

Umwelt
Bundes
Amt 
für Mensch und Umwelt



Luft kennt keine Grenzen

Inhalt

1.	Messen, wozu?.....	3
2.	Die Entwicklung des Messnetzes	8
3.	Konzentrationen, wie wir sie messen.....	13
4.	Wintersmog - große Erfolge in der Luftreinhaltung.....	15
5.	Sommersmog - ein großräumiges Problem	20
6.	Saurer Regen - auch hier eine deutliche Verbesserung.....	26
7.	Verkehrsemissionen - noch nicht im Griff	27
8.	Klimawirksame Stoffe - weltweites Handeln erforderlich.....	31
9.	Ultraviolette Strahlung - Nutzen und Risiko	34
10.	Die Betriebszentrale des Messnetzes in Langen	36
11.	Internationale Programme - Datenaustausch.....	37
12.	Das UBA-Messnetz morgen	39
13.	Wenn Sie mehr wissen möchten - Adressen	41

Herausgeber: Umweltbundesamt
 Bismarckplatz 1
 14193 Berlin
 6. überarbeitete Auflage

Langen, Oktober 2001

Redaktion: Karin Uhse
 FG II 6.5 Messnetz, Außenstelle Langen

1. Messen, wozu?

Aerem corrumpere non licet - es ist nicht erlaubt, die Luft zu verunreinigen! Diese Forderung hat über die Jahrhunderte nichts von ihrer Aktualität verloren. Luft ist ebenso allgegenwärtig wie lebensnotwendig. Dabei wird ihre Qualität nicht von den Hauptbestandteilen Stickstoff und Sauerstoff bestimmt, weil deren Konzentration praktisch konstant ist.

Es sind Spurenstoffe, die die Qualität der Luft bestimmen, die ihr Charakter verleihen, die sie für jeden Ort typisch machen. Wenn wir von Meeres-, Land-, Stadt- oder Waldluft sprechen, dann sind es vor allem diese Stoffe, die uns die Unterscheidung erlauben. Nicht alles, was sich an Spurenstoffen in der Luft befindet, ist unschädlich für Mensch und Natur. Nicht alles davon können wir riechen oder spüren. Manches in der Luft kann langfristig schädlich für uns oder die Umwelt sein, ohne sofort Auswirkungen zu zeigen.

Wenn wir also nicht wollen, dass wir unerwarteten Problemen gegenüberstehen, so müssen wir uns ein Bild über den Zustand der Luft machen und dort, wo eine Verbesserung der Luftqualität notwendig ist, handeln. Für eine solche Bestandsaufnahme kommen wir nicht umhin, uns technischer Hilfsmittel zu bedienen, mit hochempfindlichen Messgeräten unseren Spürsinn zu erweitern. Dies gilt insbesondere auch für die langsamen, schleichenden Veränderungen, die wir kaum bewusst wahrnehmen.

Das Luftmessnetz des Umweltbundesamtes besteht seit über 30 Jahren. Das gesamte Messnetz spannt sich mit kontinuierlichen Messungen an ausgewählten Orten wie ein Netz über unser Land, mit dem wir Informationen über den Zustand der Luft und dessen Änderung erhalten. Neben der Erfassung regionaler Unterschiede und Verschiebungen aufgrund geänderter Lebensverhältnisse, wie z.B. Verkehrsaufkommen, Produktion und Konsumverhalten, geht es auch um die gezielte Verfolgung der Auswirkungen von Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität, das heißt um eine Erfolgskontrolle im großräumigen Bereich. In den Ballungsgebieten und in den Städten wird diese Aufgabe durch die Messnetze der Länder wahrgenommen.

Gerade im großräumigen Bereich - außerhalb der Ballungszentren - machen sich Schadstofftransporte auch über die Grenzen Deutschlands hinweg besonders bemerkbar, fallen sie verstärkt ins Gewicht. Die Erfassung solcher Transporte ist nicht nur wichtig, um Störeinflüsse bei der Erfolgskontrolle berücksichtigen zu können, sie sind als eine notwendige Grundlage für bilaterale und internationale Abkommen zur Begrenzung der grenzüberschreitenden Luftverschmutzung unentbehrlich. Wesentliche Aufgaben für das Messnetz des Umweltbundesamtes sind:

- **Großräumige Erfassung wichtiger Luftverunreinigungen**
- **Messungen zur Vorbereitung gesetzlicher Maßnahmen**
- **Beobachtungen langfristiger Trends von Luftschadstoffen**
- **Verfolgung klimarelevanter Komponenten**
- **Verfolgung der Entwicklung der UV-Strahlung am Boden als Folge von Veränderungen der stratosphärischen Ozonschicht**
- **Messungen im Rahmen des bundesweiten Ozon-Informationssystems**
- **Ermittlung des Schadstoffeintrages aus der Atmosphäre in die Randmeere Nord- und Ostsee**

[zurück zu Inhalt](#)

- Mitarbeit bei der Überprüfung der internationalen Abkommen zur Verminderung von Luftverunreinigungen
- Mitarbeit in internationalen Messnetzen und Datenlieferungen an internationale Organisationen
- Auswertung der Messdaten und regelmäßige Berichterstattung

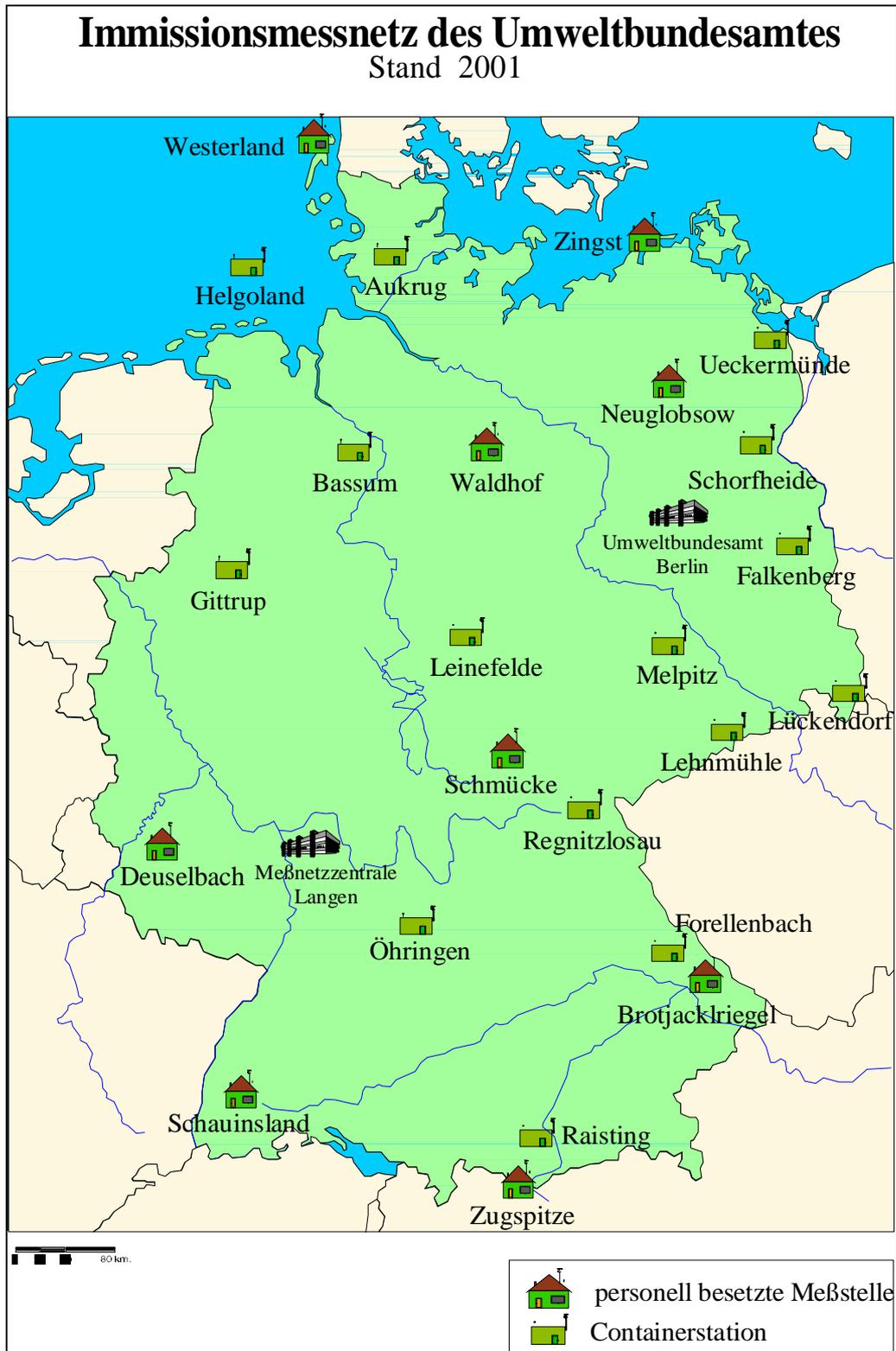


Abbildung 1: Das Messnetz des Umweltbundesamtes

[zurück zu Inhalt](#)

Das Luftmessnetz besteht u.a. aus 9 Messstellen, in denen Mitarbeiter des Umweltbundesamtes beschäftigt sind (rot markiert, mit Fotos im Bericht) und z.Zt. 14 automatisch arbeitenden Containerstationen:

Stationsname	Stations-Kennung	geographische Koordinaten		Höhe ü NN in m	Messbeginn	Messende
		Nord	Ost			
Angermünde	AN	53°01'54"	13°59'37"	56	Jul 91	Apr 99
Ansbach	AS	49°14'54"	10°35'07"	481	1976	
Aukrug	AU	54°04'29"	09°47'34"	15	Jul 98	
Bassum	BA	52°51'08"	08°42'05"	52	1976	
Brotjacklriegel Foto 4	BR	48°49'05"	13°13'11"	1016	1968	
Deuselbach Foto 8	DE	49°45'47"	07°03'18"	480	1967	
Doberlug-Kirchhain	DL	51°38'49"	13°34'31"	97	Mär 91	Okt 98
Falkenberg	FA	52°10'01"	14°07'27"	73	Okt 98	
Forellenbach	FB	48°56'55"	13°25'20"	858	Jan 2000	
Gittrup	GI	52°02'38"	07°40'23"	43	Sep 87	
Herleshausen	HE	51°02'19"	10°09'13"	380	Jun 89	Jan 99
Helgoland	HG	54°11'18"	07°52'38"	50	Aug 93	
Hohenwestedt	HW	54°06'58"	09°42'44"	75	1976	Jun 98
Kyritz	KY	52°56'19"	12°24'41"	40	Mär 91	Jul 98
Leinefelde	LF	51°23'39"	10°18'49"	356	Dez 91	
Lindenberg	LI	52°12'44"	14°07'15"	98	Mär 91	Okt 98
Lehnmühle	LM	50°49'55"	13°35'18"	527	Nov 93	
Lückendorf	LU	50°49'44"	14°47'17"	490	Nov 91	
Meinerzhagen	ME	51°05'56"	07°40'04"	510	1976	Aug 98
Melpitz	MP	51°31'32"	12°55'39"	86	Nov 93	
Murnauer Moos	MU	47°39'05"	11°12'12"	622	Feb 95	Mai 99
Neuglobsow Foto 12	NG	53°08'34"	13°02'00"	65	Nov 91	
Öhringen	OE	49°14'32"	09°26'50"	283	Apr. 01	
Raisting	RS	47°53'59"	11°06'45"	552	Apr. 01	
Regnitzlosau	RE	50°18'28"	12°03'49"	595	Sep 87	
Rottenburg	RT	48°27'21"	08°57'29"	427	1976	Dez 98
Schauinsland Foto 1	SC	47°54'51"	07°54'32"	1205	1968	
Schmücke Foto 7	SM	50°39'19"	10°46'15"	937	Jun 91	
Schorfheide Foto 6	SH	52°58'24"	13°38'48"	70	Apr 99	
Schwerin	SW	53°38'21"	11°23'43"	59	Sep 90	Jun 98
Schleiz	SZ	50°34'11"	11°48'22"	501	Sep 90	Dez 98
Teterow	TE	53°45'50"	12°37'05"	46	Jul 91	Sep 98
Ueckermünde	UE	53°45'03"	14°04'24"	1	Jul 91	
Waldhof Foto 5	WA	52°48'08"	10°45'29"	74	1970	
Westerland Foto 3	WE	54°55'36"	08°18'33"	12	1968	
Wiesenburg	WI	52°07'21"	12°27'41"	107	Sep 90	Mär 99
Zingst Foto 9	ZG	54°26'19"	12°43'25"	1	Sep 91	
Zugspitze Foto 10	ZU	47°24'54"	10°58'55"	2650	Jan 94	

Tabelle 1: Geographische Lage der Messstellen

[zurück zu Inhalt](#)

Messstelle	Bestimmungen von Gasen								Bestimmungen im Schwebstaub				Meteorologie	Niederschlag	Strahlung	
	SO ₂	NO _x	O ₃	CO ₂	CH ₄	PAN	Hg	KW	TSP	SO ₄	ΣN	SM			UV	G
Ansbach	R	R	R						R				R	W		
Aukrug	R	R	R						R				R			
Bassum	R	R	R						R				R	W		
Brotjacklriegel	R	R	R	R				3T	R	T	M	M	R	W		
Deuselbach	R	R	R	R	R				R	T	M	M	R	T/W		
Falkenberg	R	R	R						R				R	W		
Forellenbach	R	R	R										R	W		
Gittrup	R	R	R						R				R			
Helgoland	R	R	R						T				R	W		
Lehnmühle	R	R	R						R				R	W		
Leinefelde	R	R	R						R				R	W		
Lückendorf	R	R	R						R				R	W		
Melpitz	R	R	R						R				R	W		
Neuglobsow	R	R	R	R	R				R	T	M	M	R	W		
Regnitzlosau	R	R	R						R				R	W		
Schauinsland	R	R	R	R	R	R			R	T	M	M	R	W	R	R
Schmücke	R	R	R	R	R			3T	R	T	M	M	R	W		
Schorfheide	R	R	R						R				R	W		
Ueckermünde	R	R	R						R				R	W		
Waldhof	R	R	R	R		R		3T	R	T	M	M	R	T/W		
Westerland	R	R	R	R					T	T	M	M	R	W		
Zingst	R	R	R	R	R	R	R	3T	R	T	M	M	R	W	R	R
Zugspitze	R	R	R	R	R			3T	R				R			

Tabelle 2: Messprogramm des Messnetzes des Umweltbundesamtes

Legende zu Tabelle 2:

Gas:	SO ₂	Schwefeldioxid	Strahlung:	UV	UV-Strahlung
	NO _x	Stickoxide: NO, NO ₂ , NO _x		G	Globalstrahlung
	O ₃	Ozon	Niederschlag:		nasse Deposition
	CO ₂	Kohlendioxid			pH-Wert, Leitfähigkeit
	CH ₄	Methan			SO ₄ , NO ₃ , NH ₄ , Cl, Ca, Na,
	PAN	Peroxyacetylnitrat			Mg, K
	Hg	Quecksilber	Nur an 4 Stat.		Schwermetalle:
	KW	Kohlenwasserstoffe			Pb, Cd, Cu, Mn, Fe, Zn, As
Meteorologie:		Temperatur	Messintervall	T	Tagesprobe
		Windrichtung und -geschw.		R	Registrierendes Gerät, Halbstd.
		Relative Luftfeuchte		M	Monatsprobe
		Luftdruck		W	Wochenprobe
		Niederschlagsmenge		3T	3 Tagesprobe
Schwebstaub:	TSP	Gesamtschwebstaub/PM ₁₀	Schwebstaub:	SM	Schwermetalle: Cu, Pb, Cd, Fe, Mn, Ni
	SO ₄	Sulfat			
	ΣN	Σ NH ₃ + NH ₄ ⁺ , HNO ₃ + NO ₃ ⁻			

[zurück zu Inhalt](#)

Komponente	Messverfahren	Messintervall
Schwefeldioxid	UV-Fluoreszenz	Halbstunde
Schwefeldioxid	Imprägnierte Filter, Ionenchr.	Tag
Stickoxide: NO, NO ₂ , NO _x	Chemilumineszenz	Halbstunde
Stickstoffdioxid	Imprägnierte Fritten	Tag
Ozon	UV-Absorption	Halbstunde
Kohlendioxid	IR-Absorption	Halbstunde
Kohlendioxid	Gaschromatographie	Halbstunde
Methan	Gaschromatographie	Halbstunde
Lachgas (N ₂ O)	Gaschromatographie	Halbstunde
Schwefelhexafluorid (SF ₆)	Gaschromatographie	Halbstunde
Peroxyacetylnitrat (PAN)	Gaschromatographie	Halbstunde
Quecksilber	Atomfluoreszenz	Halbstunde
Kohlenwasserstoffe (VOC)	Gaschromatographie	2x wöchent. Momentanpr.
FCKW	Gaschromatographie	Tag
Temperatur	Thermometer	Halbstunde
Windrichtung und -geschw.	Anemometer	Halbstunde
Relative Luftfeuchte	Hygrometer	Halbstunde
Luftdruck	Barometer	Halbstunde
Niederschlagsmenge	Tropfenzähler	Halbstunde
Niederschlagsmenge	Bulk-Sammler	Tag
Niederschlagsmenge	Wet-only-Sammler	Woche
pH-Wert des Niederschlags	pH-Meter	Tag (bulk)
pH-Wert des Niederschlags	pH-Meter	Woche (wet-only)
Leitfähigkeit des Niederschlag	Konduktometrie	Tag (bulk)
Leitfähigkeit des Niederschlag	Konduktometrie	Woche (wet-only)
Ionen im Niederschlag	Ionenchromatographie	Tag (bulk)
Ionen im Niederschlag	Atomabsorption + Ionenchr.	Woche (wet-only, bulk)
Schwermetalle im Niederschlag	ICP/MS; Atomfluoreszenz	Woche
Gesamtschwebstaub	Beta-Absorption	Halbstunde
PM ₁₀	Beta-Absorption	Halbstunde
PM ₁₀ , PM _{2.5}	Gravimetrie	Tag
Sulfat im Staub	Imprägnierte Filter, Ionenchr.	Tag
Σ NH ₃ + NH ₄ ⁺ im Staub	Imprägnierte Filter, Ionenchr.	Monat
Σ HNO ₃ + NO ₃ ⁻ im Staub	Imprägnierte Filter, Ionenchr.	Monat
Schwermetalle im Staub	ICP/MS	Monat
UV-Spektren	Monochromator	6 Minuten
Globalstrahlung	Pyranometer	Halbstunde

Tabelle 3: Messverfahren im Messnetz des Umweltbundesamtes

Zusätzlich sind 15 automatisch arbeitende Containerstationen eingerichtet (siehe [Abbildung 1](#)). Die geographische Lage der Messstellen und Containerstationen ist in [Tabelle 1](#) dargestellt (Stand Oktober 2001). Die Messung der UV-Strahlung erfolgt an 2 personell besetzten Messstellen (Zingst und Schauinsland), an der Messnetzzentrale in Langen und an einem vom BfS (Bundesamt für Strahlenschutz) betriebenen Messpunkt in Neuherberg. An 8 der 9 personell besetzten Messstellen, an 12 Containern und an 10 weiteren Standorten in Bornhöved, Doberlug-Kirchhain, Dunum, Kehlheim/Eining, Hilchenbach, Kehl, Solling, Teterow, Wiesenburg und Wurmberg werden Niederschlagsinhaltsstoffe gemessen. Das Zentrallabor sowie die Datenzentrale des Messnetzes befinden sich in der Betriebszentrale in

[zurück zu Inhalt](#)

Langen, die Messnetzleitung im Umweltbundesamt in Berlin. Das derzeitige Messprogramm ist [Tabelle 2](#) zu entnehmen, wobei jeweils nur die Messverfahren mit der höchsten zeitlichen Auflösung angegeben sind, die Messverfahren sind in [Tabelle 3](#) angegeben.



Foto 1: Messstelle Schauinsland, eine Bergstation im südlichen Schwarzwald

2. Die Entwicklung des Messnetzes

Anfang der sechziger Jahre begann man sich in der Bundesrepublik Deutschland verstärkt für die Spurenstoff-Konzentrationen in der Luft außerhalb der Städte und Ballungsräume zu interessieren. Ziel war es, die Zusammensetzung von „Normalluft“ kennen zu lernen, die als Bezug für biologische und medizinische Wirkungsuntersuchungen in Gebieten mit erhöhten Verunreinigungen der Luft dienen sollte. Unter „Normalluft“ wollte man dabei die über einen größeren Raum und längere Zeit repräsentative Luftzusammensetzung verstehen.

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) hat zu diesem Zweck Mitte der sechziger Jahre den Aufbau eines Stationsnetzes finanziert, das sich mit der Erfassung der Pegel von Luftverunreinigungen und deren zeitlicher Veränderung sowohl in Bereichen mit „Normalluft“, den „Reinluftgebieten“, als auch in Gebieten mit erhöhter Luftbelastung beschäftigen sollte. Es wurden zunächst sieben Messstellen eingerichtet, fünf in ländlichen Gebieten und zwei „Kontraststationen“ in Großstädten.

Ländliche Gebiete	Großstädte
Westerland	Gelsenkirchen
Clausthal-Zellerfeld	Mannheim
Deuselbach	
Brotjacklriegel	
Schauinsland	

[zurück zu Inhalt](#)

Die Stationen Gelsenkirchen und Mannheim wurde gegen Ende der sechziger Jahre aufgelöst und Clausthal-Zellerfeld nach Waldhof an den Ostrand der Lüneburger Heide verlegt. Der Grund für diese Verlegung war der schon damals festzustellende grenzüberschreitende Transport von Luftschadstoffen aus dem Gebiet der ehemaligen DDR, der allerdings fälschlicherweise lokalen Emissionsquellen zugeschrieben wurde. Bald ergaben die ersten Messungen Unterschiede zwischen den einzelnen Hintergrund-Messstellen, die zum Teil auf Probleme mit den Messverfahren zurückgeführt wurden. In der Tat mussten erst Erfahrungen bei Luftanalysen im Mikrogrammbereich gesammelt werden und mancher Messwert, der zunächst als richtig eingestuft wurde, musste später aufgrund neuer Erfahrungen verworfen oder korrigiert werden. Andere Werte, die nicht in die damaligen Vorstellungen passten, wurden angezweifelt oder ebenfalls verworfen, obwohl sie möglicherweise richtig waren. Im Verlauf dieses Lernprozesses zeigte sich, dass tatsächlich jede Messstelle eigene Merkmale in der Luftzusammensetzung aufwies. So wurde allmählich klar, dass die vereinfachende Vorstellung von „Normalluft“, also einer gleichmäßigen Spurenstoffverteilung außerhalb der Ballungsräume, nicht haltbar war.

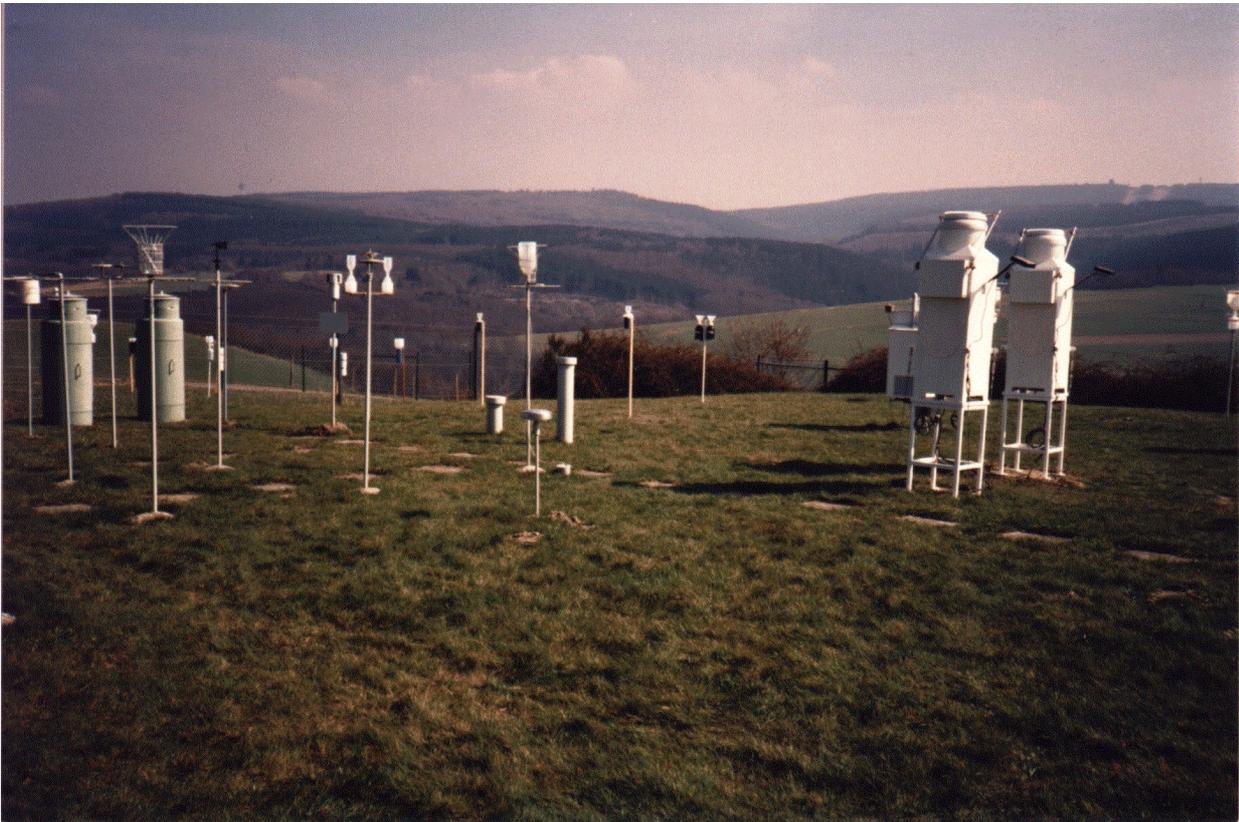


Foto 2: Staub- und Niederschlagssammler auf dem Messfeld der Messstelle Deuselbach im Hunsrück

Damit war auch der „Reinluft“-Begriff fragwürdig geworden, denn offenbar kennt die Natur keine räumlich und zeitlich konstante Zusammensetzung der Luft. Vielmehr ist sie ein Spiegel der Aktivitäten des Lebens. Daher war und ist es häufig nicht einfach, die jeweiligen Beiträge von Natur und Mensch zu den Spurenstoffen in der Luft zu erkennen.

Die unterschiedlichen Ergebnisse der wenigen Stationen verdeutlichen, dass für die Entwicklung eines Gesamtbildes der Luftqualität mehr Messstellen nötig waren, weil die an den wenigen Punkten gemessenen Konzentrationen nicht einfach verallgemeinert werden konnten. Außerdem war für die Beobachtung der langfristigen Trends eine dauerhafte Sicherung des Messprogramms erforderlich. [zurück zu Inhalt](#)

Als 1974 das Umweltbundesamt gegründet wurde, übernahm es das Messnetz von der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Damit war die Kontinuität der Hintergrundmessungen, insbesondere zur Feststellung langfristiger Veränderungen sowie möglicher Auswirkungen auf das Klima, gesichert. Etwa gleichzeitig wurden auf dem Gelände von neun Warnämtern des Bundesamtes für Zivilschutz Probenahmestellen eingerichtet.

Wie wertvoll langfristig ermittelte Daten zur Luftqualität sind, zeigte sich in der Diskussion um die Ursachen der „neuartigen“ - weil klassisch nicht erklärbaren - Waldschäden zu Beginn der achtziger Jahre. Das Messnetz des Umweltbundesamtes konnte für die beiden am meisten diskutierten Ursachenkomplexe, den Säuregehalt des Niederschlages (s. [Saurer Regen, S.26](#)) und die photochemischen Oxidantien mit Ozon als Leitkomponente (s. [Sommersmog, S. 20](#)). Messwerte zur Verfügung stellen und somit auch zur Versachlichung der Diskussion beitragen.



Foto 3: Messstelle Westerland auf Sylt. Der nördlichste Punkt des Messnetzes, direkt an der Nordsee gelegen.

Doch nicht nur für Ökosysteme wie Wälder sind derartige großräumig gebildete und transportierte Belastungen bedrohlich. Es zeigte sich auch, dass der vor allem durch hohe SO₂- und Staubkonzentrationen charakterisierte Wintersmog (s. [Wintersmog, S. 15](#)) keinesfalls nur auf einheimische Quellen zurückzuführen war, sondern auch grenzüberschreitend transportiert wurde. Bei bestimmten Episoden wurden so in ländlichen Gebieten Konzentrationen erreicht, die sogar über den Grenzwerten der Smogverordnungen der Bundesländer lagen.

Um solche Smogepisoden auch großräumig besser überwachen zu können, war eine höhere zeitliche Auflösung, als sie Tagesmittelwerte bieten, erforderlich. Daher wurden die Probenahmestellen und einige weitere Standorte mit kontinuierlich registrierenden Messgeräten in Containern ausgestattet, deren Daten gemeinsam mit denen der Bundesländer von Ende der achtziger Jahre bis Anfang der neunziger Jahre in ein Smogfrühwarnsystem für SO₂ und Staub (s. [Wintersmog, S. 15](#)) einfließen und seit Anfang der neunziger Jahre in das Ozon-Smogfrühwarnsystem (s. [Sommersmog, S. 20](#)) einfließen.

[zurück zu Inhalt](#)

Das „Winter“-Smogfrühwarn-System (s. [Wintersmog](#), S. 15) wurde aus der Erkenntnis heraus eingerichtet, dass ein großer Teil der Schadstoffe in Smogepisoden aus dem benachbarten östlichen Ausland und der ehemaligen DDR in die Bundesrepublik Deutschland importiert wurde. Zu diesen Schadstoffimporten trugen die Emissionen in den südlichen Regionen der ehemaligen DDR, Polens und der damaligen CSSR erheblich bei. Daher war es naheliegend, zu einem möglichst frühen Zeitpunkt auch Messwerte aus diesen Gebieten verfügbar zu haben, die eine einigermaßen sicherer Vorhersage über den weiteren zeitlichen Verlauf der Transportvorgänge erlauben sollten. Die ehemalige DDR verfügte zwar über eine größere Anzahl von Messstationen, die jedoch häufig nur den Schadstoff Schwefeldioxid überwachen konnten und deren Daten geheim gehalten wurden.



Foto 4: Messstelle Brotjacklriegel, eine Bergstation im Bayerischen Wald

Im Rahmen der technischen Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Umweltschutzes stellte der Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit der ehemaligen DDR Mess-einrichtungen zur Verfügung, die zum Aufbau von zwölf Containerstationen an Stationen des Meteorologischen Dienstes der ehemaligen DDR (MD) zur zentralen Erfassung der Messdaten und deren Weiterleitung an das Umweltbundesamt vorgesehen waren.

Das Konzept der Standortwahl der zwölf MD-Stationen entsprach dem des bisherigen UBA-Messnetzes, so dass diese Stationen nach der Wiedervereinigung in das UBA-Messnetz eingegliedert wurden. Zusätzlich wurden drei mit Personal ausgestattete Messstellen eingerichtet. Diese beträchtliche Erweiterung des UBA-Messnetzes war Ende 1991 weitgehend abgeschlossen.

[zurück zu Inhalt](#)



Foto 5: Messstelle Waldhof in der Lüneburger Heide. Typisch für das norddeutsche Flachland.

Im Gefolge der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl wurde in der Bundesrepublik Deutschland ein Messnetz zur Überwachung der Radioaktivität eingerichtet. Ein Teil dieses Messnetzes erfasst den Gehalt radioaktiver Stoffe in der Außenluft: 11 Messstationen (8 Containerstationen, 3 personell besetzte Messstellen) des Umweltbundesamtes wurden mit entsprechenden Messeinrichtungen ausgestattet und lieferten Messdaten in dieses System. Dieses Radioaktivitätsmessnetz des UBA wurde 1999 an das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) übergeben.

Der besorgniserregende Abbau der stratosphärischen Ozonschicht, der mit großer Wahrscheinlichkeit zu einer Zunahme der kurzwelligeren, biologisch schädigenden UV(B)-Strahlung führt, war Anlass für die Einrichtung eines UV-Messnetzes ([s. Ultraviolette Strahlung; S. 34](#)). Das vom Umweltbundesamt und dem Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) gemeinsam eingerichtete Messnetz besteht derzeit aus 4 Messstellen, die Langzeittrends im UV-Bereich feststellen sollen, 3 davon werden vom UBA betrieben. Darüber hinaus betreiben eine Reihe von Institutionen assoziierte Stationen, so dass ein flächendeckendes Bild der UV-Situation Deutschlands vorliegt.

Als Anfang der neunziger Jahre das Problem des photochemischen Smogs, auch „Sommermog“ genannt, ([s. Sommersmog, S. 20](#)) vermehrt in die Schlagzeilen geriet, während das Problem des SO₂-„Wintersmogs“ ([s. Wintersmog, S. 15](#)) wegen der drastischen Reduzierung der SO₂-Emissionen als weitgehend gelöst angesehen werden konnte, wurde das Smogfrühwarnsystem auf die Überwachung von Ozon anstelle von Schwefeldioxid und Schwebstaub umgestellt.

[zurück zu Inhalt](#)

Im Zuge der „Verschlankung“ des Staates wurde auch die Anzahl der Messstandorte des Messnetzes verringert: Von ehemals 23 Messcontainern plus 4 reinen „Radioaktivitäts“-Messcontainern wurden in 1998 an 9 Containern die Messungen eingestellt, 3 Standorte verlagert und die Radioaktivitäts-Container an das BfS abgegeben.

Da globale Probleme vermehrt in den Vordergrund treten, sagte das UBA auch im Auftrag des BMU seine Mitarbeit im Global Atmosphere Watch (GAW) Programm zu ([s. Klimawirksame Stoffe, S. 31](#)), wo unter anderem Messergebnisse klimarelevanter Stoffe wie Kohlendioxid und Methan weltweit gesammelt und ausgewertet werden. Dieses Programm der World Meteorological Organisation (WMO) dient der frühzeitigen Erkennung von Klimaveränderungen und deren Ursachen. Zusammen mit dem Deutschen Wetterdienst betreibt das UBA dazu seit 1995 als deutschen Beitrag zum GAW-Programm die gemeinsame GAW-Globalstation Zugspitze/Hohenpeißenberg. Die Entwicklung des Messnetzes des Umweltbundesamtes zeigt also, dass das Messnetz kontinuierlich neuen und gestiegenen Anforderungen angepasst und entsprechend umstrukturiert wird.

3. Konzentrationen, wie wir sie messen

Die Fülle von Informationen, die ein langjährig betriebenes Messnetz liefert, lässt sich nicht in wenigen Tabellen oder Graphiken fassen. Ein erster grober Eindruck wird üblicherweise durch Jahresmittelwerte gegeben. Dabei werden jahreszeitliche Veränderungen oder Schwankungen, die aufgrund unterschiedlicher Witterungs- und Emissionseinflüsse entstehen, überdeckt. Die [Tabelle 4](#) enthält Jahresmittelwerte einer Reihe von Schadstoffen, wie sie im Messnetz an den 5 im Westen gelegenen personell besetzten Messstellen 1980, bzw. 1984 oder 1987 gegenüber 1999 bzw. 2000 gemessen wurden. Diese Werte zeigen Trends in ländlichen Gebieten. Bei den Depositionswerten ist jedoch zu beachten, dass dort die Stationen mit hohen Regenmengen mit starkem Gewicht in die Mittelwerte eingehen, weshalb die Messnetzmittelwerte nicht als repräsentativ für die Fläche der Bundesrepublik Deutschland gelten können.

	Komponente	Mittelwert Konzentration	Mittelwert Konzentration	Mittelwert Deposition	Mittelwert Deposition
Gase:	Schwefeldioxid	1980: 12.1 µg/m ³	2000: 0.9 µg/m ³		
	Stickstoffdioxid	1980: 8.4 µg/m ³	2000: 6.5 µg/m ³		
	Ozon	1980: 56 µg/m ³	2000: 70 µg/m ³		
	Kohlendioxid	1980: 346 ppm	2000: 376 ppm		
Staub:	Ges. Staub	1980: 42 µg/m ³	2000: 15 µg/m ³		
	Schwefel	1980: 1.8 µgS/m ³	1999: 1.0 µgS/m ³		
	Blei	1987: 34 ng/m ³	1999: 7 ng/m ³		
Regen:	Ammonium	1984: 0.75 mg/l	1999: 0.60 mg/l	1984: 726 mg/m ²	1999: 657 mg/m ²
	Natrium	1984: 0.30 mg/l	1999: 0.26 mg/l	1984: 288 mg/m ²	1999: 289 mg/m ²
	Kalium	1984: 0.13 mg/l	1999: 0.09 mg/l	1984: 128 mg/m ²	1999: 95 mg/m ²
	Kalzium	1984: 0.36 mg/l	1999: 0.33 mg/l	1984: 354 mg/m ²	1999: 368 mg/m ²
	Magnesium	1984: 0.06 mg/l	1999: 0.07 mg/l	1984: 56 mg/m ²	1999: 76 mg/m ²
	Sulfat	1984: 3.19 mg/l	1999: 1.46 mg/l	1984: 3.1 g/m ²	1999: 1.6 g/m ²
	Nitrat	1984: 2.16 mg/l	1999: 1.93 mg/l	1984: 2.5 g/m ²	1999: 2.1 g/m ²
	Chlorid	1984: 0.59 mg/l	1999: 0.50 mg/l	1984: 574 mg/m ²	1999: 551 mg/m ²
	pH/H ⁺	1984: 4.37	1999: 4.90	1984: 41mg/m ²	1999: 14 mg/m ²

Tabelle 4: Jahresmittelwerte aus dem UBA-Messnetz

[zurück zu Inhalt](#)

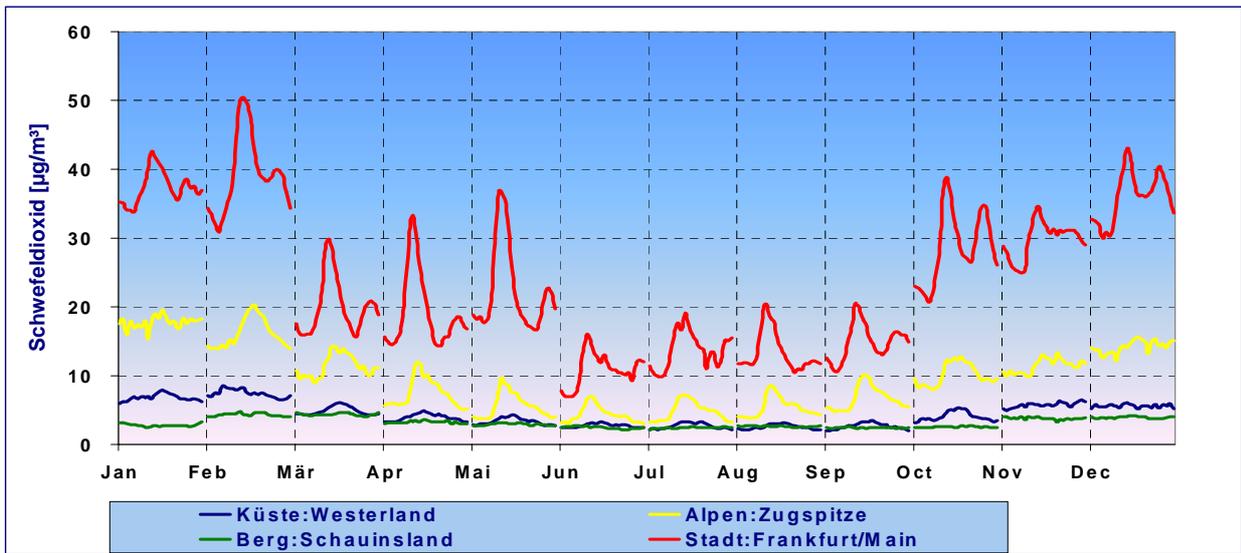


Abbildung 2: Mittlere monatliche Tagesgänge von Schwefeldioxid für die Monate Januar bis Dezember 1995 bis 2000

Die [Abbildung 2](#) zeigt die mittleren monatlichen Tagesgänge für Schwefeldioxid für den Zeitraum von 1995 bis 2000. Bedingt durch die niedrige Höhe der Mischungsschicht und die stärkeren Emissionen im Winter treten die höchsten Werte in dieser Jahreszeit auf. In der Stadt (hier am Beispiel von Frankfurt) und an der nahe der ehemaligen innerdeutschen Grenze gelegenen Station Waldhof treten größere Tagesschwankungen auf einem vergleichsweise hohem Konzentrationsniveau auf. Dagegen sind an der Küste und im Schwarzwald die Konzentrationen niedrig und die Tagesschwankungen gering. Mit hohen Werten in den Sommermonaten und einem Minimum im Winterhalbjahr zeigt der Verlauf von Ozon ein gegenüber dem SO_2 inverses Verhalten ([Abbildung 3](#)). Im Jahresverlauf sowie beim Tagesgang wird der Einfluss der für das Entstehen von Ozon notwendigen intensiven Sonneneinstrahlung deutlich. Der Tagesgang ist in Städten besonders ausgeprägt, an der Küste deutlich geringer, jedoch auf einem vergleichsweise hohen Konzentrationsniveau. Die höchsten Ozonwerte im mittleren Tagesgang und zugleich die geringsten Tagesschwankungen werden an den Bergstationen beobachtet (s. [Sommermog](#), S. 15).



Foto 6: Messcontainer in Schorfheide

[zurück zu Inhalt](#)

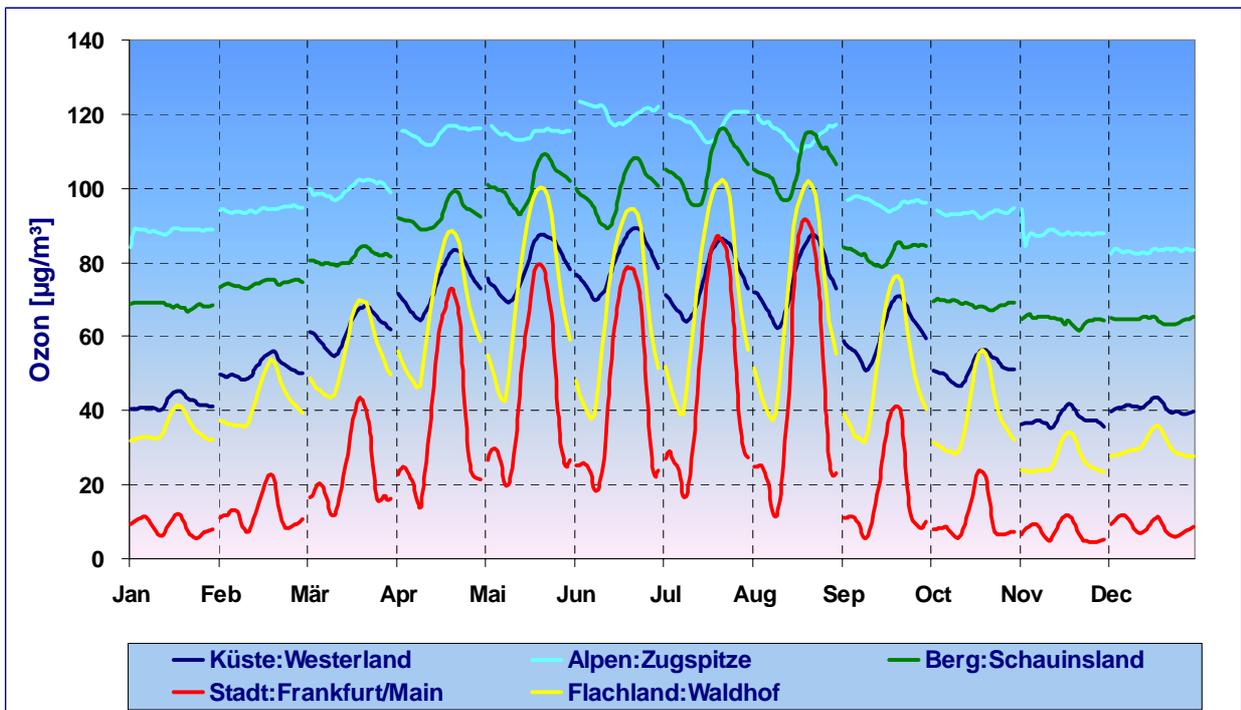


Abbildung 3: Mittlere monatliche Tagesgänge von Ozon für die Monate Januar bis Dezember von 1995 bis 2000

4. Wintersmog - große Erfolge in der Luftreinhaltung

In früheren Jahrzehnten waren die Ursachen für Wintersmog in den Ballungsgebieten vor Ort zu suchen: Während winterlicher Hochdruckwetterlagen mit schwachem Wind und geringem vertikalen Luftaustausch (Inversionswetterlage) stiegen die emissionsbedingten Schadstoffkonzentrationen - vornehmlich von Schwefeldioxid und Staub - in der Luft an und führten zu teilweise erheblichen Belastungen der Atemwege.

Zur bundesweiten Überwachung der Konzentrationen von Schwefeldioxid und Staub wurde Ende der achtziger Jahre ein Smogfrühwarnsystem in Zusammenarbeit mit den Bundesländern eingerichtet. Sämtliche Messnetze der Bundesländer und des UBA meldeten mehrmals täglich die halbstündigen Konzentrationen von SO_2 und Staub an eine Datenzentrale im UBA. Bei Überschreitung der Grenzwerte wurde von den Bundesländern Smogalarm ausgelöst.

Die „hausgemachten“ hohen Schadstoffkonzentrationen traten infolge von Minderungsmaßnahmen an den Emissionsquellen in der Bundesrepublik Deutschland allmählich in den Hintergrund. Um so mehr nahm die Bedeutung einer anderen Smogursache zu: der großräumige, auch Ländergrenzen überschreitende Transport von Luftschadstoffen. Damit werden auch ländliche Gebiete belastet, vor allem bei östlichen Windrichtungen mit mittleren Windgeschwindigkeiten, tiefen Temperaturen und einer Inversion in wenigen 100 m Höhe über Grund. Geschlossene Schneedecken begünstigten zusätzlich hohe Konzentrationen.

[zurück zu Inhalt](#)

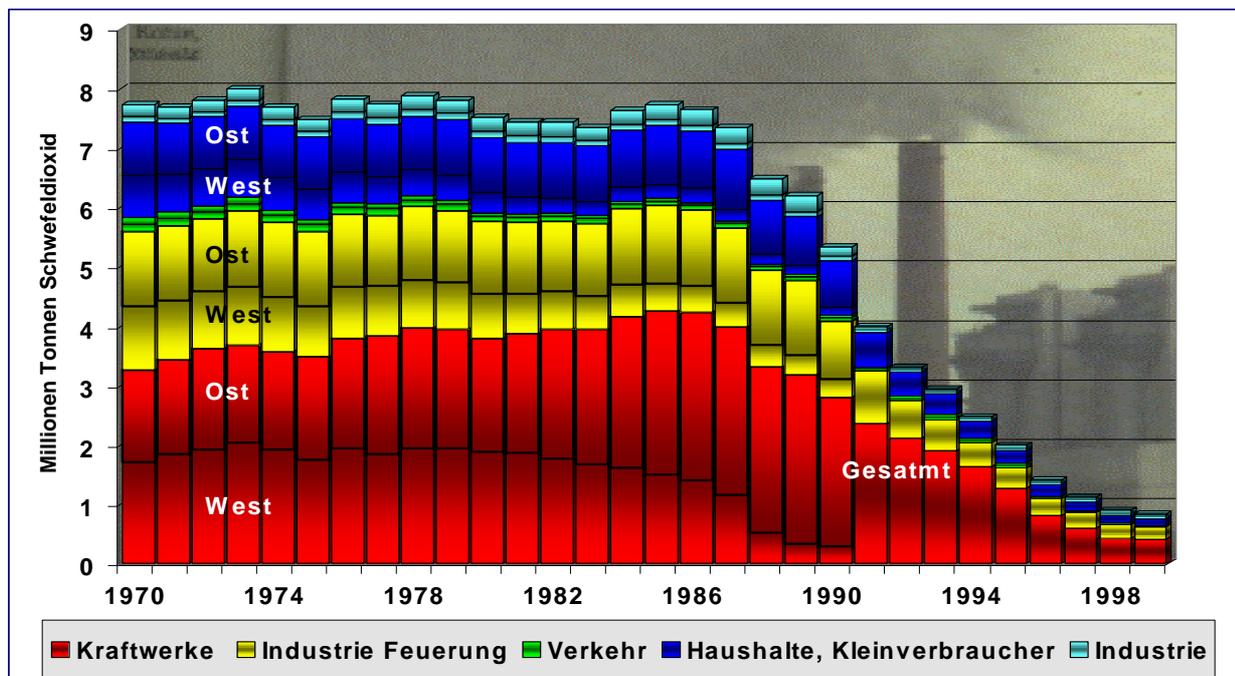


Abbildung 4: Jährliche Schwefeldioxid-Emissionen von 1970 bis 1990 getrennt für Westdeutschland und der ehemaligen DDR, vom 1991 bis 1999 für ganz Deutschland gemeinsam, aufgeteilt nach den Hauptemittenten.

Quelle: Bericht der Bundesregierung, 1995 und UBA Berlin II 6.4, 2000

Die Emissionen an Schwefeldioxid, die in Deutschland zu Beginn der siebziger Jahre am höchsten waren, sind seitdem, wie zeigt, stark zurückgegangen. Sie gingen von über 7 Millionen Tonnen auf unter 1.5 Millionen Tonnen und damit um insgesamt mehr als 80% im Jahre 1999 zurück. Dieser Trend ist auch an den Immissions-Messwerten des UBA-Messnetzes erkennbar (Abbildung 5). Die räumliche Verteilung der Schwefeldioxidkonzentrationen in den Jahren 1973 bis 2000 zeigt einen deutlich abnehmenden Trend der SO_2 -Belastung sowohl in den alten als auch in den neuen Bundesländern. Dabei ist seit 1988 ein besonders starker Rückgang sichtbar, der im wesentlichen auf die Verordnung über Großfeuerungsanlagen von 1983 (in den alten Bundesländern) und seit 1990 durch entsprechende Maßnahmen sowie Betriebsstillegungen auch in den neuen Bundesländern ihre Ursache hat. Zu einem geringen Teil begünstigten auch besonders milde Winter den Rückgang. Für die fünf in ländlichen Regionen der alten Bundesländer gelegenen Stationen Westerland, Waldhof, Deuselbach, Brotjackriegel und Schauinsland sind die SO_2 -Konzentrationen zwischen 1982 und 2000 um 57% bis 87% zurückgegangen.

Auch die Emissionen von Staub, der zweiten wichtigen Komponente des Wintersmogs, sind in den alten Bundesländern seit Ende der sechziger Jahre zunächst deutlich, dann aber nur noch leicht zurückgegangen. In den neuen Bundesländern blieben die Emissionen bis Ende der achtziger Jahre auf hohem Niveau und konnten erst danach drastisch reduziert werden (Abbildung 6). Zwischen 1990 und 1999 beispielsweise haben die Staubemissionen in Deutschland um etwa 85% abgenommen. Die Emissionsminderung zwischen 1967 und 1999 ist an den Messstellen des Umweltbundesamtes durch einen Rückgang der Staubkonzentrationen nachweisbar (Abbildung 7). Als Folge der drastischen Reduzierung der Staubemissionen in Deutschland im letzten Jahrzehnt werden die entsprechenden Konzentrationen in der Luft – wenn überhaupt – nur noch sehr langsam abnehmen, da sie in zunehmendem Maße durch die Beiträge des Ferntransportes und der natürlichen Staubemissionen bestimmt werden.

[zurück zu Inhalt](#)

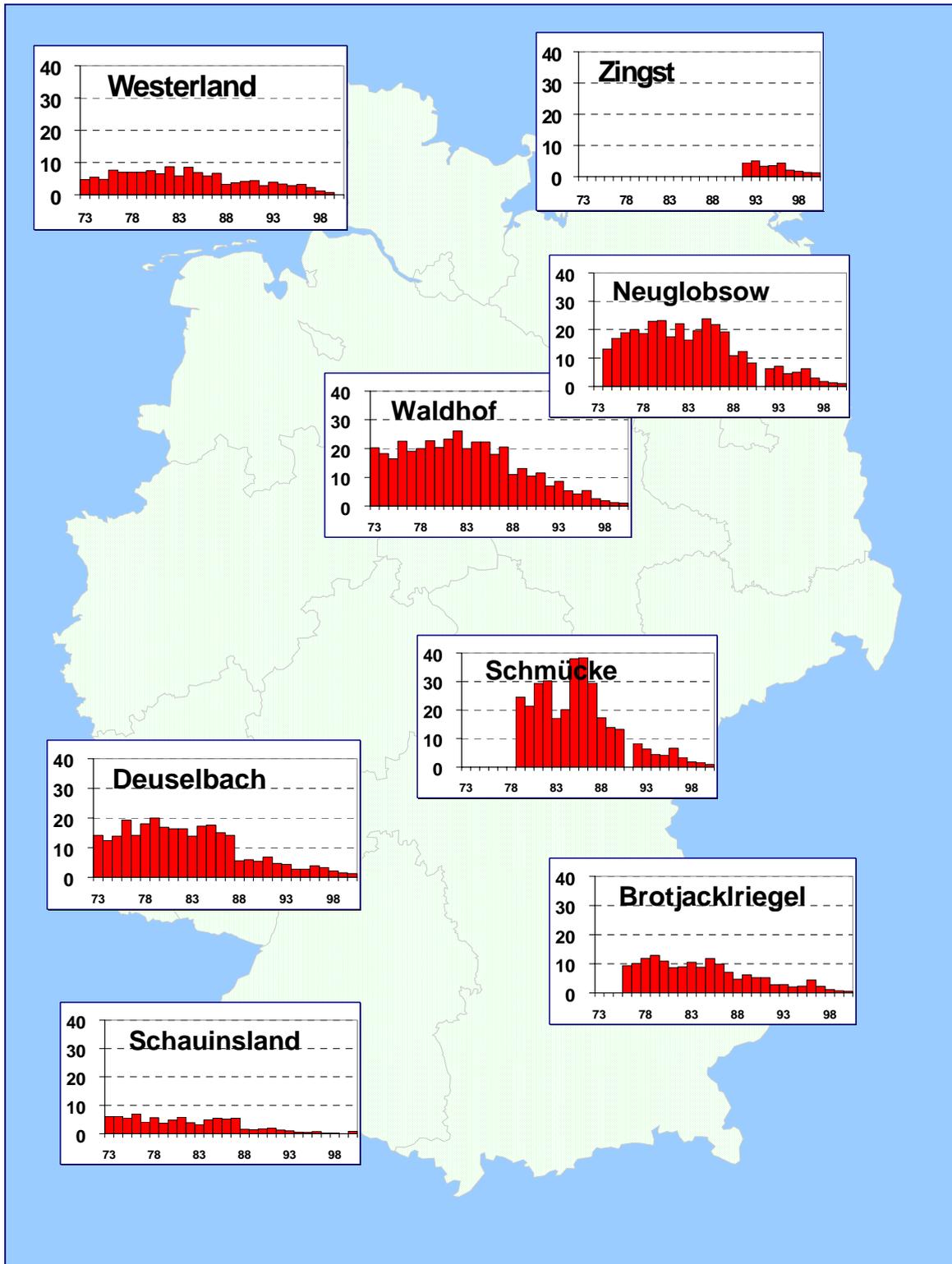


Abbildung 5: Jahresmittel der Schwefeldioxidkonzentrationen von 1973 bis 2000 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ an den personell besetzten Messstellen des Umweltbundesamtes



Foto 7: Messstelle Schmücke auf dem Kamm des Thüringer Waldes.

Die erfolgreiche Emissionsminderungs-Politik hat bewirkt, dass inzwischen in den meisten Bundesländern die Wintersmog-Verordnungen aufgehoben wurden und das Winter-Smogfrühwarnsystem nach dem Winter 1994/1995 seinen Betrieb einstellen konnte.

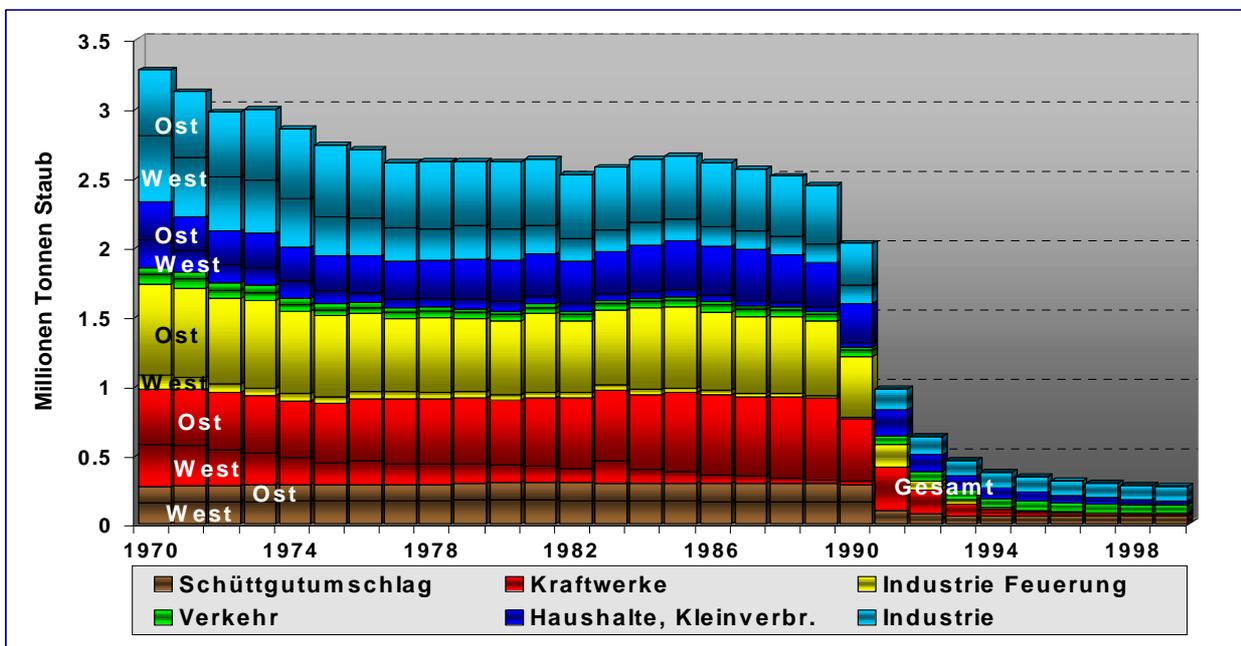


Abbildung 6: Jährliche Staub-Emissionen von 1970 bis 1990 getrennt für Westdeutschland und der ehemaligen DDR, vom 1991 bis 1999 für ganz Deutschland gemeinsam, aufgeteilt nach den Hauptemittenten.

Quelle: Bericht der Bundesregierung, 1995 und UBA Berlin II 6.4, 2000

[zurück zu Inhalt](#)

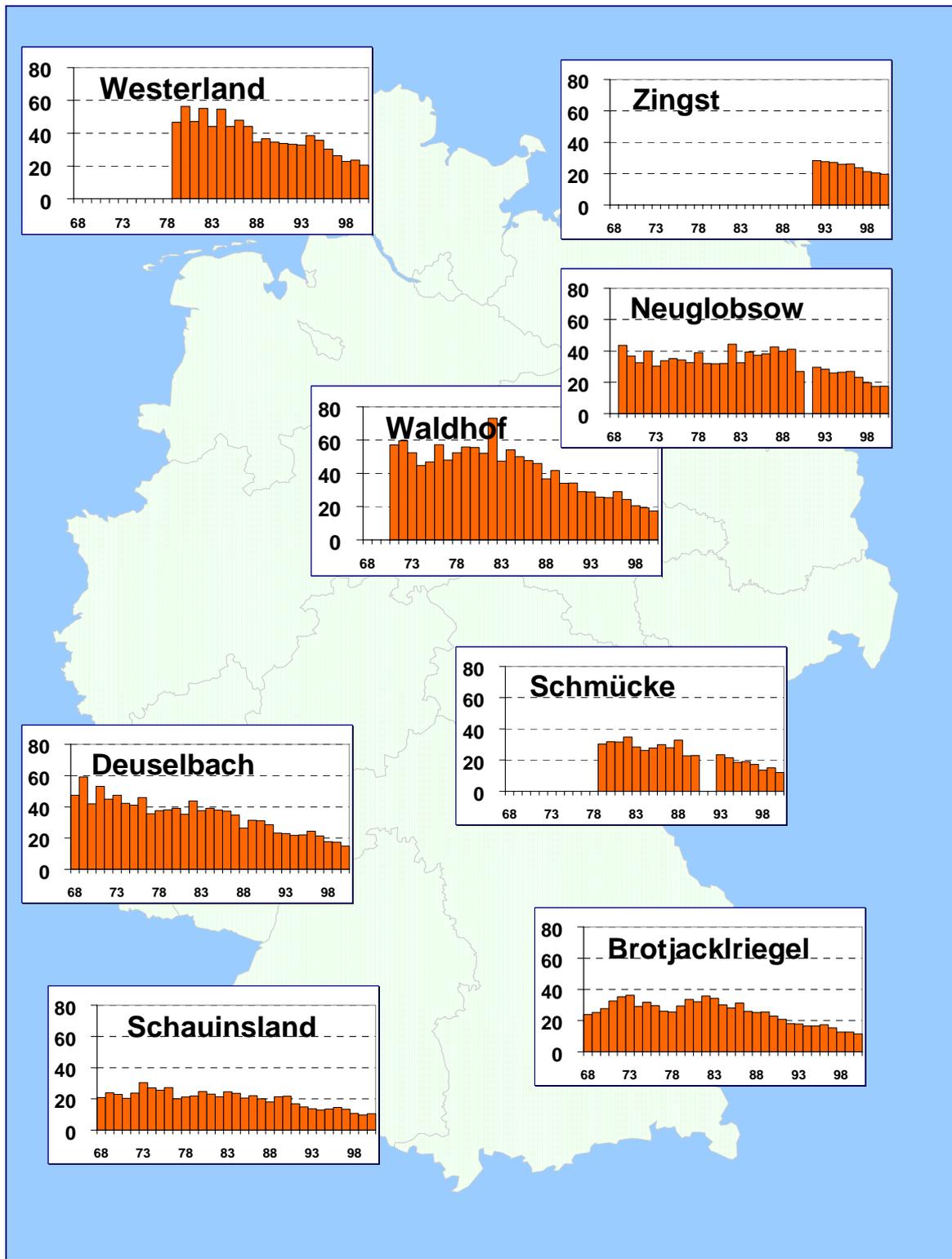


Abbildung 7: Jahresmittel der Schwebstaubkonzentrationen von 1968 bis 2000 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ an den personellen Messstellen des Umweltbundesamtes, ab 1999 als PM_{10}

[zurück zu Inhalt](#)

5. Sommersmog - ein großräumiges Problem

In den letzten Jahrzehnten fand ein Phänomen zunehmendes öffentliches Interesse, das in Kalifornien schon seit rund fünfzig Jahren bekannt ist und das auch in der Bundesrepublik Deutschland seit Mitte der siebziger Jahre beobachtet wird:

Während sommerlicher Schönwetterlagen steigen die Ozonkonzentrationen in Bodennähe großräumig an. Verantwortlich dafür sind die Emissionen von Stickstoffoxiden (NO_x) und Kohlenwasserstoffen (VOC). Diese Substanzen, die sogenannten Vorläuferschadstoffe, reagieren unter dem Einfluss der Sonneneinstrahlung zu Photooxidantien. Ozon als Hauptkomponente dieses Gemisches aus sehr reaktiven Schadstoffen wird als Leitsubstanz gemessen. Die Stickoxide entstammten 1999 zu knapp 50% dem Straßenverkehr (PKW, LKW, Busse, s. [Abbildung 15](#)), während bei den VOC der Straßenverkehr zu knapp 25% zu den gesamten anthropogenen (d.h. vom Menschen verursachten) Jahresemissionen beigetragen hat.

Daneben spielen weitere Ursachen wie Lösungsmittelverdunstung, Verbrennungsvorgänge und industrielle Prozesse eine Rolle. Ozon hat auch natürliche Quellen, insbesondere wird es in der Stratosphäre etwa 20 bis 50 km über der Erdoberfläche gebildet. Ein Teil davon gelangt von dort bis in die bodennahe Atmosphäre. Daneben wird ein kleiner Teil des natürlichen Ozons durch photochemische Reaktionen biogen emittierter Ozonvorläufer gebildet.



Foto 8: Messstelle Deuselbach im Hunsrück, auf einer Kuppe in typischer Mittelgebirgslage

In höheren Konzentrationen löst Ozon unerwünschte Wirkungen auf Menschen, Tiere, Pflanzen und Materialien aus. Für die Bildung hoher Ozonkonzentrationen müssen bestimmte Voraussetzungen erfüllt sein. Das sind das Vorhandensein der Vorläuferschadstoffe NO_x und [zurück zu Inhalt](#)

VOC, intensive Sonnenstrahlung und eine über mehrere Tage andauernde sommerliche Schönwetterperiode. Je nach Witterung gibt es deshalb Jahre mit mehr oder weniger hohen Ozonkonzentrationen. Dabei sind die Werte im Mittel in den Städten niedriger als im Umland, weil Ozon in Ballungsgebieten mit den Abgasbestandteilen reagiert und so abgebaut wird. In Mittelgebirgslagen sind die Konzentrationen im Durchschnitt höher als im Flachland ([Abbildung 3](#)). Dies wäre auch natürlicherweise so, allerdings auf niedrigerem Konzentrationsniveau, als wir es heute beobachten.

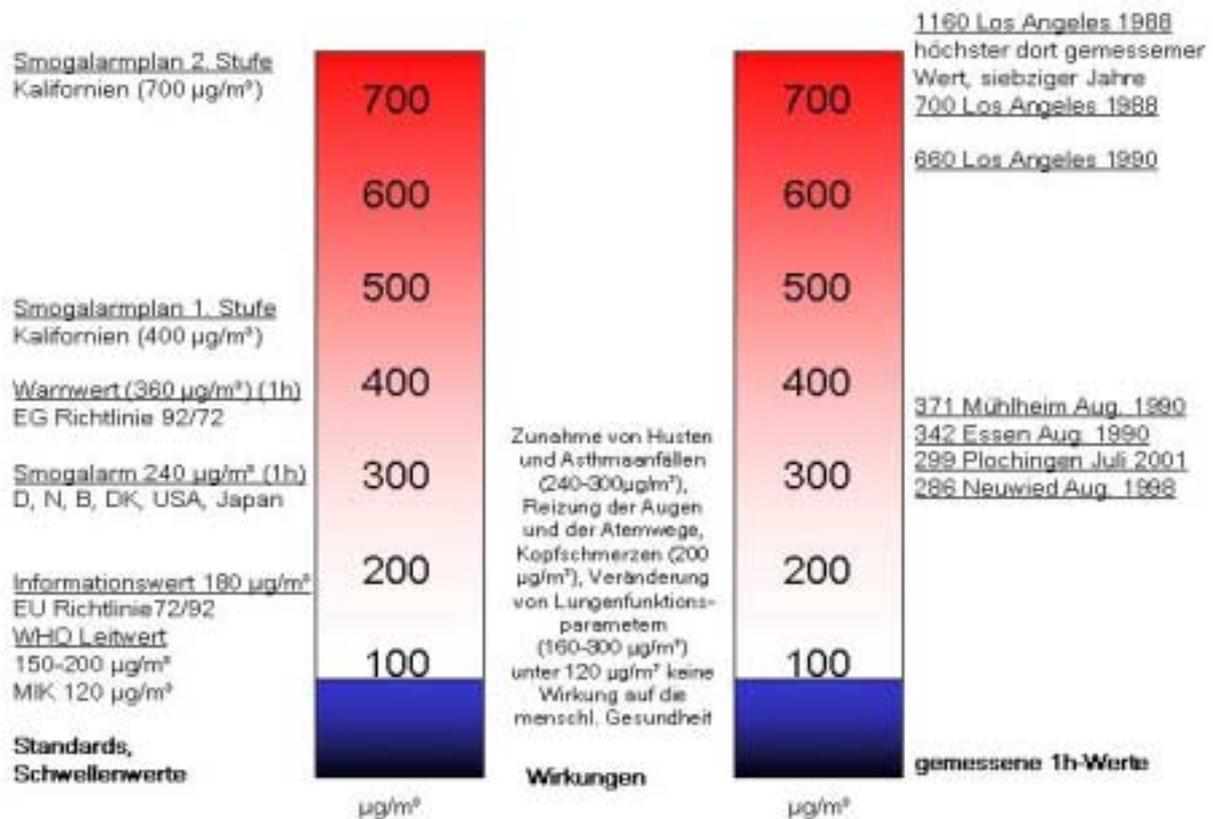


Abbildung 8: Maximale Ozonmesswerte, Schwellenwerte und Wirkungen auf den Menschen

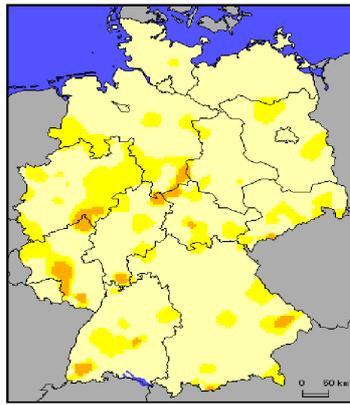
Der globale Ozonabbau in der Stratosphäre und das Ozonloch über dem Südpol haben mit dem Sommersmog nichts zu tun. Ursache hierfür sind vielmehr reaktionsträge chlorhaltige Stoffe, wie Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW), die in der Stratosphäre ihre Stabilität verlieren und deren Zersetzungsprodukte einen Abbau des Ozons in der Höhe bewirken. Ozon erfüllt in der Stratosphäre die lebenswichtige Aufgabe, die gefährliche UV-B-Strahlung ([s. Ultraviolette Strahlung, S. 34](#)) auszufiltern.

Neben der mehr oder weniger zufälligen Schwankung der Jahresmittelwerte - bedingt durch unterschiedliche Witterung - und der zyklischen Schwankung des Jahresganges - verursacht durch den Jahresgang der Strahlungsintensität - zeigt sich ein weiteres zyklisches Verhalten: der Tagesgang der Ozonkonzentration mit niedrigen Werten in den Nachtstunden und hohen Werten am Nachmittag ([Abbildung 3](#)).

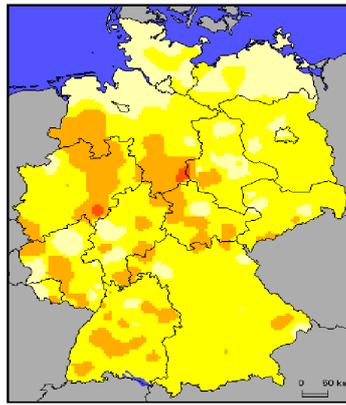
1993 wurde das Smogfrühwarnsystem, das bisher nur der Überwachung von Schwefeldioxid und Staub diente ([s. Wintersmog, S. 15](#)), im Sommer auch für Ozon eingesetzt. Seit 1994 erstellt das Umweltbundesamt regelmäßig im Sommer bundesweite Prognosen der Ozonkonzentration für den aktuellen und den Folgetag. In diese Prognosen gehen neben der

[zurück zu Inhalt](#)

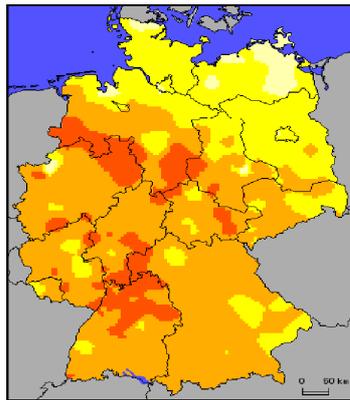
OZON-Episode 11.08.1998



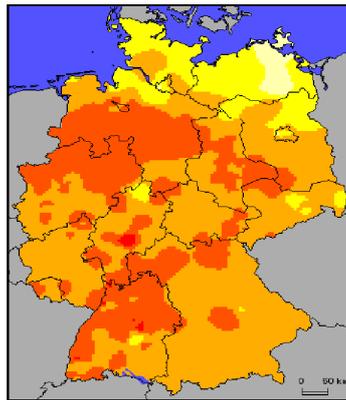
8.00



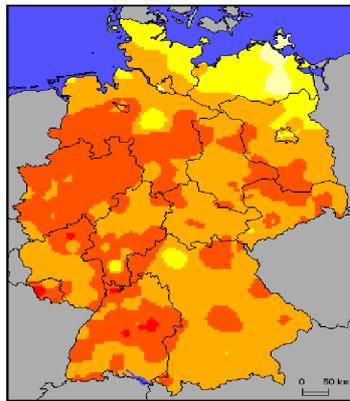
10.00



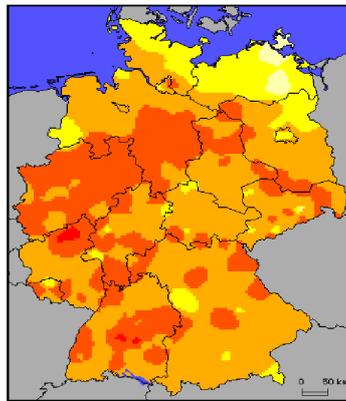
12.00



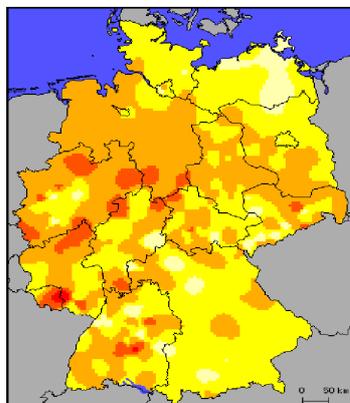
14.00



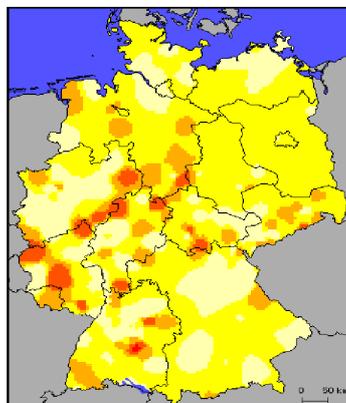
16.00



18.00



20.00



22.00

 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 < 60

 60 - 119

 120 - 179

 180 - 239

 240 - 299



Daten: Meßnetze der
Bundesländer/
Umweltbundesamt

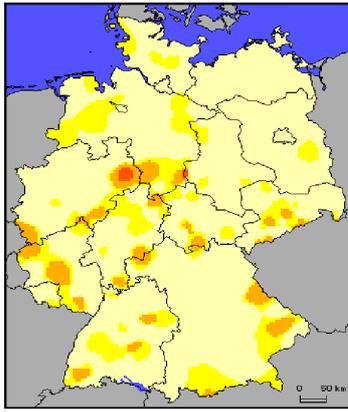
Aufgrund des verwendeten Interpolationsverfahren ist eine kleinräumige Interpretation nicht zulässig

UBA II 4.6 (Bräuniger) C:\CORDAT\CORRAST\Ozon\Epi98\OZI1898.CDR

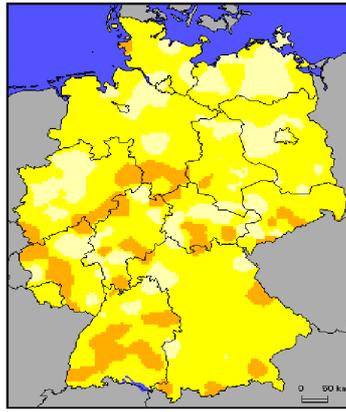
Abbildung 9: Ozonsituation am 11. August 1998 mit weiträumig stark erhöhten Ozonkonzentrationen

[zurück zu Inhalt](#)

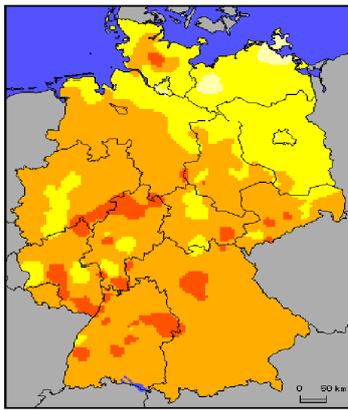
OZON-Episode 12.08.1998



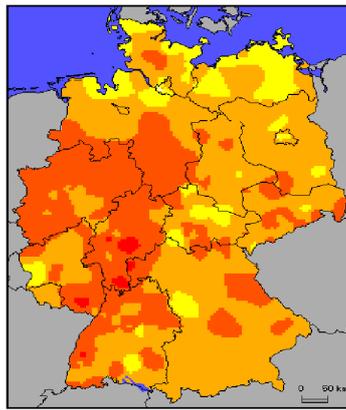
8.00



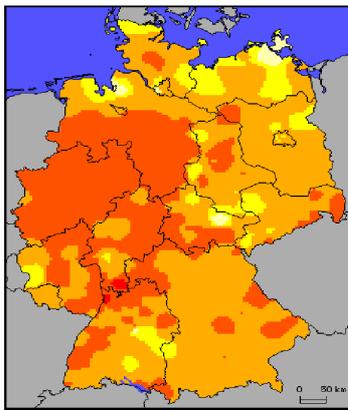
10.00



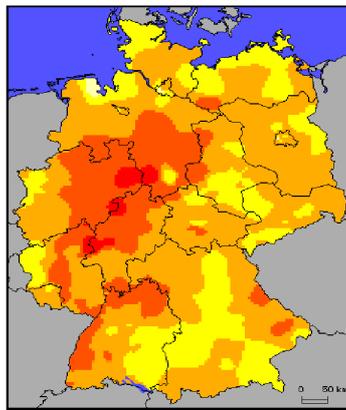
12.00



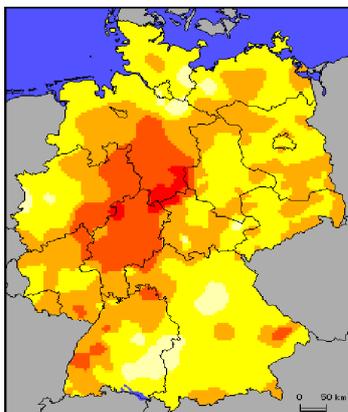
14.00



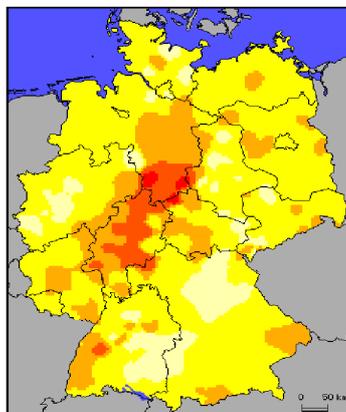
16.00



18.00



20.00



22.00

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

 0 100 200 km
 

Daten: Meßnetze der
Bundesländer/
Umweltbundesamt

Aufgrund des verwendeten Interpolationsverfahren ist eine kleinräumige Interpretation nicht zulässig

UBA II 4.6 (Bräuniger) C:\CORDAT\CORRAST\Ozon\Epi98\OZ12898.CDI

Abbildung 10: Ozonsituation am 12. August 1998 mit weiträumig stark erhöhten Ozonkonzentrationen [zurück zu Inhalt](#)

Wettervorhersage des Deutschen Wetterdienstes Ozonwerte der Messstellen des UBA und der Bundesländer ein. Diese Ozonprognose dient den Bundesländern und dem UBA als Basis zur Beurteilung der Luftqualität und zur Unterrichtung der Öffentlichkeit. Das große Interesse der Öffentlichkeit an der Ozonproblematik belegen über 40 000 Internet-Anfragen beim UBA während eines nur dreiwöchigen Zeitraumes im Mai 2000.

Die Ozonrichtlinie der Europäischen Union vom 21.9.1992 und die 22. Verordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz vom 27.5.1994 sehen vor, dass bei einer Überschreitung des Wertes von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (1-Stundenmittel) die Bevölkerung informiert und empfindlichen Personen von längeren und besonders anstrengenden Tätigkeiten im Freien abgeraten wird. Ab einer Konzentration von $360 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird eine Warnung an die gesamte Bevölkerung gerichtet. Wie [Tabelle 5](#) zeigt, wurden $360 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Messnetz des Umweltbundesamtes nicht erreicht.

Nach dem deutschen Ozongesetz, das von 1995 bis 1999 in Kraft war, wurden in Deutschland Fahrverbote ausgesprochen, sobald eine Konzentration von $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Ozon an mindestens 3 Messstellen, die mehr als 50 km und weniger als 250 km voneinander entfernt sind, erreicht wurde und abzusehen war, da aufgrund der meteorologischen Bedingungen ähnlich hohe Werte im Bereich dieser Messstationen auch am Folgetag zu erwarten sind. Am 11. August 1998 trat dieser Fall ein ([Abbildung 9](#)), an 19 Messstellen der Bundesländer wurden $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Ozon überschritten, am Folgetag sogar an 22 Stationen.

Als Beispiel für den Auf- und Abbau einer ausgeprägten Sommersmog-Episode zeigen die [Abbildung 9](#) und [Abbildung 10](#) die räumliche Verteilung von Ozon in Deutschland am 11. August 1998 während einer sommerlichen Hochdrucklage mit Temperaturen von weit über 30°C zu verschiedenen Tageszeiten. In weiten Gebieten herrschten während der Mittags- und Nachmittagsstunden Konzentration von über $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, lediglich der Küstenbereich war geringer belastet.

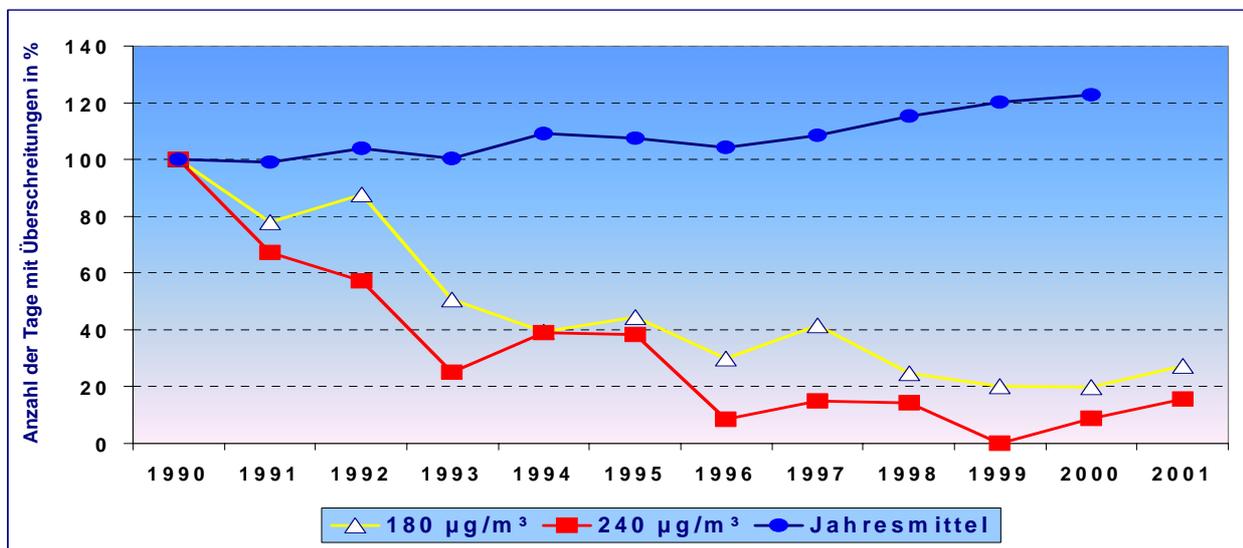


Abbildung 11: Prozentuale Änderung der Anzahl der Tage, an denen an mindestens einer deutschen Station die Ozonschwellenwerte 180 bzw. $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Ozon überschritten worden sind sowie die mittleren Jahresmittel (Basisjahr 1990). Die Schwellenwerte sind außerdem auf die Zahl der Ozonmessstellen im Jahr 1990 normiert. Bezugswerte: 24 Tage/Jahr $> 240 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 64 Tage/Jahr $> 120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Jahresmittel: $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Zahl der Ozonmessstellen: 194.

Quelle: Auswertungen der Ozonepisoden 1990-2001, II 6.4, Berlin

[zurück zu Inhalt](#)

Im Jahre 1999 hat die EU-Kommission einen Vorschlag zur Novellierung der Ozon-Richtlinie 92/72/EWG vorgelegt, der auf den neuesten Erkenntnissen auf dem Gebiet der Wirkungsforschung basiert. Eine wesentliche Änderung gegenüber der bisherigen Richtlinie liegt in der Absenkung der Alarmschwelle von $360 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (1-Stundenmittel) auf $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (1-Stundenmittel) sowie in der Einführung sehr strenger Schwellenwerte für den Schutz der Vegetation.

Als Folge der erheblichen Reduzierung der Ozonvorläufer-Emissionen (siehe [Abbildung 15](#)) NO_x und VOC seit 1990 in Deutschland, haben die Spitzenkonzentrationen zwischen 1990 und 2001 deutlich abgenommen (siehe [Abbildung 11](#)). Dagegen haben die mittleren Konzentrationen im gleichen Zeitraum leicht zugenommen. Dieses scheinbar paradoxe Ergebnis ist auf die Beteiligung der Stickoxide sowohl bei der Bildung als auch beim Abbau von Ozon.

Messstelle	Höhe über NN m	Anzahl Tage mit Schwellenwert-Überschreitungen			
		$>120 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$>180 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$>240 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$>360 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Schauinsland	1205	74	6	0.0	0
Brotjacklriegel	1016	75	2	0.0	0
Schmücke	937	58	3	0.0	0
Regnitzlosau	595	42	3	0.6	0
Lehnmühle	527	43	2	0.1	0
Meinerzhagen	510	29	4	0.4	0
Schleiz	501	44	4	0.0	0
Lückendorf	490	39	1	0.0	0
Ansbach	481	44	1	0.0	0
Deuselbach	480	52	4	0.0	0
Rottenburg	427	59	6	0.3	0
Herleshausen	380	49	5	0.3	0
Leinefelde	356	35	2	0.1	0
Wiesenburg	107	31	1	0.1	0
Lindenberg/Falkenberg	98	35	3	0.1	0
Doberlug	97	34	3	0.1	0
Melpitz	86	36	1	0.0	0
Hohenwestedt/Aukrug	75	24	1	0.0	0
Waldhof	74	44	3	0.1	0
Neuglobsow	65	39	2	0.0	0
Schwerin	59	27	2	0.0	0
Angermünde/Schorfheide	56	39	2	0.1	0
Bassum	52	32	3	0.0	0
Helgoland	50	20	2	0.1	0
Teterow	46	22	2	0.0	0
Gittrup	43	37	4	0.4	0
Kyritz	40	29	2	0.0	0
Westerland	12	23	1	0.0	0
Ueckermünde	1	20	1	0.0	0
Zingst	1	24	1	0.0	0

Tabelle 5: Durchschnittliche jährliche Zahl der Tage mit Überschreitungen verschiedener Ozon-Schwellenwerte (1-Std-Mittel) für 1992 bis 2000 [zurück zu Inhalt](#)

6. Saurer Regen - auch hier eine deutliche Verbesserung

Der Säuregehalt des Regens in Mitteleuropa wird in erheblichem Maße durch die säurebildenden Gase Schwefeldioxid und Stickstoffoxide bestimmt, die überwiegend durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe in die Atmosphäre emittiert und hier teilweise zu Schwefelsäure bzw. Sulfat und Salpetersäure bzw. Nitrat oxidiert werden. Eine wichtige Frage ist deshalb, welche Trends diese Oxidationsprodukte im Regen und Schwebstaub aufweisen und ob sich die deutliche Reduzierung der Schwefeldioxidemissionen auch in einer Abnahme der Sulfat- und Säuregehalte im Regen widerspiegelt.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass die von Jahr zu Jahr unterschiedliche Witterung sowohl vorhandene Trends verdecken, als auch nicht vorhandene Trends vortäuschen kann. Die Niederschlagsmessungen werden entweder als „daily bulk“-Messungen oder als „weekly wet-only“-Messungen durchgeführt. Bei „bulk“-Messungen wird sowohl die nasse als auch die trockene Deposition gemeinsam erfasst - im UBA-Messnetz mit täglicher Auflösung. Bei den „wet-only“-Messungen wird nur der nasse Niederschlag als Wochenprobe aufgefangen und untersucht.

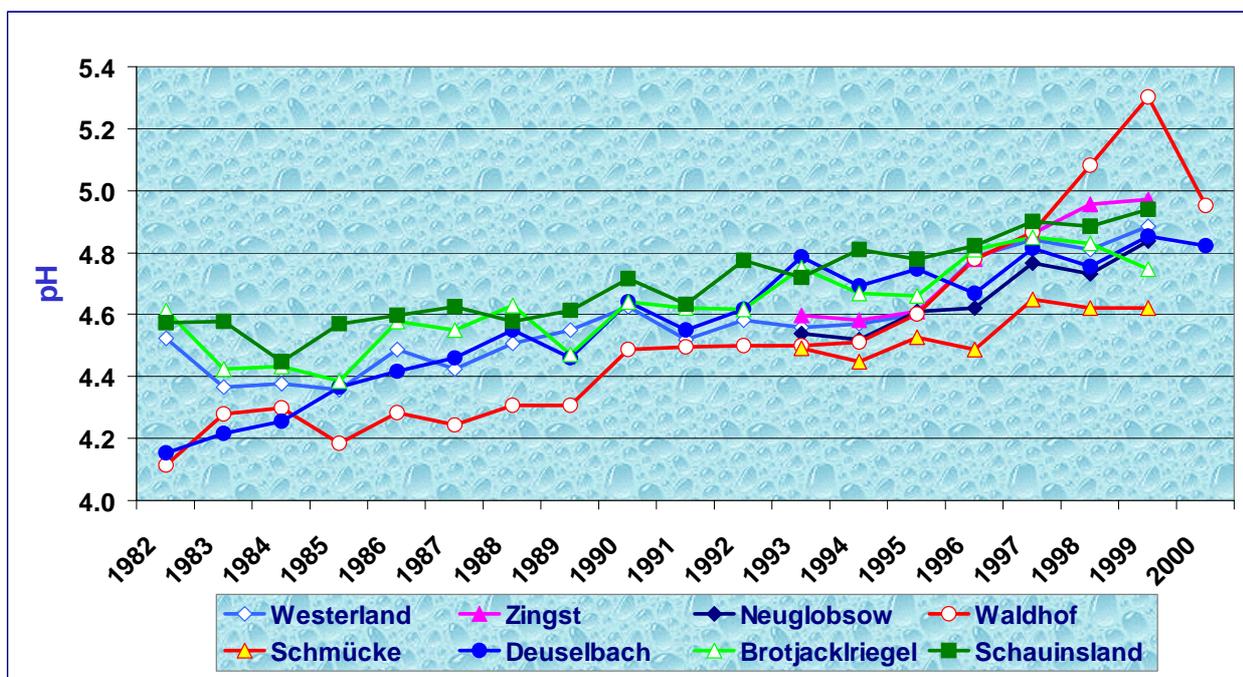


Abbildung 12: Jahresmittel der pH-Werte im Niederschlag zwischen 1982 und 2000 an den Messstellen des Umweltbundesamtes (daily bulk Messungen)

Abbildung 12 zeigt den Trend der Jahresmittel des pH-Wertes an den Messstellen des UBA von 1982 bis 2000. Die pH-Werte stiegen von Werten zwischen 4.1 und 4.6 in 1982 auf Werte über 4.8 in 2000, d.h. der Regen ist heute deutlich weniger sauer als zu Beginn der achtziger Jahre. Die Zunahme der pH-Werte entspricht einer mittleren Abnahme der H^+ -Konzentration von etwa 70%.

[zurück zu Inhalt](#)

Parallel zur Abnahme der H^+ -Konzentration (Anstieg der pH-Werte) erfolgte auch ein Rückgang der Konzentration von Nitrat und vor allem von Sulfat, wie beispielhaft für die Station Deuselbach dargestellt (Abbildung 13). Bemerkenswert ist die Zunahme des Verhältnisses von Nitrat zu Sulfat, die auch an einigen anderen Stationen festgestellt wurde. Hier wird die wachsende Bedeutung der Stickstoffoxide als Luftschadstoff sichtbar. Der Rückgang der Ionen H^+ , SO_4^- und NO_3^- hat auch zu einer Abnahme des Gesamtgehaltes an Ionen und zu einer Verschiebung der relativen Ionenverteilung geführt.

Im Jahre 2000 waren die prozentualen Anteile der Ionen H^+ und SO_4^- geringer und die relativen Äquivalentkonzentrationen von NO_3^- und NH_4^+ dagegen höher als 1984, obwohl deren Absolutkonzentrationen ebenfalls abgenommen haben.

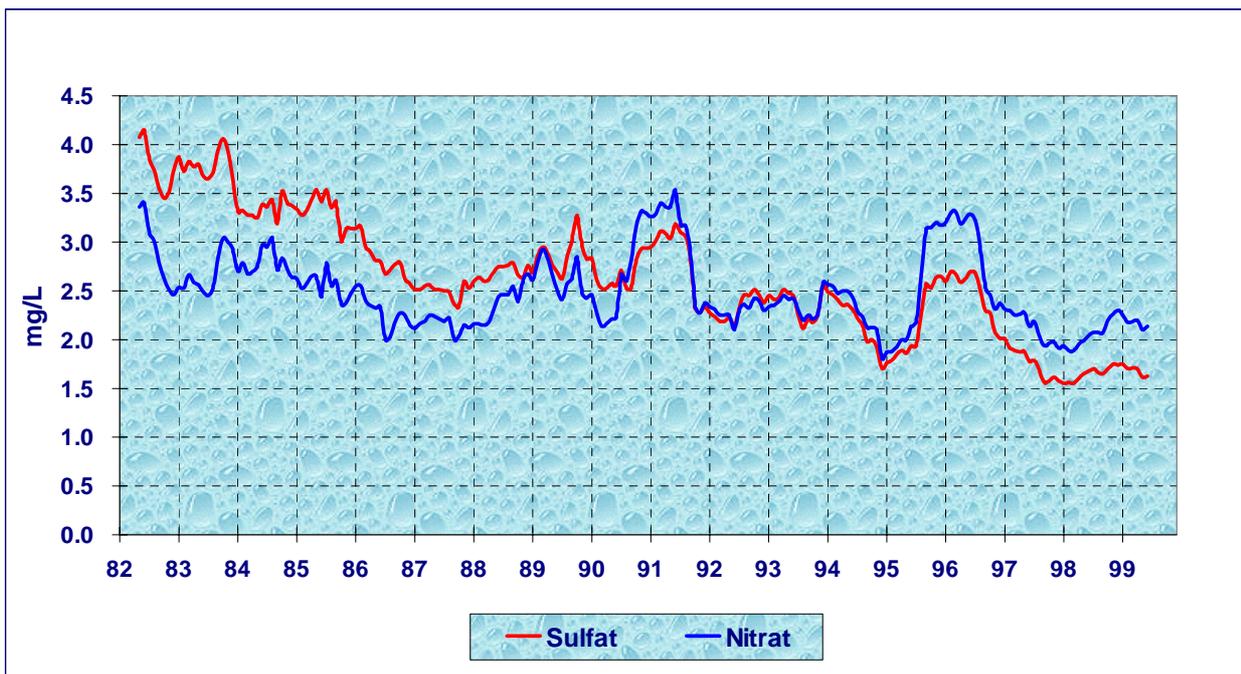


Abbildung 13: Trend der Sulfat (SO_4^-)- und Nitrat (NO_3^-)-Konzentration im Niederschlag an der Messstelle Deuselbach

7. Verkehrsemissionen - noch nicht im Griff

Emissionen aus Kraftfahrzeugen sind nach wie vor in den alten, aber auch in den neuen Bundesländern ein Hauptverursacher der Luftverunreinigungen. Und der Straßenverkehr wächst weiter. So ist für die kommenden Jahre auch weiterhin ein Anstieg des Verkehrsaufkommens auf der Straße zu erwarten. Angesichts dieser Entwicklung ist es schwierig, kurzfristig durchschlagende Erfolge bei der Senkung einiger vom Straßenverkehr verursachter Emissionen zu erzielen, obwohl sich der wachsende Einsatz von Katalysatoren für PKW und Filter für LKW sowie motorische Maßnahmen (Dieselfahrzeuge) positiv für die Umwelt auswirken werden. Problematischer als die PKW sind jedoch die schweren Nutzfahrzeuge (LKW). So emittieren heute beispielsweise die rund 1 Million schweren Nutzfahrzeuge in Deutschland mehr NO_x und Ruß wie alle 42 Millionen PKW zusammen. Die Einhaltung der künftigen strengen Grenzwerte der EU für Rußpartikel und Stickoxide für das nächste Jahrzehnt erfordert voraussichtlich auch für Nutzfahrzeuge neben Rußfiltern den Einbau von Katalysatoren zu Stickoxidminderung. [zurück zu Inhalt](#)

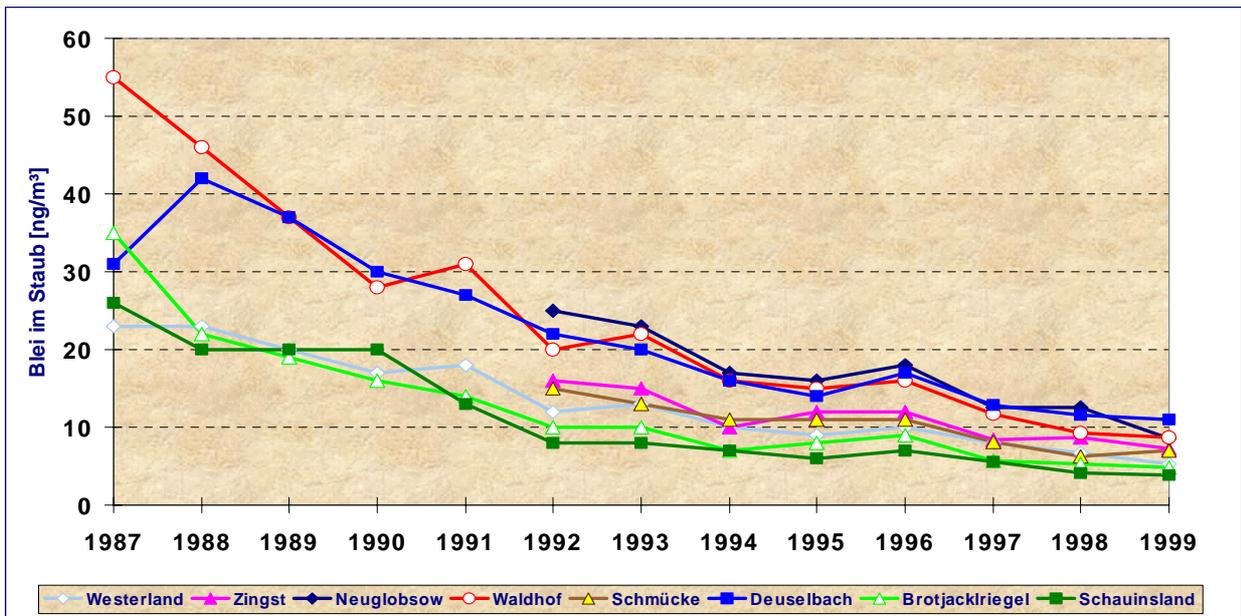


Abbildung 14: Jahresmittel der Bleikonzentrationen im Schwebstaub zwischen 1987 und 1999 an den Messstellen des Umweltbundesamtes

Im Gegensatz zu den Emissionen von NO_x, VOC und Ruß stellen die Bleiemissionen aus dem Straßenverkehr heute kein Problem mehr dar. In den siebziger Jahren wurde durch das Benzin-Bleigesetz der Bleizusatz im Vergaserkraftstoff von 0,6 g/l auf 0,15 g/l gesenkt. Zwischen 1985 und 1995 wurde beispielsweise die Bleiemission aus dem Verkehr um mehr als 90% reduziert. Heute wird kein verbleiteter Kraftstoff mehr angeboten. [Abbildung 14](#) zeigt entsprechend dieser Emissionsminderung einen deutlichen Rückgang der Bleikonzentration im Schwebstaub, der nicht nur an den Messstationen des Umweltbundesamtes nachzuweisen ist.

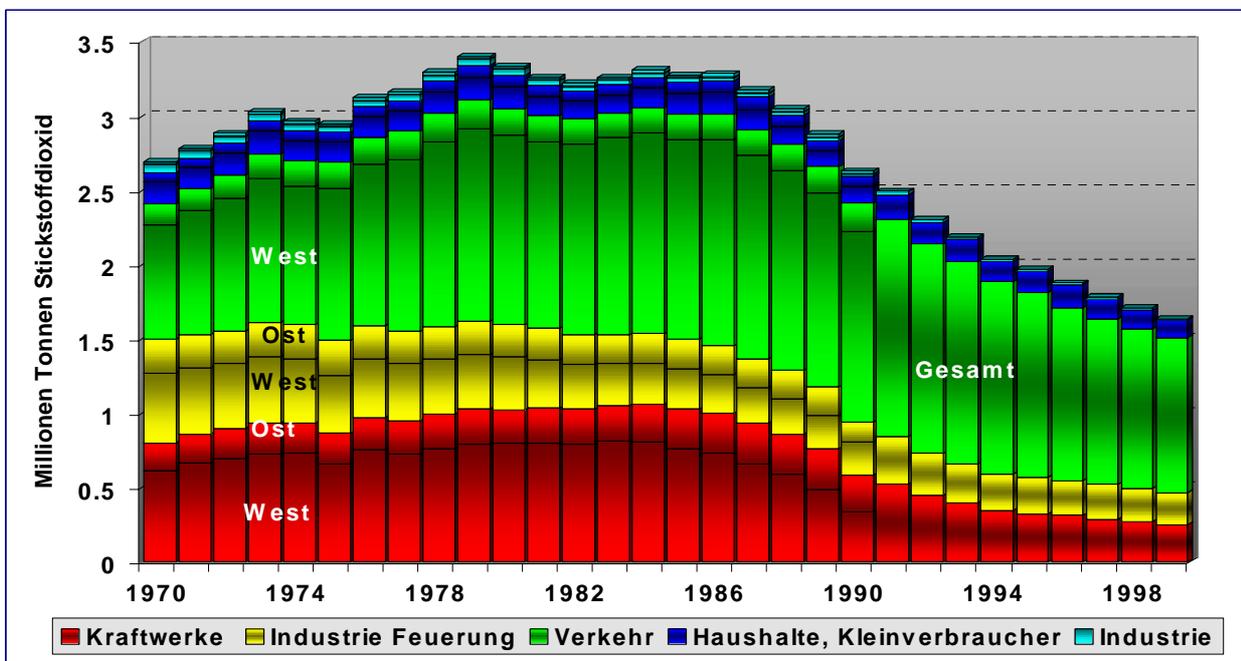


Abbildung 15: Jährliche Stickstoffdioxid-Emissionen von 1970 bis 1990 getrennt für Westdeutschland und der ehemaligen DDR, vom 1991 bis 1999 für ganz Deutschland gemeinsam, aufgeteilt nach den Hauptemittenten.

Quelle: Bericht der Bundesregierung, 1995 und UBA Berlin II 6.4, 2000

[zurück zu Inhalt](#)



Foto 9: Messstelle Zingst an der Ostsee, westlich von Rügen.

Nach der Einführung der Rauchgasentstickung bei Großfeuerungsanlagen (Kraftwerken) stellt der Kfz-Verkehr die mit Abstand wichtigste Quellgruppe für Stickstoffoxid-Emissionen dar ([Abbildung 15](#)). NO_x und seine Folgeprodukte werfen Probleme bei jedem Wetter auf: Bei schönem Wetter mit intensiver Sonneneinstrahlung reagiert NO_x zusammen mit den ebenfalls vom Kfz-Verkehr emittierten un- oder teilverbrannten Benzinbestandteilen zu Ozon und anderen Photooxidantien, es bildet sich Sommersmog ([s. Sommersmog, S. 20](#)). Bei schlechtem Wetter ist das atmosphärische Folgeprodukt des NO_x Salpetersäure, die zusammen mit der aus SO_2 gebildeten Schwefelsäure in hohem Maße für den Säuregehalt des Niederschlags ([s. Saurer Regen, S. 26](#)) mit verantwortlich ist.

Entsprechend der Entwicklung des Verkehrsaufkommens sind die NO_x -Emissionen aus dem Verkehrsbereich vor allem in Westdeutschland während der letzten 30 Jahre bis Ende der achtziger Jahre ständig gestiegen ([Abbildung 15](#)), teilweise noch verstärkt durch Maßnahmen an den Motoren, die der Senkung des Benzinverbrauchs und der Kohlenmonoxid- sowie Kohlenwasserstoff-Emissionen dienten: Erst in den letzten Jahren ergibt sich eine rückläufige Entwicklung. Bis 1991 wurden die durch das Vordringen des Katalysators erreichten Einsparungen durch den Anstieg der Zahl der zugelassenen Kfz, den Trend zu stärkeren Motoren, insbesondere auch im LKW-Bereich, und erhöhten Fahrleistungen fast aufgezehrt. Inzwischen konnten jedoch Emissionsminderungen von über 30% erreicht werden.

Die Entwicklung der Stickstoffoxid-Immission ist offensichtlich nicht so eng an die Emission dieser Schadstoffgruppe gekoppelt, wie das bei Schwefeldioxid der Fall ist. Im Messnetz des Umweltbundesamtes, aber vor allem in den Messnetzen der Bundesländer, werden jedoch erste rückläufige Trends der Stickstoffdioxid-Konzentration erkennbar ([siehe Abbildung 16](#)) - vor allem in den Ballungsräumen. Hier spielen der Charakter des NO_2 als atmosphärisches Sekundärprodukt - bei der Verbrennung entsteht zunächst Stickstoffmonoxid - und dessen hohe Reaktivität eine Rolle. Auch die Emissionsentwicklung in den Nachbarstaaten wirkt sich auf die Messwerte aus. Bei einem weiteren Verbrennungsprodukt, dem Kohlendioxid, ist der Verkehr zu knapp einem Fünftel an der Gesamtemission in Deutschland beteiligt. Sie soll bis zum Jahr 2005 um 25% gemindert werden. Gegen Kohlendioxid-Emissionen ([s. Klimawirksame Stoffe, S. 31](#)) helfen keine Abscheider oder Katalysatoren wie beim Kfz; sie können nur durch eine Senkung des gesamten Brennstoffverbrauchs vermindert werden.

[zurück zu Inhalt](#)

8. Klimawirksame Stoffe - weltweites Handeln erforderlich

Treibhausgase wie Kohlendioxid (CO_2), Distickstoffoxid (N_2O), Methan (CH_4), Ozon (O_3), Schwefelhexafluorid (SF_6) sowie perchlorierte Kohlenwasserstoffe (FKW) und teilhalogenierte Fluorchlorkohlenwasserstoffe (H-FCKW) gelten als klimawirksam, weil sie Eigenschaften aufweisen, die sie für kurzwelliges, sichtbares Sonnenlicht durchlässig machen, während sie die von der Erde abgestrahlte langwellige Strahlung absorbieren. Somit tragen sie zur Erwärmung der Erdatmosphäre bei - sie wirken als Treibhausgase.

Vor allem durch die Verbrennung von Kohle, Öl und Gas, aber auch durch die Abholzung und Brandrodung von Wäldern und die Veränderung der Landnutzung ist die Kohlendioxid-Konzentration in der Erdatmosphäre seit Mitte des letzten Jahrhunderts um etwa 25% angestiegen. Eine besondere Verstärkung der CO_2 -Anreicherung ist seit etwa 1950 zu verzeichnen. Die gegenwärtige jährliche Konzentrationszunahme beträgt etwa 0,4%. Seit den sechziger Jahre ist dieser Trend durch Messungen auf dem Mauna Loa auf Hawaii und Niwot Ridge in Kalifornien und seit Anfang der siebziger Jahre ebenso am Südpol, auf Samoa und an 5 Stationen des Messnetzes des Umweltbundesamtes belegt ([Abbildung 17](#)). Die Abbildung zeigt, dass der vom Mauna Loa bekannte Anstieg an allen Stationen auf der Erde gleichermaßen und auch im Messnetz des Umweltbundesamtes wie z.B. auf dem Schauinsland gefunden wird. Die Zunahme beträgt etwa 1,5 ppm pro Jahr (ein Volumenteil CO_2 auf eine Million Volumenteile Luft). Die zyklischen Schwankungen hängen mit der Photosynthese der Pflanzen im Frühjahr und Sommer, bei der Kohlendioxid verbraucht wird und dem Abbau organischen Kohlenstoffs im Herbst und Winter, der Kohlendioxid freisetzt, zusammen. Diese Schwankungsbreite ist standortabhängig. Trotz der 13%igen Minderung der CO_2 -Emission in Deutschland zwischen 1990 und 1999 ([Abbildung 18](#)) macht sich dies in den Immissionsmessreihen der deutschen Stationen aufgrund der langen Verweilzeit des CO_2 in der Troposphäre, der hemisphärischen Durchmischung sowie der Transportprozesse nicht bemerkbar.

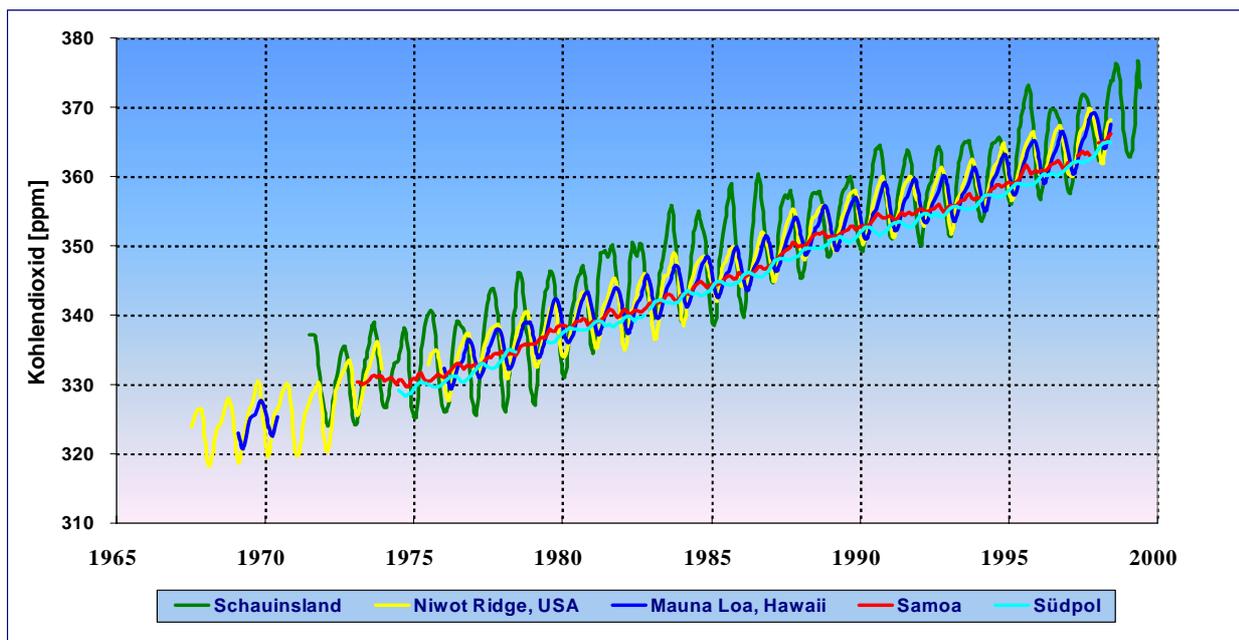


Abbildung 17: Weltweiter Trend der Monatsmittel der Kohlendioxid-Konzentrationen von 1968 bis 2000 [zurück zu Inhalt](#)

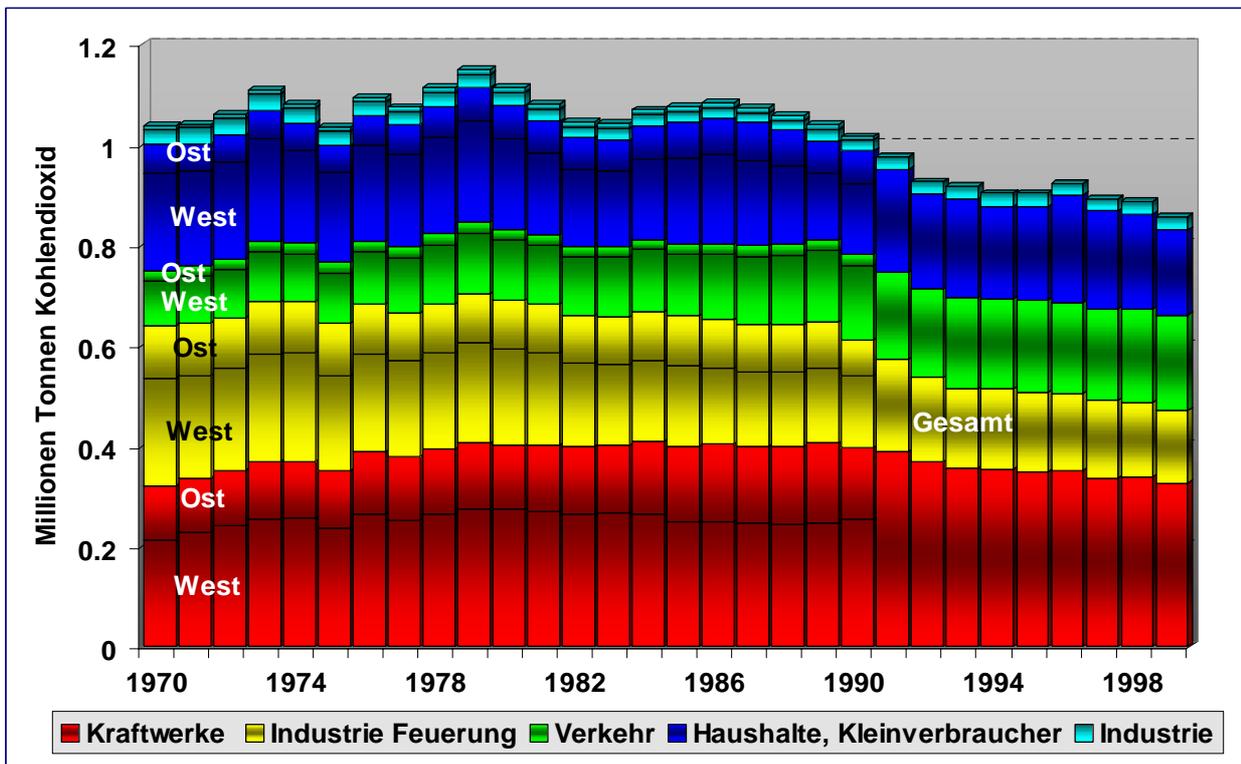


Abbildung 18: Jährliche Kohlendioxid-Emissionen von 1970 bis 1990 getrennt für Westdeutschland und der ehemaligen DDR, vom 1991 bis 1999 für ganz Deutschland gemeinsam, aufgeteilt nach den Hauptemittenten.

Quelle: Bericht der Bundesregierung, 1995 und UBA Berlin II 6.4, 2000

Neben dem natürlichen Treibhauseffekt tritt durch menschliche Aktivitäten eine Verstärkung des Treibhauseffektes auf, der als anthropogen bezeichnet wird. Von den bekannten Treibhausgasen trägt Kohlendioxid weltweit gegenwärtig rund 60% zum anthropogenen Treibhauseffekt bei. Zum Rest von 40% tragen Methan, Fluorchlorkohlenwasserstoffe, Ozon, Distickstoffoxid, Schwefelhexafluorid, Schwefelhexafluorid und der atmosphärische Wasserdampf bei. Methan wurde 1991 an der Station Schauinsland und 1994 in Zingst, Neuglobsow, auf der Schmücke und in Deuselbach in das Messprogramm aufgenommen.

Der zusätzliche Treibhauseffekt lässt sich zu etwa 50% auf Energie (einschließlich Verkehr), 20% auf chemische Produkte (FCKW, Halone), 15% auf die Waldvernichtung und 15% auf die Landwirtschaft sowie andere Bereiche (z.B. Mülldeponien) zurückführen.

Sowohl aus den langjährigen Beobachtungsreihen der global gemittelten bodennahen Lufttemperatur als auch aus den Klimamodellen lässt sich die anthropogene Beeinflussung des Klimas ableiten.

Es wird erwartet, dass das globale Klima der kommenden 100 bis 200 Jahre maßgeblich durch den anthropogenen Treibhauseffekt beeinflusst wird. Unter der Annahme, dass keine wesentlichen Reduktionen der anthropogenen Emissionen treibhausrelevanter Spurengase erfolgen, muss für das kommende Jahrhundert von einem mittleren Anstieg der globalen Mitteltemperatur von 0,3°C pro Jahrzehnt ausgegangen werden. Wie [Abbildung 18](#) zeigt, konnten die Kohlendioxid-Emissionen bisher in Deutschland zwischen 1990 und 1999 um etwa 13% gemindert werden.

[zurück zu Inhalt](#)

Die globale Erwärmung der Atmosphäre ist nur eine der Auswirkungen des Treibhauseffekts. Wahrscheinlich noch einschneidender werden regional sehr viel intensivere Erwärmungen, Störungen der Wetterentwicklung (Dürrekatastrophen, Unwetterhäufigkeit), Verschiebungen der Klimazonen und Änderungen der Niederschlagsverteilung sein.

Die Auswirkungen der von den Klimamodellen vorhergesagten Entwicklung des Treibhauseffektes und der Klimaänderung bei weiterer ungebremster Zunahme der Emissionen der klimawirksamen Stoffe erfordern weltweite und teilweise drastische Maßnahmen.



Foto 10: Die GAW-Messtelle Zugspitze im Schneefernerhaus

Um diesen weltweiten Problemen zu begegnen, wurde das Global Atmosphere Watch (GAW) Programm ins Leben gerufen. Weltweit werden gegenwärtig an 16 im Betrieb befindlichen Globalstationen (5 weitere in Vorbereitung) klimarelevante und chemisch reaktive Spurengase sowie Meteorologie, Aerosole und atmosphärische Radioaktivität gemessen. Zusammen mit Messungen vieler "Regionalstationen" wie z.B. die UBA-Messstellen Neuglobsow und Schauinsland werden diese Daten in verschiedenen internationalen Datenzentralen gesammelt und für wissenschaftliche Auswertungen im Internet veröffentlicht ([s. Internationale Programme, S. 37](#)).

Im Mai 1999 wurde im Schneefernerhaus die GAW-Globalstation Zugspitze/Hohenpeißenberg, die vom Umweltbundesamt zusammen mit dem Deutschen Wetterdienst betrieben wird, offiziell eröffnet. Die in dieser Höhenlage besonders diffizilen Messungen wurden seit 1995 im Auftrag des Umweltbundesamtes vom Fraunhofer Institut für Atmosphärische Umweltforschung durchgeführt. Seit Anfang 1999 besteht eine enge Kooperation zwischen dem Fraunhofer Institut und dem Umweltbundesamt in deren Rahmen eine intensive Einarbeitung der Mitarbeiter des Umweltbundesamtes im Gipfellabor auf der Zugspitze erfolgt.

[zurück zu Inhalt](#)

Das Messprogramm des Umweltbundesamtes umfasst chemisch reaktive und klimarelevante Spurengase, sowie Staub, Anionen und Kationen des Niederschlags und Schwermetalle. Z. Zt. werden experimentelle Messungen folgender Komponenten durchgeführt: Ozon, PAN, NO_x, NO_y, CO, und VOC als reaktive Gase,; H₂O, CO₂, FCKW's, CH₄, und N₂O als klimarelevante Gase. Eine Reihe weiterer Komponenten soll hinzukommen: pH-Wert, Leitfähigkeit, Sulfat, Nitrat, Chlorid, Ammonium, Natrium, Kalium, Calcium, Magnesium sowie Schwermetalle im Niederschlag. Bei den Aerosolen ist die Messung folgender Größen in Vorbereitung: Gesamtstaub, Ruß und chemische Zusammensetzung der Ionen.

Das Globale Programm zur Überwachung der Atmosphäre (GAW) der UNO/WMO umfasst viele Überwachungs- und Forschungsaktivitäten, die die Messung der physikalischen und chemischen Eigenschaften der Atmosphäre zum Ziel haben. GAW dient als Frühwarnsystem um weitere Änderungen atmosphärischer Konzentrationen von Treibhausgasen anzuzeigen, sowie Veränderungen der Ozonschicht und des Ferntransports von Umweltschadstoffen. Dies schließt genauso den Säuregehalt und die Toxizität von Niederschlägen mit ein, wie die Überwachung der atmosphärischen Aerosolbelastung. GAW ging 1989 aus im wesentlichen zwei Vorläuferprogrammen der UNO/WMO hervor; dem Messnetz für die Überwachung der Hintergrundluftbelastung (BAPMoN) und dem Globalen Ozonüberwachungssystem (GO3OS). GAW bildet auch den Rahmen für Standardisierung, Ringversuche, Ausbildung von technischem Personal und Datensammelsysteme für globales Monitoring und Datenauswertung.

GAW soll darüber hinaus als Langzeitbeobachtungssystem dienen zur Überwachung der Einhaltung gesetzlicher Regelungen für den atmosphärischen Umweltschutz; zum Beispiel zur Überwachung der Einhaltung des Montrealer Abkommens zur Einschränkung der FCKW Emissionen. GAW wurde als Langzeitprogramm angelegt, damit zuverlässig vergleichbare Daten mit globaler Aussagekraft gewonnen werden können. Deutschland (D) arbeitet bei der Lösung seiner Aufgaben eng mit Institutionen in Österreich (A) und der Schweiz (CH) im Rahmen des DACH-Verbandes zusammen, indem Daten vom Hohen Sonnenblick (A) und dem Jungfrauoch (CH) gemeinsam wissenschaftlich bewertet werden.

9. Ultraviolette Strahlung - Nutzen und Risiko

Die Sonnenstrahlung ist die wesentliche Voraussetzung für das Leben auf unserer Erde. Sie liefert die Energie für das pflanzliche Wachstum und beeinflusst in vielfältiger Weise unsere Gesundheit und unser Wohlbefinden. Dass allerdings eine übermäßige Einwirkung von Sonnenstrahlen nicht zuträglich ist, erfährt jeder Mensch bereits bei seinem ersten Sonnenbrand. Verantwortlich hierfür ist aus dem breiten Strahlungsspektrum der Sonne ein bestimmter Bereich - nämlich der Wellenlängenbereich um etwa 300 nm, der als UV(B)-Strahlung bezeichnet wird. Der benachbarte langwelligere Bereich, die UV(A)-Strahlung (400 nm), sorgt dagegen für die erwünschte Bräune der Haut ([Abbildung 19](#)). Da bei natürlichem Sonnenlicht beide ultraviolette Strahlungsbereiche gemeinsam vorhanden sind, kann die weit verbreitete Sucht nach maximaler Bräune dazu führen, dass sowohl die akuten und chronischen Hautschäden als auch die Augenschäden zunehmen, und dass darüber hinaus das Immunsystem der Betroffenen geschädigt wird. Alarmierend ist dabei insbesondere die Entwicklung der Hautkrebserkankungen, die in unseren Breiten jährlich um ca. 7% zunehmen. Wenn auch diese Entwicklung eindeutig auf das Urlaubs- und Freizeitverhalten zurückzuführen ist, gibt

[zurück zu Inhalt](#)

der Anstieg strahleninduzierter Hautkrebskrankungen auch im Zusammenhang mit der Ausdünnung der Ozonschicht in der Stratosphäre zu denken, denn die Ozonschicht wirkt gegen die ultravioletten Strahlen der Sonne als schützendes Filter. Ein weiteres Filter sind die Wolken.

Somit ist die auf den Menschen einwirkende Strahlungsintensität abhängig vom jahres- und tageszeitlichen Stand der Sonne und vom momentanen Bewölkungsgrad. Betrachtet man die zeitliche Entwicklung der UV-Strahlung, so bewirkt der jahreszeitabhängige Sonnenstand eine zyklische Schwankung in der Zeitreihe der Strahlungsmesswerte und die Bewölkung eine „zufällige“ Schwankung.

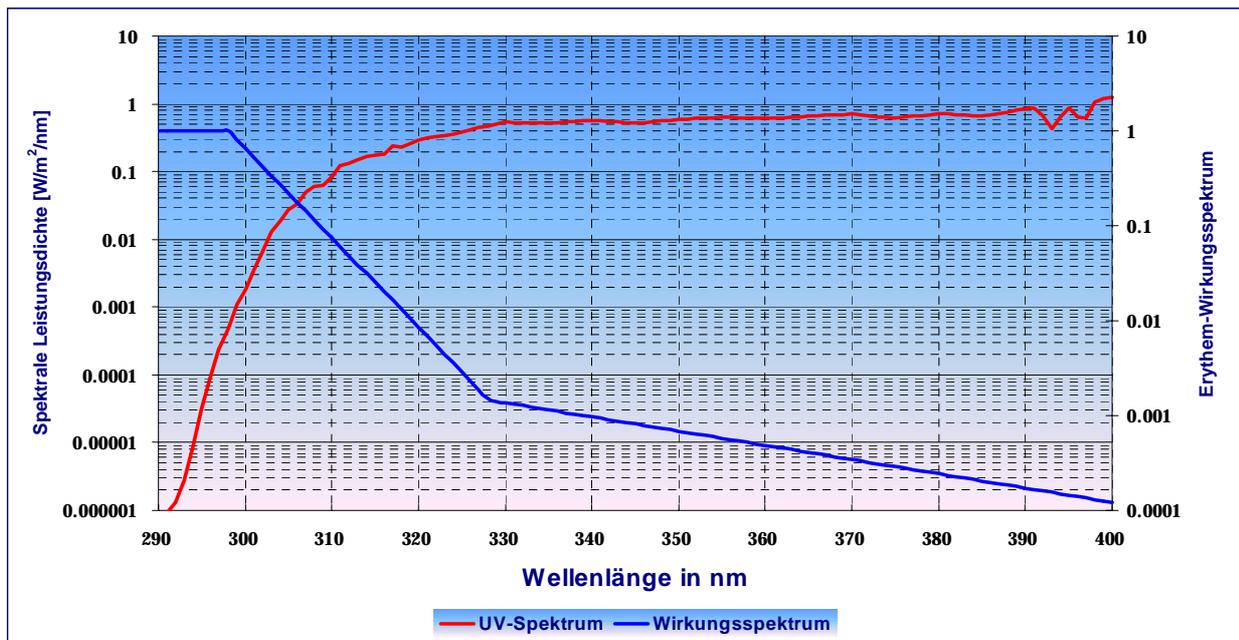


Abbildung 19: UV-Spektrum der Sonnenstrahlung und seine Erythem-Wirksamkeit

Eine langfristige Schwankung, nämlich ein Trend zu einer zunehmenden Strahlungsintensität, könnte hervorgerufen werden durch die Abnahme der Ozonschicht. Mit dieser Abnahme der Ozonschicht in der Stratosphäre - seit Beginn der siebziger Jahre wird eine globale Abnahme um 0,2 - 0,3% pro Jahr beobachtet - ist eine Zunahme insbesondere der biologisch wirksamen UV(B)-Strahlung an der Erdoberfläche und damit auch langfristig ein Anstieg der Hautkrebskrankungen und anderer Schädigungen zu befürchten. So soll nach Abschätzung der Umweltbehörde der USA eine Ozonabnahme um 1% langfristig zu einer Steigerung der Hautkrebskrankungen um 3% führen, vorausgesetzt die Lebensgewohnheiten der Menschen ändern sich nicht. Die Erhöhung der Intensität der UV(B)-Strahlung infolge der Verringerung der Ozonschicht hat darüber hinaus schwerwiegende Folgen für die Biosphäre und führt damit sowohl indirekt als auch über die direkte Beeinflussung der atmosphärischen Chemie zu Veränderungen des globalen Klimas.

Trotz der beobachteten langfristigen Ozonabnahme in der Stratosphäre konnte bisher jedoch eine entsprechende Zunahme der UV(B)-Strahlung an der Erdoberfläche nicht eindeutig registriert werden - wahrscheinlich eine Folge der bislang unzureichenden Messtechnik, denn die Messung der UV-Strahlung ist aufwendig und kompliziert. Systematische UV-Messungen sind deshalb in der Vergangenheit nur selten durchgeführt worden und liefern zum Teil widersprüchliche Ergebnisse. Um auf Dauer UV-Messdaten für die strahlungshygienische Bewertung und die Forschung zu sichern, haben das Umweltbundesamt und das Bundesamt für

[zurück zu Inhalt](#)

Strahlenschutz ein UV-Messnetz mit qualitativ hochwertigen Messgeräten in Deutschland aufgebaut. Seit Sommer 1993 kann damit die UV-Strahlung kontinuierlich gemessen werden. An vier Standorten in Deutschland befinden sich diese UV-Messstationen: in Zingst an der Ostsee, in München-Neuherberg, in der Messnetzbetriebszentrale in Langen und auf dem Schauinsland im Südschwarzwald. Assoziierte Stationen (z. Zt 5) anderer Betreiber verdichten das Bild über die UV-Exposition in Deutschland. Hiermit leisten beide Behörden und alle übrigen Betreiber einen Beitrag, sowohl national als auch international, ungelöste Fragestellungen zum UV-Anteil der Sonnenstrahlung zu erforschen und die gesundheitliche und ökologische Bewertung dieser Strahlung zu qualifizieren.

10. Die Betriebszentrale des Messnetzes in Langen

Die Betriebszentrale für das Messnetz des Umweltbundesamtes zog im Juli 1998 von Offenbach nach Langen, das sich ca. 30 km südlich von Frankfurt befindet. Hier sind zusammen mit anderen Fachgebieten u.a. die Zentrallabors, die Messnetzdatenzentrale und die Pilotstation untergebracht.

In den Zentrallabors des UBA-Messnetzes steht für spezielle Laboranalysen eine umfangreiche instrumentelle Analytik bereit: z.B. Plasma-Massenspektrometrie, Atomabsorptions- und Atomfluoreszenzspektrometrie, Gaschromatographie und Ionenchromatographie. Luft-, Schwebstaub- und Niederschlagsproben der UBA-Messstellen werden in den Zentrallabors aufbereitet und u.a. auf folgende Luftverunreinigungen analysiert: Schwefel- und Stickstoffverbindungen, Schwermetalle, Halbmetalle, Alkali- und Erdalkalimetalle sowie flüchtige organische Luftverunreinigungen. Weitere zentrale Laboreinrichtungen des Messnetzes befinden sich z.B. an der Messstelle Schauinsland und der Schmücke.

In der Datenzentrale des Messnetzes laufen die Werte aus dem Messnetz zusammen. Stündlich werden die Messwerte der kontinuierlich registrierenden Analysatoren von 8 Messstellen (außer GAW) und 15 Container-Stationen (siehe [Abbildung 1](#)) via ISDN abgerufen und die Ozon- und Meteorologie-Werte in das Sommer-Smog-Informationssystem nach Karlsruhe zur UMEG weitergeleitet, bzw. SO₂- NO-, NO₂- Ozon- und Staubwerte aktuell im Internet zusammen mit den Messergebnissen der Bundesländernetze veröffentlicht. (<http://www.umweltbundesamt.net/immission/admin/Test/>) Täglich werden Messgerätekontrollen durchgeführt und Störungen an die Wartungsteams weitergeleitet. Monatlich werden die Messwerte auf ihre Plausibilität überprüft, gegebenenfalls korrigiert und danach in die Datenbank eingespeist. Dort stehen sie in verschiedenen Aggregierungsformen für Datenanfragen, vielfältige Auswertungen, Berichte sowie für den nationalen und vor allem internationalen Datenaustausch (s. [Internationale Programme, S. 37](#)) zur Verfügung (Messnetzdatenzentrale: karin.uhse@uba.de).

Mit der Pilotstation, ursprünglich gemeinsam mit dem Messnetz ein Fachgebiet bildend, besteht seit der organisatorischen Trennung im Jahr 1992 nach wie vor eine enge Zusammenarbeit in Fragen der Qualitätssicherung und der Entwicklung und Erprobung von Überwachungsmethoden, die im Messnetz zur Anwendung kommen. Für nationale und internationale Interkalibrierungen von staatlichen und Ländermessnetzen steht ein Labor mit einer Ringgasleitung zur Verfügung. Im Labor ist der parallele Anschluss von 12 Geräten und damit der Vergleich der Arbeitsweise der Messgeräte unter gleichen Randbedingungen möglich. Im Prüfgaslabor können Prüfgase für das Messnetz sowie für Harmonisierungs- und Messprogramme erzeugt und bereitgestellt werden. [zurück zu Inhalt](#)



Foto 11: *Außenstelle Langen mit Messnetzbetriebszentrale*

Ein weiteres Betätigungsfeld findet die Pilotstation in der Erprobung und Entwicklung von Messverfahren bis zur Messnetzreife, die im Zuge gesetzgeberischer Maßnahmen durch die Messnetze der Bundesländer in die Immissionsüberwachungspraxis überführt werden.

11. Internationale Programme - Datenaustausch

Abgesehen von einzelnen, mehr lokalen Problemen ist nicht zu übersehen, dass die lokalen und regionalen Immissionsbelastungen an Bedeutung verlieren und immer stärker großräumige Probleme bis hin zu globalen Herausforderungen, wie Klimaveränderung (s. [Klimawirksame Stoffe, S. 31](#)) und stratosphärischer Ozonabbau, im Vordergrund stehen. Sie erfordern weitere Maßnahmen zur Emissionsbegrenzung und -verminderung. Diese Einsicht ist weit verbreitet, der Handlungsbedarf unbestritten.

Besondere Bedeutung kommt hierbei international koordinierten Aktivitäten zu, die einer vertraglichen Grundlage bedürfen. Die [Abbildung 20](#) zeigt eine Zusammenstellung der internationalen und nationalen Programme, an denen das Messnetz beteiligt ist. Das Messnetz des Umweltbundesamtes dient hierbei der Erfolgskontrolle von Abkommen zur Reinhaltung der Luft. Dies gilt nicht nur für Maßnahmen im eigenen Land, wichtig ist auch, dass der angestrebte Effekt - z.B. Reduzierung des Sommersmogs (s. [Sommermog, S. 20](#)) als großräumiges Problem - erreicht wird. Gegebenenfalls wird man aus den Messresultaten in Verbindung mit meteorologischen Daten (z.B. Windrichtung) Hinweise erhalten, in welchen Staaten die Anstrengungen noch nicht ausreichend waren.

[zurück zu Inhalt](#)

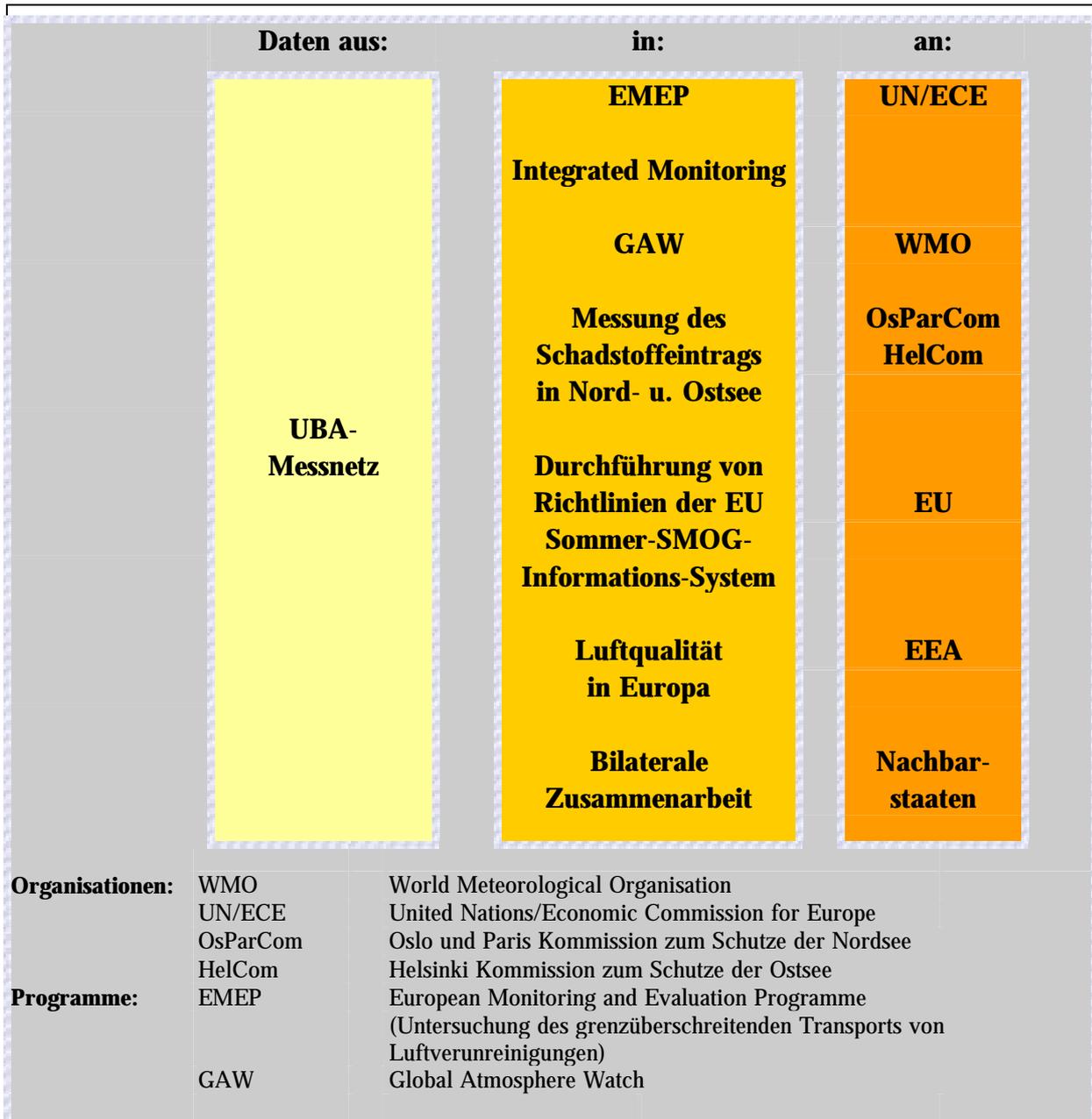


Abbildung 20: Einbeziehung der Messdaten des Umweltbundesamtes in internationale und nationale Programme



Foto 12: Messstelle Neuglobsow am Großen Stechlinsee in der Mecklenburger Seenplatte

12. Das UBA-Messnetz morgen

Die im Kapitel 11 aufgeführten internationalen Programme bestimmen zu einem hohen Anteil die Arbeit des Messnetzes. Dies wird auch in Zukunft so sein. Allerdings ist dabei zu berücksichtigen, dass sich die Proportionen zwischen den Messaufgaben verschieben, wobei vor allem aus den internationalen Programmen Festlegungen resultieren, neue Komponenten zu überwachen oder neue vereinheitlichte Messmethoden zur Überwachung anzuwenden. Hintergrund des letztgenannten Aspektes sind die notwendigen Bestrebungen, die Qualität und Vergleichbarkeit der von verschiedenen Ländern, Messnetzen und Stationen gewonnenen Daten für das gesamte jeweilige Überwachungsgebiet (z.B. EMEP für ganz Europa) auf das für die Beurteilung der interessierenden Sachverhalte (z.B. bei GAW Einflüsse der Luftverunreinigung auf das Klima) erforderliche Niveau zu heben.

Schwerpunkte der Arbeit der kommenden Jahre sind vor allem die Aufgaben, die aus den im Rahmen des Genfer Luftreinhalteabkommens resultierenden Protokollen (VOC, Schwermetalle, Multipollutants, POP's) resultieren. Die mittlererweile intensive Abstimmung zwischen den Programmen von EMEP, HelCom und OsParCom führen zu vergleichbaren Anforderungen bei Messmethoden und Datenformaten zur Berichterstattung. Auf diese Weise können die Messwerte z.T. für mehrere Programme verwendet werden. Die notwendigen Vorbereitungen zur Messung von flüchtigen Kohlenwasserstoffen und Carbonylverbindungen (VOC-Protokoll), Schwermetallen als PM₁₀ und PM_{2,5}-Fraktion, im Niederschlag (Schwermetall-Protokoll), aber auch polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAH) und chlororganischen Verbindungen (POP-Protokoll) haben ein Stadium erreicht, das den experimentellen Messungen zunehmend dauerhaften Charakter verleihen wird.

[zurück zu Inhalt](#)

Neu sind auch die Messungen, die im Rahmen des weltweiten Atmosphären-Überwachungsprogramms (GAW) (s. [Klimawirksame Stoffe, S. 31](#)) der WMO an der gemeinsamen UBA/DWD-Globalstation Zugspitze/Hohenpeißenberg begonnen haben. Bestandteil des Programms sind vor allem klimarelevante Gase (Treibhausgase), wie CO₂, CH₄, N₂O, SF₆ und Fluorchlorkohlenwasserstoffe. Letztere sind äußerst langlebig. Ihre besondere Wirkung der Ozonzerstörung entfalten sie in der Stratosphäre, wo sie in Radikale zerlegt werden.

Nicht nur in der Frage der zukünftigen Aufgabenstellungen und der Messobjekte sind Änderungen und Weiterentwicklungen zu erwarten. Sowohl die Bewältigung der Daten als auch das wachsende Interesse der Öffentlichkeit an Informationen über die Umwelt erfordern daher neue Wege der Datenübertragung sowie der Verbreitung und Veröffentlichung von Messwerten. Zunehmend setzt sich die Erkenntnis durch, dass nicht einzelne Messungen, sondern vielmehr eine umfassende Umweltbewertung national und international notwendig ist, d.h. neben der Erfassung der Stoffkonzentration in den einzelnen Umweltmedien tritt die medienübergreifende Umweltüberwachung einschließlich der Kontrolle der Wirkungen auf den Menschen und die Ökosysteme in den Vordergrund. Diesem Trend entsprechend wurde beginnend an der Station Brotjacklriegel in Realisierung des „Integrated Monitoring Programms“ im Rahmen der Genfer Luftreinhaltekonzeption UN/ECE mit Messungen in den Medien Luft, Niederschlag, Boden, Oberflächen-, Sicker-, Grundwasser und Biota begonnen. Im Rahmen der Neuorganisation des UBA wurde mittlerweile die Verantwortung für das Integrated Monitoring Programm dem Fachgebiet „Experimentelles Monitoring“ übertragen. Auch an der Messstelle Neuglobsow wurden in 1998 Messungen für das Integrated Monitoring Programm aufgenommen. Im Rahmen des Konzeptes der ökologischen Umweltbeobachtung bildet das UBA-Messnetz einen Kernbestandteil der Aktivitäten des Bundes. Das Konzept verknüpft sektoral und übergreifend angelegte Überwachungsprogramme aus Bund und Ländern. Das Messnetz des Umweltbundesamtes wird hierzu seinen Beitrag liefern.



Foto 13: Blick auf einen Teil der Messgeräte in der Messstelle Neuglobsow.

[zurück zu Inhalt](#)

13. Wenn Sie mehr wissen möchten - Adressen

Umweltbundesamt, FG II 6.5 Bismarckplatz 1 14193 Berlin	Leiter: Tel.: Fax: email:	Horst Werner 030/8903-2822 030/8903-2282 horst.werner@uba.de	
Umweltbundesamt, FG II 6.5 Betriebszentrale Langen Paul-Ehrlich-Straße 29 63225 Langen	Tel.: Fax: email:	0 61 03/704-0 0 61 03/704-184 karin.uhse@uba.de	Foto 11
Umweltbundesamt Messstelle Westerland Lornsenweg 9 25980 Westerland/Sylt	Leiterin: Tel.: Fax: email:	Antje Adolphsen 0 46 51/82 44 05 0 0 46 51/82 44 05 20 antje.adolphsen@uba.de	Foto 3
Umweltbundesamt Messstelle Zingst Landstraße 3 18374 Zingst	Leiter: Tel.: Fax: email:	Barnim Thees 03 82 32/155 96 03 82 32/155 97 barnim.thees@uba.de	Foto 9
Umweltbundesamt Messstelle Neuglobsow Zur alten Fischerhütte 1 16775 Neuglobsow	Leiter: Tel.: Fax: email:	Olaf Bath 03 30 82/70 242 03 30 82/70 263 olaf.bath@uba.de	Foto 12
Umweltbundesamt Messstelle Waldhof 29394 Lüder	Leiter: Tel.: Fax: email:	Sigmar Schulze 0 58 24/658 0 58 24/33 94 sigmar.schulze@uba.de	Foto 5
Umweltbundesamt Messstelle Schmücke 98559 Gehlberg	Leiterin: Tel.: Fax: email:	Rita Junek 03 68 45/5 04 67 03 68 45/5 09 00 rita.junek@uba.de	Foto 7
Umweltbundesamt Messstelle Deuselbach Auf dem Römerkirch 4 54411 Deuselbach	Leiter: Tel.: Fax: email:	Karl-Otto Schmidt 0 65 04/91 39-0 0 65 04/91 39-50 karl-otto.schmidt@uba.de	Foto 8
Umweltbundesamt Messstelle Brotjacklriegel Alte Schule Nr. 35 1/4 94508 Riggerding	Leiter: Tel.: Fax: email:	Siegfried Strobel 0 99 03/9 40 88 0 99 03/9 40 87 siegfried.strobel@uba.de	Foto 4
Umweltbundesamt Messstelle Schauinsland Schauinslandstraße 2 79254 Oberried-Hofsgrund	Leiter: Tel.: Fax: email:	Rolf Graul 0 76 02/91 00-0 0 76 02/243 rolf.graul@uba.de	Foto 1
Umweltbundesamt GAW-Station Schneefernerhaus Zugspitze 5 82475 Garmisch-Partenkirchen	Leiter: Tel.: Fax: email:	Ludwig Ries 0 88 21/924-110 0 88 21/924-209 ludwig.ries@uba.de	Foto 10

[zurück zu Inhalt](#)