

Luftgütemessdaten

Jahresbericht 2001

Vorwort

Der vorliegende Bericht „Luftgütemessdaten 2001“ ist eine Ergänzung der Broschüre „Luftverunreinigungen in Berlin im Jahr 2001“. In der genannten Broschüre sind die wichtigsten Luftschadstoffe Schwefeldioxid, Schwebstaub, Stickstoffdioxid und Ozon sowie die Luftbelastung hinsichtlich Kfz- Abgasen in kurzer und leicht verständlicher Form dargelegt. Es ist in erster Linie als Information für die breite Öffentlichkeit gedacht.

Der vorliegende Bericht behandelt zusätzlich die weiteren untersuchten Luftschadstoffe und gibt die Kenngrößen aller gemessenen Komponenten in ausführlichen Tabellen wieder. Er ist vorrangig für den fachkompetenten Leser gedacht.

Der vorliegende, vom Referat VIII A bearbeitete Bericht entstand in enger Kooperation mit dem Referat IX D, das die o.g. Broschüre „Luftverunreinigungen in Berlin im Jahr 2001“ bearbeitet hat. Daher sind aus der Broschüre zahlreiche Abbildungen, Tabellen und Textpassagen in diesen Bericht übernommen.

Fachliche Bearbeitung: Dr. Albrecht v. Stülpnagel

Brückenstr. 6, 10179 Berlin, Tel.: 030 - 9025 2319

Fax: 030 - 9025-2952
Berlin, Oktober 2002

Inhaltsverzeichnis

Luftgüte - Messergebnisse 2001

Standorte der Messstationen des Berliner Luftgüte-Messnetzes (BLUME) 1999 Seite	4
Beschreibung des Berliner Luftgüte-Messnetzes (BLUME)	6
Jahreswerte der Schadstoffkonzentrationen	7
Immissionsmessergebnisse Schwefeldioxid	8
Immissionsmessergebnisse Gesamtstaub (TSP)	9
Immissionsmessergebnisse PM 10-Staub	10
Immissionsmessergebnisse Stickstoffmonoxid	11
Immissionsmessergebnisse Stickstoffdioxid	12
Immissionsmessergebnisse Summe der Stickoxide	14
Immissionsmessergebnisse Kohlenmonoxid	15
Stickoxide und Kohlenmonoxid	16
Ozon	17
Immissionsmessergebnisse Ozon	19
Benzol und Toluol	21
Immissionsmessergebnisse Benzol und Toluol	22
Black-Smoke	25
Immissionsmessergebnisse Black-Smoke	26
Rußmessungen	27
Jahresmittelwerte und Monatsmittelwerte von Ruß	28
Schwebstaub und Inhaltsstoffe	29
Überschreitungen von Grenzwerten nach den EU-Tochterraichtlinien	32
Grenzwerte für Luftverunreinigungen nach den EU-Tochterraichtlinien	33
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe und Schwermetalle im Schwebstaub	35
Immissionsbelastung durch den Verkehr	37
Berechnung eines Luftbelastungsindizes	39
Grenz- und Richtwerte zur Beurteilung der Luftqualität	41

Berliner Luftgüte-Messnetz (BLUME), Standorte der Messstationen im Jahre 2001

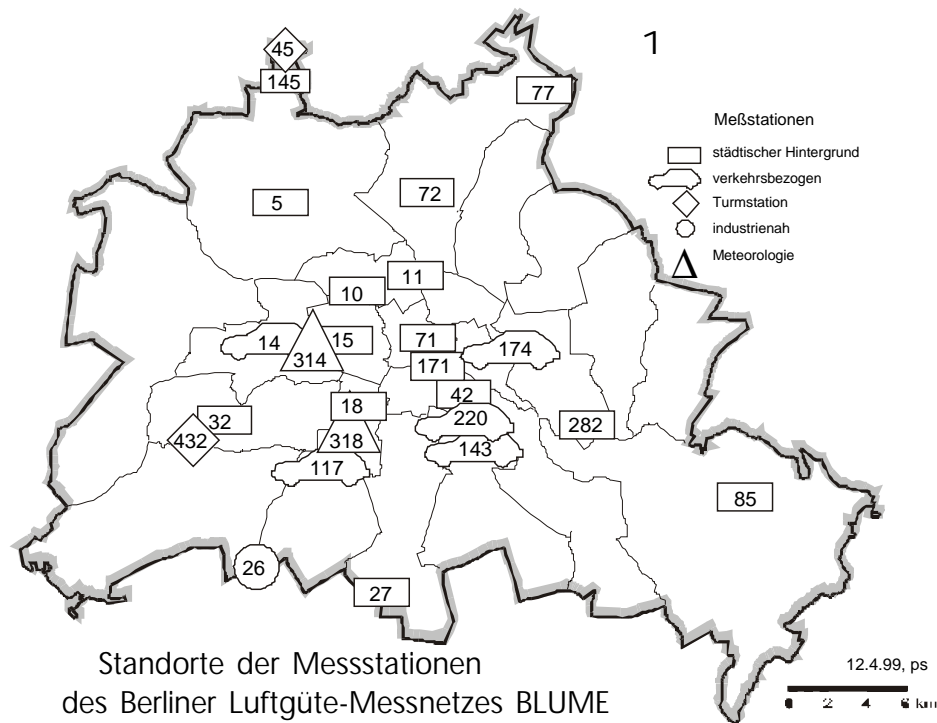
Nr.	Standort		Koordinate		Kompo- nenten	Ge- biet	Be- zirk	Ver- kehr	Haus- brand
	PLZ	Anschrift	RW	HW					
Wohngebietsmessstationen									
5	13507	Teigel Buddestr. 1 A	17280	28700	SO St NOx CO	1	5	3	2
10	13533	Wedding Limburger/Amrumer Str.	21250	24000	SO PM NOx Oz CD BS BTX RZ	1	7	2	2
11	13357	Wedding Behmstr. 47-49	24450	24900	SO St NOx CO	1	4	2	3
15	10555	Tiergarten Bachstr. 1-2	20560	21360	SO PM NOx RZ	1	6	3	1
18	10823	Schöneberg Belziger Str. 52	21200	17650	SO St NOx CO	1	6	2	3
42	12407	Neukölln Nansenstr. 10	27000	17900	SO PM NOx Oz BS BTX RZ TT RF	1	4	3	3
71	10179	Mitte (Parochialstr.) Parochialstr. 1-3	25300	21100	SO PM NOx Oz BTX RZ	1	2	3	2
72	13156	Pankow Blankenfelder/Schillerstr.	24950	29200	SO PM NOx RZ	1	4	2	2
171	10179	Mitte (Brückenstr.) Brückenstr. 6	25900	20700	SO PM NOx BS RZ (Oz)	1	6	2	2
282	10318	Karlshorst Rheingoldstr., gegenüber 36/37	33485	17570	SO St NOx CO	1	4	1	2
Verkehrsmessstationen									
14	14059	Charlottenburg, Lerschpfad Lerschpfad 17, Stadtautobahn	16700	21200	SO PM NOx Oz BTX RZ	1	4	4	2
117	12163	Steglitz, Schildhornstraße Schildhornstr. 76	19125	15200	SO PM NOx BS BTX RZ	1	6	4	2
143	12051	Neukölln, Silbersteinstraße Silbersteinstr. 1	27550	15550	NOx CO	1	4	4	3
174	12047	Friedrichshain, Frankfurter Allee Frankfurter Allee 86 B	29450	20750	SO PM NOx BS BTX TT RF	1	6	4	3
220	12043	Neukölln, Karl-Marx-Straße Karl-Marx-Str. 76	27050	17200	NOx CO	1	6	4	3
Industriemessstation									
26	14167	Lichterfelde Wupperstr. 9	16050	9200	SO St NOx CO	2	1	2	2

Nr.	PLZ	Standort Anschrift	Koordinate		Kompo- nenten	Ge- biet	Be- zirk	Ver- kehr	Haus- brand
			RW	HW					
Stadtrandmessstationen									
27	12307	Mariefelde Schichauweg 60, WaBoLu-Gelände	22600	7950	SO PM NOx CO Oz RZ	2	0	1	1
32	14193	Grunewald (Waldstation) Jagen 91, Messhöhe 3,5 m	13300	16700	SO St NOx CO Oz TT RF SB pp	2	0	1	1
432	14193	Grunewald (Waldstation) Jagen 91, Messhöhe 27 m	13300	16700	SO NOx CO Oz TT RF WR WV	2	0	1	1
77	13125	Buch Wilbergstr. 50, Städt.Klinikum	30800	34900	SO PM NOx Oz RZ	2	0	1	1
85	12587	Friedrichshagen Müggelseedamm 307-310 Wasserwerk	41000	13300	SO PM NOx Oz	2	0	1	1
145	13465	Frohnau (Bodenmessstation) Jägersteig 1, Messhöhe 3,5 m	17680	36360	SO PM NOx CO Oz BTX TT RF WR WV	2	0	1	1
45	13465	Frohnau, Funkturm Jägersteig 1, Messhöhe 324 m	17680	36360	SO NOx Oz TT WR	2	0	1	1
Meteorologiemessstationen									
314	10585	Charlottenburg (60 m hoch) Otto-Suhr-Allee 100, Rathaus	18450	21200	TT RF WR WV				
318	10827	Schöneberg (25 m hoch) Kärntner Str. 20	21150	16700	TT RF WR WV GS				

An der Station 171 (Brückenstr.) werden Ozon- Messungen nur im Testbetrieb durchgeführt.

Erläuterungen zu Tabelle 1: Gebietscharakteristik nach Amtsblatt der europäischen Gemeinschaft

Gebiet:	0 - nicht näher bestimmt 1 - Innenstadt 2 - Stadtrand/Vorstadt 3 - ländlich	Verkehr	1 - sehr gering, 0 - 15000 Kfz/24h 2 - gering, 15000 - 35000 Kfz/24h 3 - mittel, 35000 - 60000 Kfz/24h 4 - hoch, > 60000 Kfz/24h, Straßenmessstation Grundlage: Emissionskataster Verkehr 1988 zu 1 bis 3: Anzahl der Kfz. pro km ² und Tag. Die Messstationen befinden sich nicht in unmittelbarer Straßennähe
Bezirk	0 - nicht näher bestimmt 1 - Industriebezirk 2 - Geschäftsbezirk 3 - Industrie- und Geschäftsbezirk 4 - Wohnbezirk 5 - Industrie- und Wohnbezirk 6 - Geschäfts- und Wohnbezirk 7 - Industrie-, Geschäfts- und Wohnbezirk	Hausbrand:	1 - sehr gering: SO ₂ -Emission < 1 t/a 2 - gering: SO ₂ -Emission 1 - 10 t/a 3 - mittel: SO ₂ -Emission 10 - 20 t/a Grundlage: Emissionskataster Hausbrand von 1999/2000 Achtung: wegen geringerer SO ₂ -Emissionen neue Klassen-Einteilung
Abkürzungen:	RW Rechtswert	HW Hochwert	
	SO Schwefeldioxid CO Kohlenmonoxid BTX Benzol, Toluol, Xylol WR Windrichtung RF rel.Feuchte	NOx Stickoxide Oz Ozon WV Windgeschwindigkeit GS Globalstrahlung	St Schwebstaub(TSP) BS Black-Smoke RZ Rußzahl SB Strahlungsbilanz
			PM PM10-Staubfraktion CD Kohlendioxid TT Temperatur pp Luftdruck



Beschreibung des Berliner Luftgüte - Messnetzes (BLUME)

Das Messnetz bestand im Jahr 2001 aus 21 ortsfesten Messstationen zur Luftschadstoffmessung, davon 10 Stationen im innerstädtischen Hintergrund, 5 Stationen im Stadtrand- und Waldgebiet, 5 Stationen an Verkehrsschwerpunkten und einer Station im Industriegebiet. Darüber hinaus sind 2 Stationen in größerer Höhe installiert, um Auskünfte über die Belastung in höheren Luftschichten und den Vertikalaustausch zu erhalten, und 2 Stationen dienen ausschließlich der Gewinnung meteorologischer Daten. Ein als mobile Messstation eingerichteter Messbus wurde im Bedarfsfall flexibel eingesetzt. Die Station 171 (Brückenstr.) dient bei der Komponente Ozon als Experimentierstation für neue Mess- und Kalibrierverfahren.

An den meisten Stationen werden die Schadstoffe Schwefeldioxid, Schwebstaub, Stickoxide und Kohlenmonoxid gemessen, an 10 Stationen Ozon, an 6 Benzol, Toluol und Xylol und an 6 die Black-Smoke-Belastung. An den Messstationen 14 (Stadtautobahn), 42 (Neukölln), 71 (Parochialstr.), 77 (Buch), 117 (Schildhornstr.) und 174 (Frankfurter Allee) werden anstelle des Gesamt-Schwebstaubs (TSP) die PM10-Belastungen gemessen. Im Laufe des Jahres 2001 wurden auch die Messstationen 72 (Pankow), 145 (Frohnau), 85 (Friedrichshagen), 27 (Marienfelde), 10 (Wedding), 171 (Brückenstr.) und 15 (Tiergarten) auf PM10-Staub-Messung umgestellt. Durch Multiplikation mit 0,9 können aus dem Gesamtstaub (TSP) PM10-Werte näherungsweise abgeschätzt werden.

An den Stationen 10, 14, 27, 42, 71, 77, 117 und 174 werden in Verbindung mit den Staubmessgeräten Rußmessköpfe zur Messung der Rußzahlen, welche zur Abschätzung der Rußkonzentration genutzt werden, betrieben. Außerdem kam im Jahre 2001 Rußmessung an den Messstationen 15, 72, 85, 145 und 171 hinzu.

Von Juli 2000 bis Juni 2001 wurden polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH) und Schwermetallionen als Staubinhaltsstoffe für die Dauer eines Jahres in Form eines Stichproben-Messprogramms gemessen.

**Jahreswerte der Schadstoffkonzentrationen des BLUME,
Berliner Gebietsmittel, bis 1990 nur Westteil,, ab 1991 Gesamtberlin**

Jahr	SO2		Staub		NO2		NO		NOx		CO		O3		BS	
	CQ	P98	CQ	P98	CQ	P98	CQ	P98	CQ	P98	CQ	P98	CQ	P98	CQ	P98
1976	95	390														
1977	103	381														
1978	99	358														
1979	105	376														
1980	90	398									1,6					
1981	77	335									1,5					
1982	82	374									1,6					
1983	67	302									1,2	4,5				
1984	66	257	87	218							1,3	4,6				
1985	67	333	87	279							1,3	4,7				
1986	65	256	84	230	47	118	29	178	91	35	1,2	4,6				
1987	76	405	83	240	44	115	26	131	82	285	1,2	4,0	31	108	49	193
1988	53	213	85	217	36	79	18	100	62	212	0,9	3,1	43	128	35	114
1989	63	304	87	265	38	89	22	141	72	286	0,9	3,8	39	139	40	157
1990	48	225	70	194	32	79	17	101	57	212	0,8	2,7	39	133	34	102
1991	45	217	71	199	34	85	20	139	64	281	0,8	3,6	42	139	36	116
1992	32	136	61	156	32	79	19	120	61	244	0,7	2,8	46	155	34	119
1993	26	124	59	165	30	73	17	97	56	206	0,6	2,1	42	139	34	108
1994	20	85	51	142	29	71	17	113	55	227	0,5	2,0	47	150	35	91
1995	17	80	49	108	26	64	16	104	51	206	0,5	1,8	40	129	34	102
1996	17	80	58	144	26	66	15	95	49	182	0,5	1,6	41	120	35	14
1997	11	52	45	111	25	67	15	103	48	214	0,4	1,6	43	121	32	88
1998	8	33	37	110	25	63	12	79	43	171	0,4	1,3	38	111	29	81
1999	7	24	37	109	25	64	12	85	42	181	0,3	1,2	45	120	29	73
2000	6	21	32	74	23	58	10	72	38	148	0,3	1,1	42	120	23	56
2001	5	21	30	68	21	56	9	63	35	140	0,3	1,1	41	113	25	62

Konzentrationsangaben in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, bei CO in mg/m^3

CQ = Jahresmittelwert aller Messstationen (ohne MS 045 und 432)

P98= Jahresmittel der 98%-Werte aller Messstationen (ohne MS 045 und 432)

MS = Nummer der Messstation

Bei den Schadstoffen NO, NO₂, NO_x, CO und O₃ wurden bei der Mittelung die Straßenmessstationen (MS 014, 117, 143, 174 und 220) nicht berücksichtigt

Beim Staub gehen die Daten der seit 1998 in Betrieb genommenen PM₁₀-Staub-Messgeräte umgerechnet in Gesamtstaub in die Mittelbildung ein

Ergebnisse des Berliner Luftgüte-Messnetzes 2001 Schwefeldioxid (SO₂)

	MS	XQ	P50	P98	EU_N24	MAX_d	EU_N1	MAX_1h	V
Stadt- rand	26	4	2	19	0	25	0	39	97
	27	4	2	21	0	26	0	46	94
	32	3	1	18	0	25	0	49	49
	432	3	1	19	0	28	0	40	94
	77	3	1	16	0	22	0	42	97
	85	5	4	20	0	27	0	42	96
	145	3	1	16	0	23	0	37	95
Innen- stadt	5	4	2	22	0	31	0	44	95
	10	5	3	24	0	30	0	49	96
	11	6	4	24	0	29	0	52	95
	15	5	3	20	0	27	0	46	96
	18	7	5	25	0	34	0	54	94
	42	6	4	28	0	35	0	67	95
	71	5	4	21	0	22	0	44	98
	72	5	3	20	0	25	0	69	98
	282	3	2	17	0	17	0	86	95
Straßen	14	9	7	31	0	37	0	61	94
	117	8	7	26	0	31	0	134	98
	174	5	4	19	0	21	0	115	96
Turm	45	4	2	22	0	31	0	99	96

Konzentrationsangaben in Mikrogramm je Kubikmeter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Legende

- MS = Nummer der Messstation
- XQ = Jahresmittelwert
- P50 = 50 %-Wert der Stundenwerte
- P98 = 98 %-Wert der Stundenwerte
- MAX = maximaler 1 Stundenwert (1h) bzw. Tageswert (d)
- EU_N24 = Anzahl der Überschreitungen des 24-Std. EU-Wertes von $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$
(darf ab dem 1. Januar 2005 nicht öfter als dreimal im Kalenderjahr überschritten werden)
- EU_N1 = Anzahl der Überschreitungen des 1-Std.-EU-Wertes von $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$
(darf ab dem 1. Januar 2005 nicht öfter als 24 mal im Kalenderjahr überschritten werden)
- V = Datenverfügbarkeit (% von 8760 möglichen Stundenwerten)

Ergebnisse des Berliner Luftgütemessnetzes 2001 Gesamtstaub (TSP)

	MS	XQ	P50	P98	N_2d	N24	MAX_d	N_1h	N_3h	MAX_1h	V
Stadt- rand	26	31	26	85,7	0	0	138	1	0	565	94
	32	21	17	58,4	0	0	105	0	0	167	95
Innen- stadt	5	27	23	72	0	0	112	0	0	408	94
	11	31	26	86	0	0	128	0	0	305	97
	18	29	25	77	0	0	131	2	0	725	82
	282	35	31	80	0	0	133	2	0	800	67

Konzentrationsangaben in Mikrogramm je Kubikmeter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Legende

MS	=	Nummer der Messstation
XQ	=	Jahresmittelwert
P50	=	50 %-Wert der Tageswerte
P98	=	98 %-Wert der Tageswerte
N_2d	=	Anzahl der Ereignisse, an denen mindestens an zwei Tagen hintereinander Tagesmittelwerte $> 150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen wurden
N24	=	Anzahl der Überschreitungen des Tages-MIK-Wertes von $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$
MAX_d	=	maximaler Tageswert
N_1h	=	Anzahl der Überschreitungen des Stunden-MIK-Wertes von $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$
N_3h	=	Anzahl der Ereignisse, an denen mindestens drei Stunden hintereinander Stundenmittelwerte $> 500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen wurden
MAX_1h	=	maximaler Stundenwert
V	=	Datenverfügbarkeit (% von 8760 möglichen Stundenwerten)

Die maximalen 1-Stunden-Werte traten in der Neujahrsnacht infolge des Feuerwerks auf

Ergebnisse des Berliner Luftgütemessnetzes 2001 PM10-Staub

	MS	XQ	P50	P98	MAX_d	EU_24	EU_90	MAX_1h	V
Hintergrund	PM_010	24	21	58	69	17	43	210	66
	PM_015	27	23	72	114	28	47	360	87
	PM_027	19	17	43	79	4	34	103	76
	PM_042	26	21	72	209	20	44	2347	98
	PM_071	30	26	77	145	31	48	471	99
	PM_077	21	17	66	122	14	36	288	100
	PM_085	19	17	53	61	7	32	365	71
	PM_145	23	19	66	82	17	41	217	75
	PM_072	29	25	78	113	41	52	483	83
Straße	PM_014	35	31	83	138	60	58	359	99
	PM_117	35	30	92	205	50	58	2240	98
	PM_174	35	30	95	219	51	60	2160	99

Folgende Messkanäle wurden im laufenden Jahr von Gesamtstaub auf PM10-Staub umgestellt:
PM_072 ab 23.3., PM_010 ab 8.6., PM_085 ab 11.6., PM_145 ab 15.6., PM_027 ab 15.6., PM_015 ab 27.7.01

Die bis dahin vorhandenen Gesamtstaubwerte wurden durch Faktorisierung auf PM10 umgerechnet, um Jahreskennwerte zu berechnen.

MS	=	Nr. der Messstation
XQ	=	Jahresmittelwert; der EU-Grenzwert liegt bei 40 µg/m ³ (bis 1.1.2005 einzuhalten); die Toleranzmarge liegt z.Zt. bei 46 µg/m ³ ; zusätzlich existiert ein Richtgrenzwert von 20 µg/m ³ , der bis 2010 einzuhalten ist
P50	=	50%-Wert der Tageswerte
P98	=	98%-Wert der Tageswerte
MAX_d	=	maximaler Tageswert
EU_24	=	Anzahl der Überschreitungen des 24-Std. EU-Wertes von 50 µg/m ³ (darf ab dem 1. Januar 2005 nicht öfter als 35 mal im Kalenderjahr überschritten werden; ab dem 1. Januar 2010 sind als Richtwert maximal 7 Überschreitungen zulässig)
EU_90	=	Angabe des 90,14%-Wertes. Dieser entspricht bei 100 % Verfügbarkeit dem 36. höchsten Tagesmittelwert und darf deshalb ab 1.1.2005 nicht über 50 µg/m ³ liegen. Die Toleranzmarge liegt z.Z. bei 70 µg/m ³ . Bei geringerer Verfügbarkeit müsste die 36 durch Hochrechnung entsprechend geändert werden.
MAX_1h	=	maximaler Stundenwert
V	=	Datenverfügbarkeit (% von 8760 möglichen Stundenwerten)

Die maximalen 1-Stundenwerte traten in der Neujahrsnacht infolge des Feuerwerks auf. Der höchste 1-Stunden-PM10-Wert trat dabei am MC042 (Neukölln) auf und betrug immerhin 2347 µg/m³.

Ergebnisse des Berliner Luftgütemessnetzes 2001

Stickstoffmonoxid (NO)

	MC	XQ	P50	P98	N24	MAX_d	max_1h	V
Stadt- rand	26	8	3	60	0	137	367	97
	27	3	1	28	0	94	240	96
	32	4	0	41	0	50	170	95
	432	2	0	30	0	37	172	91
	77	4	1	34	0	53	183	95
	85	2	1	26	0	43	126	97
	145	3	0	31	0	37	118	93
Innen- stadt	5	11	3	93	0	91	323	94
	10	12	5	78	0	117	424	97
	11	7	2	47	0	96	337	98
	15	15	5	114	0	132	588	94
	18	10	4	65	0	173	358	95
	42	10	5	66	0	94	296	95
	71	15	8	76	0	107	310	95
	72	25	16	125	0	153	439	92
	282	7	2	58	0	101	276	95
Straße	14	86	52	362	1	342	809	96
	117	79	57	281	0	248	592	94
	143	110	70	417	2	315	869	98
	174	48	30	192	0	158	893	94
	220	62	45	210	0	170	429	86
Turm	45	0	0	4	0	12	45	90

Konzentrationsangaben in Mikrogramm je Kubikmeter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

MC = Nummer der Messstation

XQ = Jahresmittelwert

P50 = 50%-Wert der Stundenwerte

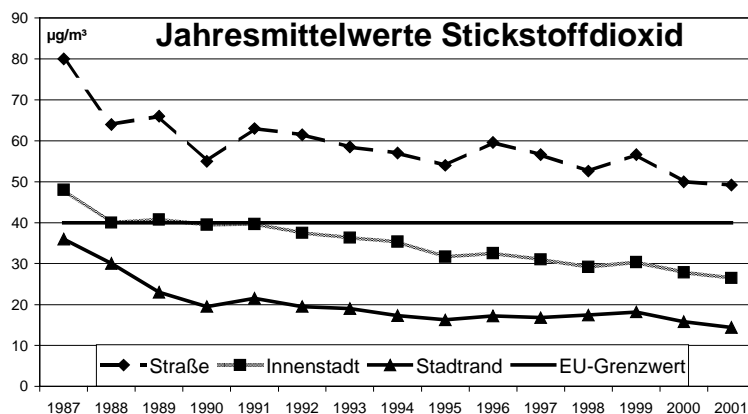
P98 = 98%-Wert der Stundenwerte

max_1h = maximaler Stundenwert

N24 = Anzahl der Überschreitungen des Tages-MIK-Wertes von $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$

MAX_d = maximaler Tageswert

V = Datenverfügbarkeit (% von 8760 möglichen Stundenwerten)



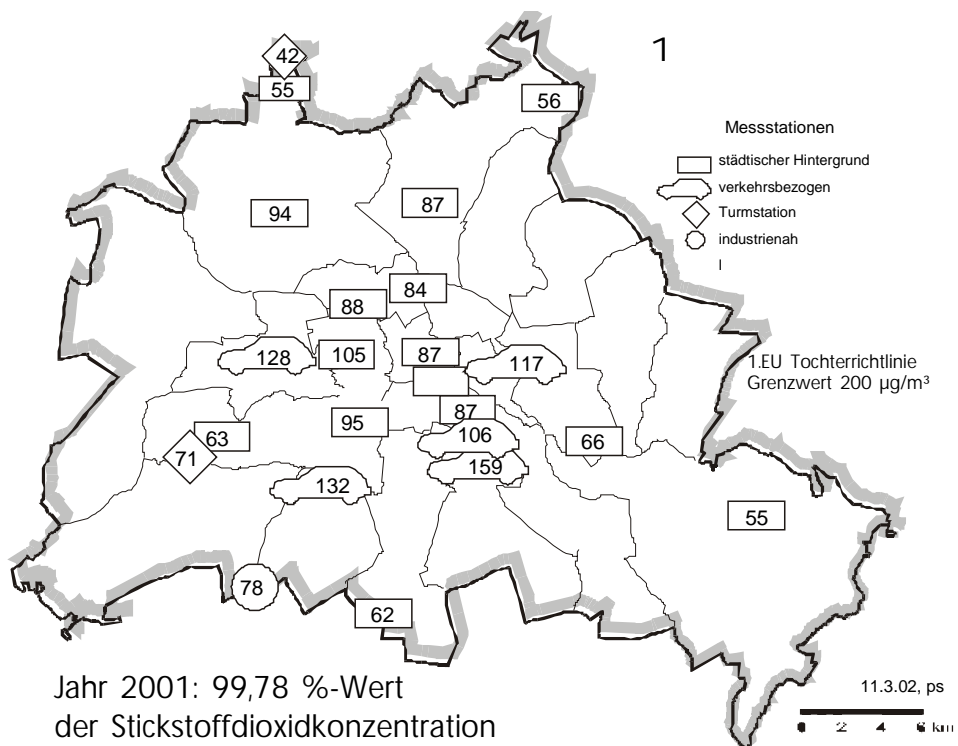
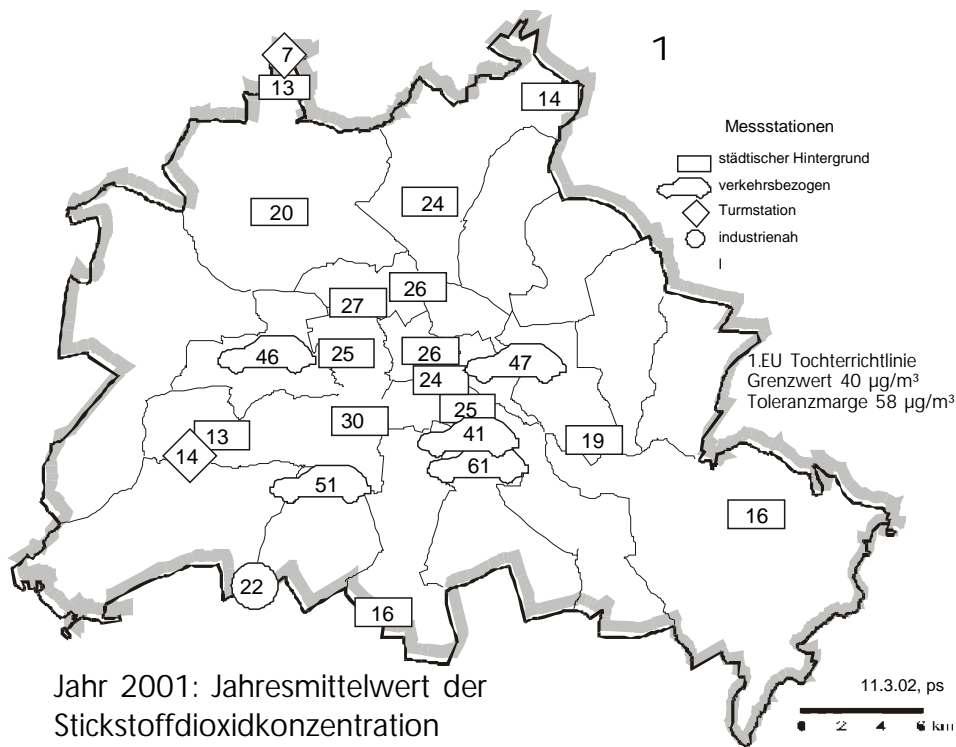
Ergebnisse des Berliner Luftgütemessnetzes 2001

Stickstoffdioxid (NO₂)

	MC	XQ	P50	P98	N24_h	MAX_d	EU_N1	EU_99,7	max_1h	V
Stadt- rand	26	22	20	57	0	56	0	78	142	97
	27	16	14	43	0	42	0	62	111	96
	32	13	11	42	0	37	0	63	85	95
	432	14	11	49	0	43	0	71	94	91
	77	14	12	44	0	40	0	56	66	95
	85	16	13	43	0	42	0	55	67	97
	145	13	11	42	0	36	0	55	65	93
Innen- stadt	5	20	17	63	0	64	0	94	141	94
	10	27	25	65	0	58	0	88	118	97
	11	26	24	64	0	65	0	84	155	98
	15	25	23	70	0	67	0	105	132	94
	18	30	28	68	0	63	0	95	160	95
	42	25	23	61	0	71	0	87	125	95
	71	26	25	61	0	63	0	87	107	95
	72	24	22	61	0	59	0	87	123	92
	282	19	17	50	0	51	0	66	91	95
Straße	14	<u>46</u>	40	105	0	100	0	128	163	96
	117	<u>51</u>	50	110	0	100	1	132	205	94
	143	61	56	133	9	123	2	159	213	98
	174	<u>47</u>	46	93	0	96	0	117	144	94
	220	<u>41</u>	38	85	0	94	0	106	126	86
Turm	45	7	6	26	0	25	0	42	65	90

Konzentrationsangaben in Mikrogramm je Kubikmeter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

- MC = Nummer der Messstation
XQ = Jahresmittelwert
Werte über dem EU-Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (bis 1.1.2010 einzuhalten),
sind unterstrichen; Werte über der Toleranzmarge von $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erscheinen fett
P50 = 50%-Wert der Stundenwerte
P98 = 98%-Wert der Stundenwerte
N24_h = Anzahl der Überschreitungen des Tages-MIK-Wertes von $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$
MAX_d = maximaler Tageswert
EU_N1 = Anzahl der Überschreitungen des 1h-EU-Wertes von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$
(darf ab dem 1. 1.2010 nicht öfter als 18 mal im Kalenderjahr
überschritten werden)
EU_99,7 = 99,78%-Wert der Stundenwerte (entspricht bei 100 % Verfügbarkeit dem 19. größten
Messwert; bei geringerer Verfügbarkeit müsste die 19 durch Hochrechnung entsprechend
geändert werden)
max_1h = maximaler Stundenwert
V = Datenverfügbarkeit (% von 8760 möglichen Stundenwerten)



Ergebnisse des Berliner Luftgütemessnetzes 2001 Stickoxide (NO_x)

	MC	XQ	P50	P98	MAX_d	max_1h	V
Stadt- rand	26	35	25	139	266	632	97
	27	21	15	78	185	449	96
	32	19	12	96	90	271	95
	432	17	11	88	97	308	91
	77	20	14	89	118	331	95
	85	20	15	76	106	254	97
	145	18	12	82	84	209	93
Innen- stadt	5	36	22	184	181	576	94
	10	47	35	167	237	718	97
	11	37	29	125	212	640	98
	15	48	31	232	258	987	94
	18	46	36	150	324	645	95
	42	41	31	150	209	538	95
	71	49	39	162	224	571	95
	72	63	46	241	284	755	92
282	30	21	127	198	479	95	
Straße	14	177	123	642	621	1377	96
	117	172	140	513	455	1050	94
	143	230	166	753	583	1540	98
	174	121	94	368	318	1482	94
	220	136	113	372	340	702	86
Turm	45	8	6	32	35	120	90

Konzentrationsangaben in Mikrogramm je Kubikmeter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

- MC = Nummer der Messstation
 XQ = Jahresmittelwert
 P50 = 50% Wert der Stundenwerte
 P98 = 98% Wert der Stundenwerte
 MAX_d = maximaler Tageswert
 max_1h = maximaler Stundenwert
 V = Datenverfügbarkeit (% von 8760 möglichen Stundenwerten)

Ergebnisse des Berliner Luftgüte-Messnetzes 2001 Kohlenmonoxid CO

	MC	XQ	P50	P98	MAX_8h	EU_N8	MAX_1h	V
Stadt- rand	26	0,4	0,3	1,2	2,6	0	9,1	97
	27	0,2	0,1	0,5	1,3	0	3,9	84
	32	0,2	0,2	0,6	1,3	0	1,4	99
	432	0,2	0,2	0,5	1,4	0	1,5	94
	145	0,1	0,1	0,5	0,8	0	1,1	91
Innen- stadt	5	0,3	0,2	1,0	1,6	0	2,8	83
	10	0,5	0,5	1,3	3,3	0	4,7	97
	11	0,2	0,1	1,1	2,9	0	5,3	97
	15	0,4	0,4	1,7	3,4	0	6,8	96
	18	0,3	0,2	1,2	2,4	0	4,5	96
	42	0,4	0,3	1,4	3,4	0	3,8	93
	71	0,3	0,3	1,0	2,2	0	2,8	92
282	0,2	0,2	1,3	2,4	0	4,3	97	
Straße	14	0,7	0,5	1,9	2,6	0	4,9	96
	117	1,2	1,0	3,4	3,9	0	7,7	95
	143	1,3	1,0	4,3	6,0	0	8,5	98
	174	0,7	0,5	2,3	3,9	0	6,0	95
	220	1,2	1,0	3,3	4,3	0	5,9	96

Konzentrationsangaben in Milligramm je Kubikmeter (mg/m³)

MC	=	Nummer der Messstation
XQ	=	Jahresmittelwert
P50	=	50% Wert der Stundenwerte
P98	=	98% Wert der Stundenwerte
MAX_8h	=	maximaler 8 Stundenwert
EU_N8	=	Anzahl der Überschreitungen des EU-Grenzwertes für 8 Stunden von 10 mg/m ³ (einzuhalten bis 2005)
MAX_1h	=	maximaler Stundenwert
V	=	Datenverfügbarkeit (% von 8760 möglichen Stundenwerten)

Stickoxide

Stickstoffmonoxid (NO) wird direkt aus den Kraftfahrzeugen bzw. den Feuerungsanlagen emittiert. Deshalb ist die NO-Belastung an den Verkehrsmessstationen sehr hoch. Die NO-Konzentration der nicht vom Verkehr beeinflussten Messstationen hat im Berliner Gebietsmittel von 1986 (Beginn der Messungen in Berlin) bis jetzt auf etwa zwei Fünftel bis ein Drittel abgenommen, was vorwiegend auf den Ersatz von Einzelheizanlagen durch Fernwärme und die Installation von Entstickungsanlagen in den Großkraftwerken zurückzuführen ist. Bei den Straßenmessstationen lässt sich kein klarer Trend erkennen. Durch den verstärkten Einsatz von geregelten Dreiwegekatalysatoren in den Kfz. ist eine Abnahme der NO-Emission zu erwarten, die aber durch die Verkehrszunahme wieder kompensiert wird. Die Mittelwerte der Straßenmessstationen in der Grafik sind in den einzelnen Jahren nicht miteinander vergleichbar, weil die Anzahl der gemittelten Stationen verschieden war. So ist der Belastungsanstieg ab 1995 dadurch zu erklären, dass die sehr hoch belasteten Stationen 117 (Schildhornstr.) und 143 (Silbersteinstr.) erst in den Jahren 1995 und 1996 ihren Betrieb aufnahmen. Die kartografischen Darstellungen weisen geringe Belastungen der Stadtrandstationen auf. An den Straßenstationen nahm die Belastung von 2000 gegenüber 1999 um etwa 15 % ab. Im Jahr 2001 nahm sie gegenüber 2000 nochmal um 6 % ab.

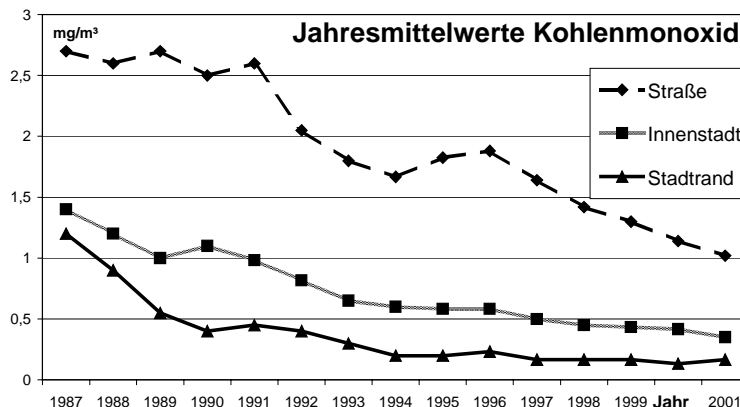
In der Auswertung wird auch die **Summe der Stickoxide (NO_x)**, berechnet als Stickstoffdioxid, angegeben, weil deren Wert den stärksten Bezug zu den Emissionen hat und deshalb bei Ursachenanalysen durch Ausbreitungsrechnung am besten nachvollzogen werden kann. Erwartungsgemäß sind die Konzentrationen der Summe der Stickoxide sowohl bei den zeitlichen Gängen wie auch in der räumlichen Verteilung der von NO ähnlich. An den Straßenmessstationen nahm die Konzentration gegenüber dem Jahr 2000 um 5 % ab, wobei die Konzentrationen insbesondere an Station 143 abnahm, an den Stationen 014 (Stadtautobahn) und 117 sogar zunahm.

Beim **Stickstoffdioxid (NO₂)**, das erst seit 1987 an mehreren Standorten in Berlin gemessen wird, ist die Konzentration seit dieser Zeit auf knapp unter 50 % der Belastung zurückgegangen. Dieser Schadstoff resultiert in Berlin zu ca. zwei Dritteln aus dem Kraftverkehr und zu einem Drittel aus den Feuerungsanlagen, vornehmlich aus den Kraftwerken. Der Belastungsrückgang wurde durch die Installation von Entstickungsanlagen in den Kraftwerken und den wachsenden Anteil von Kfz. mit geregelten Dreiwegekatalysatoren erreicht. Der Konzentrationsanstieg bei den Straßenmessstationen im Jahre 1996 beruht darauf, dass in diesem Jahr die Station 143 (Silbersteinstr.) in einer hochbelasteten engen Straßenschlucht mit viel LKW-Verkehr in Betrieb genommen wurde. Die für NO₂ geltenden strengen Grenzwerte nach der neuen EU-Tochterrichtlinie, die im Juli 1999 in Kraft getreten ist und inzwischen im Juli 2002 mit der 22.BImSchV auch in deutsches Recht übergeführt worden ist, wurden für Einstundenwerte (200 µg/m³ dürfen im Jahr höchstens 18-mal überschritten werden) für das Jahr 2001 nur an Station 143 2-mal und an Station 117 1-mal überschritten. Somit wurde die maximale Überschreitungsanzahl von 18-mal im Jahr 2001 nirgends überschritten. Für die Jahresmittelwerte wurde der vom Jahr 2005 an einzuhaltende Grenzwert von 40 µg/m³ im Jahr 1999 noch an allen 5 Straßenmessstationen überschritten (an Station 117 stieg der Jahresmittelwert von 46 (im Jahr 2000) auf 51 µg/m³ an), während Grenzwert + Toleranzmarge von 58 µg/m³ (ab Januar 2001 einzuhalten) noch an der Straßenmessstation Silbersteinstr. (143) überschritten wurde. Immerhin ging er dort vom Jahr 2000 bis 2001 von 71 auf 61 µg/m³ zurück. Aus der Überschreitung von Grenzwert + Toleranzmarge erwächst die Verpflichtung, in einem Luftreinhalteplan konkrete zusätzliche Maßnahmen zu entwickeln, wie der Grenzwert bis 2010 eingehalten werden kann.

Kohlenmonoxid

Dieser Schadstoff wird in Berlin seit 1980 gemessen und hat im Gebietsmittel der nicht unmittelbar verkehrsbeeinflussten Messstationen seit dieser Zeit bis jetzt auf weniger als ein Fünftel abgenommen. Dieser Rückgang ist vorrangig durch die Umstellung der Berliner Heizungen von Haushalten, Gewerbe und öffentlichen Gebäuden auf umweltfreundliche Brennstoffe bzw. moderne Anlagen bedingt. Ähnlich den Stickoxiden müsste auch hier an den Verkehrsstationen eine durch die Einführung der Katalysatortechnik bedingte Abnahme der Immission zu erwarten sein, die aber durch Verkehrszunahme teilweise wieder aufgehoben wurde. Die Abnahme gegenüber dem Jahr 2000 ist nur noch geringfügig, aber an den Straßenmessstationen nahm die Kohlenmonoxid-Konzentration gegenüber dem Jahr 2000 immerhin um 10 % ab, insbesondere ging die Belastung an Station 143 zurück. Dies dürfte unter anderem auch dadurch bedingt sein, dass im Juli 2000 die parallele Stadtautobahn in Betrieb genommen wurde und hierdurch die Silbersteinstraße eine Entlastung erfahren hat.

CO ist die Luftverunreinigung im Messprogramm BLUME, deren Konzentrationen am weitesten unterhalb der entsprechenden Grenz- und Richtwerte liegen. Nach der 2. EU-Tochtrichtlinie, die im Dezember 2000 in Kraft getreten ist, darf als höchster Achtstundenwert eines Tages der Wert von 10 mg/m^3 nicht überschritten werden (bis 1.1.2005 einzuhalten). Dieser Wert wurde bereits im Jahr 2000 überall eingehalten.



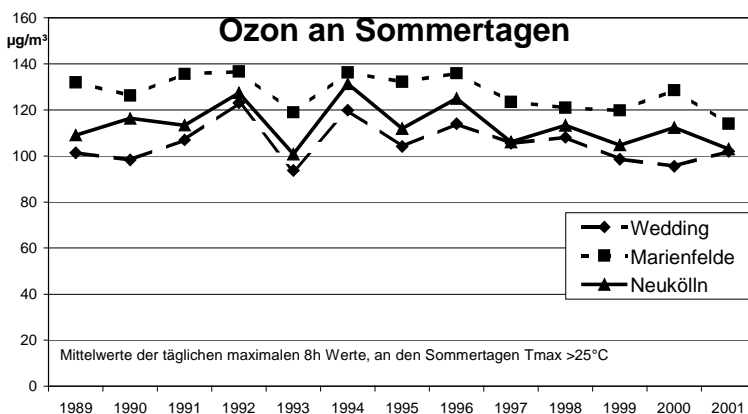
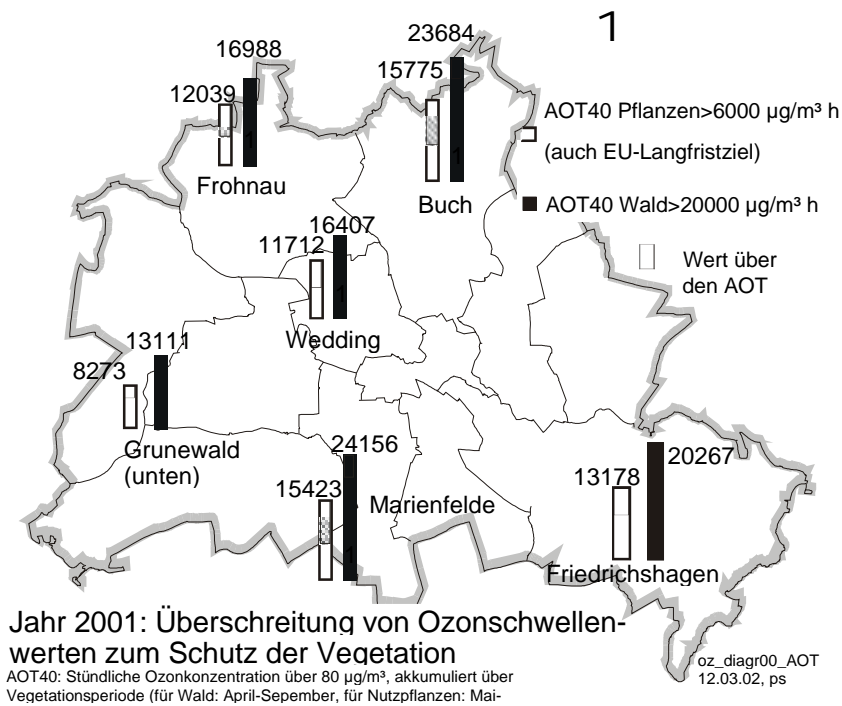
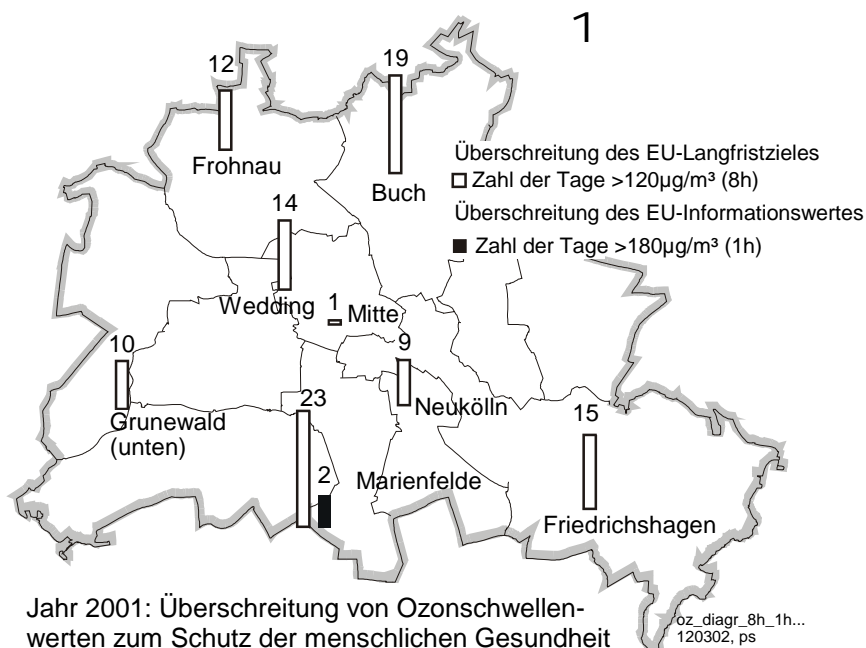
Ozon

Ozon wird nicht direkt emittiert, sondern bildet sich bei Sonnenschein und höheren Temperaturen durch chemische Reaktionen aus Stickoxiden und verschiedenen Kohlenwasserstoffen. Entstehungs- und Einwirkungsort liegen räumlich und zeitlich überwiegend weit auseinander. Für Berlin bedeutet das, dass neben Quellen von Vorläufersubstanzen in der Stadt auch Quellen in größerer Entfernung (Brandenburg, andere Bundesländer, europäische Staaten), hier auch biogene Quellen, für die Ozonbildung ursächlich sind. Wesentliche Quellen der Vorläufersubstanzen Stickoxide und Kohlenwasserstoffe sind der motorisierte Straßenverkehr, Kraftwerke und Feuerungsanlagen, Industriebetriebe sowie der gewerbliche und private Gebrauch von Lacken und Lösemitteln. Da das Ozon sehr komplizierten Bildungsmechanismen unterliegt, andererseits aber frisch emittierte Schadstoffe wie Stickstoffmonoxid zum Ozonabbau beitragen, ergibt sich eine Verteilung der Ozonbelastung mit den höchsten Belastungen am Stadtrand und weitaus niedrigeren Belastungen in der Innenstadt. Die geringsten Ozonkonzentrationen treten an der Messstelle Stadtautobahn auf.

In Europa gibt es einen gültigen Ozon-Schwellenwert von $180 \mu\text{g/m}^3$ (als Stundenmittelwert), bei dessen Überschreiten die Bevölkerung über die erhöhte Ozonkonzentration informiert wird. Dieser Wert wurde in Berlin im Sommer 2001 insgesamt nur an zwei Tagen überschritten. Am 16. August wurden an der Station in Marienfelde (MC027) und auf dem Fernsehturm Frohnau (MC045) die einstündige Ozonkonzentration von $180 \mu\text{g/m}^3$ überschritten. Am 25. August wurden $180 \mu\text{g/m}^3$ in Marienfelde (MC027) überschritten. Der höchste Halbstundenwert wurden am 25.8. in Marienfelde ($187 \mu\text{g/m}^3$) gemessen. Der Schwellenwert von $240 \mu\text{g/m}^3$ (als Einstundenwert) der neuen EU-Tochtrichtlinie, die seit Februar 2002 in Kraft ist, bei dessen Überschreiten die Bevölkerung gewarnt werden muss, wurde in Berlin im Sommer 2001 nicht erreicht.

Als Maß für die Schädigung von Nutzpflanzen und Wäldern durch Ozon dient der AOT40-Wert, der auch in die EU-Tochtrichtlinie für Ozon Eingang gefunden hat. Er wird berechnet, indem die stündlichen Ozonkonzentrationen oberhalb von $80 \mu\text{g/m}^3$ aufsummiert werden, und zwar tagsüber während der Vegetationsperiode, d.h. von Mai-Juli für Nutzpflanzen und von April bis September für Wälder. Ein Wert von $6000 \mu\text{g/m}^3$ für Nutzpflanzen und von $20000 \mu\text{g/m}^3$ für Wälder gilt als unbedenklich. Wie die Abbildung der Überschreitung der Ozonschwellenwerten AOT40 zum Schutz der Vegetation zeigt (Stationen Stadtautobahn, Neukölln und Mitte sind weggelassen), liegt der Wert überall deutlich über dem Schwellenwert für Nutzpflanzen (am Stadtrand 2-4-mal so hoch, in Wedding fast 2-mal so hoch), während der Schwellenwert für Wälder an den Stadtrand-Messstellen in Buch, Marienfelde und Friedrichshagen noch überschritten wird.

Nach der neuen EU-Tochtrichtlinie zum Ozon wurde als Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit ein maximaler Achtstunden-Mittelwert eines Tages von $120 \mu\text{g/m}^3$ definiert, der bis zum Jahre 2010 an höchstens 20 Tagen im Jahr (gemittelt über 3 Jahre) überschritten werden darf. Wie die Abbildung und die Tabelle zeigen, wurde an den Berliner Stadtrandstationen im Jahr 2001 dieser Zielwert an weniger als 25 Tagen überschritten, jedoch im Mittel über die letzten 3 Jahre am Stadtrand mit 34 Überschreitungen (Friedrichshagen) noch nicht eingehalten. Trotzdem hat sich die Situation gegenüber dem Jahr 2000 verbessert.



Ergebnisse des Berliner Luftgüte-Messnetzes 2001 Ozon

	MS	XQ	P50_1h	P50_h8	P98_1h	P98_8h	P99_1h	max_HS	max_1h	max_8h
Innen- stadt	10	37	31	66	113	132	149	179	172	151
	14	29	25	46	88	102	124	141	140	122
	42	36	31	63	112	132	156	176	172	153
	71	30	26	53	96	113	124	134	132	121
Stadt- rand	27	48	45	79	123	139	168	187	186	168
	32	36	32	66	110	127	149	159	159	145
	432	42	38	69	114	132	149	166	166	150
	77	47	42	79	121	139	157	171	170	153
	85	49	47	75	118	133	153	168	166	156
	145	42	40	71	111	134	150	178	178	142
Turm	45	63	63	82	126	145	165	182	181	170

	MS	NO,5	EU_N8	LFZ_G	EU_N12	EU_N13	EU_AOTp	LFZ_V	EU_AOTw	V
Innen- stadt	10	231	14	8	0	0	12345	<u>8457</u>	15925	96
	14	24	1	0	0	0	2389	1007	4060	89
	42	203	9	12	0	0	<u>8492</u>	<u>9097</u>	14321	93
	71	28	1	3	0	0	3347	3985	5599	93
Stadt- rand	27	364	23	25	2	0	<u>15423</u>	<u>15793</u>	<u>24156</u>	93
	32	166	10	18	0	0	<u>8273</u>	<u>13312</u>	13111	97
	432	206	11	18	0	0	<u>9713</u>	<u>13438</u>	15378	93
	77	341	19	18	0	0	<u>15775</u>	<u>13862</u>	<u>23648</u>	96
	85	269	15	34	0	0	<u>13178</u>	<u>19176</u>	<u>20267</u>	96
	145	192	12	18	0	0	<u>12039</u>	<u>13510</u>	16988	94
Turm	45	430	24	38	1	0	<u>13409</u>	<u>20297</u>	<u>21327</u>	95

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

- MS = Nummer der Messstation
XQ = Jahresmittelwert
P50_1h = 50 %-Wert der Einstundenwerte
P50_h8 = 50 %-Wert der täglichen maximalen Achtstundenwerte
P98_1h = 98 %-Wert der Einstundenwerte
P98_8h = 98 %-Wert der täglichen maximalen Achtstundenwerte
P99_1h = 99,9%-Wert der Einstundenwerte
max = maximaler Halbstunden (HS), Stunden (1) oder Achtstunden (8) Wert
N = Anzahl der Überschreitungen...
NO,5 ...des 0,5 -Std.-MIK-Wertes von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$
EU_N8 ...des maximalen Achtstundenwertes des Tages von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$
LFZ_G wie EU_N8, gemittelt über die letzten 3 Kalenderjahre;
der zukünftige EU-Zielwert zum Gesundheitsschutz begrenzt die Zahl der Überschreitungen bis 2010 auf 25 Tage/Jahr gemittelt über 3 Jahre; Langfristziel ist die Vermeidung jeglicher Überschreitungen
EU_N12 ...des 1 -Std.-EU-Wertes zur Information der Bevölkerung von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Der künftige EU-Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit begrenzt die Zahl der Überschreitungen bis 2010 auf 25 Tage;
EU_N13 ...des zukünftigen 1 -Std.-EU-Wertes zur Warnung der Bevölkerung von $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$
EU_AOTp = stündlich akkumulierte Konzentration über $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$
für die Zeit der Vegetationsperiode Mai bis Juli jeweils 8-20 Uhr
LFZ_V EU_AOTp gemittelt über die letzten 5 Kalenderjahre
Künftiges Langfristziel zum Schutz der Vegetation $6000 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$;
Künftiger Zielwert bis 2010: $18000 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$
EU_AOTw = stündlich akkumulierte Konzentration über $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$
für die Zeit der Vegetationsperiode April bis September jeweils 8-20 Uhr
Kritischer Belastungswert zum Schutz von Waldökosystemen, $20000 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$;
V = Datenverfügbarkeit (% von 8760 möglichen Stundenwerten)

Anzahl der Tage mit Überschreitung bestimmter Ozonkonzentrationen

Ozonkonzentration 180 µg/m ³ (1-h-Mittel)	
Jahr	1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001
Anr	2 0 0 0 0 0 0 0 5 0 0 0 0 0
Mai	1 4 1 0 2 0 0 2 2 0 1 0 1 0
Jun	1 2 4 0 0 1 4 0 4 1 0 0 5 0
Jul	4 7 1 4 7 0 7 7 0 0 1 1 0 0
Aug	4 10 7 4 6 0 2 2 0 5 0 0 2 3
Sep	1 2 0 2 0 0 0 0 0 0 0 2 0 0
JS	13 25 13 10 15 1 13 11 11 6 2 3 8 3
Ozonkonzentration 240 µg/m ³ (1-h-Mittel)	
Jahr	1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001
Anr	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Mai	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Jun	0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0
Jul	0 1 1 1 1 0 3 0 0 0 0 0 0 0
Aug	0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Sep	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
JS	0 1 1 1 2 0 3 0 0 0 0 0 0 0
Anzahl der Sommertage	
Jahr	1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001
Anr	1 0 0 0 1 7 0 2 3 0 0 0 6 1
Mai	7 5 6 0 9 13 0 5 2 3 7 4 11 3
Jun	3 9 6 2 20 4 6 7 8 8 5 4 14 3
Jul	7 13 8 18 17 5 25 21 5 11 5 20 3 14
Aug	7 12 14 9 17 7 12 20 11 25 8 14 8 12
Sep	1 7 0 9 0 0 0 0 0 3 0 16 0 0
JS	26 46 34 38 64 36 43 55 29 50 25 58 42 33

Sommertage sind Tage mit Höchsttemperatur > 25 °C

JS = Jahressumme

die Höhenstationen 45 und 432 sind in dieser Auswertung nicht berücksichtigt

Die Tabelle mit der Anzahl der Sommertage (Tage mit einer Höchsttemperatur von mindestens 25 °C), der Überschreitungen der Stundenmittelwerte von 180 bzw. 240 µg/m³ zeigt, dass der Trend zur Abnahme der Ozonbelastung, der seit Ende der 80-er Jahre auftrat, nicht immer gut zu erkennen ist. Wenn auch im Sommer 2001 insgesamt die Ozon-Belastung geringer war als 2000, zeigen doch die Immissionsmessungen des Sommers 2000, dass es bei für die Ozonbildung günstigen meteorologischen Voraussetzungen auch zur Zeit noch immer zu hohen Ozonkonzentrationen in der Stadt und vor allem am Stadtrand kommen kann. Deswegen sind in Zukunft weitere Anstrengungen notwendig, um die Emissionen der Vorläuferstoffe so weit abzusenken, dass gesundheitsbeeinträchtigende Ozonkonzentrationen gar nicht mehr auftraten.

Benzol und Toluol

In der Großstadtatmosphäre entstammen die Immissionen dieser Schadstoffe zu etwa 90 % dem Kraftverkehr, der Rest ist der Lösungsmittelverwendung zuzuordnen. Diese Kohlenwasserstoffe können das zentrale Nervensystem schädigen, Benzol wird außerdem als kanzerogen eingestuft. An der Messstation 14 (Stadtautobahn) werden seit Jahresbeginn 1993 im Rahmen des BLUME die aromatischen Kohlenwasserstoffe Benzol und Toluol kontinuierlich gemessen. Im ersten Messjahr war es noch eine Testreihe. Seit Juni 1994 erfolgen diese Untersuchungen auch an der Station 174 (Frankfurter Allee), seit dem Sommer 1995 an den Stationen 117 (Schildhornstr.) und 42 (Neukölln) und seit März 1997 auch an der Station 71 (Mitte). Schließlich wird seit Herbst 1998 auch an der Station 145 (Frohnau) Benzol und Toluol gemessen. In der vorangestellten Tabelle sind diese Messungen und die der Stichprobenmessprogramme den CO - Messdaten gegenübergestellt. Eine Betrachtung der zeitlichen Immissionsentwicklung kann nur an der Station 14 vorgenommen werden, da nur hier Messdaten über mehrere Jahre vorliegen. In den ersten vier Messjahren ist die Belastung relativ hoch, was allerdings auch darauf beruhen mag, dass es sich um Stichprobenmessprogramme handelt, bei denen die allgemein belastungsärmeren Nachtkonzentrationen nicht erfasst wurden. Von 1996 bis 2000 ist der Benzoljahresmittelwert von 6,4 auf 2,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ zurückgegangen, im Jahr 2001 dann aber wieder auf 3,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ angestiegen, beträgt also 50 % des Wertes von 1996. Diese Entwicklung zeigt, dass trotz steigender Verkehrsdichte sich die Zunahme der Kfz mit geregelten Dreiwegekatalysatoren und die Verringerung des Benzolgehaltes im Vergasertreibstoff hier positiv zu auswirken. Bei den Verkehrsstationen nahm das Benzol-Jahresmittel von 2000 nach 2001 mit knapp 10 % leicht wieder zu, während bei den Hintergrundmessstationen in diesem Zeitraum die Zunahme unbedeutend war. Den abnehmenden Trend der Benzol- und Toluol-Jahresmittel von 1996 bis 2001 für eine Hintergrundstation (42) und eine Straßenstation (174) zeigt auch die Abbildung auf Seite 24 unten.

Die niedrigsten Aromatenkonzentrationen wurden, wie nicht anders zu erwarten, an der Stadtrandstation 145 (Frohnau) mit sehr geringem und den Wohngebietsstationen 42 (Neukölln) und 71 (Mitte) mit ziemlich geringem Verkehrsaufkommen ermittelt. Die höchste Konzentration wies die Station 117 (Schildhornstr.), gefolgt von der Station 174 (Frankfurter Allee) auf. In den Straßenschluchten (Stationen 117 und 174) können die Fahrzeugabgase nicht so schnell verdünnt und verweht werden wie auf der breiten und offenen Stadtautobahn (Station 14). Des weiteren ist bei den beiden Straßenschluchten mit einem relativ hohen Kaltstartanteil zu rechnen, da hier viele Fahrzeuge ihre Fahrt erst beginnen. Auf der Stadtautobahn hingegen haben die Fahrzeuge bereits den betriebswarmen Zustand des Motors erreicht. Daher ist die Aromatenbelastung in den Straßenschluchten höher, obwohl das Verkehrsaufkommen auf der Stadtautobahn bedeutend höher als in den genannten Straßenschluchten ist.

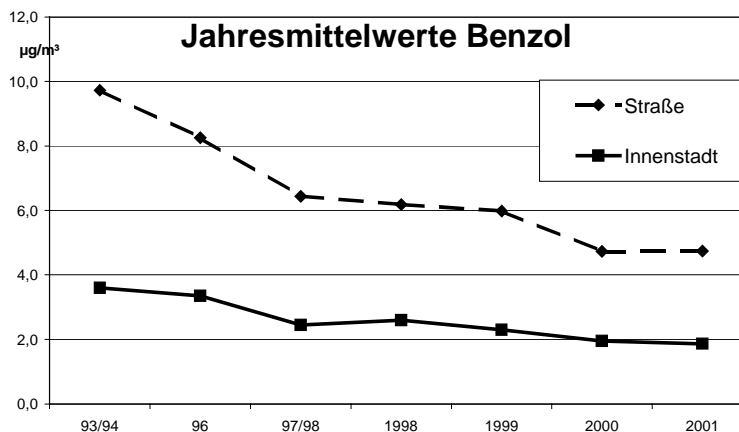
Das Toluol - Benzol - Verhältnis ist abhängig von der Zusammensetzung der Fahrzeugflotte und der Anzahl der Fahrzeuge mit Kaltstart. Im Großstadtverkehr haben erfahrungsgemäß 50 % aller PKW-Fahrten Fahrstrecken < 5 km, so dass also der Kaltstartanteil sehr hoch ist. Das Toluol - Benzol - Verhältnis beträgt beim Viertakt - Ottomotor ohne Katalysator beim Kaltstart und in der Warmlaufphase 2,5, beim betriebswarmen Motor 2,1, beim Viertakt - Ottomotor mit Katalysator 2,1 beim Kaltstart und 1,2 beim betriebswarmen Motor und beim Zweitakt - Ottomotor 2,4 (nach Forschungsber. 105 06 069 i.A.d.Umwelt-bundesamtes, Inst. f.Energie- u. Umweltforschung (IFEU), Heidelberg, Aug. 1995). Die Toluol - Benzol - Verhältnisse haben sich von 2000 nach 2001 an allen Stationen hin zu niedrigeren Werten verschoben. Hingegen haben sich die Kohlenmonoxid - Benzol - Verhältnisse (im Gegensatz zum abnehmenden Trend bei den Verkehrsstationen 117 und 14 von 1999 bis 2000) an allen Stationen von 2000 bis 2001 wieder zu höheren Werten hin verschoben.

Ergebnisse des Berliner Luftgütemessnetzes 2001 Benzol und Toluol

	Jahreswerte					Monatsmittelwerte											
	MS	XQ	P50	P98	V	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Benzol:																	
Stadtrand	145	1,5	1,2	5,6	23	2,0	1,1	1,2								2,8	1,6
Innen-	42	2,0	1,6	6,7	71	4,2	2,6	2,4	1,6	1,1	1,1	0,8		1,8	1,9	1,9	2,1
stadt	71	2,0	1,7	5,7	91	3,6	2,3	2,5	1,8	1,2	1,2	1,1	1,2	1,5	2,5	2,8	2,9
	14	3,2	3,0	7,8	68	3,6	3,0	3,2	2,2	2,5	2,5	2,5	3,4	3,1	3,9	3,7	4,0
Straße	117	<u>5,4</u>	5,0	14,6	81	8,4	5,4	5,6	4,9	3,9	4,7	4,1	4,2	5,9	6,5	6,0	6,5
	174	4,2	4,0	10,5	79	6,0	4,5	4,4	3,5	2,5	3,0	2,9	2,9	4,9	5,6	5,0	4,8
Toluol																	
Stadtrand	145	1,9	1,5	5,8	23	2,2	1,3	1,9								3,6	2,7
Innen-	42	3,9	3,1	12,1	71	5,8	4,6	3,7	3,5	3,3	3,4	2,9		3,4	4,5	4,0	3,2
stadt	71	3,4	3,0	9,0	91	4,9	3,8	3,5	3,5	2,7	2,8	2,6	2,4	2,6	4,2	4,3	3,9
	14	5,4	4,5	14,3	68	5,7	5,4	5,3	4,7	6,2	5,7	5,4	4,3	4,3	5,6	5,7	5,6
Straße	117	10,2	9,1	27,4	81	12,4	9,9	10,1	10,8	9,3	10,5	9,4	9,6	9,2	10,7	10,3	10,3
	174	8,4	7,6	21,6	79	10,6	8,7	8,2	8,4	6,8	7,7	7,5	7,5	9,0	10,1	7,9	7,1

Konzentrationsangaben in Mikrogramm je Kubikmeter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

MS Nummer der Messstation
 XQ Jahresmittelwert
 Benzol: Werte über dem EU-Grenzwert von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (bis 1.1.2010 einzuhalten) sind unterstrichen
 P50 50 % der Halbstundenwerte
 P98 98 % der Halbstundenwerte
 V Datenverfügbarkeit (% von 8760 möglichen Stundenwerten)



Jahresmittelwerte von Benzol und Toluol in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
und von CO in mg/m^3

MS	Jahr	Benzol	Toluol	Toluol/Benzol	CO	Benzol/CO	Messprogramm-
14	1988	9,5	22,3	2,35	1,9	5,00	STIPRO
14	1989	10,1	19,7	1,95	2,0	5,05	STIPRO
14	1990	8,7	19,0	2,18	1,8	4,85	STIPRO
14	1991	10,4	24,0	2,31	1,9	5,47	STIPRO
14	1993	6,0	13,0	2,17	1,2	5,00	BLUME
14	1993/94	5,7	17,7	3,10	0,9	6,33	STIPRO
14	1994	4,9	9,3	1,90	0,9	5,44	BLUME
14	1995	6,0	17,5	2,92	1,1	5,45	BLUME
14	1996	6,4	14,6	2,28	1,1	5,82	BLUME
14	1996	6,3	14,9	2,36	1,1	5,73	STIPRO
14	1997	5,2	11,8	2,27	0,9	5,78	BLUME
14	1998	3,6	7,8	2,17	0,7	5,14	BLUME
14	1999	3,3	7,3	2,21	0,7	4,71	BLUME
14	2000	2,5	5,6	2,24	0,6	4,17	BLUME
14	2001	3,2	5,4	1,69	0,7	4,57	BLUME
174	1993/94	7,7	25,6	3,30	1,6	4,81	STIPRO
174	1995	8,8	25,0	2,84	1,5	5,87	BLUME
174	1996	7,8	17,7	2,27	1,3	6,00	BLUME
174	1996	6,6	16,1	2,44	1,3	5,08	STIPRO
174	1997	6,3	13,1	2,08	1,1	5,73	BLUME
174	1998	5,4	12,7	2,35	1,1	4,91	BLUME
174	1999	5,1	12,0	2,35	0,9	5,67	BLUME
174	2000	3,9	9,0	2,31	0,7	5,57	BLUME
174	2001	4,2	8,4	2,00	0,7	6,00	BLUME
117	1993/94	9,4	32,2	3,43	--	--	STIPRO
117	1996	9,6	27,1	2,82	1,9	5,05	BLUME
117	1996	13,3	35,1	2,64	1,9	7,00	STIPRO
117	1997	8,5	20,8	2,45	1,6	5,31	BLUME
117	1998	8,2	20,0	2,44	1,5	5,47	BLUME
117	1999	7,5	17,4	2,32	1,5	5,00	BLUME
117	2000	5,3	11,9	2,25	1,4	3,79	BLUME
117	2001	5,4	10,2	1,89	1,2	4,50	BLUME

MS = Messstation

STIPRO = Stichprobenmessprogramm

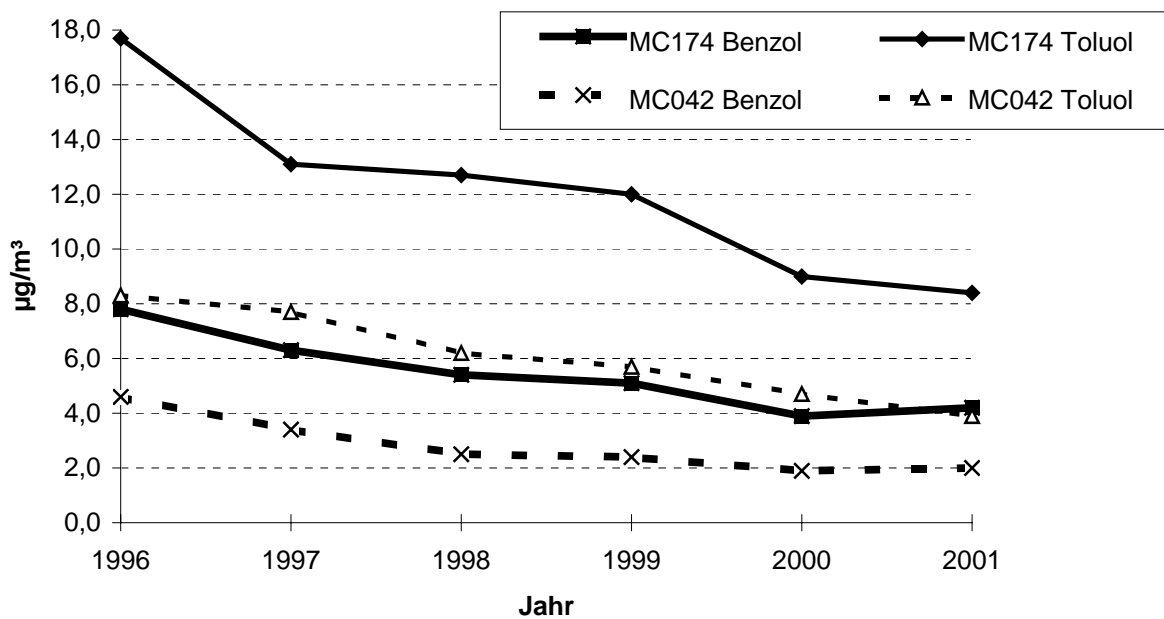
Jahresmittelwerte von Benzol und Toluol in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und von CO in mg/m^3 (Fortsetzung)

MS	Jahr	Benzol	Toluol	Toluol/Benzol	CO	Benzol/CO	Messprogramm-
42	1993/94	4,0	12,7	3,18	0,6	6,67	STIPRO
42	1996	4,6	8,3	1,80	0,6	7,67	BLUME
42	1996	3,1	6,8	2,19	0,6	5,17	STIPRO
42	1997	3,4	7,7	2,26	0,5	6,80	BLUME
42	1998	2,5	6,2	2,48	0,5	5,00	BLUME
42	1999	2,4	5,7	2,38	0,5	4,80	BLUME
42	2000	1,9	4,7	2,47	0,4	4,75	BLUME
42	2001	2,0	3,9	1,95	0,4	5,00	BLUME
71	1996	3,6	7,9	2,19	0,6	3,66	STIPRO
71	1997	2,5	5,7	2,28	0,6	4,17	BLUME
71	1998	2,4	4,7	1,96	0,5	4,80	BLUME
71	1999	2,2	4,2	1,91	0,4	5,50	BLUME
71	2000	2,0	3,9	1,95	0,5	4,00	BLUME
71	2001	2,0	3,4	1,70	0,3	6,67	BLUME
145	1999	0,8	1,3	1,63	0,2	4,00	BLUMF
145	2000	0,8	1,2	1,50	0,2	4,00	BLUME
145	2001	nur 5 Mo	nate im	Jahr 2001 gelaufen	0,1	-----	BLUME

MS = Messstation

STIPRO = Stichprobenmessprogramm

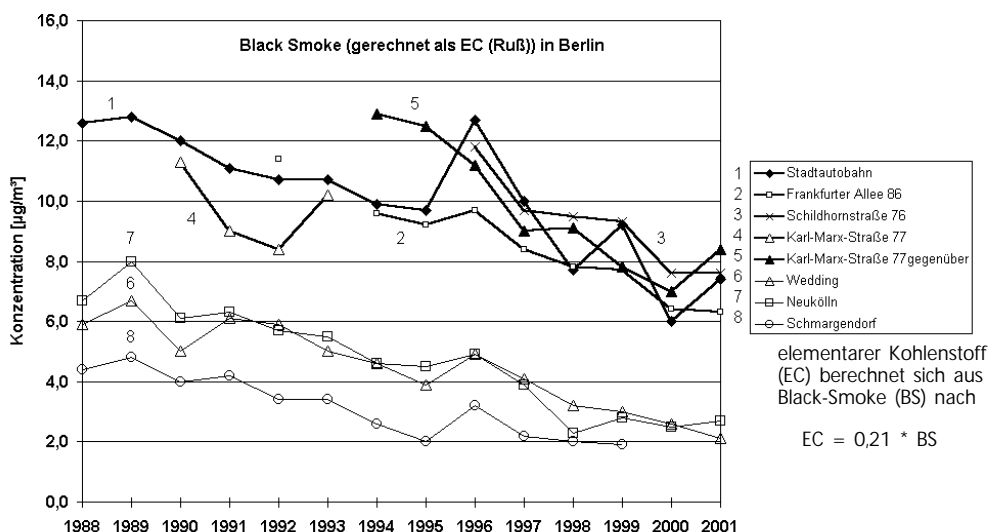
Trend der Jahresmittel von Benzol und Toluol



Black-Smoke

Die Black-Smoke-Mittelwerte aller Stationen zeigen bei den Jahresmittelwerten seit 1987 einen insgesamt leicht abnehmenden Trend. So haben sie seitdem um etwa 50 % abgenommen. Bei den 98 %-Werten ist die Abnahme stärker, aber der Trend von Jahr zu Jahr deutlichen Schwankungen unterworfen. Seit 1987 nahmen die 98 %-Werte aber immerhin um mehr als 65 % ab. Allerdings haben die Black-Smoke-Werte von 2000 nach 2001 wieder leicht zugenommen, möglicherweise witterungsbedingt. Die Grafik auf dieser Seite unten zeigt, dass es insbesondere an der Stadtautobahn und in der Karl-Marx-Straße von 2000 nach 2001 einen zunehmenden Trend gab, während in der Frankfurter Allee, und in Wedding die Black-Smoke-Konzentration sogar weiter abnahm. In dieser Grafik wurden allerdings nicht direkt die Black-Smoke-Werte dargestellt, sondern die aus ihnen durch Multiplikation mit dem Faktor 0,21 abgeschätztem Ruß-Werte (elementarer Kohlenstoff = EC).

Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass die Jahresmittelwerte im Jahr 2001 bei den Verkehrsmessstationen etwa 3 mal so hoch wie bei den Hintergrundstationen sind. Dabei ist die jahreszeitliche Abhängigkeit der Monatsmittelwerte bei den Hintergrundmessstellen mit einem Maximum im Winter und einem Minimum im Sommer deutlicher ausgeprägt als bei den Verkehrsmessstellen. Insbesondere fällt der sommerliche Rückgang bei den Verkehrsmessstellen weniger deutlich als bei den Hintergrundstationen aus.



Ergebnisse des Berliner Luftgüte-Messnetzes 2001 Black-Smoke

MS	Jahr							zugehörige SO ₂ -Werte				
	XQ	XQS	XQW	P50	P50W	P98	Max	XQ	P50	P98		
10	13	9	17	11	13	37	85	5	6	24		
14	35	36	34	29	28	89	169	9	7	31		
42	13	8	18	11	14	38	90	6	4	28		
117	36	32	40	32	38	77	109	8	7	26		
171	12	9	16	10	12	41	86	6	4	27		
174	30	24	35	28	32	68	113	5	4	19		
220	40	33	47	38	46	87	119	---	---	---		
CQ	25	21	30	23	26	62	110					
Monatswerte												
MS	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
10	26	18	16	11	7	9	9	11	11	17	12	9
14	42	31	37	40	34	35	36	37	30	37	30	15
42	26	18	17	9	6	7		8	10	17	14	9
117	51	36	38	30	24	32	30	31	43	48	30	22
171	26	15	15	10	7	8	8	9	10	16	13	9
174	50	34	30	23	18	24	22	26	33	39	28	20
220	60	50	46	39	25	33	31	30	36	46	41	26
CQ	40	29	29	23	17	21	23	22	25	31	24	16

Konzentrationsangaben in Mikrogramm pro Kubikmeter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Legende

- MS = Nummer der Messtation
- XQ = Jahresmittelwert
- XQS = Sommermittelwert (1.4.01-30.9.01)
- XQW = Wintermittelwert (1.10.00-31.3.01)
- P50 = 50% Wert der Tageswerte
- P98 = 98% Wert der Tageswerte
- Max = maximaler Tageswert
- CQ = Mittelwert aller Stationen

Rußmessungen

Hinsichtlich der Rußmessung wird u.a. folgendes Verfahren angewandt (seit Anfang 1998 an zwei, seit Anfang 1999 zusätzlich an einer und seit Mitte 1999 zusätzlich an drei Messstellen): Die bei der PM10-Schwebstaubmessung bestaubten Filterflecken werden zwei Filterstandszeiten später in einem Rußmesskopf mit rotem Licht bestrahlt. Aus dessen Reflexion wird die Rußzahl (RZ) ermittelt, die in einer der Filterstandszeit entsprechenden zeitlichen Auflösung vorliegt. Die einzelnen Rußzahlwerte werden jeweils nach einer empirisch durch Vergleich mit dem Basisverfahren (Thermographie und Coulometrie) ermittelten Formel in den Rußgehalt (ECRZ in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) umgerechnet und dann gemittelt. Aus diesen ECRZ-Werten konnten dann jeweils Wochenmittelwerte und gleitende Jahresmittelwerte gebildet werden.

Für die Umrechnung der Rußzahl in den Rußgehalt wird seit Januar 2000 die nachstehende Formel angewandt:

$$\text{ECRZ} = \left(\frac{-14,7}{\text{Vol}} * \ln \left(1 - \frac{\text{RZ} - 0,14}{8,86} \right) \right)$$

Dabei ist Vol = Volumen. (Es liegt an den verschiedenen Messstellen durch unterschiedliche, nach Belastung ausgewählte Filterstandszeiten zwischen 2 und 4 m^3).

An stark befahrenen Straßen (MC014, 117, 174) kann ein Mehrbefund von bis zu 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ durch Aufwirbelung von sonstigem dunkel gefärbten Material zustande kommen. Wie die nachfolgende Tabelle zeigt, wurde der nach der 23. BImSchV zulässige Grenzwert für das Ruß-Jahresmittel von 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht überschritten. Wie nicht anders zu erwarten, liegen die Rußwerte an den Straßenmessstellen 14 (Lerschpfad, Stadtautobahn), 117 (Schildhornstr.) und 174 (Frankfurter Allee) am höchsten, an den anderen Messstellen 42 (Neukölln), 71 (Mitte) und 77 (Buch) deutlich niedriger. Die niedrigsten Rußwerte finden sich an der Stadtrand-Messstelle in Buch.

Im Jahr 2001 wurden an mehreren Messstellen weitere Rußmessköpfe in Betrieb genommen: Seit Januar wird an Station 10 (Wedding) und 27 (Marienfelde), seit März an Station 72(Pankow), seit Mai an Station 145 (Frohnau), seit Juni an Station 85 (Friedrichshagen) und seit Juli an Station 15 (Tiergarten) Ruß gemessen.

Jahresmittelwerte von Ruß ¹⁾ (ECRZ in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) von 1999 bis 2001

Jahr	MC042	MC071	MC174	MC014	MC117	MC077
1999	3,1			6,1		
2000	2,8	3,4	5,3	5,2	6,6	1,9
2001	2,7	3,2	5,1	6,1	6,6	1,8

Wie die Tabelle mit den Jahresmittelwerten zeigt, wurde der Grenzwert nach der 23. BImSchV von 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel an keiner Station überschritten. Es ist für den Zeitraum von 1999 bis 2001 noch kein einheitlicher Trend für alle Messstellen erkennbar. Die Monatsmittelwerte des Jahres 2001 zeigen, dass zu allen Jahreszeiten der Rußgehalt an den Verkehrsmessstationen deutlich höher liegt als an den Hintergrundstationen. Ein jahreszeitlicher Trend mit geringeren Werten in den Sommermonaten und höheren Werten in den Wintermonaten ist nur wenig ausgeprägt

Monatsmittelwerte von Ruß ¹⁾ (ECRZ in µg/m³) im Jahr 2001

	MC042	MC071	MC077	MC014	MC117	MC174	MC010	MC027
Januar	4,4	5,1	3,7	7,3	9,2	7,7	5,3	3,4
Februar	3,3	3,5	2,2	5,6	6,4	----	3,3	1,8
März	3,3	4,0	2,3	6,2	7,2	6,0	3,6	2,2
April	2,0	2,7	1,4	4,8	5,8	4,4	2,3	1,2
Mai	1,6	2,1	1,0	6,5	4,9	3,8	1,3	1,0
Juni	2,0	2,7	1,1	5,9	6,1	5,1	1,9	1,0
Juli	1,7	2,4	1,0	7,0	5,5	3,9	1,9	1,0
August	1,9	2,8	1,4	6,7	6,1	4,7	2,3	1,3
September	2,4	3,0	1,6	6,1	7,5	5,4	2,1	1,4
Oktober	3,6	3,9	2,5	6,3	8,2	6,5	3,6	2,3
November	2,9	3,4	1,6	4,8	6,5	4,4	2,6	1,7
Dezember	3,2	3,3	1,8	5,9	5,8	4,3	2,7	2,3
Jahr 2001	2,7	3,2	1,8	6,1	6,6	5,1	2,7	1,7

¹⁾ Die Rußkonzentration wurde aus Messungen der Rußzahl errechnet.

Monatsmittelwerte von Ruß ¹⁾ (ECRZ in µg/m³) im Jahr 2001 (Fortsetzung)

	MC015	MC072	MC085	MC145
Januar				
Februar				
März		3,4		
April		2,7		
Mai		2,1		1,2
Juni		2,6	1,2	0,9
Juli	2,7	2,1	1,0	1,0
August	2,9	2,8	1,4	1,2
September	2,5	3,2	1,5	1,3
Oktober	3,9	4,3	2,4	2,5
November	2,6	3,4	1,9	1,6
Dezember	2,9	3,1	2,2	2,1

Da hier kein vollständiger Jahresverlauf vorlag, wurden keine Jahresmittelwerte gebildet.

Schwebstaub und Inhaltsstoffe

An zwei Messstellen des Berliner Luftgütemessnetzes, dem Messcontainer 174 (MC174) an einer stark befahrenen innerstädtischen Straße, sowie am Messcontainer 42 (MC042) im innerstädtischen Hintergrund, wurden über das Jahr verteilt, mit jeweils drei Kleinfiltergeräten gleicher Bauart und Serie, die PM10-, die PM2,5- und die PM1- Staubbelastung ermittelt. Mit untersucht wurden zusätzlich die Inhaltsstoffe: wasserlösliche Anionen und Kationen sowie der organisch gebundene (OC)- und elementare Kohlenstoff (EC) gemäß der 23.BImSchV (Konventionsruß). Der OC-Gehalt wurde durch Faktorierung (F=1,2) auf organische Masse (OM) abgeschätzt. Zur analytischen Erfassung wurde nach Teilung des beaufschlagten Filters ein Teil durch Benetzen mit Aceton und Elution mit Wasser unter Anwendung der Ionenchromatografie auf Ionen untersucht, sowie auf einem anderen Teil der OC/EC-Anteil mit dem thermographischen Verfahren nach VDI 2465 Blatt 2 ermittelt. Zu den hier vorgestellten Ergebnissen wurden nur die Messergebnisse der Tage herangezogen, bei denen alle Proben mit Inhaltsstoffanalysen vollständig ausgewertet werden konnten, so dass ihre Ergebnisse statistisch miteinander vergleichbar waren. (siehe auch Abraham,H.-J.: "Schwebstaub und Inhaltsstoffe" in SenStadt,(Hrsg.),2001: "Luftgütemessdaten 2000")

Die zwei nachfolgenden Tabellen zeigen eine Zusammenfassung der Messergebnisse. für die Jahreskennwerte 2001

Staub:

Die Spannweite der Monatsmittelwerte reichte für PM10-Staub von 4 bis 63 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Die Werte an beiden Messpunkten und in allen drei Staubfraktionen unterliegen erwartungsgemäß einem Jahresgang mit Maxima im Winter. Die Konzentration des PM1-Staubes ist an jedem Messpunkt etwa halb so hoch wie die des PM10-Staubes. Am Straßenmesspunkt ist der Anteil der größeren Fraktion zwischen 2,5 μm und 10 μm , bedingt durch resuspendierten Staub von fahrenden Kraftfahrzeugen, erwartungsgemäß höher als im Hintergrund.

Zusammensetzung des Staubes:

Den Tabellen ist folgendes zu entnehmen: Die Elemente Mg und Ca sind bei der PM2,5 und PM1-Fraktion praktisch nicht mehr aufzufinden. Deutliche Unterschiede zwischen beiden Standorten sind in allen drei Fraktionen beim EC zu sehen. So ist jeweils EC am Straßenstandort etwa doppelt so hoch wie im Hintergrund. Geringe Unterschiede finden sich auch noch bei den organischen Bestandteilen (OM), welche auch im aufgewirbelten Staub zu vermuten sind (z.B. Reifen- und Fahrabrieb und biogenes Material). Bei den Ionen sind die Unterschiede deutlich schwächer ausgeprägt.

Bei den meisten Ionen treten die Maxima im Winter, die Minima im Sommer auf, während insbesondere beim Ca, K, Mg und den organischen Bestandteilen die maximalen und minimalen Werte unabhängig von der Jahreszeit auftreten.

Beim Vergleich mit dem Vorjahr fällt auf, dass am Hintergrundstandort bei gleichbleibendem Schwebstaub die Ionengehalte bei den meisten Ionen deutlich zugenommen haben. Ausnahmen sind Na und NH_4 . Am Straßenstandort hingegen sind die Ionengehalte bei gleichbleibendem Schwebstaub in etwa gleich geblieben, mit Ausnahme von Na, das von 2000 nach 2001 deutlich zugenommen hat, und von Cl, das leicht zugenommen hat.

Erstaunlich bei den Ionen sind die schon 1998 bei den PM10 und PM2,5- Untersuchungen aufgefallenen nahezu identischen Konzentrationen jeweils in den drei Staubfraktionen an den beiden, durch nahe Schadstoffquellen doch sehr unterschiedlich belasteten Messorten (eine Ausnahme ist beim Ca zu beobachten). Dies deutet darauf hin, dass die meisten Ionen nahezu vollständig aus dem Ferntransport stammen und somit durch lokale Minderungsmaßnahmen kaum beeinflussbar sind. Diese überregional ähnliche Staubzusammensetzung wird auch in Messprojekten anderer Bundesländer wiedergefunden. Die mittlere prozentuale Zusammensetzung der Ionen läuft im Gleichklang mit der des Staubes, die OM/EC-Anteile sind vor allem im PM1-Staub deutlich höher als im PM10-Staub, werden also erwartungsgemäß vom Feinststaub dominiert, hier wird wie beim Ammonium die größere Feinststauboberfläche prozentual mehr OM adsorbieren. Zusätzlich werden noch partikelförmige Reaktionsprodukte organischer Verbindungen aus urbanen- und biogenen Quellen wie z.B. Dicarbonsäuren, Phenole, Nitroverbindungen oder Chinone einen Beitrag zum Ferntransportanteil der OM leisten.

Die hier vorgestellten Messergebnisse zeigen, dass lokale Minderungsmaßnahmen nur im Bereich der kohlenstoffhaltigen Komponenten wie dem Ruß und der Restmasse in der PM10-Fraktion, vorwiegend aufgewirbeltem Feinstaub und Baustäube (sowie Eisenoxid (evtl. Kfz.-Emissionen aus Bremsabrieb und Korrosion)) zu einer nennenswerten Reduzierung der Staubbelastung führen werden. Minderung bei den Ionen, die immerhin rund die Hälfte des Staubes ausmachen sowie auch bei den partikelförmigen organischen Oxidationsprodukten, können allenfalls durch regionale (z.B. Nitrat) und überregionale (z.B. Sulfat) Maßnahmen nennenswert und langfristig beeinflusst werden. (siehe auch Abraham,H.-J.: "Schwebstaub und Inhaltsstoffe" in SenStadt,(Hrsg.),2001: "Luftgütemessdaten 2000")

Monats- und Jahresmittelwerte der Anionen und Kationen im Schwebstaub am MC174 im Jahr 2001

Monat	Anionen			Kationen					Staub SchwSt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Thermografie	
	Cl $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NO3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	SO4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Na $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NH4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	K $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Mg $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Ca $\mu\text{g}/\text{m}^3$		OM $\mu\text{g}/\text{m}^3$	EC $\mu\text{g}/\text{m}^3$
im PM10											
Jahresmittelwert	1,10	4,9	4,3	1,06	2,5	0,29	0,08	0,66	41,0	7,9	6,1
Jahresmedian	1,15	4,1	3,5	0,73	2,0	0,25	0,07	0,60	39,9	7,8	6
Maximum	2,54	13,8	9,1	2,57	5,2	0,57	0,28	1,78	63,1	11,5	10
Minimum	0,16	1,6	2,4	0,35	1,4	0,13	0,00	0,27	28,8	5,0	3,5
im PM2,5											
Jahresmittelwert	0,58	3,8	4,1	0,52	2,8	0,22	0,02	0,15	26,3	6,1	5,1
Jahresmedian	0,49	3,3	3,4	0,57	2,2	0,20	0,02	0,12	23,2	5,9	4,7
Maximum	1,45	12,1	7,9	0,88	5,4	0,6	0,03	0,43	47,3	9,4	8,9
Minimum	0,00	0,9	2,4	0,15	1,4	0,01	0,00	0,01	17,3	4,4	3
im PM1											
Jahresmittelwert	0,42	2,4	3,2	0,73	2,0	0,17	0,02	0,11	19,0	5,4	4,2
Jahresmedian	0,23	2,0	2,3	0,36	1,7	0,16	0,01	0,11	18,2	5,4	4,2
Maximum	1,79	7,2	9,2	5,47	3,8	0,31	0,06	0,23	29,4	7,8	6,1
Minimum	0,01	0,7	1,3	0,06	0,8	0,06	0,01	0,04	11,5	3,9	2,5

Monats- und Jahresmittelwerte der Anionen und Kationen im Schwebstaub am MC042 im Jahr 2001

	Anionen			Kationen					Staub SchwSt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Thermografie	
	Cl	NO3	SO4	Na	NH4	K	Mg	Ca		OM	EC
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
im PM10											
Jahresmittelwert	0,88	4,8	4,7	1,15	2,7	0,30	0,07	0,39	27,9	5,9	2,9
Jahresmedian	0,73	4,1	4,1	0,79	2,2	0,22	0,06	0,40	25,5	5,5	2,8
Maximum	2,03	14,8	8,4	2,97	5,8	0,55	0,34	0,82	48,7	9,5	6,7
Minimum	0,07	1,6	2,9	0,38	1,0	0,12	0,00	0,15	19,2	3,9	1,3
im PM2,5											
Jahresmittelwert	0,53	3,8	4,9	0,94	2,7	0,23	0,02	0,17	21,4	4,9	2,5
Jahresmedian	0,46	3,2	4,3	0,53	2,1	0,19	0,02	0,19	19,3	4,8	2,1
Maximum	1,67	12,7	8,1	4,34	5,8	0,52	0,05	0,35	41,9	8,3	6,0
Minimum	0,08	1,1	2,4	0,16	1,4	0,07	0,00	0,01	12,3	3,1	1,1
im PM1											
Jahresmittelwert	0,44	2,6	3,7	0,76	1,9	0,15	0,01	0,09	14,7	4,5	2,3
Jahresmedian	0,38	1,8	3,5	0,30	1,7	0,14	0,01	0,08	12,8	4,2	2,0
Maximum	1,22	9,3	6,8	2,36	3,7	0,36	0,05	0,23	31,0	7,7	5,9
Minimum	0,02	0,6	1,5	0,10	1,0	0,02	0,00	0,01	8,4	3,0	1,1

Überschreitungen von Grenzwerten nach den Richtlinien 1999/30/EG (1. EU-Tochterrichtlinie) und 2000/69/EG (2. EU-Tochterrichtlinie)

Am 19.7.1999 trat die Richtlinie 1999/30/EG (1. EU-Tochterrichtlinie) in Kraft. Nach dieser Richtlinie gelten für Schwefeldioxid, PM10-Schwebstaub, Stickstoffdioxid und Blei erheblich strengere Grenzwerte als nach der TA-Luft. Seit 16.11.2000 ist die Richtlinie 2000/69/EG (2. EU-Tochterrichtlinie) für Kohlenmonoxid und Benzol in Kraft. Beide Richtlinien sind mit der am 4.7.2002 vom Deutschen Bundestag verabschiedeten Novellierung der 22. BImSchV in deutsches Recht umgewandelt.

Am 12.2.2002 trat die Richtlinie 2002/3/EG (3. EU-Tochterrichtlinie) für Ozon in Kraft. Diese ist bisher noch nicht in deutsches Recht umgewandelt.

Eine weitere EU-Tochterrichtlinie für Benz-a-pyren (BaP), Arsen, Cadmium und Nickel ist in Vorbereitung.

Beim **Schwefeldioxid** wurde der ab 1.1.2005 einzuhaltende 1-Stunden-Grenzwert von 350 µg/m³ (24 Überschreitungen zulässig) und der Alarmwert (500 µg/m³ als 3-Stundenwert) auch im Jahre 2001 an allen Berliner Stationen eingehalten. Der 24-Stunden-Grenzwert von 125 µg/m³ (3 Überschreitungen zulässig) wurde 2001 ebenfalls überall eingehalten. An allen Stationen wurde auch die obere Beurteilungsschwelle von 75 µg/m³ ,bezogen auf 24-Stunden-Werte, (3 Überschreitungen zulässig) und sogar die untere Beurteilungsschwelle von 50 µg/m³ von allen Berliner Stationen eingehalten. Immerhin betrug der maximale Tagesmittelwert nur noch 37 µg/m³ und trat an Station 14 (Stadtautobahn) auf. Seit Beginn der Messungen Mitte bis Ende der siebziger Jahre haben die Jahresmittelwerte um etwa 95 % abgenommen. Auch im Vergleich zum Jahr 2000 zeigt die Schwefeldioxidbelastung weiterhin einen leicht abnehmenden Trend.

Beim **Stickstoffdioxid** wurde der ab 1.1.2010 einzuhaltende 1-Stunden-Grenzwert von 200 µg/m³ (18 Überschreitungen erlaubt) im Jahr 2001 nur an den Stationen 143 (Silbersteinstr.) 2-mal und 117 (Schildhornstr.) 1-mal überschritten und somit insgesamt eingehalten. Für die Jahresmittelwerte wurde der vom Jahr 2005 an einzuhaltende Grenzwert von 40 µg/m³ im Jahr 2001 noch an allen 5 Straßenmessstationen überschritten (an Station 117 stieg der Jahresmittelwert von 46 (im Jahr 2000) auf 51 µg/m³ an), während Grenzwert + Toleranzmarge von 58 µg/m³ (ab Januar 2001 einzuhalten) noch an der Straßenmessstation Silbersteinstr. (143) überschritten wurde.

Beim **PM10-Staub** wurde der ab 1.1.2005 einzuhaltende 24-Sunden-Grenzwert von 50 µg/m³ (35 Überschreitungen zulässig) im Jahr 2001 an 3 von 12 PM10-Stationen (014,117 und 174, also nur an Straßenmessstationen) nicht eingehalten. Vielmehr wurde er an Station 014 60-mal, an Station 117 50-mal und an Station 174 51-mal überschritten. Der Jahresgrenzwert von 40 µg/m³ wurde 2001 von keiner der 12 PM10-Stationen überschritten. Die höchsten Jahresmittelwerte lagen an allen 3 Straßenmessstellen jeweils bei 35 µg/m³.

Die Grenzwerte für **Blei** werden ohnehin schon seit Jahren eingehalten.

Der Grenzwert für **Kohlenmonoxid** über 8 Stunden von 10 mg/m³ wurde bereits im Jahr 2000 überall eingehalten.

Der für **Benzol** gültige Grenzwert des Jahresmittels von 5 µg/m³ wurde nur an Station 117 knapp überschritten.

Beim **Ozon** wurde der AOT40-Wert von 18000 µg/m³*h (Zielwert bis 2010 für den Schutz von Nutzpflanzen) zwar im Jahr 2001 nicht mehr überschritten (höchster Wert bei 15775 µg/m³*h in Buch), jedoch im Mittel über die letzten 5 Jahre mit 19176 µg/m³*h in Friedrichshagen noch an einer Station überschritten. Der AOT40-Belastungswert für den Schutz von Waldökosystemen von 20000 µg/m³*h wurde im Jahr 2001 mit 24156 (Marienfelde), 23648 (Buch) und 20267 µg/m³*h an 3 Bodenstationen (vom Fernsehturm Frohnau in 324 m Höhe abgesehen) überschritten. Der maximale Achtstunden-Mittelwert eines Tages von 120 µg/m³, der bis zum Jahre 2010 an höchstens 20 Tagen im Jahr (gemittelt über 3 Jahre) überschritten werden darf, (Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit) wurde an den Berliner Stadtrandstationen im Jahr 2001 an weniger als 25 Tagen überschritten, jedoch im Mittel über die letzten 3 Jahre am Stadtrand mit 34 Überschreitungen (Friedrichshagen) noch nicht eingehalten. Trotzdem hat sich die Situation gegenüber dem Jahr 2000 verbessert. Der Informationswert von 180 µg/m³ als 1-Stunden-Mittelwert wurde (vom Fernsehturm Frohnau abgesehen) nur in Marienfelde 2-mal, nämlich am 16.8. und 25.8.01 überschritten.

Eine neue EU-Tochterrichtlinie für **Arsen, Cadmium, Nickel und Benz-a-pyren** ist in Vorbereitung. Diese sieht für Arsen einen Grenzwert von 6, für Cadmium von 5, für Nickel von 20 und für Benz-a-pyren von 1 ng/m³ vor. Die Grenzwerte sind bis 1.1.2010 einzuhalten. Eine Toleranzmarge von 3 (Arsen), 2,5 (Cadmium), 10 (Nickel) bzw. 0,5 ng/m³ (Benz-a-pyren) wird zugestanden. Diese reduziert sich am 1.1.2005 und danach pro Jahr jeweils um 0,5 (Arsen), 0,5 (Cadmium), 2,0 (Nickel) bzw. 0,1 mg/m³ (Benz-a-pyren).

Erklärung zur nachfolgenden Grenzwert-Tabelle:

- a) Grenzwerte für Ökosysteme und Vegetationsschutz
- b) Informationsschwelle
- c) Alarmschwelle
- d) Zielwert zum Gesundheitsschutz
- e) Zielwert zum Vegetationsschutz
- f) Referenzwert zum Schutz der Wälder

Zum AOT 40-Wert siehe Erklärung im Text zum Ozon

zu e) und f) Mittelwert über 5 Jahre

zu e) langfristiger Zielwert 6000 µg/m³ h

Grenzwerte für Luftverunreinigungen nach der Richtlinie 1999/30/EG (EU-Tochtrichtlinie), für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid, PM10-Schwebstaub und Blei (in Kraft getreten seit 19.7.1999), der Richtlinie 2000/69/EG vom 16.11.2000 für Kohlenmonoxid und Benzol sowie der Richtlinie 2002/3/EG vom 12.2.2002 für Ozon

Komponente	Mittel über	Grenzwert (GW)	zulässige Anzahl von Überschreitungen	Grenzwert einzuhalten bis
Schwefeldioxid	1 h	350 µg/m ³	24-mal pro Jahr	1.1.2005
	24 h	125 µg/m ³	3-mal pro Jahr	1.1.2005
	a) 1 Jahr	20 µg/m ³	--	sofort
	a) Winter (Okt.-März)	20 µg/m ³	--	sofort
Stickstoffdioxid	1 h	200 µg/m ³	18-mal pro Jahr	1.1.2010
	1 Jahr	40 µg/m ³	---	1.1.2010
	a) NO _x = NO + NO ₂	30 µg/m ³	---	sofort
Schwebstaub (PM10)	- Stufe 1	24 h	35-mal pro Jahr	1.1.2005
		1 Jahr	--	1.1.2005
	-Stufe 2	24 h	7-mal pro Jahr	1.1.2010
		1 Jahr	--	1.1.2010
Blei	1 Jahr	0,5 µg/m ³	--	1.1.2005
Benzol	1 Jahr	5 µg/m ³	--	1.1.2010
Kohlenmonoxid	8 Stunden	10 mg/m ³	--	1.1.2005
		höchster 8-Stunden-Mittelwert eines Tages		
Ozon	1 h	180 µg/m ³ b)	--	sofort
	1 h	240 µg/m ³ c)	--	sofort
	d) 8 h	120 µg/m ³	an 20 Tagen im 3-Jahresmittel	1.1.2010
	e) AOT40 (Mai-Juni)	18000 µg/m ³ h	--	1.1.2010
	f) AOT40 (Apr.-Sept.)	20000 µg/m ³ h	--	--

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe und Schwermetalle im Schwebstaub aus einem Stichprobenmessprogramm

Von Juli 2000 bis Juni 2001 führte die Firma NAFU-Labor GmbH im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung ein Stichprobenmessprogramm zur Untersuchung von polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) und Schwermetallen im Schwebstaub an zwei Messstellen, 042 (Neukölln, Nansenstr.) und 174 (Friedrichshain, Frankfurter Allee) durch. Hinsichtlich der PAK lassen sich die Ergebnisse für Station 042 gut in eine frühere Messreihe einfügen, da dort bis 1998 auch schon PAK gemessen wurden. Hingegen wurden bis 1998 an Station 174 noch keine PAK gemessen, sondern nur an einem mit Einschränkungen vergleichbaren Standort 014 (Stadtautobahn), aber dort nur bis 1997. Erfasst wurden dabei die PAK Benzo-b-Fluoranthen (BbF), Benzo-k-Fluoranthen (BkF), Benz-e-Pyren (BeP), Benz-a-Pyren (BaP), Benzo-g,h,i-Perylen (BghiP) und Indeno-1,2,3-cd-Pyren (IndP), außerdem die Schwermetalle Blei, Arsen, Cadmium, Kobalt, Nickel und Kupfer.

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe seit 1997 an einem innerstädtischen Hintergrundstandort (Station 042, Neukölln, Nansenstr.)

PAK	1997			1998			2000/01		
	J	W	S	J	W	S	J	W	S
BbF	4,2	7,5	1,0	3,8	6,8	0,8	1,7	3,0	0,4
BkF	2,7	4,6	0,7	2,4	4,0	0,7	1,5	2,6	0,4
BeP	3,6	6,0	1,2	3,8	6,3	1,3	1,3	2,4	0,3
BaP	3,9	7,3	0,5	3,4	6,1	0,7	1,4	2,5	0,2
BghiP	3,6	6,2	1,0	3,2	5,4	1,0	1,4	2,3	0,4
IndP	3,5	6,2	0,9	3,2	5,4	1,0	0,9	1,6	0,2

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe seit 1997 an einem Verkehrsstandort (Station 014, Stadtautobahn, bzw. 174 (Frankfurter Allee))

PAK	Standort	1997			1998			2000/01		
		J	W	S	J	W	S	J	W	S
BbF	014	3,1	5,1	1,1	----	----	----	----	----	----
	174	----	----	----	----	----	----	1,8	3,0	0,5
BkF	014	1,8	2,9	0,7	----	----	----	----	----	----
	174	----	----	----	----	----	----	1,7	2,9	0,6
BeP	014	3,1	5,1	1,2	----	----	----	----	----	----
	174	----	----	----	----	----	----	1,4	2,4	0,4
BaP	014	2,9	4,9	0,9	----	----	----	----	----	----
	174	----	----	----	----	----	----	1,6	2,8	0,4
BghiP	014	3,6	5,3	1,8	----	----	----	----	----	----
	174	----	----	----	----	----	----	1,8	2,9	0,7
IndP	014	3,0	4,9	1,1	----	----	----	----	----	----
	174	----	----	----	----	----	----	1,1	1,9	0,4

Angaben in ng/m³

J = Jahresmittel, W = Mittel über die Heizzeit (Okt.-Dez., Jan.-Mrz.), S = Mittel über die heizfreie Zeit (Apr.-Sep.)

Wie man insbesondere am innerstädtischen Hintergrundstandort 042 erkennen kann, haben alle PAK speziell von 1998 bis 2000/2001, deutlich abgenommen. Da die PAK als Emissionen bei unvollständigen Verbrennungsprozessen hauptsächlich dem Hausbrand und Kfz.-Verkehr entstammen, ist dieser auffällige Rückgang möglicherweise durch die Umstellung auf emissionsärmere Brennstoffe und die Fortentwicklung der Katalysatortechnik zurückzuführen. Hinsichtlich des Verhältnisses von BaP zu BeP, das häufig zur Abschätzung der Emissionsanteile von Otto- und Dieselmotoren herangezogen wird, und des Verhältnisses von BghiP zu BaP, mit Hilfe dessen der Anteil der verkehrsbedingten Immissionen abgeschätzt werden soll (BghiP entstammt vor allem den Kfz.-Abgasen), ist kein eindeutiger Trend von 1997 bis 2001 erkennbar. Auf jeden Fall lässt sich aus den Ergebnissen der PAK-Messungen aber festhalten, dass trotz der deutlichen Abnahme der Werte in den vergangenen Jahren die PAK-Immissionen immer noch zu hoch sind. BaP dient infolge seiner Kanzerogenität als Leitsubstanz für die PAK. Der von der EU beabsichtigte, bis zum Jahr 2005 einzuhaltende Grenzwert von 1,0 ng/m³ für BaP (Jahresmittelwert) würde also an beiden Standorten noch nicht eingehalten. Grenzwert + Toleranzmarge von insgesamt 1,5 ng/m³ würde nur an Station 042, nicht aber am Verkehrsstandort, Station 174, eingehalten.

Schwermetalle im Schwebstaub, Jahresmittel 1996 und 2000/2001

Standort --->	MC 042		MC 174	
Schwermetall/Jahr	1996	2000/2001	1996	2000/2001
Arsen	3,2	8,0	4,4	9,0
Blei	100	33	205	41
Cadmium	1,7	0,7	1,4	1,1
Kobalt	----	14	----	19
Kupfer	----	26	----	72
Nickel	----	28	----	17

Angaben in ng/m³

Wie der Tabelle zu entnehmen ist, haben verglichen mit 1996 die Bleikonzentrationen im Jahresmittel um 65 bis 75 % abgenommen, die Cadmiumkonzentrationen je nach Standort um 20 bis 60 % abgenommen, während die Arsenkonzentrationen um 105 bis 150 % zugenommen haben. 1993/94 allerdings lagen die Arsenkonzentrationen ziemlich genau zwischen denen von 1996 bzw. 2000/01, sind also offensichtlich von Jahr zu Jahr stärkeren Schwankungen unterworfen. Bei den meisten Schwermetallen sind die Schwankungen von Tag zu Tag sehr ausgeprägt. So wurden 2000/01 an einzelnen Tagen Tageswerte von bis zu 50 (Arsen), 490 (Blei), 161 (Cadmium), 17 (Kobalt), 513 (Kupfer) und 1004 ng/m³ (Nickel) gemessen. Gerade beim Kobalt, Nickel und Cadmium traten hohe Konzentrationen nur an wenigen Tagen auf. Die Maximalwerte beim Blei und Kupfer traten am 1.1.01 infolge des Silvester-Neujahrs-Feuerwerks auf. Nach SenStadtUm,1998 (Hrsg.): „Luftreinhaltung in Berlin 1997“ wird in Berlin die Arsenimmission vorrangig durch Ferntransport verursacht. Als Hauptursache wird die Kupferverhüttung in Südwestpolen angenommen. Als Hauptursache der Bleibelastung wird dagegen der Kfz.-Verkehr angesehen.

Nach der in Vorbereitung befindlichen EU-Tochterraichtlinie würde der bis 2010 einzuhaltende Grenzwert für Arsen von 6 ng/m³ (Jahresmittel) an beiden Messstellen überschritten, während Grenzwert + Toleranzmarge von 9 ng/m³ an Station 174 noch gerade erreicht würde. Der Grenzwert für Cadmium (5 ng/m³) würde an beiden Standorten eingehalten. Für Nickel würde der Grenzwert (20 ng/m³) an Station 042 nicht eingehalten, wohl aber Grenzwert + Toleranzmarge (30 ng/m³). Der jetzt schon gültige Grenzwert für Blei (Jahresmittel von 0,5 µg/m³ bzw. 500 ng/m³) wird dagegen bereits seit Jahren eingehalten.

Immissionsbelastung durch den Verkehr

Der § 40 Abs. 2 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes und die 23. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (23. BImSchV), die bei Überschreitung von Konzentrationswerten von Stickstoffdioxid, Benzol und Ruß die Prüfung von Verkehrsbeschränkungen vorsehen, liefern die Grundlage für ein weiteres umfangreiches Immissionsmessprogramm unserer Senatsverwaltung. Im Jahr 1997 wurde dieses Programm zur Erfassung der Schadstoffe Benzol, Ruß und Stickstoffdioxid gestartet. Dafür wurden an 27 Hauptverkehrsstraßen und 3 Hintergrundstandorten in innerstädtischen Wohngebieten Messstellen in Betrieb genommen. Die Anzahl der Messstellen wurde im Laufe der folgenden Jahre noch etwas aufgestockt. Das Messsystem besteht aus einem Ruß- und Benzol-Immissionssammler und einem Stickoxid-Passivsammler. Mit diesem System werden Wochenproben gesammelt und anschließend im Labor analysiert.

Auch im Jahr 2001 wurden diese Messungen an 4 Hintergrund- und 41 Straßenmessstellen durchgeführt.

Im Gegensatz zu den Vorjahren wurde der Konzentrationswert nach der 23. BImSchV für **Stickstoffdioxid** von $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (98 %-Wert) im Jahr 2001 nirgends mehr, auch an der Messstelle Silbersteinstr. nicht, überschritten.

Der Konzentrationswert nach der 23. BImSchV für **Benzol** von $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Jahresmittel) wurde 2001 an keiner Messstelle überschritten.

Beim **Ruß** wurde der Konzentrationswert nach der 23. BImSchV von $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Jahresmittel) noch an 7 Straßenmessstellen überschritten, am stärksten in der Grünauer Str., die mit einem Jahresmittel von $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ den Beurteilungswert um 25 %, überschritt, gefolgt vom Spandauer Damm mit 16 %.

Der Jahresmittelwert nach der EU-Tochterrichtlinie bzw. der neuen 22. BImSchV für **Stickstoffdioxid** von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde im Jahr 2001 an allen 41 Straßenmessstellen überschritten, Grenzwert + Toleranzmarge von derzeit $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ noch an 4 Straßenmessstellen, nämlich Grünauer Str. (65), Leipziger Str. (62), Schildhornstr.88 (59) und Silbersteinstr. ($59 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Der Jahresmittelwert nach der EU-Tochterrichtlinie bzw. der neuen 22. BImSchV für **Benzol** von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde im Jahr 2001 an 9 Straßenmessstellen überschritten. Er war am höchsten in der Schildhornstr. 88 mit $6,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, gefolgt von der Karl-Marx-Str. 236 mit 5,9 und der Silbersteinstr. mit $5,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Sowohl beim Stickstoffdioxid, als auch beim Benzol und Ruß gingen die Belastungen gegenüber 2000 zurück. So nahm das Ruß-Jahresmittel in der Grünauer Str. von 16,0 (1997) über 12,3 (1998) auf 11,0 (1999) ab, im Jahr 2000 betrug es nahezu unverändert 11,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, und im Jahr 2001 nahm es ab auf $10,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$; in der Silbersteinstr. nahm es von 14,8 (1997) über 12,8 (1998), 10,9 (1999) auf $9,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2000) ab und blieb unverändert im Jahr 2001. Diese Abnahme der Ruß-Immission kann einerseits auf die Umstellung auf emissionsärmere Kraftfahrzeuge, andererseits auch auf günstige meteorologische Verhältnisse im Jahr 2000 zurückgeführt werden. Gleichwohl wurde 2001 der Konzentrationswert nach der 23. BImSchV für Ruß noch immer an über 15 % der untersuchten Hauptverkehrsstraßen überschritten. Die höchstbelasteten Messstellen lagen in der Silbersteinstr. in Neukölln, in der Grünauer Str. in Treptow, im Spandauer Damm, in der Leipziger Str., in der Schildhornstr. in Steglitz, in Alt-Friedrichsfelde und Alt-Moabit. Das Benzol-Jahresmittel ging im Jahr 2001 gegenüber 2000 in der Silbersteinstr. von 6,5 auf $5,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zurück, an den meisten Stationen etwas geringer. Beachtlich ist der Rückgang beim 98 %-Wert für Stickstoffdioxid in der Silbersteinstr. von 163 (2000) nach $130 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2001); geringer fiel der Rückgang an anderen Stationen aus. In der Grünauer Straße nahm der 98 %-Wert für Stickstoffdioxid sogar von 132 (2000) nach $144 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2001) zu.

In der folgenden Tabelle sind die Überschreitungen des Ruß-Grenzwerts nach 23. BImSchV von $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und der Grenzwerte nach 22. BImSchV für Benzol von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und Stickstoffdioxid von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fett gedruckt. * = Überschreitung von Grenzwert + Toleranzmarge für Stickstoffdioxid (z.Zt. $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Jahresmittelwerte 2001 für Benzol, Ruß, Stickstoffdioxid (NO₂) sowie 98- %-Wert für NO₂

Messort	Charakteristik	Benzol µg/m ³	Ruß µg/m ³	NO µg/m ³	NO ₂ µg/m ³
		Jahresmittel	Jahresmittel	Jahresmittel	98-%-Wert
Grünauer Str.4	Straße	5,1	10,0	65 *	144
Spandauer Damm 103	Straße	5,1	9,3	57	126
Schildhornstr. 88	Straße	6,2	8,9	59 *	129
Alt Friedrichsfelde 8a	Straße	4,4	8,4	56	122
Leipziger Str. 32*	Straße	4,3	8,3	62 *	136
Silbersteinstr.1	Straße	5,7	8,2	59 *	130
Alt Moabit 63*	Straße	4,9	8,2	54	119
Sonnenallee 68*	Straße	5,4	7,7	55	120
Brückenstr. 15*	Straße	5,2	7,6	55	121
Landsberger Allee 6-8*	Straße	4,0	7,6	45	100
Karl Marx Str. 236	Straße	5,9	7,6	53	118
Frankfurter Allee 96*	Straße	4,7	7,5	50	111
Herrmannstr. 120	Straße	5,0	7,5	57	124
Tempelhofer Damm 148	Straße	4,7	7,3	54	119
Berliner Allee 118	Straße	4,3	7,3	55	122
Kottbusser Damm 3*	Straße	4,8	7,3	50	109
Gitschiner Str. 97*	Straße	4,6	7,2	52	114
Hauptstr. 53*	Straße	4,5	7,1	57	124
Schildhornstr.76 (MC 117)	Straße	5,2	7,0	52	114
Prenzlauer Promenade 176	Straße	3,9	6,9	53	117
Karl- Marx- Str.77* (MC 220)	Straße	5,5	6,8	48	106
Potsdamer Str. 102*	Straße	3,9	6,6	55	121
Lerschpfad 17 (MC14)	Straße	2,9	6,5	47	104
Kolonnenstr. 3*	Straße	4,4	6,5	49	107
Beusselstr. 66*	Straße	3,9	6,3	57	125
Müllerstr. 138d*	Straße	4,1	6,2	49	107
Martin Luther Str. 62*	Straße	4,4	6,2	50	111
Schloßstr.29	Straße	4,4	6,2	55	122
Torstr. 142*	Straße	4,1	6,1	50	109
Brunnenstr. 187*	Straße	4,2	6,0	48	105
Baumschulenstr. 87/88	Straße	3,6	6,0	46	101
Frankfurter Allee 86b* (MC 174)	Straße	3,9	5,7	46	101
Schlesische Str.10-11*	Straße	3,5	5,7	46	101
Reinickendorfer Str. 114*	Straße	3,2	5,7	47	103
Spreestr.2	Straße	3,2	5,5	42	93
Behrensstr. 8*	Straße	3,0	5,4	48	106
Kantstr. 117 *	Straße	3,3	5,4	49	108
Urbanstr. 99-100*	Straße	4,4	5,2	45	99
Rosenthaler Str. 28-31*	Straße	3,1	5,1	44	97
Kaiserdamm 100*	Straße	3,3	5,0	45	99
Dudenstr. 11*	Straße	3,2	4,7	41	90
Templiner Str. 3*	Hintergrund	2,2	3,5	29	63
Nansenstr.10 * MC 42	Hintergrund	2,1	3,4	28	61
Parochialstr.1-3 (MC 71)*	Hintergrund	1,8	3,4	32	70
Klinikum Buch (MC 77)	Hintergrund	1,1	2,3	15	33

Berechnung eines Luftbelastungsindizes

Die in den bisherigen Jahresberichten verwendete simultane Bewertung der Luftqualität für die Stadt- und Regionalplanung, die in der VDI-Richtlinie 37687 vorgeschlagen wird, kann nicht mehr angewendet werden, da sie sich auf Gesamt-Schwebstaub (TSP) bezieht, im Berliner Luftgüte-Messnetz aber im Jahr 2001 an den meisten Messstellen schon auf PM10-Staub-Messung umgestellt wurde. Darüberhinaus muss den seit der Novellierung der 22. BImSchV im Juli 2002 in deutsches Recht umgewandelten strengeren Grenzwerten der EU Rechnung getragen werden. Deshalb wird in diesem Bericht eine neue simultane Bewertung der Luftqualität vorgeschlagen:

Aufgrund der durchweg sehr geringen Schwefeldioxid-Belastung wird dieser Luftschadstoff hier nicht mehr verwendet. Vielmehr gehen hier nur noch Stickstoffdioxid und PM10-Schwebstaub ein. An den wenigen Messstellen, die auch am Ende des Jahres 2001 noch TSP-Schwebstaub erfassten, wurde dieser durch Multiplikation mit einem angepassten Faktor in PM10-Staub hochgerechnet. Es wird für Stickstoffdioxid für jede Station der Jahresmittelwert zum EU-Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und entsprechend für PM10-Schwebstaub zum EU-Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ins Verhältnis gesetzt:

$$(\text{NO}_2, \text{Jahresmittel} / 40 \mu\text{g}/\text{m}^3) = \text{NI}$$

$$(\text{PM}_{10}, \text{Jahresmittel} / 40 \mu\text{g}/\text{m}^3) = \text{PI}$$

Mit Hilfe von NI und PI wird folgende Bewertung vorgeschlagen:

Bewertungsstufe I (schwach belastet): $(\text{NI} + \text{PI})/2 < 0,50$

Bewertungsstufe II (mäßig belastet): $0,50 \leq (\text{NI} + \text{PI})/2 < 1,00$

Daneben müssen noch die beiden Bedingungen erfüllt sein:

- der Tagesmittelwert für PM10 von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ darf nicht häufiger als 35-mal im Kalenderjahr überschritten worden sein und
- der 1-Stunden-Mittelwert für Stickstoffdioxid on $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ darf nicht häufiger als 18-mal im Kalenderjahr überschritten worden sein.

Nur wenn diese o.g. beiden Bedingungen erfüllt sind, wird der Standort in die Bewertungsstufe I oder II eingeordnet. Andernfalls kommt er in Stufe III oder IV.

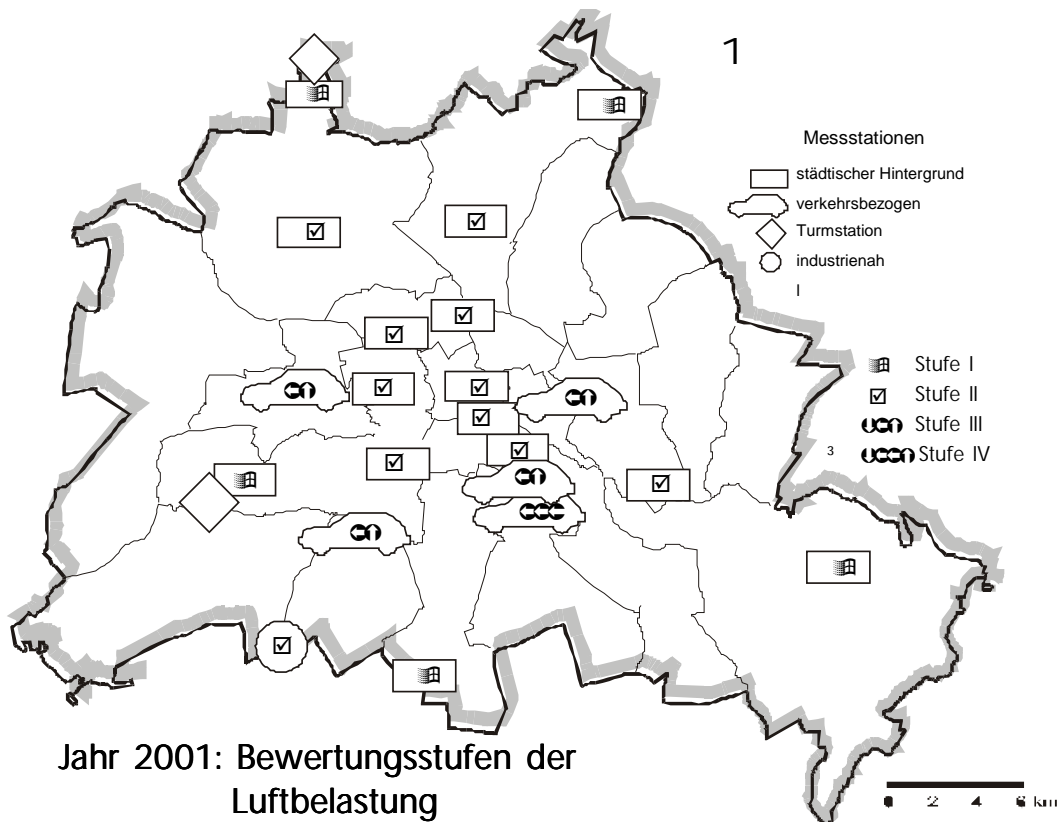
Bewertungsstufe III (stark belastet): $1,00 \leq (\text{NI} + \text{PI})/2$

oder die genannten Bedingungen für den Schwebstaub-24-Stundenwert oder den Stickstoffdioxid-1-Stundenwert sind nicht erfüllt.

Die Toleranzmarge für die Jahresmittelwerte von z.Zt. $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM10-Staub und $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für Stickstoffdioxid ist nicht überschritten.

Bewertungsstufe IV (sehr stark belastet): Kriterien für Stufe III sind erfüllt. Zusätzlich wird bei mindestens einem Schadstoff die Toleranzmarge überschritten.

Hiernach werden die Stadtrandstationen 027, 032, 077, 085 und 145 in Bewertungsstufe I, die Straßenstationen 014, 117, 174 und 220 in Stufe III und die Straßenstation 143 in Stufe IV eingruppiert. Alle anderen Stationen kommen in Stufe II. Diese qualitative Eingruppierung der Berliner Messstellen ist auch der folgenden Abbildung zu entnehmen.



Grenz- und Richtwerte zur Beurteilung der Luftqualität

Kenngröße	Grenzwert ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Beurteilungs- verfahren	Überschreitungen in Berlin
Schwefeldioxid			
Jahresmittel	140	TA Luft	keine
98%-Wert der Halbstundenwerte	400		keine
1-Stunden-Mittelwert (Grenzwert) (Überschreitungen höchstens 24 mal)	350	Richtl.1999/30/EG (1. EU-Tochterraicht- linie)	keine
1-Stunden-Mittelwert (Alarmwert) (Alarmauslösung bei Überschreitung in 3 aufeinanderfolgenden Stunden)	500	bzw.22.BImSchV	keine
Tagesmittelwert (Grenzwert) (Überschreitung höchstens 3 mal)	125		keine
Halbstundenwert	1000	VDI 2310, Bl.11	keine
Tagesmittel	300		keine
Schwebstaub - radiologische Methode (nur TSP)			
Jahresmittel	150	TA-Luft	keine
98%-Wert der Tagesmittel	300		keine
Einstundenwert	500	VDI-2310, Bl.19	50 % der TSP-Stationen
Tagesmittelwert	250		keine
mehr als 3 Stunden in Folge	500		keine
an aufeinanderfolgenden Tagen	150		keine
Jahresmittelwert	75		keine
Schwebstaub - Black-Smoke-Methode 1)			
Median der Tagesmittel des Jahres	80	Richtl.80/779/EWG,	keine
Median der Tagesmittel des Winters	130	Anhang I, Tab. B	keine
98%-Wert der Tagesmittel des Jahres	250		keine
Leitwert des Jahresmittel	40-60	Richtl.80/779/EWG	keine
Leitwert des Tagesmittel	100-150		1 Straßenmessstation
Schwebstaub, PM10			
Tagesmittelwert (Grenzwert) (Überschreitung höchstens 35 mal)	50	Richtl.1999/30/EG 1.EU-Tochterraicht- linie),22.BImSchV	4 von 6 PM10-Mess- stationen (davon alle 3 Straßenmessstationen und 1 Hintergrundstation)
Jahresmittelwert(Grenzwert)	40		keine
Blei			
Jahresmittelwert (Grenzwert)	0,5	Richtl.1999/30/EG 1.EU Tochterraicht- linie	keine

Stickstoffdioxid			
Jahresmittel	80	TA Luft	keine
98%-Wert der Halbstundenwerte	200		keine
98%-Wert der Halbstundenwerte	160	23. BImSchV	keine
1-Stundenmittelwert (Grenzwert) (Überschreitung höchstens 18 mal)	200	Richtl.1999/30/EG (1.EU-Tochterraicht- linie) bzw. 22.BImSchV	2 Straßenmessstat.
1-Stundenmittelwert (Alarmwert) (Auslösung bei Überschreitung in 3 aufeinander- folgenden Stunden)	400		keine
Jahresmittelwert (Grenzwert)	40		alle 5 Straßenmessstat.
Halbstundenwert	200	VDI-2310, Bl.12	2 Straßenmessstat.
Tagesmittelwert	100		1 Straßenmessstat.
Stickstoffmonoxid			
Halbstundenwert	1000	VDI-2310	1 Straßenmessstat.
Tagesmittelwert	500		keine
Kohlenmonoxid			
Jahresmittelwert	10000	TA-Luft	keine
98%-Wert der Halbstundenwerte	30000		keine
Jahresmittelwert			
Tagesmittelwert	10000	VDI-2310	keine
Halbstundenwert	10000		keine
mehr als 3 Stunden in Folge	50000		keine
höchster 8-Stunden-Mittelwert eines Tages	10000	Richtl.2000/69/EG (2.EU-Tochterraicht- linie) bzw. 22.BImSchV	keine
Ozon			
höchster 8-Stunden-Mittelwert eines Tages	120	Richtlinie 2002/3/EG	alle Messstationen
höchster 8-Stunden-Mittelwert eines Tages, gemittelt über die letzten 3 Jahre	120	(EU-Tochterraichtlinie)	alle bis auf 1 Straßenmessstation
AOT40-Summe d.tägl.Ozon-Konzentrationen über 80 mg/m ³ ,aufsummiert über Mai-Juli(für Pflanzen)	18000 (b.2010) 6000(langfrist.)		keine 2 von 4 Innenstadt- u. alle Stadtrandmessstat.
AOT40,aufsummiert über Apr.-Sept.(für Wälder)	20000		3 von 6 Stadtrandmessstationen
Einstundenwert (Bevölkerungsinformation) (darf an 25 Tagen pro Jahr überschritten werden)	180		1 Messstation (an 2 Tagen)
Einstundenwert (Bevölkerungswarnung)	240		keine
Halbstundenwert	120	VDI-2310, Bl.15	alle

Benzol			
Jahresmittel	10	23.BImSchV	keine
Jahresmittelwert (Grenzwert)	5	Richtl.2000/69/EG (2.EU-Tochterraichtlinie) bzw. 22.BImSchV	1 von 3 Straßenmessstationen
Ruß			
Jahresmittel	8	23.BImSchV	keine

Anmerkungen:

1)In der Bundesrepublik Deutschland ist für die verbindliche Bewertung die gravimetrische Staubmessmethode anzuwenden.

Seit Juni 1999 sind für Schwefeldioxid, PM10-Schwebstaub, Stickstoffdioxid und Blei, seit Dezember 2000 für Kohlenmonoxid und Benzol neue EU-Tochterraichtlinien mit strengeren Grenzwerten in Kraft getreten. Diese sind mit der Novellierung der 22.BImSchV seit Juli 2002 in deutsches Recht umgewandelt.

Eine neue EU-Tochterraichtlinie für Ozon ist im Februar 2002 in Kraft getreten.

Bei den Überschreitungen sind nur die automatischen Messstationen berücksichtigt.