 µg/m³ (UBS-Wert) deutlich unterschritten.

Bereits heute wird die UBS-Marke für den **8h-CO-Grenzwert** von 5 mg/m³ sogar an verkehrsreichen Straßen nicht mehr erreicht. Diese Entwicklung hatte bereits zu einer starken Reduzierung der im EU-Sinne nicht mehr notwendigen Überwachung in Brandenburg geführt.

Unter Bezugnahme auf die noch 2001 zu erwartende **Ozon-TRL** [5] lässt sich die Immissionssituation in Brandenburg als weiterhin erheblich belastet darstellen, auch wenn die GW-Überschreitungen deutlich geringer ausfallen als in den südwestdeutschen Schwerpunktgebieten und keine OBS- und UBS-Werte vorgesehen sind. Zum Schutz der menschlichen Gesundheit soll der **8h-Mittelwert** von 120 µg/m³ an möglichst nicht mehr als 20 Tagen pro Jahr - gemittelt über 3 Jahre - überschritten werden. Lediglich an 4 von 21 Messstationen wurde dieser anzustrebende **Zielwert** eingehalten (Toleranzmargen nicht vorgesehen).

Die **O₃-Dosiszielwerte** ("AOT-Werte" - Summation der in Sommermonaten oberhalb von 80 µg/m³ aufgetretenen 1h-Werte) für Pflanzen (17.000 µg/m³·h) werden weiterhin etwa an der Hälfte der TELUB-Messstandorte und diejenigen für Wald (20.000 µg/m³·h) nahezu flächendeckend und deutlich übertroffen, so dass eine entsprechende Immissionsüberwachung auch langfristig unabdingbar ist.

• Auswirkung der EU-Richtlinien auf die Struktur der Immissionsüberwachung in Brandenburg

Die hier vorliegende Analyse der aktuellen brandenburgischen Immissionssituation hat verdeutlicht, dass - aufbauend auf dem erreichten hohen Stand der landesweiten Luftqualitätsüberwachung - aus Artikel 6 der RRL [2] keine wesentlichen zusätzlichen Messverpflichtungen zur Deckung von Informationslücken erwachsen. Tabelle 6.1 enthält die für die EU-Mitgliedsstaaten in den Richtlinien festgelegten Mindestanforderungen an die Messstationsdichte in sinngemäßer Anwendung auf das Land Brandenburg. Mit diesem Umfang ortsfester Messungen kann die Einhaltung der Grenzwerte in "Ballungsräumen" und "Gebieten" beurteilt werden. Als einziger Ballungsraum ist - wie bereits erwähnt - die Stadt Potsdam anzusehen. Da Grenzwert- und OBS-Wert-Überschreitungen nahezu ausschließlich an verkehrsnahen Straßenmesspunkten zu erwarten sind, werden die Ober- und Mittelzentren des Landes (außer Potsdam) in Übereinstimmung mit den bundesweiten Abstimmungen trotz feh-

lendem räumlichen Zusammenhang zu einem Gebiet zusammengefasst. Bei konkreten Hinweisen auf ungewöhnlich hohe straßenverkehrsbedingte Immissionsbelastungen sind auch kleinere Orte diesem Gebiet hinzuzufügen.

Das restliche Land Brandenburg (Immission < OBS-Wert) sollte angesichts einer relativ geringen Konzentrationsdifferenzierung abschließend als ein weiteres Gebiet betrachtet werden. Damit wird insgesamt der EU-Vorgabe (gemeindegenaue räumliche Einteilung nach dem Punkt höchster Belastung durch eine Schadstoffkomponente in ihrem Territorium) entsprochen. Eine gesonderte Ausweisung von "Öko-Gebieten" nach EU-RRL (z. B. Biosphärenreservate, Naturparks) wird als unnötig angesehen, da die großräumige Hintergrundbelastung in Brandenburg bereits sehr gering ist und PM10 für die Vegetation keine Bedeutung besitzt.

Demnach leitet sich unmittelbar aus der 1. TRL [3] anhand der aktuellen PM10-Belastung ein Messstellenbedarf von 9 ab (1 für Ballungsraum Potsdam, 3 für Ober- und Mittelzentren, 5 für das restliche Brandenburg), da die OBS-UBS-Werte eindeutig auf die ab 2010 geltende 2. Grenzwertstufe bezogen sind. Von den nicht in Ober- und Mittelzentren gelegenen Stationen bräuchten formal keine repräsentativ für "Öko-Gebiete" zu sein, da für SO₂ und NO_x sogar der UBS-Wert unterschritten wird. Aus dem Entwurf der O₃-TRL [5] lässt sich ein Bedarf von 6 Messstellen (1 suburban, 5 ländlich und 1 für "Öko-Gebiet", d. h. ländlicher Hintergrund) ableiten. Schließlich erforderte die 2. TRL [4] hinsichtlich der Benzen-Belastung 6 Messstellen (1 für Ballungsraum Potsdam, 3 für Ober- und Mittelzentren, 2 für das restliche Brandenburg).

Damit ergäbe sich aus den genannten EU-Richtlinien landesweit ein Mindestbedarf von 16 Messstationen, der im Wesentlichen durch die Anforderungen der Immissionsüberwachung von PM10 und O₃ bestimmt ist. Er umfasst gleichzeitig auch die Kontrolle der lokalen städtischen Belastungsschwerpunkte von NO₂ und Benzen.

Unabhängig von dieser Quantifizierung gelangte die "Immissionsmesskonzeption 2000 (Luftqualität) für das Land Brandenburg" [40, 41] zu einer für 2004 anzustrebenden Anzahl automatischer Messstationen, die zwischen maximal 21 und minimal 16 liegt. Diese Anforderung ergab sich einerseits aus der landesweit eingetretenen Reduzierung der Immissionsbelastung,

Tab. 6.1: Kriterien zur Festlegung der Zahl von Probenahmestellen für ortsfeste Messungen nach Tochterrichtlinien der EU zur Rahmenrichtlinie Luftqualität

	Bevölkerung des Ballungsraumes/Gebietes	IK > OBS	UBS < IK < OBS
Komponenten der 1. TRL (SO ₂ , NO ₂ , NO _x , PM10, Pb)	< 250.000 (Potsdam)	1	1
	750.000 - 999.000 (Ober-, Mittelzentren)	3	1
	1.500.000 - 1.999.000 (restliches Brandenburg)	5	2
	Ökogegebiete	1/20.000 km ²	1/40.000 km ²
Benzol, CO	< 250.000 (Potsdam)	1	1
	750.000 - 999.000 (Ober-, Mittelzentren)	3	1
	1.500.000 - 1.999.000 (restliches Brandenburg)	5	2
O ₃	< 2.750.000 (Land Brandenburg)	1 (suburban) 5 (ländlich) 1/50.000 km ² (ländl. Hintergrund)	

neuen Erkenntnissen zur Wirkung von Luftverunreinigungen und ihrer Quellen (z. B. biogene Emittenten) und andererseits aus unumgänglichen Kosteneinsparungen unter Beibehaltung der grundsätzlichen Aussagefähigkeit zur Luftqualitätssituation in Brandenburg. Deshalb ist die hier nachgewiesene Übereinstimmung ein Hinweis auf die realistische Bedarfsabschätzung in der Immissionsüberwachung durch die Abteilung Immissionsschutz des Landesumweltamtes.

Hinsichtlich der Überwachungsstruktur ist bei den bevorstehenden Netzreduzierungen unbedingt darauf zu achten, dass mindestens 5 Messstationen im eher kleinstädtisch-ländlichen Raum zur PM10- und O₃-Erfassung erhalten bleiben. Dies sollte durch die verstärkte Orientierung auf die "Integrierende Ökologische Dauerbeobachtung" im Land Brandenburg [42] gesichert sein.

7 Vergleich der Ergebnisse von Messungen der PM10-Schwebstaubfraktion mit radiometrischen (FH62-IN) und gravimetrischen (DHA-80) Messverfahren

Gemäß der Richtlinie 1999/30/EG des Rates vom 22.04.1999 über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft (1. EU-Tochterrichtlinie) [3] gelten ab 19.07.2001 die darin aufgeführten Grenzwerte für Partikel (PM10). Dies bedeutet, dass von dem insgesamt in der Atmosphäre suspendierten Staub die humanmedizinisch relevanten Partikel (PM10) zu erfassen sind, die einen gröbselektierenden Lufterlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist.

Zur messtechnischen Erfassung dieser Staubfraktion wurden Konventionsverfahren festgelegt und in der 1. EU-TRL als Referenzverfahren benannt. Diese Konventionsverfahren sehen einen PM10-Einlass für die zu beprobende Luft sowie einen unmittelbar danach angeordneten Messfilter vor. Sollen vom Referenzverfahren abweichende Messverfahren eingesetzt werden, so ist für diese der Nachweis der Gleichwertigkeit zu erbringen.

Die Referenzverfahren sind einerseits, bedingt durch einen täglich notwendigen Filterwechsel vor Ort recht arbeitsintensiv und können andererseits durch den Wägeprozess erst nach frühestens 3 Tagen ein Messergebnis erbringen. Durch die 1. EU-TRL wird aber eine tägliche Information der Bevölkerung gefordert.

Wegen dieser Unvereinbarkeit wird durch das Landesumweltamt Brandenburg nachfolgende Strategie bei der Messung und Bekanntgabe der Ergebnisse verfolgt:

- Schrittweise Installation von Messtechnik, die dem Referenzverfahren gleichwertig ist und über einen automatischen Filterwechsler verfügt, so dass der Probenahmeaufwand bewältigt werden kann. Die Gleichwertigkeit muss nachgewiesen sein. Die dabei auf gravimetrische Art und Weise gewonnenen Werte stehen nicht in Echtzeit zur Verfügung, entsprechen aber 100 %-ig den Datenqualitätszielen der 1. EU-TRL.
- Schrittweise Installation von Messtechnik, die kontinuierlich Ergebnisse liefert und die Datenqualitätsziele erfüllt. Diese Messtechnik erfüllt dann zwar die statistischen Datenqualitätsziele, kann aber in Einzelfällen von den Ergebnissen des Referenzverfahrens abweichen.

- Schrittweise Nachrüstung bestehender kontinuierlicher Messtechnik, um aktuelle Daten zur Information der Bevölkerung zur Verfügung zu haben, wenngleich die Datenqualitätsziele nur bedingt erreicht sind und die Messwerte daher mit entsprechender Fehlerangabe zu versehen sind; sie dürfen nicht für die Prüfung auf Grenzwerteinhalten verwendet werden.

Um eine Beurteilung von Messergebnissen vornehmen zu können, die nicht mit Sammlern entsprechend dem genannten Referenzverfahren erzielt wurden, waren Vergleichsmessungen zur Festlegung des Umgangs mit diesen Messwerten durchzuführen. Im Jahre 2000 wurden so an 3 Stellen im Land Brandenburg High-Volume-Sampler vom Typ DHA-80 installiert, die gemäß Abschlussbericht "Messungen von PM10/2,5" [58] dem Referenzverfahren gleichwertig sind. An diesen Orten wurden die dort installierten β-Staubmeter vom Typ FH62-IN mit einem PM10-Vorabscheider ausgerüstet. Dazu wurden die Geräte intern so modifiziert, dass sie einen konstanten Luftdurchfluss am Messkopf gewährleisten; alle Probenahmerohre werden auf 40 °C beheizt. Da weiterhin an etlichen Messstellen auch noch herkömmliche β-Staubmeter mit TSP-Kopf (TSP - total suspended particulate matter) und Rohrheizung im Einsatz sind, wurden auch diese, soweit möglich, parallel betrieben. Zusätzlich wurde ein bereits installiertes Staubmessgerät vom Typ TEOM mit PM10-Kopf in den Vergleich einbezogen. Da weiterhin gemäß 1. EU-TRL Aussagen zu PM_{2,5} getroffen werden sollen, wurde an einer Stelle ein zusätzlicher DHA-80 mit PM_{2,5}-Vorabscheider betrieben.

Eingesetzte Geräte:

BnH	- β-Staubmeter FH62-IN mit TSP-Kopf (normal) und Staubrohrheizung
Bv10EH	- β-Staubmeter FH62-IN (Vergleichsgerät) mit PM10-Kopf (Eberline) und Staubrohrheizung
TEOM10E	- TEOM-Messgerät mit PM10-Kopf (Eberline)
GHV510R	- Gravimetrischer High-Volume-Sampler DHA-80 mit PM10-Kopf (Riemer)
GHV52,5R	- Gravimetrischer High-Volume-Sampler DHA-80 mit PM _{2,5} -Kopf (Riemer)

Die Messungen wurden im Jahre 2000 an den Standorten Cottbus-Süd, Eisenhüttenstadt, Potsdam-Hermannswerder (nur 1. Halbjahr) und Potsdam-Sago (nur 2. Halbjahr) durchgeführt.

Es ergeben sich nachfolgende Gleichungen

Cottbus-Süd: $Bv10EH = 0,84 \times BnH$ (1)
 Potsdam-Hermannswerder: $Bv10EH = 0,97 \times BnH$ (2)
 Potsdam-Sago: $Bv10EH = 0,94 \times BnH$ (3)

Cottbus-Süd: $GHVS10R = 1,06 \times BnH$ (4)
 Potsdam-Hermannswerder: $GHVS10R = 0,99 \times BnH$ (5)

Cottbus-Süd: $GHVS10R = 1,27 \times Bv10EH$ (6)
 Eisenhüttenstadt: $GHVS10R = 1,15 \times Bv10EH$ (7)
 Potsdam-Hermannswerder: $GHVS10R = 1,04 \times Bv10EH$ (8)

Cottbus-Süd: $GHVS10R = 1,12 \times TEOM$ (9)

Potsdam-Hermannswerder: $GHVS2,5R = 0,78 \times GHVS10R$ (10)
 $GHVS2,5R = 0,83 \times Bv10EH$ (11)
 $GHVS2,5R = 0,78 \times BnH$ (12)

Die hier gewonnenen Ergebnisse entsprechen für die Stationen Cottbus-Süd und Eisenhüttenstadt den Resultaten, wie sie auch in anderen Bundesländern an städtischen Messstationen gefunden werden.

Im Hinblick auf die Zielstellung der Untersuchung - kurzfristige Bekanntgabe von Messergebnissen für die aktuelle PM10-Staubkonzentration, bezogen auf ein dem Referenzverfahren gleichwertiges Messverfahren (DHA-80) - lässt sich folgende Verfahrensweise für innerstädtische Stationen ableiten:

- Die Ergebnisse von β -Staubmetern FH62-IN mit PM10-Kopf und Rohrheizung werden mit dem Faktor 1,2 multipliziert (siehe Gleichung (Gl.) (6) und (7)).
- Die Ergebnisse von β -Staubmetern FH62-IN mit TSP-Kopf und Rohrheizung werden mit dem Faktor 1,0 multipliziert, da einerseits nach Gl. (1) mit dem β -Staubmeter mit TSP-Kopf ca. 20 % mehr gefunden werden als mit dem β -Staubmeter mit PM10-Kopf und andererseits das β -Staubmeter mit PM10-Kopf nach Gl. (6) und (7) etwa 20 % weniger misst als der High-Volume-Sampler.
- Die Ergebnisse des TEOM werden mit dem Faktor 1,12 multipliziert.

Die Befunde an den Standorten Potsdam-Hermannswerder und Potsdam-Sago heben sich deutlich von den Ergebnissen der anderen Stationen ab. Die näherungsweise Übereinstimmung von TSP und PM10 ist ein Beleg dafür, dass diese beiden Messstellen keine urbanen Messstellen im üblichen Sinne für die städtische Belastung sind. Ihre Ergebnisse sind daher nur für den jeweiligen Standort gültig. Es treten hier folgende Besonderheiten in Erscheinung:

- Der Unterschied zwischen den β -Staubmetern mit PM10- und TSP-Kopf beträgt nur 3 % bzw. 6 % (Gl. (2) und (3)).

- Das Ergebnis des High-Volume-Samplers mit PM10-Kopf beträgt nur 1 % weniger als das des β -Staubmeters mit TSP-Kopf und nur 4 % mehr als das Ergebnis des β -Staubmeters mit PM10-Kopf (Gl. (5) und (8)).
- Die Vergleichsmessung des High-Volume-Samplers mit PM2,5-Kopf am Standort Potsdam-Hermannswerder zeigt erstaunlich geringe Staubkonzentrationen gegenüber den TSP- und PM10-Messergebnissen (Gl. (10), (11) und (12)).

Die Ergebnisse am Standort Potsdam-Hermannswerder zeigen, dass im dortigen Staub nur marginale Anteile > 10 μ m aerodynamischer Durchmesser enthalten sind (Gl. (2) und (5)), während üblicherweise mit etwa 20 % gerechnet wird. Im Umfeld der Messstelle sind keine nennenswerten Staubquellen vorhanden, so dass im Wesentlichen Fernimmissionen und damit feinkörnige Partikel den Messbefund prägen. Dafür befindet sich ein Anteil von über 20 % des Staubes in der Fraktion zwischen 2,5 μ m und 10 μ m, während z.B. eine in Bayern in urbanen Gebieten durchgeführte Messkampagne folgendes ergab [59]: "Die Konzentrationen der PM10- und PM2,5-Fraktionen unterscheiden sich im Rahmen der Messgenauigkeit nur wenig. Im Mittel sind die PM10-Konzentrationen etwa 10 % höher als die PM2,5-Konzentrationen." Diese Ergebnisse zeigen, dass es insbesondere in Hintergrundgebieten zu erheblichen Unterschieden der Staubverteilung führen kann, und eine rechnerische Abschätzungen von Masseanteilen in den Staubfraktionen TSP, PM10 und PM2,5 nur an vergleichbaren Stationen bei vorheriger Kontrollmessung vorgenommen werden kann.

Zusammenfassend lässt sich feststellen:

An den Messstationen des Landes Brandenburg wird Schwebstaub auf verschiedene Art und Weise gemessen. Um eine einheitliche Bewertung in Bezug auf eine Messung nach dem PM10-Referenzverfahren im Sinne der 1. TRL [3] vornehmen zu können, müssen die jeweiligen Messergebnisse korrigiert werden. Entsprechende Korrekturfaktoren wurden in Vergleichsmessungen im Jahr 2000 ermittelt.

Es wird folgende Umrechnung vorgenommen:

Bv10EH - β -Staubmeter FH62-IN (Vergleichsgerät) mit PM10-Kopf (Eberline) und Staubrohrheizung wird mit dem Faktor 1,2 multipliziert

BnH - β -Staubmeter FH62-IN mit TSP-Kopf (normal) und Staubrohrheizung wird mit dem Faktor 1,0 multipliziert

TEOM10E - TEOM-Messgerät mit PM10-Kopf (Eberline) wird mit dem Faktor 1,12 multipliziert

GHVS10R - Gravimetrischer High-Volume-Sampler DHA-80 mit PM10-Kopf (Riemer) ist dem Referenzverfahren gleichwertig und wird daher nicht umgerechnet.

8 Schlussfolgerungen

- 8.1** Das allgemein erreichte Niveau guter Luftqualität in Brandenburg, wie es in den dem UBA übergebenen Auswertungen für die Ausgangsbeurteilung gemäß EU-Rahmenrichtlinie Luftqualität dokumentiert wird, ist im Sinne dieser Vorschrift landesweit dauerhaft zu sichern. Maßnahmenpläne und Aktionspläne entsprechend der EU-Rahmenrichtlinie sind für die regionalen und lokalen Bereiche vorzubereiten, in denen noch EU-Grenzwertüberschreitungen auftreten oder nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden können.
- 8.2** Angesichts der auch im Berichtsjahr nachgewiesenen landesweiten Fortschritte im **gebietsbezogenen Immissionschutz** gilt es, die für die Luftverunreinigungsbestandteile SO₂, NO₂, VOC, Schwebstaub und Staubbiederschlag (einschließlich Inhaltsstoffen) gemäß "Immissionsmesskonzeption 2000" für Brandenburg begonnene Reduzierung des Überwachungsaufwandes systematisch fortzuführen.
- 8.2.1** Die abnehmende Tendenz bei Ozon-Spitzenbelastungen ist im Jahr 2000 zum Stillstand gekommen; ebenso waren auf relativ hohem Ausgangsniveau erneut steigende Überschreitungshäufigkeiten von Immissionswerten der 22. BImSchV und der künftigen 3. EU-Tochtrichtlinie zu verzeichnen. Die national und international weiterhin notwendigen Bemühungen um eine wesentliche Senkung der Vorläufer-Emissionen bis 2010 sind in Brandenburg aktiv, insbesondere im Verkehrssektor, zu unterstützen.
- 8.2.2** Handlungsbedarf besteht - trotz signifikanter Abnahmetendenzen - noch hinsichtlich des bis 2005 einzuhaltenen 24-Stunden-Grenzwertes für PM10-Schwebstaub nach der 1. EU-Tochtrichtlinie. Dabei stehen weniger weitere Emissionsminderungen bei stationären Anlagen im Vordergrund als die Reduzierung des Beitrages diffuser und nicht gefasster Quellen auf lokaler sowie des großräumigen Aerosoltransportes auf (inter)nationaler Ebene. Ebenso ist die vom Verkehr verursachte städtische Hintergrundbelastung zu beachten.
- 8.2.3** Die Kenntnisse über die kanzerogen wirkenden Ruß-Immissionen sind hinsichtlich der Hintergrundbelastung im Land Brandenburg weiter zu vertiefen.
- 8.2.4** Noch punktuell vorhandene erhöhte Depositionen von Inhaltsstoffen des Staubbiederschlags sind mittels Verursacheranalyse abzuklären und abzustellen.
- 8.2.5** Die Untersuchungen zur Niederschlagsdeposition sind innerhalb des medienübergreifenden Monitorings fortzusetzen, da durch großräumige Einflüsse derzeit auch in Brandenburg insbesondere bei Stickstoffeinträgen die Critical-Load-Werte häufig und erheblich überschritten werden. Signifikante Beiträge zur Eutrophierung von Gewässern, Boden- und Grundwasserversauerung sowie schlechende Destabilisierung sensibler Ökosysteme sind die Folge und erfordern Informationen für aufwandsoptimierte Gegenmaßnahmen.
- 8.3** Der **verkehrsbezogene Immissionsschutz** bleibt der Schwerpunkt aktueller lufthygienischer Problemfelder in Brandenburg. Dabei hat sich durch die neue EU-Gesetzgebung der Handlungsbedarf von der Hauptkomponente Ruß vor allem zum PM10-Schwebstaub verlagert.
- 8.3.1** Die aktuelle Situation der im wesentlichen verkehrsbedingten PM10-Schwebstaubbelastung eröffnet noch keine realistische Chance zur generellen Einhaltung der zulässigen Überschreitungshäufigkeit des 24-Stunden-Kurzzeitgrenzwertes bis zum Jahr 2005. Im Unterschied zur bisherigen deutschen Handlungspraxis bei der Umsetzung der 23. BImSchV müssen Maßnahme- und Aktionspläne nach EU-Rahmenrichtlinie Luftqualität konsequent im Bereich "Verkehrsvermeidung/-verminderung/-verlagerung" zur Entlastung brandenburgischer Innenstädte umgesetzt werden.
- 8.3.2** Bei leicht sinkender Belastungstendenz erfordern durch Messung und Ausbreitungsrechnung nachgewiesene Überschreitungen der Immissionswerte von PM10-Schwebstaub und Ruß insbesondere verstärkte Bemühungen um die Vermeidung oder Verlagerung von Lkw-Verkehr (z.B. durch Führungskonzepte in belasteten Städten) sowie den wachsenden Einsatz schadstoffarmer Fahrzeuge im Innenstadtbereich. Alle Möglichkeiten einer beschleunigten Einführung der Abgasnorm "Euro IV" sind weiterhin zu nutzen und die Landesinitiativen zum Thema "Umweltfreundlicher Verkehr" fortzusetzen.
- 8.3.3** Die vorgenannten Aktivitäten dienen zugleich der weiteren Absenkung der innerstädtischen Benzen-Immissionen, die zwar inzwischen die 2. Prüfwertstufe der 23. BImSchV einhalten und selbst straßennah weitgehend EU-konform (Grenzwert der 2. Tochtrichtlinie) ausfallen, aber noch einen erheblichen Absenkungsbedarf im Sinne des Minimierungsgebotes für kanzerogene Luftschadstoffe aufweisen.
- 8.3.4** Aufgrund der bereits eingetretenen Verbesserungen stellt die straßennahe Einhaltung der gegenüber der 23. BImSchV verschärften NO₂-Immissionswerte in Brandenburg kein Problem mehr dar. Der weitere Rückgang der derzeitigen innerstädtischen NO₂-Immission wird jedoch durch die Realisierung der vorgenannten Maßnahmen unterstützt.
- 8.4** Aus Sicht des **ökosystembezogenen Immissionsschutzes** steht zum einen die weitere Senkung der noch sehr hohen Ozon-Dauerbelastung (siehe auch 8.2.1) in der Vegetationsperiode im Vordergrund. Dies ist von Brandenburg allein nicht leistbar, sondern nur im 10-Jahreshorizont durch nationale und internationale Emissionsminderungsprogramme bei den Vorläufersubstanzen NO_x und VOC erreichbar. Zum anderen ist ebenfalls im internationalen Kontext vor allem die weitere Reduzierung von Stickstoffdepositionen voranzutreiben, um sensible Ökosysteme zu schützen sowie Boden- und Gewässerversauerung zu reduzieren (Umsetzung der künftigen EU-Tochtrichtlinie Ozon und der EU-Richtlinie zur Festsetzung nationaler Emissionsobergrenzen).
- 8.4.1** Die ökosystembezogenen EU-Immissionsgrenzwerte werden bis auf Ozon derzeit bereits klar eingehalten und erfordern deshalb keine gesonderten Aktivitäten.
- 8.4.2** Das bestätigte IÖDB-Konzept enthält zur Verbesserung der medienübergreifenden Dauerbeobachtung in unterschiedlichen Landschaftstypen verstärkt Immissionsmessungen in naturnahen Räumen. Es sollte weiter genutzt werden, um Kenntnislücken bei einigen bisher nicht von der EU beurteilten Luftverunreinigungen (z. B. Ruß) zu schließen.

Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

Tabellen

- 2.1 Emissionen des Straßenverkehrs im Land Brandenburg
- 2.2 Gesamtemission im Land Brandenburg
- 3.1 Verzeichnis der Kenngrößen
- 5.1 VOC-Befunde an der Messstelle Schwedt/O.
- 5.2 Immission ausgewählter Aldehyde und Ketone an der Messstelle Cottbus, Bahnhofstr. (2000)
- 6.1 Kriterien zur Festlegung der Zahl von Probenahmestellen für ortsfeste Messungen nach Tochterrichtlinien der EU zur Rahmenrichtlinie Luftqualität

Anhang 1 Verzeichnis der Messstellen des Landes Brandenburg (31.12.2000)

Anhang 2 Ergebnisse kontinuierlicher und quasikontinuierlicher Immissionsmessungen

- 2.1 Flächen- und industriebezogene Messungen
 - A 2.1.1 Schwefeldioxid
 - A 2.1.2 Stickstoffmonoxid
 - A 2.1.3 Stickstoffdioxid
 - A 2.1.4 Ozon
 - A 2.1.5 Schwefelwasserstoff
 - A 2.1.6 Kohlenmonoxid
 - A 2.1.7 Schwebstaub
 - A 2.1.8 Inhaltsstoffe des Schwebstaubes (verkehrsferne Messstellen)
 - A 2.1.9 Staubniederschlag
 - A 2.1.10 Niederschlagsdeposition - anorganische Inhaltsstoffe und Summe organisch gebundenen Kohlenstoffs (Freilandmessstellen)
 - A 2.1.11 Niederschlagsdeposition - organische Inhaltsstoffe (Jahresfracht in mg/ha)
- 2.2 Verkehrsbezogene Messungen
 - A 2.2.1 Stickstoffmonoxid
 - A 2.2.2 Stickstoffdioxid
 - A 2.2.3 Kohlenmonoxid
 - A 2.2.4 Flüchtige Kohlenwasserstoffe (VOC)
 - A 2.2.5 Schwebstaub und Inhaltsstoffe des Schwebstaubes

Anhang 4 Bewertungsmaßstäbe für Immissionen

Abbildungen

- 3.1 Telemetrische Messstellen des Landesumweltamtes Brandenburg (LUA) und kontinuierliche Messstellen des Umweltbundesamtes (UBA) im Land Brandenburg (Stand 31.12.2000)

- 4.1 Klimatologische Daten des Deutschen Wetterdienstes - Wetteramt Potsdam - Vergleich der Monatsmittel 2000 mit den langjährigen Monatsmitteln (1961 bis 1990) [35, 36]
- 5.1 Vergleich der I1-Kenngrößen kontinuierlicher Messstellen - Schwefeldioxid -
- 5.2 Vergleich der I1-Kenngrößen kontinuierlicher Messstellen - Stickstoffoxide -
- 5.3 Vergleich der I1- und I2-Kenngrößen kontinuierlicher Messstellen - Ozon -
- 5.4 Vergleich der I1-Kenngrößen kontinuierlicher Messstellen - Schwebstaub -
- 5.5 Luftverunreinigungsindex (auf der Basis der I1-Werte) unter Einbeziehung von Schwefeldioxid, Schwebstaub, Stickstoffdioxid und Ozon

Anhang 3

- A 3.1 Monatsmittelwerte der Immissionen an der Messstelle Brandenburg a. d. Havel
- A 3.2 Monatsmittelwerte der Immissionen an der Messstelle Burg
- A 3.3 Monatsmittelwerte der Immissionen an der Messstelle Cottbus-Süd
- A 3.4 Monatsmittelwerte der Immissionen an der Messstelle Eisenhüttenstadt
- A 3.5 Monatsmittelwerte der Immissionen an der Messstelle Forst
- A 3.6 Monatsmittelwerte der Immissionen an der Messstelle Frankfurt (Oder)
- A 3.7 Monatsmittelwerte der Immissionen an der Messstelle Königs Wusterhausen
- A 3.8 Monatsmittelwerte der Immissionen an der Messstelle Luckau
- A 3.9 Monatsmittelwerte der Immissionen an der Messstelle Nauen
- A 3.10 Monatsmittelwerte der Immissionen an der Messstelle Potsdam-Zentrum
- A 3.11 Monatsmittelwerte der Immissionen an der Messstelle Premnitz
- A 3.12 Monatsmittelwerte der Immissionen an der Messstelle Schwedt/Oder
- A 3.13 Monatsmittelwerte der Immissionen an der Messstelle Spremberg-Süd
- A 3.14 Monatsmittelwerte der Immissionen an der Messstelle Waldsiedersdorf

Quellen- und Literaturverzeichnis

- [1] Landesumweltamt Brandenburg (Hrsg.): Luftgütemessnetz-Jahresbericht 1991 (1992); Luftqualität in Brandenburg - Jahresbericht 1992 (1993) bis Jahresbericht 1999 (2000)
- [2] Richtlinie 96/62/EG des Rates vom 27.09.1996 über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität (ABl. Nr. L 296, S. 55)
- [3] Richtlinie 1999/30/EG des Rates vom 22.04.1999 über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft (ABl. Nr. L 163, S. 41)
- [4] Richtlinie 2000/69/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 16.11.2000 über Grenzwerte für Benzol und Kohlenmonoxid in der Luft (ABl. Nr. L 313, S. 12)
- [5] Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlamentes und des Rates über den Ozongehalt der Luft vom 28.07.2000, Arbeitsgrundlage ENV/00/86 REV 2, SN 3496/2/00
- [6] Richtlinie des Rates vom 21.09.1992 über die Luftverschmutzung durch Ozon (92/72/ EWG) (ABl. Nr. L 297, S. 1)
- [7] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche

- Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG) vom 14.05.1990 (BGBl. I, S. 880), zuletzt geändert durch Gesetz vom 03.05.2000 (BGBl. I, S. 632)
- [8] Gesetz zur Umsetzung der Richtlinie 96/62 EG des Rates vom 27. September 1996 über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität, Entwurf vom 16.11.2000
- [9] Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Immissionswerte - 22. BImSchV) vom 26.10.1993 (BGBl. I, S. 1819), geändert durch Verordnung vom 27.05.1994 (BGBl. I, S. 1095)
- [10] Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Immissionswerte - 22. BImSchV), Entwurf vom 16.05.2001
- [11] Dreiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Festlegung von Konzentrationswerten - 23. BImSchV) vom 16.12.1996 (BGBl. I, S. 1962)
- [12] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft) vom 27.02.1986 (GMBl., S. 95)
- [13] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft), Entwurf vom 12.06.2001
- [14] Vierte Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Ermittlung von Immissionen in Untersuchungsgebieten - 4. BImSchVwV) vom 26.11.1993 (GMBl., S. 827)
- [15] Verfassung des Landes Brandenburg vom 20.08.1992 (GVBl. I, S. 298), zuletzt geändert durch Gesetz vom 07.04.1999 (GVBl. I, S. 98)
- [16] Landesimmissionsschutzgesetz (LImSchG), Bekanntmachung der Neufassung vom 22.07.1999 (GVBl. I, S. 386)
- [17] Verordnung zur Regelung der Zuständigkeiten auf dem Gebiet des Immissions- und Strahlenschutzes (Immissionsschutzzuständigkeitsverordnung - ImSchZV-Bbg) i.d.F. vom 29.05.1997 (GVBl. II, S. 686), zuletzt geändert durch Verordnung vom 15.09.1999 (GVBl. II, S. 509)
- [18] Elfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Emissionserklärungsverordnung - 11. BImSchV) vom 12.12.1991 (BGBl. I, S. 2213), zuletzt geändert durch Verordnung vom 29.10.1999 (BGBl. I, S. 2064)
- [19] Richtlinie VDI 4280 Blatt 1, Planung von Immissionsmessungen: Allgemeine Regeln für Untersuchungen der Luftbeschaffenheit (November 1996)
- [20] Richtlinie VDI 2119 Blatt 2, Messung partikelförmiger Niederschläge: Bestimmung des Staubniederschlages mit Auffanggefäßen aus Glas (BERGERHOFF-Verfahren) oder Kunststoff (September 1996)
- [21] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (Hrsg.): Atmosphärische Deposition - Richtlinie für Beobachtung und Auswertung der Niederschlagsbeschaffenheit (1998)
- [22] Gemeinsamer Runderlass des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung, des Ministeriums für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr und des Ministeriums des Inneren des Landes Brandenburg zur Durchführung der Vorschriften über die Festlegung von Konzentrationswerten und von straßenverkehrsrechtlichen Maßnahmen bei deren Überschreiten vom 30.01.1998 (ABl., S. 332)
- [23] Luftqualitätsleitlinien (Air Quality Guidelines) der Weltgesundheitsorganisation WHO (1989)
- [24] WHO Regional Office for Europe: Update and Revision of the Air Quality Guidelines for Europe, Meeting of the working group Classical Air Pollutants, EUR/ICP/EHAZ 94 05/PB01 Bilthoven, The Netherlands 11-14 October 1994
- [25] Richtlinie VDI 2310, Maximale Immissionswerte (September 1974)
- [26] Länderausschuss für Immissionsschutz: Krebsrisiko durch Luftverunreinigungen: Entwicklung von Beurteilungsmaßstäben für kanzerogene Luftverunreinigungen im Auftrag der Umweltministerkonferenz (1991)
- [27] Länderausschuss für Immissionsschutz (Hrsg.): Bewertung von Toluol- und Xylolimmissionen, LAI-Schriftenreihe Bd. 16, Berlin: Erich Schmidt, 1997
- [28] Länderausschuss für Immissionsschutz (Hrsg.): Bewertung von Chrom-, Nickel- und Styrol-Immissionen, LAI-Schriftenreihe Bd. 21, Berlin: Erich Schmidt, 1998
- [29] Länderausschuss für Immissionsschutz (Hrsg.): Bewertung von Tetrachlorethen-, Ethen- und Kohlenmonoxid-Immissionen, LAI-Schriftenreihe, Bd. 20. Berlin: Erich Schmidt, 1998
- [30] SCHLIPKÖTER, H.-W.; BROCKHAUS, A.; EINBRODT: Gutachten über die Wirkungen umweltrelevanter Schadstoffe der Außenluft zur Ableitung von Immissionsgrenzwerten, genannt 24-Stoffe-Gutachten, (1995)
- [31] Richtlinie VDI 2310 Blatt 19, Maximale Immissionswerte zum Schutz des Menschen: Maximale Immissions-Konzentrationen für Schwebstaub (April 1992)
- [32] Länderausschuss für Immissionsschutz: Anlage zur Niederschrift über die 95. Sitzung des Länderausschusses für Immissionsschutz 19.-21.10.1998. Abschlussbericht des LAI-Arbeitskreises Luftschadstoffe/Bodenschadstoffe
- [33] Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg (Hrsg.): Luftreinhaltplan Großraum Stuttgart 1991; UM-20
- [34] Umweltbundesamt: Ozonsituation 2000 in der Bundesrepublik Deutschland. Kurzbericht. Berlin (Oktober 2000)
- [35] Deutscher Wetterdienst: Witterungs-Report express Nr. 1-12/2000, 2. Jahrgang, Verlag: Deutscher Wetterdienst
- [36] Deutscher Wetterdienst, Regionales Gutachterbüro Potsdam: Mitteilung vom 26.03.2001
- [37] HANSMANN, K.: Die Luftqualitätsrahmenrichtlinie der EU und ihre Umsetzung in deutsches Recht. Natur und Recht 9 (1999), S. 10-16
- [38] Ministerium für Umwelt und Naturschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg (Hrsg.): Immissionsschutzbericht 1996, Potsdam, (1997); Immissionsschutzbericht 1998, Potsdam (1999)
- [39] MATTICK, S.: Verfahren zur Berechnung von Immissionen für beliebige Orte aus den Daten des Luftgütemessnetzes. In: Landesumweltamt Brandenburg (Hrsg.): Berichte aus der Arbeit 1996 (1997), S. 141-145
- [40] Landesumweltamt Brandenburg (Hrsg.): Immissionsmesskonzeption 2000 (Luftqualität) für das Land Brandenburg (Dezember 2000), unveröffentlicht
- [41] JURSCH, H.: Die neue Immissionsmesskonzeption Luftqualität für das Land Brandenburg. In: Landesumweltamt Brandenburg (Hrsg.): Berichte aus der Arbeit 1999 (2000), S. 219-223
- [42] OELZE, M.; SCHULTZ-STERNBERG, R.: Der Aufbau der Integrierenden Ökologischen Dauerbeobachtung in Brandenburg (IÖDB) – Ein Konzept für eine ökosystemare Umweltbeobachtung. In: Landesumweltamt Brandenburg (Hrsg.): Berichte aus der Arbeit 1998 (1999), S. 122-125
- [43] Richtlinie VDI 2463 Blatt 7, Messen von Partikeln: Messen der Massenkonzentration (Immission); Filterverfahren; Kleinfiltergerät GS 050 (August 1982)
- [44] Richtlinie VDI 2267 Blatt 2, Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft: Messen der Blei-Massenkonzentration mit Hilfe der Röntgenfluoreszenzanalyse (Februar 1983)
- [45] Richtlinie VDI 2267 Blatt 11, Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft: Messen der Blei-Massenkonzentration mit Hilfe der energiedispersiven Röntgenfluoreszenzanalyse (Januar 1986)
- [46] Richtlinie VDI 2267 Blatt 12 Entwurf, Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft: Messen der Massenkonzentration von Chrom, Eisen, Kupfer, Mangan, Nickel und Zink mit Hilfe der energiedispersiven Röntgenfluoreszenzanalyse (November 1988)
- [47] Richtlinie VDI 2465 Blatt 1, Chemisch-analytische Bestimmung des elementaren Kohlenstoffes nach Extraktion und Thermodesorption des organischen Kohlenstoffes (Dezember 1996)
- [48] REECK, R.; WEDLER, M.; TUCEK, E.: Messen von Rußimmissionen - Vergleichende Untersuchungen mit Thermodesorption und Extraktion. In: Landesumweltamt Brandenburg (Hrsg.): Berichte aus der Arbeit 1994 (1995), S. 74
- [49] Länderausschuss für Immissionsschutz (Hrsg.): Bewertung von Vanadium-Immissionen. LAI-Schriftenreihe Bd. 19, Berlin: Erich Schmidt, 1998
- [50] Richtlinie VDI 2267 Blatt 5, Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft: Messen der Massenkonzentration von Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Sb, V, Zn mit Hilfe der optischen Emissions-

- spektrometrie (ICP-OES) nach Filterprobenahme und Aufschluss in oxidierendem Säuregemisch (November 1987)
- [51] VAUTZ, W.: Berechnung flächendeckender Immissionskataster aus Konzentrationsrosen - ein neues Verfahren, Dissertation, Mainz (1990), 4 189 S.
- [52] Richtlinie VDI 2100 Blatt 2, Messen gasförmiger Verbindungen in der Außenluft, Messen von Innenraumluftverunreinigungen, Gaschromatische Bestimmung organischer Verbindungen - Aktive Probenahme durch Anreicherung auf Aktivkohle - Lösemittelextraktion, Entwurf (November 1999)
- [53] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser: Atmosphärische Deposition - Richtlinie für Beobachtung und Auswertung der Niederschlagsbeschaffenheit (1998)
- [54] Norm DIN 38 407 Teil 8, Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung: Gemeinsam erfassbare Stoffgruppen (Gruppe F), Bestimmung von 6 polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) in Wasser mittels Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie (HPLC) mit Fluoreszenzdetektion (F8) (Oktober 1995)
- [55] Norm DIN EN ISO 6468, Wasserbeschaffenheit: Bestimmung ausgewählter Organochlorinsektizide, Polychlorbiphenyle und Chlorbenzole, Gaschromatographisches Verfahren nach Flüssig-Flüssig-Extraktion (Februar 1997)
- [56] Norm DIN EN ISO 10301, Bestimmung leichtflüchtiger halogener Kohlenwasserstoffe - Gaschromatographisches Verfahren (August 1997)
- [57] Norm DIN 38 407, Teil 9, Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung: Bestimmung von Benzol und einigen Derivaten mittels Gaschromatographie (September 1991)
- [58] Bericht zum Erfahrungsaustausch über "Messungen von PM10/PM2,5" im Auftrag des LAI, Hessische Landesanstalt für Umwelt (HLFU), Februar 2000
- [59] "Stand der Immissionssituation bei Feinpartikeln", Bericht 1/6-161-8, Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, 22.11.2000
- [60] Staatliches Umweltamt Itzehoe: Immissionsüberwachung der Luft in Schleswig-Holstein. Messbericht 1998 (1999)
- [61] ANKER, W.; GEBEFÜGI, I.; LÖRINCI, G.; PRECHTL, F.; RABL, P.: Aldehyd-Immissionen in verkehrsbelasteten Bereichen der Münchener Innenstadt. Gefahrstoffe-Reinhaltung der Luft 56 (1996), S. 291
- [62] HÖPFNER, U.; PATYK, A.: Komponenten-Differenzierung der Kohlenwasserstoffimmissionen von Kfz. Forschungsbericht 10 50 60 69 im Auftrag des Umweltbundesamtes, 1995
- [63] Deutscher Wetterdienst: Witterungs-Report, Jahresausgabe 2000
- [64] GUDERIAN, R.; GUNKEL, G. (Hrsg.): Handbuch der Umweltveränderungen und Ökotoxikologie. Bd. 1 A: Atmosphäre-Photochemie der Troposphäre. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 2000
- [65] Hessische Landesanstalt für Umwelt (Hrsg.): Emissionskataster Hessen - Landesweite Abschätzung der Emissionen aus biogenen und nicht gefassten Quellen. Schriftenreihe Umwelplanung, Arbeitsschutz und Umweltschutz, Heft 184, 1996
- [66] RAFFIUS, B.; SCHLEYER, R.: Grundwasserbeeinflussung durch organische Luftschadstoffe. Entwurf Abschlussbericht des F+E-Vorhabens, Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene, 1999
- [67] Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg und L. Roth (Hrsg.): Grenzwerte. Landsberg: ecomed 12. Ergänzungslieferung (2000)
- [68] Umweltbundesamt: Vorschlag für die Liste prioritärer Substanzen im Rahmen der Wasserrahmenrichtlinie der EU. UBA Texte 64/99, 1999
- [69] Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12.07.1999 (BGI. I, S. 1554)
- [70] Richtlinie VDI 2267 Blatt 9, Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft: Messen der Massenkonzentration von Quecksilber - Probenahme durch Sorption als Amalgam und Bestimmung mittels Atomfluoreszenzspektronomie (AFS) mit Kaldampftechnik (Entwurf Januar 2001)
- [71] Länderausschuss für Immissionsschutz (Hrsg.): Immissionswerte für Quecksilber/Quecksilberverbindung. LAI-Schriftenreihe Band 10, Berlin: Erich Schmidt, 1996

Abkürzungen, Stoffe, Einheiten und Messgrößen

A	Immissionskenngröße Dauerbelastung nach der 22. BImSchV für Schwebstaub	LUA	Landesumweltamt Brandenburg
a	Jahr	meq/l	Stoffmengenkonzentration unter Berücksichtigung der Ionenladung, Äquivalentmasse pro Liter (mval/l)
AAS	Atomabsorptionsspektroskopie	mg	Milligramm (10 ⁻³ g)
AOT 40	Dosis-Grenzwert 80 µg/m ³ (accumulation over the threshold of 40 ppb)	µg	Mikrogramm (10 ⁻⁶ g)
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz	ng	Nanogramm (10 ⁻⁹ g)
BImSchV	Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz	NO _x	Summe aus NO und NO ₂ , angegeben als NO ₂
°C	Grad Celsius	PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
d	Tag	pH	Säuregrad
DTV	Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke	PM 10/PM 2,5	"die Partikel, die einen grö ßenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10/2,5 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist" [3] (particulate matter 10/2,5)
EG	Europäische Gemeinschaft	RFA	Röntgenfluoreszenzanalyse
EU	Europäische Union	RRL	Rahmenrichtlinie (EU-Luftqualitätsrichtlinie)
GC	Gaschromatographie	SN	Staubniederschlag
h	Stunde	SST	Schwebstaub
ha	Hektar (10 ⁴ m ²)	TA Luft	Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft
HPLC	Hochdruck-Flüssigkeitschromatographie (High Pressure Liquid Chromatography)	TELUB	Telemetrisches Luftgütemessnetz Brandenburg
I1	Immissionskenngröße für die Dauerbelastung gemäß 1. Allgemeiner Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft) vom 27.02.1986 (arithmetischer Mittelwert)	TOC	Gesamtheit organisch gebundener Kohlenstoff (total organic carbon)
I2	Immissionskenngröße für die Kurzzeitbelastung gemäß TA Luft (98-Perzentil)	TRL	Tochterrichtlinie zur EU-Luftqualitätsrahmenrichtlinie
IW1	Immissionswert für die Dauerbelastung gemäß TA Luft	TSP	Unfraktionierte Partikel (total suspended particulate matter)
IW2	Immissionswert für die Kurzzeitbelastung gemäß TA Luft	TXRF	Totalreflektierende Röntgenfluoreszenz-Analytik (Total Reflection X-ray Fluorescence Analysis)
K	Kelvin	UBA	Umweltbundesamt
kt	10 ³ t	VDI	Verein Deutscher Ingenieure
KW	Kohlenwasserstoffe	VOC	Flüchtige Kohlenwasserstoffe (volatile organic compounds)
l	Liter	WHO	Weltgesundheitsorganisation (World Health Organization)
LAI	Länderausschuss für Immissionsschutz		
LHKW	Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe		

Anhang

**Anhang 1:
Verzeichnis der automatischen Messstellen des Landes Brandenburg (31.12.2000)**

**Anhang 2:
Ergebnisse kontinuierlicher und quasikontinuierlicher Immissionsmessungen**

**Anhang 3:
Jahresgang der Immissionen ausgewählter kontinuierlicher flächenbezogener Messstellen**

**Anhang 4:
Bewertungsmaßstäbe für Immissionen**

Anhang 1: Verzeichnis der automatischen Messstellen des Landes Brandenburg (31.12.2000)

Messstelle	Komponenten								
	Exposition	SO ₂	Schwebstaub	H ₂ S	NO _x ¹⁾	CO	O ₃	Kohlenwasserstoff	Meteorologie
Bernau, Ladeburger Straße 23	UH				X		X		X
Brandenburg a.d. Havel, G.-Pieter-Platz 9	UH / V		X		X	X	X		
Brandenburg a.d. Havel, Neuendorfer Straße	V				X			X ³⁾	
Burg, Bahnhofstraße 9	RH	X	X		X		X		
Cottbus, Bahnhofstraße 55	V				X				
Cottbus-Süd, Welzower Straße	UH	X	X ²⁾		X	X	X		X
Eisenhüttenstadt, K.-Marx-Straße 35a	I	X	X ²⁾	X	X	X	X		X
Forst, Hermannstraße	UH	X	X		X		X		
Frankfurt (Oder), Leipziger Straße	V				X				
Frankfurt (Oder), Markendorfer Straße	UH	X	X		X		X		
Hasenholz (Buckow)	RH		X ²⁾		X		X		X
Herzberg, W.-Pieck-Ring	UH / V	X			X		X		
Königs Wusterhausen, Cottbuser Straße	UH	X	X		X	X	X		X
Luckau, Jahnstraße	UH	X	X		X		X		
Luckenwalde, Am Markt	UH	X	X				X		
Nauen, Parkstraße	UH				X		X		X
Neuruppin, G.-Hauptmann-Straße	UH		X		X		X		
Oranienburg, Bernauer Straße 59	V		X		X	X	X	X ³⁾	
Potsdam, Michendorfer Chaussee 114	RH		X ²⁾				X		X
Potsdam-Zentrum, Hebbelstraße 1	UH	X	X ²⁾		X	X	X		X
Premnitz, Liebigstraße	I	X	X	X	X	X	X		X
Prenzlau, Schwedter Straße 63	UH		X		X		X		
Schwedt/Oder, Helbigstraße	I	X	X	X	X	X	X	X ⁴⁾	X
Senftenberg, Reyersbachstraße	UH	X	X		X	X	X		X
Spremberg-Süd, K.-Marx-Straße 47	I	X	X		X	X	X		X
Waldsiedersdorf, Eberswalder Chaussee 6	RH	X	X		X		X		
Wittenberge, Rathausstraße	UH	X	X		X		X		X

UH Urbaner Hintergrund
 RH Ruraler Hintergrund
 V Verkehrsbezogene Messstelle
 I Industriebezogene Messstelle

1) NO und NO₂
 2) Beta-Staubmeter mit PM10-Messkopf
 3) Aromatische Kohlenwasserstoffe (BTX)
 4) Methan und methanfreie Kohlenwasserstoffe

Anhang 2: Ergebnisse kontinuierlicher und quasi-kontinuierlicher Immissionsmessungen

2.1 Flächen- und industriebezogene Messungen

Tab. A 2.1.1: Schwefeldioxid

Messstelle	GM	I1	M1	M2	M3	I2	P1	Ü8	Ü9	Ü10
Burg	17236	5	3	4	5	18	16	0	0	0
Cottbus-Süd	17036	5	3	5	6	17	20	0	0	0
Eisenhüttenstadt	17236	5	3	5	5	18	20	0	0	0
Falkenberg ¹⁾		4								
Forst	17021	5	3	5	6	18	20	0	0	0
Frankfurt (Oder)	14464	5	3	4	5	18	19	0	0	0
Herzberg	17237	5	3	4	5	15	14	0	0	0
Königs Wusterhausen	16908	4	3	3	4	14	16	0	0	0
Luckau	17101	4	3	4	5	15	14	0	0	0
Luckenwalde	17229	5	3	4	5	14	15	0	0	0
Neuglobsow ¹⁾		4								
Potsdam-Zentrum	16864	5	4	4	6	17	22	0	0	0
Premnitz	17052	4	3	4	4	13	17	0	0	0
Schorfheide ¹⁾		4								
Schwedt/Oder	16966	6	3	4	5	23	18	0	2	0
Senftenberg	17213	7	4	6	8	26	18	0	0	0
Spremberg-Süd	16992	5	3	5	6	18	17	0	0	0
Waldsiedersdorf	17209	4	3	4	4	14	13	0	0	0
Wittenberge	17221	4	3	3	4	11	12	0	0	0

Spaltenüberschriften siehe Tab. 3.1

Konzentrationsangaben in µg/m³

1) Messstelle des Umweltbundesamtes

Tab. A 2.1.2: Stickstoffmonoxid

Messstelle	GM	I1	M1	I2	MEW	MTW
Bernau	17087	6	2	46	375	102
Brandenburg a.d. Havel	17234	9	4	49	298	91
Burg	16812	3	2	14	116	17
Cottbus-Süd	17010	5	2	33	155	36
Eisenhüttenstadt	17230	5	3	27	208	43
Falkenberg ¹⁾		1				
Forst	16933	5	2	24	162	33
Frankfurt (Oder)	14581	4	2	23	141	29
Herzberg	17233	9	2	62	349	73
Königs Wusterhausen	16146	8	3	52	270	68
Luckau	17118	4	2	23	189	24
Luckenwalde	16430	4	2	23	117	31
Nauen	17029	6	2	46	176	53
Neuglobsow ¹⁾		1				
Neuruppin	16885	5	2	33	250	48
Potsdam-Hermannswerder ²⁾	7144	3	2	17	167	26
Potsdam-Zentrum	14416	6	2	48	292	89
Premnitz	16605	3	2	15	110	23
Prenzlau	15280	4	2	19	163	24
Schorfheide ¹⁾		2				
Schwedt/Oder	17100	4	2	21	129	20
Senftenberg	17169	5	2	31	276	39
Spremberg-Süd	16435	3	2	15	138	23
Waldsiedersdorf	17234	4	2	25	124	38
Wittenberge	14462	3	2	20	154	27

Spaltenüberschriften siehe Tab. 3.1

Konzentrationsangaben in µg/m³

1) Messstelle des Umweltbundesamtes

2) stillgelegt am 30.06.2000

Tab. A 2.1.3: Stickstoffdioxid

Messstelle	GM	I1	I1 NO _x	M1	I2	Ü11	Ü12	Ü13	MEW
Bernau	17087	16	25	11	56	0	0	0	90
Brandenburg a.d. Havel	17234	20	33	17	50	0	0	0	83
Burg	16812	13	18	11	37	0	0	0	77
Cottbus-Süd	17010	17	25	14	45	0	0	0	93
Eisenhüttenstadt	17230	14	21	11	41	0	0	0	87
Falkenberg ¹⁾		9							
Forst	16933	14	21	12	40	0	0	0	75
Frankfurt (Oder)	14581	15	21	13	40	0	0	0	108
Herzberg	17233	21	35	19	48	0	0	0	131
Königs Wusterhausen	16146	17	29	14	49	0	0	0	8
Luckau	17118	16	21	13	41	0	0	0	80
Luckenwalde	16430	16	22	14	42	0	0	0	79
Nauen	17029	17	26	13	50	0	0	0	88
Neuglobsow ¹⁾		9							
Neuglobsow ^{P)}	95	6							
Neuruppin	16885	16	24	13	45	0	0	0	99
Potsdam-Hermannswerder ³⁾	7144	13	18	10	42	0	0	0	62
Potsdam-Zentrum	14416	25	35	22	68	0	0	0	137
Premnitz	16605	15	19	12	41	0	0	0	98
Prenzlau	15280	14	19	12	36	0	0	0	141
Schorfheide ¹⁾		8							
Schwedt/Oder	17100	16	22	14	37	0	0	0	69
Senftenberg	17169	16	24	13	45	0	0	0	120
Spremberg-Süd	16435	16	21	14	38	0	0	0	90
Waldsiedersdorf	17234	10	16	8	34	0	0	0	79
Wittenberge	14462	18	23	16	38	0	0	0	59

Spaltenüberschriften siehe Tab. 3.1

Konzentrationsangaben in µg/m³

1) Messstelle des Umweltbundesamtes

2) stillgelegt am 30.06.2000

P) Passivsammler; GM Anzahl der Zweiwochen- bzw. Monatsmittelwerte

Tab. A 2.1.4: Ozon

Messstelle	GM	I1	M1	I2	Ü1	Ü2	Ü3	Ü4	Ü5	Ü6	Ü7	AOT40 ⁴⁾ P	AOT40 ⁴⁾ W
Bernau	17238	47	44	127	36	3	0	0	0	80	27	17000	25800
Brandenburg a.d. Havel	17233	46	44	122	28	0	0	0	0	70	21	14384	20245
Burg	17236	47	44	123	30	1	0	0	0	79	21	15947	24700
Cottbus-Süd	17149	48	45	126	31	0	0	0	0	87	25	17184	27215
Eisenhüttenstadt	17236	49	47	127	33	0	0	0	0	93	26	17395	27455
Falkenberg ¹⁾		50											
Forst	17030	50	46	129	39	0	0	0	0	93	27	18134	29138
Frankfurt (Oder)	16916	45	42	120	27	0	0	0	0	63	18	14580	21685
Herzberg	17238	49	46	127	28	1	0	0	0	92	26	17659	26694
Königs Wusterhausen	17130	44	40	123	30	0	0	0	0	58	21	14794	22691
Luckau	17114	49	46	125	32	0	0	0	0	82	23	16744	25988
Luckenwalde	17230	51	49	130	40	1	0	0	0	96	27	18598	28519
Nauen	16625	50	49	131	37	3	0	0	0	103	24	18847	28430
Neuglobsow ¹⁾		49											
Neuruppin	16895	46	44	123	30	0	0	0	0	65	22	13488	20505
Oranienburg ^{V)}	16887	38	35	105	11	0	0	0	0	41	7	7464	9649
Potsdam-Hermannswerder ²⁾	6514	61	60	149	31	2	0	0	0	58	22	-	-
Potsdam, Michendorfer Chaussee ³⁾	8100	35	30	105	6	1	0	0	0	7	4	-	-
Potsdam-Zentrum	17093	44	41	120	24	0	0	0	0	55	18	14165	20053
Premnitz	16823	48	46	128	34	1	0	0	0	73	24	16770	23670
Prenzlau	17201	47	45	118	22	0	0	0	0	65	16	13859	18443
Schorfheide ¹⁾		52											
Schwedt/Oder	17100	43	40	112	15	0	0	0	0	46	10	9706	14028
Senftenberg	17212	49	45	136	46	2	0	0	0	93	37	21841	34628
Spremberg-Süd	16963	54	51	141	58	3	0	0	0	117	42	25471	40222
Waldsiedersdorf	15098	48	44	136	39	4	1	0	0	68	33	22628	31822
Wittenberge	17068	49	47	121	26	0	0	0	0	78	19	13801	19369

Spaltenüberschriften siehe Tab. 3.1

Konzentrationsangaben in µg/m³

1) Messstelle des Umweltbundesamtes

2) stillgelegt am 30.06.2000

3) ab 12.07.2000

4) extrapolierte Werte

V) Verkehrsbezogene Messstelle

P Schutz der Pflanzen

W Schutz der Wälder

Tab. A 2.1.5: Schwefelwasserstoff

Messstelle	GM	I1	M1	I2	MEW
Eisenhüttenstadt	17234	1	1	4	56
Premnitz	15555	2	1	12	142
Schwedt/Oder	17015	1	1	2	16

Spaltenüberschriften siehe Tab. 3.1

Konzentrationsangaben in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Tab. A 2.1.6: Kohlenmonoxid

Messstelle	GM	I1	M1	I2	Ü14
Brandenburg a.d. Havel	17234	457	390	1200	0
Cottbus-Süd	17003	432	380	980	0
Eisenhüttenstadt	17234	447	390	1000	0
Königs Wusterhausen	17228	368	320	830	0
Potsdam-Hermannswerder ¹⁾	8178	309	280	570	0
Potsdam-Zentrum	17094	356	310	950	0
Premnitz	16663	309	290	730	0
Schwedt/Oder	17092	314	280	660	0
Senftenberg	17213	391	350	850	0
Spremberg-Süd	16761	380	340	830	0

Spaltenüberschriften siehe Tab. 3.1

Konzentrationsangaben in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

1) stillgelegt am 30.06.2000

Tab. A 2.1.7: Schwebstaub

Messstelle	GM	I1	M1	A	I2	P2	Ü15
Brandenburg a.d. Havel	365	23	20	24	49	44	1
Burg	365	24	20	25	57	54	0
Cottbus-Süd ²⁾	361	21	18	22	49	45	0
Cottbus-Süd ³⁾	364	21	19	23	46	41	0
Eisenhüttenstadt ³⁾	366	19	16	22	50	42	1
Falkenberg ^{1) 3)}		17					
Forst	351	25	22	27	54	51	0
Frankfurt (Oder)	338	23	20	24	50	43	2
Königs Wusterhausen	364	27	24	28	58	51	0
Luckau	362	23	18	25	65	58	3
Luckenwalde ⁴⁾	365	23	21	24	53	49	1
Neuglobsow ¹⁾		14					
Potsdam-Hermannswerder ⁵⁾	174	19	15		41		0
Potsdam-Hermannswerder ^{3) 5)}	174	19	16		38		0
Potsdam, Michendorfer Chaussee ⁶⁾	171	17	15	17	42	33	0
Potsdam, Michendorfer Chaussee ^{3) 6)}	172	17	16	18	44	36	0
Potsdam-Zentrum ³⁾	349	22	19	22	46	39	0
Premnitz	363	24	21	24	57	49	1
Prenzlau	353	21	19	23	45	45	0
Schorfheide ^{1) 3)}		16					
Schwedt/Oder	361	22	19	23	47	45	0
Senftenberg ⁷⁾	361	28	24	30	68	58	5
Spremberg-Süd	354	23	20	25	53	51	0
Waldsiefersdorf	329	18	16	19	43	37	0
Wittenberge	363	17	14	17	46	42	1

Spaltenüberschriften siehe Tab. 3.1

Konzentrationsangaben in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

1) Messstelle des Umweltbundesamtes

2) Messung am 03.01.2001 eingestellt

3) Beta-Staubmeter mit PM10-Messkopf

4) Messung am 09.03.2001 eingestellt

5) stillgelegt am 30.06.2000

6) ab 12.07.2000

7) Messung am 21.02.2001 eingestellt

Tab. A 2.1.8: Inhaltsstoffe des Schwebstaubes (verkehrsferne Messstellen)

	Cottbus-LUA				Paulinenaue ²⁾				Potsdam-Zentrum			
	GM	I1	M1	MEW	GM	I1	M1	MEW	GM	I1	M1	MEW
Schwebstaub ¹⁾	99	28	24	65	20	26		77	101	22	17,4	73
Ruß	91	2,8	2,6	7,4					100	2,9	2,3	7,7
Arsen	51	3,4	1,7	23,6	20	2,1		10,4				
Blei	100	38	21	169	20	20		93				
Cadmium	51	0,5	0,4	2,3	20	0,4		1,8				
Chrom	100	2,6	2,2	9,2	20	2,1		7,2				
Eisen	100	729	478	3015	20	265		925				
Kupfer	100	62	44	347	20	76		761				
Mangan	100	15	12	67	20	8		31				
Nickel	80	3,2	2,6	10,7	20	2,3		6,5				
Thallium	50	0,1	0,1	0,2								
Vanadium	100	1,4	0,8	7,6	20	1,5		4,5				
Zink	99	109	93	354	20	108		674				
B(a)A	94	0,5	0,2	5,1								
B(a)P	94	0,8	0,3	7,9					101	0,9	0,4	12,5
B(b)F	94	0,7	0,3	4,8								
B(e)P	94	0,8	0,3	5,2								
B(ghi)P	94	1,2	0,6	8,2					101	1,0	0,5	12,4
B(k)F	94	0,4	0,1	2,7								
CHR	94	0,5	0,1	5,3								
DB(ah)A	94	0,1	0,1	1,2								
FLU	94	0,8	0,3	6,3								
INP	94	0,9	0,5	5,4								
PYR	94	0,8	0,4	7,2								
COR					21	1,3	0,8	3,8				

Spaltenüberschriften siehe Tab. 3.1

1) Gesamtstaub, manuelle Probenahme

2) Wochenmittelwert

Konzentrationsangaben:

Schwebstaub, Ruß in µg/m³

Spurenelemente, PAK in ng/m³

B(a)A	Benz(a)anthracen	CHR	Chrysen
B(a)P	Benzo(a)pyren	DB(ah)A	Dibenz(ah)anthracen
B(b)F	Benzo(b)fluoranthen	FLU	Fluoranthen
B(e)P	Benzo(e)pyren	INP	Indeno(1,2,3-cd)pyren
B(ghi)P	Benzo(ghi)perylene	PYR	Pyren
B(k)F	Benzo(k)fluoranthen	COR	Coronen

Tab. A 2.1.9: Staubniederschlag

Messnetz/Pegelmessstelle	Messpunkt- nummer	Gesamtstaub		As	Pb	Cd	Cr	Mn	Ni	Zn
		I1	I2 / Monat							
Bad Freienwalde										
Neutornow, Hauptstraße 1 (Parktasche)	BF005P45	79	168 / 06	1,0	7	0,2	1,9		1,6	
Am Scheunenberg	BF018R44	79	239 / 08							
Frankfurter Straße (Stephanusstiftung)	BF023P44	41	131 / 07							
Altranft, Poststraße / Mühlenstraße	BF027R44	78	176 / 05							
Beeskow										
Radinkendorferstraße 73	BS003P44	93	235 / 05							
Ackerweg 6b	BS004S45	102	143 / 05	1,0	35	0,5	6,2	51	2,7	136
Nordseite Hornitex (Zaun)	BS005S45	114	195 / 08	1,2	61	0,6	6,3	49	2,7	169
Radinkendorfer Straße 16	BS101P45	118	231 / 06	1,3	22	0,3	4,4	41	4,1	
Umspannwerk	BS102P44	143	258 / 06							
Dorfstraße 13a	BD001P45	147	408 / 01		18	0,6	3,2		2,5	99
Fabrikstraße 4	BD002P44	57	112 / 09							
Bernau										
Schwanebecker Chaussee (Autohaus)	BN001P44	70	192 / 08							
Ladeburger Chaussee 23 (Messcontainer)	BN127P44	56	128 / 05							
Borkwalde										
E.-Thälmann- Straße 5	BW001P45	277	999 / 05	0,8	6	0,2	1,2		1,3	
K.-Marx-Straße 13 (Borkheide)	BW002P44	38	83 / 05							

Messnetz/Pegelmessstelle	Messpunkt- nummer	Gesamtstaub								
		I1	I2 / Monat	As	Pb	Cd	Cr	Mn	Ni	Zn
Brandenburg a.d. Havel										
Jasminweg 43	BR044P45	102	482 / 06	1,3	21	0,6	12,1		3,8	
Briester Straße / Albensdorfer Straße	BR064S45	114	295 / 02	0,6	20	9,0	33,0	283	4,1	120
G.-Pieter-Platz	BR114P44	98	216 / 05							
Burg										
Bahnhofstraße 9 (Messcontainer)	BG001P45	81	159 / 04	1,1	11	0,3	2,0		3,4	
Cottbus										
Meisenweg 9 (Wetterdienst)	CO003R45	50	126 / 08	1,0	9	0,2	1,6		5,2	
Welzower Straße (Messcontainer)	CO013R45	80	157 / 05	0,9	9	0,2	2,6		3,8	
Merzdorfer Bahnhofstraße 21	CO014R44	49	99 / 08							
Klopstockstraße 4a	CO015R45	102	214 / 05	2,2	13	0,3	2,7	21	4,8	
Cumlosen	CU001P45	47	77 / 02	0,6	16	0,3	1,4	15	4,2	
Eberswalde										
Straße der Jugend	EB004P45	78	147 / 05	0,6	10	0,3	4,9	34	3,7	
Straße des Friedens	EB101P44	108	530 / 06							
Eisenhüttenstadt										
Buchwaldstraße	EH007P45	128	658 / 06	0,8	14	0,7	4,4	95	2,8	100
K.-Marx-Straße 35 a (Messcontainer)	EH220P44	82	154 / 07							
Falkensee										
Spandauer Straße 16	FA001P44	214	609 / 08							
Falkenhagener Straße 76	FA005P45	252	527 / 09	1,2	18	0,8	12,0		2,7	
Finsterwalde										
Massen, Lindtaler Straße 6a	FN002P45	39	70 / 08	0,7	9	0,1	1,8	13	5,5	
Am Landgraben (Kläranlage)	FN066R45	96	204 / 06	1,2	14	0,6	4,7		4,5	
Forst, Jähnickenstraße 15	FO002P44	56	141 / 08							
Frankfurt (Oder)										
Ende Zufahrtstraße Messegelände	FF009P44	65	226 / 06							
Eisenhüttenstädter Chaussee 48a	FF017P44	41	73 / 05							
Friedenseck (Lutherstift)	FF024P45	135	547 / 08	0,6	11	0,3	2,8		2,9	
Buckower Straße	FF104P45	61	205 / 06	0,8	8	0,3	1,9		1,7	
Klietower Straße (ehem. Wetterstation)	FF105P44	48	135 / 08							
Markendorfer Straße (Messcontainer)	FF221P44	45	77 / 06							
Fürstenwalde										
Triftstraße	FW003P45	68	142 / 05	0,8	18	0,2	2,1	25	2,6	99
Nordstraße 5b	FW006P44	191	494 / 05							
Wilhelmstraße	FW011P44	61	110 / 08							
Großräschen										
Bebelstraße 32	GR005R45	91	208 / 04	2,0	15	0,5	4,4		6,2	
Gransee										
Oranienburger Straße 38 (Opel-Autohaus)	GS001P45	56	167 / 05	0,6	8	0,2	2,0		1,0	
Kraatzter Weg 13 (Baustoffhandel)	GS002P44	105	311 / 08							
Guben										
Damaschkestraße 43 (Kita)	GU003P45	65	177 / 08	1,2	9	0,2	1,7		2,3	
Halbe										
Schweriner Straße 27	HA001P45	167	562 / 06	0,7	6	0,2	1,5		1,3	
Hammersche Weg 1	HA002P44	51	112 / 05							
Herzberg, W.-Pieck-Ring (Messcontainer)	HE001P44	66	114 / 05							
Herzfelde										
Gartenstraße	HF002P45	64	116 / 08	0,9	12	0,3	2,5	23	2,0	
Strausberger Straße	HF103P44	75	157 / 09							
Hohenneuendorf										
Stolper Straße 13	HS002P45	286	609 / 05	0,7	62	0,8	6,8		4,4	
Birkenwerder Straße (am Friedhof)	HS030P44	107	208 / 04							
Kienhorst	KH001P45	39	78 / 01	1,1	83	0,2	2,6	14	4,8	
Königshorst										
Hauptstraße 9	FD001P44	85	204 / 08							
Königs Wusterhausen										
Cottbuser Straße (Messcontainer)	KW107P44	83	175 / 05							
Lauchhammer										
Weinbergstraße	LH001P45	100	351 / 05	1,2	8	0,2	2,6		3,4	
Patschenweg	LH002P45	44	121 / 08	0,9	10	0,1	2,1	18	11,3	
Grünhauser Straße (Gießereidenkmal)	LH005R45	134	196 / 08	1,8	13	0,3	6,0	75	3,9	
Lebus										
Naturschutzstation	LE001P45	64	197 / 04	0,7	7	0,2	1,3	17	1,7	
Lockstädt										
Kietz 1	LO001P45	117	344 / 05		7	0,3	2,1		1,2	50
Kietz 20	LO002P44	103	368 / 11							

Messnetz/Pegelmessstelle	Messpunkt- nummer	Gesamtstaub		As	Pb	Cd	Cr	Mn	Ni	Zn
		I1	I2 / Monat							
Luckau										
Jahnstraße (Messcontainer)	LC001P44	86	177 / 04							
Luckenwalde										
Fichtestraße 1a	LK006P44	94	213 / 06							
Anhaltstraße 29	LK010R45	164	539 / 05	1,0	54	0,8	5,8		3,4	
Am Markt 10 (Messcontainer)	LK123P44	81	149 / 05							
Lychen										
Beenzer Chaussee 8 (Gärtnerei)	LY001P45	130	785 / 01	0,3	6	0,2	1,1		0,9	
Am Schluß 7 (Baustoff-Centrum)	LY002P44	102	515 / 01							
Marzahn										
Im Winkel 2	MZ001P45	52	106 / 05	0,4	7	0,2	2,3		1,3	
Schulstraße 2	MZ002P44	41	90 / 05							
Nauen										
Parkstraße 7 (Messcontainer)	PA012P44	186	699 / 05							
Brandenburger Straße	PA013P44	139	349 / 08							
Neuendorf am See										
Dorfstraße 16a	ND001P45	37	77 / 05	0,6	6	0,2	1,2	14	1,3	43
Neuenhagen										
Seeberg Dorf, Hönowener Chaussee	NH001S44	106	233 / 05							
Seeberg Siedlung, Wiesengrund	NH002S44	190	771 / 08							
Lahnsteiner Straße 2 (Feuerwehr)	NH003S44	51	98 / 05							
Wiesengrund	NH004S45	66	183 / 08	0,6	8	0,1	1,9	22	1,6	57
Zum Erlenbruch 8 (OSE-Gelände)	NH005S45	41	62 / 05	0,5	17	0,1	3,0	15	3,2	50
Neuhardenberg										
K.-Marx-Allee 74	NB001P44	81	179 / 11							
Am Windmühlenberg	NB002P45	76	214 / 07	0,7	6	0,2	1,7		1,5	
Neuruppin										
Fehrbelliner Straße / Am See	NR001P45	68	267 / 08	0,7	6	0,1	1,3		1,4	
Nordring 2 (Citroen-Autohaus)	NR002P44	116	473 / 10							
A.-Bebel-Straße	NR003P44	112	367 / 08							
Neustadt (Dosse)										
Schulstraße 10	NS001P45	62	139 / 08	0,5	5	0,1	1,2		0,9	
Oranienburg										
Rungestraße 14	OR009P45	225	692 / 06	0,9	17	0,5	7,9		2,1	
Bernauer Straße 59 (Messcontainer)	OR111P44	234	399 / 04							
Potsdam										
Hebbelstraße (Messcontainer)	PM102P44	171	510 / 01							
Sternstraße	PM114P45	86	207 / 12	0,5	7	0,2	1,9	27	1,6	
Premnitz										
Fontanestraße 17	PR007P45	52	120 / 05	0,5	10	0,2	3,1		1,9	
Liebigstraße (Messcontainer)	PR124P44	76	354 / 05							
Prenzlau										
Neubrandenburger Straße (Bahnübergang)	PL042P45	48	133 / 05	0,5	5	0,1	0,9		1,5	
Schwedter Straße 63 (Messcontainer)	PL148P44	76	191 / 02							
Rathenow										
Genthiner Straße 3	RA001P45	81	438 / 05	0,3	6	0,1	1,8		1,1	
Jahnstraße 27	RA002P44	51	96 / 05							
Rüdersdorf										
Thälmannstraße	RD002P45	98	206 / 05	1,2	12	0,3	3,0	36	3,1	
Rüdersdorfer Straße	RD009P44	67	159 / 08							
Senftenberg										
Großenhainer Straße 30 i	SF003R44	112	310 / 11							
Reyersbachstraße (Messcontainer)	SF004R45	128	262 / 05	2,9	14	0,5	4,3		5,5	
Schrepkow										
Dorfstraße 3	SK001P45	79	169 / 09		6	0,2	2,4		1,2	33
Dorfstraße 55	SK002P44	88	191 / 08							
Schwarzheide										
Ruhlander Straße	LH050R45	55	178 / 06	1,4	8	0,2	1,7		7,5	
Siedlerstraße 31	LH072R45	55	128 / 05	2,0	9	0,3	2,3		5,3	
Schwedt/Oder										
Vierraden, Brückstraße	SD004R44	95	278 / 05							
Breite Allee 1	SD008R45	100	450 / 06	0,8	6	0,2	1,7	94	8,6	
Meyenburg, Am Hohen Graben	SD015R44	115	455 / 05							
Helbigstraße (Messcontainer)	SD138P44	67	168 / 05							
Vierraden (IÖDB)	SD250P45	79	299 / 03		7	0,3	1,5		13,9	42

Messnetz/Pegelmessstelle	Messpunkt-nummer	Gesamtstaub								
		I1	I2 / Monat	As	Pb	Cd	Cr	Mn	Ni	Zn
Zützen (IÖDB)	SD251P45	46	136 / 07		5	0,1	1,0		2,2	39
Spremburg, Schwarze Pumpe										
K.-Marx-Straße 47 (Messcontainer)	SP001P44	53	107 / 04							
Georgenberg (Kita)	SP027R44	66	151 / 07							
Schwarze Pumpe, Ringstraße 21	SP128R45	86	192 / 05	2,1	40	0,4	3,8	27	5,0	
Stegelitz										
Steinhöfeler Weg 1b	SG001P45	47	94 / 10	0,3	5	0,1	1,2		1,3	
Dorfstraße 1	SG002P44	54	180 / 08							
Strausberg										
Garzauer Straße (Fasanenpark)	SB106P44	90	254 / 07							
Garzauer Straße (Telekom)	SB123P45	55	204 / 07	0,4	7	0,2	1,1		0,7	
Waldsiedersdorf										
Eberswalder Chaussee 3 (IÖDB)	WA001P45	41	88 / 08		7	0,2	1,5		2,5	99
Eberswalder Chaussee 3 (IÖDB)	WA002P44	52	115 / 08							
Weizgrund	WZ001P45	31	76 / 02	1,0	79	0,1	0,9	9	5,6	
Wiepersdorf										
Raststätte	WD001P45	48	99 / 05	0,5	8	0,1	1,3		4,2	
Wittenberge										
Ahornweg 33	WI002P45	130	258 / 08	0,4	10	0,3	2,8		1,8	
Hartwigstraße (Oberstufenzentrum)	WI006P44	148	508 / 01							
Rathausstraße (Messcontainer)	WI134P44	135	416 / 04							
Zinnitz										
K&S Teppichbodenland	ZZ001P45	64	308 / 08	0,7	8	0,2	1,5		4,3	
Zossen										
Feldstraße 4	ZO001R44	109	365 / 06							
T.-Müntzer-Straße 12	ZO009R45	75	146 / 10	0,4	7	0,1	1,3		0,8	
Spaltenüberschriften siehe Tab. 3.1	Staubniederschlag in mg/(m ² ·d) Spurenelemente in µg/(m ² ·d)									

Tab. A 2.1.10: Niederschlagsdeposition - anorganische Inhaltsstoffe und Summe organisch gebundenen Kohlenstoffs (Freilandmessstellen) -

Messstelle	Beerenbusch	Cumlosen		Doberlug-Kirchhain ¹⁾	Falkenberg ^{1) 3)}	Jerischke
Probenahmeart	Bulk	Bulk	Wet	Wet	Wet	Bulk
pH ²⁾	4,8	5,1	5,2	4,9	4,7	4,6
Konzentration (mg/l)²⁾						
Sulfat	2,0	2,9	2,3	2,5	2,3	2,5
Nitrat	2,0	3,6	3,3	2,9	2,6	2,9
Ammonium	0,8	1,2	1,5	1,2	1,0	0,9
Chlorid	1,3	1,4	1,0	0,4	0,5	0,5
Natrium	0,7	0,9	0,6	0,3	0,3	0,3
Kalium	0,3	0,24	0,09	0,11	0,11	0,09
Calcium	0,6	1,0	0,5	0,5	0,3	0,6
Magnesium	0,08	0,15	0,09	0,11	0,05	0,08
TOC	5,1	2,0	1,4			1,3
Jahresfracht (kg/ha)						
H	0,32	0,25			0,5	
S-Sulfat	3,6	4,4	3,5	3,5	3,4	4,7
N-Ammonium	3,4	4,3	5,5	3,9	3,5	4,1
N-anorganisch	5,9	8,0	9,0	6,8	6,3	7,9
N-organisch	2,3	0,9	0,2			0,5
Chlorid	7,2	6,7	4,5	1,8	2,3	3,0
Natrium	4,0	4,0	2,7	1,1	1,4	2,0
Kalium	1,7	1,1	0,4	0,5	0,5	0,5
Calcium	3,4	4,8	2,5	1,9	1,1	3,2
Magnesium	0,5	0,7	0,4	0,5	0,2	0,5
Zink	0,13	0,20	0,17			
TOC	29	9,3	6,5			7,7
Jahresfracht (g/ha)						
Arsen	2,6	3,1				
Blei	22	28	12			
Cadmium	0,4	1,0	0,9			
Chrom	2,4	1,5				
Kupfer	32	48	27			
Mangan	44	50	17			
Nickel	6,0	7,2	8,5			

1) Messstelle des Umweltbundesamtes

2) gewogener Jahresmittelwert

3) Kreis Oder-Spree

TOC Total Organic Carbon (Summe organisch gebundener Kohlenstoff)
H Wasserstoffionenüberschuss (Protonenüberschuss) im Vergleich zu neutralem Wasser (pH=7,0)
Bulk Bulk-Probenahme (ständig geöffneter Probenehmer)
Wet Wet-only-Probenahme (nur bei Niederschlag geöffneter Probenehmer)

Tab. A 2.1.10: Niederschlagsdeposition - anorganische Inhaltsstoffe und Summe organisch gebundenen Kohlenstoffs (Freilandmessstellen)

Messstelle Probenahmeart	Kienhorst		Lauchhammer		Lebus		Neuglobsow ¹⁾
	Bulk	Wet	Bulk	Wet	Bulk	Wet	Wet
pH ²⁾	4,8	4,9	4,8	4,9	4,9	5,0	4,8
Konzentration (mg/l)²⁾							
Sulfat	2,3	2,4	2,5	1,9	2,7	2,5	2,3
Nitrat	3,3	3,2	3,2	2,7	3,2	2,9	2,5
Ammonium	1,0	1,4	1,3	1,2	1,1	1,3	0,9
Chlorid	1,1	0,9	0,7	0,4	1,1	0,8	0,7
Natrium	0,7	0,5	0,3	0,2	0,7	0,4	0,4
Kalium	0,4	0,08	0,12	0,05	0,4	0,19	0,09
Calcium	0,7	0,4	0,5	0,4	0,7	0,5	0,4
Magnesium	0,10	0,07	0,07	0,04	0,10	0,07	0,07
TOC	2,5	1,0	1,9	1,5	1,8	1,3	
Jahresfracht (kg/ha)							
H	0,28	0,24	0,25				
S-Sulfat	3,5	3,5	4,2	3,3	4,2	3,8	3,5
N-Ammonium	3,7	4,8	5,5	4,8	3,9	4,5	3,3
N-anorganisch	7,1	8,1	9,2	8,0	7,3	7,5	6,2
N-organisch	1,3	0,5	0,7	0,4	0,8	0,2	
Chlorid	4,9	4,1	3,4	2,1	5,1	3,6	3,5
Natrium	3,3	2,0	1,6	1,1	3,1	1,9	2,0
Kalium	1,7	0,4	0,6	0,3	2,1	0,9	0,4
Calcium	3,1	1,9	2,8	2,1	3,4	2,1	1,7
Magnesium	0,4	0,3	0,4	0,2	0,5	0,3	0,3
Zink	0,14	0,14	0,12	0,12		0,14	
TOC	11	5	9,8	8,0	8,5	5,8	
Jahresfracht (g/ha)							
Arsen	1,9		3,3			1,6	
Blei	21	16	23	12			
Cadmium	0,3		0,5	0,4		1,9	
Chrom	2,9		3,6				
Kupfer	36	45	31	25		36	
Mangan	29	19	38	13		14	
Nickel	6,1	8,4	5,3	6,8		6,5	

1) Messstelle des Umweltbundesamtes
2) gewogener Jahresmittelwert

TOC Total Organic Carbon (Summe organisch gebundener Kohlenstoff)
H Wasserstoffionenüberschuss (Protonenüberschuss) im Vergleich zu neutralem Wasser (pH=7,0)
Bulk Bulk-Probenahme (ständig geöffneter Probennehmer)
Wet Wet-only-Probenahme (nur bei Niederschlag geöffneter Probennehmer)

Tab. A 2.1.10: Niederschlagsdeposition - anorganische Inhaltsstoffe und Summe organisch gebundenen Kohlenstoffs (Freilandmessstellen)

Messstelle	Natteheide	Neusorgefeld	Schorfheide ¹⁾	Schwenow	Waldsiedersdorf	Weitzgrund	Wiesenburg ¹⁾	
	Bulk	Bulk	Wet	Bulk	Bulk	Wet	Bulk	Wet
pH ²⁾	4,6	4,7	4,7	4,8	4,9	4,9	4,7	5,0
Konzentration (mg/l)²⁾								
Sulfat	1,8	2,1	2,3	2,4	2,2	2,1	2,7	2,5
Nitrat	2,0	2,5	2,7	2,7	3,0	2,6	3,6	2,8
Ammonium	0,7	0,9	1,0	0,8	1,0	1,0	1,2	1,1
Chlorid	1,1	0,6	0,7	0,9	0,9	0,8	1,1	0,7
Natrium	0,6	0,4	0,4	0,5	0,6	0,4	0,6	0,4
Kalium	0,10	0,19	0,14	0,2	0,20	0,05	0,12	0,16
Calcium	0,5	0,5	0,3	0,7	0,8	0,5	0,6	0,6
Magnesium	0,11	0,06	0,07	0,09	0,07	0,06	0,10	0,11
TOC	2,0	2,7		2,3	1,9	1,3	3,1	
Jahresfracht (kg/ha)								
H	0,26	0,33		0,28	0,25		0,26	
S-Sulfat	3,3	4,0	3,3	4,3	3,5	3,3	3,7	4,3
N-Ammonium	2,7	4,3	3,5	3,6	3,8	3,7	4,0	4,5
N-anorganisch	5,3	7,6	6,2	6,9	7,1	6,6	7,3	8,0
N-organisch	1,1	0,9		1,0	0,7	0,3	0,6	
Chlorid	6,0	3,7	3,1	5,0	4,4	3,6	4,4	4,0
Natrium	3,4	2,0	1,8	3,0	2,8	1,8	2,4	2,3
Kalium	0,6	1,1	0,6	1,2	1,0	0,3	0,5	0,9
Calcium	2,8	3,0	1,1	4,0	3,7	2,4	2,6	3,2
Magnesium	0,6	0,4	0,3	0,5	0,3	0,3	0,4	0,6
Zink	0,15	0,10		0,11	0,23	0,19		
TOC	11	16		13	9,1	6,3	13	
Jahresfracht (g/ha)								
Arsen	2,7	2,3		3,2	3,9		2,7	
Blei	22	24			22	15	20	

Messstelle	Natteheide Bulk	Neusorgefeld Bulk	Schorfheide ¹⁾ Wet	Schwenow Bulk	Waldsiedersdorf Bulk	Waldsiedersdorf Wet	Weitzgrund Bulk	Wiesenburg ¹⁾ Wet
Cadmium	0,3	0,6		0,7	0,4	0,6	0,6	
Chrom	1,8	3,5		1,4	1,9		1,6	
Kupfer	33	37		27	55	47	43	
Mangan	39	44		41	44	11		
Nickel	6,1	6,7		4,5	9,2	6,9	4,4	

1) Messstelle des Umweltbundesamtes
2) gewogener Jahresmittelwert

TOC Total Organic Carbon (Summe organisch gebundener Kohlenstoff)
H Wasserstoffionenüberschuss (Protonenüberschuss) im Vergleich zu neutralem Wasser (pH=7,0)
Bulk Bulk-Probenahme (ständig geöffneter Probenehmer)
Wet Wet-only-Probenahme (nur bei Niederschlag geöffneter Probenehmer)

Tab. A.2.1.11: Niederschlagsdeposition - organische Inhaltsstoffe (Jahresfracht in mg/ha)

	Nachweis- grenze	Cumlosen		Kienhorst		Lauchhammer		Lebus		Waldsiedersdorf	
		Bulk	Wet	Bulk	Wet	Bulk	Wet	Bulk	Wet	Bulk	Wet
Ameisensäure	4 µg/l	80.291	70.737	468.022	118.507	235.415	125.620	312.285	101.475	551.084	195.101
Essigsäure	10 µg/l	94.240	86.153	450.596	95.865	85.263	55.673	261.931	120.806	438.900	117.926
Oxalsäure	50 µg/l			86.082	<100.000					122.647	91.979
Dichloressigsäure	0,06 µg/l	3.013	756	2.488	4.119	2.310	1.556	4.343	3.770	2.658	5.720
Trichloressigsäure	0,04 µg/l	8.360	3788	3.673	8.582	3.088	7.862	9.696	15.102	3.437	4.529
Phenol	66 ng/l	1.645	<1.000	1.630	<1.000	2.120	2.397	<1.000	<1.000	2.781	3.392
Benzo(b)fluoranthen	1 ng/l	25	17	34	18	29	27	35	30	40	27
Benzo(a)pyren	1 ng/l	13	11	20	<20	<20	<20	17	23	<20	<20
Benzo(k)fluoranthen	1 ng/l	9	6	12	<10	<10	<10	14	<10	14	<10
Fluoranthen	2,4 ng/l	58	30	86	50	108	68	110	76	103	79
Benzen	8 ng/l	156	202	74	72	336	361	67	115	98	86
Ethylbenzen	8 ng/l	289	419	103	67	73	82	<100	<100	58	41
mp-Xylen	8 ng/l	180	217	265	142	177	157	85	69	107	134
o-Xylen	6 ng/l	87	109	<50	49	78	80	<50	<50	44	42
Toluen	6 ng/l	444	496	296	236	248	250	131	159	194	260
Trichlormethan	4,4 ng/l	426	300	342	303	332	409	310	312	296	315
Trichlorethen	3,2 ng/l	<30	<30	32	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30

Hinweis: Den Angaben in Fettdruck liegt eine Befundhäufigkeit von mindestens 75 % zugrunde.

Bulk Bulk-Probenahme (ständig geöffneter Probenehmer)

Wet Wet-only-Probenahme (nur bei Niederschlag geöffneter Probenehmer)

2.2 Verkehrsbezogene Messungen

Tab. A 2.2.1: Stickstoffmonoxid

Messstelle	GM	I1	M1	I2	MEW	MTW
Brandenburg a.d. Havel, Neuendorfer Straße ¹⁾	15965	31	14	164	422	138
Cottbus, Bahnhofstraße	16775	67	50	226	418	
Finsterwalde, Bahnhofstraße ²⁾	13350	17	9	81	211	
Frankfurt (Oder), Leipziger Straße	16353	58	38	225	505	
Oranienburg, Bernauer Straße	17118	29	14	166	365	162

Spaltenüberschriften siehe Tab. 3.1

Konzentrationsangaben in µg/m³

1) eingeschränkter Straßenverkehr aufgrund Baumaßnahmen ab 27.07.2000

2) stillgelegt am 10.10.2000

Tab. A 2.2.2: Stickstoffdioxid

Messstelle	GM	I1	I1NO _x	M1	I2	Ü 11	Ü12	Ü13	MEW
Brandenburg a.d. Havel, Neuendorfer Straße ¹⁾	15965	30	77	25	84	0	0	0	147
Cottbus, Bahnhofstraße	16775	43	145	40	95	0	0	0	152
Cottbus, Bahnhofstraße ^{P)}	80	46							
Eberswalde, Breite Straße 24 ^{P)}	98	36							
Eberswalde, Breite Straße 111 ^{P)}	103	32							
Eberswalde, Eisenbahnstraße ^{P)2)}	60	27							
Finsterwalde, Bahnhofstraße ³⁾	13350	24	50	20	62	0	0	0	100
Frankfurt(Oder), Leipziger Straße	16353	46	135	41	108	0	0	0	189
Frankfurt(Oder), Leipziger Straße ^{P)}	124	44							
Herzfelde, Hauptstraße ^{P)4)}	62	38							
Nauen, Berliner Straße ^{P)}	83	54							
Oranienburg, Bernauer Straße	17118	33	77	30	78	0	0	0	171
Prenzlau, Baustraße ^{P)}	99	43							

Spaltenüberschriften siehe Tab. 3.1 Konzentrationsangaben in µg/m³

1) eingeschränkter Straßenverkehr aufgrund Baumaßnahmen ab 27.07.2000

2) bis 16.08.2000

4) bis 31.08.2000

3) stillgelegt am 10.10.2000

P) Passivsammler; GM Anzahl der Zweiwochen- bzw. Monatsmittelwerte

Tab. A 2.2.3: Kohlenmonoxid

Messstelle	GM	I1	M1	I2	Ü14
Finsterwalde ¹⁾	13346	508	450	1200	0
Oranienburg	17119	702	550	2340	0

Spaltenüberschriften siehe Tab. 3.1 Konzentrationsangaben in µg/m³

1) stillgelegt am 10.10.2000

Tab. A 2.2.4: Flüchtige Kohlenwasserstoffe (VOG)

	Brandenburg a. d. Havel, Neuendorfer Straße ⁵⁾				Cottbus, Bahnhofstraße				Eberswalde, Breite Straße				Frankfurt (Oder) Leipziger Straße			
	GM	I1	M1	MEW	GM	I1	M1	MEW	GM	I1	M1	MEW	GM	I1	M1	MEW
GC ¹⁾																
Benzen	13598	1,2	0,9	13												
Toluen	13279	4	2	75												
m/p-Xylen	13375	3	2	43												
GC ²⁾																
Benzen					86	5	5	11					95	5	5	12
Ethylbenzen					90	3	3	5					102	3	3	6
Toluen					90	11	11	23					102	11	10	26
m/p-Xylen					90	6	6	13					102	6	6	23
o-Xylen					90	2	2	5					102	2	2	6
Passivsammler ³⁾																
Benzen					24 ⁴⁾	4		6	21 ⁴⁾	3		5	22 ⁴⁾	5		5
Ethylbenzen					24 ⁴⁾	2		3	21 ⁴⁾	1		2	22 ⁴⁾	2		3
Toluen					24 ⁴⁾	10		14	21 ⁴⁾	6		11	22 ⁴⁾	10		12
m/p-Xylen					24 ⁴⁾	6		9	21 ⁴⁾	4		6	22 ⁴⁾	6		7
o-Xylen					24 ⁴⁾	2		3	21 ⁴⁾	1		2	22 ⁴⁾	2		3

	Herzfelde				Nauen, Berliner Straße				Oranienburg, Bernauer Straße			
	GM	I1	M1	MEW	GM	I1	M1	MEW	GM	I1	M1	MEW
GC ¹⁾												
Benzen									10917	1,6	1,0	31
Toluen									10857	4	3	50
m/p-Xylen												
GC ²⁾												
Benzen					87	4	4	12				
Ethylbenzen					96	2	2	6				
Toluen					96	10	9	26				
m/p-Xylen					96	5	5	13				
o-Xylen					96	2	2	6				
Passivsammler ¹⁾												
Benzen	16 ⁴⁾	2		4								
Ethylbenzen	16 ⁴⁾	1		2								
Toluen	16 ⁴⁾	5		7								
m/p-Xylen	16 ⁴⁾	3		5								
o-Xylen	16 ⁴⁾	1		2								

Spaltenüberschriften siehe Tab. 3.1

Konzentrationsangaben in µg/m³

1) Gaschromatographie, automatisch

2) Gaschromatographie, manuelle Probenahme; GM Anzahl der Tagesmittelwerte

3) GM Anzahl der Monatsmittelwerte

4) GM Anzahl der Wochenmittelwerte

5) eingeschränkter Straßenverkehr aufgrund Baumaßnahmen ab 27.07.2000

Tab. A 2.2.5: Schwebstaub und Inhaltsstoffe des Schwebstaubes

	Brandenburg an der Havel, Neuendorfer Straße ⁷⁾				Cottbus, Bahnhofstraße				Finsterwalde, Bahnhofstraße ⁴⁾			
	GM	I1	M1	MEW	GM	I1	M1	MEW	GM	I1	M1	MEW
Schwebstaub ¹⁾												
Schwebstaub ²⁾									266	32	29	89
Schwebstaub ³⁾	110	26	22	114	100	32	31	88				
Ruß	109	3,9	3,2	9,6	100	5,7	5,3	10,0				
Ruß ⁵⁾									255	2,6	2,4	7,1
Blei					51	75	43	582				
B(a)P					49	1,3	0,7	9,3				
B(ghi)P					49	1,7	1,0	7,8				
COR					9	4,0	3,3	7,9				
	Frankfurt (Oder), Leipziger Straße ⁶⁾				Nauen, Berliner Straße				Oranienburg, Bernauer Straße			
	GM	I1	M1	MEW	GM	I1	M1	MEW	GM	I1	M1	MEW
Schwebstaub ¹⁾									362	29	25	123
Schwebstaub ²⁾									91	25	21	67
Schwebstaub ³⁾	66	36	34	112	95	38	34	95				
Ruß	66	5,8	5,1	12,8	94	6,1	5,1	17,4	91	4,0	3,3	11,7
Blei	33	60	42	284								
B(a)P	33	2,4	1,6	9,4					45	1,6	0,4	7,1
B(ghi)P	33	2,9	2,3	8,8					45	1,8	0,6	8,7
COR	11	3,9	3,1	9,6					11	2,2	0,9	6,9

Spaltenüberschriften siehe Tab. 3.1

Konzentrationsangaben: Schwebstaub, Ruß in µg/m³; Blei, PAK in ng/m³

1) Gesamtstaub, Messung mit Beta-Staubmeter

B(a)P Benzo(a)pyren

2) Gesamtstaub, Messung mit Beta-Staubmeter und PM10-Messkopf

B(ghi)P Benzo(ghi)perylen

3) Gesamtstaub, manuelle Probenahme, PM10-Messkopf

COR Coronen

4) am 10.10.2000 stillgelegt

5) Rußzahl (mit Basisverfahren abgeglichen)

6) 01.01. bis 16.03.; 01.08. bis 31.12.2000

7) eingeschränkter Straßenverkehr aufgrund Baumaßnahmen ab 27.07.2000

Anhang 3: Jahresgang der Immissionen ausgewählter kontinuierlicher flächenbezogener Messstellen

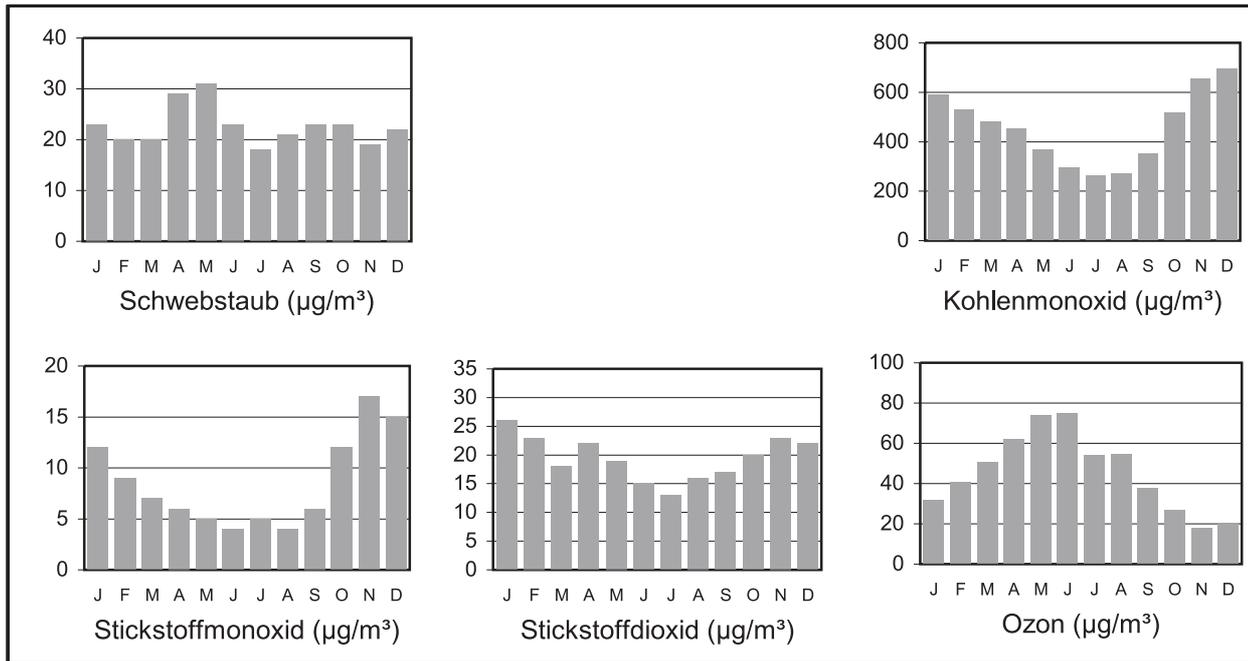


Abb. A.3.1: Monatsmittelwerte der Immissionen an der Messstelle Brandenburg a. d. Havel

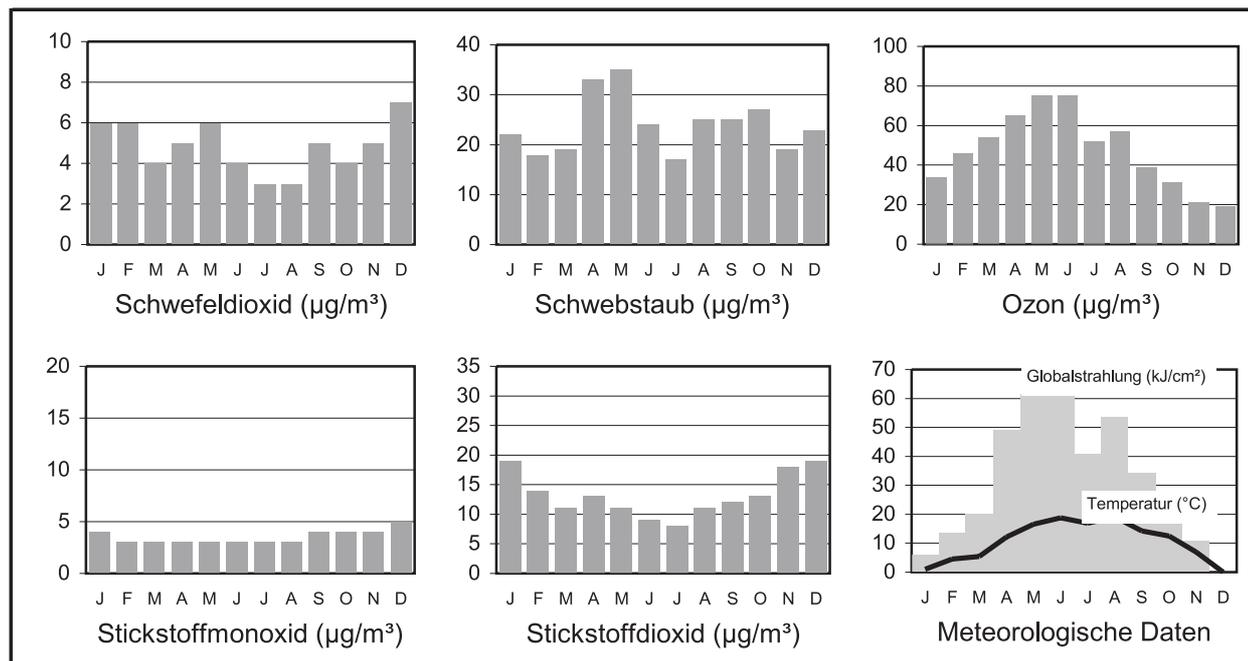


Abb. A.3.2: Monatsmittelwerte der Immissionen an der Messstelle Burg

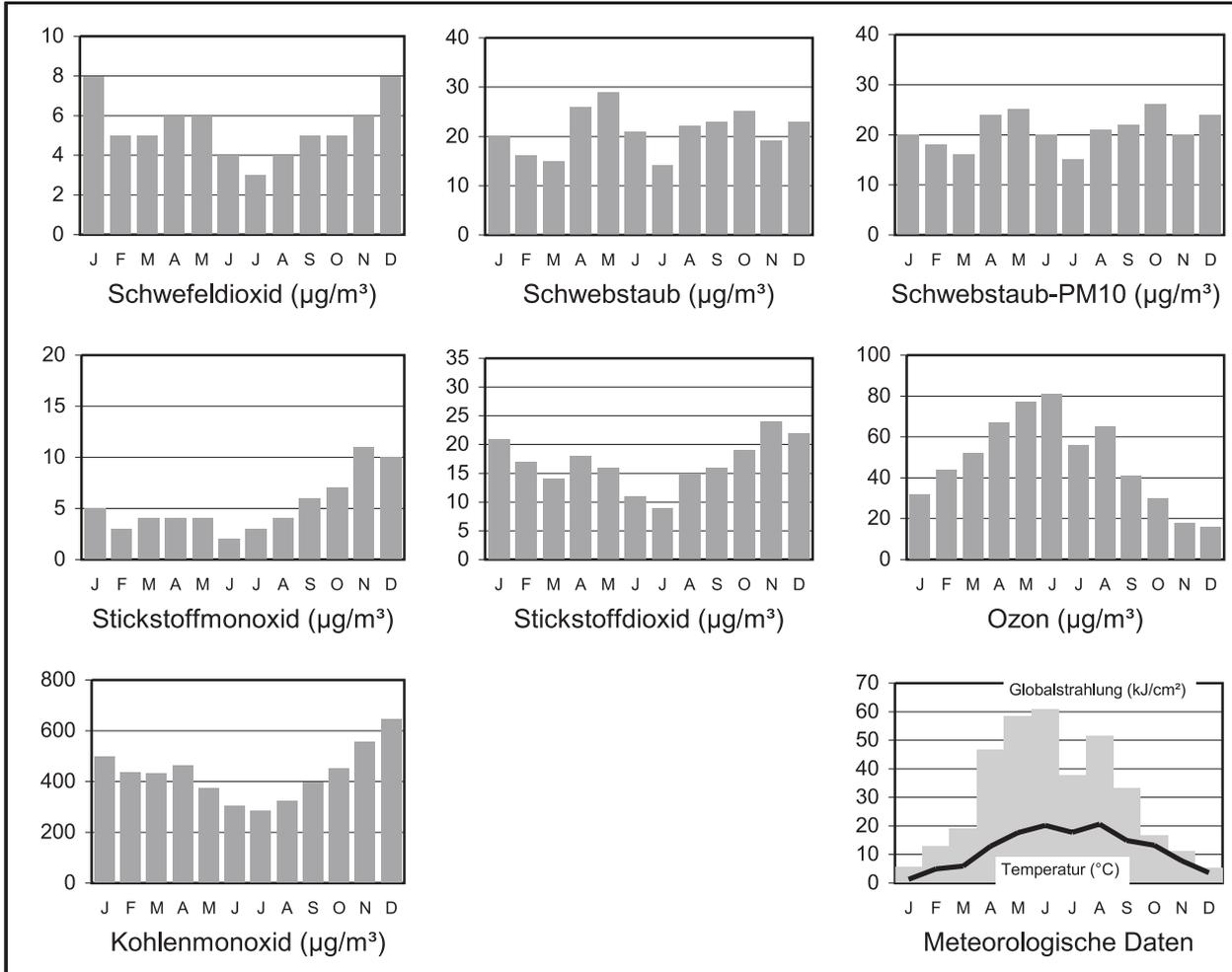


Abb. A.3.3: Monatsmittelwerte der Immissionen an der Messstelle Cottbus-Süd

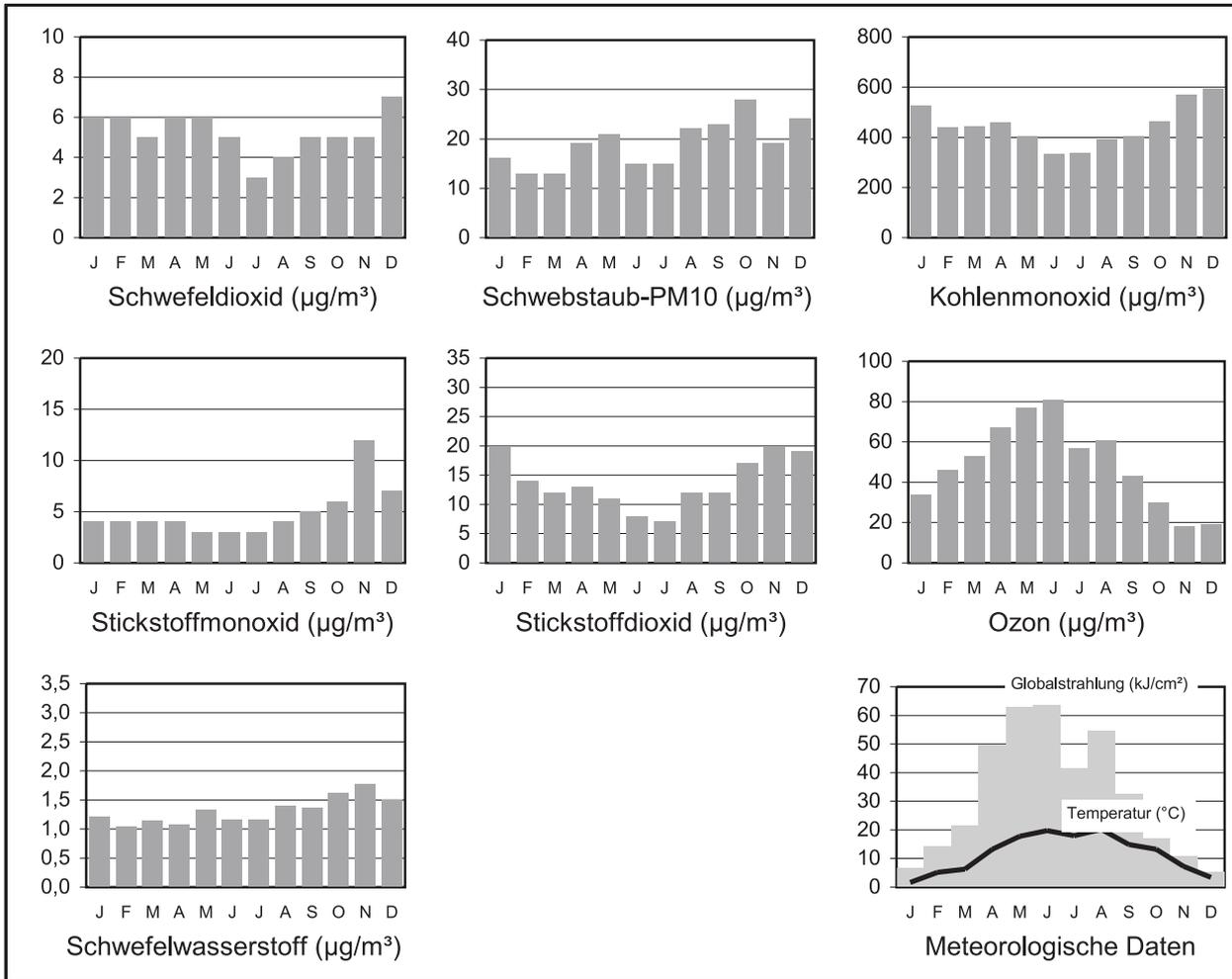


Abb. A3.4: Monatsmittelwerte der Immissionen an der Messstelle Eisenhüttenstadt

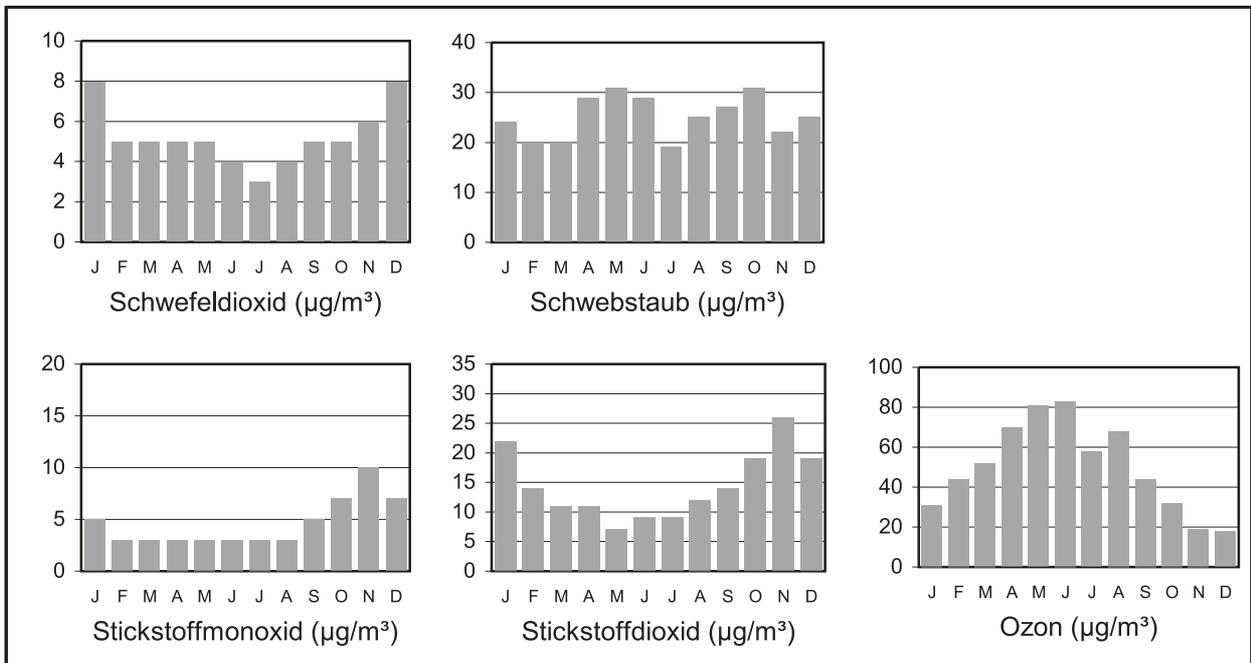


Abb. A.3.5: Monatsmittelwerte der Immissionen an der Messstelle Forst

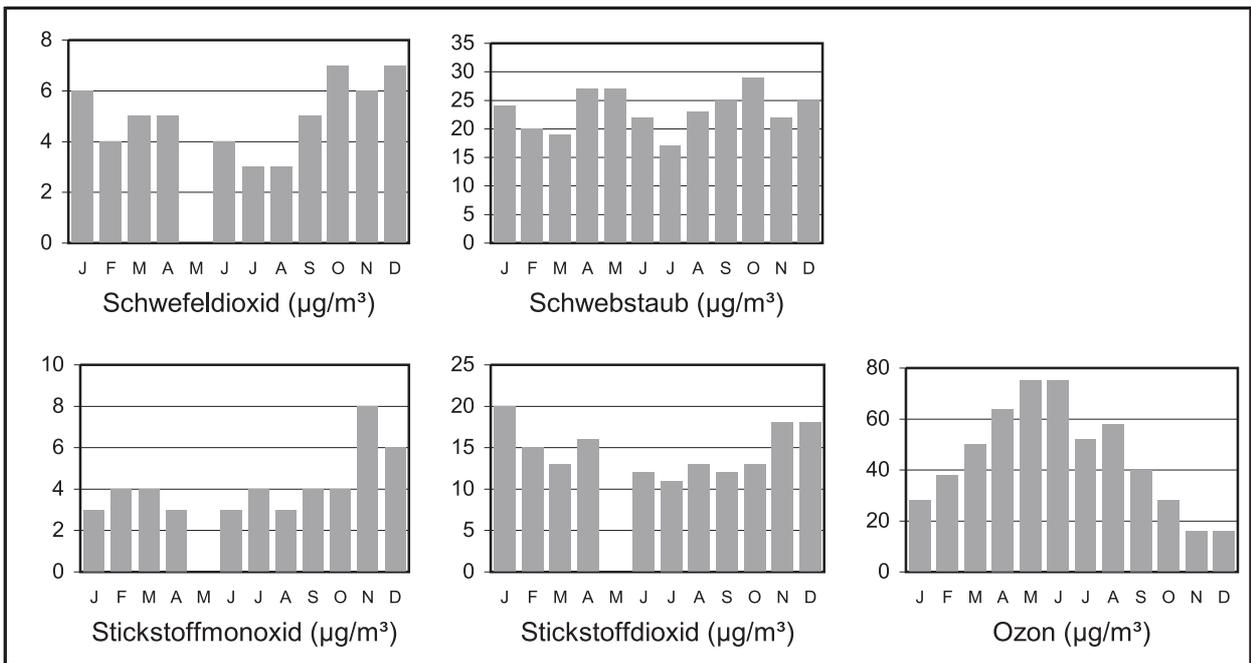


Abb. A.3.6: Monatsmittelwerte der Immissionen an der Messstelle Frankfurt (Oder)

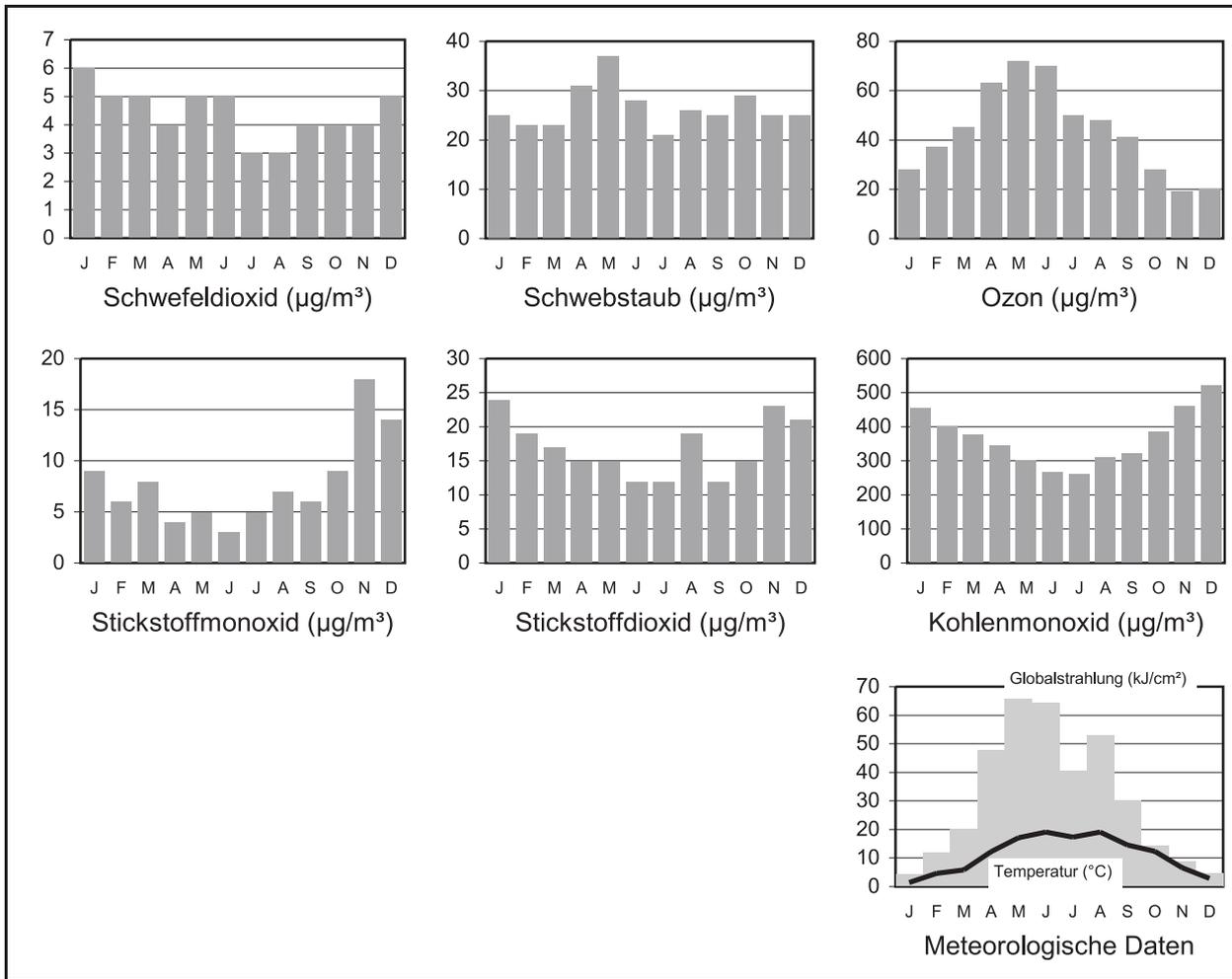


Abb. A.3.7: Monatsmittelwerte der Immissionen an der Messstelle Königs Wusterhausen

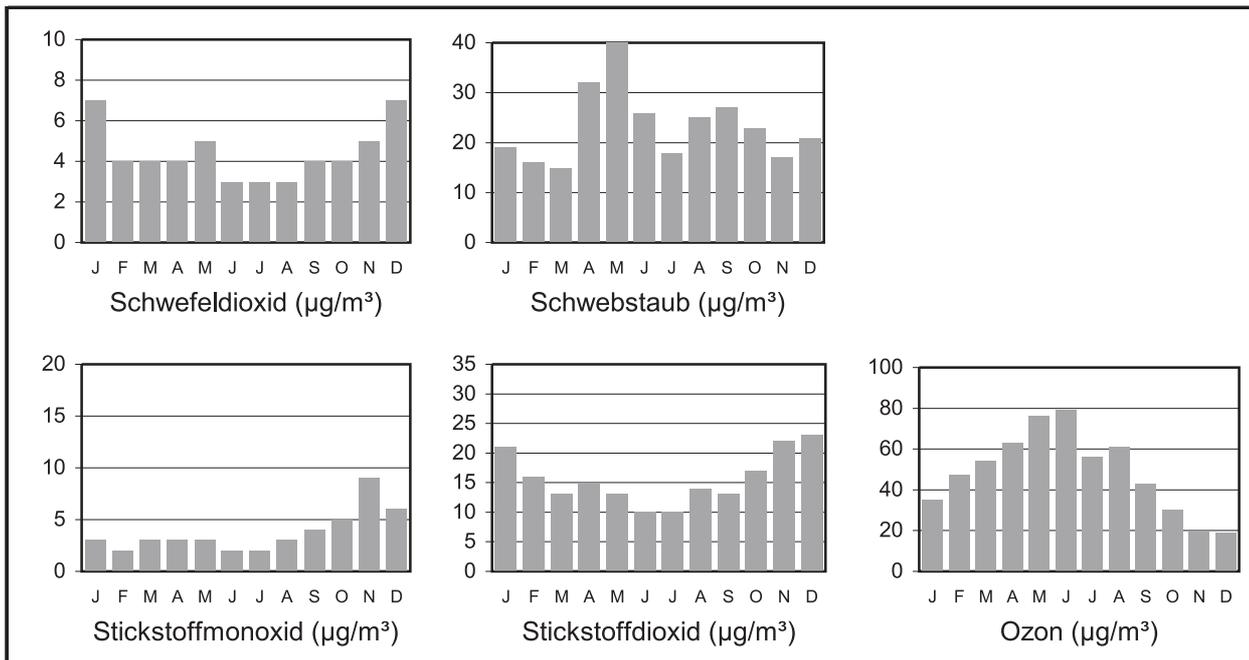


Abb. A.3.8: Monatsmittelwerte der Immissionen an der Messstelle Luckau

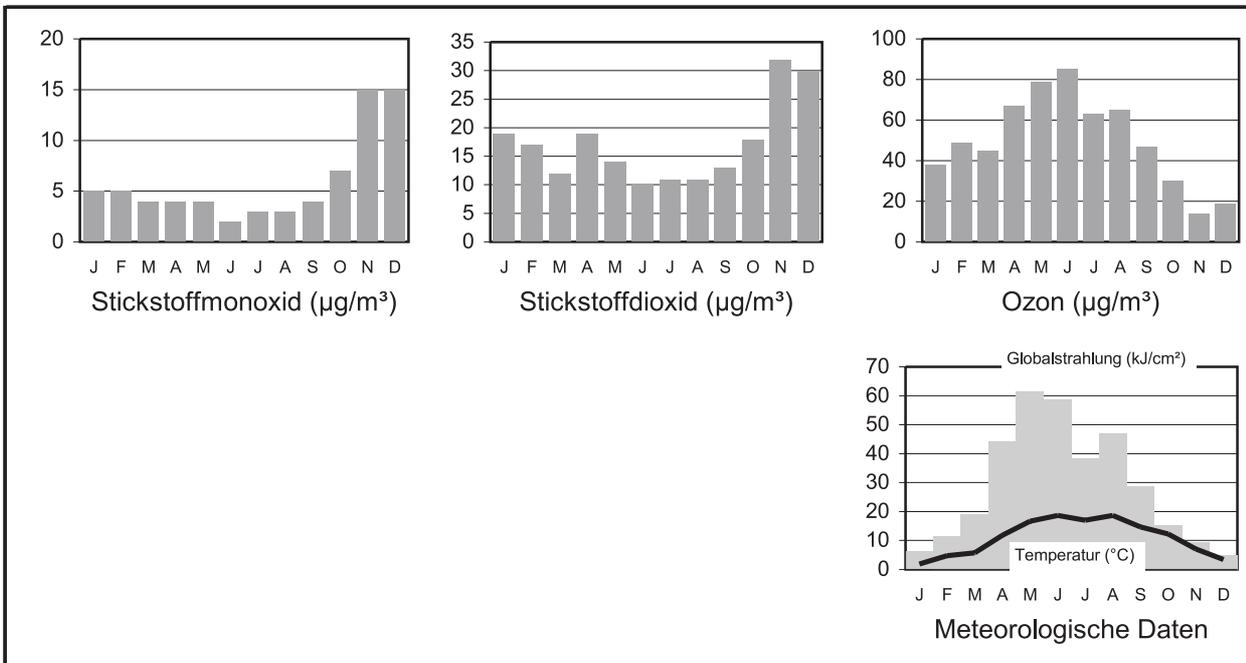


Abb. A.3.9: Monatsmittelwerte der Immissionen an der Messstelle Nauen

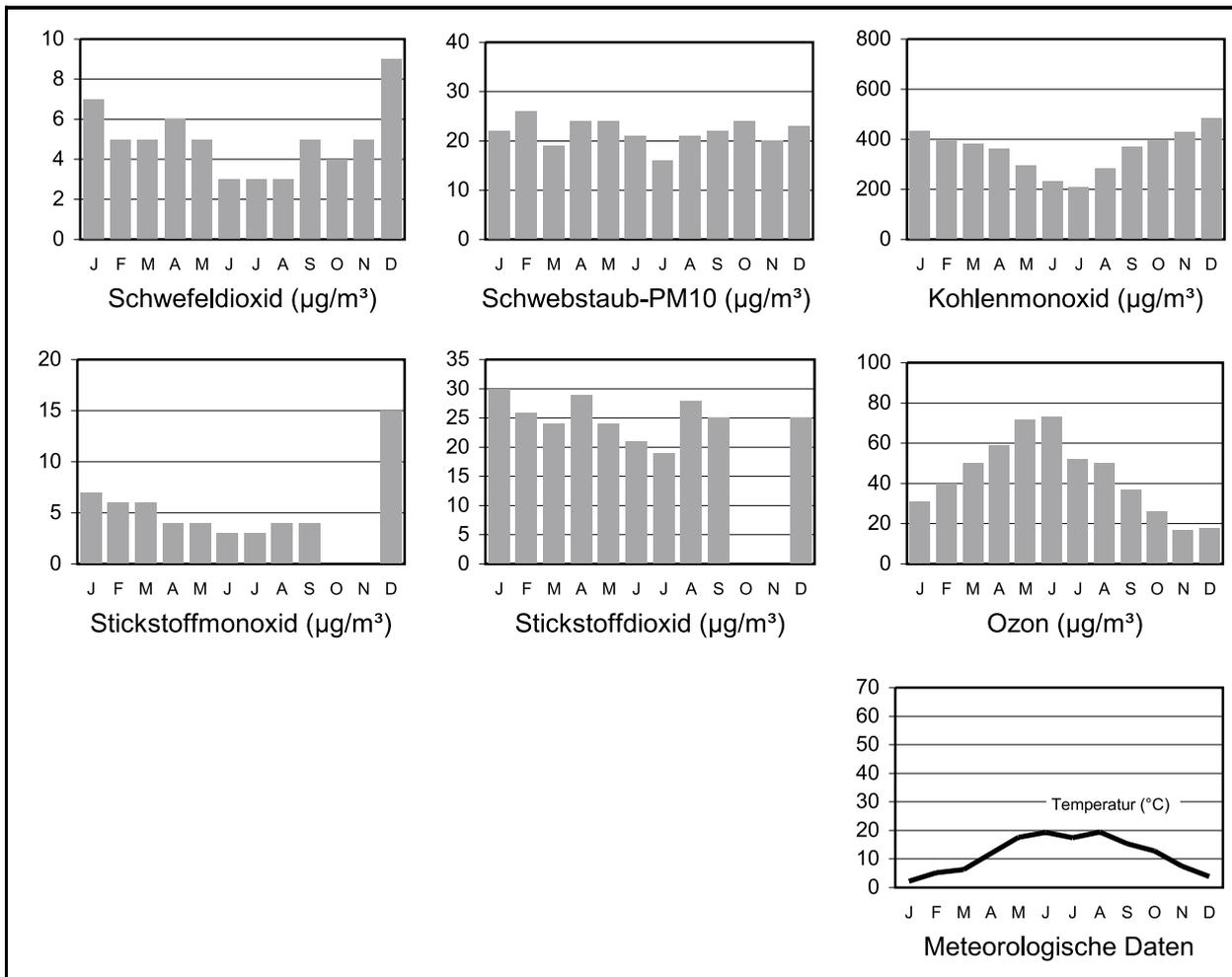


Abb. A.3.10: Monatsmittelwerte der Immissionen an der Messstelle Potsdam-Zentrum

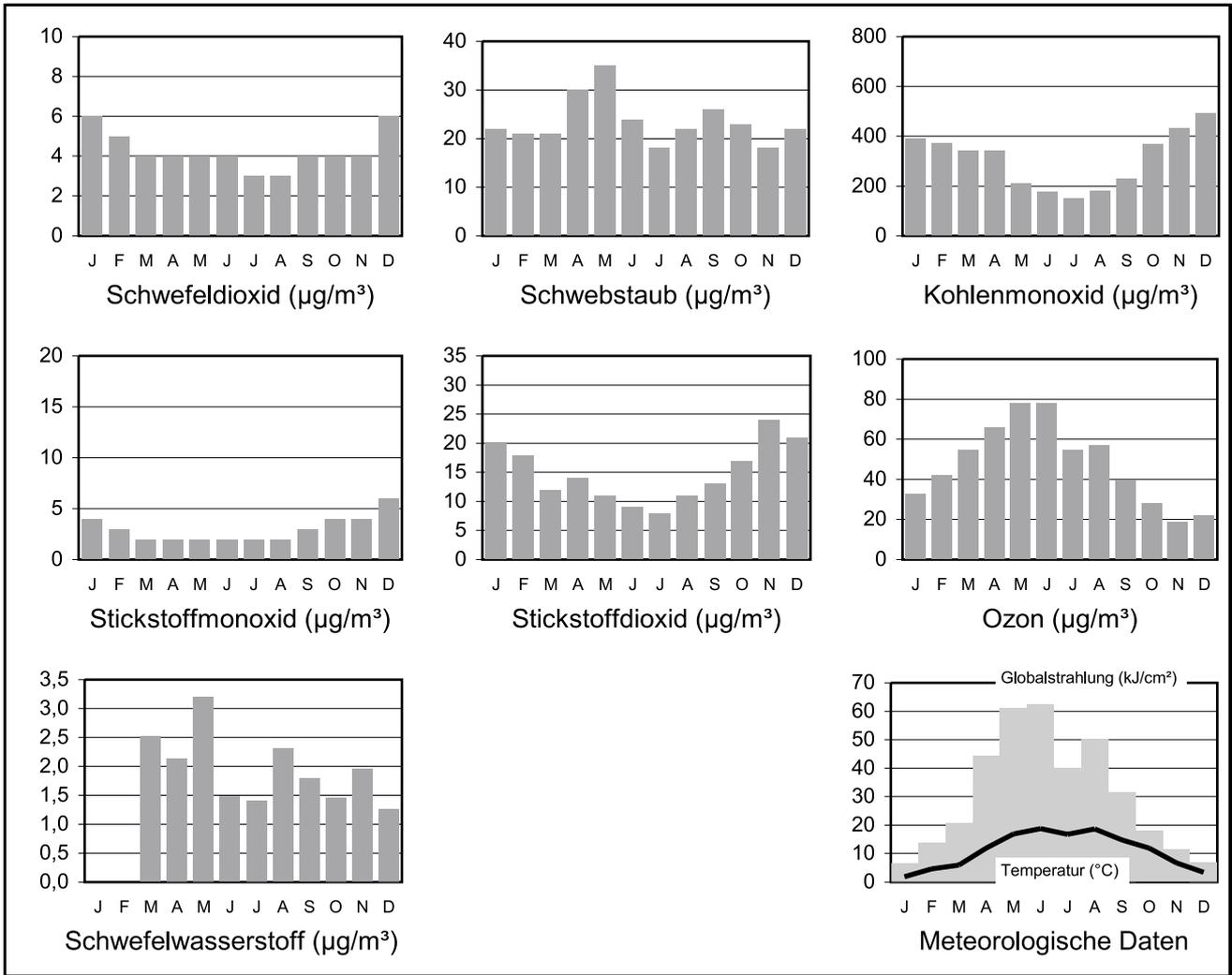


Abb. A.3.11: Monatsmittelwerte der Immissionen an der Messstelle Premnitz

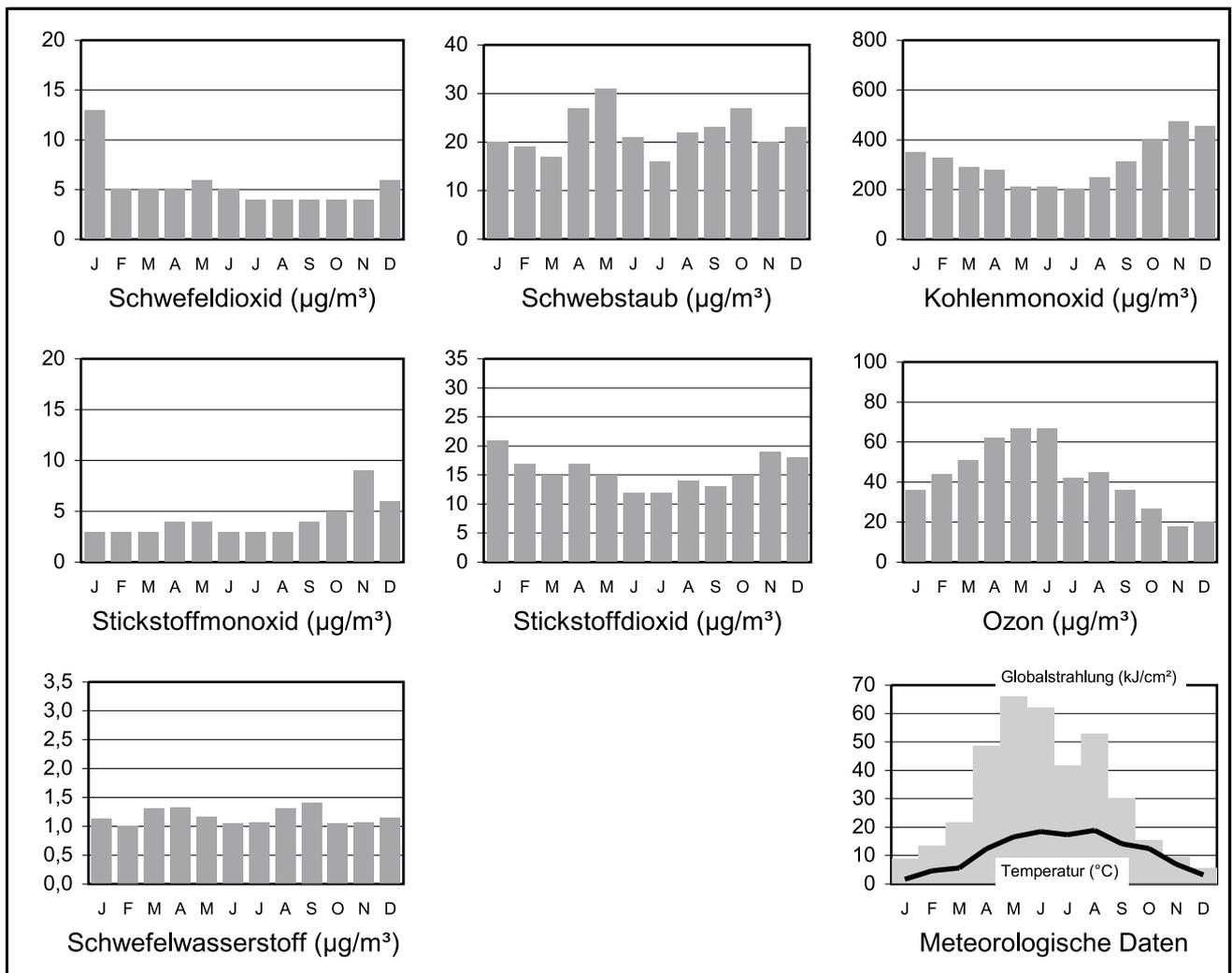


Abb. A.3.12: Monatsmittelwerte der Immissionen an der Messstelle Schwedt/Oder

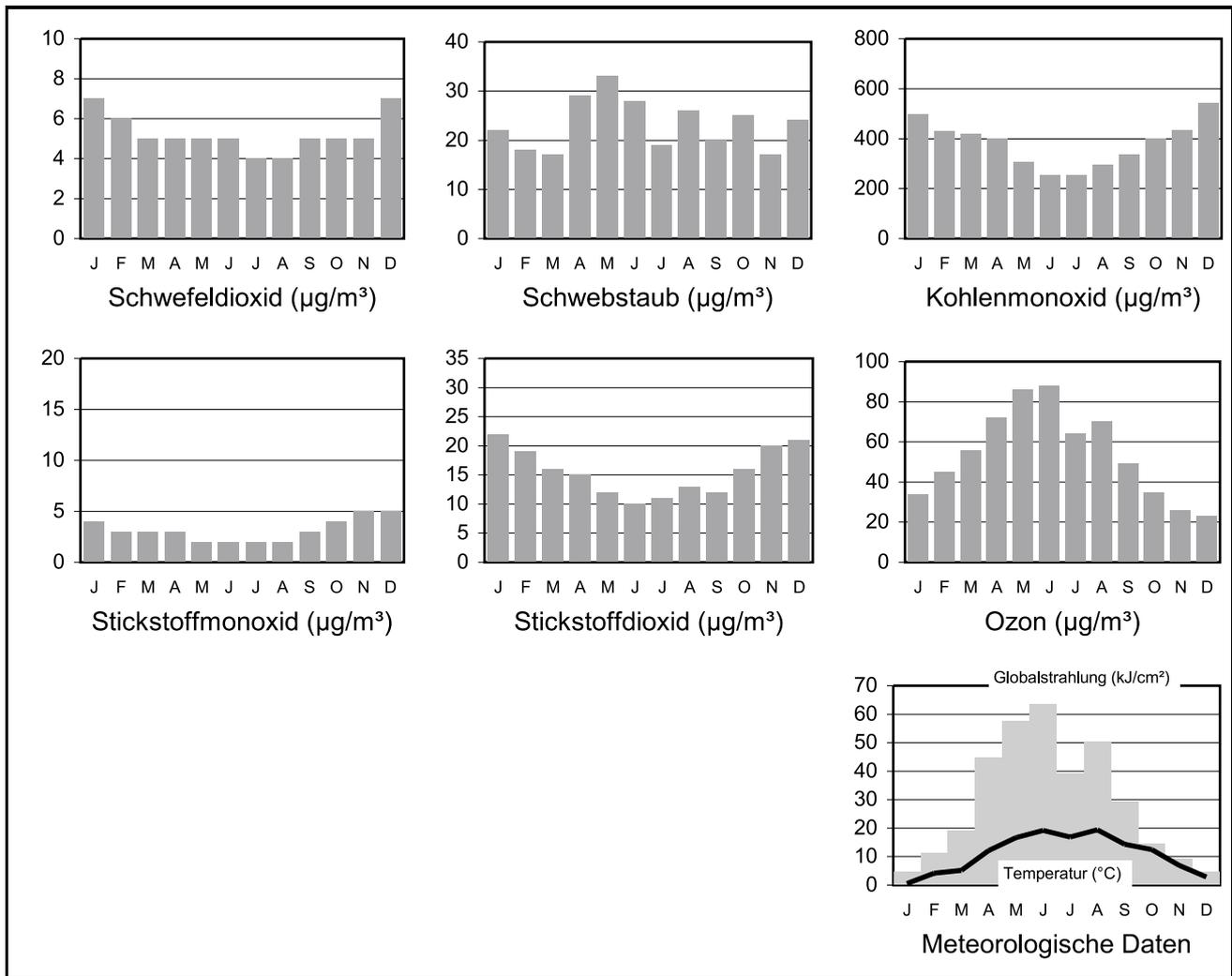


Abb. A.3.13: Monatsmittelwerte der Immissionen an der Messstelle Spremberg-Süd

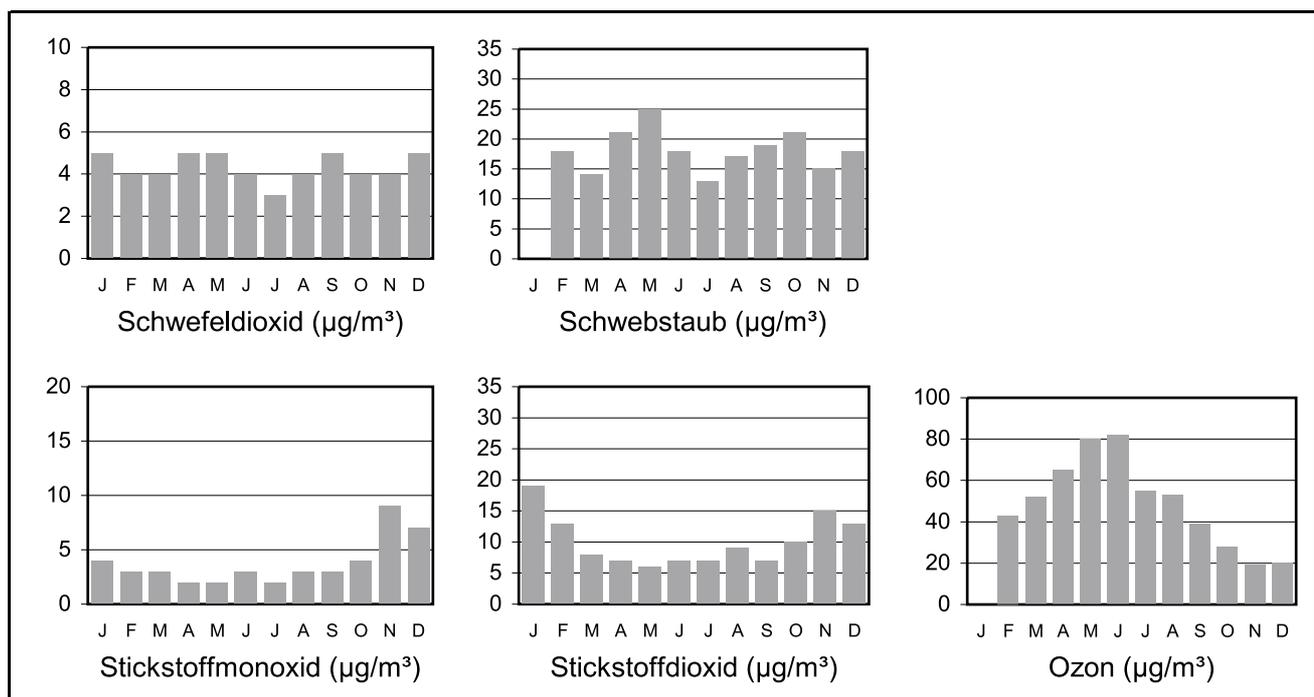


Abb. A.3.14: Monatsmittelwerte der Immissionen an der Messstelle Waldsiedersdorf

Anhang 4: Bewertungsmaßstäbe für Immissionen

Schadstoff	Vorschrift	Immissionswert	Erläuterung	Verbindlichkeit
Schwefeldioxid	[12]	0,14 mg/m ³	IW1	Grenzwert ¹⁾
		0,40 mg/m ³	IW2	Grenzwert ¹⁾
	[13]	50 µg/m ³	IW1	Diskussionswert
		125 µg/m ³	Mittelwert über 24 Stunden, darf maximal 3 mal pro Kalenderjahr überschritten werden	Diskussionswert
		350 µg/m ³	Mittelwert über 1 Stunde, darf maximal 24 mal pro Kalenderjahr überschritten werden	Diskussionswert
	[9]	80 µg/m ³	Median der während des Jahres (1.4. bis 31.3.) gemessenen Tagesmittelwerte bei einer Schwebstaubimmission > 150 µg/m ³ (Median)	Grenzwert
		120 µg/m ³	Median der während des Jahres (1.4. bis 31.3.) gemessenen Tagesmittelwerte bei einer Schwebstaubimmission ≤ 150 µg/m ³ (Median)	Grenzwert
		130 µg/m ³	Median der während des Winters (1.10. bis 31.3.) gemessenen Tagesmittelwerte bei einer Schwebstaubimmission > 200 µg/m ³ (Median)	Grenzwert
		180 µg/m ³	Median der während des Winters (1.10. bis 31.3.) gemessenen Tagesmittelwerte bei einer Schwebstaubimmission ≤ 200 µg/m ³ (Median)	Grenzwert
		250 µg/m ³	98 %-Wert der Summenhäufigkeit aller während eines Jahres (1.4. bis 31.3.) gemessenen Tagesmittelwerte bei einer Schwebstaubimmission > 350 µg/m ³	Grenzwert
		350 µg/m ³	98 %-Wert der Summenhäufigkeit aller während eines Jahres (1.4. bis 31.3.) gemessenen Tagesmittelwerte bei einer Schwebstaubimmission ≤ 350 µg/m ³	Grenzwert
	[3]	500 µg/m ³	Mittelwert über 1 Stunde, darf maximal 24 mal pro Kalenderjahr überschritten werden	Grenzwert ²⁾
		125 µg/m ³	Mittelwert über 24 Stunden, darf maximal 3 mal pro Kalenderjahr überschritten werden	Grenzwert ²⁾
	[3], [13]	20 µg/m ³	Jahresmittelwert und Mittelwert für das Winterhalbjahr zum Schutz von Ökosystemen	Grenzwert ^{2)/} Diskussionswert
	[23]	350 µg/m ³	Mittelwert über 1 Stunde	Leitwert
[24]	125 µg/m ³	Mittelwert über 24 Stunden	Leitwert	
	50 µg/m ³	Mittelwert über 1 Jahr	Leitwert	
Kohlenmonoxid	[12]	10 mg/m ³	IW1	Grenzwert ¹⁾
		30 mg/m ³	IW2	Grenzwert ¹⁾
	[24]	60 mg/m ³	Mittelwert über 1/2 Stunde	Leitwert
		30 mg/m ³	Mittelwert über 1 Stunde	Leitwert
	[4]	10 mg/m ³	Mittelwert über 8 Stunden	Grenzwert ²⁾
Stickstoffmonoxid		1 mg/m ³	Mittelwert über 1/2 Stunde	Richtwert
	[25]	0,5 mg/m ³	Mittelwert über 24 Stunden	Richtwert
Stickstoffdioxid	[12]	0,08 mg/m ³	IW1	Grenzwert ¹⁾
		0,20 mg/m ³	IW2	Grenzwert ¹⁾
	[13]	40 µg/m ³	IW1	Diskussionswert
		200 µg/m ³	Mittelwert über 1 Stunde, darf maximal 18 mal pro Kalenderjahr überschritten werden	Diskussionswert
		30 µg/m ³	IW1	Diskussionswert zum Schutz der Vegetation
	[9]	200 µg/m ³	98 %-Wert der Summenhäufigkeit aus 1-Stunden-Mittelwerten (oder kürzeren Zeiträumen eines Kalenderjahres)	Grenzwert
	[3]	300 µg/m ³	Mittelwert über 1 Stunde, darf maximal 18 mal pro Kalenderjahr überschritten werden	Grenzwert ²⁾

		60 µg/m ³	Jahresmittelwert	Grenzwert ²⁾
[11]		160 µg/m ³	98 % der Summenhäufigkeit aller Halbstundenwerte des Jahres	Prüfwert
[23]		400 µg/m ³	Mittelwert über 1/2 Stunde	Leitwert
		150 µg/m ³	Mittelwert über 24 Stunden	Leitwert
[24]		200 µg/m ³	Mittelwert über 1 Stunde	Leitwert
		40 bis 50 µg/m ³	Mittelwert über 1 Jahr	Leitwert
Stickstoffoxide	[3]	30 µg/m ³	Jahresmittelwert zum Schutz der Vegetation	Grenzwert ²⁾
Ozon	[7]	240 µg/m ³	Mittelwert über 1 Stunde	Grenzwert ³⁾
	[9]	110 µg/m ³	Gleitender 8-Stunden-Mittelwert	Schwellenwert
		180 µg/m ³	Mittelwert über 1 Stunde als Schwellenwert zur Unterrichtung der Bevölkerung	Schwellenwert
		360 µg/m ³	Mittelwert über 1 Stunde als Schwellenwert für die Auslösung des Warnsystems	Richtwert
		65 µg/m ³	Mittelwert über 24 Stunden als Schwellenwert zum Schutz der Vegetation	Schwellenwert
		200 µg/m ³	Mittelwert über 1 Stunde als Schwellenwert zum Schutz der Vegetation	Schwellenwert
[23]		100-120 µg/m ³	Mittelwert über 24 Stunden	Leitwert
		150-200 µg/m ³	Mittelwert über 1 Stunde	Leitwert
[24]		120 µg/m ³	Mittelwert über 8 Stunden	Leitwert
[5]		120 µg/m ³	Mittelwert über 8 Stunden während eines Tages, darf maximal an 20 Tagen pro Kalenderjahr, gemittelt über 3 Jahre, überschritten werden	Zielwert
		120 µg/m ³	Höchster 8 Stunden-Mittelwert eines Tages während eines Kalenderjahres	Langfristziel
		180 µg/m ³	Mittelwert über 1 Stunde	Informations-schwelle
		240 µg/m ³	Mittelwert über 3 Stunden	Alarmschwelle
		17000 µg/m ³ ·h	AOT 40-Wert für die Zeitspanne von Mai bis Juli, gemittelt über 5 Jahre	Zielwert zum Schutz der Pflanzen
		6000 µg/m ³ ·h	AOT 40-Wert für die Zeitspanne von Mai bis Juli	Langfristziel zum Schutz der Pflanzen
		20000 µg/m ³ ·h	AOT 40-Wert für die Zeitspanne von April bis September	Referenzwert zum Schutz der Wälder
Schwefelwasserstoff	[23]	7 µg/m ³	Mittelwert über 1/2 Stunde, abgestellt auf Geruchsbelästigung	Leitwert
Formaldehyd	[24]	0,1 mg/m ³	Mittelwert über 1/2 Stunde	Leitwert
Benzen	[11]	10 µg/m ³	Mittelwert über 1 Jahr	Prüfwert
	[4]	10 µg/m ³	Mittelwert über 1 Jahr	Grenzwert ²⁾
	[26]	2,5 µg/m ³	Mittelwert über 1 Jahr	Zielwert
		6,3 µg/m ³	Mittelwert über 1 Jahr	Orientierungswert
	[13]	5,0 µg/m ³	IW1	Diskussionswert
Toluen	[23]	1 mg/m ³	Mittelwert über 1/2 Stunde, abgestellt auf Geruchsbelästigung	Leitwert
		8 mg/m ³	Mittelwert über 24 Stunden	Leitwert
	[24]	0,26 mg/m ³	Mittelwert über 1 Woche	Leitwert
	[27]	30 µg/m ³	Mittelwert über 1 Jahr	Diskussionswert
Styren	[23]	70 µg/m ³	Mittelwert über 1/2 Stunde, abgestellt auf Geruchsbelästigung	Leitwert
		800 µg/m ³	Mittelwert über 24 Stunden	Leitwert
	[24]	0,26 mg/m ³	Mittelwert über 1 Woche	Leitwert
	[28]	60 µg/m ³	Mittelwert über 1 Jahr	Diskussionswert
Summe Xylene	[27]	30 µg/m ³	Mittelwert über 1 Jahr	Diskussionswert
Ethen	[29]	5 µg/m ³	Mittelwert über 1 Jahr	Diskussionswert
Dichlormethan	[24]	3 mg/m ³	Mittelwert über 24 Stunden	Leitwert
Tetrachlormethan	[30]	60 µg/m ³	Mittelwert über 1 Jahr	Diskussionswert
1,1,2-Trichlorethan	[30]	60 µg/m ³	Mittelwert über 1 Jahr	Diskussionswert
Tetrachlorethan	[30]	0,1 mg/m ³	Mittelwert über 1 Jahr	Diskussionswert

Trichlorethen	[23]	1 mg/m ³	Mittelwert über 24 Stunden	Leitwert
	[30]	0,1 mg/m ³	Mittelwert über 1 Jahr	Diskussionswert
Tetrachlorethen	[23]	8 mg/m ³	Mittelwert über 1/2 Stunde, abgestellt auf Geruchsbelästigung	Leitwert
		5 mg/m ³	Mittelwert über 24 Stunden	Leitwert
	[24]	0,25 mg/m ³	Mittelwert über 24 Stunden	Leitwert
	[13]	10 µg/m ³	Mittelwert über 1 Jahr	Diskussionswert
Benzo(a)pyren	[26]	1,3 ng/m ³	Mittelwert über 1 Jahr	Zielwert
		3,2 ng/m ³	Mittelwert über 1 Jahr	Orientierungswert
Schwebstaub (SST)	[12]	0,15 mg/m ³	IW1	Grenzwert ¹⁾
		0,30 mg/m ³	IW2	Grenzwert ¹⁾
	[9]	150 µg/m ³	Mittelwert aller während des Jahres (1.4. bis 31.3.) gemessenen Tagesmittelwerte	Grenzwert
		300 µg/m ³	95 %-Wert der Summenhäufigkeit der während des Jahres (1.3. bis 31.3.) gemessenen Tagesmittelwerte	Grenzwert
	[31]	75 µg/m ³	Mittelwert über 1 Jahr	Richtwert
		150 µg/m ³	Mittelwert über 24 Stunden an aufeinander folgenden Tagen	Richtwert
		250 µg/m ³	Mittelwert über 24 Stunden bei einmaliger Exposition	Richtwert
		500 µg/m ³	Mittelwert über 1 Stunde an bis zu 3 aufeinanderfolgenden Stunden	Richtwert
SST/PM 10	[3]	75 µg/m ³	Mittelwert über 24 Stunden, darf nicht öfter als 35 mal pro Kalenderjahr überschritten werden	Grenzwert ²⁾
		48 µg/m ³	Jahresmittelwert	Grenzwert ²⁾
	[13]	40 µg/m ³	IW1	Diskussionswert
		50 µg/m ³	Mittelwert über 24 Stunden, darf nicht öfter als 35 mal pro Kalenderjahr überschritten werden	Diskussionswert
Rußpartikel	[11]	8 µg/m ³	Mittelwert über 1 Jahr	Prüfwert
	[26]	1,5 µg/m ³	Mittelwert über 1 Jahr	Zielwert
		3,8 µg/m ³	Mittelwert über 1 Jahr	Orientierungswert
Arsen im SST	[26]	5 ng/m ³	Mittelwert über 1 Jahr	Zielwert
		13 ng/m ³	Mittelwert über 1 Jahr	Orientierungswert
Blei im SST	[12]	2,0 µg/m ³	IW1	Grenzwert ¹⁾
	[24]	0,5 - 1,0 µg/m ³	Mittelwert über 1 Jahr	Leitwert
Blei im SST/PM 10	[3]	1,0 µg/m ³	Jahresmittelwert	Grenzwert ²⁾
	[13]	0,50 µg/m ³	IW1	Diskussionswert
Cadmium im SST	[12]	40 ng/m ³	IW1	Grenzwert ¹⁾
	[26]	1,7 ng/m ³	Mittelwert über 1 Jahr	Zielwert
		4,2 ng/m ³	Mittelwert über 1 Jahr	Orientierungswert
	[24]	5 ng/m ³	Mittelwert über 1 Jahr	Leitwert
Mangan im SST	[24]	0,15 µg/m ³	Mittelwert über 1 Jahr	Leitwert
Vanadium im SST	[23]	1 µg/m ³	Mittelwert über 24 Stunden	Leitwert
	[49]	20 ng/m ³	Jahresmittelwert	Diskussionswert
Chrom im SST	[28]	17 ng/m ³	Mittelwert über 1 Jahr	Diskussionswert
Nickel im SST	[28]	10 ng/m ³	Mittelwert über 1 Jahr	Diskussionswert
Staubnieder- schlag (SN)	[12], [13]	0,35 g/(m ² •d)	IW1	Grenzwert ^{1)/} Diskussionswert
	[12]	0,65 g/(m ² •d)	IW2	Grenzwert ¹⁾
Arsen im SN	[32], [13]	4,0 µg/(m ² •d)	Jahresmittelwert	Diskussionswert
Blei im SN	[12]	0,25 mg/(m ² •d)	IW1	Grenzwert ¹⁾
	[32], [13]	100 µg/(m ² •d)	Jahresmittelwert	Diskussionswert
Cadmium im SN	[12]	5 µg/(m ² •d)	IW1	Grenzwert ¹⁾
	[32], [13]	2,0 µg/(m ² •d)	Jahresmittelwert	Diskussionswert
Nickel im SN	[32], [13]	15 µg/(m ² •d)	Jahresmittelwert	Diskussionswert
Thallium im SN	[12]	10 µg/(m ² •d)	IW1	Grenzwert ¹⁾
	[32]	2 µg/(m ² •d)	Jahresmittelwert	Diskussionswert

1) Die Immissionswerte der TA Luft [12] sind Grenzwerte für die Prüfung von Gesundheitsgefahren, erheblichen Nachteilen und erheblichen Belästigungen im Einflussbereich genehmigungsbedürftiger Anlagen.

2) Grenzwert für den Zeitpunkt des Inkrafttretens dieser Richtlinie

3) Grenzwert zur Festlegung des Verkehrsverbotes für Kraftfahrzeuge nach § 40 a BImSchG [7]

IW1 Arithmetischer Mittelwert aller Einzelmesswerte eines Kalenderjahres (Langzeitgrenzwert)

IW2 98 %-Wert der Summenhäufigkeit aller Einzelwerte eines Kalenderjahres (Kurzzeitgrenzwert)