

Luftgütemessdaten

Jahresbericht 2002

Vorwort

Der vorliegende Bericht „Luftgütemessdaten 2002“ ist eine Ergänzung der Broschüre „Luftverunreinigungen in Berlin im Jahr 2002“. 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 2002“ bearbeitet hat. Daher sind aus der Broschüre zahlreiche Abbildungen, Tabellen und Textpassagen in diesen Bericht übernommen.

Herausgeber: Senatsverwaltung für Stadtentwicklung
Referat Öffentlichkeitsarbeit
Am Kölnischen Park 3
10179 Berlin
Tel.: 9025-0

Fachliche Bearbeitung: Dr. Albrecht v. Stülpnagel
Brückenstr. 6, 10179 Berlin,
Tel.: 030 - 9025 2319
Fax: 030 - 9025-2952

Berlin, Oktober 2003

Inhaltsverzeichnis

Luftgüte - Messergebnisse 2002

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 PM 10-Staub	9
Immissionsmessergebnisse Stickstoffmonoxid	10
Immissionsmessergebnisse Summe der Stickoxide	11
Immissionsmessergebnisse Stickstoffdioxid	12
Immissionsmessergebnisse Kohlenmonoxid	14
Stickoxide und Kohlenmonoxid	15
Ozon	16
Immissionsmessergebnisse Ozon	18
Schwefeldioxid und PM10-Schwebstaub	20
Schwebstaub und Inhaltsstoffe	21
Benzol und Toluol	23
Immissionsmessergebnisse Benzol und Toluol	24
Black-Smoke	27
Immissionsmessergebnisse Black-Smoke	28
Rußmessungen	28
Jahresmittelwerte von Ruß	29
Monatsmittelwerte von Ruß	30
Schadstoffeintrag durch Feuchtdeposition	31
Grenzwerte nach der 22. BImSchV	33
Immissionsbelastung durch den Verkehr	34
Jahreswerte für Benzol, Ruß und Stickstoffdioxid nach 23. BImSchV	35
PM10-Staubkonzentration in Abhängigkeit von der Windrichtung	37
Grenz- und Richtwerte zur Beurteilung der Luftqualität	39

Berliner Luftgüte-Messnetz (BLUME), Standorte der Messstationen im Jahre 2002

Nr.	Standort		Koordinate		Komponenten	Gebiet	Bezirke	Verkehr	Hausbrand
	PLZ	Anschrift	RW	HW					
Wohngebietsmessstationen									
5	13507	Tegel Buddestr. 1 A	17280	28700	NOx	1	5	1	2
10	13533	Wedding Limburger/Amrumer Str.	21250	24000	SO PM NOx CO Oz BS BTX RZ	1	7	2	3
11	13357	Wedding Behmstr. 47-49	24450	24900	NOx	1	4	2	3
15	10555	Tiergarten Bachstr. 1-2	20560	21360	PM NOx RZ	1	6	3	3
18	10823	Schöneberg Belziger Str. 52	21200	17650	PM NOx	1	6	2	3
42	12407	Neukölln Nansenstr. 10	27000	17900	SO PM NOx CO Oz BS BTX RZ TT RF	1	4	1	3
71	10179	Mitte (Parochialstr.) Parochialstr. 1-3	25300	21100	PM NOx Oz BTX RZ	1	2	3	2
72	13156	Pankow Blankenfelder/Schillerstr.	24950	29200	PM NOx RZ	1	4	2	2
171	10179	Mitte (Brückenstr.) Brückenstr. 6	25900	20700	SO PM NOx CO BS RZ (Oz)	1	6	2	2
282	10318	Karlshorst Rheingoldstr., gegenüber 36/37	33485	17570	SO NOx CO	1	4	1	2
Verkehrsmessstationen									
14	14059	Charlottenburg, Lerschpfad Lerschpfad 17, Stadtautobahn	16700	21200	SO PM NOx CO Oz BTX RZ	1	4	4	2
117	12163	Steglitz, Schildhornstraße Schildhornstr. 76	19125	15200	SO PM NOx CO 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 CO BS BTX TT RF	1	6	4	2
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	NOx CO	2	1	2	2

Stadtrandmesstationen									
27	12307	Marienfelde 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 PM 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 WG	2	0	1	1
77	13125	Buch Wiltbergstr. 50, Städt.Klinikum	30800	34900	SO PM NOx Oz RZ	2	0	1	1
85	12587	Friedrichshagen Müggelseedamm 307-310 Wasserwerk	41000	13300	PM NOx Oz	2	0	1	2
145	13465	Frohnau (Bodenmesstation) Jägersteig 1, Messhöhe 3,5 m	17680	36360	SO PM NOx CO Oz BTX TT RF	2	0	1	1
45	13465	Frohnau, Funkturm Jägersteig 1, Messhöhe 324 m	17680	36360	SO NOx Oz TT	2	0	1	1
Meteorologiemesstationen									
314	10585	Charlottenburg (60 m hoch) Otto-Suhr-Allee 100, Rathaus	18450	21200	TT RF WR WG pp				
318	10827	Schöneberg (25 m hoch) Kärntner Str. 20	21150	16700	TT RF WR WG GS				

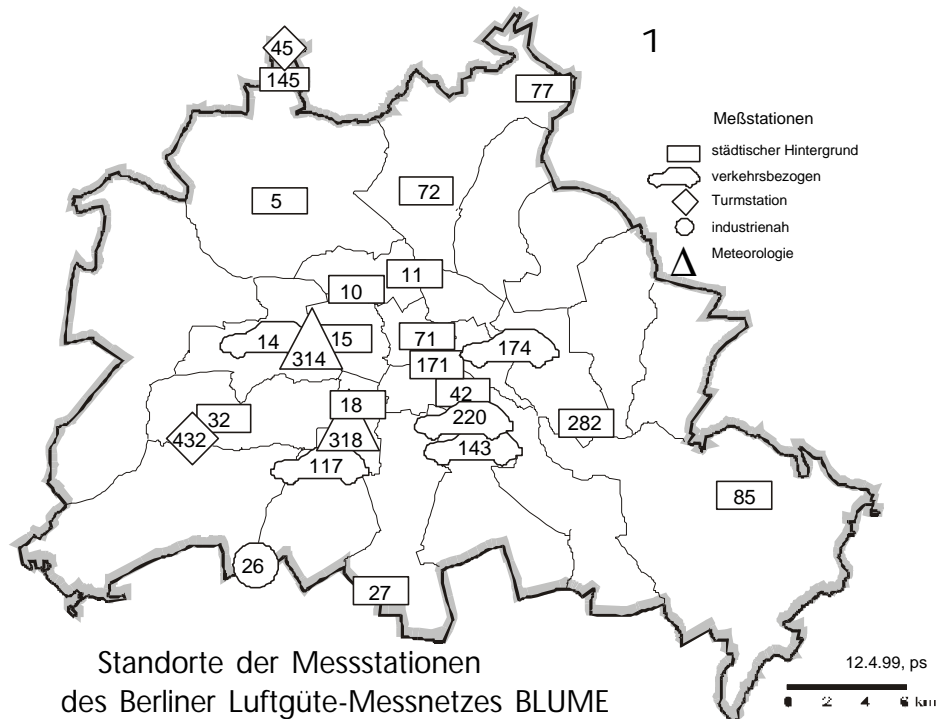
An der Station 171 (Brückenstr.) werden Ozon- Messungen nur im Testbetrieb durchgeführt.

Erläuterungen zu Tabelle 1: Gebietscharakteristik in Anlehnung an Amtsblatt der europäischen Gemeinschaft 82/459/EWG

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, Straßenmesstation Grundlage: Emissionskataster Verkehr 1988 zu 1 bis 3: Anzahl der Kfz. pro km ² und Tag. Die Messtationen 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	NOx Stickoxide	PM PM10-Staubfraktion	CO Kohlenmonoxid
Oz Ozon	BS Black-Smoke	BTX Benzol, Toluol, Xylol	RZ Rußzahl
TT Temperatur	WR Windrichtung	WG Windgeschwindigkeit	RF rel.Feuchte
GS Globalstrahlung	SB Strahlungsbilanz	pp Luftdruck	



Beschreibung des Berliner Luftgüte - Messnetzes (BLUME)

Das Messnetz bestand im Jahr 2002 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. Darüberhinaus 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. Ebenso dient ein zusätzliches PM10-Staubgerät in der Station 171 zu Testzwecken.

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. Gesamt-Schwebstaub (TSP) wird seit Anfang des Jahres 2002 überhaupt nicht mehr gemessen. Die Staubmessung an den Messstationen 32 (Grunewald) und 18 (Schöneberg) wurde im Februar 2002 auf PM10-Staubmessung umgestellt (das Gerät an Station 18 musste jedoch bald darauf wegen eines Defekts ausgebaut werden und nahm erst im Dezember 2002 den Messbetrieb wieder auf). Ende Januar bis Mitte Februar wurden an den Messstationen 5 (Tegel), 11 (Wedding, Behmstr.), 15 (Tiergarten), 18 (Schöneberg), 26 (Lichterfelde), 71 (Mitte, Parochialstr.), 72 (Pankow), 77 (Buch) und 85 (Friedrichshagen) jeweils die Schwefeldioxid- und ggf. auch die Kohlenmonoxid-Messungen sowie an Station 10 (Wedding, Amrumer Str.) die Kohlendioxid-Messung eingestellt. Die Stationen 26 wurde am 14.11.02, die Stationen 5, 11 und 15 am 31.12.02 gänzlich stillgelegt.

An allen PM10-Staub-Messstellen werden in Verbindung mit den Staubmessgeräten Rußmessköpfe zur Messung der Rußzahlen, welche zur Abschätzung der Rußkonzentration genutzt werden, betrieben.

Messungen von polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAH) wurden im Jahr 2002 nicht durchgeführt.

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

Jahr	SO ₂		PM10- Staub		NO ₂		NO		NO _x		CO		O ₃		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	73	182							1,3	4,6				
1985	67	333	73	233							1,3	4,7				
1986	65	256	70	192	47	118	29	178	91	358	1,2	4,6				
1987	76	405	69	200	44	115	26	131	82	285	1,2	4,0	31	108	49	193
1988	53	213	71	181	36	79	18	100	62	212	0,9	3,1	43	128	35	114
1989	63	304	73	221	38	89	22	141	72	286	0,9	3,8	39	139	40	157
1990	48	225	58	162	32	79	17	101	57	212	0,8	2,7	39	133	34	102
1991	45	217	59	166	34	85	20	139	64	281	0,8	3,6	42	139	36	116
1992	32	136	51	130	32	79	19	120	61	244	0,7	2,8	46	155	34	119
1993	26	124	49	138	30	73	17	97	56	206	0,6	2,1	42	139	34	108
1994	20	85	43	118	29	71	17	113	55	227	0,5	2,0	47	150	35	91
1995	17	80	41	90	26	64	16	104	51	206	0,5	1,8	40	129	34	102
1996	17	80	48	120	26	66	15	95	49	182	0,5	1,6	41	120	35	104
1997	11	52	38	93	25	67	15	103	48	214	0,4	1,6	43	121	32	88
1998	8	33	31	92	25	63	12	79	43	171	0,4	1,3	38	111	29	81
1999	7	24	31	91	25	64	12	85	42	181	0,3	1,2	45	120	29	73
2000	6	21	27	62	23	58	10	72	38	148	0,3	1,1	42	120	23	56
2001	5	21	25	57	21	56	9	63	35	140	0,3	1,1	41	113	25	62
2002	6	25	26	68	24	62	8	57	36	139	0,4	0,9	45	121	24	62

Konzentrationsangaben in µg/m³, bei CO in mg/m³

BS = Black Smoke

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 wird erst seit 1998 der PM10-Staub direkt gemessen. Nach und nach wurden immer mehr Messstellen auf PM10-Staubmessung umgestellt. Erst seit 2002 wird im gesamten Messnetz nur noch PM10-Staub gemessen. Zur Vergleichbarkeit wurden die Daten der bis dahin betriebenen TSP (Gesamtstaub)-Messstationen durch Division durch 1,2 näherungsweise in PM10-Staub umgerechnet.

Ergebnisse des Berliner Luftgüte-Messnetzes 2002 Schwefeldioxid (SO₂)

	MS	XQ	P50	P98	EU_N24	MAX_d	EU_N1	MAX_1h	V
Stadt- rand	27	5	3	23	0	36	0	52	97
	32	4	2	24	0	37	0	92	98
	432	4	2	25	0	40	0	71	94
	85	5	4	17	0	18	0	33	12
	145	8	6	32	0	43	0	194	98
Innen- stadt	10	5	3	25	0	35	0	70	96
	42	7	5	28	0	34	0	60	96
	171	5	3	23	0	35	0	57	99
	282	4	3	20	0	30	0	53	97
Straße	14	7	5	29	0	39	0	76	97
	117	8	6	32	0	43	0	194	98
	174	6	5	25	0	30	0	73	96
Turm	45	4	2	19	0	32	0	189	98

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)

Jahresmittelwerte Schwefeldioxid

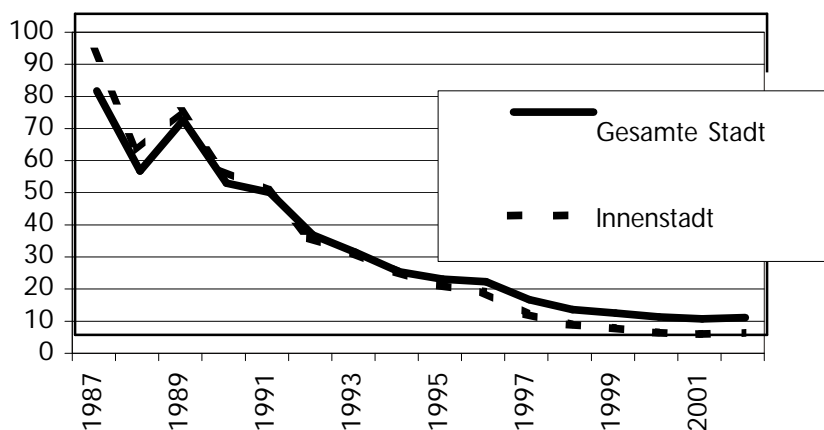


Abb.: Trend der Schwefeldioxid-Jahresmittelwerte

Ergebnisse des Berliner Luftgütemessnetzes 2002 PM10-Staub

	MS	XQ	P50	P98	MAX_d	EU_24	EU_90	MAX_1h	V
Hintergrund	PM_010	29	23	75	151	39	<u>52</u>	201	99
	PM_015	30	24	80	138	50	<u>54</u>	197	100
	PM_027	25	20	71	144	25	47	190	98
	PM_042	30	24	81	160	40	<u>52</u>	787	99
	PM_071	34	28	90	173	57	<u>59</u>	464	95
	PM_077	24	19	68	140	23	47	231	100
	PM_085	25	20	76	143	23	46	184	95
	PM_145	25	20	70	136	29	48	159	95
	PM_072	33	28	81	140	58	<u>58</u>	519	96
	PM_171	30	25	83	100	43	<u>54</u>	472	98
Straße	PM_014	40	35	103	177	91	69	247	98
	PM_117	38	33	89	171	84	<u>64</u>	881	99
	PM_174	40	35	97	173	82	68	2327	96

MS	=	Nummer der Messstation
XQ	=	Jahresmittelwert, Werte über den EU-Grenzwert von 40 µg/m ³ (bis 1.1.2005 einzuhalten), die Toleranzmarge (im Ermittlungszeiraum, incl. Grenzwert) liegt bei 45 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	=	EU_24 korrigiert mit Verfügbarkeit Angabe des 90,41%-Wertes. Dieser entspricht dem 36. höchsten Tagesmittelwert und darf deshalb ab 1.1.2005 nicht über 50 µg/m ³ liegen.
MAX_1h	=	Grenzwert (im Ermittlungszeitraum, incl. Toleranzmarge) liegt bei 65 µg/m ³ . maximaler Stundenwert
V	=	Datenverfügbarkeit (% von 365 möglichen Tageswerten)

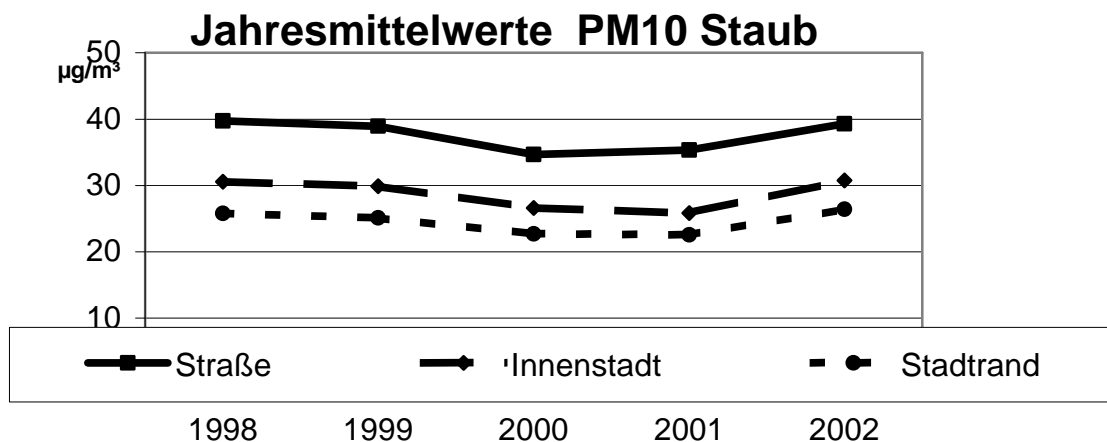


Abb.: Trend der PM10-Staub-Jahresmittelwerte

Ergebnisse des Berliner Luftgütemessnetzes 2002 Stickstoffmonoxid (NO)

	MC	XQ	P50	P98	N24	MAX_d	max_1h	V
Stadt- rand	26	7	2	53	0	67	251	87
	27	4	1	27	0	48	156	100
	32	5	1	50	0	88	191	98
	432	4	1	37	0	93	219	94
	77	4	1	34	0	48	121	99
	85	2	1	18	0	23	82	98
	145	3	1	32	0	56	137	99
Innen- stadt	5	9	2	79	0	113	316	98
	10	10	4	65	0	100	282	94
	11	6	2	47	0	82	292	100
	15	14	4	107	0	153	455	99
	18	9	3	61	0	102	284	98
	42	9	4	56	0	90	254	100
	71	12	6	64	0	90	395	98
	72	21	12	111	0	115	366	98
	171	10	5	56	0	92	284	99
282	6	2	55	0	69	224	98	
Straße	14	85	51	366	0	258	791	99
	117	69	45	273	0	232	535	99
	143	105	67	400	4	351	821	94
	174	38	23	151	0	134	454	95
	220	56	39	196	0	178	416	97
Turm	45	1	1	6	0	11	38	96

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 2002

Summe der Stickoxide (NO_x)

	MC	XQ	P50	P98	MAX_d	max_1h	V
Stadt- rand	26	33	24	135	173	424	87
	27	24	18	86	109	297	99
	32	23	15	106	162	338	97
	432	23	14	106	181	403	92
	77	22	14	94	113	250	99
	85	19	15	67	80	168	98
	145	20	13	89	114	249	99
Innen- stadt	5	41	26	174	220	561	98
	10	45	33	157	203	507	94
	11	37	27	132	177	532	100
	15	49	32	226	286	768	99
	18	43	32	150	206	527	98
	42	45	36	148	207	493	100
	71	54	43	160	191	725	98
	72	56	41	224	218	625	98
	171	40	31	138	179	533	99
282	33	24	130	155	386	98	
Straße	14	186	128	670	494	1374	99
	117	160	124	505	426	948	99
	143	224	161	731	628	1425	94
	174	105	83	311	282	793	95
	220	133	106	388	335	761	97
Turm	45	9	7	38	44	103	95

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)

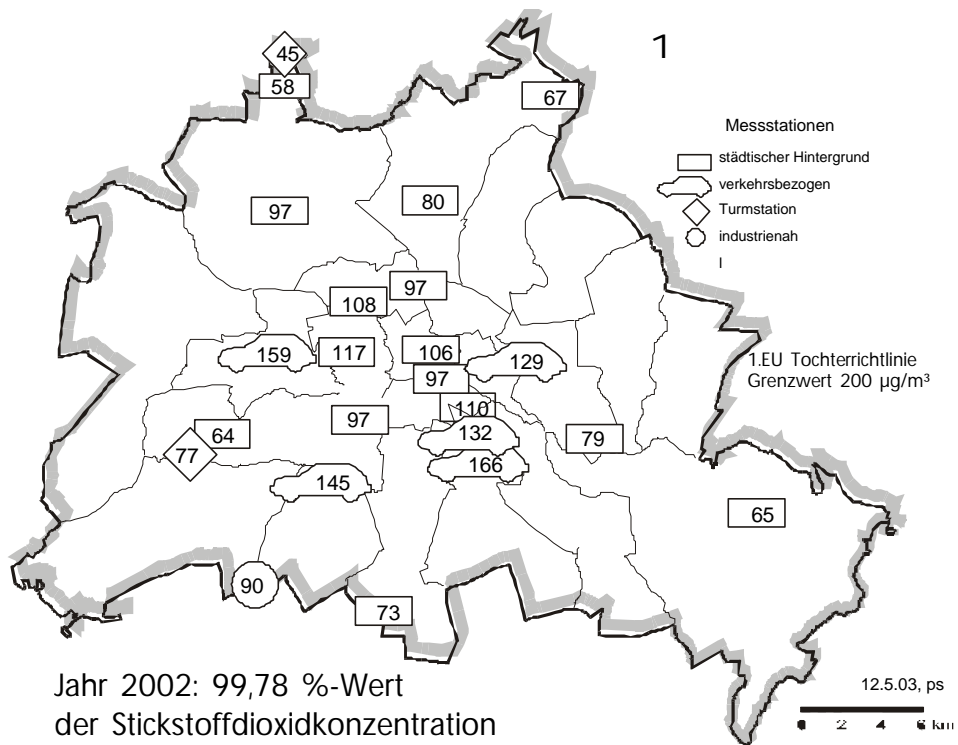
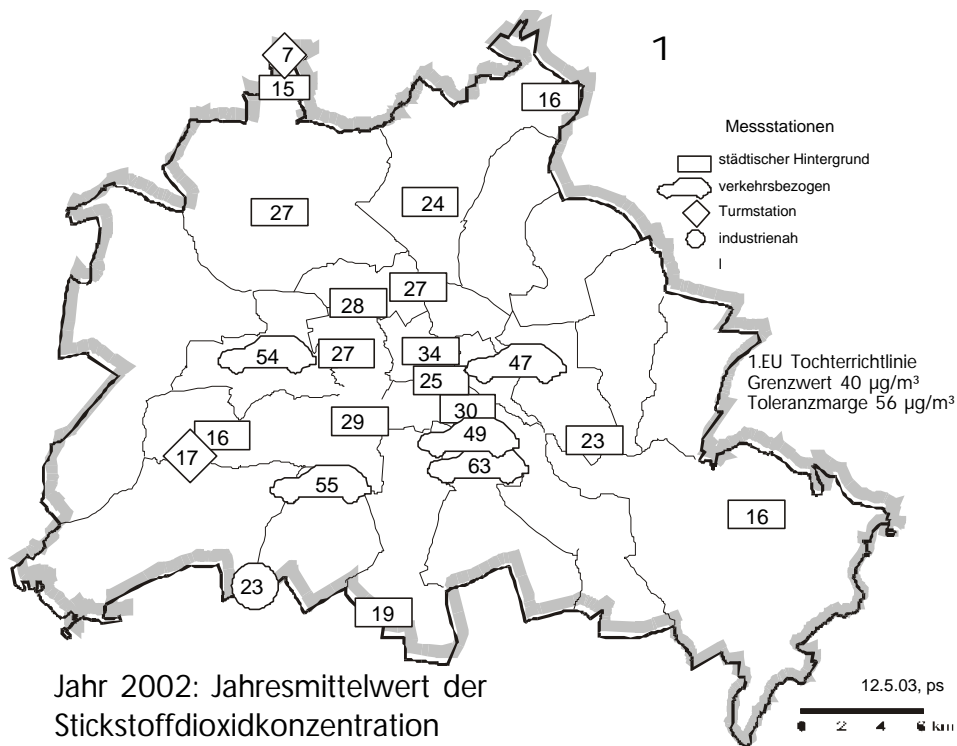
Ergebnisse des Berliner Luftgütemessnetzes 2002

Stickstoffdioxid (NO₂)

	MC	XQ	P50	P98	N24_h	MAX_d	EU_N1	EU_99,78	max_1h	V
Stadt- rand	26	23	19	64	0	70	0	90	116	87
	27	19	16	50	0	48	0	73	97	99
	32	16	13	50	0	49	0	64	76	97
	432	17	13	56	0	53	0	77	105	92
	77	16	12	49	0	54	0	67	85	99
	85	16	14	44	0	49	0	56	65	98
	145	15	12	47	0	50	0	58	64	99
Innen- stadt	5	27	23	71	0	59	0	97	121	98
	10	28	26	73	0	75	0	108	142	94
	11	27	24	70	0	68	0	97	138	100
	15	27	24	79	0	76	0	117	165	99
	18	29	26	67	0	66	0	97	143	98
	42	30	28	72	0	72	0	110	141	100
	71	34	32	75	0	74	0	106	151	98
	72	24	21	64	0	61	0	90	135	98
	171	25	23	65	0	68	0	97	147	99
	282	23	21	59	0	55	0	79	99	98
Straße	14	<u>54</u>	46	126	13	129	0	159	192	99
	117	<u>55</u>	52	119	8	113	0	145	181	99
	143	63	56	140	19	134	1	166	201	94
	174	<u>47</u>	45	100	0	93	0	129	163	95
	220	<u>49</u>	47	105	0	93	0	132	156	97
Turm	45	7	6	30	0	31	0	45	57	95

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 $56 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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_99,78 = 99,78%-Wert der Stundenwerte (entspricht bei 100 % Verfügbarkeit dem 19. größten Messwert; bei geringerer Verfügbarkeit müsste die 19 durch Hochrechnung entsprechend berechnet werden)
max_1h = maximaler Stundenwert
V = Datenverfügbarkeit (% von 8760 möglichen Stundenwerten)



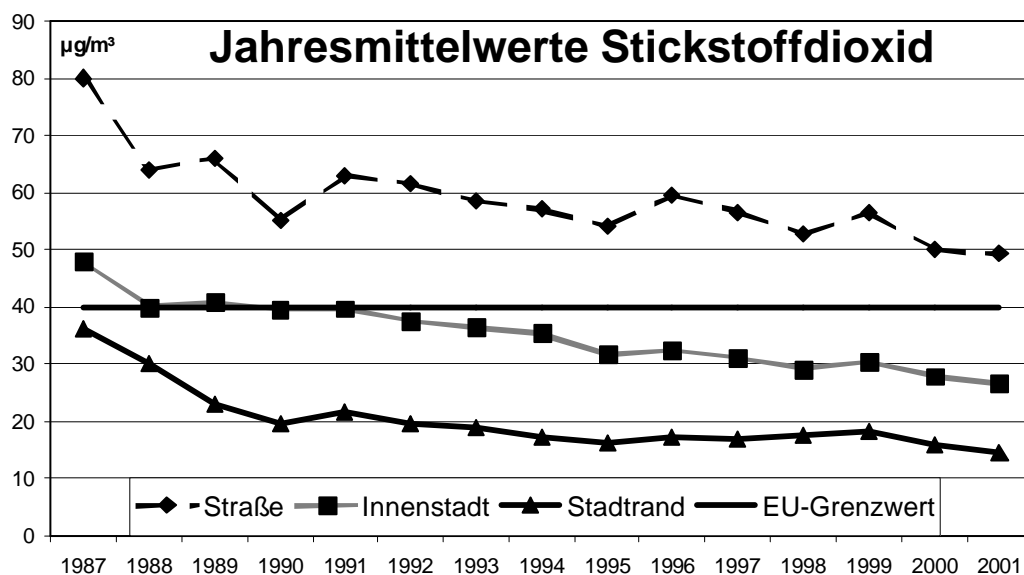


Abb.: Trend der Stickstoffdioxid-Jahresmittelwerte 1987 bis 2001

Ergebnisse des Berliner Luftgüte-Messnetzes 2002 Kohlenmonoxid CO

	MC	XQ	P50	P98	MAX_8h	EU_N8	MAX_1h	V
Stadt- rand	27	0,3	0,3	0,7	1,4	0,0	1,8	99,7
	32	0,3	0,3	0,7	1,5	0,0	1,8	99,0
	432	0,3	0,3	0,7	1,5	0,0	2,0	98,8
	145	0,2	0,2	0,6	1,1	0,0	1,2	98,1
Innen- stadt	10	0,5	0,4	1,3	2,9	0,0	4,2	98,7
	42	0,4	0,4	1,1	2,1	0,0	2,9	99,8
	171	0,4	0,4	1,1	2,7	0,0	3,5	98,4
	282	0,4	0,3	1,1	1,6	0,0	2,4	99,0
Straße	14	0,7	0,6	1,8	2,8	0,0	3,8	99,5
	117	1,0	0,9	3,2	3,6	0,0	5,6	99,6
	143	1,3	1,1	4,3	5,9	0,0	7,7	93,4
	174	0,8	0,7	2,1	2,9	0,0	5,0	98,2
	220	1,2	1,0	3,0	4,2	0,0	6,2	97,1

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 (bis 2005 einzuhalten) von 10 mg/m³
MAX_1h	=	maximaler Stundenwert
V	=	Datenverfügbarkeit (% von 8760 möglichen Stundenwerten)

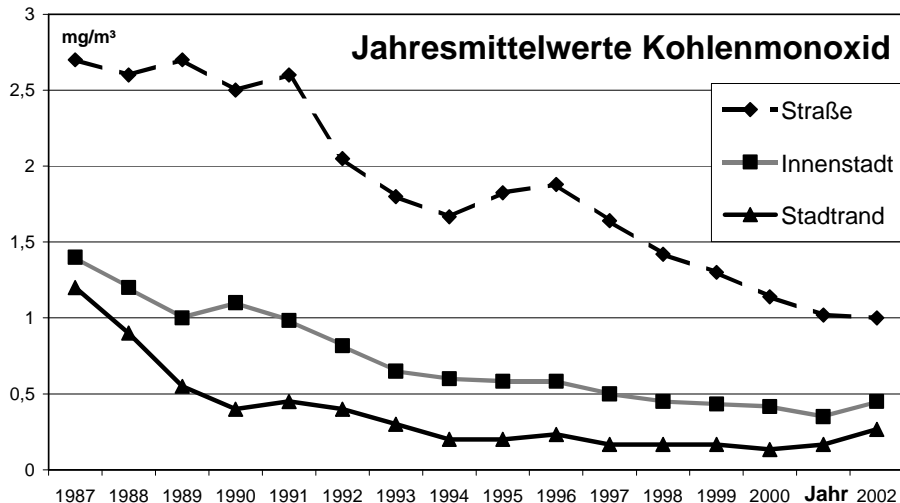


Abb.: Trend der Kohlenmonoxid-Jahresmittel

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 Kartendarstellungen 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 nochmals um 6 % ab, und im Jahr 2002 gab es eine erneute Abnahme um 8 % gegenüber 2001. An den Nicht-Verkehrstationen nahm der Stickstoffmonoxid-Jahresmittelwert im Jahr 2002 gegenüber 2001 um 11 % 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 im Jahr 2001 gegenüber dem Jahr 2000 um 5 % ab, wobei die Konzentrationen insbesondere an Station 143 abnahm, an den Stationen 014 (Stadtautobahn) und 117 dagegen zunahm. Im Jahr 2002 nahm die Konzentration gegenüber 2001 um 3 % ab, insbesondere an den Stationen 117, 143 und 174, aber an Station 014 sogar um 5 % zu.

Beim **Stickstoffdioxid (NO₂)**, das erst seit 1986 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. Dass die über alle Straßenmessstellen gemittelte Konzentration im Jahre 1996 höher liegt als 1995 (s. Abb. auf S.14), beruht auf der Inbetriebnahme einer Verkehrsmessstation im Jahr 1996 in der Silbersteinstr. (Station 143), einer hochbelasteten engen Straßenschlucht mit viel LKW-Verkehr. Der nach 22. BImSchV gültige Grenzwert für das Stundenmittel (200 µg/m³ dürfen im Jahr höchstens 18-mal überschritten werden) wurde im Jahr 2002 nur einmal überschritten (MC143) und damit flächendeckend eingehalten.

Bei den Jahresmittelwerten wurde der vom Jahr 2005 an einzuhaltende Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auch im Jahr 2002 noch an allen 5 Straßenmessstationen überschritten. An Station 117 stieg beispielsweise der Jahresmittelwert von 46 (im Jahr 2000) auf 51 (2001) bzw. $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (im Jahr 2002) an. Der um die Toleranzmarge erhöhte Grenzwert von $56 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ab Januar 2002 einzuhalten) wurde an der Straßenmessstation Silbersteinstr. (143) noch deutlich überschritten. Immerhin ging er dort vom Jahr 2000 bis 2001 von 71 auf $61 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zurück und bewegte sich 2002 mit $63 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf gleichem Niveau. Aus der Überschreitung von Grenzwert + Toleranzmarge erwächst die Verpflichtung, in einem Luftreinhalteplan konkrete zusätzliche Maßnahmen darzustellen, wie der Grenzwert bis 2010 eingehalten werden kann.

Auffällig ist, dass beim Stickstoffdioxid an den meisten Stationen nahezu alle Kennwerte vom Jahr 2001 zum Jahr 2002 angestiegen sind. So stiegen der Jahresmittelwert bei den Verkehrsstationen in diesem Zeitraum um 9 %, an den Nicht-Verkehrsstationen um 14 %. Eine mögliche Ursache hierfür ist die große Anzahl von Hochdruckwetterlagen mit Winden aus östlichen Richtungen und sehr wenig Niederschlägen. Inwieweit die Ursachen nur in der Wetterlagenstatistik zu suchen sind oder ob nach andere, z.B. emissionsbezogene Ursachen eine Rolle spielen, muss die Entwicklung der Immissionen in den kommenden Jahren klären.

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 Viertel 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. Gegenüber dem Jahr 2001 nahmen für CO die Jahresmittelwerte an den Hintergrundstationen im Jahr 2002 um mehr als 20 % zu. Vermutlich ist, wie bei den Stickoxiden, die Ursache hierfür in der großen Anzahl von Hochdruckwetterlagen zu suchen. An den Verkehrsstationen dagegen ist die Kohlenmonoxid-Immissionsbelastung, verglichen mit dem Jahr 2001, im wesentlichen gleich geblieben. Von Station zu Station unterschiedlich gab es auch geringfügige Zu- oder Abnahmen.

CO ist die Luftverunreinigung im Messprogramm BLUME, deren Konzentrationen am weitesten unterhalb der entsprechenden Grenz- und Richtwerte liegen. Nach 22. BImSchV darf als höchster Achtstundenwert eines Tages der Wert von $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ nicht überschritten werden (bis 1.1.2005 einzuhalten). Dieser Wert wurde in den Jahren 2000, 2001 und 2002 bereits 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 $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (als Stundenmittelwert), bei dessen Überschreiten die Bevölkerung über die erhöhte Ozonkonzentration informiert wird. Dieser Schwellenwert ist auch in der 3. EU-Tochtrichtlinie vom Februar 2002 enthalten. Der 1-Stundenmittelwert von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde in Berlin im Sommer 2002 an den Bodenstationen nur an zwei Tagen überschritten. Am 10. Juli wurden an den Stationen Buch (MC077) und Marienfelde (MC027) jeweils $190 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Grunewald (MC032) 201, Neukölln (MC042) 200, Wedding (MC010) 197, Mitte (MC071) und Friedrichshagen (MC085) jeweils 189 und Frohnau (MC145) $187 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Stundenmittelwerte gemessen. Am 25. August wurde in Friedrichshagen (MC085) ein Stundenmittelwert von $188 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen. Auf dem Fernsehturm

Frohnau (MC045) in 324 m Höhe hingegen wurde der 1-Stundenmittelwert von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ am 22., 23. und 26.8. sowie am 10.7. überschritten, wobei am 10.7. dort 260 und am 23.8. $199 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auftraten. Der Schwellenwert von $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (als 1-Stundenwert), bei dessen Überschreiten die Bevölkerung gewarnt werden muss, wurde in Berlin im Sommer 2002 nur auf dem Fernsehturm Frohnau am 10.7. überschritten. Eine Überschreitung des Ozon-Grenzwertes ist natürlich an dieser Messstelle für die Bevölkerung nicht von Bedeutung.

Als Maß für die Schädigung von Nutzpflanzen und Wäldern durch Ozon dient der sogenannte AOT40-Wert. Er wird berechnet, indem die stündlichen Ozonkonzentrationen oberhalb von $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 $6000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ für Nutzpflanzen und von $20000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ für Wälder gilt als unbedenklich. Wie die Tabelle mit den Ozonkennwerten zeigt, lag der AOT40-Wert zum Schutz der Vegetation fast überall deutlich über dem Schwellenwert für Nutzpflanzen (am Stadtrand 2-3-mal so hoch). Lediglich in Mitte und an der Stadtautobahn wurde dieser Schwellenwert unterschritten. Der AOT40-Wert zum Schutz von Waldökosystemen lag in Wedding, Neukölln, Marienfelde, Frohnau, Buch und Friedrichshagen über dem Schwellenwert. Zwar ist für innerstädtische Messstellen die Bewertung anhand der AOT40-Werte nach der 3. EU-Tochterraichtlinie nicht vorgesehen, da in der Innenstadt die Schadstoffbelastung nur nach der menschlichen Gesundheit beurteilt wird und die räumliche Repräsentativität der Messungen nur 1 bis maximal 10 km^2 beträgt. Dennoch wird es in diesem Bericht als sinnvoll angesehen, die AOT40-Werte auch für innerstädtische Messstationen anzugeben. Damit wird auch der Bedeutung der Vegetation in innerstädtischen Grünanlagen oder auch Straßenzügen für die Erholungswirkung und damit die menschliche Gesundheit Rechnung getragen.

Nach der 3. EU-Tochterraichtlinie zum Ozon wurde als Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit ein maximaler Achtstunden-Mittelwert eines Tages von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ definiert, der bis zum Jahre 2010 an höchstens 20 Tagen im Jahr (gemittelt über 3 Jahre) überschritten werden darf. Wie die Tabelle mit den Ozon-Kennwerten zeigt, wurde an den Stationen Marienfelde (MC027) und Friedrichshagen (MC085) im Jahr 2002 dieser Zielwert an mehr als den erlaubten 25 Tagen überschritten und auch im Mittel über die letzten 3 Jahre am Stadtrand mit 34 Überschreitungen (Friedrichshagen) bzw. 28 Überschreitungen (Marienfelde) noch nicht eingehalten. Gegenüber dem Jahr 2001 hat sich die Situation etwas verschlechtert.

Wie die nächste Abbildung zeigt, unterliegt der maximale 8-Stunden-Mittelwert an Sommertagen (Tagen mit Temperaturmaxima von $25 \text{ }^\circ\text{C}$ und höher) von Jahr zu Jahr deutlichen Schwankungen. Das Jahr 1993 fällt durch ziemlich niedrige Werte auf. Seit 1994 ist ein leicht abnehmender Trend erkennbar, der aber durch Schwankungen von Jahr zu Jahr überlagert wird.

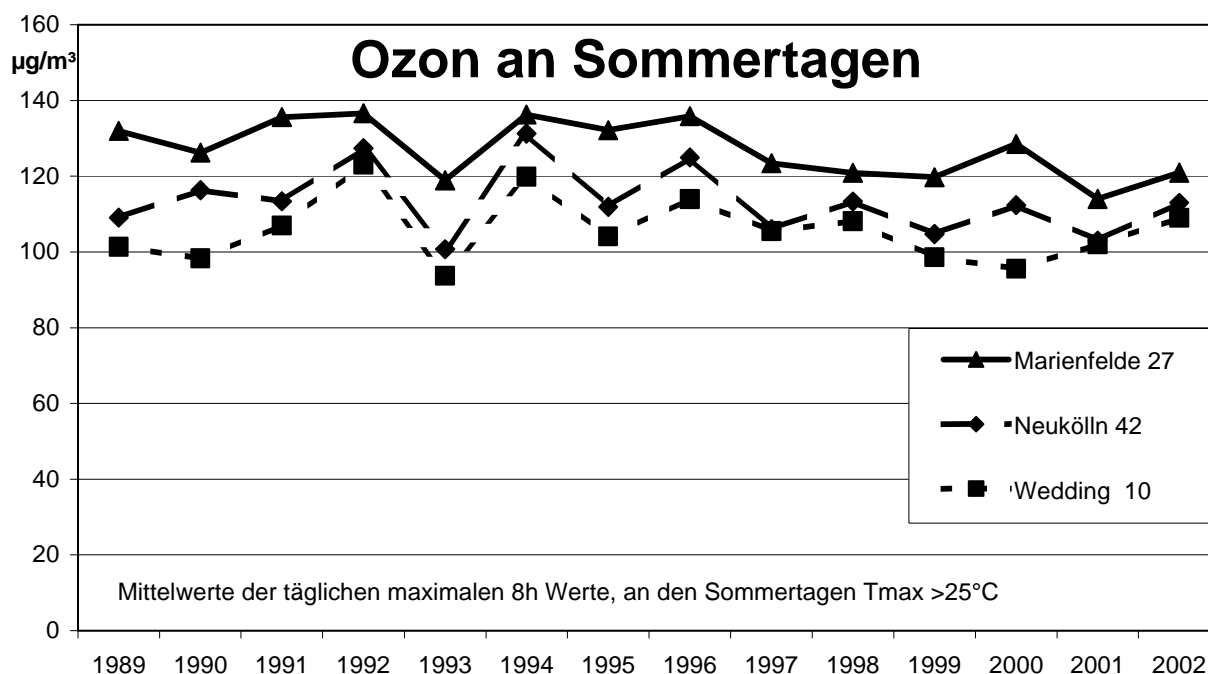


Abb.: Trend der Mittelwerte der täglichen maximalen 8-Stunden-Werte beim Ozon an Sommertagen

Ergebnisse des Berliner Luftgüte-Messnetzes 2002 Ozon

	MS	XQ	P50_1h	P50_h8	P98_1h	P98_8h	P99_1h	max_HS	max_1h	max_8h
Innenstadt	10	42	39	58	119	130	162	202	198	172
	14	35	31	50	91	107	122	190	179	113
	42	42	38	55	124	135	168	202	201	176
	71	36	32	49	100	106	151	206	190	158
Stadtstrand	27	52	50	73	133	139	176	213	210	190
	32	40	37	59	113	122	147	202	202	157
	432	46	44	63	119	125	152	191	191	165
	77	46	45	68	123	133	167	216	210	182
	85	53	50	69	134	145	175	191	190	174
	145	47	46	67	122	129	157	195	188	163
Turm	45	71	70	81	153	169	199	261	261	226

	MS	NO ₅	EU_N8	LFZ_G	EU_N12	EU_N13	EU_AOTp	LFZ_V	EU_AOTw	V
Innenstadt	10	290	12	11	1	0	9801	8658	20369	93
	14	22	0	0	0	0	2939	1579	4311	93
	42	415	22	15	1	0	11714	9829	23229	93
	71	49	3	3	1	0	4805	3489	8675	92
Stadtstrand	27	601	34	28	1	0	17305	16085	32795	91
	32	166	9	13	1	0	9215	12068	15569	89
	432	252	14	14	1	0	11818	12744	19955	86
	77	383	22	21	1	0	12400	13697	23799	95
	85	680	40	34	2	0	17905	19069	33874	93
	145	379	19	18	1	0	11937	13144	23467	93
Turm	45	1426	55	37	4	1	20888	19727	44999	94

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

- 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
NO₅ = Anzahl der Überschreitungen des 0,5 -Std.-MIK-Wertes von 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
EU_N8 = Anzahl der Überschreitungen 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 als Langfristziel wird die Vermeidung jeglicher Überschreitungen angestrebt.
EU_N12 Anzahl der Tage mit Überschreitungen des 1 -Std.-EU-Wertes zur Information der Bevölkerung von 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
EU_N13 Anzahl der Tage mit Überschreitungen 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	2002
Apr	2	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0
Mai	1	4	1	0	2	0	0	2	2	0	1	0	1	0	0
Jun	1	2	4	0	0	1	4	0	4	1	0	0	5	0	0
Jul	4	7	1	4	7	0	7	7	0	0	1	1	0	0	1
Aug	4	10	7	4	6	0	2	2	0	5	0	0	2	2	1
Sep	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
JS	13	25	13	10	15	1	13	11	11	6	2	3	8	2	2

	Ozonkonzentration 240 µg/m ³ (1-h-Mittel)														
Jahr	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Apr	0	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	0
Jun	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Jul	0	1	1	1	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Aug	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sep	0	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	0

	Anzahl der Sommertage														
Jahr	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Apr	1	0	0	0	1	7	0	2	3	0	0	0	6	1	0
Mai	7	5	6	0	9	13	0	5	2	3	7	4	11	3	5
Jun	3	9	6	2	20	4	6	7	8	8	5	4	14	3	8
Jul	7	13	8	18	17	5	25	21	5	11	5	20	3	14	13
Aug	7	12	14	9	17	7	12	20	11	25	8	14	8	12	25
Sep	1	7	0	9	0	0	0	0	0	3	0	16	0	0	4
JS	26	46	34	38	64	36	43	55	29	50	25	58	42	33	55

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 und 2002 insgesamt die Ozon-Belastung geringer war als noch im Jahr 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.

Schwefeldioxid

Die noch in den siebziger und achtziger Jahren sehr hohen und problematischen Schwefeldioxidwerte haben dank umfangreicher Luftreinhaltungsmaßnahmen vor allem bei den Hausbrand-, Kraftwerks- und Industrie-Emissionen seit Anfang der neunziger Jahre sehr stark abgenommen. So betragen die Schwefeldioxid-Jahresmittel im Jahr 2001 noch gerade 5 %, im Jahr 2002 noch 6 % der Werte aus dem Jahr 1976. Wie die Abbildung mit dem langjährigen Trend zeigt, haben die Schwefeldioxid-Immissionen offensichtlich seit einigen Jahren ihr niedrigstes Niveau erreicht und schwanken nur noch von Jahr zu Jahr wetterlagenabhängig um dieses Niveau. So stiegen die Jahresmittelwerte vom Jahr 2001 nach 2002 wieder leicht an. Ebenso stiegen auch die meisten anderen Kennwerte bei fast allen Stationen im Vergleich zum Vorjahr leicht an. Ein möglicher Grund ist sicher auch der verhältnismäßig kalte Dezember 2002, der zu einer Erhöhung des Hausbrands führte. Nach der 22.BImSchV darf ab Januar 2005 ein 1-Stunden-Wert von $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht öfter als 24-mal und ein 24-Stunden-Wert von $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht öfter als 3-mal im Kalenderjahr überschritten werden. Beide Grenzwerte wurden, wie auch in den letzten Jahren, im Jahr 2002 problemlos eingehalten. Insgesamt ist die Schwefeldioxid-Immissionsbelastung als unproblematisch einzustufen.

PM10-Schwebstaub

Schwebstaub hat vielfältige Quellen: Es kann sich um aufgewirbelten Staub, Aerosole, durch Bauarbeiten verursachte Staubentwicklung, Staub aus Verbrennungsprozessen und Reifen- oder Bremsbelag Abrieb von Fahrzeugen handeln, um nur einige Beispiele zu nennen. Die Jahresmittelwerte betragen im Jahr 2002 noch etwa 35 % der Werte im Jahr 1984, dem Beginn der Messungen. Dabei fand die hauptsächliche Abnahme infolge der Luftreinhaltungsmaßnahmen nach der deutschen Wiedervereinigung seit 1990 statt. Seit etwa 1998 pendeln sich die PM10-Staub-Jahresmittelwerte auf ein neues niedrigeres Niveau ein, das zwischen 34 und 42 % der Belastung von 1984 beträgt. Dabei wurden für die Jahre, in denen nur TSP (Gesamtstaub) gemessen wurde, und für die Messstellen, die bisher TSP gemessen haben, die TSP-Werte näherungsweise in PM10-Werte umgerechnet. Wetterlagenbedingt, vermutlich auf Grund häufiger Hochdruckwetterlagen und damit eingeschränktem horizontalen und vertikalen Austausch, sind die Jahresmittelwerte im Jahr 2002 um etwa 12 bis über 25 % höher als im Vorjahr.

Nach 22. BImSchV ist beim Jahresmittelwert ab Januar 2005 ein Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ einzuhalten; im Jahr 2002 ist eine Toleranzmarge von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zugelassen, so dass Grenzwert+Toleranzmarge = $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ toleriert werden. Ferner darf ab Januar 2005 bei den 24-Stunden-Mittelwerten ein Schwellenwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ höchstens 35-mal im Jahr überschritten werden. Auch dieser Wert wurde mit einer Toleranzmarge beaufschlagt, so dass für das Jahr 2002 Grenzwert+Toleranzmarge bei $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liegen.

Hinsichtlich der Jahresmittelwerte wurde der Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an allen Stationen, wenn auch an den Straßenmessstellen MC014 und MC174 knapp, eingehalten. Allerdings liegen, wie schon oben erwähnt, die Jahresmittelwerte höher als im Vorjahr.

Ungünstiger sieht es dagegen bei den 24-Stunden-Mittelwerten aus: Während im Jahr 2001 noch Grenzwert+Toleranzmarge überall eingehalten wurde und der Grenzwert nur an 2 von 3 Straßenmessstellen überschritten wurde, wurde im Jahr 2002 der Grenzwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an den innerstädtischen Hintergrundmessstellen MC010, MC015, MC042, MC071, MC171 und MC072 mehr als 35-mal überschritten; an allen Straßenmessstellen MC014, MC117 und MC174 betrug die Anzahl der Überschreitungen sogar mehr als doppelt soviel wie die zulässigen 35-mal. Lediglich an den Stadtrandstationen MC027, MC077, MC085 und MC145 blieb die Anzahl der Überschreitungen unter 35-mal. Grenzwert+Toleranzmarge von derzeit $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurden an allen 3 Straßenmessstellen mehr als 35-mal überschritten. Die Anzahl der Überschreitungen des Tagesmittelwerts von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ist im Jahr 2002 vor allem in den Monaten April, August und Dezember angestiegen. Es handelte sich um Monate, die durch einen hohen Anteil von Hochdruckwetterlagen, im Dezember auch Inversionswetterlagen und einen überdurchschnittlichen Anteil von östlichen Windrichtungen gekennzeichnet waren.

Die maximalen 1-Stundenwerte traten, wie auch in den Jahren zuvor, wieder in der Neujahrsnacht infolge des Feuerwerks auf. Dabei wurde in der Frankfurter Allee (MC174) der höchste 1-Stunden-Wert gemessen und betrug $2551 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Insgesamt ist die PM10-Staub-Immissionssituation insbesondere bei den Kurzzeitwerten als problematisch einzustufen. Es erscheint sehr fraglich, ob die Grenzwerte bis zum Januar 2005 eingehalten werden können. In diesem Fall sind weitere Luftreinhaltungsmaßnahmen vorzuschlagen und durchzuführen. Hier besteht also ein erhöhter Handlungsbedarf.

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 2002

Staub:

Die Spannweite der Monatsmittelwerte reichte für PM10-Staub von 18 bis 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, für PM2,5-Staub von 10 bis 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und für PM1-Staub von 6 bis 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. 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 gröberen 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, während z.B. EC, NH_4 oder auch K mehr oder weniger vollständig mit PM1 assoziiert sind. Deutliche Unterschiede zwischen beiden Standorten sind in allen drei Fraktionen vor allem beim EC zu sehen. So ist jeweils EC am Straßenstandort etwa doppelt so hoch wie im Hintergrund. Bei den Ionen sind die Unterschiede zwischen beiden Standorten in der Regel deutlich schwächer ausgeprägt. Bei den meisten Ionen treten die Maxima im Winter, die Minima im Sommer auf. Davon abweichend treten insbesondere beim Ca, K, Mg und den organischen Bestandteilen die maximalen und minimalen Werte unabhängig von der Jahreszeit auf. Auffällig sind die bei mehreren Ionen, vor allem bei Cl, NH_4 , K und teilweise auch Na, erhöhten Werte im Dezember (der jeweils maximale Monatsmittelwert liegt aber bei vielen Ionen auch in einem anderen Monat). Eine Ursache hierfür ist wahrscheinlich der sehr kalte Dezember 2002, dessen Mitteltemperatur immerhin um 3 °C unter dem langjährigen Mittel lag. Hierbei mag eventuell auch die Verwendung von Streusalz eine Rolle gespielt haben.

Beim Vergleich mit dem Vorjahr fällt auf, dass am Hintergrundstandort bei etwas höheren Schwebstaubkonzentrationen die Gehalte bei den meisten Ionen in etwa gleich geblieben sind. Eine Ausnahme bilden Na und Cl, die jeweils in allen 3 Fraktionen niedriger liegen als im Vorjahr. Auch am Straßenstandort sind im Vergleich zum Vorjahr bei gleichbleibendem Schwebstaub die Ionengehalte im wesentlichen unverändert. Auch hier liegen die Na- und Cl-Gehalte niedriger als im Jahr 2001.

Erstaunlich bei den Ionen sind die schon seit 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. Ausnahmen sind beim Ca, Cl und Na zu beobachten, die jeweils am Straßenstandort deutlich höhere Konzentrationen als am Hintergrundstandort aufwiesen. Dies deutet darauf hin, dass die meisten Ionen nahezu vollständig aus dem Ferntransport stammen und somit durch lokale Minderungsmaßnahmen kaum beeinflussbar sind. (Siehe hierzu auch Abraham, H.-J.: "PM10, PM2,5 und PM1-Staubmessungen und Inhaltsstoffanalysen in Berlin im Jahr 2000." Vortrag auf dem 36. Messtechnischen Kolloquium. Berlin. 2001.) 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. 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. Während die OM an beiden Standorten jeweils in etwa gleichen Anteilen im Schwebstaub enthalten ist, fällt auf, dass beim EC die prozentualen Anteile am Schwebstaub in allen 3 Fraktionen jeweils am Straßenstandort etwa doppelt so hoch wie am Hintergrundstandort sind. Die vorgestellten Messergebnisse bekräftigen die auch schon im Jahresbericht

2001 vertretene Aussage, 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")

Jahreskennwerte der Anionen und Kationen im Schwebstaub am MC174 im Jahr 2002

Kennwert	Anionen			Kationen					Eisen	Staub	Thermo- grafie	
	Cl µg/m ³	NO ₃ µg/m ³	SO ₄ µg/m ³	Na µg/m ³	NH ₄ µg/m ³	K µg/m ³	Mg µg/m ³	Ca µg/m ³	Fe ₂ O ₃ µg/m ³	SchwSt µg/m ³	OM µg/m ³	EC µg/m ³
im PM 10												
Jahresmittelwert	0,79	5,3	4,59	0,52	2,9	0,2	0,1	0,6	3,1	39,8	5,4	6,5
Jahresmedian	0,69	3,8	4,60	0,48	2,3	0,2	0,1	0,6	3,1	39,5	5,4	6,4
max.Monatsmittel	1,98	11,6	7,70	0,85	7,4	0,7	0,1	1,2	4,3	64,7	7,5	8,9
min.Monatsmittel	0,14	1,4	1,74	0,14	0,9	0,1	0,0	0,4	2,0	24,3	4,0	4,8
im PM 2,5												
Jahresmittelwert	0,44	4,8	4,24	0,40	3,0	0,2	0,0	0,2	0,6	28,7	5,6	4,4
Jahresmedian	0,34	2,8	4,69	0,30	2,4	0,2	0,0	0,1	0,6	28,3	5,6	3,9
max.Monatsmittel	1,49	10,3	7,60	2,20	6,4	0,7	0,0	0,6	1,0	54,5	8,6	7,1
min.Monatsmittel	0,08	1,3	1,79	0,10	1,1	0,1	0,0	0,0	0,2	12,8	3,3	2,7
im PM 1												
Jahresmittelwert	0,40	3,3	2,79	0,14	2,4	0,2	0,02	0,1	0,2	20,4	4,6	3,6
Jahresmedian	0,20	2,8	2,39	0,13	1,6	0,2	0,02	0,1	0,1	20,9	4,4	3,7
max.Monatsmittel	1,20	8,2	5,03	0,33	5,8	0,5	0,04	0,4	0,3	40,3	6,5	6,1
min.Monatsmittel	0,10	0,6	1,03	0,02	0,9	0,1	0,00	0,0	0,0	10,3	3,12	2,1

Jahreskennwerte der Anionen und Kationen im Schwebstaub am MC042 im Jahr 2002

Kennwerte	Anionen			Kationen					Eisen	Staub	Thermo- grafie	
	Cl µg/m ³	NO ₃ µg/m ³	SO ₄ µg/m ³	Na µg/m ³	NH ₄ µg/m ³	K µg/m ³	Mg µg/m ³	Ca µg/m ³	Fe ₂ O ₃ µg/m ³	SchwSt µg/m ³	OM µg/m ³	EC µg/m ³
im PM 10												
Jahresmittelwert	0,57	4,9	4,5	0,36	2,9	0,22	0,05	0,4	0,8	31,8	5,3	2,8
Jahresmedian	0,41	4,5	4,0	0,30	2,2	0,18	0,05	0,3	0,8	31,8	5,0	3,0
max.Monatsmittel	1,64	11,0	7,6	0,76	6,0	0,66	0,10	0,9	1,0	55,1	8,0	4,6
min.Monatsmittel	0,10	1,1	2,0	0,09	0,9	0,06	0,00	0,1	0,5	18,2	4,2	1,7
im PM 2,5												
Jahresmittelwert	0,32	3,8	4,0	0,14	2,7	0,17	0,02	0,1	0,2	24,2	4,4	2,3
Jahresmedian	0,18	3,4	3,7	0,11	2,3	0,13	0,01	0,1	0,2	25,4	3,9	2,1
max.Monatsmittel	1,28	8,4	6,6	0,30	4,8	0,55	0,03	0,5	0,3	48,5	6,9	4,3
min.Monatsmittel	0,05	0,7	1,8	0,03	0,9	0,02	0,00	0,0	0,1	9,7	2,7	1,2
im PM 1												
Jahresmittelwert	0,24	2,8	2,9	0,04	2,1	0,13	0,01	0,1	0,1	17,6	4,0	2,1
Jahresmedian	0,15	2,3	2,8	0,04	1,7	0,11	0,01	0,0	0,1	17,8	3,7	2,2
max.Monatsmitte	1,13	6,0	5,0	0,12	4,0	0,42	0,03	0,1	0,1	38,0	6,3	3,7
min.Monatsmittel	0,04	0,5	1,4	0,00	0,8	0,02	0,00	0,0	0,0	5,9	2,6	1,0

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, Toluol und Xylol (BTX) kontinuierlich gemessen. 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 einer Tabelle sind diese Messungen und die der Stichprobenmessprogramme den CO - Messdaten gegenübergestellt. Von 1996 bis 2000 ist beispielsweise der Benzoljahresmittelwert an der Messstation 14 von 6,4 auf 2,5 µg/m³ zurückgegangen; im Jahr 2001 beträgt er 3,2 µg/m³, im Jahr 2002 liegt er bei 2,8 µg/m³, beträgt also bezogen auf 1996 noch 44 %. Diese Entwicklung zeigt, dass trotz steigender Verkehrsdichte sich die Zunahme des Anteils der Kfz mit geregelten Dreiwegekatalysatoren und die Verringerung des Benzolgehaltes im Vergasertreibstoff hier positiv zu auswirken. Bei den Verkehrsstationen und den Hintergrundstationen lag das Benzol-Jahresmittel von 2002 um 5 bzw. 8 % unterhalb des Vorjahres. Den insgesamt abnehmenden Trend der Benzol- und Toluol-Jahresmittel von 1993/94 bis 2002 für eine Hintergrundstation (42) und eine Straßenstation (117) zeigt auch die folgende Abbildung.

Die niedrigsten BTX-Konzentrationen 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 offe-

nen 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.

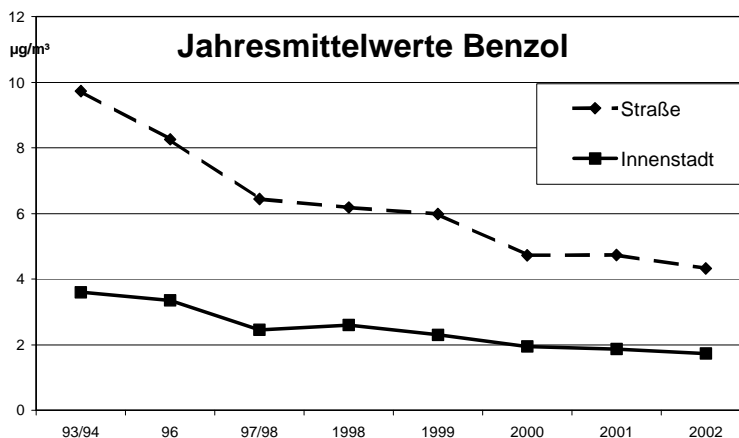


Abb.: Trend der Benzoljahresmittelwerte in einer Straße (MC117) und im innerstädtischen Hintergrund (MC042)

Ergebnisse des Berliner Luftgütemessnetzes 2002 Benzol und Toluol (Auswertung 21.5.03)

	Jahreswerte					Monatsmittelwerte											
	MS	XQ	P50	P98	V	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Benzol:																	
Stadtrand	145	1,2	1,0	3,6	82	1,2	1,4	1,7	1,4	1,0	1,0	0,9	1,3	0,7	0,6	0,6	2,3
Innenstadt	42	1,7	1,4	5,6	87	2,1	1,4	2,2	1,7	1,7	1,0	0,9	1,3	1,2	1,6	2,6	3,4
	71	2,3	1,8	10,0	83	2,5	6,8	2,4	1,7	1,2	1,2	1,5	2,0	1,6	2,1	2,7	3,4
Straße	14	3,1	2,7	8,7	93	3,0	2,8	2,5	2,7	2,6	2,1	2,6	4,0	3,0	2,9	4,2	4,8
	117	4,9	4,7	10,9	83	-	4,6	5,0	5,8	5,9	4,4	4,2	4,5	4,4	5,1	5,3	5,0
	174	3,8	3,5	9,0	89	4,5	4,3	3,2	3,3	2,9	2,8	3,0	3,5	3,3	3,9	4,7	5,4
Toluol:																	
Stadtrand	145	1,2	0,9	3,9	81	1,2	1,0	1,3	1,1	0,9	0,8	0,8	1,5	1,0	1,1	1,9	2,0
Innenstadt	42	3,8	3,1	11,9	86	3,6	2,7	4,1	3,2	3,8	3,7	3,5	4,2	3,8	4,2	4,3	4,8
	71	3,6	3,1	9,5	93	4,4	4,5	4,2	3,5	2,6	2,7	2,9	3,2	3,2	3,9	4,7	4,2
Straße	14	5,6	4,6	15,7	93	4,1	4,0	5,9	7,0	5,7	4,7	4,8	7,1	5,5	4,8	6,9	6,2
	117	9,6	8,3	26,7	84	-	7,7	8,3	9,9	8,5	8,2	9,8	11,1	10,2	11,2	11,5	8,9
	174	7,1	6,5	17,9	89	7,7	7,0	6,1	7,2	6,4	6,2	6,3	6,5	6,9	7,3	8,6	8,2

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)

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 ist insbesondere umso höher, je höher der Anteil von Fahrzeugen mit Kaltstart ist. Es lag an den Verkehrsstationen im Jahr 2002 je nach Messstelle zwischen 1,8 und 2,0, während es an den Hintergrundmessstellen zwischen 1,0 und 2,2 betrug. Bei den Hintergrundstationen dürfte auch die Entfernung der Messstation von der nächstgelegenen Straße eine Rolle spielen, da sich das Verhältnis auf Grund der größeren Flüchtigkeit von Toluol mit dem Abstand von der Quelle verschiebt. Insgesamt sind die Toluol-Benzol-Verhältnisse von 2001 nach 2002 an den Verkehrs- und Hintergrundstationen fast unverändert geblieben. Die Benzol-Kohlenmonoxid-Verhältnisse haben sich an den Verkehrsstationen nur unbedeutend, an den Hintergrundstationen deutlicher zu niedrigeren Werten hin verschoben.

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

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
42	2002	1,7	3,8	2,24	0,4	4,25	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
71	2002	2,3	3,6	1,57	1) 0,4	1) 5,75	BLUME
145	1999	0,8	1,3	1,63	0,2	4,00	BLUME
145	2000	0,8	1,2	1,50	0,2	4,00	BLUME
145	2001	nur 5 Monate im Jahr 2001 gelaufen			0,1	-----	BLUME
145	2002	1,2	1,2	1,00	0,2	6,00	BLUME

MS = Messstation

STIPRO = Stichprobenmessprogramm

1) = da die CO-Messungen an Station 071 eingestellt wurden, wurden die CO-Werte von Station 171 verwendet

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

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
14	2002	3,1	5,6	1,81	0,7	4,43	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
174	2002	3,8	7,1	1,87	0,8	4,75	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
117	2002	4,9	9,6	1,96	1,0	4,90	BLUME

MS = Messstation

STIPRO = Stichprobenmessprogramm

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 etwa 65 % ab. Von 2000 nach 2001 haben die Black-Smoke-Werte wieder leicht zugenommen, möglicherweise witterungsbedingt, von 2001 nach 2002 dann insbesondere bei den Verkehrsstationen wieder etwas abgenommen. Die folgende Grafik zeigt, dass insbesondere an der Stadtautobahn und in der Karl-Marx-Straße die Jahreswerte 2001 höher als 2000 lagen, in der Frankfurter Allee und in Wedding aber im Vergleich zum Vorjahr niedriger waren. Im Jahr 2002 lagen dann die Jahresmittelwerte an allen Straßenmessstellen wieder entsprechend niedriger als 2001. In Neukölln und Wedding gab es seit 1999 nur noch unbedeutende Änderungen der Black-Smoke-Mittelwerte von Jahr zu Jahr. Zu beachten ist, dass in dieser Grafik die Black-Smoke-Werte nicht direkt dargestellt wurden, 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 2002 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.

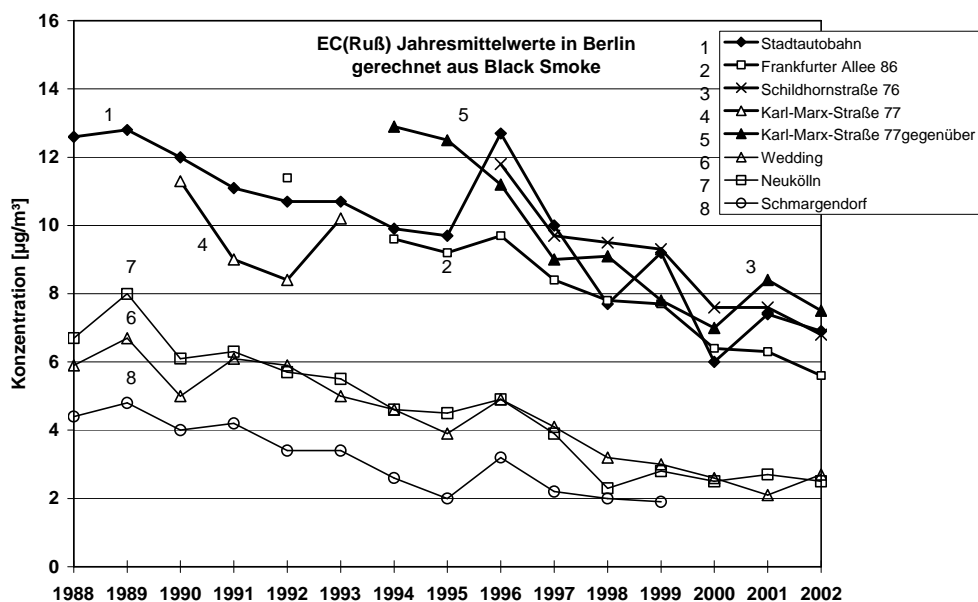


Abb.: Elementarer Kohlenstoff (EC) berechnet aus Black-Smoke (BS) nach $EC = 0,21 \cdot BS$
Trend der Jahresmittelwerte 1988 bis 2002

Ergebnisse des Berliner Luftgütemeßnetzes 2002 Black-Smoke

MS	Jahr							zugehörige SO ₂ -Werte				
	XQ	XQS	XQW	P50	P50W	P98	Max	XQ	P50	P98		
10	13	8	17	8	12	52	98	5	3	25		
14	33	36	32	28	28	85	155	7	5	29		
42	12	8	16	10	13	40	109	7	5	28		
117	32	29	36	30	31	74	130	8	6	32		
171	13	9	17	8	11	44	121	5	3	23		
174	26	22	31	25	28	66	148	6	5	25		
220	36	30	42	35	40	76	94	---	---	---		
CQ	24	20	27	21	23	62	122					
Monatswerte												
MS	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
10	14	10	13	12	8	7	6	8	7	13	23	30
14	20	18	21	31	36	28	29	50	37	25	45	53
42	14	10	13	12	7	6	6	9	8	9	19	31
117	36	26	31	31	29	26	26	32	30	31	42	47
171	13	10	13	13	8	6	6	10	8	10	26	30
174	31	20	25	26	21	21	21	22	22	29	33	45
220	47	40	39	32	29	29	29	27	33	42	42	44
CQ	25	19	22	22	20	17	18	22	20	23	33	40

Konzentrationsangaben in Mikrogramm pro Kubikmeter (µg/m³)

MS	=	Nummer der Messtation
XQ	=	Jahresmittelwert
XQS	=	Sommermittelwert (1.4.02-30.9.02)
XQW	=	Wintermittelwert (01.01.02-31.03.02 und 01.10.02-31.12.02)
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 Messstellen; im Laufe der nächsten Jahre ständig erweitert; seit Anfang 2002 an sämtlichen in Betrieb befindlichen PM10-Staub-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 µg/m³) umgerechnet und dann gemittelt.

Für die Umrechnung der Rußzahl (RZ) in den Rußgehalt (ECRZ) ist die folgende Formel in Gebrauch:

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

Dabei ist Vol = Volumen. (Es liegt an den verschiedenen Messstellen durch unterschiedliche, nach Belastung ausgewählte Filterstandszeiten zwischen 2 und 4 m³).

Aus diesen ECRZ-Werten werden dann jeweils Wochenmittelwerte und gleitende Jahresmittelwerte gebildet.

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 $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nirgends 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 Messstellen im innerstädtischen Hintergrund 42 (Neukölln), 71 (Mitte), 171 (Mitte, Brückenstr.), 10 (Wedding), 15 (Tiergarten) und 72 (Pankow) deutlich niedriger. Die niedrigsten Rußwerte finden sich an den Stadtrand-Messstellen 77 (Buch), 32 (Grunewald), 27 (Marienfelde) und 85 (Friedrichshagen) und 145 (Frohnau). An fast allen Messstellen liegen die Jahresmittelwerte im Jahr 2002 niedriger als 2000 und 2001.

Im Jahr 2002 wurden an zwei Messstellen weitere Rußmessköpfe in Betrieb genommen: Seit Februar wird an Station 18 (Schöneberg) und 32 (Grunewald) Ruß gemessen. Wegen eines Defekts am Schwebstaubgerät der Station 18 mussten die Messungen dort aber im Mai unterbrochen werden. An der Station 18 wurden die Rußmessungen erst Ende Dezember 2002 wieder aufgenommen.

Jahresmittelwerte von Ruß ¹⁾ (ECRZ in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) von 1999 bis 2002

Jahr	MC042	MC071	MC174	MC014	MC117	MC077	MC145
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	
2002	2,6	3,1	5,0	6,2	6,0	1,8	1,9

Jahr	MC085	MC027	MC032	MC010	MC015	MC171	MC072
2002	1,8	1,8	1,8	2,7	3,2	2,6	3,4

¹⁾ Die Rußkonzentration wurde aus Messungen der Rußzahl errechnet.

Die Monatsmittelwerte des Jahres 2002 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 bei den Verkehrsstationen nicht zu erkennen, bei den innerstädtischen Hintergrund- und Stadtrandstationen nur wenig ausgeprägt.

Monatsmittelwerte von Ruß ¹⁾ (ECRZ in µg/m³) im Jahr 2002

	MC042	MC071	MC077	MC014	MC117	MC174	MC010	MC027
Januar	3,0	3,4	2,1	3,8	6,5	5,2	3,0	1,9
Februar	2,3	2,6	1,4	3,6	4,8	3,3	2,2	1,3
März	2,9	3,5	1,5	5,6	6,0	4,6	2,5	2,0
April	2,3	3,5	2,0	6,7	5,6	4,8	2,3	1,8
Mai	2,0	2,7	1,1	7,0	5,2	3,7	1,6	1,3
Juni	1,5	2,2	0,9	4,9	5,3	4,1	1,8	1,0
Juli	1,6	2,4	1,0	6,1	5,6	4,5	2,0	1,0
August	2,3	3,2	1,9	8,8	6,2	4,4	2,9	2,0
September	2,0	2,5	1,4	7,2	6,0	4,6	2,2	1,3
Oktober	2,6	3,1	1,6	5,9	5,9	5,6	2,9	1,5
November	4,0	3,1	2,8	8,0	7,3	6,4	3,9	3,0
Dezember	5,0	4,9	3,1	6,2	8,2	7,3	4,5	3,5
Jahr 2002	2,6	3,1	1,8	6,2	6,0	5,0	2,7	1,8

	MC015	MC072	MC085	MC145	MC032	MC018	MC171
Januar	2,7	3,7	2,0	2,0			2,8
Februar	2,1	2,9	1,3	1,3			2,1
März	3,0	3,5	1,8	1,8	1,8	2,8	2,6
April	2,4	3,5	2,1	2,0	2,0	2,6	2,6
Mai	---	2,3	1,2	1,0	---	1,7	1,9
Juni	---	2,2	0,9	0,9	0,9	---	1,4
Juli	2,5	2,3	1,0	1,1	1,2	---	---
August	3,7	3,4	1,9	2,1	1,7	---	2,9
September	2,8	3,2	1,6	1,4	1,1	---	2,4
Oktober	3,4	3,5	1,4	1,9	1,5	---	2,7
November	4,6	4,3	2,9	2,9	3,0	---	3,8
Dezember	4,7	5,0	4,2	2,3	4,7	---	4,6
Jahr 2002	3,2	3,4	1,8	1,3	2,0	---	2,7

¹⁾ Die Rußkonzentration wurde aus Messungen der Rußzahl errechnet.

Schadstoffeintrag durch Feuchtdeposition

An der Messstelle 171 (Mitte, Brückenstr.) wurden im Jahr 2002 Proben von Niederschlägen gesammelt und auf Anionen (Cl, NO₃, SO₄) und Kationen (Na, NH₄, K, Mg und Ca) analysiert. Die Inhaltsstoffe wurden mittels Division durch die jeweilige Niederschlagsmenge in Feuchtdepositionswerte (in mg/m²) umgerechnet. Dabei ergaben sich monatsweise und für das gesamte Jahr die in nachstehender Tabelle aufgeführten Werte. Eine jahreszeitliche Abhängigkeit der Schadstoffeinträge durch Feuchtdeposition ist nicht zu erkennen. So erreichten Chlorid sein Maximum im Oktober, Nitrat insbesondere im August, Sulfat im August, Natrium im Oktober, Ammonium im April und (abgeschwächt) im Mai, Kalium im Juli, Magnesium und Calcium wiederum im Oktober. Bis auf Ammonium, das im Jahr 2002 auffallend höher war als im Jahr 2001, lagen die Feuchtdepositionswerte der meisten Ionen etwa in der gleichen Größenordnung wie im Vorjahr. Die maximale Monatssumme des Eintrags durch Feuchtdeposition betrug bei Sulfat 305,9 mg/m², bei Ammonium 807,6 mg/m². Eine direkte Abhängigkeit der Schadstoffeinträge durch Feuchtdeposition von der Monatssumme des Niederschlags besteht offensichtlich nicht. Vielmehr könnte der Eintrag von Anionen und Kationen im Zusammenhang mit der Immissions-Vorbelastung der Luftmasse vor dem jeweiligen Niederschlagsereignis stehen.

Nimmt man die Niederschlagsverhältnisse an der Messstelle Brückenstraße als repräsentativ für ein größeres Gebiet in diesem Stadtteil an, dann lassen sich aus den Jahressummen des Ioneneintrags durch Feuchtdeposition Angaben für die mittlere jährliche Flächenbelastung durch Feuchtdepositionseinträge in kg/ha gewinnen. So betrug im Jahr 2002 beispielsweise die Flächenbelastung durch Feuchtdeposition von Nitrat 16,0 , Ammonium 15,7 und Sulfat 10,8 kg/ha.

Monatssummenwerte der Anionen und Kationen und Stoffeintrag durch Feuchtdeposition im Jahr 2002 am MC 171

Monat	Anionen			Kationen					Nieder- schlag mm	Anzahl der Regentage >1mm	Anzahl der Regentage > 0,1mm
	Cl mg/m ²	NO ₃ mg/m ²	SO ₄ mg/m ²	Na mg/m ²	NH ₄ mg/m ²	K mg/m ²	Mg mg/m ²	Ca mg/m ²			
Jan 02	59,1	82,9	77,1	31,3	27,1	12,9	3,8	55,1	32,2	9	15
Feb 02	79,7	124,2	93,2	44,1	62,7	5,4	7,1	64,6	77,6	14	18
Mrz 02	60,2	107,4	69,9	38,9	58,1	20,6	5,8	42,8	40,4	8	12
Apr 02	23,0	160,4	109,1	15,4	807,6	31,9	2,8	60,8	39,3	7	13
Mai 02	28,7	165,6	108,6	16,8	218,3	38,4	4,2	61,0	49,5	11	16
Jun 02	18,6	114,1	56,6	16,1	172,1	17,8	4,8	47,8	28,3	7	12
Jul 02	28,5	94,2	82,9	32,9	7,3	251,2	7,7	75,9	42,9	13	16
Aug 02	41,1	305,9	180,6	39,8	89,1	18,7	5,9	62,2	85,2	9	10
Sep 02	19,5	92,2	57,9	13,2	25,7	17,7	5,1	62,3	40,8	3	8
Okt 02	126,9	148,6	97,1	69,2	54,3	100,9	21,8	236,8	70,6	14	20
Nov 02	51,3	177,2	137,9	9,5	34,7	14,5	4,6	65,6	34,4	10	16
Dez 02	11,2	22,5	12,4	5,3	8,0	1,6	0,8	22,6	5,7	8	3
Monatssummenmittelwert	45,6	132,9	90,3	27,7	130,4	44,3	6,2	71,5	45,6	9	13
Monatssummenmedian	34,9	119,1	88,1	24,0	56,2	18,2	5,0	61,6	40,6	9	14
Monatssummenmaximum	126,9	305,9	180,6	69,2	807,6	251,2	21,8	236,8	85,2	14	20
Monatssummenminimum	11,2	22,5	12,4	5,3	7,3	1,6	0,8	22,6	5,7	3	3
Jahressumme	547,6	1595,1	1083,2	332,5	1564,9	531,6	74,4	857,4	546,9	113	159
mittlere jährliche Flächenbelastung in kg/ha	5,5	16,0	10,8	3,3	15,7	5,3	0,7	8,6			

Grenzwerte für Luftverunreinigungen nach der 22. BImSchV von Oktober 2002 für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid, PM10-Schwebstaub, Blei, Kohlenmonoxid und Benzol sowie der 3. EU-Tocherrichtlinie von Februar 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	50 µg/m ³	35-mal pro Jahr	1.1.2005
		1 Jahr	40 µg/m ³	--	1.1.2005
	-Stufe 2	24 h	50 µg/m ³	7-mal pro Jahr	1.1.2010
	1 Jahr	20 µg/m ³	--	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 25 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	--	--	

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

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 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, Ende des Jahres 2001 wurden eine Reihe von Messstellen stillgelegt. Das Messsystem, als **Ruß- und Benzol-Immissionsproben-Sammler (RUBIS)** bezeichnet, besteht aus einem Ruß- und Benzol-Aktivsammler und einem Stickoxid-Passivsammler. Mit diesem System werden Wochenproben gesammelt und anschließend im Labor analysiert. Das RUBIS-System ist in der Broschüre: Senatsverwaltung für Stadtentwicklung (Hrsg.): „Messung von Luftverunreinigungen mit einem preiswerten Probenahme- und Analyseverfahren zur Ermittlung der Kenngrößen der 23. BImSchV“. Berlin, 2000 ausführlich beschrieben. Es handelt sich um kleine Geräte, die in der Regel in 3,2 m Höhe an Straßenlaternen oder Pfeilern befestigt sind. Ihr Energiebedarf ist sehr gering, und sie beziehen den benötigten Strom meist von den Straßenlaternen. Wöchentlich werden die Probenahmeköpfe ausgetauscht.

Im Jahr 2002 wurden diese Messungen an einer Hintergrund- und 29 Straßenmessstellen durchgeführt.

Wie auch im Jahr 2001 wurde der Konzentrationswert nach der 23. BImSchV für **Stickstoffdioxid** von $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (98 %-Wert) im Jahr 2002 nirgends mehr überschritten.

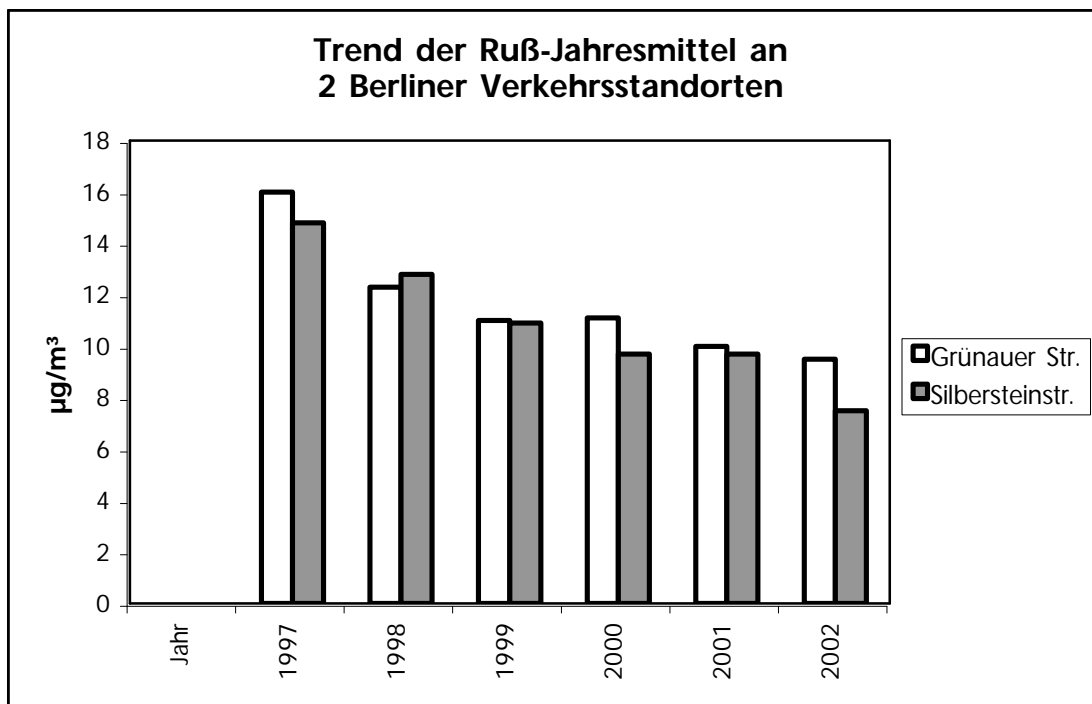
Der Konzentrationswert nach der 23. BImSchV für **Benzol** von $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Jahresmittel) wurde 2002 an keiner Messstelle überschritten.

Beim **Ruß** wurde der Konzentrationswert nach der 23. BImSchV von $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Jahresmittel) noch an 3 Straßenmessstellen überschritten, am stärksten in der Grünauer Str., die mit einem Jahresmittel von $9,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ den Beurteilungswert um fast 20 %, überschritt, gefolgt von der Schildhornstr. 88 und der Leipziger Str. mit einem Jahresmittel von jeweils $8,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Am Spandauer Damm wurde mit $8,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ der Konzentrationswert gerade eingehalten.

Der Jahresmittelwert nach der neuen 22. BImSchV für **Stickstoffdioxid** von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde im Jahr 2002 an allen 29 Straßenmessstellen überschritten, Grenzwert + Toleranzmarge von derzeit $56 \mu\text{g}/\text{m}^3$ noch an 9 Straßenmessstellen, nämlich Leipziger Str. (67), Grünauer Str. (66), Silbersteinstr. (64), Schildhornstr. 88 (63), Spandauer Damm (60), Alt Moabit, Schloßstr. und Hauptstr. (je 59) und Berliner Allee ($57 \mu\text{g}/\text{m}^3$). In der Beusselstr. wurde mit $56 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Grenzwert + Toleranzmarge gerade eben eingehalten.

Der Jahresmittelwert nach der neuen 22. BImSchV für **Benzol** von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde im Jahr 2002 an 3 Straßenmessstellen überschritten. Er war am höchsten in der Silbersteinstr. mit $5,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, gefolgt von der Schildhornstr. 88 mit $5,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und der Karl-Marx-Str. 236 mit $5,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hingegen wurde dieser Grenzwert in der Schildhornstr. 76 und der Karl-Marx-Str. 77 mit $5,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gerade noch eingehalten.

Sowohl beim Benzol als auch beim Ruß waren die Belastungen im Jahr 2002 niedriger als 2001. Die Abnahme des Ruß-Jahresmittels in der Grünauer Str. und in der Silbersteinstr. von 1997 bis 2002 ist der folgenden Grafik zu entnehmen. Wie zu sehen ist, 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 $10,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, im Jahr 2002 schließlich auf $9,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$; 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, nahm dann aber im Jahr 2002 auf nur noch $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ab und blieb damit erstmals unter dem Grenzwert. Diese Abnahme der Ruß-Immission dürfte vor allem auf die Umstellung auf emissionsärmere Kraftfahrzeuge zurückzuführen sein. Günstige meteorologische Verhältnisse spielen vermutlich keine Rolle, da insgesamt der PM10-Staubgehalt nur in den ersten Jahren nennenswert abnahm. Das Benzol-Jahresmittel betrug im Jahr 2002 in der Silbersteinstr. $5,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und war damit gegenüber 2001. um $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ niedriger. An den meisten Stationen lagen die Benzol-Jahresmittel im Jahr 2002 ähnlich niedriger als im Vorjahr. In der Grünauer Str. und am Spandauer Damm betrug die Benzol-Jahresmittel 2002 nur noch $4,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gegenüber $5,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2001. Die Stickstoffdioxid-Jahresmittel lagen hingegen an den meisten Stationen, ebenso wie auch bei den automatischen Messstellen, im Jahr 2002 etwas höher als 2001.



Jahresmittelwerte 2002 für Benzol, Ruß, Stickstoffdioxid (NO₂) sowie 98-%-Wert für NO₂

Messort	Charakteri- stik	Benzol	Ruß	NO ₂	NO ₂
		µg/m ³ Jahresmittel	µg/m ³ Jahresmittel	µg/m ³ Jahresmittel	µg/m ³ 98-%-Wert
Grünauer Str.4	Straße	4,2	9,5	66 *	144
Spandauer Damm 103	Straße	4,2	8,0	60 *	131
Schildhornstr. 88	Straße	5,2	8,1	63 *	139
Alt Friedrichsfelde 8a	Straße	3,8	6,6	53	117
Leipziger Str. 32*	Straße	3,9	8,1	67 *	148
Silbersteinstr.1	Straße	5,3	7,5	64 *	140
Alt Moabit 63*	Straße	4,1	7,2	59	130
Sonnenallee 68*	Straße	4,3	6,7	52	115
Brückenstr. 15*	Straße	4,6	7,0	53	117
Landsberger Allee 6-8*	Straße	3,2	6,7	51	111
Karl Marx Str. 236	Straße	5,1	6,8	53	118
Frankfurter Allee 96*	Straße	4,0	6,8	53	117
Herrmannstr. 120	Straße	4,2	6,6	55	122
Tempelhofer Damm 148	Straße	3,9	6,7	53	117
Berliner Allee 118	Straße	4,4	6,5	57	126
Kottbusser Damm 3*	Straße	4,1	6,3	47	103
Gitschiner Str. 97*	Straße	4,0	6,4	52	113
Hauptstr. 53*	Straße	3,9	6,6	59 *	129
Schildhornstr.76 (MC 117)	Straße	5,0	6,0	56	123
Prenzlauer Promenade 176	Straße	3,5	5,8	50	109
Karl- Marx- Str.77* (MC 220)	Straße	5,0	6,2	50	109
Lerschpfad 17 (MC14)	Straße	2,9	6,2	54	119
Beusselstr. 66*	Straße	3,4	6,0	56	123
Martin Luther Str. 62*	Straße	3,8	5,4	50	111
Schloßstr.29	Straße	3,7	5,6	59 *	130
Frankfurter Allee 86b* (MC 174)	Straße	3,5	5,4	47	103
Spreestr.2	Straße	3,1	6,4	48	105
Behrensstr. 8*	Straße	2,7	5,4	48	106
Lahnstr.96, Laterne 24	Straße	3,8	6,5	50	111
Nansenstr.10 * MC 42	Hintergrund	2,1	3,4	28	61

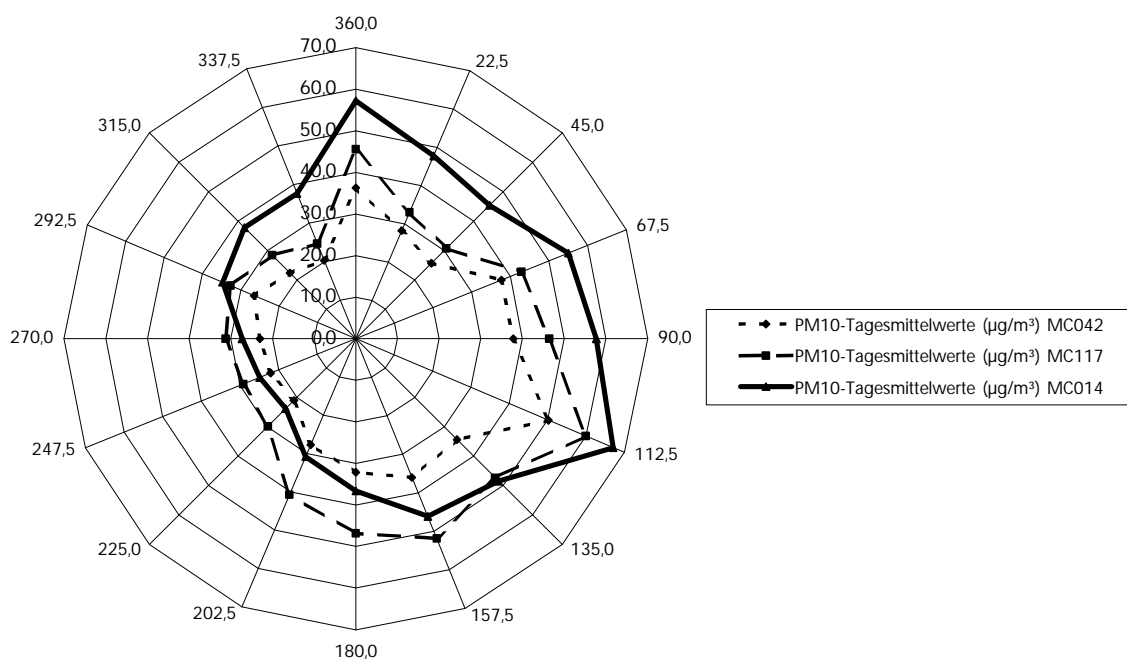
Die Überschreitungen des Ruß-Grenzwerts nach 23. BImSchV von 8 µg/m³ und der Grenzwerte nach 22. BImSchV für Benzol von 5 µg/m³ und Stickstoffdioxid von 40 µg/m³ sind fett gedruckt.

* = Überschreitung von Grenzwert + Toleranzmarge für Stickstoffdioxid (z.Zt. 56 µg/m³).

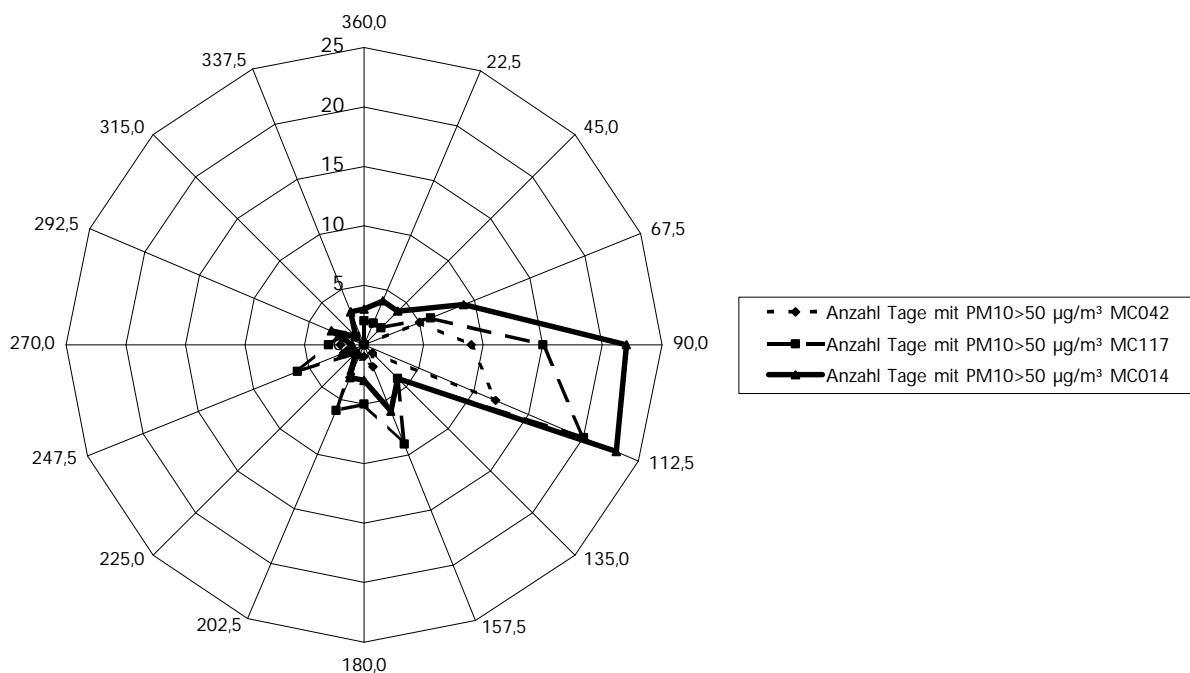
PM10-Staubkonzentration in Abhängigkeit von der Windrichtung

Um die Windrichtungsabhängigkeit der PM10-Staubkonzentration zu ermitteln, wurden die Tage des Jahres 2002 je nach Tagesmittel der Windrichtung in 16 Sektoren eingeteilt. Die PM10-Staub-Tagesmittel wurden dann sektorweise gemittelt und die windsektorabhängigen Staubmittelwerte in das obere der beiden nachfolgenden Diagramme eingetragen. Ebenso wurde windsektorabhängig auch die Anzahl der Tage mit Tagesmitteln der PM10-Staubkonzentration von mehr als $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Die Ergebnisse sind dem unteren Diagramm zu entnehmen. Ausgewählt wurden 3 Stationen, nämlich Station 42 (Neukölln) als innerstädtische Hintergrundstation, Station 117 (Schildhornstr.) als Verkehrsstation und Station 14 (Stadtautobahn), deren Windrichtungsabhängigkeit von derjenigen der anderen beiden Verkehrsstationen 117 und 174 abweicht. (Station 174 wurde hier nicht dargestellt, da sich die Windrosen an Station 117 und 174 kaum unterscheiden.)

PM10-Staub-Tagesmittel ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in Abhängigkeit von der Windrichtung aus 16 Sektoren im Jahr 2002



Anzahl von Tagen mit PM10-Staub-Tagesmitteln über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, klassifiziert nach 16 Windrichtungssektoren



Dem oberen Diagramm mit den windrichtungsabhängigen PM10-Staubkonzentrationen ist zu entnehmen, dass insbesondere bei Winden aus etwa Ost bis Südost hohe PM10-Staub-Tagesmittel beobachtet wurden. Auffällig hoch waren die Konzentrationen auch bei Nordwinden und bei Südost- bis Südwinden. Bei Südwest-, Nordost- und insbesondere Nordwestwinden traten deutliche Staub-Minima auf. Insgesamt unterscheiden sich die Windrichtungsabhängigkeiten der meisten Messstellen nicht so besonders stark voneinander. Hauptsächlich lagen die Staubwerte an den innerstädtischen Hintergrundmessstellen auf einem etwas höheren Niveau als an den Stadtrandmessstellen, während das Niveau an den Verkehrsmessstellen entsprechend höher lag. Dass die Maxima und Minima der windrichtungsabhängigen Staub-Tagesmittel bei fast allen Stationen meist bei den gleichen Windrichtungen auftraten, deutet darauf hin, dass lokale Effekte eine eher untergeordnete Rolle spielen dürften. Vielmehr scheint die Ausbildung hoher oder auch auffallend niedriger Staubkonzentrationen stark wetterlagenabhängig zu sein, ob also Hochdruck- oder Tiefdruck-Wetterlagen bzw. gute oder schlechte horizontale und vor allem vertikale Ausbreitungsbedingungen herrschen. Wie der Vergleich von Station 42 und 117 zeigt, lagen aber die Staubkonzentrationen bei eher nördlichen Windrichtungen an den Verkehrsmessstellen nur wenig über denjenigen an den innerstädtischen Hintergrundmessstellen. Hingegen bei eher südlichen Windrichtungen wurden an den Straßenmessstellen deutlich höhere PM10-Werte als an den Hintergrundmessstellen. Dies ist ein Zeichen für den ausgeprägten „Windwalzeneffekt“ in den Straßenschluchten: Die Verkehrsstationen 117 und 174 liegen jeweils an der Südseite einer Straßenschlucht. Bei südlichen Windrichtungen wird in der Straßenschlucht ein Windwirbel bzw. eine Windwalze induziert, die an der Nordseite zu einer absteigenden, an der Südseite zu einer aufsteigenden Luftbewegung und an Bodennähe zu einer südwärts gerichteten, also von der Fahrbahn zur Messstation hin gerichteten Strömung führt. Daher werden bei diesen Windrichtungen in Straßenschluchten die hohen Konzentrationen auf Grund der Straßenverkehrsemissionen gemessen. Bei nördlichen Windrichtungen dreht sich die Windwalze um, und die Verhältnisse sind entsprechend genau umgekehrt.

Auffallend unterscheidet sich die windrichtungsabhängige PM10-Staubkonzentration an Station 14 (Stadtautobahn) von derjenigen an Station 117 und damit von denen der anderen Verkehrsmessstationen. Das liegt daran, dass Station 14 auf einer Böschung westlich oberhalb der Stadtautobahn liegt. Bei nordwestlichen, nördlichen, nordöstlichen, östlichen und südöstlichen Windrichtungen ist der Wind überwiegend von der Autobahn zur Station hin gerichtet, was die hohen PM10-Staubkonzentrationen bei diesen Windrichtungen zur Folge hat. Kommt der Wind dagegen aus Süd, Südwest oder West, dann überstreicht die Luft, bevor sie zur Messstation gelangt, zunächst einen etwa südwestlich bis westlich vorgelagerten Friedhof, so dass in diesem Falle die Station einer weniger immissionsbelasteten Luft ausgesetzt ist. Umgekehrt liegen die Verhältnisse bei der hier im Diagramm nicht dargestellten Station 72 (Pankow). Diese ist zwar keine eigentliche Verkehrsmessstelle, liegt aber in der Nähe einer im Westen verlaufenden Hauptverkehrsstraße (keine Straßenschlucht). Hier fällt auf, dass bei Winden aus den westlichen Sektoren die Staubkonzentrationen höher als bei Winden aus den östlichen Sektoren lagen.

Dem unteren Diagramm mit der windrichtungsabhängigen Anzahl von Tagen mit Überschreitung des 24-Stunden-Grenzwerts von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ist zu entnehmen, dass besonders bei östlichen und west- bis südwestlichen Winden auffallend viele Tage mit Grenzwertüberschreitungen, bei südlichen Winden aber auffallend wenige Tage vorkamen. Die Verhältnisse der Messstationen unterscheiden sich nicht wesentlich voneinander. Hier deutet alles auf eine Wetterlagenabhängigkeit hin. Lokale Effekte scheinen kaum eine Rolle zu spielen.

Grenz- und Richtwerte zur Beurteilung der Luftqualität

Kenngröße	Grenzwert ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Beurteilungsverfahren	Überschreitungen in Berlin
Schwefeldioxid			
1-Stunden-Mittelwert (Grenzwert) (Überschreitungen höchstens 24 mal)	350	22. BImSchV	keine
1-Stunden-Mittelwert (Alarmwert) (Alarmauslösung bei Überschreitung in 3 aufeinanderfolgenden Stunden)	500		keine
Tagesmittelwert (Grenzwert) (Überschreitung höchstens 3 mal)	125		keine
Schwebstaub, PM10			
Tagesmittelwert (Grenzwert) (Überschreitung höchstens 35 mal)	50	22. BImSchV	9 von 13 PM10-Mess- stationen (davon alle 3 Straßennmessstationen und 5 Hintergrundstationen)
Jahresmittelwert(Grenzwert)	40		keine
Blei			
Jahresmittelwert (Grenzwert)	0,5	22. BImSchV	keine

Stickstoffdioxid			
98%-Wert der Halbstundenwerte	160	23. BImSchV	keine
1-Stundenmittelwert (Grenzwert) (Überschreitung höchstens 18 mal)	200	22. BImSchV	keine.
1-Stundenmittelwert (Alarmwert) (Auslösung bei Überschreitung in 3 aufeinanderfolgenden Stunden)	400		keine
Jahresmittelwert (Grenzwert)	40		alle 5 Straßenmessstat.
Halbstundenwert	200	VDI-2310, Bl.12	2 Straßenmessstat.
Tagesmittelwert	100		3 Straßenmessstat.
Stickstoffmonoxid			
Halbstundenwert	1000	VDI-2310	1 Straßenmessstat.
Tagesmittelwert	500		keine
Kohlenmonoxid			
Jahresmittelwert			
Tagesmittelwert	10000	VDI-2310	keine
Halbstundenwert	10000		keine
mehr als 3 Stunden in Folge	50000		keine
höchster 8-Stunden-Mittelwert eines Tages	10000	22. BImSchV	keine
Ozon			
höchster 8-Stunden-Mittelwert eines Tages	120	Richtlinie 2002/3/EG (3. EU-Tochterrichtlinie)	alle bis auf 1 Straßen- messstation
höchster 8-Stunden-Mittelwert eines Tages, gemittelt über die letzten 3 Jahre	120		alle bis auf 1 Straßen- messstation
AOT40 (Summe d.tägl.Ozon-Konzentrationen über 80 mg/m ² , 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		4 von 6 Stadtrand- und 2 von 4 Innenstadt- messstationen
Einstundenwert (Bevölkerungsinformation) (darf an 25 Tagen pro Jahr überschritten werden)	180		1 Messstation (an 2 Tagen) 8 Messstationen (an 1 Tag)
Einstundenwert (Bevölkerungswarnung)	240		keine
Halbstundenwert	120	VDI-2310, Bl.15	alle

	Benzol		
Jahresmittelwert (Grenzwert)	5	22.BImSchV	keine
	Ruß		
Jahresmittel	8	23.BImSchV	keine

Anmerkungen:

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

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

Bei den Überschreitungen sind nur die automatischen Messstationen berücksichtigt.