

FREISTAAT  
**THÜRINGEN**



**Lufthygienischer  
Jahresbericht**

**1998**



THÜRINGER  
LANDESANSTALT FÜR UMWELT



Diese Schrift darf weder von Parteien noch von Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben politischer Informationen oder Werbemittel.

Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

**Impressum:**

Schriftenreihe der Thüringer Landesanstalt für Umwelt  
Nr. 50

**Herausgeber:** Thüringer Landesanstalt für Umwelt  
Prüssingstraße 25  
07745 Jena  
Tel.: 0 36 41/6 84-0  
Fax: 0 3641/6 84 2 22  
e-Mail: TLU-Post@TLUJena.thueringen.de  
Internet: <http://www.tlu-jena.de>

**Redaktion:** Thüringer Landesanstalt für Umwelt  
Referat 42 – Luftqualität, Lärm, Verkehr, Klima  
Dr. H. Häfner

**Inhaltliche Bearbeitung:** Lufthygienischer Teil: W. Preiß  
Dr. H. Häfner  
Klimatologischer Teil R. Kunka

Jena, im Oktober 2000

Hergestellt auf chlorfrei gebleichtem Papier

# **Lufthygienischer Jahresbericht**

**1998**

## **Inhalt**

<b>1. Einführung</b>	<b>2</b>
<b>2. Meteorologische Situation im Berichtszeitraum</b>	<b>8</b>
<b>3. Ergebnisse der Immissionsüberwachung im Thüringer Immissionsmessnetz</b>	<b>9</b>
<b>4. Analyse der Belastungsentwicklung in Thüringen</b>	<b>35</b>
<b>5. Zusammenfassung</b>	<b>40</b>

## **Anhang**

**Grafiken zum Jahresbericht 1998**

# 1. Einführung

## 1.1. Gesetzliche Grundlagen der Immissions-Überwachung

Für die Überwachung der Luftqualität und Einhaltung von Luftqualitätsnormen in den Ländern der Bundesrepublik Deutschland gelten nationale und internationale Richtlinien und Gesetze.

Die Bundesländer sind nach § 44 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) verpflichtet, in Gebieten, in denen Grenzwertüberschreitungen auftreten oder zu erwarten sind und in den Untersuchungsgebieten Art und Umfang der Luftverunreinigungen z.T. fortlaufend festzustellen. Diese allgemeine Verpflichtung der Länder wird in der 4. Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Ermittlung von Immissionen in Untersuchungsgebieten) bezüglich Anwendungsbereich, Messobjekten, Messstellen und Messungen sowie Messergebnissen und deren Veröffentlichungen präzisiert (4. BImSchVwV).

Hauptaufgabe der Überwachung der Immissionssituation in Thüringen ist die Kontrolle der Einhaltung von Bewertungskriterien der Luftqualität (nationale und internationale Richtlinien), einschließlich der aktuellen Information der Öffentlichkeit über besondere Belastungssituationen. Gleichzeitig bieten die Messungen eine Datengrundlage für Planungsaufgaben zur Luftreinhaltung sowie zur Überprüfung der Wirksamkeit getroffener Luftreinhaltungsmaßnahmen.

Die Thüringer Landesanstalt für Umwelt (TLU) in Jena ist die nach Landesrecht für die entsprechenden Untersuchungen der Luftverunreinigungen im Sinne des §44 BImSchG zuständige Behörde. Die Immissionsüberwachung wird in folgenden Formen realisiert:

- Messnetz automatisierter ortsfester Mehr- und Einkomponenten-Messstationen
- mobile Raster-Messprogramme mit Immissions-Messfahrzeugen
- Staubbiederschlags-Messprogramme
- sonstige Sondermessprogramme

Die Thüringer Untersuchungsgebiets-Verordnung vom 22. November 1993 (zuletzt geändert durch Verordnung vom 20.11.1996) setzt im Sinne des §44 BImSchG folgende Gebiete als Untersuchungsgebiete fest:

- Untersuch.geb. 1 : Städtereihe Eisenach - Erfurt
- Untersuch.geb. 2 : Raum Weimar - Apolda
- Untersuch.geb. 3 : Saale-Orla-Tal
- Untersuch.geb. 4 : Mittlere Elsterregion
- Untersuch.geb. 5 : Raum Altenburg - Schmölln
- Untersuch.geb. 6 : Nordhausen
- Untersuch.geb. 7 : Raum Suhl/Ilmenau (Zentralbereich Thüringer Wald)

Darüber hinaus sind die Schadstoffe SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub> und Staub in den gemäß „Thüringer Verordnung zur Verhinderung schädlicher Umwelteinwirkungen bei austauscharmen Wetterlagen (Smog-Verordnung)“ vom 29.10.91 [Gesetz- und Ordnungsblatt für das Land Thüringen Nr.25/1991 vom 14.11.91] (zuletzt geändert durch die „Dritte Verordnung zur Änderung der Smog-Verordnung“ vom 19.9.94 [GVBl. S. 1068])

festgelegten Smog-Gebieten (Tab. 1) zu kontrollieren. (Anmerkung: Nach der „Vierten Verordnung zur Änderung der Smog-Verordnung“ vom 06.10.1999 [GVBl. S.574], die eine erhebliche Reduzierung der Smog-Gebiete zur Folge hatte, wurde die Smog-Verordnung am 10.09.2000 [GVBl. S.310] aufgehoben.)

Während die Messungen in den Stationen des Immissionsmessnetzes sowohl der aktuellen Auswertung und Berichterstattung (Smog-Überwachung Winter bzw. Ozon-Überwachung Sommer) als auch der Untersuchung langfristiger Immissionsentwicklungen dient, werden die Daten aus den Rastermessprogrammen vor allem zur Einschätzung der Grundbelastung eines Gebietes innerhalb eines Jahres genutzt. Dabei werden Unterschiede in der Belastung verschiedener Teile des zu untersuchenden Gebietes ermittelt.

Zusätzlich zu den Messstationen in den Smog- und Untersuchungs-Gebieten wird die Luftverunreinigung im Rahmen des Thüringer Immissionsmessnetzes an folgenden Stationen untersucht.

- Erfurt/Bergstraße (verkehrsbezogener Standort),
- Dreißigacker (ländliches Gebiet),
- Neuhaus (Waldgebiet, Kammlage)
- Großer Eisenberg (Waldgebiet, Kammlage)
- Possen (Waldgebiet, Höhenlage)

**Tab. 1: Smog-Gebiete Thüringens**

Smog-Gebiet	Orte im Smog-Gebiet
1	Erfurt
2	Weimar
3	Apolda
4	Arnstadt
5	Gotha
6	Eisenach
7	Sondershausen
8	Nordhausen
9	Heiligenstadt
10	Mühlhausen
11	Gera, Bad Köstritz, Ronneburg, Weida, Hermsdorf, Eisenberg
12	Altenburg, Schmölln
13	Jena, Stadtroda, Kahla
14	Greiz
15	Neustadt/Orla, Pößneck
16	Saalfeld, Unterwellenborn
17	Lobenstein, Schleiz, Zeulenroda
18	Rudolstadt
19	Meiningen, Walldorf, Wasungen
20	Hildburghausen, Themar
21	Suhl, Zella-Mehlis
22	Ilmenau
23	Sonneberg, Hüttengrund, Steinach
24	Schmalkalden

## 1.2. Immissions-, Richt- und Leitwerte für Luftverunreinigungen

Die Grenzwerte der Richtlinien der Europäischen Union werden durch die 22. BImSchV „22. Verordnung über Immissionswerte“ vom 26.10.1993 (geändert am 27.5.1994 [Einfügung der Immissionswerte für Ozon]) in nationales Recht überführt. Die Einhaltung dieser Immissionswerte wird gemäß den Regelungen der 4. BImSchVwV „Ermittlung von Immissionen in Untersuchungsgebieten“ vom 26.11.1993 überwacht. Die 23. BImSchV „Verordnung über die Festlegung von Konzentrationswerten“ vom 16.12.1996 legt die Messverfahren, Immissions- und Prüfwerte für die verkehrsbezogenen Komponenten Stickstoffdioxid, Benzol und Ruß fest.

Zur Beurteilung der Immissionssituation sowie zur Prüfung von Gesundheitsgefahren, die durch Luftverunreinigungen ausgehen, sind des weiteren in der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft) vom 27.02.1986 für verschiedene Schadstoffe Immissionsgrenzwerte für Langzeiteinwirkungen (IW1) und für Kurzeiteinwirkungen (IW2) festgelegt (Tab. 2).

Zur Einschätzung der lufthygienischen Situation gemäß 22. und 23. BImSchV und TA Luft sind die aus den Messdaten eines Jahres ermittelten Kenngrößen mit den Immissionsgrenzwerten zu vergleichen. Bestimmend für die Repräsentanz der Kennwerte ist, dass die Immissionen entsprechend den Anforderungen der TA Luft bzw. der 22. und 23. BImSchV gemessen und aus dem Datenkollektiv eines Jahres (Kalenderjahr bzw. Tropenjahr [April - März]) bestimmt werden. Kennwerte, die auf unvollständigen Messreihen beruhen, werden als solche gekennzeichnet.

Die Einhaltung der Grenzwerte entsprechend der Thüringer Smogverordnung (Tab. 3) wird laufend überwacht, Überschreitungen entsprechend der festgelegten Informationswege mitgeteilt und die vorgesehenen Maßnahmen eingeleitet. Das trifft gleichfalls auf die Überwachung von Überschreitungen der Ozon-Schwellenwerte zum Gesundheitsschutz des Menschen entsprechend 22. BImSchV §1a/(2) c, d (Tab. 2) und für die Überwachungsaufgabe im Zusammenhang mit dem Gesetz zur Änderung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes vom 19. Juli 1995 („Ozon-Gesetz“) zu.

Neben den Immissionswerten der 22. bzw. 23. BImSchV und der TA Luft sind in den Blättern der VDI-Richtlinie 2310 „Maximale Immissionskonzentrationen“ (MIK) zum Schutz der Gesundheit des Menschen und der Vegetation für verschiedene Schadstoffe bei unterschiedlicher Einwirkungsdauer definiert. Weitere Immissions-, Richt- und Leitwerte sind in Richtlinien des Rates der Europäischen Union sowie in den Luftqualitätsleitlinien der Weltgesundheitsorganisation (WHO) angegeben. Die Leitwerte tragen den Charakter von Zielgrößen für die Verbesserung der Luftqualität und besitzen nicht die rechtliche Verbindlichkeit von Grenzwerten (Tab. 4).

Die Zusammenstellung der Immissions-, Richt- und Leitwerte nach Tab. 2 bis 4 zeigen einige Unterschiede der jeweiligen Verordnungen in der Herange-

hensweise zur Beurteilung der Immissionssituation. Das betrifft insbesondere die entsprechenden Grenzwerte nach TA Luft und 22. bzw. 23. BImSchV. Diese Grenzwerte für jeweilige Schadstoffkonzentrationen unterscheiden sich durch:

1. die Höhe des Wertes selbst,
2. die Zeitbasis der als Berechnungsgrundlage verwendeten Einzelwerte,
3. die Verwendung verschiedener statistischer Kenngrößen und
4. die unterschiedlichen Berechnungszeiträume (bei SO<sub>2</sub> und Schwebstaub).

In den EG- und VDI-Richtlinien und im „Ozon-Gesetz“ werden Normbedingungen von 293 K und 101,3 kPa für die Messungen der Konzentrationswerte vorgeschrieben. Die TA Luft schreibt für alle Messungen Normbedingungen von 0 °C (273 K) bei 101,3 kPa vor. Bei gleicher Teilchenkonzentration ergibt das unter den Bedingungen 273 K / 101,3 kPa ca. 7 % höhere Massenkonzentrationen, als unter den Bedingungen 293 K / 101,3 kPa. Der Temperaturbezug der Immissionswerte (Grenzwerte) der 22. BImSchV entspricht dem der 4. BImSchVwV (273 K). Die Messungen im Thüringer Immissionsmessnetz werden nach den Bedingungen der TA Luft durchgeführt (273 K).

Ausnahme hierbei sind die Mess- und Kennwertangaben für Ozon. Entsprechend den Festlegungen der EU-Richtlinien und des „Ozon-Gesetzes“ wurden 08/95 alle Messwertangaben für Ozon auf die Temperaturbasis 293 K umgestellt. Die im vorliegenden Jahresbericht auftretenden Abweichungen von Ozonkennwerten vergangener Jahre zu denen in damaligen Berichterstattungen sind dadurch erklärt.

In den grafischen Auswertungen dieses Berichts wird auf die Angabe physikalischer Werte weitestgehend verzichtet. Die Belastungssituation wird am prozentualen Verhältnis des entsprechenden statistischen Kennwertes zum Grenzwert bzw. Richt- oder Leitwert dargestellt. Auf spezielle Unterschiede in der Bewertung der Immissionssituation und deren Ursachen wird in der Abhandlung der einzelnen Schadstoffe im Kapitel 3 eingegangen.

## 1.3. Kriterium zur Einstufung der Schadstoffbelastung

Um eine Einstufung der Belastungssituation an den einzelnen Luftmessstationen und im Durchschnitt der Stationen zu ermöglichen, wird das Verhältnis der Jahreskennwerte zu den Grenzwerten nach TA Luft gebildet. Es wird hier die in den Luftreinhalteplänen der TLU Jena getroffene Einteilung verwendet:

Verhältnis des Jahreskennwertes zum Grenzwert TA Luft [%]	Einschätzung der Belastung
bis 9 %	sehr gering
10 bis 24 %	gering
25 bis 49 %	mittel
50 bis 74 %	leicht erhöht
75 bis 99 %	erhöht
100 bis 124 %	überhöht
125 % und mehr	stark überhöht

**Tab. 2: Immissionswerte (Grenzwerte)****Schwefeldioxid**

Immissionswert	Berechnungsmethode	Verbindlichkeit	Quelle
0,14 mg/m <sup>3</sup>	arithm. Jahresmittel aus 1/2 h-Mittelwerten	Grenzwert IW1	TA Luft
0,40 mg/m <sup>3</sup>	98%-Wert der Summenhäufigkeit aus 1/2 h-Mittelwerten	Grenzwert IW2	TA Luft
80 µg/m <sup>3</sup>	Median der Tagesmittel eines Jahres (*3)	Immissionswert (*2) (bei zugeordnetem Wert für Schwebstaub > 150 µg/m <sup>3</sup> )	22. BImSchV §1/(3)a)
120 µg/m <sup>3</sup>	Median der Tagesmittel eines Jahres (*3)	Immissionswert (*2) (bei zugeordnetem Wert für Schwebstaub ≤ 150 µg/m <sup>3</sup> )	22. BImSchV §1/(3)b)
130 µg/m <sup>3</sup>	Median der Tagesmittel im Winter (*3)	Immissionswert (*2) (bei zugeordnetem Wert für Schwebstaub > 200 µg/m <sup>3</sup> )	22. BImSchV §1/(3)c)
180 µg/m <sup>3</sup>	Median der Tagesmittel im Winter (*3)	Immissionswert (*2) (bei zugeordnetem Wert für Schwebstaub ≤ 200 µg/m <sup>3</sup> )	22. BImSchV §1/(3)d)
250 µg/m <sup>3</sup> (*1)	98%-Wert der Summenhäufigkeit der Tagesmittel eines Jahres (*3)	Immissionswert (*2) (bei zugeordnetem Wert für Schwebstaub > 350 µg/m <sup>3</sup> )	22. BImSchV §1/(3)e)
350 µg/m <sup>3</sup> (*1)	98%-Wert der Summenhäufigkeit der Tagesmittel eines Jahres (*3)	Immissionswert (*2) (bei zugeordnetem Wert für Schwebstaub ≤ 350 µg/m <sup>3</sup> )	22. BImSchV §1/(3)f)

(\*1) zusätzliche Überprüfung des Auftretens von mehr als drei aufeinanderfolgenden Überschreitungen

(\*2) der zugeordnete Schwebstaubwert wird jeweils nach der für den SO<sub>2</sub>-Immissionswert verwendeten Vorschrift berechnet (Beachtung Median oder 98%-Wert, Beachtung Bezugszeit Jahr oder Winter)

(\*3) Jahr: 1.April - 31.März des Folgejahres Winter: 1.Oktober - 31.März des Folgejahres

Die Normbedingungen sind 273 K/101,3 kPa.

**Stickstoffdioxid**

Immissionswert	Berechnungsmethode	Verbindlichkeit	Quelle
0,08 mg/m <sup>3</sup>	arithm. Jahresmittel	Grenzwert IW1	TA Luft
0,20 mg/m <sup>3</sup>	98%-Wert der Summenhäufigkeit aus 1/2 h-Mittelwerten	Grenzwert IW2	TA Luft
200 µg/m <sup>3</sup>	98%-Wert der Summenhäufigkeit aus 1 h- o. 1/2 h-Mittelwerten eines Jahres	Immissionswert	22. BImSchV §1/(6) (*1)
160 µg/m <sup>3</sup>	98%-Wert der Summenhäufigkeit aus 1/2 h-Mittelwerten	Prüfwert (80% des Grenzwertes nach 22. BImSchV)	23. BImSchV

(\*1) Umsetzung der EU-Richtlinie 85/203/EWG, Anhang I.  
Die Normbedingungen sind 273 K/101,3 kPa.

**Kohlenmonoxid**

Immissionswert	Berechnungsmethode	Verbindlichkeit	Quelle
10 mg/m <sup>3</sup>	arithm. Jahresmittel	Grenzwert IW1	TA Luft
30 mg/m <sup>3</sup>	98%-Wert der Summenhäufigkeit aus 1/2 h-Mittelwerten	Grenzwert IW2	TA Luft

Die Normbedingungen sind 273 K/101,3 kPa.



## weiter Immissionswerte (Grenzwerte)

## Schwebstaub

Immissionswert	Berechnungsmethode	Verbindlichkeit	Quelle
0,15 mg/m <sup>3</sup>	arithm. Jahresmittel der Tagesmittel	Grenzwert IW1	TA Luft
0,30 mg/m <sup>3</sup>	98%-Wert der Summenhäufigkeit aus Tagesmitteln	Grenzwert IW2	TA Luft
150 µg/m <sup>3</sup>	arithm. Mittel (*1) aller Tagesmittel eines Jahres	Immissionswert	22. BImSchV §1/(4)
300 µg/m <sup>3</sup>	95%-Wert der Summenhäufigkeit der Tagesmittel eines Jahres (*1)	Immissionswert	22. BImSchV §1/(4)

(\*1) Jahr: 1.April - 31.März des Folgejahres  
Die Normbedingungen sind 273 K/101,3 kPa.

## Ozon

Immissionswert	Berechnungsmethode	Verbindlichkeit	Quelle
180 µg/m <sup>3</sup>	1 h-Mittelwert	Schwellenwert (Unterrichtung d. Bevölkerung / Nichtbenutzung von Verbrennungsmotoren)	22. BImSchV §1a/(3) / „Ozon-Gesetz“(*1)
360 µg/m <sup>3</sup>	1 h-Mittelwert	Schwellenwert (Warnung der Bevölkerung)	22. BImSchV §1a/(4)
110 µg/m <sup>3</sup>	8 h-Mittelwert (0-8, 8-16, 16-24, 12-20 Uhr)	Schwellenwert (Gesundheitsschutz)	22. BImSchV §1a/(1)
200 µg/m <sup>3</sup>	1 h-Mittelwert	Schwellenwert (Schutz Vegetation)	22. BImSchV §1a/(2)
65 µg/m <sup>3</sup>	24 h-Mittelwert	Schwellenwert (Schutz Vegetation)	22. BImSchV §1a/(2)
240 µg/m <sup>3</sup>	1 h-Mittelwert	Schwellenwert (Verkehrsverbote)	„Ozon-Gesetz“ (*1)

(\*1) Gesetz zur Änderung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes vom 19.Juli 1995  
Die Normbedingungen sind 293 K/101,3 kPa.

## Benzol, Ruß

Immissionswert	Berechnungsmethode	Verbindlichkeit	Quelle
15 µg/m <sup>3</sup> 10 µg/m <sup>3</sup>	arithm. Jahresmittel	Prüfwert Benzol Prüfwert Benzol (ab 07/1998)	23. BImSchV
14 µg/m <sup>3</sup> 8 µg/m <sup>3</sup>	arithm. Jahresmittel	Prüfwert Ruß Prüfwert Ruß (ab 07/1998)	23. BImSchV

Die Normbedingungen sind 273 K/101,3 kPa

Tab. 3: Auslösekonzentrationen für Smogstufen

Schadstoff	Belastungswert	gemittelt über ...	Bedeutung
Schwefeldioxid	0,6 mg/m <sup>3</sup>	3 Stunden	Vorwarnstufe
	1,2 mg/m <sup>3</sup>		Alarmstufe 1
	1,8 mg/m <sup>3</sup>		Alarmstufe 2
Stickstoffdioxid	0,6 mg/m <sup>3</sup>	3 Stunden	Vorwarnstufe
	1,0 mg/m <sup>3</sup>		Alarmstufe 1
	1,4 mg/m <sup>3</sup>		Alarmstufe 2
Kohlenmonoxid	30 mg/m <sup>3</sup>	3 Stunden	Vorwarnstufe
	45 mg/m <sup>3</sup>		Alarmstufe 1
	60 mg/m <sup>3</sup>		Alarmstufe 2
Kombination SO <sub>2</sub> +2*Schwebstaub (Smogindex)	1,1 mg/m <sup>3</sup>	24 Std. und 3 Std.	Vorwarnstufe
	1,4 mg/m <sup>3</sup>		Alarmstufe 1
	1,7 mg/m <sup>3</sup>		Alarmstufe 2

Überschreitungen der angegebenen Grenzwerte führen nur bei Vorliegen einer durch den DWD gemeldeten austauscharen Wetterlage zur Auslösung von Smog-Stufen.  
Die Normbedingungen sind 273 K/101,3 kPa

**Tab. 4: Ausgewählte Richt- und Leitwerte**

Die Leitwerte WHO wurden aus „Grenzwerte - Kennzahlen zur Umweltbelastung in Deutschland und in der EG“ entnommen (Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (L. Roth)). Neue Veröffentlichungen zu Immissionswerten der WHO erfolgten in „Newsletter...“ (Juli 1997), die aber in diesem Bericht noch nicht zur Anwendung kommen

**Schwefeldioxid**

Immissionswert	Berechnungsmethode	Verbindlichkeit	Quelle
1000 µg/m <sup>3</sup>	1/2 h-Mittelwert	Richtwert, Kombination mit Schwebstaub berücksichtigt	VDI-Richtlinie 2310/11 08/84
300 µg/m <sup>3</sup>	24 h-Mittelwert	Richtwert, Kombination mit Schwebstaub berücksichtigt	VDI-Richtlinie 2310/11 08/84
350 µg/m <sup>3</sup>	1 h-Mittelwert	Leitwert toxische Verunreinigung	WHO
50 µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert	Leitwert toxische Verunreinigung	WHO
100 µg/m <sup>3</sup>	24 h-Mittelwert	Leitwert zum Vegetationsschutz	WHO
30 µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert	Leitwert zum Vegetationsschutz	WHO

Leitwerte für Wertebasen unter 1/2 h-Mittelwerte werden hier nicht aufgeführt.  
Die Normbedingungen sind 293 K/101,3 kPa

**Kohlenmonoxid**

Immissionswert	Berechnungsmethode	Verbindlichkeit	Quelle
60 mg/m <sup>3</sup>	30 min.-Mittelwert	Leitwert toxische Verunreinigung	WHO
30 mg/m <sup>3</sup>	1 h- Mittelwert	Leitwert toxische Verunreinigung	WHO
10 mg/m <sup>3</sup>	8 h- Mittelwert	Leitwert toxische Verunreinigung	WHO

Leitwerte für Wertebasen unter 1/2 h-Mittelwerte werden hier nicht aufgeführt.  
Die Normbedingungen sind 293 K/101,3 kPa

**Stickstoffdioxid**

Immissionswert	Berechnungsmethode	Verbindlichkeit	Quelle
135 µg/m <sup>3</sup>	98%-Wert der Summenhäufigkeit aus 1/2 h-Mittelwerten eines Jahres	Leitwert	85/203/EWG Anhang II
50 µg/m <sup>3</sup>	Median der Summenhäufigkeit aus 1/2 h-Mittelwerten eines Jahres	Leitwert	85/203/EWG Anhang II
100 µg/m <sup>3</sup>	24 h-Mittelwert	Richtwert, Kombination mit SO <sub>2</sub> und Schwebstaub berücksichtigt	VDI-Richtlinie 2310/12 6.85
200 µg/m <sup>3</sup>	1/2 h-Mittelwert	Richtwert, Kombination mit SO <sub>2</sub> und Schwebstaub berücksichtigt	VDI-Richtlinie 2310/12 6.85
150 µg/m <sup>3</sup>	24 h-Mittelwert	Leitwert toxische Verunreinigung	WHO
400 µg/m <sup>3</sup>	1 h-Mittelwert	Leitwert toxische Verunreinigung	WHO
95 µg/m <sup>3</sup>	4 h-Mittelwert	Leitwert zum Vegetationsschutz	WHO
30 µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert	Leitwert zum Vegetationsschutz	WHO

Die Normbedingungen sind 293 K/101,3 kPa

**Schwebstaub**

Immissionswert	Berechnungsmethode	Verbindlichkeit	Quelle
500 µg/m³	1 h-Wert, bis zu dreimal aufeinanderfolgend	Richtwert	VDI-Richtlinie 2310/19E 4.90
250 µg/m³	24 h-Mittelwert bei einmaligem Auftreten	Richtwert	VDI-Richtlinie 2310/19E 4.90
150 µg/m³	24 h-Mittelwert bei Auftreten an aufeinanderfolgenden Tagen	Richtwert	VDI-Richtlinie 2310/19E 4.90
75 µg/m³	Jahresmittelwert	Richtwert	VDI-Richtlinie 2310/19E 4.90

Die Normbedingungen sind 293 K/101,3 kPa

**Ozon**

Immissionswert	Berechnungsmethode	Verbindlichkeit	Quelle
120 µg/m³	1/2 h-Mittelwert	Richtwert	VDI-Richtlinie 2310/15 4.87
150-200 µg/m³	1 h-Mittelwert	Leitwert toxische Verunreinigung	WHO
100-120 µg/m³	8 h-Mittelwert	Leitwert toxische Verunreinigung	WHO

Die Normbedingungen sind 293 K/1013 101,3 kPa

**1.4. Berichterstattung zur lufthygienischen Situation in Thüringen**

Entsprechend 4. BImSchVwV besteht für die TLU die Verpflichtung zu laufender Berichterstattung über die Schadstoffbelastung der Luft. Der Inhalt und die Zeiträume dieser Berichterstattungen sind ebenfalls in dieser Verwaltungsvorschrift festgelegt. Grundsätzlich

erfolgt die Berichterstattung in Form von Tages-, Monats- und Jahresberichten (Tab. 5).

Weitere Berichte und Analysen gehen zu festgesetzten Terminen dem Umweltbundesamt zur Weiterleitung an die EU-Kommission zur Reinhaltung der Luft zu.

**Tab. 5: Berichterstattung zur lufthygienischen Situation in Thüringen**

Art des Berichts	Inhalt des Berichts	Zeit	Adressat
Tagesbericht (Tabelle)	Tagesmittel und Maxima Vortag bzw. Wochenende	täglich ca. 7-8 Uhr	Medien, Behörden, Internet
aktueller Tagesbericht (Tabelle)	Sommer: Ozon-Kennwerte Vortag + Prognose für Nachmittag aktuelle Ozonwerte + Prognose für Nachmittag und Folgetag  Winter: aktuelle Messwerte der Smog- Komponenten + Information über Smog-Stufen	täglich ca. 9 Uhr täglich ca. 14 <sup>30</sup> Uhr  täglich ca. 7 Uhr (bei Smog 3-stündig)	MDR Videotext, (bei Prognose von Übers- schreitungen Rundfunk), Internet, Telefon – Ansigedienst
Lufthygienischer Monatskurzbericht (Tabelle)	Monatsmittelwerte, max. Tagesmittel- werte, Maximalwerte der Schadstoffe Vormonat	monatlich  1.Woche des nächsten Mo- nats	Behörden, Internet
Lufthygienischer Jahresbericht (Text, Tabelle, Gra- fik)	Auswertungen entsprechend TA Luft, 22./23. BImSchV, 4. BImSchVwV, VDI 2310, Thüringer Smog – Verordnung vorangegangenes Kalenderjahr + 1.Quartal des laufenden Jahres (22. BImSchV)	jährlich  in der Regel bis Oktober	Behörden sonstige Interessierte

Die Internetadresse ist: [www.tlu-jena.de](http://www.tlu-jena.de)

Videotextseite: MDR Seite 523  
Ansigetelefon: 03641 684 684

## 2. Meteorologische Situation im Berichtszeitraum

### 2.1. Bewertung von Witterung und Klima anhand der DWD-Daten

Die nachfolgenden Angaben wurden aus Veröffentlichungen des Deutschen Wetterdienstes (Monatlicher Witterungsbericht, 46. Jahrgang, 1998, Heft 1 bis 12, und Witterungsreport-Daten, 1. Jahrgang 1999, Heft 1 bis 3) entnommen.

#### Kurzcharakteristik der monatlichen Witterungsverläufe gegenüber den langjährigen Mittelwerten

##### 1998

Januar	erheblich zu warm, sonnenscheinreich und meist zu trocken
Februar	zu warm, sonnenscheinreich und erheblich zu trocken
März	zu warm, Sonnenscheindauer meist gering übernormal, niederschlagsnormal
April	zu warm, zu geringe Sonnenscheindauer, meist Niederschläge über den Normalwerten
Mai	zu warm, sonnenscheinreich, meist normale Niederschläge
Juni	zu warm, zu wenig Sonnenschein, meist zu geringe Niederschläge
Juli	meist zu kühl, zu geringe Sonnenscheindauer, meist erheblich zu viel Niederschlag
August	Lufttemperaturen um den Normalwert, meist gering zu viel Sonnenschein, leicht übernormale Niederschläge
September	meist gering zu kühl, zu geringe Sonnenscheindauer, erheblich zu viel Niederschlag
Oktober	meist zu kühl, sonnenscheinarm, erheblich zu viel Niederschlag
November	zu kalt, sonnenscheinarm, zu viel Niederschlag
Dezember	gering zu warm, sonnenscheinreich, zu wenig Niederschlag

##### 1999

Januar:	erheblich zu warm, trocken und sonnenscheinreich
Februar:	Normale Lufttemperaturen, meist niederschlagsreich, meist zu wenig Sonnenschein
März:	zu warm, meist normale Sonnenscheindauer, vielfach zu viel Niederschlag

Die Abweichungen der Monatswerte der Lufttemperatur, des Niederschlages und der Sonnenscheindauer von den langjährigen monatlichen Mittelwerten (Reihe 1961 - 1990), gemessen an den Wetterstationen des DWD gibt Tabelle 6 an.

Einen Überblick über weitere klimatologische Kennwerte des Jahres 1998 an der DWD-Station Weimar im Vergleich zu den Jahren 1991-1997 gibt Abb. 2-20.

Die Anzahl **heißer Tage** lag 1998 mit 8 etwa im Mittel der Vorjahreswerte, während die Anzahl der **Sommertage** mit Temperaturmaximum über 25 °C mit 33

gegenüber den Vorjahren eher gering ausfiel. Nur 1996 wurden noch weniger Sommertage verzeichnet.

Die Anzahl der **Frosttage** mit Temperaturminima unter 0 °C blieb mit 75 ebenfalls unter dem Durchschnitt. Nur 1994 wurden weniger Frosttage registriert. Die Zahl der **Eistage** mit Temperaturmaxima unter 0 °C lag mit 23 etwa im Durchschnitt der Vorjahre.

Die Anzahl **heiterer Tage** war 1998 mit 20 seit Beginn der Auswertung 1991 am geringsten. Demgegenüber wurde eine relativ hohe Zahl **trüber Tage**, nämlich 160 registriert. Diese Relation spiegelt sich auch in der vergleichsweise geringen **Sonnenscheindauer**, nämlich nur 94,8 % des üblichen, wider. Nur im Jahr 1996 wurde eine noch kürzere Sonnenscheindauer verzeichnet.

Im Winter 1998/99 gab es wenige Tage mit eingeschränkten Austauschbedingungen.

### 2.2. Analyse weiterer schadstoffrelevanter Klima-Kennwerte 1998

#### Analyse ausgewählter Temperatur-Jahreskennwerte 1998

An 17 Luftmessstationen wurden 1998 Temperaturwerte erfasst, in den Abb. 2-1 bis 17 sind die monatlichen Kennwerte für den Zeitraum Oktober 1997 bis März 1999 dargestellt (Ozon-Saison 1997 sowie Smogseason 1997/98 und 1998/99). Der charakteristische Unterschied zwischen den Temperaturverläufen in Flachland und Bergland wird in Abb. 2-18 verdeutlicht.

Die **Jahresmittelwerte der Temperatur** lagen 1998 mit 9,1 °C über dem Jahresmittel seit 1991. Das geringste durchschnittliche Jahresmittel wies bis dahin das Jahr 1993 auf, das höchste insgesamt wurde für 1994 ermittelt.

#### Ozon-Saison 1998 (Nichtheizperiode)

Die **Monatsmittel der Lufttemperatur** der Monate **April bis September 1998** (Ozon-Saison) lagen im Vergleich mit den langjährigen Mittelwerten von 1961 bis 1990 von April bis Juni darüber, wobei die größte positive Abweichung im April und Mai zu verzeichnen war (Abb. 2-22). Der Juli wies die größte negative Abweichung auf, während August und September etwa den langjährigen Mittelwerten entsprachen. Die höchsten **max. Tagesmittel** wurden in Thüringen am 11. und 12. August mit Werten bis zu 36,4 °C in Artern und 29 °C auf der Schmücke erreicht. Diese Termine fielen auch mit der markantesten Ozonepisode des Jahres zusammen. Der Vergleich klimatologischer Kennwerte ergibt für 1997 eine seit 1991 mittlere Zahl an **heißen Tagen**, jedoch eine relativ geringe Zahl von **Sommertagen**. **Heitere Tage** sowie die **relative Sonnenscheindauer** lagen auf einem vergleichsweise niedrigen Niveau (Abb. 2-20).

#### 1. Quartal 1998 und Smog-Saison 1998/99 (Heizperiode)

Die **Monatsmittel** der Monate Januar bis März 1998 sowie des Januar und März 1999 lagen deutlich oberhalb der langjährigen Monatsmittel (Abb. 2-23),

während Oktober und November 1998 deutlich zu kalt ausfielen. Die tiefsten Werte des Jahres 1998 in Thüringen traten ausschließlich am 1. und 2. Februar mit Temperaturen um minus 15 °C auf. Der Vergleich klimatologischer Kennwerte mit Relevanz für das Smog-Geschehen ergibt für 1998 eine geringe Zahl von **Frosttagen** und eine mittlere Zahl von **Eistagen** seit 1991 (Abb. 2-20). Die Heizperiode 1998/99 war von überwiegend positiven Abweichungen der Luft-

temperatur gekennzeichnet. **Temperaturinversionen** traten in der Saison 1998/99 selten auf. Abb. 2-19 zeigt, dass die Temperaturdifferenz der Monatsmitteltemperaturen zwischen Tief- und Bergland während der Wintermonate vergleichsweise hoch ausfiel. Dies ist ein Indiz dafür, dass länger andauernde Inversionswetterlagen nicht vorhanden waren (Beispielstationen des DWD: Artern, Schmücke).

**Tab. 6: Abweichungen meteorologischer Werte von den langjährigen Mittelwerten an Wetterstationen des DWD in Thüringen**

	minimal*	maximal*	minimal*	maximal*	minimal*	maximal*
<b>I. Quartal 1998</b>	<b>Januar</b>		<b>Februar</b>		<b>März</b>	
Lufttemperatur in K	2,2	3,6	3,5	5,0	1,0	2,0
Niederschlag in %	62	106	30	67	78	139
Sonnenscheindauer %	121	172	112	148	98	116
<b>II. Quartal 1998</b>	<b>April</b>		<b>Mai</b>		<b>Juni</b>	
Lufttemperatur in K	1,6	2,4	1,6	2,4	1,0	2,0
Niederschlag in %	43	146	58	92	55	118
Sonnenscheindauer %	62	96	99	118	87	102
<b>III. Quartal 1998</b>	<b>Juli</b>		<b>August</b>		<b>September</b>	
Lufttemperatur in K	-1,0	0,0	-0,2	0,8	-0,5	0,2
Niederschlag in %	106	199	54	107	208	283
Sonnenscheindauer %	55	83	87	115	51	75
<b>IV. Quartal 1998</b>	<b>Oktober</b>		<b>November</b>		<b>Dezember</b>	
Lufttemperatur in K	-1,7	0,0	-2,7	-1,9	0,1	0,5
Niederschlag in %	201	356	112	151	19	70
Sonnenscheindauer %	20	71	36	99	110	234
<b>I. Quartal 1999</b>	<b>Januar</b>		<b>Februar</b>		<b>März</b>	
Lufttemperatur in K	2,7	4,1	-0,9	1,0	1,7	2,3
Niederschlag in %	72	141	81	213	80	113
Sonnenscheindauer %	115	164	62	128	88	150

\* minimal/maximal...kleinster und größter Wert der DWD-Stationen in Thüringen

### 3. Ergebnisse der Immissionsüberwachung im Thüringer Immissionsmessnetz

#### 3.1. Ausrüstungsstand des Messnetzes

In der Messkonzeption der TLU Jena sind die mittel- und langfristigen Planungen für das Thüringer Immissionsmessnetz festgelegt. Ein Schwerpunkt dabei ist die Komplettierung bestehender Messstationen, insbesondere in Hinsicht auf die Erfordernisse der neuen EU-Richtlinien. Weiterhin werden im Rahmen der Deregulierung des Messnetzes Stationen stillgelegt, die zu Beginn der 90-er Jahre in der Durchsetzung der Thüringer Smog-Verordnung aufgrund der erhöhten Smoggefahr dringend erforderlich waren. Dabei handelt es sich hauptsächlich um Einkompo-

nentenmessstationen (Hausstationen) für Schwefeldioxid.

Im Jahr 1998 und im I. Quartal 1999 wurden folgende Stationen stillgelegt (vgl. Tab. 7, Bild 1):

- 30.06.1998 Bad Langensalza (Schwefeldioxid)
- 06.07.1998 Bad Salzungen (Schwefeldioxid)
- 17.03.1999 Hildburghausen (Schwefeldioxid)
- 01.03.1999 Sonneberg (Schwefeldioxid, Schwebstaub, Stickoxide, Meteorologie)

Die Messreihen der o.g. Stationen sind deshalb nicht bzw. nur teilweise in die Auswertung des Lufthygienischen Jahresberichtes 1998 einbezogen.

Tab. 7: Thüringer Immissionsmessnetz – Stationsbestückung im Zeitraum 01.01.1998 bis 31.03.1999

StmG-Geb. Nr.	Messstation	Standort	Typ	Art	geo Länge	geo Breite	Hohe	SO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	Staub	PM 10/PM 2,5	NO <sub>x</sub>	CO	BTX	Ruß	Temperatur	rel. Feuchte	Wind	Globstr.	UVAB	Niedersch.
1	12 Altenburg	Theaterplatz	C	S	12°26'21"	50°59'20"	185	x		x		x				x	x				
2	3 Apolda	Busbahnhof	C	S	11°31'03"	51°01'44"	165	x		x		x									
3	4 Arnstadt	Alter Friedhof	C	S	10°56'55"	50°50'18"	275	x	x	x		x									
4	- Bad Langensalza 1)	An der Marktkirche	H	S	10°39'02"	51°06'35"	185	x													
5	- Bad Salzungen 2)	Kalkofenstr.	H	S	10°13'55"	50°48'55"	265	x													
6	19 Dreißigacker	Herpfer Str.	C	W	10°22'41"	50°35'11"	450	x		x						x					
7	6 Eisenach	A.-Bebel-Str.	C	S	10°18'57"	50°58'47"	210	x	x	x		x									
8	- Erfurt Bergstr.	Bergstraße	C	V	11°01'14"	50°59'10"	195			x		x			x						
9	1 Erfurt Kartäuserstr	Kartäuser Str.	C	S	11°01'32"	50°58'15"	190	x		x											
10	1 Erfurt Krämpferstr.	Krämpferstr. 25	C	S	11°02'21"	50°58'51"	190	x	x	x		x									
11	11 Gera Berlinerstraße	Berliner Str.	C	S	12°04'50"	50°53'43"	200	x		x		x									
12	11 Gera Friedericistr	Friedericistr. 8	C	S	12°04'34"	50°52'43"	180	x	x	x		x									
13	5 Gotha	Gartenstr.	C	S	10°42'07"	50°57'08"	290	x		x		x									
14	14 Greiz	Mollbergstr. 22	C	S	12°12'24"	50°39'25"	270	x	x	x		x									
15	- Großer Eisenberg		C	W	10°47'19"	50°37'13"	907	x	x												
16	9 Heiligenstadt	Robert-Koch-Str.	H	S	10°08'26"	51°22'38"	270	x													
17	20 Hildburghausen 3)	Schleusinger Str.	H	S	10°43'49"	50°25'52"	380	x													
18	22 Ilmenau	Wetzlarer Platz	C	S	10°55'07"	50°41'10"	480	x	x	x		x									
19	13 Jena Dammstr.	Dammstr.	C	S	11°35'54"	50°56'05"	140	x	x	x		x									
20	13 Jena Schillergäss.	Schillergäßchen 3	C	S	11°35'04"	50°55'36"	155	x		x											
21	17 Lobenstein	H.-Behr-Str.	H	S	11°38'31"	50°27'11"	500	x													
22	19 Meiningen	Bernhardstr.	C	S	10°24'57"	50°34'22"	285	x	x	x											
23	10 Mühlhausen	Brunnenstr.	C	S	10°27'54"	51°12'23"	205	x	x	x		x									
24	- Neuhaus	Bornhügel	C	S	11°08'09"	50°30'05"	840	x	x												
25	8 Nordhausen	Arnoldstr.	C	S	10°47'35"	51°29'39"	185	x	x	x		x									
26	- Pörsneck		C	W	10°52'05"	51°20'54"	420	x	x												
27	15 Pörsneck	Gerberstr.	C	S	11°35'35"	50°41'48"	215	x		x		x									
28	18 Rudolstadt	Schwarzburger Ch.	C	S	11°19'47"	50°43'11"	192	x		x											
29	16 Saalfeld	Pörsnecker Str.	C	S	11°21'25"	50°39'09"	210	x	x	x		x									
30	24 Schmalzkalden	Karl-Marx-Str.	H	S	10°27'44"	50°43'13"	300	x													
31	7 Sondershausen	E.-König-Str.	H	S	10°52'27"	51°21'60"	215	x													
32	23 Sonneberg 4)	Coburger Allee	C	S	11°10'10"	50°21'35"	380	x		x											
33	21 Suhl	F.-König-Str.	C	S	10°41'41"	50°36'46"	430	x	x	x		x									
34	2 Weimar Sophienst	Sophienstiftsplatz	C	V	11°19'29"	50°58'50"	220	x		x		x									
35	21 Zeila-Mehlis	Hugo-Jacobi-Str.	C	S	10°39'23"	50°39'51"	470	x		x		x									

**Legende:**

**Typ:**

C Container  
H Haus

**Art:**

S Standard  
W Wald / ländlich  
V Verkehr

**Komponenten:**

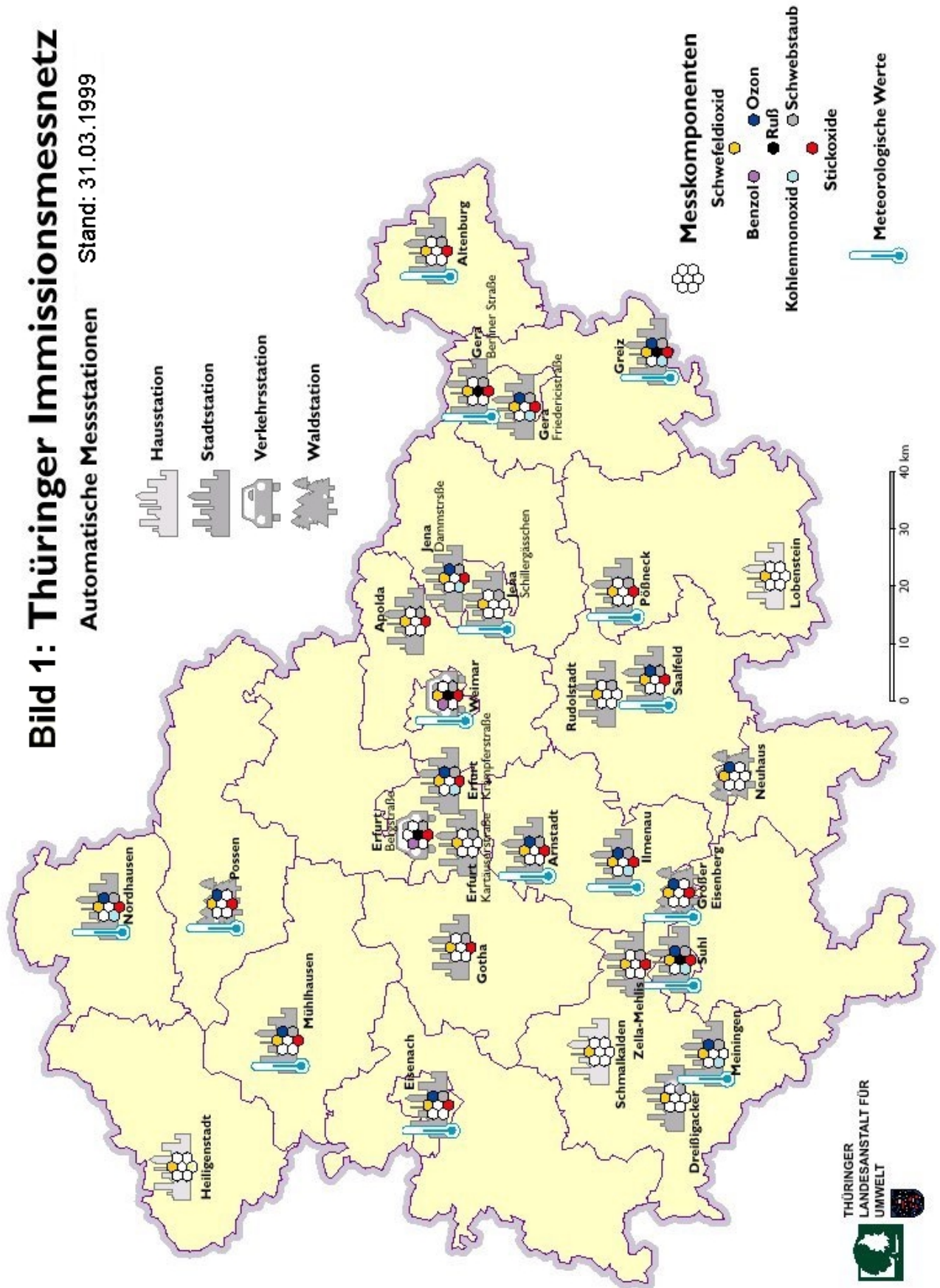
BTX: Benzol  
Toluol  
Ethylbenzol  
Wind: Windrichtung  
Windgeschw.

**Bemerkungen:**

Stationsstilllegung am  
1) 30.06.98  
2) 06.07.98  
3) 17.03.99  
4) 01.03.99

# Bild 1: Thüringer Immissionsmessnetz

Automatische Messstationen Stand: 31.03.1999



## 3.2. Die Lufthygienische Situation in Thüringen

### 3.2.1. Belastungssituation Schwefeldioxid

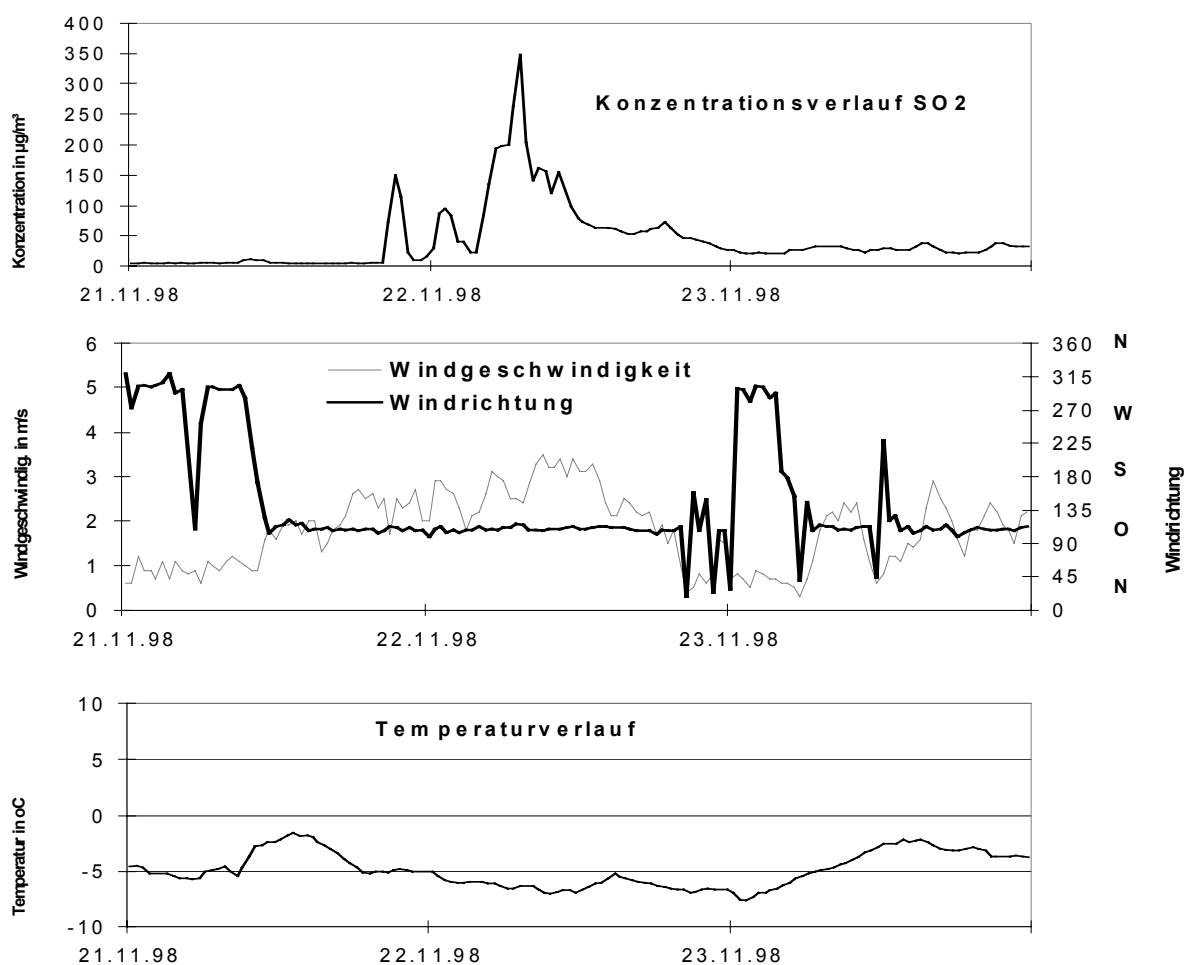
Schwefeldioxid wird in Thüringen vorrangig durch Verbrennungsprozesse zur Energie- und Wärmegegewinnung und dem damit verbundenen Einsatz fossiler fester Brennstoffe verursacht. Hohe Belastungswerte treten somit bei niedrigen Temperaturen auf, die zu erhöhten Emissionen bei heizungsbedingten Verbrennungsprozessen führen. Insbesondere bei Inversionslagen, die durch eingeschränkte Austauschverhältnisse in der Atmosphäre gekennzeichnet sind, kommt es zur erhöhten Anreicherung der unteren Luftschichten mit Schwefeldioxid.

In Abb. 1-1 bis 34 im Grafikanhang zum Jahresbericht sind die Verläufe der monatlichen Kennwerte (Monatsmittel, max. Tagesmittel des Monats, max. Messwert des Monats, gleitende Jahreskennwerte nach TA Luft) für SO<sub>2</sub> im Zeitraum Oktober 1997 bis März 1999 dargestellt, auch von Messstationen, deren Betrieb im Bezugszeitraum eingestellt wurde (Bad Langensalza, Bad Salzungen, Hildburghausen, Sonneberg). Die Angabe der Kennwerte für die Wintermonate 1997/98 erfolgt zum Zwecke der Vergleichs-

möglichkeit mit dem Winter 1998/99, da speziell die Situation in den Wintermonaten (Heizperiode) starken Einfluss auf die Entwicklung der Jahreskennwerte hat. Die Messungen der Stationen Bad Langensalza und Bad Salzungen wurden nicht in die Auswertungen einbezogen, weil der Messbetrieb bereits am 30.06.98 bzw. am 06.07.98 eingestellt wurde. Eine Auswertung der Messreihen der Stationen Sonneberg und Hildburghausen (Stilllegung am 01.03.99 bzw. 17.03.99) konnte bezüglich der 22. BImSchV nicht erfolgen.

Obwohl sich die Schwefeldioxidbelastung in Thüringen weiter verringert hat und im Jahr 1998 nur noch etwa ein Zwanzigstel der Belastung von 1991 beträgt (vgl. Kapitel 4), ist noch ein leichter Jahresgang mit Konzentrationsmaxima im Winter und -minima im Sommer zu erkennen, der auf verbrennungsbedingte SO<sub>2</sub>-Emissionen zu Heizzwecken schließen lässt.

Bei näherer Betrachtung der Jahrgänge für SO<sub>2</sub> fällt auf, dass die Kennwerte mehrerer Stationen für die Monate Mai und September gegenüber dem allgemeinen Verlauf erhöht sind. Eine Analyse ergab, dass erhöhte SO<sub>2</sub>-Werte fast ausschließlich bei stabilen Wetterlagen mit mittleren Windgeschwindigkeiten aus östlicher bis nordöstlicher Richtung auftraten (beispielhaft Station Nordhausen in Bild 2).

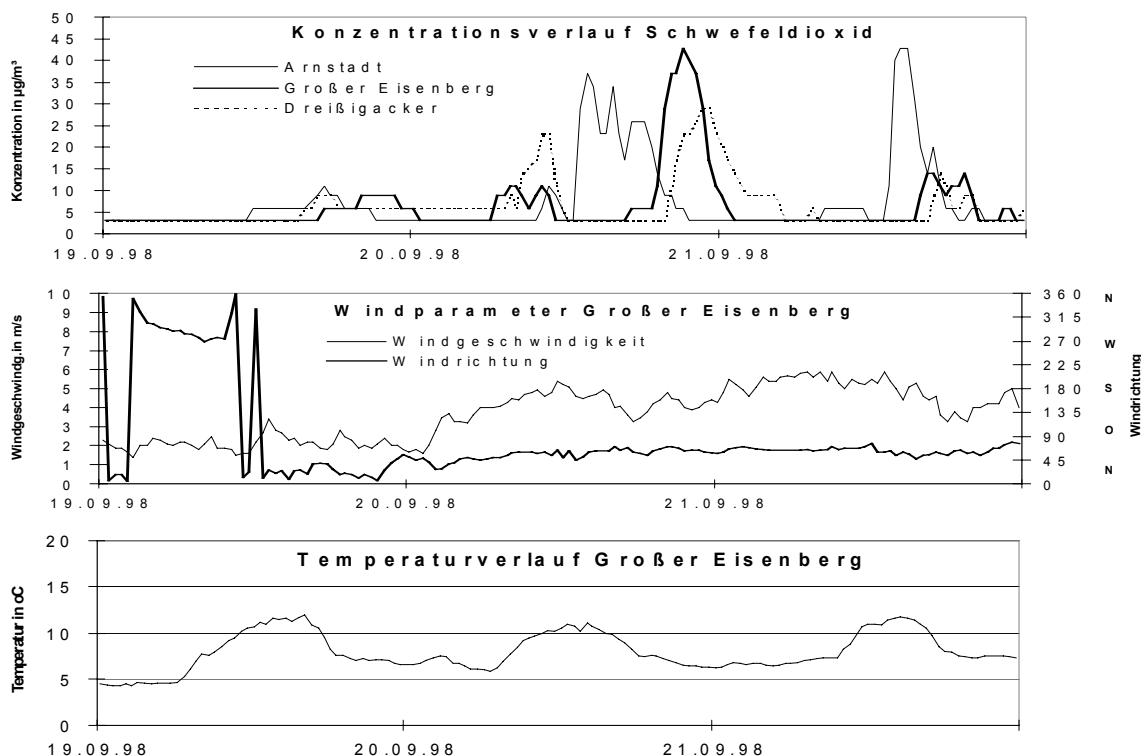


**Bild 2: Konzentrationsverlauf SO<sub>2</sub> an Station Nordhausen bei Änderung der Windrichtung**

Diese Erscheinungen deuten auf Ferntransporte aus industriellen Gebieten hin. Bestätigt wird diese Aussage durch Bild 3. Hier ist der zeitliche Verlauf

der SO<sub>2</sub>-Konzentrationen von Nordost nach Südwest (Arnstadt-Großer Eisenberg-Dreißigacker) zu erkennen.

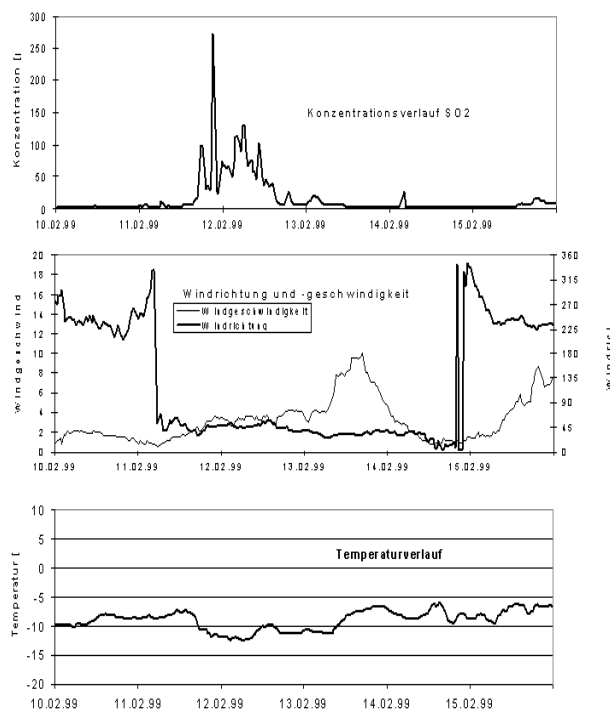




**Bild 3: Konzentrationsverlauf für Schwefeldioxid bei Ferntransporten aus nordöstlicher Richtung**

Relativ hohe Konzentrationswerte während der Heizperiode können bei relativ wenig belasteten Stationen (z.B. Waldmessstation Großes Eisenberg) ihre Ursache ebenfalls in Ferntransporten haben, zumal geringe Außentemperaturen meistens bei Wetterlagen auftreten, die mit östlichen bis nordöstlichen Winden verbunden sind (vgl. Monate November und Dezember 1998, Februar 1999 im Anhang).

Erhöhte SO<sub>2</sub>-Konzentrationen an höhergelegenen Messstationen, die ihre Ursache in der vertikalen Verlagerung der Sperrschicht während der Auflösung von Smogwetterlagen haben, konnten im Betrachtungszeitraum nicht nachgewiesen werden. Einerseits waren die Inversionswetterlagen nicht so stark ausgeprägt und zum anderen ist die SO<sub>2</sub>-Emission in Thüringen soweit zurückgegangen, dass diese Erscheinungen aufgrund der räumlichen Ausbreitungsverhältnisse kaum noch möglich sind.



**Bild 4: Konzentrationsverlauf SO<sub>2</sub> bei Ferntransporten an der Waldmessstation Großes Eisenberg**

In den Wintermonaten ist nur noch an den „stärker“ belasteten Stationen ein leichter Tagesgang der SO<sub>2</sub>-Konzentrationen mit zwei Konzentrationsspitzen zu beobachten (Abb. 3-1). Die erste Konzentrationsspitze zeigt sich in den frühen Vormittagsstunden nach dem Beginn des Anheizens in den Haushalten und gewerblichen Einrichtungen, die zweite in den Abendstunden, hauptsächlich beeinflusst durch die Gebäudeheizung. Zum Tagesgang tragen ebenfalls die häufig auftretenden lokalen Inversionen in den Vormittagsstunden bei, die teilweise um die Mittagszeit bei genügender Sonneneinstrahlung aufgelöst werden und sich abends wieder bilden können. Während dieser Inversionslagen sind die Austauschbedingungen in den unteren Luftschichten eingeschränkt, was durch verstärkte Anreicherung dieser Luftschichten mit SO<sub>2</sub> zu den gezeigten höheren Konzentrationen am Vormittag führen kann. In Abb. 3-1 sind die mittleren Tagesgänge der Winterhalbjahre 1997/98 und 1998/99 für die Stationen Altenburg und Greiz gegenübergestellt.

Allgemein kann eingeschätzt werden, dass sich die Belastungssituation bezüglich Schwefeldioxid in Thüringen weiter verringert hat.

**Belastungssituation gemäß 22. BImSchV**

(Kennwerte Tab. 8, Grenzwerte Tab. 2, Abb. 4-2)

Berechnungsgrundlage für die SO<sub>2</sub>-Kennwerte nach 22. BImSchV sind die Tagesmittelwerte. Die Langzeitbelastung wird durch den Median der Tagesmittel der 12 Monate April bis März und durch den Median der Tagesmittel der Heizperiode (Monate Oktober bis März) bewertet, die Kurzzeitbelastung durch das 98%-Quantil der Tagesmittel der 12 Monate April bis März.

In der 22. BImSchV sind für die verschiedenen Kennwerte für SO<sub>2</sub> unterschiedliche Grenzwerte vorgegeben, die entsprechend der jeweiligen Schwebstaubbelastung zu verwenden sind (Tab. 2). In der Tabelle 8 sind zusätzlich zu den SO<sub>2</sub>-

Kennwerten die Kennwerte des Schwebstaubes angegeben, die als Kriterium für die Auswahl des SO<sub>2</sub>-Grenzwertes herangezogen wurden. Die für den Zeitraum April 1998 bis März 1999 ermittelten Schwebstaubkennwerte erlauben in jedem Fall die Auswahl des höheren Grenzwertes für SO<sub>2</sub> (Tab. 2, Tab. 8, Abb. 4-3).

**Im Berichtszeitraum vom 01.04.98 bis zum 31.03.99 traten in Thüringen keine Überschreitungen der SO<sub>2</sub>-Grenzwerte nach 22. BImSchV auf.**

**Die Belastungssituation für SO<sub>2</sub>, gemessen an den Grenzwerten der 22. BImSchV, wird an jeder Messstation als „sehr gering“ eingestuft.**

**Tab. 8: Belastungskennwerte für Schwefeldioxid gemäß 22. BImSchV (04/98 - 03/99)**

Messstation	Schwefeldioxid						Schwebstaub-Kriterium		
	98%-Quantil		Median		Median (Winter)		98%-Quant.	Median	Median Winter
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Verh.z. Grenzw %	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Verh.z. Grenzw %	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Verh.z. Grenzw %			
Altenburg	28	8	5	4	6	4	77	25	16
Apolda	26	7	3	3	5	3	94	29	28
Arnstadt	20 (b)	6	4 (b)	3	5 (b)	3	80	25	22
Dreißigacker	13	4	3	2	3	2	63	25	24
Eisenach	21	6	3	3	4	2	88	32	29
Erfurt Kartäuserstr	6	2	3	2	3	2	93	32	30
Erfurt Krämpferstr.	18	5	3	3	3	2	108	35	32
Gera Berlinerstraße	22	6	4	3	4	2	88	32	30
Gera Friedericistr	27	8	4	3	5	3	117	41	31
Gotha	19 (b)	5	3 (b)	3	3 (b)	2	111	36	34
Greiz	25	7	5	4	7	4	89	33	31
Großer Eisenberg	15	4	3	2	3	2			
Heiligenstadt	3 (b)	1	3	2	3	2			
Ilmenau	17	5	4	3	4	2	67	23	21
Jena Dammstr.	24	7	3	2	4	2	81	30	26
Jena Schillergässchen	22	6	3	3	3	2	82	32	31
Lobenstein	19 (b)	5	3 (b)	3	4 (b)	2			
Meiningen	12	3	3	3	4	2	83	30	26
Mühlhausen	14	4	3	2	3	2	96	31	28
Neuhaus	22	6	3	2	3	2			
Nordhausen	22	6	3	3	5	3	89	31	30
Possen	17	5	3	2	3	2			
Pößneck	19	6	4	3	4	2	190	61	56
Rudolstadt	16	5	3	3	5	3	85	29	32
Saalfeld	18	5	3	3	4	2	59	19	14
Schmalkalden	11	3	3	2	3	2			
Sondershausen	15	4	3	3	4	2			
Suhl	11	3	3	3	3	2	94	38	25
Weimar	20	6	3	3	4	2	177	55	37
Zella-Mehlis	21	6	4 (b)	3	6	3	103	27	24

Anmerkungen: (b) Messreihe unvollständig (<90%, Wert nur bedingt aussagefähig  
- keine Schwebstaub-Messungen an dieser Station

Bei den Kennwerten zur Kurzzeitbelastung durch SO<sub>2</sub> (98 %-Quantil der Tagesmittelwerte) wurden 1998/99 maximal 8 % des Grenzwertes erreicht (Altenburg mit 28 µg/m<sup>3</sup> und Gera/Friedericistraße mit 27 µg/m<sup>3</sup>).

Die Kennwerte für die Langzeitbelastung (Median der Tagesmittel) für 1998/99 erreichten maximal 4 % des Grenzwertes (Altenburg und Greiz mit jeweils 4 µg/m<sup>3</sup>). Hierbei ist anzumerken, dass die Messung von Schwefeldioxid mit einer Nachweisgrenze von 3 µg/m<sup>3</sup> erfolgt, d.h. alle Messwerte < 3 µg/m<sup>3</sup> werden auf 3 µg/m<sup>3</sup> gesetzt. Aus Tabelle 8 ist ersichtlich dass für die Mehrzahl der Stationen eine Langzeitbelastung von 3 µg/m<sup>3</sup> ausgewiesen ist, d.h. an mehr als die Hälfte aller Tage im Jahr treten SO<sub>2</sub>-Werte an der Nachweisgrenze auf. Die Belastung mit SO<sub>2</sub> in den Wintermonaten 10/98 - 3/99 (Median der Tagesmittel) war in Greiz mit 4 % des Grenzwertes (7 µg/m<sup>3</sup>) am höchsten.

### **Belastungssituation gemäß TA Luft**

(Kennwerte Tab. 10, Grenzwerte Tab. 2, Abb. 4-1)

Der Berechnungszeitraum gemäß TA Luft umfasst das jeweilige Kalenderjahr. Zur Beurteilung der Situation stehen als Kennwert zur Kurzzeitbelastung das 98 %-Quantil (I2) der 1/2-Std.-Mittel und als Kennwert zur Langzeitbelastung das Jahresmittel (I1) der 1/2-Std.-Mittel des SO<sub>2</sub> zur Verfügung, die mit den zugeordneten Grenzwerten IW1 und IW2 zu vergleichen sind.

**Im Berichtsjahr 1998 traten in Thüringen keine Überschreitungen der SO<sub>2</sub>-Grenzwerte nach TA Luft auf.**

**Die Belastungssituation für SO<sub>2</sub>, gemessen an den Kurzzeitgrenzwerten der TA Luft, wird an der Mehrzahl der Stationen als „sehr gering“, an zwei Stationen als „gering“ eingestuft. Die Langzeitbelastung für SO<sub>2</sub> ist an allen Stationen „sehr gering“.**

Die höchsten Kennwerte wurden für Altenburg und Greiz mit 11 % des IW2 und 6 % des IW1 registriert.

Die Kennwerte für das Kalenderjahr 1998 nach TA Luft ergeben im Unterschied zu denen der 22. BImSchV ein etwas ungünstigeres Belastungsbild. In die Berechnung der Kennwerte nach TA Luft flossen die etwas höheren Belastungswerte der Monate Januar und Februar 1998 ein. Die Abb. 1-1 bis 34 zeigen für Februar und März 1999 geringere gleitende Jahreskennwerte als für das Jahresende 1998.

### **Belastungssituation gemäß Thüringer Smog-Verordnung**

(Kennwerte Tab. 9, Grenzwerte Tab. 3)

Alle bisherigen Smog-Episoden in Thüringen wurden primär durch Grenzwertüberschreitungen des Schadstoffes Schwefeldioxid verursacht. Die letzte Auslösung von Smog-Vorwarnstufen datiert allerdings aus dem Winterhalbjahr 1994/95.

Bei der Analyse der maximalen 3-Stundenmittelwerte von Messstationen in den Smoggebieten nach Tabelle 9 wurde festgestellt, dass z.B. die Maximalwerte im mittleren und nördlichen Raum Thüringens am 21.11.1998 bei Winden aus östlicher Richtung auf-

traten, während beispielsweise in Ostthüringen die höchsten Werte am 24.11.1998 bei nordwestlichen Winden registriert wurden. Diese aus Ferntransporten resultierenden Konzentrationsmaxima sind untypisch für Smogsituationen, da keine stabilen austauscharmen Wetterlagen bestanden. Unter Beachtung der austauscharmen Wetterlage entsprechend der Thüringer Smog-Verordnung würden lediglich die angegebenen Maximalwerte von Heiligenstadt und Nordhausen zur Beurteilung der Smogsituation herangezogen werden können. Außer den maximalen 3-Stundenmittel von Nordhausen, deren Ursache sehr wahrscheinlich Ferntransporte sind (vgl. Bild 2), wurden während der austauscharmen Wetterlagen im Winterhalbjahr 1998/99 maximale 3-Stundenmittel von 66 µg/m<sup>3</sup> in Altenburg ermittelt.

**Tab. 9: Belastungskennwerte für den Winter 1998/99 für Schwefeldioxid gemäß Thüringer Smogverordnung**

Messstation	Maximale 3h-Mittelwert		
	mg/m <sup>3</sup>	Verhältnis zur Vorwarnstufe %	Datum
Altenburg	0,170	28	24.11.98
Apolda	0,154	26	21.11.98
Arnstadt	0,068	11	01.12.98
Eisenach	0,090	15	02.12.98
Erfurt Kartäuserstraße	0,025	4	16.03.99
Erfurt Krämpferstraße	0,099	16	21.11.98
Gera Berlinerstraße	0,099	17	24.11.98
Gera Friedericistraße	0,095	16	24.11.98
Gotha	0,113	19	02.12.98
Greiz	0,109	18	11.12.98
Heiligenstadt	0,005	1	22.11.98
Hildburghausen	0,091 <sup>1)</sup>	15	01.12.98
Ilmenau	0,124	21	15.12.98
Jena Dammstraße	0,148	25	21.11.98
Jena Schillergässchen	0,137	23	21.11.98
Lobenstein	0,106	18	10.12.98
Meiningen	0,059	10	01.12.98
Mühlhausen	0,058	10	02.12.98
Nordhausen	0,220	37	22.11.98
Pößneck	0,058	10	11.12.98
Rudolstadt	0,092	15	30.11.98
Saalfeld	0,099	16	30.11.98
Schmalkalden	0,063	11	01.12.98
Sondershausen	0,057	9	21.11.98
Sonneberg	0,069 <sup>2)</sup>	11	11.02.99
Suhl	0,069	11	12.02.98
Weimar Sophienstiftpl.	0,163	27	21.11.98
Zella-Mehlis	0,068	11	12.02.99

1) Messreihe am 17.03.99 beendet

2) Messreihe am 01.03.99 beendet

In der Heizperiode 10/1997 bis 03/1998 traten in Thüringen keine Überschreitungen von SO<sub>2</sub>-Schwellenwerten der Thüringer Smog-Verordnung auf.

Die Richtwerte nach VDI 2310 basieren im Unterschied zu denen der TA Luft (273 K/101,3 kPa) auf den Normbedingungen 293 K und 101,3 kPa. Bei gleicher Teilchenkonzentration liegen die Werte der Massenkonzentration unter VDI-Bedingungen somit um ca. 7% niedriger.

**Belastungssituation gemäß VDI-Richtlinie 2310**  
(Kennwerte Tab. 11, zugehörige Richtwerte Tab. 4)

**Die Richtwerte der VDI 2310 für Schwefeldioxid wurden nicht überschritten.**

**Tab. 10: Belastungskennwerte 1998 für Schwefeldioxid gemäß TA Luft**

Messstation	Jahresmittel (I1)		98%-Quantil (I2)	
	mg/m <sup>3</sup>	Verhältnis zum Grenzwert IW1 %	mg/m <sup>3</sup>	Verhältnis zum Grenzwert IW2 %
Altenburg	0,008	6	0,043	11
Apolda	0,007	5	0,034	9
Arnstadt	0,006	4	0,029	7
Dreißigacker	0,004	3	0,017	4
Eisenach	0,005	4	0,026	6
Erfurt Kartäuserstr	0,004	3	0,020	5
Erfurt Krämpferstraße	0,006	4	0,031	8
Gera Berlinerstraße	0,007	5	0,034	9
Gera Friedericistraße	0,007	5	0,034	9
Gotha	0,005	4	0,029	7
Greiz	0,008	6	0,043	11
Großer Eisenberg	0,004	3	0,017	4
Heiligenstadt	0,003	2	0,003	1
Hildburghausen	0,004	3	0,011	3
Ilmenau	0,006	4	0,023	6
Jena Dammstr.	0,006	4	0,031	8
Jena Schillergässchen	0,006	4	0,031	8
Lobenstein	0,006	4	0,031	8
Meiningen	0,004	3	0,017	4
Mühlhausen	0,005	3	0,023	6
Neuhaus	0,005	4	0,030	7
Nordhausen	0,006	4	0,029	7
Possen	0,005	3	0,023	6
Pößneck	0,007	5	0,034	9
Rudolstadt	0,006	4	0,031	8
Saalfeld	0,006	4	0,029	7
Schmalkalden	0,004	3	0,020	5
Sondershausen	0,005	4	0,023	6
Sonneberg	0,005	3	0,023	6
Suhl	0,005	4	0,023	6
Weimar	0,007	5	0,034	9
Zella-Mehlis	0,007	5	0,034	9

**Belastungssituation gemäß WHO-Leitwerten**

(Kennwerte Tab. 12,13, zugehörige Leitwerte Tab. 4)

Die Auswertung der SO<sub>2</sub>-Belastung entsprechend der WHO-Leitwerte erfolgt nach dem Schutzbedarf Vegetation (Tab. 12/Waldmessstationen) und menschliche Gesundheit (Tab. 13).

**Die Leitwerte der WHO sowohl für den Gesundheits- als auch Vegetationsschutz wurden 1998 erstmals in Thüringen an allen Messstationen eingehalten.**

**Tab. 11: Belastungskennwerte 1998 für Schwefeldioxid gemäß VDI-Richtlinie 2310**

Messstation	Maximale ½-Mittelwert		Maximale 24h-Mittelwert	
	µg/m <sup>3</sup>	Verhältnis zum MIK-Wert %	µg/m <sup>3</sup>	Verhältnis zum MIK-Wert %
Altenburg	405	40	75	25
Apolda	221	22	64	21
Arnstadt	120	12	40	13
Dreißigacker	69	7	31	10
Eisenach	154	15	66	22
Erfurt Kartäuserstraße	115	11	43	14
Erfurt Krämpferstraße	202	20	50	17
Gera Berlinerstraße	162	16	51	17
Gera Friedericistraße	178	18	58	19
Gotha	117	12	63	21
Greiz	128	13	51	17
Großer Eisenberg	77	8	33	11
Heiligenstadt	32	3	12	4
Hildburghausen	115	11	25	8
Ilmenau	165	17	41	14
Jena Dammstr.	189	19	46	15
Jena Schillergässchen	186	19	42	14
Lobenstein	128	13	51	17
Meiningen	83	8	29	10
Mühlhausen	125	13	56	19
Neuhaus	125	13	46	15
Nordhausen	325	32	84	28
Possen	141	14	50	17
Pößneck	176	18	41	14
Rudolstadt	146	15	40	13
Saalfeld	112	11	42	14
Schmalkalden	447	45	33	11
Sondershausen	115	11	53	18
Sonneberg	85	9	38	13
Suhl	83	8	26	9
Weimar Sophienstiftpl.	205	21	47	16
Zella-Mehlis	(b)	39	(b)	13

b) zu wenig Messwerte

**Tab. 12: Belastungskennwerte 1998 für Schwefeldioxid gemäß WHO-Leitwerten für den Schutz der Vegetation**

Messstation	Jahresmittel		Maximaler Tagesmittelwert	
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Verh. vom Leitw. %	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Verh. vom Leitw. %
Großer Eisenberg	4	13	33	33
Neuhaus	5	16	46	46
Possen	4	14	50	50

**Tab. 13: Belastungskennwerte 1998 für Schwefeldioxid gemäß WHO-Leitwerten für den Gesundheitsschutz**

Messstation	Jahresmittelwert		Maximale 1h-Mittelwert	
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Verh. vom Leitw. %	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Verh. vom Leitw. %
Altenburg	7	15	312	89
Apolda	6	12	176	50
Arnstadt	5	11	115	33
Dreißigacker	4	8	57	16
Eisenach	5	10	146	42
Erfurt Kartäuserstraße	4	8	85	24
Erfurt Krämpferstraße	5	11	188	54
Gera Berlinerstraße	6	12	113	32
Gera Friedericistraße	6	13	148	42
Gotha	5	10	109	31
Greiz	8	15	125	36
Großer Eisenberg	4	8	72	21
Heiligenstadt	3	5	29	8
Hildburghausen	4	7	100	29
Ilmenau	6	11	165	47
Jena Dammstraße	5	10	154	44
Jena Schillergässchen.	5	11	150	43
Lobenstein	5	11	123	35
Meiningen	4	8	77	22
Mühlhausen	4	9	117	33
Neuhaus	5	10	113	32
Nordhausen	6	11	257	73
Possen	4	8	140	40
Pößneck	6	12	117	33
Rudolstadt	5	11	112	32
Saalfeld	5	10	104	30
Schmalkalden	4	8	225	64
Sondershausen	5	10	108	31
Sonneberg	5	9	79	22
Suhl	5	9	73	21
Weimar Sophienstiftplatz	6	13	190	54
Zella-Mehlis	(b)	13	(b)	59

b) zu wenig Messwerte

### 3.2.2. Belastungssituation Schwebstaub

Schwebstaub entsteht durch natürliche und anthropogen bedingte Prozesse. Der jeweilige Anteil an einer Messstation ist oft nur schwer abzuschätzen, da eine Vielzahl von Faktoren sowohl die natürlichen als auch anthropogenen Schwebstaubanteile beeinflussen. Quellen des anthropogenen Schwebstaubs sind Kleinf Feuerungsanlagen, der Verkehr sowie Industrie, Gewerbe und Bautätigkeiten. Die urbanen Anteile der

Schwebstaubbelastung stehen vorzugsweise mit heizungsbedingten Verbrennungsprozessen der Kleinf Feuerungsanlagen und dem Kr afffahrzeugverkehr im Zusammenhang.

Heizungsbedingte Schwebstaubanteile treten vorwiegend während der Heizperiode in den Wintermonaten auf. Begünstigt wird das Auftreten dieser Anteile durch Wettersituationen mit starkem Frost und gleichzeitigen Inversionslagen, die zu einer Erhöhung

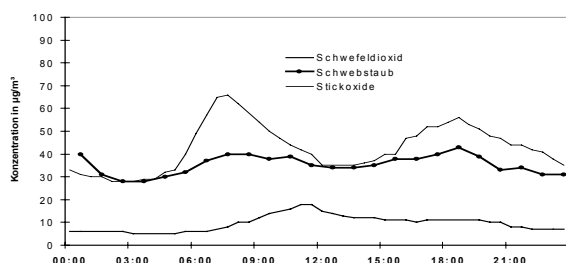
der heizungsbedingten Emission bei eingeschränkten Austauschverhältnissen führen. Mit dem Rückgang des Verbrauches an festen fossilen Brennstoffen in den letzten Jahren in Thüringen nahm dieser Schwebstaubanteil systematisch ab, so dass die typischen Jahressgänge der Belastungskennwerte mit Maxima in den Wintermonaten und Minima in den Sommermonaten, wie sie zu Beginn der 90er Jahre vorlagen, kaum noch zu erkennen sind (Abb. 1-35 bis 59). Ebenso veränderte sich dadurch auch der typische Tagesgang, der eng mit der Schwefeldioxidemission stand.

Der Schwebstaubanteil, der durch den Kfz-Verkehr verursacht wird, setzt sich aus der Partikelemission der Verbrennungsmotoren und Aufwirbelungen, insbesondere bei trockenen Witterungsperioden zusammen. Hauptbestandteile dabei sind resuspendierter Staub von den Straßen und Reifenabrieb.

Natürlicher Schwebstaub wird hauptsächlich an heißen trockenen Sommertagen mit höheren Windgeschwindigkeiten beobachtet. Er setzt sich aus organischen (z.B. Pollen, Sporen) und anorganischen (Elemente der Erdkruste) Bestandteilen zusammen.

Durch Bautätigkeiten (Erdarbeiten, Abrissmaßnahmen) können zeitweise starke Schwebstaubbelastungen auftreten, die im Gegensatz zur sonstigen Stationscharakteristik stehen.

Die Schwebstaubkonzentrationen weisen an den stärker belasteten Stationen einen deutlichen mittleren Tagesgang auf. Die höchsten Konzentrationen werden in den Vormittags- und den Abendstunden registriert und zeigen eine gute Korrelation zu den Stickoxiden, was wiederum auf den Kfz-Verkehr als Hauptemissionsquelle schließen lässt (Bild 5).



**Bild 5: Mittlere Tagesgänge für Schwebstaub, Stickoxide und Schwefeldioxid im Winterhalbjahr 1998/99 an der Messstation Greiz**

#### **Belastungssituation gemäß 22. BImSchV** (Grenzwerte Tab. 2, Kennwerte Tab. 14, Abb. 4-5)

Berechnungsgrundlage für die Schwebstaub-Kennwerte nach 22. BImSchV sind die Tagesmittelwerte. Die Langzeitbelastung wird durch den Mittelwert der Tagesmittel der 12 Monate April bis März bewertet, die Kurzzeitbelastung durch das 95%-Quantil der Tagesmittel dieser Monate. Im folgenden werden diese Kennwerte kurz als Jahresmittel und 95%-Quantil bezeichnet.

#### **Im Berichtszeitraum vom 1.4.98 bis zum 31.3.99 traten in Thüringen keine Überschreitungen der Schwebstaub-Grenzwerte nach 22. BImSchV auf.**

Die höchsten 95 %-Quantile wurden an den Verkehrsmessstationen Weimar/Sophienstiftsplatz mit

50 % zum Grenzwert ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) und Erfurt/Bergstraße mit 45 % ( $134 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) registriert. Ursache hierfür ist die Nähe der Messcontainer zum Straßenverkehr. Der hohe 95 %-Wert an der verkehrsnahen Station Pößneck ( $147 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) wurde außer dem Straßenverkehr noch durch den Beginn längerfristiger Bautätigkeiten verursacht. Die geringsten 95 %-Quantile weisen Saalfeld ( $52 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Dreißigacker ( $53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) und Ilmenau ( $56 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) auf. Die Kennwerte für das 98 %-Quantil aller anderen Stationen lagen zwischen 20 % und 45 % des Grenzwertes. Bei der Beurteilung der Kennwerte wird deutlich, dass im Gegensatz zu den gasförmigen Schadstoffkomponenten bei Schwebstaub die Entfernung des Messortes zur Emissionsquelle einen erheblich größeren Einfluss hat.

Die Jahresmittelwerte waren in Pößneck mit 45 % des Grenzwertes ( $68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), in Weimar/Sophienstiftsplatz mit 43 % ( $64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) und Erfurt/Bergstraße mit 40 % ( $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) am höchsten. Die geringsten Jahresmittel für städtische Gebiete wurden in Saalfeld mit 15 % des Grenzwertes ( $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), und Ilmenau mit 18 % des Grenzwertes registriert. Die Jahresmittel der anderen Stationen erreichten ca. 20 bis 40 % des Grenzwertes.

Die Belastung mit Schwebstaub für städtische Gebiete ist für den Berichtszeitraum, gemessen an den Kennwerten nach 22. BImSchV für das 95%-Quantil, als „gering“ bis „mittel“ einzustufen, für die Station Weimar/Sophienstiftsplatz als „leicht erhöht“. Gemessen am Grenzwert für das Jahresmittel wird die Belastung ebenfalls als „gering“ bis „mittel“ eingestuft.

Die als Kriterien für die Auswahl der  $\text{SO}_2$ -Grenzwerte nach 22. BImSchV dienenden Schwebstaub-Kennwerte überschritten nicht die zugehörigen Schwellen (vgl. Kap. 3.2.1; Tab. 2; Tab. 8; Abb. 4-3).

#### **Belastungssituation gemäß TA Luft**

(Grenzwerte Tab. 2, Kennwerte Tab. 15; Abb. 4-4)

Im Unterschied zur 22. BImSchV ist der Berechnungszeitraum für die Kennwerte nach TA Luft das jeweilige Kalenderjahr, Berechnungsgrundlage für die Jahreskennwerte sind ebenfalls die Tagesmittelwerte. Zur Beurteilung der Situation stehen als Kennwert zur Kurzzeitbelastung das 98 %-Quantil (I2) und als Kennwert zur Langzeitbelastung das Jahresmittel (I1) zur Verfügung, die mit den zugeordneten Grenzwerten IW1 und IW2 zu vergleichen sind.

#### **Im Berichtsjahr 1998 traten in Thüringen keine Überschreitungen der Schwebstaub-Grenzwerte nach TA Luft auf.**

Die höchste Kurzzeitbelastung für Schwebstaub nach TA Luft wurde an der Station Gera/Friedericstraße mit einem I2-Wert von 70 % des IW2 ( $0,210 \text{ mg}/\text{m}^3$ ) registriert. Dieser vergleichsweise hohe Kennwert gegenüber dem 95 %-Quantil der 22. BImSchV resultiert aus den hohen Messwerten der Monate Januar 98 bis März 98 infolge von Bautätigkeiten im Stadtzentrum, die bis Juni 98 abgeschlossen wurden (vgl. Abb. 1-44). Über 50 % des Grenzwertes erreichten die Verkehrsmess- und verkehrsnahen Stationen Weimar/Sophienstiftsplatz mit 64 % zum Grenzwert ( $0,191 \text{ mg}/\text{m}^3$ ), Pößneck mit 52 % ( $0,157 \text{ mg}/\text{m}^3$ ) und Erfurt/Bergstraße mit 51 % ( $0,153 \text{ mg}/\text{m}^3$ ).

Tab. 14: Belastungskennwerte für Schwebstaub gemäß 22. BImSchV (04/98-03/99)

Messstation	Jahresmittel		95%-Quantil	
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Verhältnis zum Grenzwert (%)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Verhältnis zum Grenzwert (%)
Altenburg	30	20	63	21
Apolda	35	24	72	24
Arnstadt	31	21	68	23
Dreißigacker	29	19	53	18
Eisenach	37	25	73	24
Erfurt/Bergstraße	60	40	134	45
Erfurt/Kartäuserstraße	38	25	79	26
Erfurt/Krämpferstraße	42	28	92	31
Gera/Berliner Straße	37	25	81	27
Gera/Friedericistraße	46	31	96	32
Gotha	44	29	98	33
Greiz	38	25	76	25
Ilmenau	27	18	56	19
Jena/Dammstraße	34	23	70	23
Jena/Schillergässchen	37	24	71	24
Meiningen	35	23	70	23
Mühlhausen	38	25	80	27
Nordhausen	36	24	76	25
Pößneck	68	45	147	49
Rudolstadt	35	23	76	25
Saalfeld	23	15	52	17
Sonneberg	x)	x)	x)	x)
Suhl	40	27	74	25
Weimar/Sophienstiftspl.	64	43	150	50
Zella-Mehlis	33	22	68	23

x) Messbetrieb am 01.03.1999 eingestellt

Tab. 15: Belastungskennwerte 1998 für Schwebstaub gemäß TA Luft

Messstation	Jahresmittel (I1)		98%-Quantil (I2)	
	$\text{mg}/\text{m}^3$	Verhältnis zum Grenzwert (%)	$\text{mg}/\text{m}^3$	Verhältnis zum Grenzwert (%)
Altenburg	0,034	23	0,086	29
Apolda	0,037	24	0,098	33
Arnstadt	0,032	21	0,087	29
Dreißigacker	0,030	20	0,066	22
Eisenach	0,039	26	0,090	30
Erfurt/Bergstraße	0,062	41	0,153	51
Erfurt/Kartäuserstraße	0,038	26	0,086	29
Erfurt/Krämpferstraße	0,044	29	0,108	36
Gera/Berliner Straße	0,038	25	0,090	30
Gera/Friedericistrstraße	0,059	39	0,210	70
Gotha	0,044	29	0,108	36
Greiz	0,040	27	0,100	33
Ilmenau	0,028	18	0,064	21
Jena/Dammstraße	0,035	23	0,083	28
Jena/Schillergässchen	0,037	24	0,081	27
Meiningen	0,041	27	0,108	36
Mühlhausen	0,039	26	0,104	35
Nordhausen	0,037	25	0,089	30
Pößneck	0,070	46	0,157	52
Rudolstadt	0,035	24	0,085	28
Saalfeld	0,028	18	0,077	26
Sonneberg	0,042	28	0,100	33
Suhl	0,049	33	0,119	40
Weimar/Sophienstiftspl.	0,073	49	0,191	64
Zella-Mehlis	0,040	27	0,118	39



Die geringste Kurzzeitbelastung I2 für städtische Gebiete wurde mit 21 % des Grenzwertes in Ilmenau festgestellt. Die Kennwerte der Mehrzahl der Stationen liegen für Schwebstaub bei ca. 25 % bis einschließlich 40 % des IW2.

Das höchste Jahresmittel wurde mit 49 % des IW1 an der Messstation Weimar/Sophienstiftplatz (0,073 mg/m<sup>3</sup>) ermittelt. Es folgen die Stationen Pößneck und Erfurt/Bergstraße mit 46 % bzw. 41 % des IW1. Die Mehrzahl der Stationen weisen einen I1-Wert zwischen 20 % und 40 % des IW1 auf. Die niedrigsten Jahresmittel für städtische Gebiete verzeichneten Ilmenau und Saalfeld mit je 18 % des IW1 (0,028 mg/m<sup>3</sup>).

Die Belastung in städtischen Gebieten durch Schwebstaub, gemessen am IW2, ist für 1998 für die Mehrzahl der Stationen als „mittel“ einzuschätzen, an den Stationen Gera/Friedericistraße, Weimar/Sophienstiftplatz, Erfurt/Bergstraße und Pößneck als „leicht erhöht“. Die Messstationen Ilmenau und Dreißigacker sind „gering“ belastet. Gemessen am IW1 wird die Belastung durch Schwebstaub als „gering“ bis „mittel“ eingeschätzt.

### **Belastungssituation gemäß Smog-Verordnung** (Grenzwerte Tab. 3, Maxima Tab. 16)

Schwebstaub spielt bei der Smog-Bewertung als Komponente des Kombinationskriteriums mit SO<sub>2</sub> (Smogindex) eine Rolle.

Der Schwellenwert zur Vorwarnstufe der Thüringer Smog-Verordnung für 3-Std.-Mittel des Smogindex wurde in der Smogsaison (Winterhalbjahr) 1998/99 an den Stationen Pößneck, Weimar/Sophienstiftplatz und Zella-Mehlis überschritten. Bezeichnend ist, dass an 10 von 24 Messstationen die maximalen 3-Std.-Mittel für den Smogindex durch das Silvesterfeuerwerk am 01.01.1999 verursacht wurden (Tab. 16). Die gleitenden 24-Stunden-Mittel des Smogindex überschritten in der Smogsaison 1998/99 nicht die Schwellenwerte zur Vorwarnstufe. Die höchsten gleitenden 24-Std.-Mittel der Smogsaison 1998/99 wurden an den Stationen Pößneck (0,696 mg/m<sup>3</sup>, 13.02.99) und Weimar/Sophienstiftplatz (0,442 mg/m<sup>3</sup>, 01.01.99) registriert. Am häufigsten traten die maximalen gleitenden 24-Std.-Mittel im Zeitraum 23.11.98 bis 27.11.98 im Zusammenhang mit Frosttagen und Inversionswetterlagen auf.

**Die Bedingung zur Auslösung von Smog-Stufen (Überschreitung der Schwellenwerte für die gleitenden Tagesmittel UND der 3-h-Maxima) wurde durch die Smogindexwerte nicht erreicht.**

Tab. 16: Belastungskennwerte für den Smogindex, 01.10.98-31.03.99

Messstation	3-h-Maxima		gl. 24-h-Maxima	
	mg/m <sup>3</sup>	Datum	mg/m <sup>3</sup>	Datum
Altenburg	0,472	01.01.99	0,178	24.11.98
Apolda	0,999	01.01.99	0,388	25.11.98
Arnstadt	0,581	17.12.98	0,236	25.11.98
Eisenach	0,455	23.11.98	0,301	24.11.98
Erfurt/Kartäuserstraße	0,677	25.11.98	0,392	25.11.98
Erfurt/Krämpferstraße	0,941	23.11.98	0,376	24.11.98
Gera/Berliner Straße	0,538	27.11.98	0,252	24.11.98
Gera/Friedericistraße	0,685	01.01.99	0,278	24.11.98
Gotha	0,867	01.12.98	0,314	18.12.98
Greiz	0,689	13.02.99	0,264	24.11.98
Ilmenau	0,485	27.11.98	0,175	27.11.98
Jena/Dammstraße	0,396	21.01.99	0,260	24.11.98
Jena/Schillergässchen	0,470	15.03.99	0,267	24.11.98
Meiningen	0,520	23.10.98	0,174	25.11.98
Mühlhausen	0,482	29.11.98	0,275	25.11.98
Nordhausen	0,412	21.01.99	0,242	12.12.98
Pößneck	1,224	29.12.98	0,696	12.03.98
Rudolstadt	0,816	01.01.99	0,305	01.01.99
Saalfeld	0,576	01.12.98	0,162	01.01.99
Sonneberg x)	0,791	01.01.99	0,206	01.01.99
Suhl	0,942	01.01.99	0,220	23.01.99
Weimar/Sophienstiftspl.	1,295	01.01.99	0,442	01.01.99
Zella-Mehlis	1,320	01.01.99	0,265	01.01.99

x) Messbetrieb am 01.03.1999 eingestellt

Tab. 17: Belastungskennwerte 1998 für Schwebstaub nach VDI 2310

Messstation	Jahresmittel		24-h-Maxima				1-h-Maxima			
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Verhältnis zum RW 75 %	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Verhältnis zum RW 250 %	Anzahl Überschreitungen	Verhältnis zum RW 150 %	Anzahl Überschreitungen	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Verhältnis zum RW 500 %	Anzahl Überschreitungen
Altenburg	32	42	114	46	0	76	0	356	71	0
Apolda	34	46	139	56	0	93	0	431	86	0
Arnstadt	29	39	116	46	0	77	0	570	114 <sup>2)</sup>	0
Dreißigacker	28	37	221	88	0	147 <sup>1)</sup>	0	948	190 <sup>2)</sup>	0
Eisenach	36	48	123	49	0	82	0	397	79	0
Erfurt/Bergstr.	58	77	200	80	0	134	2	683	137 <sup>2)</sup>	0
Erfurt/Kart.	36	48	162	65	0	108	1	444	89	0
Erfurt/Krämpfer.	41	54	160	64	0	106 <sup>1)</sup>	0	1062	212 <sup>2)</sup>	0
Gera/Berliner Str.	35	47	106	42	0	71	0	561	112 <sup>2)</sup>	0
Gera/Friedericistr.	55	74	325	130	2	217	6	1128	226	1
Gotha	41	55	140	56	0	93	0	811	162 <sup>2)</sup>	0
Greiz	37	50	207	83	0	138 <sup>1)</sup>	0	1178	236 <sup>2)</sup>	0
Ilmenau	26	34	88	35	0	59	0	297	59	0
Jena/Dammstraße	32	43	105	42	0	70	0	355	71	0
Jena/Schillerg.	34	45	96	39	0	64	0	390	78	0
Meiningen	38	50	137	55	0	91	0	760	152 <sup>2)</sup>	0
Mühlhausen	36	49	120	48	0	80	0	530	106 <sup>2)</sup>	0
Nordhausen	35	46	112	45	0	75	0	654	131 <sup>2)</sup>	0
Pößneck	65	86	252	101	1	168	1	962	192	1
Rudolstadt	33	44	155	62	0	103 <sup>1)</sup>	0	794	159 <sup>2)</sup>	0
Saalfeld	26	34	104	42	0	69	0	417	83	0
Sonneberg	39	53	140	56	0	93	0	433	87	0
Suhl	46	61	125	50	0	83	0	788	158 <sup>2)</sup>	0
Weimar/Sophien.	68	91	299	120	1	200	6	1513	303	1
Zella-Mehlis	3)	50	3)	82	0	136	1	3)	140 <sup>2)</sup>	0

- 1) 24-h-Mittelwerte überschritten nicht mehr als 1 mal in Folge den Grenzwert  
 2) 1-h-Mittelwerte überschritten nicht mehr als 3 mal in Folge den Grenzwert  
 3) Werte wegen Verfügbarkeit nur bedingt gültig

### Belastungssituation gemäß VDI 2310

(Richtwerte Tab. 4, Tab. 17)

Bei der Berechnung der Kennwerte gemäß VDI 3210 ist zu beachten, dass die Bezugstemperatur für die Schwebstaubkonzentrationen 293 K beträgt. Die bereits berechneten Kennwerte, wie z.B. die Jahresmittelwerte nach TA Luft (Bezug 273 K) verringern sich dabei um ca. 7%.

**Der VDI-Richtwert für den Jahresmittelwert Schwebstaub wurde 1998 in Thüringen an allen Messstationen eingehalten.**

**Die VDI-Richtwerte für die Tagesmittelwerte und das 1-h-Maximum wurden 1998 an verschiedenen Stationen überschritten.**

Schwerpunkt bei den Überschreitungen bilden in Thüringen die Verkehrsmessstationen und die Station Gera/Friedericistraße infolge von Bautätigkeiten.

Der Richtwert für „Tagesmittel mit mehrfach hintereinander auftretenden Überschreitungen“ ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) wurde an 6 Messstationen (Tab. 17) nicht eingehalten.

Der VDI-Richtwert „Tagesmittel mit einmaliger Überschreitung“ ( $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) wurde an den Stationen Gera/Friedericistraße (2 mal), Pößneck (1 mal) und Weimar/Sophienstiftplatz (1 mal) überschritten, ebenso der VDI-Richtwert  $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für „1-Stunden-Mittelwerte mit mehrfach hintereinander auftretenden Überschreitungen“ (Gera/Friedericistraße, Pößneck und Weimar/Sophienstiftplatz je 1 mal).

### 3.2.3. Belastungssituation Stickoxide

Stickstoffoxide in der Atmosphäre treten aufgrund ihrer schädigenden Wirkung auf Menschen, Pflanzen und Tierwelt und Materialien zunehmend in den Mittelpunkt des Interesses. Dabei ist eine sehr komplexe Betrachtung des Stoffkreislaufes des Stickstoffes in der Umwelt notwendig. Beispielsweise haben Stickoxide große Bedeutung bei den photochemischen Prozessen der Ozonbildung.

Stickstoffoxide werden bei Verbrennungsprozessen, vorzugsweise in Verbrennungsmotoren, aber auch in Heizungs- und sonstigen Verbrennungsanlagen, emittiert. Sie entstehen vorrangig durch die Oxydation des Luftstickstoffs, weniger durch Oxydation des in gebundener Form in den Brennstoffen vorhandenen Stickstoffes. In den Innenstadtbereichen ist der Kfz-Verkehr wesentlichster Emittent der Stickstoffoxide.

Bei der Emission ist zunächst ein hoher Anteil von Stickstoffmonoxid (NO) zu verzeichnen. Die Verweilzeit und damit die Ausbreitung des NO ist jedoch begrenzt, da es in Abhängigkeit von den meteorologischen Bedingungen relativ schnell zu Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) oxydiert. Die Höhe der NO-Konzentrationen ist somit sehr stark von der Nähe zu den Emittenten abhängig. Straßennahe Messungen werden überwiegend hohe NO-Konzentrationen liefern, straßenferne Messstandorte geringe NO-Anteile (Abb. 3-3 bis 5). Aufgrund der deutlich höheren gesundheitlichen Bedeutung gegenüber dem NO beziehen sich alle Grenzwerte und die große Mehrzahl der Richt- und Leitwerte auf Stickstoffdioxid.

Im Betrachtungszeitraum des Kalenderjahres 1998 zeigt sich der Konzentrationsverlauf des NO<sub>2</sub>, z.B. gegenüber dem des SO<sub>2</sub> als weniger durch jahreszeitliche Faktoren beeinflusst (Abb. 1-60 bis 81). Günstigeren Austauschverhältnissen und geringeren heizungsbedingten Emissionen von Stickoxiden im Sommer steht die durch die Strahlungs- und Temperaturverhältnisse bedingte stärkere Bildung des NO<sub>2</sub> als Ergebnis der Oxidationsreaktion des NO mit dem O<sub>3</sub> gegenüber. Die ungünstigen Austauschverhältnisse und höheren Emissionen im Winter werden zum Teil durch die verlangsamte NO<sub>2</sub>-Bildung ausgeglichen.

Der Konzentrationsverlauf von Stickstoffmonoxid zeigt gegenüber dem des Stickstoffdioxid einen deutlicheren Jahresgang. Ursache für die geringe Belastung im Sommer ist einerseits die o. g. beschleunigte photochemische Umwandlung zu NO<sub>2</sub>, andererseits geringere heizungsbedingte Emissionen. Für die höhere Belastung im Winter ist wiederum die verlangsamte Reaktion zu NO<sub>2</sub> verantwortlich, andererseits die heizungsbedingten Emissionen und Anreicherungen bei austauscharmen Wetterlagen (Abb. 1-82 bis 103).

Sowohl NO als auch NO<sub>2</sub> zeigen beim mittleren Tagesgang Maxima in den Vormittags- und Abendstunden (Abb. 3-4 bis 6), wobei das Verhältnis zwischen NO und NO<sub>2</sub> von der Verkehrsnähe abhängt. Als Gründe für die Ausbildung dieser Maxima können auf höhere Verkehrsstärken in diesen Zeiträumen und Austauschprozesse in der Atmosphäre vorwiegend in den Mittagsstunden diskutiert werden.

Auffallend ist der beim mittleren Tagesgang in der Nichtheizperiode fehlende NO-Konzentrationsanstieg am Nachmittag (Abb. 3-6). Hier finden die strahlungsbedingten Reaktionen des NO innerhalb der Ozon-Reaktionsmechanismen ihren Niederschlag (vgl. auch Abb. 3-7).

An den Wochenenden, beginnend mit Freitag abend, sinken die Stickoxid-Konzentrationen (Abb. 3-9) deutlich unter denen der Wochentage. Ursache ist größtenteils die geringere Verkehrsdichte an Wochenenden sowie der sehr stark reduzierte Lkw-Verkehr. Da die Stickoxide als Reaktionspartner (chem. Reaktion) für das Ozon zur Verfügung stehen, hat diese Situation Einfluss auf das Verhalten der Ozon-Konzentrationen an den verschiedenen Wochentagen. Bei vergleichbaren meteorologischen Bedingungen sind an den Wochenenden durchschnittlich höhere Ozonkonzentrationen festzustellen.

An den Waldstationen sind die Jahreskennwerte der NO<sub>x</sub>-Konzentrationen erwartungsgemäß sehr gering. Über lange Zeiträume hinweg bewegen sich hier die Konzentrationen im Bereich der Nachweisgrenze der Messgeräte. Dies gilt insbesondere für das Stickstoffmonoxid, da in diesen emissionsfernen Gebieten eine nahezu vollständige Umwandlung zu Stickstoffdioxid vorliegt.

### Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>)

#### **Belastungssituation gemäß 22. BImSchV und 23. BImSchV**

(Grenzwerte Tab. 2, Kennwerte Tab. 18, Abb. 4-6)

Als Kennwert für die Bewertung der Belastungssituation gemäß 22. BImSchV sind die 98 %-Quantile von 1 h ODER ½ h-Mittelwerten über ein Jahr vorgegeben, während in der 23. BImSchV eindeutig ½ h-Mittel festgelegt sind. Je nach Berechnungsgrundlage, 1 h oder ½ h-Mittel, ergeben sich für die 98 %-Werte geringfügige Unterschiede. Aus Gründen der Vergleichbarkeit zur 23. BImSchV und der TA Luft wurden ½ h-Mittel als Basis zur Berechnung ausgewählt. Der Prüfwert in der 23. BImSchV wurde vom Gesetzgeber eingeführt, um bereits bei Erreichen von 80 % des gültigen Grenzwertes durch die zuständigen Behörden potentielle Maßnahmen prüfen zu lassen, bevor eine Überschreitung des Grenzwertes eintritt.

#### **Der Grenzwert für NO<sub>2</sub> nach 22. BImSchV wurde nicht und der Prüfwert nach 23. BImSchV 1998 an einer verkehrsbezogenen Messstation im Thüringer Immissionsmessnetz überschritten.**

Der höchste Immissionswert entsprechend der 22. BImSchV wurde an der Station Erfurt Bergstraße mit 193 µg/m<sup>3</sup> gemessen. Das entspricht ca. 96 % des Grenzwertes nach 22. BImSchV und 121 % des Prüfwertes nach 23. BImSchV.

Die Belastungssituation an den Verkehrsmess- und verkehrsnahen Stationen in Thüringen kann als leicht erhöht (Weimar/Sophienstiftsplatz, Pößneck) bis erhöht (Erfurt/Bergstraße) eingestuft werden. Die städtischen Stationen weisen alle eine mittlere Belastung auf, während an den Waldmessstationen eine geringe Belastung vorliegt.

Tab. 18: Belastungskennwerte 1998 für Stickoxide gemäß TA Luft, 22. BImSchV, 23. BImSchV

Messstation	Jahresmittel (I1)		NO <sub>2</sub>			NO	
	mg/m <sup>3</sup>	Verhältnis zu Grenzwert IW1 %	98%-Quantil (I2)			Jahresmittel (I1) mg/m <sup>3</sup>	98%-Quantil (I2) mg/m <sup>3</sup>
			mg/m <sup>3</sup>	Verhältnis zu Grenzwerten 1) %	Verhältnis z. Prüfwert 23.BImSchV %		
Altenburg	0,031	39	0,072	36	45	0,014	0,070
Apolda	0,026	32	0,072	36	45	0,014	0,095
Arnstadt	0,022	28	0,068	34	43	0,012	0,083
Eisenach	0,026	33	0,078	39	49	0,014	0,114
Erfurt/Bergstraße	0,068	85	0,193	96	121	0,098	0,468
Erfurt/Krämpferstr.	0,033	41	0,084	42	53	0,020	0,129
Gera/Berliner Str.	0,035	44	0,082	41	51	0,023	0,131
Gera/Friedericistr.	0,031	39	0,080	40	50	0,016	0,102
Gotha	0,033	41	0,082	41	51	0,021	0,111
Greiz	0,021	27	0,068	34	43	0,010	0,067
Großer Eisenberg	0,011	13	0,039	19	24	0,004	0,004
Ilmenau	0,019	24	0,060	30	38	0,008	0,039
Jena Dammstraße	0,021	27	0,062	31	39	0,015	0,086
Mühlhausen	0,026	32	0,066	33	41	0,019	0,100
Nordhausen	0,035	43	0,086	43	54	0,019	0,139
Possen	0,009	12	0,041	21	26	0,004	0,005
Pößneck	0,045	57	0,107	53	67	0,052	0,257
Saalfeld	0,026	32	0,072	36	45	0,011	0,080
Sonneberg	0,025	31	0,074	37	46	0,012	0,076
Suhl	0,039	48	0,099	49	62	0,036	0,239
Weimar/Sophienst.	0,053	67	0,140	70	88	0,045	0,245
Zella-Mehlis	0,021	26	0,068	34	43	0,009	0,071

1) Grenzwerte gemäß TA Luft (0,20 mg/m<sup>3</sup>) und 22.BImSchV (200 µg/m<sup>3</sup>)

### Belastungssituation gemäß TA Luft

(Grenzwerte Tab. 2, Kennwerte Tab. 18, Abb. 4-6)

Der Berechnungszeitraum für das 98%-Quantil (I2) und den Jahresmittelwert (I1) ist das jeweilige Kalenderjahr, Wertebasis sind die ½-h-Mittel.

### Im Berichtsjahr 1998 traten in Thüringen keine Überschreitungen der NO<sub>2</sub>-Grenzwerte nach TA Luft auf.

Das höchste Jahresmittel I1 weist die Station Erfurt/Bergstraße mit 85 % des IW1 auf, gefolgt von Weimar/Sophienstiftsplatz mit 67 % und Pößneck mit 57 %. Die Waldmessstationen liegen bei I1-Werten unter 15 %. An den städtischen Stationen wurden I1-Werte zwischen 25 und 50% ermittelt. Die Höhe der Werte ist stark abhängig von der Verkehrsnähe der Station und der Einwohnerzahl.

Die Einschätzung für die Kurzzeitbelastung entspricht der nach der 22. BImSchV.

Die Belastung städtischer Gebiete mit Stickstoffdioxid gemessen am IW2 und IW1 ist 1998 als „mittel“, einzustufen, an den verkehrsbezogenen Stationen Erfurt/Bergstraße und Weimar/Sophienstiftsplatz als „erhöht“ bzw. „leicht erhöht“. In Erfurt Bergstraße besteht die Tendenz zur Einstufung „überhöht“. Diese Einstufung gilt nur für diese Straßenabschnitte bzw. Verkehrsknotenpunkte, keinesfalls für das jeweilige Stadtgebiet.

### Belastungssituation gemäß Smog-Verordnung

(Grenzwerte Tab. 3, Maxima Tab. 19)

### Im Winterhalbjahr 1998/99 traten in Thüringen keine Überschreitungen der NO<sub>2</sub>-Schwellenwerte der Thüringer Smog-Verordnung auf.

Das höchste 3-Stunden-Mittel der smogrelevanten Stationen im Winterhalbjahr 1998/99 wurde in Weimar mit 0,184 mg/m<sup>3</sup> (09.12.98) ermittelt. Damit wurden maximal 31 % des Schwellenwertes zur Vorwarnstufe erreicht.

### Belastungssituation gemäß VDI 2310

(Richtwerte Tab. 4, Überschreit. Tab. 20; Werte Tab. 21)

Die Kennwerte der VDI 2310 beziehen sich auf 293 K. Die zum Vergleich in der Tabelle 21 angegebenen Maximalwerte (Bezugstemperatur 273 K) verringern sich somit um etwa 7 %.

### Die Richtwerte nach VDI 2310 für 1/2-Std.- bzw. Tagesmittel konnten 1998 in Thüringen nicht an allen Messstationen eingehalten werden.

Überschreitungen des Richtwertes für das Tagesmittel traten ausschließlich an den Verkehrsmessstationen Erfurt/Bergstraße (29 mal) und Weimar/Sophienstiftsplatz (7 mal) auf.

Der Grenzwert für die Halbstundenmittel wurde außer an den o.g. Stationen noch in Greiz und Ilmenau überschritten.

**Tab. 19: Belastungskennwerte NO<sub>2</sub> Winter  
1998/99 gemäß Thüringer Smog-VO**

Messstation	Maximale 3h-Mittelwert		
	mg/m <sup>3</sup>	Verhältnis zur Vorwarnstufe %	Datum
Altenburg	0,112	19	11.12.98
Apolda	0,104	17	18.12.98
Arnstadt	0,077	13	24.11.98
Eisenach	0,119	20	09.12.98
Erfurt Krämpferstraße	0,135	23	09.12.98
Gera Berlinerstraße	0,104	17	11.12.98
Gera Friedericistraße	0,104	17	10.12.98
Gotha	0,109	18	09.12.98
Greiz	0,094	16	10.12.98
Ilmenau	0,074	12	27.11.98
Jena Dammstraße	0,090	15	25.03.99
Mühlhausen	0,093	16	09.12.98
Nordhausen	0,128	21	09.12.98
Pößneck	0,076	13	10.12.98
Saalfeld	0,091	15	10.12.98
Sonneberg	0,076 <sup>1)</sup>	13	08.12.98
Suhl	0,117	20	12.02.99
Weimar Sophienstift.	0,184	31	09.12.98
Zella-Mehlis	0,077	13	10.12.98

1) Messreihe am 01.03.99 beendet

### **Belastungssituation nach WHO**

(Leitwerte Tab. 4, Überschreit. Tab. 20; Werte Tab. 21)

Die Kennwerte nach der WHO beziehen sich ebenfalls auf die Bezugstemperatur 293 K.

Der NO<sub>2</sub>-Leitwert (Gesundheitsschutz) für 1-Std.-Mittel wurde 1998 nicht überschritten. Das 1-Std.-Maximum des Zeitraumes lag bei 0,377 mg/m<sup>3</sup>, gemessen am 18.06.1998 in Weimar. An der Mehrzahl der Stationen wurden als 1-Std.-Maxima Werte unter 0,200 mg/m<sup>3</sup> registriert, damit weniger als 50% des Leitwertes.

Der Leitwert für die Tagesmittel (Gesundheitsschutz) wurde an den Verkehrsmessstationen Erfurt/Bergstraße und Weimar/Sophienstiftplatz überschritten.

### **Stickstoffmonoxid (NO)**

Für NO wurden ebenfalls die Kennwerte entsprechend der Berechnungsvorschrift für I1 und I2 ermittelt, Grenzwerte sind jedoch in der TA Luft nicht festgelegt. Die höchsten NO-Belastungen werden erwartungsgemäß an den verkehrsbezogenen Stationen registriert. Die mit Abstand höchsten NO-Kennwerte weist die verkehrsbezogene Station in der Erfurter Bergstraße (Straßenschlucht), gefolgt von, Pößneck Weimar/Sophienstiftplatz und Suhl, auf. Die geringsten Kennwerte für städtische Gebiete sind in Ilmenau und Zella-Mehlis zu verzeichnen (Tab. 18, Abb. 4-7).

Tab. 20: Stickstoffdioxid: Überschreitungen von Richt- und Leitwerten 1998

Richt-, Leitlinie Wertebasis Schwellenwert	VDI 2310 HMW > 200		VDI 2310 TMW > 100	WHO Vegetationssch. 4hMW > 95		WHO Ges. TMW > 150
	Anz. der Überschr.	Tage mit Überschr.	Tage mit Überschr.	Anz. der Überschr.	Tage mit Überschr.	Tage mit Überschr.
Messtation						
Altenburg	-	-	-	3	3	-
Apolda	-	-	-	-	-	-
Arnstadt	-	-	-	-	-	-
Eisenach	-	-	-	-	-	-
Erfurt Bergstr.	152	64	29	412	164	1
Erfurt Krämpf.	-	-	-	7	5	-
Gera Berl.	-	-	-	3	3	-
Gera Fried.	-	-	-	1	1	-
Gotha	-	-	-	2	2	-
Greiz	1	1	-	1	1	-
Großer Eisenberg	-	-	-	-	-	-
Ilmenau	1	1	-	3	3	-
Jena Dammstr.	-	-	-	-	-	-
Mühlhausen	-	-	-	-	-	-
Nordhausen	-	-	-	7	7	-
Possen	-	-	-	-	-	-
Pößneck	-	-	-	31	19	-
Saalfeld	-	-	-	2	2	-
Sonneberg	-	-	-	4	3	-
Suhl	-	-	-	18	15	-
Weimar	55	23	7	121	61	1
Zella-Mehlis	-	-	-	-	-	-

-) keine Überschreitungen

Tab. 21: Belastungskennwerte 1998 für Stickstoffdioxid (ausgewählte Maxima; Bezugswert 273 K)

NO <sub>2</sub> Messtation	1/2-h-Maxima		1-h-Maxima		24-h-Maxima		Max. Monatsmittel	
	mg/m <sup>3</sup>	Datum	mg/m <sup>3</sup>	Datum	mg/m <sup>3</sup>	Datum	mg/m <sup>3</sup>	Monat
Altenburg	0,127	06.02.	0,125	04.02.	0,086	06.02.	0,048	Feb
Apolda	0,140	31.03.	0,138	31.03.	0,078	11.12.	0,038	Feb
Arnstadt	0,164	26.12.	0,112	26.12.	0,071	04.02.	0,036	Nov
Eisenach	0,150	04.02.	0,138	09.12.	0,078	11.12.	0,042	Feb
Erfurt Bergstraße	0,421	23.11.	0,296	23.11.	0,162	09.12.	0,090	Nov
Erfurt Krämpferstraße	0,168	20.11.	0,147	18.12.	0,096	09.12.	0,044	Nov
Gera Berliner Straße	0,140	11.08.	0,131	11.08.	0,087	11.02.	0,049	Feb
Gera Friedericistraße	0,127	31.03.	0,125	31.03.	0,076	27.01.	0,043	Feb
Gotha	0,168	09.12.	0,151	09.12.	0,091	04.02.	0,046	Feb
Greiz	0,234	10.08.	0,129	10.08.	0,083	27.01.	0,035	Feb
Großer Eisenberg	0,123	23.10.	0,088	23.10.	0,051	26.11.	0,019	Nov
Ilmenau	0,242	05.02.	0,187	05.02.	0,063	27.01.	0,030	Feb
Jena Dammstraße	0,101	05.02.	0,097	10.02.	0,065	05.02.	0,037	Feb
Mühlhausen	0,119	12.01.	0,118	12.01.	0,079	09.12.	0,037	Dez
Nordhausen	0,170	31.03.	0,152	31.03.	0,089	09.12.	0,052	Feb
Pößneck	0,197	31.03.	0,174	11.02.	0,101	05.02.	0,064	Feb
Possen	0,080	11.12.	0,079	11.12.	0,059	11.12.	0,018	Feb
Saalfeld	0,154	12.01.	0,137	12.01.	0,076	10.12.	0,042	Feb
Sonneberg	0,148	11.02.	0,136	11.02.	0,092	06.02.	0,048	Feb
Suhl	0,189	05.02.	0,182	05.02.	0,100	12.02.	0,060	Feb
Weimar Sophienstiftpl.	0,505	18.06.	0,405	18.06.	0,173	13.01.	0,065	Nov
Zella-Mehlis	0,117	27.01.	0,116	27.01.	0,073	12.02.	0,041	Feb

Tab. 22: Belastungskennwerte 1998 für Stickstoffmonoxid (ausgewählte Maxima; Bezug 273 K)

NO Messstation	1/2-h-Maxima		24-h-Maxima		max. Monatsmittel	
	mg/m <sup>3</sup>	Datum	mg/m <sup>3</sup>	Datum	mg/m <sup>3</sup>	Monat
Altenburg	0,432	08.12.	0,116	11.12.	0,025	Nov
Apolda	0,639	13.01.	0,229	13.01.	0,027	Jan
Arnstadt	0,590	13.01.	0,129	13.01.	0,022	Feb
Eisenach	0,423	04.02.	0,133	13.01.	0,025	Nov
Erfurt Bergstraße	1,091	12.01.	0,457	17.12.	0,162	Dez
Erfurt Krämpferstraße	0,734	13.01.	0,220	13.01.	0,041	Dez
Gera Berliner Straße	0,438	10.12.	0,112	10.12.	0,038	Nov
Gera Friedericistraße	0,289	10.12.	0,092	10.11.	0,032	Nov
Gotha	0,522	13.01.	0,202	13.01.	0,035	Nov
Greiz	0,440	12.01.	0,116	12.01.	0,018	Jan
Großer Eisenberg	0,169	01.09.	0,015	26.11.	0,005	Nov
Ilmenau	0,514	04.02.	0,064	04.02.	0,010	Feb
Jena Dammstraße	0,256	12.01.	0,103	10.11.	0,028	Nov
Mühlhausen	0,597	12.01.	0,178	12.01.	0,028	Jan
Nordhausen	0,663	13.01.	0,186	15.12.	0,042	Dez
Pößneck	0,897	13.01.	0,308	13.01.	0,080	Nov
Possen	0,031	26.11.	0,017	26.11.	0,005	Nov
Saalfeld	0,495	12.01.	0,103	13.01.	0,023	Feb
Sonneberg	0,416	14.01.	0,099	14.01.	0,027	Feb
Suhl	0,926	13.02.	0,265	13.02.	0,088	Feb
Weimar Spohienstiftplatz	0,954	11.02.	0,299	13.01.	0,074	Dez
Zella-Mehlis	0,234	26.01.	0,076	06.02.	0,022	Feb

In den ländlichen und Waldgebieten (Großer Eisenberg, Possen) sind die geringsten NO-Konzentrationen festzustellen. Dabei beträgt das Verhältnis der 98%-Quantile an den Waldstationen zu denen der am meisten belasteten Stationen mehr als 1:50, das der Jahresmittel mehr als 1:20. Bis auf wenige kurzzeitige Episoden, in denen Luftmassen mit geringerem NO/NO<sub>2</sub>-Konvertierungsgrad vorhanden waren, liegt NO in diesen Gebieten im Bereich der Nachweisgrenze vor. Ausgewählte Maximalkonzentrationen sind in den Tab. 22 zusammengestellt. Die Höhe der Konzentrationen gibt Auskunft über die Verkehrsnähe und die -belastung an der jeweiligen Station.

Die höchsten Jahreskennwerte wurden 1998 ebenfalls an den bereits genannten verkehrsbezogenen bzw. verkehrsnahen Stationen registriert, die geringsten erwartungsgemäß an den Waldstationen. Das 1/2-Std.-Maximum des Gesamtzeitraumes wurde im Januar erwartungsgemäß an der Verkehrsmessstation Erfurt/Bergstr. mit 1,091 mg/m<sup>3</sup> registriert. Auch das höchste Tagesmittel (0,457 mg/m<sup>3</sup> am 17.12.1998) und Monatsmittel (0,162 mg/m<sup>3</sup> im Dezember 1998) traten in Erfurt/Bergstr. auf. Damit weist diese Station bezüglich des max. Monatsmittels eine etwa doppelt so hohe NO-Belastung auf, wie die nachfolgend am stärksten belasteten Stationen (Weimar, Pößneck, Suhl).

### 3.2.4. Belastungssituation Kohlenmonoxid

Kohlenmonoxid entsteht bei der unvollständigen Verbrennung fossiler Brennstoffe, vorrangig in Verbrennungsmotoren aber auch in anderen Verbrennungsprozessen, beispielsweise zur Wärme- und Energiegewinnung. Die höchsten kurzzeitigen Konzentrationen im Berichtszeitraum traten bei Wetterlagen mit eingeschränkten Austauschbedingungen auf. Der Konzentrationsverlauf des CO folgt dabei weitestgehend dem des NO, wobei die Größenverhältnisse wiederum von der Verkehrsnähe abhängen (z.B. Nordhausen Bild 6). Dieser Zusammenhang lässt auf

Verbrennungsmotoren als Hauptemissionsquelle schließen.

In Abb. 1-104 bis 111 des Grafikanhanges sind für CO die monatlichen Kennwerte (Monatsmittel, max. Tagesmittel, max. Messwert, gleitende Jahresmittelwerte nach TA Luft) für den Zeitraum Oktober 1997 bis März 1999 dargestellt. Es sind deutliche Jahresgänge mit Maximalwerten im Winterhalbjahr und Minimalwerten in den Sommermonaten zu erkennen. Während der verkehrsbedingte CO-Anteil im Jahresverlauf als etwa gleichbleibend eingeschätzt werden kann, entsteht dieser Verlauf durch den CO-Anteil

aus Verbrennungsprozessen zur Wärme- und Energieerzeugung und den häufigeren Auftreten von austauscharmen Wetterlagen in den Wintermonaten.

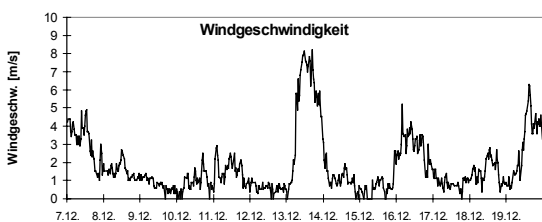
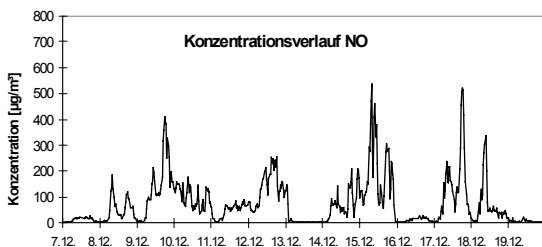
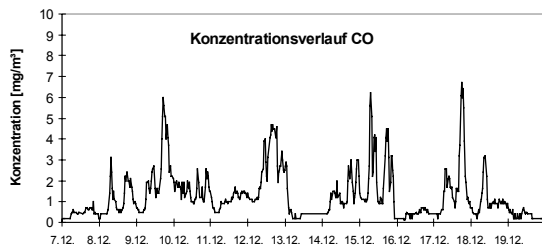
### **Belastungssituation gemäß TA Luft**

(Grenzwerte Tab. 2, Kennwerte Tab. 23, Abb. 4-8)

Der Berechnungszeitraum für das 98%-Quantil (I2) und den Jahresmittelwert (I1) ist das jeweilige Kalenderjahr, Wertebasis sind die 1/2-Std.-Mittel.

**Im Berichtsjahr 1998 traten in Thüringen keine Überschreitungen der Grenzwerte für Kohlenmonoxid nach TA Luft auf.**

Der I2-Wert für CO liegt 1998 bei maximal 8 % des IW2 (Suhl), der I1-Wert bei maximal 6 %, des IW1 (Suhl, Nordhausen). Die CO-Belastung für Thüringen ist somit als „sehr gering“ einzuschätzen (Tab. 23; Abb. 4-8). Eine Differenzierung der Jahresbelastungen ist kaum möglich, da die Jahresmittel im Bereich der Nachweisgrenze der Messgeräte liegen.



**Bild 6: Konzentrationsverlauf von CO im Vergleich mit NO und der Windgeschwindigkeit an der Messstation Nordhausen (07.12. bis 19.12.1998)**

### **Belastungssituation gemäß Thüringer Smog-Verordnung**

(Grenzwerte Tab. 3, Maxima Tab. 24)

**In der Winterperiode 1998/99 traten in Thüringen keine Überschreitungen von CO-Schwellenwerten der Thüringer Smog-Verordnung auf.**

Das maximale 3-Std.-Mittel der Smogsaison 1998/99 wurde am 09.12.1998 an der Station Erfurt-Krämpferstraße registriert (5,0 mg/m<sup>3</sup>). Damit liegen alle 3-Std.-Maxima deutlich unter 20% des Schwellenwertes für die Vorwarnstufe. Auch zukünftig ist demzufolge nicht mit Smog-Situationen zu rechnen, die durch erhöhte Kohlenmonoxidkonzentrationen verursacht werden. Bemerkenswert ist weiterhin, dass die maximalen 3-Std.-Mittel im Winterhalbjahr nicht zeitgleich mit 3-Std.-Maxima von Schwefeldioxid auftraten.

### **Weitere maximale Kennwerte**

(Tabelle 25)

In Tabelle 25 sind für 1998 weitere maximale Kennwerte zusammengestellt (Bezugsbasis 273 K, 101,3 kPa). Für den Vergleich mit den Richtwerten der VDI 2310 und den WHO-Leitwerten (Tab. 4) ist eine Korrektur der Kennwerte um -7 % vorzunehmen, da sich diese Kriterien auf 293 K und 101,3 kPa beziehen. Es kann allgemein eingeschätzt werden, dass diese Richt- und Leitwerte sicher eingehalten werden. Es ist festzustellen, dass alle Maxima in den Wintermonaten auftraten.



Tab. 23: Belastungskennwerte 1998 für Kohlenmonoxid gemäß TA Luft

Messstation	Jahresmittel (I1)		98%-Quantil (I2)	
	mg/m <sup>3</sup>	Verhältnis zum Grenzwert IW1 %	mg/m <sup>3</sup>	Verhältnis zum Grenzwert IW2 %
Erfurt/Krämpferstraße	0,4	4	1,6	5
Gera/Friedericistraße	0,5	5	1,7	6
Greiz	0,5	5	1,7	6
Ilmenau	0,5	5	1,2	4
Jena/Dammstraße	0,4	4	1,1	4
Meiningen	0,5	5	1,2	4
Nordhausen	0,6	6	2,1	7
Suhl	0,6	6	2,4	8

Tab. 24: Kennwerte für Kohlenmonoxid nach Thüringer Smog-Verordnung, 01.10.98-31.03.99

CO Messstation	3-h-Maxima		
	mg/m <sup>3</sup>	% vom Schwellenwert	Datum
Erfurt/Krämpferstraße	5,0	17	09.12.98
Gera/Friedericistraße	4,0	13	11.12.98
Greiz	3,4	11	20.02.99
Ilmenau	2,6	9	10.12.98
Jena/Dammstraße	3,0	10	10.12.98
Meiningen	2,4	8	19.02.99
Nordhausen	4,5	15	09.12.98
Suhl	3,9	13	20.02.99

Tab. 25: Belastungskennwerte 1998 für Kohlenmonoxid (ausgewählte Maxima)

CO Messstation	1/2-h-Maxima		3-h-Maxima		8-h-Maxima		24-h-Maxima	
	mg/m <sup>3</sup>	Datum	mg/m <sup>3</sup>	Datum	mg/m <sup>3</sup>	Datum	mg/m <sup>3</sup>	Datum
Erfurt/Krämpferstraße	10,1	13.01.	5,4	13.01.	4,5	13.01.	2,7	13.01.
Gera/Friedericistraße	5,7	10.12.	4,0	11.12.	2,9	10.12.	2,0	11.12.
Greiz	6,2	12.01.	4,4	12.01.	3,3	04.02.	2,1	12.01.
Ilmenau	7,4	04.02.	5,2	04.02.	2,3	10.12.	1,5	27.01.
Jena/Dammstraße	5,2	12.01.	3,5	12.01.	2,7	12.01.	1,5	10.12.
Meiningen	5,2	05.02.	2,4	05.02.	2,0	05.02.	1,4	06.02.
Nordhausen	10,1	13.01.	7,5	13.01.	4,6	13.01.	2,5	12.01.
Suhl	6,9	13.02.	5,4	13.02.	4,3	13.02.	2,6	13.02.

### 3.2.5. Belastungssituation Ozon

Entsprechend den Vorgaben des „Ozon-Gesetzes“ (Gesetz zur Änderung des Bundesimmissionsschutzgesetzes vom 19.7.1995, §40a BImSchG) erfolgen die Angaben zu Ozon-Kennwerten sowie die daraus abgeleiteten Werte wie Überschreitungshäufigkeiten auf der Basis der Normbedingungen von 101,3 kPa und 293 K.

Ozon tritt im Vergleich zu anderen Luftschadstoffen in weitaus höheren Konzentrationen auch als natürliches Gas in der Atmosphäre auf. Die Entstehung von gegenüber dem natürlichen Pegel erhöhten Ozonkonzentrationen ist einerseits an die sommerlich hohen Temperaturen und Strahlungsverhältnisse ge-

bunden, andererseits an das Vorhandensein von Vorläuferstoffen (vorrangig Stickstoffdioxid und flüchtige Kohlenwasserstoffe VOC).

Durch komplizierte photochemische Reaktionen wird das Gleichgewicht zwischen den genannten Vorläufersubstanzen und Ozon bei den o. g. Bedingungen zugunsten der Ozon-Bildung verschoben. Bei Wegfall der Strahlung und Temperaturrückgang läuft die Rückreaktion verstärkt ab. Die jeweilige Ozonsituation ist somit einerseits von sehr kurzfristigen Witterungsbedingungen abhängig. Andererseits besteht ein Zusammenhang zu der mittel- und langfristig gebildeten Belastungssituation mit den Vorläufersubstanzen (Verweilzeiten, überregionale Ausbreitung). Den starken Einfluss meteorologischer Bedingungen auf die Höhe der Ozonbelastung zeigt Abb. 3-7. Hier sind die mittleren Tagesgänge der Monate April bis September der Jahre 1994 und 1998 gegenübergestellt. Die o. g. Monate des Jahres 1994 waren insgesamt wärmer, strahlungsreicher und niederschlagsärmer als die von 1998. Bei annähernd gleichem Verlauf der Vorläufer Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid ergeben sich für den mittleren Tagesgang 1994 durchgängig höhere Konzentrationen.

Die Höhe der erreichbaren Ozon-Konzentrationen hängt aufgrund des oben gezeigten chemischen Gleichgewichts u.a. von den  $\text{NO}_x$ -Konzentrationen und vom Verhältnis zwischen  $\text{NO}_2$  und  $\text{NO}$  ab. Zur Bildung von hohen  $\text{O}_3$ -Konzentrationen ist ein Übergewicht des  $\text{NO}_2$  gegenüber dem  $\text{NO}$  erforderlich. Das bedeutet, dass hohe Konzentrationen aufgrund des ständigen Überangebots von  $\text{NO}$  (ozonreduzierend) in der Nähe stark frequentierter Straßen nicht zu erwarten sind.

Die Ozonkonzentrationen weisen aufgrund ihrer Entstehungscharakteristik einen deutlichen Jahresgang (Abb. 1-112 bis 126) mit Konzentrationsmaxima in den Sommermonaten und Minima im Winter auf. Der Tagesgang ist durch Minima in den Nacht- und Frühstunden und Maxima in den Nachmittags- bis Abendstunden gekennzeichnet (Abb. 3-7). Besonders die Ozonkonzentrationen in städtischen Gebieten weisen diesen ausgeprägten Tagesgang mit extremen Minima in den frühen Morgenstunden und den täglichen Maxima in den Nachmittagsstunden auf. Mit Einsetzen der Strahlung in den Vormittagsstunden beginnt die Ozonbildung. Die Konzentrationen des  $\text{O}_3$  erreichen zeitversetzt nach dem Strahlungs- und Temperaturmaximum ihren höchsten Wert. Mit dem Abklingen der Strahlung, verbunden mit einem Temperaturrückgang, setzt der Abbau der Ozonkonzentrationen ein. In den Städten und angrenzenden Gebieten liegen die Stickoxide und andere reduzierende Substanzen auch nachts in ausreichender Konzentration vor. In ländlichen Gebieten und im Wald ist ein solcher Tagesgang in nur abgeschwächter Form zu beobachten. Da die ozonreduzierenden Substanzen nur in geringen Konzentrationen vorliegen, erfolgt nachts nur ein geringer Rück-

gang der Ozonwerte. Besonders die 8-Std.-Mittelwerte, Tagesmittelwerte u. a. längerfristige Mittelwerte (Jahreskennwerte, Abb. 4-9) sind in ländlichen Gebieten und im Wald wesentlich höher als in Städten (Tab. 29).

Zusätzlich beeinflussen horizontale und vertikale Transportvorgänge die aktuelle Ozonkonzentration sehr stark. Wird z.B. eine Schönwetterperiode durch den Durchlauf einer Störungszone beendet, werden manchmal kurz vor dem beginnenden Regen relativ hohe Ozonkonzentrationen aus höheren Luftschichten zum Boden transportiert.

Wie bereits erwähnt, ist bei den Vorläufersubstanzen  $\text{NO}_x$  (gleichermaßen bei den anderen verkehrsbedingten Vorläuferstoffen) in städtischen Gebieten ein typischer Wochengang zu verzeichnen. An den Wochenenden werden aufgrund der gegenüber den Werktagen anderen Verkehrszusammensetzung und -dichte wesentlich geringere Konzentrationen dieser Stoffe gemessen. Da die Höhe der Ozonkonzentrationen u.a. an die Konzentrationshöhe dieser Substanzen gebunden ist, weisen die Ozonkonzentrationen in städtischen Gebieten folgerichtig ebenfalls einen deutlichen Wochengang auf. An den Wochenenden werden aufgrund der in geringerem Umfang verfügbaren Verbraucher-Stoffe im Durchschnitt etwas höhere Maxima und wesentlich höhere Minima als an Werktagen gemessen. Die Tagesmittel der Wochenenden liegen damit deutlich höher als die der Werktage. Im Unterschied dazu ist ein solch deutlicher Wochengang in ländlichen Gebieten und Waldgebieten weder bei den Vorläufersubstanzen des Ozons, noch beim Ozon festzustellen.

#### In Thüringen wurden 1998 folgende Schwellenwerte überschritten:

<b>22. BImSchV :</b>		Tab.:
Informationsschwellenwert	(180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / 1h)	26, 28
Schwellenwert Gesund.schutz	(110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / 8h)	26
Schwellenwert Vegetat.schutz	(200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / 1h)	26
Schwellenwert Veget.schutz	(65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / 1d)	26
<b>VDI 2310 :</b>		Tab.:
Kurzzeit-MIK-Wert	(120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / ½h)	26
<b>WHO :</b>		Tab.:
Leitwert toxische Verunr.	(150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / 1h)	27
Leitwert toxische Verunr.	(100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / 8h)	27

Tab. 26: Belastungskennwerte 1998 für Ozon entsprechend 22. BImSchV und VDI 2310 (Überschreitungshäufigkeiten)

Richtlinie	22. BImSchV				VDI 2310
	Gesundheitsschutz		Schutz der Vegetation		HMW > 120 µg/m <sup>3</sup> Anzahl Über- schreitungen
	8hMW > 110 µg/m <sup>3</sup> Anzahl Über- schreitungen	1hMW > 180 µg/m <sup>3</sup> Anzahl Über- schreitungen	TMW > 65 µg/m <sup>3</sup> Anzahl Über- schreitungen	1hMW > 200 µg/m <sup>3</sup> Anzahl Über- schreitungen	
Arnstadt	13	4	67	0	308
Eisenach	11	4	40	1	282
Erfurt Krämpferstraße	1	1	33	0	156
Gera Friedericistraße	14	2	37	0	334
Greiz	25	2	63	0	484
Großer Eisenberg	62	0	181	0	681
Ilmenau	30	6	108	1	437
Jena Dammstr.	10	3	46	0	308
Meiningen	17	3	56	2	348
Mühlhausen	12	5	54	1	233
Neuhaus	87	14	181	2	966
Nordhausen	7	4	48	0	249
Possen	31	4	138	0	425
Saalfeld	26	6	86	1	485
Suhl	15	3	37	1	234

Tab. 27: Belastungskennwerte 1998 für Ozon entsprechend WHO (Überschreitungshäufigkeiten)

Wertebasis	1hMW 150 µg/m <sup>3</sup>	8hMW 100 µg/m <sup>3</sup>
Messstation	Anz.Überschr	Anz.Überschr
Arnstadt	39	29
Eisenach	30	22
Erfurt Krämpferstraße	10	9
Gera Friedericistraße	38	20
Greiz	58	44
Großer Eisenberg	52	97
Ilmenau	59	55
Jena Dammstraße	37	22
Meiningen	41	36
Mühlhausen	23	21
Neuhaus	145	129
Nordhausen	25	21
Possen	53	60
Saalfeld	56	56
Suhl	21	26

**Nicht überschritten wurden folgende Schwellenwerte :**

<b>§40a BImSchG :</b>		Tab.:
Schwellenwert Verkehrsverb.	(240 µg/m <sup>3</sup> / 1h)	29
<b>22. BImSchV :</b>		
Ozon-Warnung	(360 µg/m <sup>3</sup> / 1h)	29
<b>WHO :</b>		
Leitwert toxische Verunr.	(200 µg/m <sup>3</sup> / 8h)	29

Besonders häufig wurden an den Waldstationen Großer Eisenberg, Neuhaus und Possen die

Schwellenwerte mit längerfristigen Mittelungszeiträumen (8h- und Tagesmittelwerte) überschritten. Ursache für diese Häufung ist der nur schwach ausgeprägte Tagesgang der O<sub>3</sub>-Konzentrationen an solchen Stationen, der gegenüber den Maxima nur unwesentlich abgesenkte Minima aufweist. Die Häufigkeit von Überschreitungen der betrachteten Schwellen-, Richt- und Leitwerte ist an den ländlichen und Waldstationen in allen Fällen deutlich höher, als die an Stationen in städtischen Gebieten.

Die Bedingungen für Verkehrsverbote gemäß §40a BImSchG wurden 1998 in Thüringen nicht erreicht. Jedoch musste die Bevölkerung entsprechend 22. BImSchV an 8 Tagen über das Auftreten von erhöhten Ozonwerten informiert werden (Tab. 28).

**Tab. 28: Belastungskennwerte 1998 für Ozon gemäß 22. BImSchV (Überschreitungen des Informationsschwellenwertes von 180 µg/m<sup>3</sup>)**

Episode	Messtation	Beginn	Dauer Std.	max. 1-h-Mittel µg/m <sup>3</sup>
10.05.98	Arnstadt	14:00	2	186
	Nordhausen	17:00	1	181
	Possen	17:00	1	183
11.05.98	Possen	16:00	2	185
12.05.98	Jena Dammstraße	17:00	1	181
	Neuhaus	17:00	3 <sup>1)</sup>	186
	Saalfeld	18:00	2	185
20.07.98	Neuhaus	16:00	1	183
	Saalfeld	16:00	2	197
11.08.98	Jena Dammstraße	12:00	2	187
	Gera Friedericistraße	13:00	2	189
	Greiz	13:00	1	181
	Nordhausen	13:00	1	182
	Neuhaus	14:00	4 <sup>1)</sup>	186
	Ilmenau	16:00	1	183
	Mühlhausen	16:00	2	193
	Meiningen	18:00	1	188
	Eisenach	19:00	1	188
12.08.98	Neuhaus	13:00	5	228
	Ilmenau	14:00	5	219
	Suhl	14:00	3 <sup>1)</sup>	205
	Arnstadt	15:00	2 <sup>1)</sup>	195
	Eisenach	15:00	3 <sup>1)</sup>	210
	Saalfeld	15:00	2	201
	Meiningen	16:00	2	229
	Erfurt Krämpferstraße	17:00	1	182
	Nordhausen	20:00	2	195
	Mühlhausen	21:00	4	207
	Possen	23:00	1	191
13.08.98	Neuhaus	3:00	1	184
18.08.98	Greiz	16:00	1	190

1) Dauer mit zeitlichen Unterbrechungen

Tab. 29: Belastungskennwerte 1998 für Ozon (ausgewählte Maxima)

Messstation	1/2-h-Maxima		1-h-Maxima		8-h-Maxima (incl. 12-20Uhr)		24-h-Maxima		max. Monats- mittel	
	Datum	µg/m <sup>3</sup>	Datum	µg/m <sup>3</sup>	Datum	µg/m <sup>3</sup>	Datum	µg/m <sup>3</sup>	Monat	µg/m <sup>3</sup>
Arnstadt	12.08.	208	12.08.	195	12.08.	167	12.08.	110	Aug	68
Eisenach	12.08.	219	12.08.	210	12.08.	171	12.08.	107	Aug	62
Erfurt Krämpferstr.	12.08.	202	12.08.	182	11.08.	146	10.05.	95	Mai	58
Gera Friedericistr.	11.08.	192	11.08.	189	11.08.	157	21.07.	89	Mai	61
Greiz	18.08.	194	18.08.	190	11.05.	164	18.08.	91	Mai	65
Großer Eisenberg	12.08.	200	12.08.	180	12.05.	160	12.05.	149	Mai	93
Ilmenau	12.08.	237	12.08.	219	12.08.	189	12.08.	129	Aug	78
Jena Dammstraße	11.08.	190	11.08.	187	11.08.	159	11.08.	84	Mai	62
Meiningen	12.08.	251	12.08.	229	12.08.	172	12.05.	97	Mai	64
Mühlhausen	12.08.	208	12.08.	207	12.08.	170	12.08.	117	Mai	65
Neuhaus	12.08.	231	12.08.	228	12.08.	189	12.08.	163	Mai	104
Nordhausen	12.08.	210	12.08.	195	12.08.	171	12.08.	114	Mai	64
Possen	12.08.	198	12.08.	191	10.05.	168	10.05.	151	Mai	90
Saalfeld	20.07.	202	12.08.	201	12.08.	175	12.05.	101	Mai	70
Suhl	12.08.	223	12.08.	205	12.05.	158	12.05.	105	Mai	65

### 3.2.6. Belastungssituation Kfz-typischer Schadstoffe (Stickstoffdioxid, Ruß, Benzol)

Die lufthygienische Belastung der Menschen in Städten und Ballungsgebieten durch Schadstoffe aus der Emittentengruppe des Kraftfahrzeugverkehrs hat in den letzten Jahren insbesondere durch neue Erkenntnisse über die krebserregenden Wirkungen von Benzol und Ruß eine hohe Bedeutung erlangt. Die vom Gesetzgeber am 16.12.1996 verabschiedete 23. BImSchV dient dem Schutz der Bevölkerung vor gesundheitlichen Beeinträchtigungen durch diese Luftschadstoffe. In dieser Verordnung werden Konzentrationswerte (Prüfwerte) für die Komponenten Benzol, Ruß und Stickstoffdioxid festgelegt, bei deren Überschreiten durch die zuständigen Straßenverkehrsbehörden geeignete Maßnahmen zur Minderung der Belastung zu prüfen sind.

Die zuständigen Immissionsschutzbehörden für die Umsetzung der 23. BImSchV in Thüringen sind die Staatlichen Umweltämter (SUÄ). In deren Auftrag werden an Schwerpunkten des Kfz-Verkehrs, an denen Überschreitungen der Prüfwerte zu erwarten sind, ggf. Messungen über einen Zeitraum von mindestens einem halben Kalenderjahr durchgeführt. Die 2 verkehrsbezogenen Messstationen der TLU wurden im Rahmen der 4. BImSchVwV beispielhaft an 2 unterschiedlich charakterisierten Zentren des Kfz-Verkehrs (Platz - Kreuzung, Straßenschlucht) aufgebaut, werden kontinuierlich betrieben und dienen hauptsächlich der Trendverfolgung. Aber auch für andere Aufgaben (Naturdaten für Modellentwicklung und -prüfung, Plausibilitätsprüfungen, Tages- und Wochengänge usw.) sind diese Daten unverzichtbar. Natürlich werden diese Daten auch unmittelbar von

den SUÄ für die Umsetzung der 23. BImSchV genutzt.

Für Stickstoffdioxid liegen 1998 die unter Kap. 3.2.3. genannten Messreihen vor. Als verkehrsbezogen im Sinne der 23. BImSchV können dabei die Messreihen der Stationen Weimar/Sophienstiftsplatz und Erfurt/Bergstraße eingestuft werden, während die Stationen Pößneck, Gera/Berlinerstr. und Suhl nur verkehrsnah sind. Eine deutliche Überschreitung des NO<sub>2</sub>-Prüfwertes trat 1998 in Erfurt/Bergstraße auf (193 µg/m<sup>3</sup>). Aus diesem Grund wird eine Prüfung der Situation und eventuellen Maßnahmen durch die Straßenverkehrsbehörde in Zusammenarbeit mit dem Staatlichen Umweltamt Erfurt durchgeführt.

Zur Ermittlung der Belastung mit Benzol wird seit Mai 1994 an der Station Weimar/Soph. ein automatischer Messplatz für flüchtige Kohlenwasserstoffe betrieben, seit Juli 1996 an der Station Erfurt/Bergstr. Die kontinuierliche Überwachung bezieht sich dabei auf die Komponenten Benzol, Ethylbenzol und Toluol.

An mehreren Stationen liegen inzwischen mehrjährige Rußmessungen vor (Weimar/Soph., Gera/Berl. und Erfurt/Bergstr.). Bei der Bewertung dieser Kenngrößen muss beachtet werden, dass die Rußkonzentrationen mit automatischen Rußanalysatoren vom Typ "Aethalometer AE-10/M" gemessen wurden. Gegenwärtig laufen in Thüringen Vergleichsmessungen mit dem manuellen Basisverfahren der 23. BImSchV an diesen Stationen. Aus diesem Grund ist der unmittelbare Vergleich mit den Prüfwerten der 23. BImSchV z.Z. nur eingeschränkt möglich. Erste Ergebnisse zeigen, dass zeitweise starke Unterschiede zwischen den Messverfahren existieren und insbesondere in stark belasteten Straßen ein Faktor von 1,2 - 1,5 im Jahresdurchschnitt berücksichtigt werden sollte. Aufgrund der insgesamt noch beste-

henden Zweifelsfragen beziehen sich jedoch die Angaben im vorliegenden Bericht auf die Aethalometermesswerte.

Sowohl die Benzolkonzentrationen (Abb. 1-127/128) als auch die Rußkonzentrationen (Abb. 1-133 bis 135) weisen einen deutlichen Jahrgang auf. Ebenso trifft das auf die analysierten Komponenten Ethylbenzol und Toluol zu (Abb. 1-129 bis 132). Die höheren Konzentrationswerte in den Heizperioden haben sowohl zusätzliche Emissionen durch heizungsbedingte Verbrennungsprozesse, als auch die eingeschränkten Austauschverhältnisse als Ursache.

Die mittleren Tagesgänge weisen für die genannten Schadstoffkonzentrationen erwartungsgemäß in den Vormittagsstunden und in den Abendstunden einen starken, vorrangig verkehrsbedingten Anstieg auf (Abb. 3-8). Die durchschnittlich niedrigeren Konzentrationen in den Mittagsstunden sind nur teilweise auf verringerte Kfz-Belegung zurückzuführen. Wie eine zeitweise Erfassung der Verkehrsbelegung in der Erfurter Bergstraße zeigte, tritt dieses deutliche Minimum in dieser Zeit auch bei gleichbleibender Verkehrsbelegung auf. Dies belegt, dass auch Austauschvorgänge in der Atmosphäre, die z.B. bei Hochdruckwetterlagen in den Mittagsstunden (Vertikaltransporte) stattfinden, zu diesem Effekt beitragen.

Die mittleren Wochengänge (Abb. 3-8) zeigen erwartungsgemäß einen deutlichen Rückgang der Konzentrationsspitzen und -verläufe an den Wochenenden, ähnlich dem Verhalten der Konzentrationsver-

läufe der Stickoxide (Abb. 3-6 bis 9). Besonders stark ist das Absinken der Rußkonzentrationen an den Wochenendtagen gegenüber den Wochentagen ausgeprägt. Hier wirkt sich der gegenüber den Wochentagen sehr geringe Anteil an Lkw mit Dieselantrieb aus, der als die wesentliche Quelle von Ruß in den Stadtgebieten eingeschätzt werden muss.

#### **Belastungssituation gemäß 23. BImSchV** (Grenzwerte Tab. 2, Kennwerte und Maxima Tab. 30)

Die zu berechnenden Kennwerte der 23. BImSchV beziehen sich auf den Zeitraum eines Jahres.

Bei der Einschätzung der Belastungssituation gemäß 23. BImSchV ist zu beachten, dass am 01.07.1998 verringerte Prüfwerte für Ruß und Benzol in Kraft getreten sind. Die Auswertung der Belastungssituation erfolgt ausschließlich auf die neuen zum Jahresende 1998 gültigen Prüfwerte.

**Der Prüfwert für den Jahresmittelwert Benzol wurde 1998 in Thüringen nicht überschritten.**

**Die Prüfwerte für den Jahresmittelwert Ruß und den 98 %-Wert Stickstoffdioxid wurden 1998 an einer Verkehrsmessstation überschritten.**

Die weiteren Ergebnisse der im Rahmen der Umsetzung der 23. BImSchV vermessenen Straßenabschnitte werden jährlich gesondert veröffentlicht (Bericht zur Entwicklung der Umwelt in Thüringen).

**Tab. 30: Belastungskennwerte 1998 für Stickstoffdioxid, Benzol, Ethylbenzol, Toluol und Ruß**  
(Jahreskennwerte und ausgewählte Maxima)

Messstation	Komponente	Jahresmittel		98%Quantil		24-h-Maxima		max. Monatsmittel	
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Verh. z. PW in %	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Verh. z. PW in %	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Datum	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Monat
Erfurt/ Bergstraße <sup>1)</sup>	Stickstoffdioxid	68		193	121	162	09.12.	90	Nov
	Ruß	8,4	105	30,6		39,9	13.01.	15,2	Nov
	Benzol	7,3	73	28,1		30,5	13.01.	10,2	Feb
	Ethylbenzol	4,3		16,4		17,3	13.01.	5,7	Nov
	Toluol	18,3		75,1		85,8	13.01.	25,3	Feb
Weimar/ Sophienstift. <sup>1)</sup>	Stickstoffdioxid	53		140	88	173	13.01.	65	Nov
	Ruß	2,9	36	8,8		17,1	13.01.	5,3	Nov
	Benzol	3,8	38	15,8		21,7	13.01.	6,6	Nov
	Ethylbenzol	2,4		9,0		13,7	13.01.	3,7	Nov
	Toluol	8,5		35,4		52,8	13.01.	13,9	Nov
Gera/ Berlinerstr. <sup>2)</sup>	Stickstoffdioxid	31		80	50	87	11.02.	49	Feb
	Ruß	3,5	44	12,6		9,6	27.01.	4,1	Nov
Pößneck <sup>2)</sup>	Stickstoffdioxid	45		107	53	101	05.02.	64	Feb
Suhl <sup>2)</sup>	Stickstoffdioxid	39		99	62	100	12.02.	60	Feb

Anmerkungen: 1) Verkehrsmessstation  
2) verkehrsnaher Messstation  
Ethylbenzol, Toluol  
Benzol, Ruß

kein Prüfwert vorgesehen  
Verhältnis zum ab 1.7.1998 gültigen Prüfwert,

## 4. Analyse der Belastungsentwicklung in Thüringen

### 4.1. Einflussgrößen

Die Höhe der Schadstoffbelastung wird im wesentlichen von folgenden Bedingungen beeinflusst:

Einfluss von	Einfluss durch	Einfluss auf
Energieproduktion	Betrieb von Anlagen, Heizungen, Kraftfahrzeugen	Emissionssituation
Meteorologie	Temperatur, Strahlung, Wind	Austauschbedingungen, Ausbreitungsverhältnisse, Reaktionsabläufe, Energiebedarf
Orographie	Geländeform, Bebauung, Höhenlage	Austauschbedingungen, Ausbreitungsverhältnisse

Die orographischen Bedingungen eines Gebietes können als gleichbleibende Einflussgröße betrachtet werden. Eine Ausnahme dabei bildet die Bebauung von Gelände, die die Abflussmöglichkeiten lokaler Luftmassen und die Austauschbedingungen beeinträchtigen kann.

Die Energieproduktion ist ständigen Schwankungen und Entwicklungstendenzen unterworfen. Das betrifft sowohl den Energiebedarf, der von der wirtschaftlichen Entwicklung, meteorologischen Einflüssen und dem energiebewussten Handeln abhängt, als auch den Energieträgereinsatz selbst.

Die Meteorologie beeinflusst über die Austauschbedingungen und die Ausbreitungsverhältnisse die Höhe der kurzzeitigen Schadstoffbelastungen. Unmittelbaren Einfluss haben die meteorologischen Bedingungen auf den Energiebedarf, insbesondere den heizungsbedingten Anteilen, und somit auf die Höhe der Emission.

Analysen einer Belastungsentwicklung müssen deshalb immer unter Beachtung sowohl der jeweils herrschenden meteorologischen Bedingungen, als auch unter Beachtung der eingetretenen Veränderungen bei der Energieerzeugung erfolgen. Klimatologische Verhältnisse haben hauptsächlich Einfluss auf die Kurzzeitbelastung von Schadstoffen. Sie können jedoch sowohl einzelne Jahreskennwerte für die Kurzzeit- als auch für die Langzeitbelastung beeinflussen. Auswirkungen auf den Langzeittrend sind daraus nicht abzuleiten. Die Wirkung der meteorologischen Bedingungen kann den emissionsbeeinflussenden Faktoren entgegengesetzt sein, was zur zeitweiligen Abschwächung und sogar Umkehr des zu erwartenden Effekts führen kann.

Bei der Darstellung der Belastungsentwicklung für Thüringen werden weitestgehend nur durchgängig verfügbare Messreihen pro Komponente einbezogen. Das hat den Vorteil, dass der ermittelte Trend nicht durch die Migration von Messstellen mit unterschiedlichen Stationscharakteristiken beeinflusst wird. Jedoch verringert sich jährlich durch Deregulierungsmaßnahmen im Immissionsmessnetz die Anzahl der

durchgängig verfügbaren Messreihen, die zur Auswertung herangezogen werden können. Als Kennwerte für die Belastungsentwicklung in Thüringen werden die Jahresmittelwerte und die 98%-Quantile entsprechend TA Luft verwendet. Auf die Verwendung weiterer Kennwerte, wie z.B. Median oder 95%-Quantil nach der 22. BImSchV, wurde verzichtet, da prinzipiell gleiche Trendverläufe zu verzeichnen sind.

### 4.2. Entwicklung der Schwefeldioxidbelastung

Wie bereits unter Kap. 3.2.1 dargestellt, treten in Thüringen die Schwefeldioxid-Emissionen hauptsächlich im Zusammenhang mit Verbrennungsprozessen zur Energiegewinnung auf. Diese Emissionen verstärken sich, wenn zusätzliche Energie zu Heizzwecken erzeugt werden muss. Die mittlere SO<sub>2</sub>-Belastung eines Jahres ist demnach eng mit den meteorologischen Bedingungen speziell in den Heizperioden (Monate Oktober bis März) verknüpft. Die Höhe der Kurzzeitbelastungskennwerte hängt außer von der Emissionssituation in starkem Maße von den Austauschbedingungen in den unteren Luftschichten ab. Der Einfluss der genannten meteorologischen Bedingungen auf die SO<sub>2</sub>-Situation wird überlagert durch Maßnahmen, die die Höhe der spezifischen SO<sub>2</sub>-Emissionen beeinflussen und durch infrastrukturelle Entwicklungen, die die Anzahl und Verteilung von Emittenten beeinflussen. Zusammengefasst können im wesentlichen folgende Einflussgrößen für die SO<sub>2</sub>-Situation genannt werden:

- Meteorologische Bedingungen (besonders der Heizperioden) auf die Höhe der heizungsbedingten Emissionen von SO<sub>2</sub> und die Austauschbedingungen,
- Höhe der spezifischen SO<sub>2</sub>-Emissionen durch Brennstoffumstellungen, Erhöhung der Wirkungsgrade von Heizsystemen (z.B. Wärmedämmung) und energiebewusster Einsatz von Brennstoffen,
- Höhe der absoluten SO<sub>2</sub>-Emissionen durch Veränderungen in der Infrastruktur eines Gebietes.

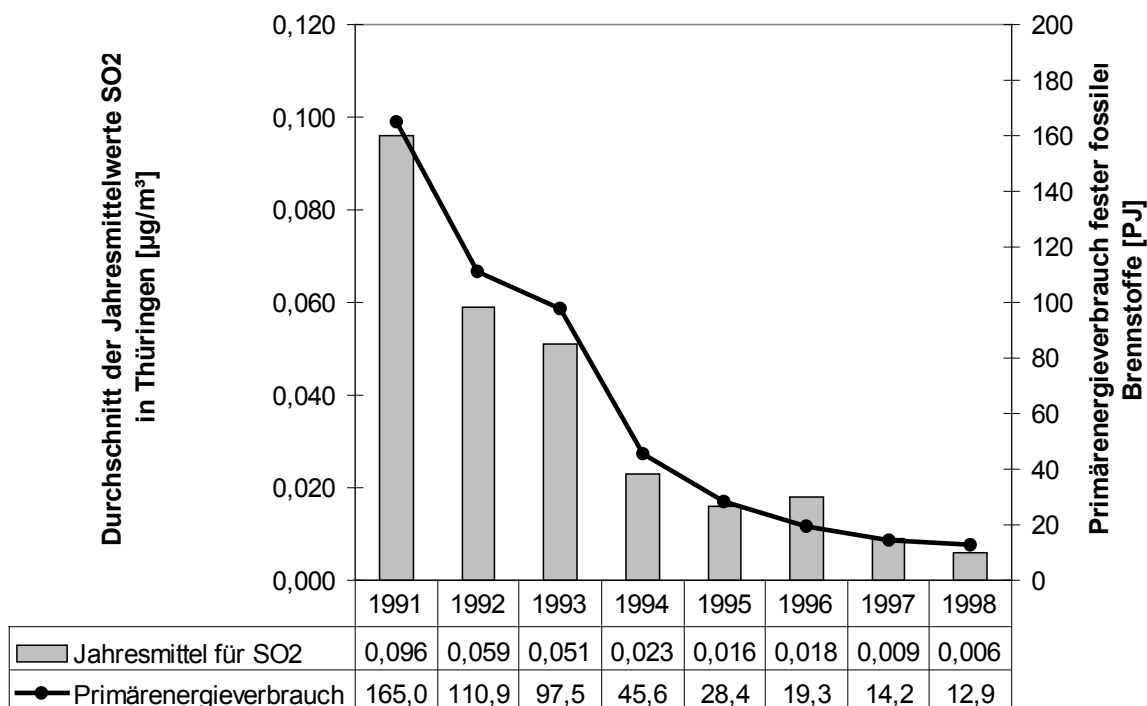
In den Abbildungen 5-1 bis 18 des Grafikanhanges ist die zeitliche Entwicklung ausgewählter Kennwerte entsprechend TA Luft, 22. BImSchV und Thüringer Smog-Verordnung für die einzelnen Messstationen dargestellt. Prinzipiell ist für alle Kennwerte ein stark abnehmender Verlauf festzustellen.

In Tabelle 31 und Abb. 5-19 ist die Belastungsentwicklung für Thüringen dargestellt.

Zusammen mit dem Rückgang sowohl der Anzahl von SO<sub>2</sub>-Emittenten (z.B. durch Wegfall industrieller u.a. gewerblicher Emittenten) und der spezifischen SO<sub>2</sub>-Emissionen (Umstellung der Brennstoffe, Maßnahmen zur Wärmedämmung usw.) wurde seit 1991 ein kontinuierlicher Rückgang der SO<sub>2</sub>-Immissionen, der nur 1996 durch eine leichte wetterbedingte Erhöhung unterbrochen wurde, ermittelt.

Ein Vergleich der mittleren Schwefeldioxidbelastung in Thüringen mit dem Primärenergieverbrauch an festen fossilen Brennstoffen als Hauptemittent von SO<sub>2</sub> zeigt einen eindeutigen Zusammenhang zwischen der SO<sub>2</sub>-Belastung und dem verwendeten Energieträger (Bild 7).

Gegenüber dem Berichtsjahr 1991 liegen die durchschnittlichen Jahreskennwerte für die Langzeit- und Kurzzeitbelastung 1998 bei ca. 1/20 der damaligen Kennwerte.



**Bild 7: Vergleich der durchschnittlichen Jahresmittelwerte für SO<sub>2</sub> mit dem Primärenergieverbrauch fester fossiler Brennstoffe (Braun- und Steinkohle) in Thüringen**

**Tab. 31: Entwicklung der Kennwerte für Schwefeldioxid nach TA Luft seit 1991**  
(Durchschnitt der seit 1991 durchgängig verfügbaren 20 Messreihen in Thüringen)

SO <sub>2</sub> Kennwert	Mittlere Konzentrationen in [mg/m <sup>3</sup> ]							
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Jahresmittel	0,096	0,059	0,051	0,023	0,016	0,018	0,009	0,005
98%-Quantil	0,511	0,321	0,310	0,129	0,090	0,111	0,064	0,027

### 4.3. Entwicklung der Schwebstaubbelastung

Die Schwebstaubsituation wird im Unterschied zur SO<sub>2</sub>-Situation nur zum Teil durch Verbrennungsprozesse bedingt. Andere Verursacher von Schwebstaubemissionen sind z.B., wie unter Kap. 3.2.2. genannt, der Straßenverkehr, Bautätigkeiten und natürliche Beiträge. Vor allem die durch den Verkehr verursachten Schwebstaub-Emissionen sind kaum jahreszeitabhängig. Lediglich Inversionslagen führen auch hier in den Wintermonaten zu kurzzeitigen Konzentrationsanstiegen. Dem stehen die im Winter geringeren natürlichen Beiträge gegenüber. Zusammengefasst können im wesentlichen folgende Einflussgrößen für die Schwebstaubsituation genannt werden:

- Meteorologische Bedingungen (besonders der Wintermonate) auf die heizungsbedingten Emissionen von Schwebstaub und auf die Austauschbedingungen
- Meteorologische Bedingungen und Bodenbeschaffenheit auf die natürlichen Emissionen von Schwebstaub
- Höhe der spezifischen Schwebstaub-Emissionen durch Umstellung von Heizanlagen aller Größen auf schadstoffärmere Brennstoffe (Gas, Öl) und Maßnahmen zur Entstaubung
- Höhe der absoluten Schwebstaub-Emissionen durch Rückgang industrieller Beiträge und durch den Zuwachs an verkehrsbedingten Beiträgen

In den Abbildungen 5-21 bis 26 ist die Entwicklung der Schwebstaubbelastung für einzelne Messstationen und für Thüringen anhand ausgewählter Kennwerte dargestellt. Die Jahreskennwerte für Thüringen wurden über die Messreihen von 8 Stationen gemittelt, die über den gesamten Zeitraum verfügbar waren (Tab. 32; Abb. 5-26).



Insgesamt kann ein seit 1991 abnehmender Trend festgestellt werden, der lediglich in den Jahren 1996 und 1997 unterbrochen wurde. Ursache dafür ist einerseits der Rückgang der heizungsbedingten Schwebstaubanteile, die hauptsächlich durch die Verbrennung fester fossiler Brennstoffe verursacht wurde, und andererseits die Verringerung der Anzahl von Schwebstaubemittenten, z.B. durch Reduzierung industrieller und gewerblicher Emittenten (vgl. Abschn. 3.2.2. und 3.2.3.). Dazu kommen außerdem effiziente Maßnahmen zur Entstaubung industrieller Anlagen.

Die gegenüber dem allgemeinen Trend leichte Erhöhung in den Jahren 1996 und 1997 wurde durch meteorologische Verhältnisse verursacht. In diesen Jahren traten verstärkt Wetterlagen mit niedrigen Temperaturen und ungünstigen Austauschverhältnissen (Inversionswetterlagen) auf.

Das gegenwärtig erreichte Belastungsniveau wird hauptsächlich durch verkehrsbedingte und natürliche Schwebstaubanteile bestimmt. Lokal und zeitlich begrenzt kann auch ein erheblicher Schwebstaubanteil durch Bautätigkeiten entstehen

**Tab. 32: Entwicklung der Kennwerte für Schwebstaub nach TA Luft seit 1991**  
(Durchschnitt der seit 1991 durchgängig verfügbaren 8 Messreihen in Thüringen)

Schwebstaub Kennwert	Mittlere Konzentrationen in [mg/m <sup>3</sup> ]							
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Jahresmittel	0,069	0,068	0,061	0,052	0,047	0,055	0,054	0,044
98%-Quantil	0,205	0,176	0,184	0,127	0,105	0,139	0,132	0,115

#### 4.4. Entwicklung der Stickoxidbelastung

Da die Stickoxide zum größten Teil durch verkehrsbedingte Emissionen verursacht werden, ist ein enger Zusammenhang der Belastungsentwicklung mit der Entwicklung der Verkehrsdichte gegeben. Der durch heizungsbedingte Verbrennungsprozesse beigesteuerte Anteil an Stickoxiden wird geringer. Dem steht ein Anstieg der NO<sub>x</sub>-Belastung aufgrund sich erhöhender Verkehrsdichte gegenüber. Die Kurzzeitbelastungen hängen speziell in den Wintermonaten von den Austauschbedingungen ab.

Zusammengefasst können im wesentlichen folgende Einflussgrößen für die Stickoxidsituation genannt werden:

- Meteorologische Bedingungen (besonders der Wintermonate) auf die heizungsbedingten Emissionen von Stickoxiden und die Austauschbedingungen
- Höhe der spezifischen Stickoxid-Emissionen durch Ablösung schadstoffreicher Kfz (Katalysator) und emissionsmindernde Maßnahmen bei Heizungsanlagen
- Höhe der absoluten Stickoxid-Emissionen durch Rückgang industrieller Beiträge und durch den Zuwachs an verkehrsbedingten Beiträgen.

#### Entwicklung der Stickstoffdioxid-Belastung

In den Abbildungen 5-27 und 28 sind für ausgewählte Stationen die Jahresmittelwerte und 98%-

Quantile seit Beginn der Messreihen dargestellt. Für die Beschreibung der Belastungsentwicklung in Thüringen wurden 7 Messstationen herangezogen, die seit 1993 durchgängig verfügbar waren (Tab. 33; Abb. 5-29). Ein Vergleich unter Einbeziehung der Jahre 1991 und 1992 erscheint nicht sinnvoll, da hierfür nur 2 bzw. 3 Messreihen zur Verfügung stehen würden. Nicht enthalten in dieser Betrachtung sind Verkehrs- und Waldmessstationen.

Die Jahresmittelwerte für Thüringen haben seit 1993 ein etwa gleichbleibendes Belastungsniveau. In diesen Zeitraum wurden sowohl emissionsmindernde Maßnahmen, wie verstärkter Einsatz von Katalysatoren in Kfz und ein Rückgang der heizungsbedingten Emission als auch eine Zunahme der Verkehrsdichte wirksam. Die erhöhten Kennwerte in den Jahren 1996 und 1997 wurden durch die ungünstigen Witterungsbedingungen verursacht. Die Kurzzeitbelastungen (Tab. 33; Abb. 5-29) weisen eine ähnliche Trendentwicklung auf.

#### Entwicklung der Stickstoffmonoxid-Belastung

Die Entwicklung der Stickstoffmonoxid-Belastung ist in den Abb. 5-30 bis 33 für einzelne Messstationen und Thüringen dargestellt.

Bei den NO-Kennwerten (Tab. 34; Abb. 5-33) zeigt sich ähnlich wie bei der NO<sub>2</sub>-Belastung ein etwa gleichbleibender Verlauf, der lediglich in den Jahren 1996 und 1997 aufgrund der meteorologischen Bedingungen etwas höhere Kennwerte aufweist.

**Tab. 33: Entwicklung der Kennwerte für Stickstoffdioxid nach TA Luft seit 1993**  
(Durchschnitt der seit 1993 durchgängig verfügbaren 7 Messreihen in Thüringen)

Stickstoffdioxid Kennwert	Mittlere Konzentrationen in [mg/m <sup>3</sup> ]					
	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Jahresmittel	0,036	0,033	0,032	0,034	0,034	0,031
98%-Quantil	0,105	0,087	0,076	0,085	0,084	0,081

**Tab. 34: Entwicklung der Kennwerte für Stickstoffmonoxid nach TA Luft seit 1993**  
(Durchschnitt der seit 1993 durchgängig verfügbaren 7 Messreihen in Thüringen)

Stickstoffmonoxid Kennwert	Mittlere Konzentrationen in [mg/m <sup>3</sup> ]					
	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Jahresmittel	0,021	0,023	0,022	0,025	0,025	0,018
98%-Quantil	0,140	0,154	0,138	0,161	0,159	0,123

#### 4.5. Entwicklung der Kohlenmonoxidbelastung

Für die anteilmäßigen Ursachen der Kohlenmonoxidbelastungen gelten dieselben Aussagen, wie zu den Stickoxiden, wobei die Größenanteile unterschiedlich sind. Die durchschnittliche Belastung durch Kohlenmonoxid in Thüringen ist als sehr gering einzustufen.

Zusammengefasst können im wesentlichen folgende Einflussgrößen für die Kohlenmonoxidsituation genannt werden:

- Meteorologischen Bedingungen (besonders der Wintermonate) auf die heizungsbedingten Emissionen von Kohlenmonoxid und die Austauschbedingungen,
- Höhe der absoluten Kohlenmonoxid-Emissionen durch Rückgang industrieller Beiträge, verbesserte Heizungstechniken und Energieträgerumstellung
- Zuwachs an verkehrsbedingten Beiträgen durch erhöhte Verkehrsdichte sowie Rückgang durch verstärkten Einsatz der Katalysatorteknik.

In der Abbildung 5-33 des Grafikanhanges sind die Jahresmittelwerte und 98%-Quantile der verfügbaren

Messreihen der Thüringer Stationen dargestellt. Aus den 4 seit 1991 durchgängig verfügbaren Messreihen wurde die Belastungsentwicklung für Thüringen abgeleitet (Tab. 35; Abb. 5-34).

Die Langzeit- und Kurzzeitkennwerte sind bis auf die im Jahr 1996 stetig gefallen und liegen 1998 unter 40 % der Werte von 1991. Ursache dafür ist der starke Rückgang bei der Verbrennung fester fossiler Brennstoffe in Thüringen. Unter Berücksichtigung eines relativ konstanten Anteils an CO stimmt der Trendverlauf deshalb weitgehend mit den des Schwefeldioxides überein. Die gegenüber den allgemeinen Trend leicht erhöhten Werte in den Jahren 1996 und 1997 resultieren wie bei den bereits vorangegangenen Schadstoffen aus den ungünstigen Witterungsverhältnissen in diesen Jahren. Das Verhältnis der durchschnittlichen Kennwerte von 1998 zu den Grenzwerten der TA Luft von ca. 5% widerspiegelt die unbedeutende Rolle, die der Schadstoff CO in Thüringen spielt.

**Tab. 35: Entwicklung der Kennwerte für Kohlenmonoxid nach TA Luft seit 1991**  
(Durchschnitt der seit 1991 durchgängig verfügbaren 4 Messreihen in Thüringen)

Kohlenmonoxid Kennwert	Mittlere Konzentrationen in [mg/m <sup>3</sup> ]							
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Jahresmittel	1,4	1,0	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5
98%-Quantil	4,6	3,7	3,3	2,7	2,2	2,5	2,2	1,7

#### 4.6. Entwicklung der Ozonbelastung

Alle Messwert- und Kennwertangaben, sowie die daraus abgeleiteten Überschreitungshäufigkeiten beziehen sich auf die Normbedingungen 101,3 kPa und 293 K.

Die Belastung der Luft mit Ozon ist in weit stärkerem Maße als andere Belastungsarten von den meteorologischen Bedingungen, speziell während der Sommermonate abhängig.

Als Einflussgrößen auf die Ozonsituation sind im wesentlichen folgende bestimmend:

- Einfluss der meteorologischen Bedingungen (besonders der Sommermonate) auf die Reaktionsbedingungen zur Ozon-Bildung
- Verfügbarkeit der Vorläufersubstanzen (lokal, regional, überregional) zur Bildung und zum Abbau des Ozons

In der Ozon-Saison 1998 bestanden im wesentlichen folgende die Ozonbildung beeinflussende meteorologische Bedingungen (Abb. 2-20 bis 22):

- Die **mittlere Sonnenscheindauer** im Jahr 1998 lag unter der von 1997 und unter dem Niveau der Vorjahre.
- Die Anzahl der **heißen Tage** 1998 lag im Durchschnitt der vorangegangenen Jahre; die Anzahl **heiterer und Sommertage** lag auf vergleichbar niedrigen Niveau.

Die meteorologischen Bedingungen der Saison 1998 können in Bezug auf die Ozonbildung allgemein als durchschnittlich eingestuft werden.

In Thüringen liegen mit Unterbrechungen Messreihen seit 1991 vor, die allerdings zum Teil, nicht als technisch gesichert gelten. Das betrifft die Messreihen bis Anfang 1993 von Erfurt, Gera und Suhl. Erst zu diesem Zeitpunkt war ein eignungsgeprüftes Qualitätssicherungsverfahren verfügbar, so dass die vorher gewonnenen Messreihen nur informativen Charakter haben und als Analysemöglichkeit für qualitative Aussagen, wie Jahres-, Wochen- und Tagesgänge genutzt werden können.

Für die Darstellung der Belastungsentwicklung in Thüringen wurden die 6 Stationen verwendet, die seit 1994 durchgehend verfügbare Messreihen aufweisen (Erfurt Krämpferstr., Gera Fridericistraße, Meiningen, Neuhaus, Nordhausen, Suhl).

In der Tabelle 36 sind die Jahresmittelwerte und 98%-Quantile für Ozon dargestellt. Im Unterschied zur TA Luft beziehen sich diese Werte auf 293 K. Da die Jahreskennwerte sehr stark von den meteorologischen Bedingungen abhängen, ist aus dieser kurzen Messreihe kein Trend ableitbar.

Die analoge Aussage bezüglich des Trends ergibt sich für die in Tabelle 37 und Abb. 5-37 dargestellten Maximalwerte entsprechend 22. BImSchV und VDI 2310.

Für die Überwachung des Informationsschwellenwertes nach § 1a der 22. BImSchV wurden alle verfügbaren Messstationen einbezogen. Die Anzahl der Tage mit Überschreitungen des Schwellenwertes von 180 µg/m<sup>3</sup> ist in Tabelle 38 dargestellt.

**Tab. 36: Entwicklung der Jahreskennwerte für Ozon seit 1994**

(Durchschnitt der seit 1994 durchgängig verfügbaren 6 Messreihen in Thüringen, Bezugswert 293 K)

O <sub>3</sub> Kennwert	Jahreskennwerte [in µg/m <sup>3</sup> ]				
	1994	1995	1996	1997	1998
Jahresmittel	44	42	40	41	45
98%-Quantil	137	128	114	115	120

**Tab. 37: O<sub>3</sub>: Vergleich ausgewählter Maxima entsprechend 22. BImSchV und VDI 2310**

(Maxima der seit Saison 1994 verfügbaren 6 Messreihen, Normtemperatur 293 K)

O <sub>3</sub> Kennwert	Maxima von 6 Messreihen [in µg/m <sup>3</sup> ]				
	1994	1995	1996	1997	1998
Tagesmittel	181	161	158	152	163
8-Std.-Mittel	196	179	165	162	183
1-Std.-Mittel	206	211	185	195	228
1/2-Std.-Mittel	210	212	188	200	251

**Tab. 38: O<sub>3</sub>: Anzahl der Tage mit Überschreitungen des Informationsschwellenwertes 180 µg/m<sup>3</sup>**

(Einbeziehung aller verfügbaren Messstationen in Thüringen; Bezugswert 293 K)

O <sub>3</sub> Kennwert	Jahreskennwerte [in µg/m <sup>3</sup> ]				
	1994	1995	1996	1997	1998
Anzahl der Tage	12	7	5	3	8
Anzahl der Stationen	10	12	15	15	15

## 5. Zusammenfassung

Für die Beurteilung des gegenwärtigen Belastungsniveaus in Thüringen wurden im Abschnitt 3 alle verfügbaren Messreihen herangezogen, außer denen der Verkehrs- und Waldmessstationen. Die in der Tabelle 39 ausgewiesenen Werte unterscheiden sich daher zu den Angaben im Abschnitt 4, da für die Bewertung des Belastungstrends nur Messreihen einbezogen wurden, die seit 1991 bzw. 1994 durchgängig verfügbar waren.

Insgesamt kann eingeschätzt werden, dass sich die Luftqualität 1998 in Thüringen gegenüber den vergangenen Jahren weiter verbessert hat. Neben der Verminderung von Schadstoffemissionen, insbesondere durch den Rückgang der Verbrennung fester fossiler Brennstoffe, traten 1998 zusätzlich auch begünstigende meteorologische Bedingungen auf.

Besonders die Belastung durch **Schwefeldioxid** ist erheblich verringert worden. Während man noch im Jahr 1991 von einer stark überhöhten Kurzzeitbelastung ausgehen musste, lagen 1998 sowohl die Langzeit- als auch Kurzzeitkennwerte, gemessen an den Grenzwerten der TA Luft, auf einer sehr geringen Belastungsstufe. Ein ebenfalls sehr geringes Belastungsniveau wird auch durch **Kohlenmonoxid** erreicht. Trotz einer allgemein leichten Abnahme der Kennwerte für **Schwebstaub** muss auch weiterhin von einer mittleren Belastung in Thüringen ausgegangen werden. Bei **Stickstoffdioxid** besteht ebenfalls bei etwa gleichbleibender Tendenz ein mittleres Belastungsniveau.

Die **Ozonbelastung** war 1998 in Thüringen aufgrund der meteorologischen Gegebenheiten etwas höher als 1997. Das betrifft sowohl die ermittelten Langzeit- bzw. Kurzzeitkennwerte als auch die verschiedenen Maximalwerte und Anzahl der Tage mit Überschreitungen des Informationsschwellenwertes von  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Da die Ozonbelastung hauptsächlich von den meteorologischen Bedingungen, speziell in den Sommermonaten abhängt, kann aus dem relativ kurzen Zeitraum der Jahresvergleiche kein allgemeiner Trend abgeleitet werden.

Aufgrund der relativ häufigen Überschreitungen der gültigen Schwellen-, Richt- und Leitwerte erlangt Ozon auch weiterhin einen hohen Stellenwert bei der Schadstoffüberwachung in Thüringen

Die Höhe der Ozonkonzentration hängt neben den bereits erwähnten meteorologischen Bedingungen auch von dem Vorhandensein von Vorläufersubstanzen ab. Auch aufgrund dieser Tatsache und neuer Erkenntnisse über die krebserregende Wirkung von Ruß und Benzol ergibt sich die wachsende Notwendigkeit der Überwachung der verkehrsbedingten Schadstoffe.

In Thüringen werden an zwei Verkehrsmessstationen die verkehrsbedingten Schadstoffkomponenten **Stickstoffdioxid**, **Ruß** und **Benzol** gemäß 23. BImSchV überwacht. An der Messstation Erfurt Bergstraße wurde der Prüfwert für Stickstoffmonoxid und Ruß überschritten. Der neue seit 1998 gültige Prüfwert für Benzol wurde an beiden Messstationen eingehalten. Geht man davon aus, dass 1998 ein

bezüglich der meteorologischen Austauschbedingungen günstiges Jahr war, sind weiterhin bei innerstädtischen Straßen und Plätzen mit hoher Verkehrsbelegung Überschreitungen der Prüfwerte nicht auszuschließen. Insbesondere enge Straßenschluchten mit lückenloser Randbebauung weisen aufgrund der ungünstigen Luftaustauschverhältnisse ein hohes Gefährdungspotential zur Überschreitung der Prüfwerte der 23. BImSchV für Ruß und Stickstoffdioxid auf.

Tab. 39: Schadstoffbelastung 1998 anhand von durchschnittlichen Kennwerten nach TA Luft

Schadstoff	Verhältnis I1/IW1 [%]	Verhältnis I2/IW2 [%]	Belastungsstufe	Tendenz
Stickstoffdioxid	36,2	38,5	mittel	etwa gleichbleibend
Schwebstaub	26,7	33,7	mittel	leicht abnehmend
Schwefeldioxid	4,0	6,8	sehr gering	auf geringem Niveau abnehmend
Kohlenmonoxid	5,0	5,4	sehr gering	auf geringem Niveau abnehmend