

# LIS - Berichte

## Nr. 60

Ergebnis der Erprobung des  
automatischen Ozon-Meßge-  
rätes Dasibi, Typ 1008 AH

Herausgeber:

Landesanstalt für Immissionsschutz  
des Landes Nordrhein-Westfalen  
Wallneyer Str. 6

D-4300 Essen 1

1986

ISSN 0720-8499

Ergebnis der Erprobung des  
automatischen Ozon-Meßgerätes  
Dasibi, Typ 1008 AH

Dr. Horst Manns und Hermann Gies

Inhaltsverzeichnis

Z u s a m m e n f a s s u n g

S u m m a r y

Tabelle der Testergebnisse

1. Einleitung
2. Meßprinzip und Aufbau des Prüflings
3. Versuchsdurchführung
  - 3.1. Beschreibung des Prüffeldes im Labor
  - 3.2. Kalibrierung
  - 3.3. Analysefunktion
  - 3.4. Nachweisgrenze
  - 3.5. Reproduzierbarkeit
  - 3.6. Totzeit
  - 3.7. Einstellzeit
  - 3.8. Einfluß der Temperatur des Meßgutes
  - 3.9. Einfluß der Umgebungstemperatur auf Nullpunkt-Meßsignal und Empfindlichkeit
  - 3.10. Netzspannungsabhängigkeit
  - 3.11. Querempfindlichkeit
  - 3.12. Einfluß des atmosphärischen Luftdruckes
  - 3.13. Einfluß der Umgebungsfeuchte auf das Meßsignal
4. Feldtest
  - 4.1. Prüffeld für den Feldtest
  - 4.2. Zeitliche Drift für Nullpunkt und Empfindlichkeit
  - 4.3. Wartungsintervall
  - 4.4. Verfügbarkeit
  - 4.5. Rüst- und Einlaufzeiten
5. Schlußbemerkung
6. Schrifttum

Tabellenanhang

ERGEBNISSE DER ERPROBUNG DES AUTOMATISCHEN OZON-MESSGERÄTES DASIBI,  
TYP 1008 AH

Dr. Horst Manns und Hermann Gies

Z U S A M M E N F A S S U N G

Es wird über die Erprobung des automatischen Ozon-Meßgerätes Dasibi, Typ 1008 AH, berichtet. Mit diesem Gerät ist die technische Umsetzung der direkten Ozon-Gehaltsbestimmung durch Messung der UV-Lichtabsorption des Ozons in ein über lange Zeit stabil arbeitendes Immissionsmeßgerät gelungen. Da die Selektivität der Ozonmessung durch die Verwendung eines Selektivfilters erreicht wird, muß auch dieses Meßgerät mit Prüfgasen kalibriert werden. Der Meßbereich liegt zwischen 2 und 1.000 vpb. Ein geringer Einfluß (6,7 %) durch 140 vpb Schwefeldioxid auf das Meßsignal ist bei den langjährig registrierten Immissionskonzentrationen des Schwefeldioxids unbedeutend. Die Meßwerte werden druck- und temperaturkompensiert ausgegeben. Das Meßgerät erfüllt die Mindestanforderungen nach der bundeseinheitlichen Praxis bei der Überwachung der Immissionen.

RESULTS OF FIELDTESTS WITH THE AUTOMATED OZONE MONITOR DASIBI, TYPE 1008 AH

S u m m a r y

Results of testing the automated Ozone-Monitor 1008 AH are reported. This analyser for monitoring air pollution is a good application of the direct ozone measurement by the UV-absorption method. Selectivity is obtained by using an ozone scrubber. The device has to be calibrated by test gases with a known ozone concentration. A deviation of 6,7 % caused by sulphur dioxide in air (140 vpb) on the instrument reading is unimportant within the SO<sub>2</sub>-level in ambient air. The device has a measuring range from 2 - 1.000 vpb and the instrument reading is stable within a long time.

The monitor fulfils the minimum requirements of the national practice for the surveillance of ambient air (immissions); (Bundeseinheitliche Praxis bei der Überwachung der Immissionen).

Kurzfassung zum Ergebnis der Eignungsprüfung nach den Mindestanforderungen.  
Erprobungsbericht der LIS, Essen 1985

Prüfling: Ozon-Meßgerät von Dasibi, Typ 1008 AH

IT1: 25 vpb ( $53,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )

IT2: 75 vpb ( $160,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )

1.1.5	Justierung der Meß- geräte	gesichert gegen un- beabsichtigtes Ver- stellen	schwach ge- sicherte Kippschalter	-
1.1.6	Lage des Meßsignal- nullpunktes	lebender Nullpunkt	0 - 9 vpb 0 -90 vpb	+
1.1.7	Nachweisgrenze	$\leq 0,1$ IT1	2 vpb	+
1.1.8	Meßbereichsendwert	$\approx 2 \times$ IT2 + Spitzen- belastungen	1000 vpb	+
1.1.9	Reproduzierbarkeit	$\approx 10$	82	+
1.1.10	Umgebungstemperatur- änderung Nullpunkt	bei $\Delta 10$ K = 2 % vom IT2	0,6 %	+
1.1.11	Umgebungstemperatur- änderung Empfind- lichkeit	bei $\Delta 10$ K = 2 % der Empfindlichkeit bei 293 K	0,3 %	+
1.1.12	Meßguttemperatur/ Änderung Nullpunkt	von 235 K bis 313 K $\leq 2$ % vom IT2	1 %	+
1.1.13	Meßguttemperatur/ Änderung Empfind- lichkeit	von 253 K bis 313 K $\leq 2$ % der Empfind- lichkeit bei 273 K	1,9 %	+
1.1.14	Nullpunktsdrift in 24 Stunden	$\leq 2$ % vom IT2	+/- 0,4 %	+
	Nullpunktsdrift in 30 Tagen	$\leq 10$ % vom IT2	- 0,7 %	+
1.1.15	Empfindlichkeits- drift in 24 Stunden	$\leq 2$ % der Empfind- lichkeit	+/- 0,4 %	+
	Empfindlichkeits- drift in 30 Tagen	$\leq 10$ % der Empfind- lichkeit	+ 0,5 %	+
1.1.16	Wartungsintervall		30 Tage	+
1.1.17	Netzspannungs- schwankungen		180 V $\Rightarrow$ + 0,5 % unge- puffert	+
1.1.18	Meßsignalausgang	0 - 20 mA an der Frontplatte	0 - 1 V rückseitig Digitalanzeige frontseitig	-
1.2.1	Statussignale/ Telemetrie	Überwachung der Gerätefunktion	nein	-
1.2.2	Umschaltung/ Telemetrie	Messen/Kalibrieren	nein	-

1.2.3	Verfügbarkeit	$\geq 80 \%$	99 %	+
1.2.4	Kalibrierzeit (1 Punkt)	$\leq 0,05$ Meßzeit 30 Minuten 24 Stunden	ja ja	+ +
1.4.1	Analysenfunktion	$x = by + a$	0,9753 y + 1,047	+
1.4.2	Querempfindlichkeit	$\leq 6 \%$ vom IT2		
	Schwefeldioxid	140 vpb	6,7 %	-
	Kohlenstoffdioxid	1000 vpm	0	+
	Kohlenstoffmonoxid	12 vpm	0	+
	Stickstoffmonoxid	380 vpb	0,1 %	+
	Stickstoffdioxid	300 vpb	0,3 %	+
	Benzol	97 vpb	- 0,9 %	+
	Wasserdampf	45 % RF	0	+
		65 % RF	- 0,6 %	+
		75 % RF	- 1,3 %	+
		85 % RF	- 2,5 %	+
1.4.3	Bildung von Halb- stundenmittelwerten	Integrationszeit	ja	+
1.4.4	Einstellzeit (90 %)	$\leq 180$ s	50 s	+
1.4.5	Sicherung gegen un- kontrolliertes Aus- strömen von Betriebs- und Kalibriergasen	bei Störungen und Stromausfall	ja	+

## 1. Einleitung

In Fortsetzung der Erprobung automatischer Immissionsmeßgeräte, die bei Erfüllung vorgegebenen Qualitätskriterien von der LIS zu Meßzwecken eingesetzt werden sollen, wurde dieser Geräte-Typ erprobt. Der Geräteprüfung lagen sowohl die in der LIS bewährte Prüfpraxis [1, 2, 3] als auch der Prüfplan [9] zur bundeseinheitlichen Praxis bei der Überwachung der Immissionen gemäß den Richtlinien für die Bauausführung und Eignungsprüfung von Meßeinrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung der Immissionen [4] zugrunde.

## 2. Meßprinzip und Aufbau des Prüflings

Prüfling ist das Ozon-Meßgerät für Immissionsmessungen von Dasibi, Typ 1008 AH. Die Fähigkeit des Ozons zur Absorption von Licht mit Wellenlängen im Bereich der ultravioletten Strahlung wird in diesem Gerät zur direkten Messung der Ozonkonzentration in Luft ausgenutzt. Die Abschwächung einer gegebenen und bekannten Lichtintensität in einer Probenküvette ist nach dem LAMBERT-BEERSchen Gesetz proportional zur Ozonkonzentration. Der Probenküvette wird das Probengas über einen Gasweg zugeführt wie er in dem vereinfachten Aufbauschema des Typs 1008 AH in Abbildung 1 wiedergegeben ist.

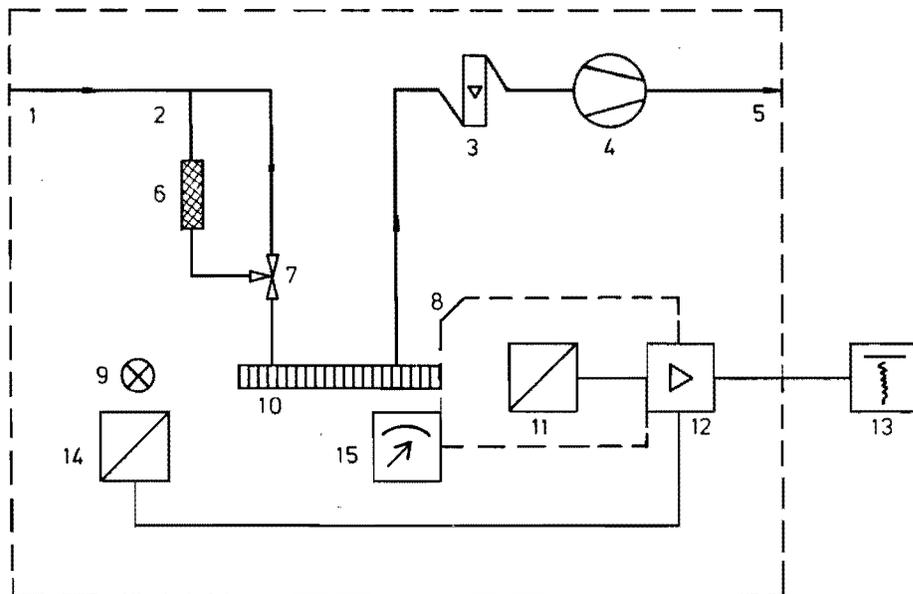


Abb. 1: Ozon-Meßgerät Dasibi 1008 AH

- |                      |                                     |
|----------------------|-------------------------------------|
| 1 Probengaseinlaß    | 9 UV-Lichtquelle                    |
| 2 Gaswegabzweig      | 10 Meßküvette                       |
| 3 Strömungsmesser    | 11 Strahlungsempfänger (Probe)      |
| 4 Pumpe              | 12 Mikroprozessor                   |
| 5 Gasauslaß          | 13 Meßsignalregistrierung           |
| 6 Ozon (null) filter | 14 Strahlungsempfänger (Lichtmenge) |
| 7 Dreiwegeventil     | 15 Barometer                        |
| 8 Temperaturfühler   |                                     |

Eine Pumpe (4) saugt über den Probengaseinlaß (1) die Probe über einen Gaswegabzweig und ein Dreiweventil (7) durch die Meßküvette. Zwischen der Meßküvette und der Pumpe befindet sich ein Strömungsmesser (3). Alternierend wird das Probengas vom Probengaseinlaß (1) über einen Ozonfilter (6) zur Entfernung des Ozons in die Meßküvette gefördert. Ein Meßzyklus mit einer Dauer von etwa 10 s besteht einschließlich der Spülzeiten aus der Messung einer Nullprobe - in diesem Fall der von Ozon befreiten Probenluft - und der Messung der unveränderten Probenluft. Zwischen den Nullmessungen und den Probenmessungen wird die Meßzelle jeweils etwa 4 s gespült. Die Folge von Nullmessung und Messen der Probe wird zum Nullabgleich des photometrischen Systems für jeden einzelnen Meßzyklus benutzt. Das photometrische System besteht aus

- einer UV-Lampe (9) (Niederdruck-Kalkathoden-Quecksilberdampflampe) mit gefiltertem Licht, dessen Wellenlängenmaximum nach Herstellerangaben bei 253,7 nm (92 %) liegt,
- einer Meßküvette (10) mit einer optischen Länge von 71 cm,
- einem Strahlungsempfänger (11) (Detektor) mit einer Cäsiumtellurid-Vakuumdiode,
- einem Elektrometer, das den Lichtstrom in eine Serie von Impulsen wandelt.

Parallel dazu wird eine Lichtmengenerfassung (14) der Lichtemission in der Nähe der UV-Lichtquelle über ein zweites Detektor-/Elektrometersystem als Kontrollsystem durchgeführt. Die Impulsfrequenzen beider Detektoren werden in einem Mikroprozessor verarbeitet. Der Meßzyklus beginnt mit der Messung des Nullgases, wobei im Mikroprozessor zwei Zähler für die Impulsfrequenzen aufgebaut werden (s. Abbildung 2). Der Probenzähler erhält das Integral der Lichtmenge über 1,5 s nach Durchlauf des Lichtes durch die mit Nullgas gespülte Meßküvette, während gleichzeitig der Kontrollzähler die Lichtmenge der UV-Lichtquelle integriert. Der Wert des Probenzählers wird danach als Intensität  $I_0$  in einem Speicher des Mikroprozessors übernommen und der Probenzähler auf 0 zurückgesetzt. Der Kontrollzählerinhalt bleibt bis zum Beginn der Messung des ozonhaltigen Probengases erhalten und wird dann während der Messung bis zum Inhalt Null zurückgezählt. Gleichzeitig wird im Probenzähler die Intensität  $I_M$  der Probe erfaßt. Auf diese Weise wird die Probe mit der gleichen Lichtmenge bestrahlt wie sie kurz zuvor während der Nullgasmessung emittiert wurde. Die Driften der Lichtintensität der Lampe und der Detektorempfindlichkeiten werden so elegant kompensiert. Zugleich wird somit die Selektivität erreicht, indem die Kompensation ebenfalls alle nicht vom Ozonfilter zurückgehaltenen und das UV-Licht absorbierenden Komponenten einschließt.

Das Gerät enthält weiterhin einen Temperatur- und einen Druckfühler, deren Meßwerte im Mikroprozessor zur Temperatur- und Druckkorrektur der Ozonmeßwerte verrechnet werden. Das Meßergebnis ist auf einer fünfstelligen Digitalanzeige in vpm ablesbar oder kann über einen Analogausgang auf der Geräterückseite von

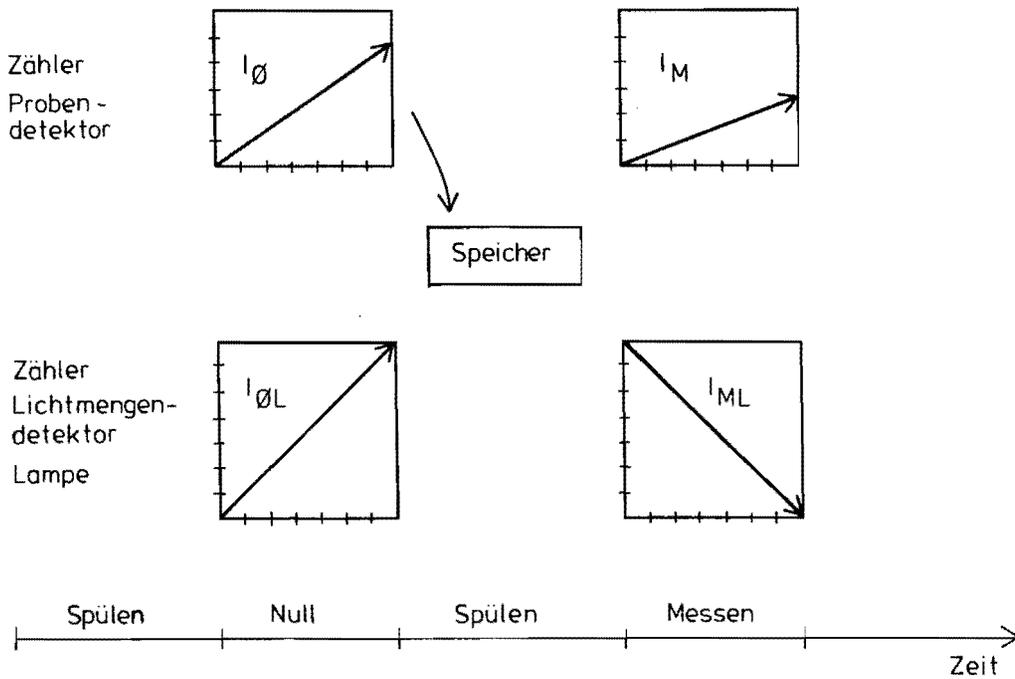


Abb. 2: Lichtmengenerfassung des Photometers im Ozon-Meßgerätes  
Dasibi 1008AH

0 - 1 V registriert werden. Der von einer Membranpumpe geförderte Probeluftstrom beträgt:

60 l/h

Meßbereich: 0,001 - 1 vpm

angezeigte Betriebszustände: keine

angezeigte Fehlerzustände: keine

Die Bedienungselemente sind gegen unbeabsichtigtes Verstellen während des Betriebes durch Gehäusevorstand nur schwach gesichert. Die Mindestanforderung 1.1.5 ist nicht erfüllt.

Die Lage des Nullpunktes ist mit den Schrittweiten von 1 vpb bis max. 9 vpb (0,9 % des Meßbereiches) oder 10 vpb bis max. 90 vpb (9 % des Meßbereiches) zu verändern. Dadurch wird das Meßsignal um die eingestellten Beträge angehoben und die Beobachtung negativer Nullpunktsdriften wird möglich. Mit der Nullpunktsanhebung um 10 vpb ist die Mindestanforderung 1.1.6 erfüllt.

Der für telemetrische Meßnetze wie TEMES [5] geforderte Meßsignalausgang als eingepprägter Strom von 0 bis 20 mA mit einem lebenden Nullpunkt bei 4 mA war im Prüfling nicht vorhanden. Dieser Meßsignalausgang ist als Sonderausstattung erhältlich. Die Mindestanforderung 1.1.18 ist für den Prüfling nicht erfüllt. Mit dem Meßbereich kann sowohl das 2fache des Kurzzeitimmissionstestwertes als auch eine Spitzenbelastung erfaßt werden. Die Mindestanforderung 1.1.8 ist erfüllt.

Die Prüflinge waren nicht für den telemetrischen Meßbetrieb ausgerüstet. Es ist jedoch möglich, Geräte mit der Ausstattung für den telemetrischen Meßbetrieb vom Gerätevertrieb zu erhalten. Die Mindestanforderungen 1.2.1 und 1.2.2 wurden vom Prüfling nicht erfüllt.

Das Gerät vom Typ 1008 AH benötigt keine Betriebsgase. Die Kalibriergase müssen dem Prüfling von einer externen Prüfgaseinheit über den Prüfgasweg angeboten werden. Bei Gerätestörungen im Prüfling oder bei Stromausfall können keine Betriebs- oder Kalibriergase unkontrolliert ausströmen. Die Mindestanforderung 1.4.5 ist erfüllt.

### 3. V e r s u c h s d u r c h f ü h r u n g

Die im Bundeseinheitlichen Prüfplan festgelegten Gehalte der Prüfgase an Beimengungen sind orientiert an den jeweiligen Immissionsgrenzwerten. Für Ozon existieren z.Zt. weder Immissionsgrenzwerte noch MIK-Werte. Daher werden ersatzweise Test-Werte (IT) herangezogen, die sich orientieren an den in der Vergangenheit im allgemeinen gemessenen Ozonimmissionen. Es liegen als Immissions-testwerte zugrunde:

IT1: 25 vpb = 50,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

IT2: 75 vpb = 160,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

#### 3.1. Beschreibung des Prüffeldes im Labor

Der Prüfplatz im Laboratorium würde überwiegend so aufgebaut, wie er in [1] beschrieben ist. Seine wesentlichen Bestandteile sind:

- Ozongenerator zur Erzeugung konstanter Ozonmassenströme
- Reinluftherzeugungsstrecke
- programmierbare Apparatur zur Erzeugung rechteckiger Konzentrations-Zeit-Profile mit variabler Länge
- Mehrbereichsschreiber mit schnellem Papiervorschub.

Für die Kalibrierung wurden Prüfgase beginnend mit der höchsten Konzentration nacheinander mit absteigender Konzentrationshöhe bis zur Konzentration Null angeboten. Danach wurde dieser Angebotszyklus mehrfach wiederholt.

Die Konzentrationen der Meßkomponente Ozon in den Prüfgasen wurde mit dem Basisverfahren nach der VDI-Richtlinie 2468 Blatt 1 [6] bestimmt.

### 3.2. Kalibrierung

In den Tabellen 1 bis 2 ist die Kalibrierung von zwei Prüflingen wiedergegeben. Der Prüfling 1 mit der Seriennummer 3638 zeigte zunächst die Kalibrierfunktion

$$y = 1,0253x - 1,074$$

und sieben Monate später die nur geringfügig geänderte Funktion

$$= 1,0202x + 0,357.$$

Für den Prüfling 2 mit der Seriennummer 3830 wurde die Funktion

$$y = 0,9956x + 0,092 \text{ erhalten.}$$

Die relative Wiederholstandardabweichung liegt im Bereich von 0,7 - 1,3 %.

Die Linearitätsprüfung ließ keine Abweichung von der Linearität erkennen.

### 3.3. Analysenfunktion

Die Analysenfunktion errechnet sich aus der Umkehrung der Kalibrierfunktion.

Prüfling 1: a)  $x = 0,9753y + 1,047$

b)  $x = 0,9799y - 0,350$

Prüfling 2:  $x = 1,0044y - 0,092$

Die Mindestanforderung 1.4.1 ist erfüllt.

### 3.4. Nachweisgrenze

Das Verhalten der Geräteanzeigen bei der Messung von Nullgas als gereinigte Raumluft wurde nach Anhebung der Geräte Nullpunkte um etwa 8 vpb beobachtet. Die dreifache Streuung der Nullpunktanzeige aus 48 Wiederholungsmessungen (s. Tabelle 4 und 5, im Anhang) beträgt 0,86 vpb und 0,93 ppb.

Aufgrund der digitalen Meßsignalverarbeitung im Prüfling steht das Meßsignal auch am analogen Signalausgang nur klassiert zur Verfügung. Im Test betrug die Klassenweite 1 vpb. Da nun die zuvor beschriebene Blindwertstreuung Werte unterhalb von 1 vpb errechnen ließ, wurde untersucht, ob der Prüfling eine Ausgabeschwelle der Meßsignalverarbeitung oberhalb von 1 vpb besitzt. Dazu wurden dem kalibrierten Prüfling Prüfgase mit feiner Konzentrationsabstufung in fallender Reihe angeboten (vgl. Tabelle 6, im Anhang). Eine Ausgabeschwelle oberhalb von 1 vpb trat nicht auf. Somit trifft hier für die Angabe der Nachweisgrenze der klassierenden Meßverfahren die von MANNING et al. an anderer Stelle [7 und 8]

beschriebene Beurteilung zu. Danach ist der Wert der Meßobjektkonzentration, der der unteren Grenze der zweiten Klasse entspricht, als Nachweisgrenze zu betrachten. Für den Prüfling lautet dieser Wert 2 vpb.

Die Mindestanforderung 1.1.7 ist erfüllt.

### 3.5. Reproduzierbarkeit

Die Reproduzierbarkeit (s. Tabelle 7, im Anhang) überschreitet bei weitem den Prüfwert 10. Die Mindestanforderung 1.1.9 ist erfüllt.

### 3.6. Totzeit

Wie aus der Funktionsbeschreibung des Prüflings zu entnehmen ist, arbeitet der Typ 1008 AH wegen der Nullpunktkorrektur mit einem Meßzyklus von einer Taktlänge über etwa 10 Sekunden. Da die Totzeit kleiner als zwei Zykluszeiten gefunden wurde, wird sie hier gemäß dem Prüfplan [9] mit 2 Zykluszeiten gleich 20 s angegeben.

### 3.7. Einstellzeit

Die kontinuierliche, zyklische Arbeitsweise des Prüflings führt alle 10 Sekunden zu einem aktualisierten Meßwert. Daraus können Halbstundenmittelwerte gebildet werden. Die Einstellzeit (90 %) wurde mit 50 Sekunden ermittelt; sie liegt damit innerhalb der geforderten Zeitspanne von 180 Sekunden.

Die Mindestanforderung 1.4.4 ist erfüllt.

### 3.8. Einfluß der Temperatur des Meßgutes

Versuchsordnung:

Das Prüfgas wurde den Prüflingen sowohl mit einer Temperatur von  $-20^{\circ}\text{C}$  als auch von  $+40^{\circ}\text{C}$  angeboten.

Die Prüflinge zeigen einen Meßguttemperatureinfluß auf den Nullpunkt von 0,3 % und -0,9 % (s. Tabelle 8, im Anhang) bei einem Temperatursprung von 60 K. Wegen der geringen Temperatureinflüsse wurde auf eine weitergehende Differenzierung verzichtet. Über ein Temperatursprung von 10 K errechnet sich aus dem höchsten Wert ein Einfluß von 0,15 %. Der Prüfling erfüllt mit 0,2 % (aufgerundet) Temperaturabhängigkeit des Nullpunktes von der Meßguttemperatur die Mindestanforderung 1.1.12.

Die Empfindlichkeit ändert sich bei den Prüflingen um -1,9 % bzw. 0,9 % ebenfalls über einen Temperatursprung des Meßgutes um 60 K (s. Tabelle 9, im Anhang). Bezogen auf einen Temperatursprung von 10 K ermittelt sich die Temperaturabhängigkeit der Empfindlichkeit zu 0,3 %.

Die Mindestanforderung 1.1.13 ist auch hier erfüllt.

### 3.9. Einfluß der Umgebungstemperatur auf das Nullpunkt-Meßsignal und die Empfindlichkeit

Die im Prüfling am Ende der Meßküvette gemessene Temperatur dient im Mikroprozessor zur Korrekturberechnung des Meßwertes. So treten die nach dem allgemeinen Gasgesetz zu erwartenden Meßsignalabhängigkeiten in der Meßwertanzeige nicht mehr auf. Es verbleibt lediglich ein Einfluß der Umgebungstemperatur (s. Tabellen 10 und 11, im Anhang)

auf den Nullpunkt von 0,6 % und  
auf die Empfindlichkeit von 0,3 %.

Die Mindestanforderungen 1.1.10 und 1.1.11 sind erfüllt.

### 3.10. Netzspannungsabhängigkeit

Der Einfluß des Abfalls der Netzspannung (s. Tabelle 12, im Anhang) von 220 V auf 180 V kann 0,5 % betragen.

### 3.11. Querempfindlichkeit

Die Ergebnisse der Prüfungen auf Störungen durch die Stoffe  $\text{SO}_2$ , NO,  $\text{NO}_2$ , CO,  $\text{CO}_2$  und Benzol sowie der Luftfeuchte können den Tabellen 13 und 14 (s. Anhang) entnommen werden.

Für alle geprüften Stoffe außer  $\text{SO}_2$  sind die Mindestanforderungen (1.4.2) eingehalten. 140 vpb  $\text{SO}_2$  täuschen 5 vpb Ozon vor, das sind 6,7 % des Immissionswertes von 75 vpb. Ähnliche Ergebnisse werden auch von HOLT, WENDLER und SCHURATH [10] berichtet, die den Störeinfluß auf  $\text{SO}_2$ -Sorptions bzw. Konvertierung im Ozonfilter zurückführen.

### 3.12. Einfluß des atmosphärischen Luftdruckes

Weiterhin besitzt der Typ 1008 AH einen Meßfühler für den Absolutdruck am Ende der Meßkette. Ebenso wie die Gastemperatur wird auch der Druck des Probengases vor der Anzeige des Meßwertes rechnerisch berücksichtigt.

#### Versuchsordnung:

Dem Prüfling wurde bei dem Luftdruck des Versuchstages Ozonprüfgas gemäß Abbildung 3 hinter einer Überströmöffnung drucklos angeboten, wobei zwischen der Überströmöffnung und dem Prüfling eine variable Strömungsblende zur Verringerung des Luftdruckes im Gasweg des Ozon-Monitors diente.

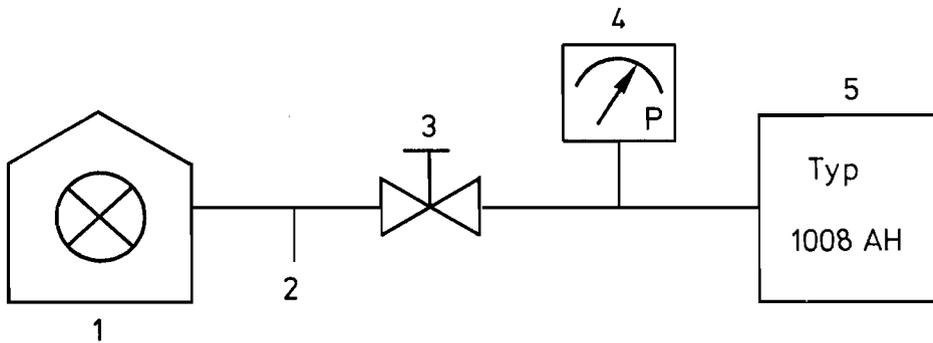


Abb. 3: Versuchsaufbau zur Prüfung der Luftdruckabhängigkeit

- |                               |                           |
|-------------------------------|---------------------------|
| 1 Ozon-Prüfgasgenerator       | 4 Manometer               |
| 2 Auslaß für Prüfgasüberschuß | 5 Prüfling Dasibi 1008 AH |
| 3 Druckregler                 |                           |

Die Wirksamkeit der Druckkorrektur ist an den Meßwerten der Tabellen 15 und 16 (s. Anhang) leicht zu erkennen. Wenngleich die Kennlinie der Druckkompensation ab etwa 930 mbar leicht abfällt, so arbeitet die Druckkompensation im Bereich der atmosphärisch auftretenden Drücke bis etwa 960 mbar ohne jede Abweichung.

### 3.13. Einfluß der Umgebungsfeuchte auf das Meßsignal

Eine Änderung der Umgebungsluftfeuchte (s. Tabelle 17, im Anhang) von 32 % RF auf 89 % RF änderte das von 58,5 vpb herrührende Ozonmeßsignal um 2 %.

## 4. F e l d t e s t

### 4.1. Prüffeld für den Feldtest

Die Prüflinge wurden in einer Versuchshalle unter den Bedingungen kontinuierlicher Messungen in einer Meßstation betrieben.

#### 4.2. Zeitliche Drift für Nullpunkt und Empfindlichkeit

Für die im Feldversuch (Dauerversuch) durch tägliche Prüfgasaufgabe erhaltenen Meßwerte wurden die Driften (monotone Drift) durch lineare Regression der gemessenen Daten auf die Zeit ermittelt und als Abweichung pro Monat von der Ausgangskonzentration (Prüfgas-Sollwert bzw. Nullpunktlage zu Versuchsbeginn) in Gehalt der Meßkomponente angegeben. Die Streuung der Einzelwerte um die Ausgleichsgrade wird als Kurzzeitdrift über 24 Stunden angegeben. Die Konzentrationen der Meßkomponente Ozon im Prüfgas wurde mit dem Basisverfahren nach der VDI-Richtlinie 2468, Blatt 1, [6] bestimmt. Die Testergebnisse über die zeitlichen Driften sind in den Tabellen 18 bis 21 (s. Anhang) aufgeführt und zeigen für beide Prüflinge eine sehr geringe Änderung des Nullpunkt-Meßsignals von -0,7 % und 0,1 %. Die Kurzzeitänderung über 24 Stunden des Nullpunktes fällt ebenfalls mit +/- 0,3 % und +/- 0,4 % sehr gering aus. Die Mindestanforderungen 1.1.14 und 1.4.1 sind erfüllt.

Die zeitliche Änderung der Empfindlichkeit über 30 Tage war bei den Prüflingen mit 0,3 % und 0,5 % sehr gering. Ebenso gering wurde die Kurzzeitänderung der Empfindlichkeit mit 0,4 % und 0,2 % gefunden. Auch hier werden die Mindestanforderungen 1.1.15 erfüllt.

#### 4.3. Wartungsintervall

Vom Hersteller wird ein Wartungsintervall von einem Jahr empfohlen, nach dem die UV-Lichtquelle erneuert werden sollte. Kürzere Wartungsintervalle können verursacht sein durch

- Verschmutzung der Optik des Photometers als auch der Gaswege
- Verbrauch des Ozonfilters nach 4 - 6 Monaten
- Verbrauch der Pumpenmembranen
- Filterverschmutzung eines im Bedarfsfall vor dem Probengaseingang installierten Staubfilters.

Die Mindestanforderung 1.1.16 ist erfüllt.

#### 4.4. Verfügbarkeit

Die geringen im Testzeitraum erforderlichen Wartungszeiten und der beständige Betrieb des Meßgerätes (fehlende Ausfallzeit) erlauben für diesen Test eine Verfügbarkeit von größer 99 % anzugeben. Die Mindestanforderung 1.2.3 ist erfüllt.

#### 4.5. Rüst- und Einlaufzeiten

Die Rüstzeit des Typs 1008 AH ist mangels des Bedarfs an Betriebsgasen oder Reagenzlösungen extrem kurz und beschränkt sich nach dem Abstellen am Meßort auf die Verbindung zur elektrischen Energieversorgung und des ggf. erforderlichen Anschlusses eines Registriergerätes sowie des Anschlusses des Proben-gaszuführungsschlauches.

Die Einlaufzeit wird vom Hersteller mit 30 Minuten angegeben.

#### 5. S c h l u ß b e m e r k u n g

Die technische Umsetzung der direkten Ozongehaltsbestimmung durch Messung der UV-Lichtabsorption in ein robustes und gut handhabbares Meßgerät ist mit dem Ozonmeßgerät von Dasibi 1008 AH gelungen. In einem flachen Gehäuse mit den Massen 44 cm x 13 cm x 57 cm ist ein über längere Einsatzzeiten zuverlässig arbeitendes Meßgerät mit einem Gewicht von 13 kg untergebracht, das wegen seiner kurzen Meßzyklen in Quasi-Echtzeit die Überwachung des Verlaufes von Ozonkonzentrationen in der Luft ermöglicht. Die sehr gut wirkende Technik zur Kompensation der Instabilitäten einiger Systemteile ergibt ein über lange Zeit stabil arbeitendes Meßgerät, das in der geprüften Ausführung Typ 1008 AH temperatur- und druckkompensierte Meßwerte liefert.

Das Meßgerät Dasibi Typ 1008 AH kann für die Meßzwecke der LIS eingesetzt werden. Es erfüllt die Mindestanforderungen nach der bundeseinheitlichen Praxis bei der Überwachung der Immissionen [4]. Bei der Funktionsprüfung des Ozonfilters sollte auf Änderung seiner Wirksamkeit gegenüber SO<sub>2</sub>-Prüfgasen getestet werden.

#### 6. S c h r i f t t u m

- [1] HARTKAMP, H. und H. GIES:  
Grundlagen und Ergebnisse eines Eignungstests an den Schwefeldioxid-Monitoren "Picoflux T2" und "PW 9755".  
Schriftenreihe der Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz des Landes NW,  
H. 34, S. 28 - 38, Verlag W. Girardet, Essen 1975.
- [2] MANN, H. und H. GIES:  
Ergebnisse der Erprobung von automatischen Ozon-Meßgeräten.  
Schriftenreihe der Landesanstalt für Immissionsschutz des Landes NW, H. 52, S. 41 - 48,  
Verlag W. Girardet, Essen 1980.

- [3] MANNNS, H. und H. GIES:  
Ergebnisse der Laborprüfung und Optimierung des meßtechnischen Teils der Ozon-Meßplätze im Meßnetz LIMES-TEMES.  
LIS-Berichte der Landesanstalt für Immissionsschutz des Landes NW, H. 30 (1983), 39 S.
- [4] Bundeseinheitliche Praxis bei der Überwachung der Immissionen.  
Richtlinien für die Bauausführung und Eignungsprüfung von Meßeinrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung der Immissionen.  
Rd.Schr. d. BMI vom 19.08.1981 - UII8-556134/4-, GMB1 1981, S. 355 - 357.
- [5] PFEFFER, H.U.:  
Das Telemetrische-Echtzeit-Mehrkomponenten-Erfassungssystem TEMES zur Immissionsüberwachung in Nordrhein-Westfalen.  
LIS-Berichte der Landesanstalt für Immissionsschutz, H. 19 (1983), 45 S.
- [6] VDI-Richtlinie 2468, Blatt 1:  
Messen gasförmiger Immissionen. Messen der Ozon- und Peroxid-Konzentration. Manuelles photometrisches Verfahren, Kaliumjodid-Methode (Basisverfahren) (Mai 1978).
- [7] MANNNS, H. und H. GIES:  
Ergebnisse der Erprobung eines Monitors für die gaschromatographische Bestimmung von Schwefelverbindungen in Luft.  
Schriftenreihe der Landesanstalt für Immissionsschutz des Landes NW, H. 57, S. 47 - 54,  
Verlag W. Girardet, Essen 1983.
- [8] MANNNS, H. und W. WERNER:  
Immissionsmessung von Vinylchlorid.  
Ringversuche Vinylchlorid.  
Staub-Reinhalt. der Luft, 45 (1985) S. 31 - 34.
- [9] Prüfplan für die Eignungsprüfung von Meßeinrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung der Immissionen.  
Hrsg.: Umweltbundesamt II 6.3-54473-1, Berlin, März 1982.
- [10] von HOLT, A., W. WENDLER und H. SCHURATH:  
Funktionstest und Querempfindlichkeitsprüfung eines Dasibi 1003 AH Ozon-Monitors zur UV-optischen Messung von Ozon in der Außenluft.  
Bonn, Universität, Inst. f. Phys. Chem., Staatsarbeit (1980).

T a b e l l e n h a n g

Tabelle 1: Eichfunktion

Hersteller: dasibi Nullgas: ger.Preßluft  
 Serien-Nr.: 3638 Hersteller:  
 Meßbereich: 0 - 200 ppb  
 Gerätetyp: 1008AH

Kalibr.Gas: ML 8520 IT1 53,5 µg/m³ = 25 ppb  
 Hersteller: Kontron (ML) IT2 160,6 µg/m³ = 75 ppb  
 Umr.Fakt. 1 mg/m³ = 0,467 ppm [0°C, 1013 mbar]

Tabelle 2: Eichfunktion

Hersteller: dasibi Nullgas: ger. Preßluft  
 Serien-Nr.: 3638 Hersteller:  
 Meßbereich: 0 - 200 ppb  
 Gerätetyp: 1008AH

Kalibr.Gas: 1008 PC IT1 53,5 µg/m³ = 25 ppb  
 Hersteller: dasibi IT2 160,6 µg/m³ = 75 ppb  
 Umr.Fakt. 1 mg/m³ = 0,467 ppm [0°C, 1013 mbar]

Versuchsbeginn Nr.	Datum	Uhr- zeit	Versuchsbedingungen			Wertepaare		Be- mer- kun- gen
			Temp.	Luft- druck	sonst.	x c	y Meß- sig- nal	
			°C	mbar	%r.F.	ppb	mm	S <sub>w</sub>
1	8.83		22		10	172,4	174,6 ±	1,0
2						162,8	166,4 ±	0,8
3						140,3	143,1 ±	0,8
4						121,2	123,3 ±	0,5
5						94,7	96,5 ±	0,5
6						83,1	84,5 ±	0,5
7						72,2	72,8 ±	0,9
8						52,1	52,1 ±	0,4
9						40,8	40,4 ±	0,3
							n=8	für Nr.1 - 9
								200 mm=200 ppb

Eichfunktion  
 $y = mx + b$   
 $y = 1,0253x - 1,074$   
 $K = m = 1,0253$

Analysenfunktion  
 $x = \frac{1}{m} \cdot y - \frac{b}{m}$   
 $x = 0,9753y + 1,047$

Versuchsbeginn Nr.	Datum	Uhr- zeit	Versuchsbedingungen			Wertepaare		Be- mer- kun- gen
			Temp.	Luft- druck	sonst.	x c	y Meß- sig- nal	
			°C	mbar	%r.F.	ppb	mm	S <sub>w</sub>
1	3.84		24		7	175,5	179,4 ±	2,0
2						155,6	159,2 ±	1,8
3						135,6	138,9 ±	1,5
4						115,7	118,2 ±	1,3
5						95,7	97,9 ±	1,1
6						75,6	77,8 ±	1,0
7						55,9	57,4 ±	0,7
8						35,8	36,8 ±	0,5
							n=7	für Nr.1 - 8
								200 mm=200 ppb

Eichfunktion  
 $y = mx + b$   
 $y = 1,0205x - 0,357$   
 $K = m = 1,0205$

Analysenfunktion  
 $x = \frac{1}{m} \cdot y - \frac{b}{m}$   
 $x = 0,9799y - 0,350$

Tabelle 3: Eichfunktion

Hersteller: dasibi Nullgas: ger. Preßluft  
 Serien-Nr.: 3830 Hersteller:  
 Meßbereich: 0 - 200 ppb  
 Gerätetyp: 1008AH

Kalibr.Gas: 1008 PC IT1 53,5 µg/m³ = 25 ppb  
 Hersteller: dasibi IT2 160,6 µg/m³ = 75 ppb  
 Umr.Fakt. 1 mg/m³ = 0,467 ppb [0°C, 1013 mbar]

Tabelle 4: Nachweisgrenze  $\underline{x}$

Hersteller: dasibi Nullgas: ger. Raumluft  
 Serien-Nr.: 3638 Hersteller:  
 Meßbereich: 0 - 200 ppb  
 Gerätetyp: 1008AH

IT1: 53,5 µg/m³ = 25 ppb  
 IT2: 160,6 µg/m³ = 75 ppb  
 Umr.Fakt. 1 mg/m³ = 0,467 ppm [0°C/1013 mbar]

Versuchsdauer Nr.	Datum	Uhr- zeit	Versuchsbedingungen			Wertepaare		Be- mer- kun- gen
			Temp.	Luft- druck	sonst.	x c	y Meß- sig- nal	
			°C	mbar	%r.F.	ppb	mm	S <sub>w</sub>
1	3.84		24		7	175,5	174,9 ±	1,1 <u>Eichfunktion</u>
2						155,6	155,1 ±	0,9 $y = mx + b$
3						135,6	135,1 ±	0,8 $y = 0,9956x + 0,092$
4						115,7	115,0 ±	0,6 $K = m = 0,9956$
5						95,7	95,2 ±	0,5
6						75,6	75,6 ±	0,6 <u>Analysenfunktion</u>
7						55,9	55,7 ±	0,3 $x = \frac{1}{m} \cdot y - \frac{b}{m}$
8						35,8	35,8 ±	0,4 $x = 1,0044y - 0,092$
							n=7	für Nr.1 - 8
							200 mm=200 ppb	

Versuchsbeginn Nr.	Datum	Uhr- zeit	Versuchsbedingungen		Lebender Nullpunkt (ca. 10% von IT1)		Bemerkungen
			Temp.	Luft- druck	x <sub>0</sub>		
			°C	mbar	mm	ppb	
	12.83					10,0	21x
						9,5	25x
						9,0	2x
						n = 48	

$$\bar{x}_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{x_{0i}}{n} = 9,70$$

$$\underline{x} = 3 \cdot s_{x0}$$

$$s_{x0} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{0i} - \bar{x}_0)^2}$$

$$\underline{x} = 0,86$$

$$s_{x0} = 0,2869$$



Tabelle 7: Reproduzierbarkeit R

Hersteller: dasibi  
 Serien-Nr.: 3638 Ger.2.: 3830  
 Meßbereich: 0 - 200 ppb  
 Gerätetyp: 1008 AH

Nullgas: gepr. Raumluft  
 Hersteller:

Kalibr. Gas: 1008 PC  
 Hersteller: dasibi

IT1 53,5 µg/m³ = 25 ppb  
 IT2 160,6 µg/m³ = 75 ppb  
 Umr.Fakt.1 mg/m³ = 0,467 ppm [0°C/1013 mbar]

Versuchsbeginn			Versuchsbedingungen			Referenzpunkt 1 (ca. IT1)			Referenzpunkt 2 (ca. IT2)			Referenzpunkt 3 (ca. 2 x IT2)			Bemerkungen			
Nr.	Datum	Uhrzeit	Temp.	Luftdruck	sonst.	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	∑(x <sub>1</sub> -x <sub>2</sub> ) <sup>2</sup>	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	∑(x <sub>1</sub> -x <sub>2</sub> ) <sup>2</sup>	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	∑(x <sub>1</sub> -x <sub>2</sub> ) <sup>2</sup>	n	S <sub>0</sub>	U	R
						mm	mm		ppb	ppb		ppb	ppb					
			°C	mbar		mm	mm	ppb <sup>2</sup>	mm	mm	ppb <sup>2</sup>	mm	mm	ppb <sup>2</sup>				
						ppb	ppb		ppb	ppb		ppb	ppb					
1	12.83					30,2	29,8	2,75							9	0,39	0,82	36,6
2									88,2	87,8	36,0				62	0,54	1,07	82,2
3												144,6	144,2	37,75	44	0,65	1,31	110,2

Tabelle 8: Temperatur-Abhängigkeit des Nullpunktes bei  $\Delta T_{MG}$

Hersteller: dasibi  
 Serien-Nr.: 3638/3830  
 Meßbereich: 0 - 200 ppb  
 Gerätetyp: 1008 AH

Versuchsbeginn			Meßguttemperatur		$x_{oTMG_1}$	$x_{oTMG_2}$	$\Delta x_{oTMG}$	$\frac{\Delta x_{oTMG}}{IT2} \cdot 100$
Nr.	Datum	Uhrzeit	$T_{MG_1}$	$T_{MG_2}$				
			°C	°C	ppb	ppb	mm/ppb	%
3638	03.84		-20	+40	4,2	4,4	0,2	+0,3
3830	03.84		-20	+40	8,7	8,0	0,7	-0,9

Tabelle 9: Temperatur-Abhängigkeit der Empfindlichkeit bei  $\Delta T_{MG}$

Hersteller: dasibi  
 Serien-Nr.: 3638/3830  
 Meßbereich: 0 - 200 ppb  
 Gerätetyp: 1008 AH

Versuchsbeginn			Meßguttemperatur		Aus Regressionsrechnung			$\frac{\Delta K}{K(20^\circ C)} \cdot 100$
Nr.	Datum	Uhrzeit	$T_{MG_1}$	$T_{MG_2}$	$K_{TMG_1}$	$K_{TMG_2}$	$\Delta K$	
			°C	°C	ppb	ppb	ppb	%
3638	03.84		+20		69,5			
			-20	+40	69,8	68,5	1,3	-1,9
3830	03.84		+20		68,6			
			-20	+40	68,4	69,0	0,6	+0,9

Tabelle 10: Temperatur-Abhängigkeit des Nullpunktes bei  $\Delta T_U$

Hersteller: dasibi  
 Serien-Nr.: 3638  
 Meßbereich: 0 - 200 ppb  
 Gerätetyp: 1008 AH

Versuchsbeginn			Umgebungstemperatur		$x_{oTU_1}$	$x_{oTU_2}$	$\Delta x_{oTU}$	$\frac{10}{\Delta TU} \cdot \frac{\Delta x_{oTU}}{IT2} \cdot 100$
Nr.	Datum	Uhrzeit	untere Temperatur $T_{U_1}$	obere Temperatur $T_{U_2}$				
			°C	°C	ppb	ppb	ppb	ppm
	10.83		12	20	9	9	0	0
			20	30	9	9	0	0
			30	38	9	9	0	0
	01.84		15	36	10	11	1	+ 0,6

\* temperaturkompensiert

Tabelle 11: Temperatur-Abhängigkeit der Empfindlichkeit bei  $\Delta T_U$

Hersteller: dasibi  
 Serien-Nr.: 3638  
 Meßbereich: 0 - 200 ppb  
 Gerätetyp: 1008 AH

Versuchsbeginn			Umgebungstemperatur		Aus Regressionsrechnung			$\frac{I_0}{\Delta T_U} \cdot \frac{\Delta K}{K(20^\circ\text{C})} \cdot 100$
Nr.	Datum	Uhrzeit	untere Temperatur $T_{U1}$	obere Temperatur $T_{U2}$	$K_{TU1}$	$K_{TU2}$	$\Delta K$	
			°C	°C	ppb	ppb	ppb	%
	01.84		20		145,5			*
			15	36	143,0	144,0	1,0	+ 0,3

\*temperaturkompensiert

Tabelle 12: Spannungsschwankungen 180 - 220 Volt

Hersteller: dasibi Nullgas:  
 Serien-Nr.: 3638 Hersteller:  
 Meßbereich: 0 - 200 ppb  
 Gerätetyp: 1008AH

Kalibr.Gas: IT1  $\mu\text{g}/\text{m}^3 = \text{ppb}$   
 Hersteller: IT2 160,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3 = 75 \text{ ppb}$   
 Umr.Fakt. 1  $\text{mg}/\text{m}^3 = 0,467 \text{ ppm } [0^\circ\text{C}, 1013 \text{ mbar}]$

Versuchsbeg. Nr.	Datum	Uhrzeit	Versuchsbedingungen			Wertepaare		Bemerkungen
			Temp.	Luftdruck	sonst.	x c	y Meßsignal	
			°C	mbar	Volt	ppb	ppb	
	3.84				220	7,8		$\frac{y-x}{IW2} \cdot 100$
					210		7,8	0
					200		7,8	0
					190		8,0	+ 0,3
					180		8,2	+ 0,5
					220	70,5		$\frac{y-x}{x} \cdot 100$
					200		70,5	0
					190		70,5	0
					180		70,5	0

Tabelle 13: Querempfindlichkeit QE

Hersteller: dasibi  
 Serien-Nr.: 3638  
 Meßbereich: 0 - 200 ppb  
 Gerätetyp: 1008AH

IT1 53,5 µg/m³ = 25 ppb  
 IT2 160,6 µg/m³ = 75 ppb  
 Umr.Fakt. 1 mg/m³ = 0,467 ppm [0°C, 1013 mbar]

Versuchsbeginn			Versuchsbedingungen			Störstoff		$x_o$	$x_m$	$x_s$	$x_s$	$QE = \frac{x_s}{IT2} \cdot 100$	
Nr.	Datum	Uhrzeit	Temp.	Luftdruck	sonst.	Kurzbezeichnung.	$c_s$	ohne Störstoff	mit Störstoff	$[x_m - x_o]$			
			°C	mbar	%r.F		ppm	ppb	ppb	ppb	ppm	%	
	3.84					SO <sub>2</sub>	250 ppb	4,1	7,7	3,6		4,8	
							370 ppb	4,1	9,4	5,3		7,1	
						NO	380 ppb	4,8	4,9	0,1		0,1	
						NO <sub>2</sub>	300 ppb	4,7	4,7	0		0	
						CO	12 ppm	4,6	4,6	0		0	
						CO <sub>2</sub>	1000 ppm	4,7	4,7	0		0	
			20		85	H <sub>2</sub> O	196 · 10³ ppm	4,8	4,8	0		0	
					45		10,4	159	159	0		0	
					65		15,0	159	158	-1		-0,6	$\frac{x_s}{x_o} \cdot 100$
					75		17,3	158	156	-2		-1,3	"
					85		19,6	158	154	-4		-2,5	"

Tabelle 14: Querempfindlichkeit QE

Hersteller: dasibi  
 Serien-Nr.: 3830  
 Meßbereich: 0 - 200 ppb  
 Gerätetyp: 1008AH

IT1 535  $\mu\text{g}/\text{m}^3 = 25 \text{ ppb}$   
 IT2 160,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3 = 75 \text{ ppb}$   
 Umr.Fakt. 1  $\text{mg}/\text{m}^3 = 0,467 \text{ ppm}$  [0°C, 1013 mbar]

Versuchsbeginn		Versuchsbedingungen			Störstoff		$x_0$	$x_m$	$x_s$	$x_s$	$QE = \frac{x_s}{IT2} \cdot 100$		
Nr.	Datum	Uhrzeit	Temp.	Luftdruck	sonst.	Kurzbezeichnung.	$c_s$	ohne Störstoff	mit Störstoff	$[x_m - x_0]$			
			°C	mbar	%r.F.		ppm	ppb	ppb	ppb	ppm	%	
	1.85					SO <sub>2</sub>	140 ppb	6,0	11,0	5,0		6,7	
	3.84						250 ppb	8,9	12,0	3,1		4,1	
							370 ppb	8,9	13,7	4,8		6,4	
						NO	380 ppb	9,0	9,0	0		0	
						NO <sub>2</sub>	300 ppb	9,0	9,2	0,2		0,3	
						CO	12 ppm	9,0	9,0	0		0	
						CO <sub>2</sub>	1000 ppm	9,0	9,0	0		0	
			20		85	H <sub>2</sub> O	19,6 · 10 <sup>3</sup> ppm	9,0	9,0	0		0	
					35		8,1 "	160	158	-2		-1,2	$\frac{x_s}{x_0} \cdot 100$
					75		17,3 "	158	156	-2		-1,3	"
	1.85					Benzol	97 ppb	6,9	6,2	-0,7		-0,9	"

LIS-Berichte Nr. 60 (1986)

Tabelle 15: Abhängigkeit der Empfindlichkeit vom Luftdruck

Hersteller: dasibi Nullgas:  
 Serien-Nr.: 3638 Hersteller:  
 Meßbereich: 0 - 200 ppb  
 Gerätetyp: 1008AH

Kalibr.Gas: IW1 mg/m³ = ppm  
 Hersteller: IW2 mg/m³ = ppm  
 Umr.Fakt. mg/m³ = ppm [0°C, 1013 mbar]

Versuchsbeginn		Versuchsbedingungen			Wertepaare		Bemerkungen
Nr.	Datum	Uhrzeit	Temp.	Luftdruck	x Meßsignal	x Meßsignal	
			°C	mbar	ppb	%	
	4.84			996	71,5	100,0	autom.Druckkorrektur
				962	71,6	100,1	
				922	70,6	98,7	
				900	70,7	98,9	
				862	69,2	96,8	
				988	60,5	100,0	ohne Druckkorrektur
				941	57,7	95,4	
				894	54,7	90,4	
				872	53,7	88,8	

Tabelle 16: Abhängigkeit der Empfindlichkeit vom Luftdruck

Hersteller: dasibi Nullgas:  
 Serien-Nr.: 3830 Hersteller:  
 Meßbereich: 0 - 200 ppb  
 Gerätetyp: 1008AH

Kalibr.Gas: IW1 mg/m³ = ppm  
 Hersteller: IW2 mg/m³ = ppm  
 Umr.Fakt. mg/m³ = ppm [0°C, 1013 mbar]

Versuchsbeginn		Versuchsbedingungen			Wertepaare		Bemerkungen
Nr.	Datum	Uhrzeit	Temp.	Luftdruck	x Meßsignal	x Meßsignal	
			°C	mbar	ppb	%	
	4.84			996	71,0	100,0	autom.Druckkorrektur
				962	70,7	99,6	
				929	70,3	99,0	
				893	69,4	97,7	
				868	69,1	97,3	
				988	58,5	100,0	ohne Druckkorrektur
				946	56,2	96,1	
				909	53,4	91,3	
				868	50,2	85,8	

Tabelle 17: Abhängigkeit der Empfindlichkeit von der Umgebungsfeuchte

Hersteller: dasibi Nullgas:  
 Serien-Nr.: 3638 Hersteller:  
 Meßbereich: 0 - 200 ppb  
 Gerätetyp: 1008AH

Kalibr.Gas: IW1 mg/m³ = ppm  
 Hersteller: IW2 mg/m³ = ppm  
 Umr.Fakt. mg/m³ = ppm [0°C, 1013 mbar]

Versuchsbeginn			Versuchsbedingungen			Wertepaare		Bemerkungen
Nr.	Datum	Uhrzeit	Temp.	Luftdruck	sonst.	x	y	
			°C	mbar	r.F.%	ppm	ppb	
	3.84				32		58,5	
					43		58,5	
					57		59,0	
					61		59,0	
					76		59,0	
					81		59,0	
					89		60,0	

Tabelle 18: Zeitliche Änderung des Nullpunktmeßsignals

Hersteller: dasibi Nullgas: ger. Raumluft  
 Serien-Nr.: 3638 Hersteller:  
 Meßbereich: 0 - 200 ppb  
 Gerätetyp: 1008AH

Kalibr.Gas: IT1 µg/m³ = ppb  
 Hersteller: IT2 160,6 µg/m³ = 75 ppb  
 Umr.Fakt. mg/m³ = ppm [0°C, 1013 mbar]

Versuchsbeginn			Versuchsbedingungen			Wertepaare		Bemerkungen
Nr.	Datum	Uhrzeit	Temp.	Luftdruck	sonst.	x	Anzahl	
			°C	mbar		ppb		
monotone Drift in 30 Tagen (lin. Regression)								Drift in %
	20.11.83					9,95		$\frac{\Delta c}{(IW2)} \cdot 100$
	20.12.83					9,41		- 0,7
Drift in 24 Std. (Abw. v.d. lin. Regression)								
						0,1	25 x	$\frac{s}{(IW2)}$
						0,2	9 x	
						0,3	6 x	
						0,4	6 x	
						0,6	2 x	$\pm 0,3$

Tabelle 19: Zeitliche Änderung des Nullpunktmeßsignals

Hersteller: dasibi Nullgas: ger. Raumluft  
 Serien-Nr.: 3830 Hersteller:  
 Meßbereich: 0 - 200 ppb  
 Gerätetyp: 1008AH

Kalibr.Gas: IT1  $\mu\text{g}/\text{m}^3 = \text{ppb}$   
 Hersteller: IT2 160,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3 = 75 \text{ ppb}$   
 Umr.Fakt.  $\text{mg}/\text{m}^3 = \text{ppm}$  [0°C, 1013 mbar]

Tabelle 20: Zeitliche Änderung der Empfindlichkeit

Hersteller: dasibi Nullgas:  
 Serien-Nr.: 3638 Hersteller:  
 Meßbereich: 0 - 200 ppb  
 Gerätetyp: 1008AH

Kalibr.Gas: 1008PC IW1  $\text{mg}/\text{m}^3 = \text{ppm}$   
 Hersteller: dasibi IW2  $\text{mg}/\text{m}^3 = \text{ppm}$   
 Umr.Fakt.  $\text{mg}/\text{m}^3 = \text{ppm}$  [0°C, 1013 mbar]

Versuchsbeginn Nr. Datum Uhr- zeit	Versuchsbedingungen		Wertepaare		Bemerkungen
	Temp.	Luft- druck	x c	Anzahl	
	°C	mbar	ppb		Drift
monotone Drift in 30 Tagen (lin. Regression)					in %
20.11.83			8,29		$\frac{\Delta c}{(IW2)} \cdot 100$
20.12.83			8,25		- 0,05
Drift in 24 Std. (Abw. v.d. lin. Regression)					
			0,2	15 x	$\frac{S}{(IW2)} \cdot 100$
			0,3	30 x	
			0,7	3 x	$\pm 0,4$

Versuchsbeginn Nr. Datum Uhr- zeit	Versuchsbedingungen		Wertepaare		Bemerkungen
	Temp.	Luft- druck	x c	Anzahl	
	°C	mbar	ppb		Drift
monotone Drift in 30 Tagen (lin. Regression)					in %
20.11.83			92,42		
20.12.83			92,14		- 0,31
Drift in 24 Std. (Abw. v.d. lin. Regression)					
			0,1	6 x	
			0,2	7 x	
			0,3	11 x	
			0,4	1 x	
			0,6	1 x	
			0,7	1 x	
			0,8	1 x	$\pm 0,35$

Tabelle 21: Zeitliche Änderung der Empfindlichkeit

Hersteller: dasibi Nullgas:  
 Serien-Nr.: 3830 Hersteller:  
 Meßbereich: 0 - 200 ppb  
 Gerätetyp: 1008AH  
  
 Kalibr.Gas: 1008PC IW1 mg/m<sup>3</sup> = ppm  
 Hersteller: dasibi IW2 mg/m<sup>3</sup> = ppm  
 Umr.Fakt. mg/m<sup>3</sup> = ppm [0°C, 1013 mbar]

Versuchsbeginn Nr. Datum Uhr- zeit	Versuchsbedingungen Temp. Luft- sonst. druck		Wertepaare x c Anzahl		Bemerkungen
	°C	mbar	ppb		
monotone Drift in 30 Tagen (lin. Regression)					Drift in %
20.11.83			91,43		
20.12.83			91,89		+ 0,50
Drift in 24 Std. (Abw. v.d. lin. Regression)					
			0,0	5 x	
			0,1	7 x	
			0,2	12 x	
			0,3	1 x	
			0,4	2 x	
			0,5	1 x	± 0,23

Berichte der

LANDESANSTALT FÜR IMMISSIONSSCHUTZ DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN, ESSEN

- LIS-Berichte -

Die LIS-Berichte haben spezielle Themen aus den wissenschaftlichen Untersuchungen der LIS zum Gegenstand. Die in der Regel umfangreichen Texte sind nur in begrenzter Auflage vorrätig. Einzelexemplare werden Interessenten auf Anforderung kostenlos zur Verfügung gestellt.

Anforderungen sind zu richten an die

Landesanstalt für Immissionsschutz  
des Landes Nordrhein-Westfalen  
Wallneyer Str. 6  
4300 E s s e n 1

- Berichte-Nr. 1: KRAUTSCHEID, S. und P. NEUTZ:  
(vergriffen) LIDAR zur Fernüberwachung von Staubemissionen.  
- Nachweis der Kalibrierfähigkeit eines LIDAR-Systems - (1978).
- Berichte-Nr. 2: BUCK, M.:  
(vergriffen) Die Bedeutung unterschiedlicher Randbedingungen bei der Messung und Beurteilung der Luftqualität (1978).
- Berichte-Nr. 3: SCHEICH, G.:  
(vergriffen) Entwicklung und Anwendung von Ausbreitungsmodellen und Luftüberwachungsprogramme in den USA (1979).
- Berichte-Nr. 4: SPLITTGERBER, H. und K.H. WIETLAKE:  
(vergriffen) Ermittlung der Luftschalldämmung von Bauelementen für Industriebauten am Bau (1979).
- Berichte-Nr. 5: SPLITTGERBER, H.:  
(vergriffen) Zur Problematik der Meßgrößen und Meßwerte bei Erschütterungsimmissionen (1979).
- Berichte-Nr. 6: STRAUCH, H. und K.H. GOLDBERG:  
(vergriffen) Ermittlung der Dämmwirkung von Dachentlüftern für Werkshallen im Einbauzustand unter Berücksichtigung der baulichen Nebenwege (1979).
- Berichte-Nr. 7: KRAUSE, G.M.H., B. PRINZ UND K. ADAMEK:  
(vergriffen) Untersuchungen zur Anwendbarkeit der Falschfarbenfotografie für die Aufdeckung und Dokumentation von Immissionswirkungen auf Pflanzen (1980).
- Berichte-Nr. 8: WIETLAKE, K.H.:  
(vergriffen) Erschütterungsminderung durch "Direktabfederung" von Schabotte-Schmiedehämmern (1980).
- Berichte-Nr. 9: STRAUCH, H.:  
(vergriffen) Methoden zur Aufstellung von Lärminderungsplänen (1980).
- Berichte-Nr. 10: HILLEN, R.:  
(vergriffen) Untersuchung zur flächenbezogenen Geräuschbelastungs-Kennzeichnung -Ziele, Methodik, Ergebnisse- (1980).
- Berichte-Nr. 11: MANN, H., H. GIES und W. STRAMPLAT:  
(vergriffen) Erprobung des Staub-Immissionsmeßgerätes FH62I für die kontinuierliche Bestimmung der Schwebstoffkonzentration in Luft (1980).
- Berichte-Nr. 12: GIEBEL, J.:  
(vergriffen) Verhalten und Eigenschaften atmosphärischer Sperrschichten (1981).
- Berichte-Nr. 13: BRÖKER, G., H. GLIWA und E. MEURISCH:  
Abscheidegrade von biologisch- und chemisch-aktiven Aggregaten zur Desodorierung osmogener Abluft von Tierkörperbeseitigungsanlagen (1981).

- Berichte-Nr. 14: BRANDT, C.J.:  
(vergriffen) Untersuchungen über Wirkungen von Fluorwasserstoff auf Lolium Multiflorum und andere Nutzpflanzen (1981).
- Berichte-Nr. 15: WELZEL, K. und H.D. WINKLER:  
(vergriffen) Emission und interner Kreislauf von Thallium bei einem Drehrohrofen mit Schwebegaswärmeaustauscher zur Herstellung von Portlandzementklinker unter Einsatz von Purpurerz als Eisenträger. - 1. Bericht - (1981).
- Berichte-Nr. 16: PRINZ, B. und E. KOCH:  
Umweltpolitik und technologische Entwicklung in der VR China (1984).
- Berichte-Nr. 17: BRÖKER, G. und H. GLIWA:  
Untersuchungen zu den Dioxin-Emissionen aus den kommunalen Hausmüllverbrennungsanlagen in Nordrhein-Westfalen (1982).
- Berichte-Nr. 18: BUCK, M., H. IXFELD und K. ELLERMANN:  
Die Entwicklung der Immissionsbelastung in den letzten 15 Jahren in der Rhein-Ruhr-Region (1982).
- Berichte-Nr. 19: PFEFFER, H.U.:  
Das Telemetrische Echtzeit-Mehrkomponenten-Erfassungssystem TEMES zur Immissionsüberwachung in Nordrhein-Westfalen (1982).
- Berichte-Nr. 20: BACH, R.W.:  
(vergriffen) Über Schätzfunktionen zur Bestimmung hoher Quantile der Grundgesamtheit luftverunreinigender Schadstoffkonzentrationen aus Stichproben (1982).
- Berichte-Nr. 21: STRAUCH, H.:  
(vergriffen) Hinweise zur Anwendung flächenbezogener Schalleistungspegel (1982).
- Berichte-Nr. 22: SPLITZGERBER, H.:  
(vergriffen) Verfahren zur Auswertung von Erschütterungsmessungen und zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen (1982).
- Berichte-Nr. 23: KRAUSE, G.M.H.:  
(vergriffen) Immissionswirkungen auf Pflanzen - Forschungsschwerpunkte in den Vereinigten Staaten von Amerika. Bericht über eine Reise in die USA und die Teilnahme am 13. Air Pollution Workshop in Ithaca, N. Y., in der Zeit vom 02.05.-24.05.1981 (1982).
- Berichte-Nr. 24: KÜLSKE, S.:  
(vergriffen) Analyse der Periode sehr hoher lokaler Schadstoffbelastungen im Ruhrgebiet vom 15.01.1982 bis 20.01.1982 (1982).
- Berichte-Nr. 25: VAN HAUT, H. und G.H.M. KRAUSE:  
(vergriffen) Wirkungen von Fluorwasserstoff-Immissionen auf die Vegetation (1982).
- Berichte-Nr. 26: KOCH, E., V. THIELE, J. GIEBEL, H. STRAUCH und P. ALTENBECK:  
Empfehlungen für die problemgerechte Erstellung von Immissionsschutzgutachten in Bauleitplanverfahren (1982).
- Berichte-Nr. 27: MANNS, H., H. GIES und G. NITZ:  
(vergriffen) Verbesserung der Zuverlässigkeit und Vergleichbarkeit von Messungen zur Ermittlung aromatischer Kohlenwasserstoffe in der Außenluft (1982).
- Berichte-Nr. 28: PRINZ, B., G.M.H. KRAUSE und H. STRATMANN:  
Vorläufiger Bericht der Landesanstalt für Immissionsschutz über Untersuchungen zur Aufklärung der Waldschäden in der Bundesrepublik Deutschland (1982).
- Berichte-Nr. 29: GIEBEL, J.:  
(vergriffen) Untersuchungen über Zusammenhänge zwischen Sperrschichthöhen und Immissionsbelastung (1983).

- Berichte-Nr. 30: MANN, H. und H. GIES:  
Ergebnisse der Laborprüfung und Optimierung des meßtechnischen Teiles der Ozon-Meßplätze im Meßnetz LIMES-TEMES (1983).
- Berichte-Nr. 31: BEINE, H., R. SCHMIDT UND M. BUCK:  
Ein Meßverfahren zur Bestimmung des Schwefelsäure- und Sulfatgehaltes in Luft (1983).
- Berichte-Nr. 32: BEIER, R. und P. BRUCKMANN:  
Messung und Analyse von Kohlenwasserstoff-Profilen im Rhein-Ruhrgebiet (1983).
- Berichte-Nr. 33: FRONZ, W.:  
Ermittlung von Verkehrsgeräusch-Immissionen  
- zum tageszeitlichen Verlauf des Geräuschpegels und des Verkehrsaufkommens an Bundes- und Sammelstraßen (1983).
- Berichte-Nr. 34: BRÖKER, G.:  
(vergriffen) Zusammenfassende Darstellung der Emissionssituation in Nordrhein-Westfalen und der Bundesrepublik Deutschland für Stickstoffoxide (1983).
- Berichte-Nr. 35: PIORR, D. und R. HILLEN:  
Veränderung akustischer Kenngrößen infolge der nächtlichen Abschaltung von Lichtsignalanlagen (1983).
- Berichte-Nr. 36: BUCK, M., H. IXFELD und K. ELLERMANN:  
Benzol-Immissionsmessungen im Lande Nordrhein-Westfalen (1983).
- Berichte-Nr. 37: BACH, R.-W. und H. STRATMANN:  
(vergriffen) Untersuchungen zur Bestimmung der Aufnahme rate des IRMA-Gerätes bei verschiedenen Anströmverhältnissen (1983).
- Berichte-Nr. 38: WIETLAKE, K.H.:  
Beurteilung und Minderung tieffrequenter Geräusche (1983).
- Berichte-Nr. 39: STRAUCH, H. und K. SCHWENGER:  
Geräusche und Erschütterungen, verursacht durch elektrisch angetriebene Wärmepumpen (1983).
- Berichte-Nr. 40: BRÖKER, G. und B. SCHILLING:  
Schwermetallemissionen bei der Verbrennung kommunaler Klärschlämme (1983).
- Berichte-Nr. 41: HILLEN, R.:  
(vergriffen) Über Möglichkeiten zur Verbesserung der Qualität von Schießgeräuschmessungen im Immissionsbereich (1983).
- Berichte-Nr. 42: KLEIN, M.:  
Untersuchung zur Schallausbreitung im Freien - Ziele, Physik der Schallausbreitung, Vorgehensweise, Ergebnisse - (1983).
- Berichte-Nr. 43: PFEFFER, H.-U., S. KÜLSKE und R. BEIER:  
(vergriffen) Jahresbericht 1981 über die Luftqualität an Rhein und Ruhr.  
Ergebnisse aus dem telemetrischen Immissionsmeßnetz TEMES in Nordrhein-Westfalen. (1984)
- Berichte-Nr. 44: BUCK, M., H. IXFELD und R. BEIER:  
Immissionsbelastung durch Fluor-Verbindungen in der Nachbarschaft der Aluminiumhütte LMG in Essen. (1984).
- Berichte-Nr. 45: STRAUCH, H. und R. HILLEN:  
Geräuschimmissionen in Großstädten; Flächenbezogene Kennzeichnung dieser Geräuschimmissionen (1984).
- Berichte-Nr. 46: BUCK, M. und P. BRUCKMANN:  
Air quality surveillance in the Federal Republic of Germany (1984).

- Berichte-Nr. 47: BEIER, R.:  
Kohlenwasserstoffbelastung in Ahlen - eine statistische Analyse -. (1984)
- Berichte-Nr. 48: SCHADE, H.:  
Prognose der Schadstoffemissionen aus Verbrennungsanlagen im Belastungsgebiet  
Rheinschiene-Süd für die Jahre 1985 und 1990. (1984)
- Berichte-Nr. 49: STRATMANN, H.:  
Wirkungen von Luftverunreinigungen auf die Vegetation.  
Bewertung der Luftanalyse auf der Grundlage weiterentwickelter Dosis-  
Wirkungsbeziehungen für Schwefeldioxid und Ozon zur Ursachenaufklärung der  
neuartigen Waldschäden. (1984)
- Berichte-Nr. 50: GOLDBERG, K.H.:  
Untersuchungen zu Schießlärmminderungen, dargestellt an Fallbeispielen. (1984)
- Berichte-Nr. 51: HERPERTZ, E., J. ASSMANN, D. KRANE, E. HARTMANN, B. STECK, E. BREWIG und J.  
KROCHMANN:  
Messen und Beurteilen von Lichtimmissionen (1984).
- Berichte-Nr. 52: Pfeffer, H.-U.:  
Qualitätssicherung in automatischen Immissionsmeßnetzen.  
Teil 3: Ringversuche der staatlichen Immissions- Meß- und Erhebungsstellen in der  
Bundesrepublik Deutschland (STIMES).  
Ergebnisse für die Komponenten SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub> und CO. (1984).
- Berichte-Nr. 53: BEIER, R.:  
Zur Planung und Auswertung von Immissionsmessungen gemäß TA-Luft 1983. (1985).
- Berichte-Nr. 54: BRÖKER, G. und H. GLIWA:  
Polychlorierte Dibenz-Dioxine und Furane in den Filterstäuben und Schlacken der  
zwölf Hausmüllverbrennungsanlagen in Nordrhein-Westfalen sowie einiger  
Sondermüllverbrennungsanlagen. (1985).
- Berichte-Nr. 55: KÜLSKE, S., J. GIEBEL, H.-U. PFEFFER und R. BEIER:  
ANALYSE der Smoglage vom 16. bis 21. Januar 1985 im Rhein-Ruhr-Gebiet.  
Teil 1: Text- und Bildband. (1985).  
Teil 2: Meßergebnisse. (1985).
- Berichte-Nr. 56: SPLITTGERBER, H., M. KLEIN und P. NEUTZ:  
Untersuchungen zur Ermittlung der Wahrnehmungsschwelle bei Einwirkung von  
Erschütterungen auf den Menschen - Beschreibung der Versuchsanlage - (1985).
- Berichte-Nr. 57: PRINZ, B., J. HRADEZKY, H.-U. PFEFFER, H.W. ZÖTTL und H.-K. LICHTENTHALER:  
Forschungsergebnisse zur Problematik der neuartigen Waldschäden. (1985).
- Berichte-Nr. 58: GIEBEL, J. und W. STRAMPLAT:  
Untersuchung über die Eignung des Korrelationsspektrometers Cospec V zur  
Bestimmung des Transportes von Schwefeldioxid bzw. Stickstoffdioxid. (1986).
- Berichte-Nr. 59: PRINZ, B., D. SCHWELA, E. KOCH, S. GANSER und T. EIKMANN:  
Untersuchungen zum Einfluß von Luftverunreinigungen auf die Häufigkeit von  
Pseudokrupperkrankungen im Stadtgebiet Essen. (1986).

Anmerkung:

Die LIS-Berichte - auch die vergriffenen - stehen Interessenten in zahlreichen Universitäts- und Hochschulbibliotheken zur Ausleihe bzw. Einsichtnahme zur Verfügung.