

Nr.30

Optimierung des
Ozon-Meßplatzes in TEMES

Herausgeber:

Landesanstalt für Immissionsschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen
Wallneyer Str. 6
D-4300 Essen 1

1983

ISSN 0720-8499

Ergebnisse der Laborprüfung und Optimierung
des meßtechnischen Teiles der Ozon-Meßplätze
im Meßnetz LIMES-TEMES

Dr. H. Manns und H. Gies

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung

Summary

1. Funktionsbeschreibung des Ozon-Prüfgenerators
 - 1.1. Nullgasherstellung
 - 1.2. Prüfgasherstellung

2. Kritische Bemerkungen zum Ozon-Prüfgasgenerator
 - 2.1. Abfall des Volumenstromes im Verlaufe des Gasweges
 - 2.2. Staubfilter-Sicherheitsfilter
 - 2.3. Konstanz und Justierbarkeit des Volumenstromes
 - 2.4. Materialien im Gasweg
 - 2.5. Gaszustand am Prüfgasausgang

3. Modifizierung des Ozon-Prüfgasgenerators
 - 3.1. Druckloses Prüfgasangebot am Prüfgasausgang
 - 3.2. Nebenwirkungen des Prüfgasüberschusses in der Probenahmeleitung der Meßstation
 - 3.3. Materialien im modifizierten Gasweg des Prüfgasgenerators

4. Beschreibung der Versuche
 - 4.1. Aufgabenstellung
 - 4.2. Versuchsbedingungen
 - 4.3. Auswertung
 - 4.4. Störungen
 - 4.5. Ergebnisse
 - 4.5.1. Kalibrierunsicherheit
 - 4.5.2. Monotone Drift

Schrifttum

Tabellen- und Bildanhang

ERGEBNISSE DER LABORPRÜFUNG UND OPTIMIERUNG DES MESSTECHNISCHEN TEILES DER OZON-MESSPLÄTZE IM MESSNETZ LIMES - TEMES

Dr. H. Manns und H. Gies

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

Als Ergebnis der Laborprüfung von zwei Ozon-Meßplätzen wird ein modifizierter Prüfgasgenerator für Ozon-Prüfgase vorgeschlagen, der ein druckloses Prüfgasangebot erlaubt und dadurch eine einfachere und sichere Durchführung der routinemäßigen Meßplatzzeichnung bietet. Die durch Modifizierung erforderlich gewordene Ableitung des Prüfgasüberschusses in das Probenahmesystem der Meßstation führt nachweislich im Meßnetz LIMES - TEMES zu keinen Verfälschungen der Schadstoffgehalte anderer gleichzeitig gemessener Schadstoffe. Durch die Modifizierung wird der technische Aufwand für den Prüfgasgenerator verringert, insbesondere entfällt ein Dreiwege-Ventil in der Probengasleitung, das wegen seiner bisherigen Anordnung vor dem Staubfilter leicht verschmutzen konnte und somit Anlaß zu schwer erkennbaren Meßwertverfälschungen war. Darüber hinaus werden einige Hinweise zur Verbesserung wichtiger Filterfunktionen im Prüfgasgenerator gegeben.

Die Meßwertstreuungen und -driften der gelieferten Version beider Meßplätze und die der modifizierten Meßplätze sind gleich.

S u m m a r y

As a result of laboratory tests of two ozone measuring units a modified generator for ozone reference gases is introduced which supplies non-pressurized reference gases for simpler and safer routine calibrations. Drainage of excess reference gas into the sampling system of the measurement stations which has become necessary through the modification evidently does not falsify the concentration data of other simultaneously measured pollutants.

Because of the modification the technical design of the reference gas generator has become simpler. In particular a three-way-valve in the sample gas duct is no longer necessary. It caused difficult to recognize measurement errors because of rapid accumulation of deposits due to its location ahead of the dust filter. Some suggestions for improving important filter functions in the reference gas generator are provided.

The measurement deviations and scale drifts of the two original and the modified versions do not differ.

1. Funktionsbeschreibung des Ozon-Prüfgasgenerators

1.1. Nullgasherstellung

Das Nullgas wird aus Umgebungsluft hergestellt. Die Luftaufbereitungsanlage besteht aus einer Kombination von Staubfiltern, Sorptionspatronen und einem Ozon-Generator. Der Ozon-Generator enthält eine UV-Lampe und zwei Bestrahlungskammern. In einer Bestrahlungskammer werden die in der Luft enthaltenen Ozon-Verzehrer durch das bei der UV-Bestrahlung erzeugte Ozon oxidiert. Eine der Bestrahlungskammer nachgeschaltete Aktivkohlepatrone entfernt die Oxidationsprodukte (wie z.B. NO_2) und das überschüssige Ozon. Den Transport von Schwebstoffen durch den Prüfgas-Generator sollen Sicherheitsfilter (siehe Gaslaufplan gem. Abb. 7) verhindern. Die Schwebstoffe entstammen dem Abrieb in den Sorptionspatronen.

1.2. Prüfgasherstellung

Das Nullgas wird nach dem letzten Sicherheitsfilter über zwei Nadelventile in Verbindung mit Schwebekörperdurchflußmessern in zwei gleiche Teilströme von 80 l/h aufgeteilt. Ein Teilstrom durchfließt die zweite Bestrahlungskammer des Ozon-Generators und wird durch UV-Bestrahlung zu einem Prüfgas mit der Konzentrationshöhe c_2 .

Der zweite Teilstrom wird als Null-Luft oder als Verdünnungsluft zur Verdünnung des Prüfgases c_2 verwendet.

Der Ozon-Prüfgasgenerator liefert Prüfgase mit den Konzentrationen c_0 : 0,0 mg/m^3 , c_1 : etwa 0,1 mg/m^3 und c_2 : etwa 0,2 mg/m^3 .

Das Prüfgas wird nur zu einem Teil (etwa 60 l/h) vom Analysengerät verbraucht, während der Rest über eine Abgasreinigung in die Abgasleitung der Station gelangt.

Dem Meßgerät wird über ein Dreiwege-Magnetventil (M4) im Prüfgasgenerator wahlweise Meß- oder Prüfgas zugeführt.

2. Kritische Bemerkungen zum Ozon-Prüfgasgenerator

2.1. Abfall des Volumenstromes im Verlaufe des Gasweges

Die Umgebungsluft wird von einer Membrankolbenpumpe über ein Feinstaubfilter (Glasfaserfilter) angesaugt und zur Aufbereitung über Trockenpatronen, Sicherheitsfilter, Bestrahlungskammer, Aktivkohlepatrone und Sicherheitsfilter geleitet.

Die Patronenbehälter sind Glasrohre mit beidseitigem Gewinde, auf denen Schraubkappen mit Schlauchanschlußstutzen sitzen. Für die Schraubkappen wird als Dichtung ein mit Teflon einseitig kaschierter Weichkunststoff verwendet, dessen teflonisierte Seite zum Glas hin abdichten soll. Auf diese Weise sind die Patronen nicht gasdicht zu verschließen. Eine Bilanz der Volumenströme (s. Tabelle 1 im Anhang) gibt einen Überblick über die Undichtigkeiten im Gasweg. Die Gasverluste liegen bei den untersuchten Prüfgasgeneratoren zwischen 10 und 50 %.

Durch Drehen der Dichtung - in diesem Fall kommt der Weichkunststoff mit dem Glas in Berührung - wird Gasdichtheit erreicht. Zur Vermeidung von Leckstellen sollte jedoch nach jedem Patronenwechsel sowie jedem anderen Eingriff in das Gaslaufsystem eine Dichtigkeitsprüfung vorgenommen werden. Eine Volumenstromdifferenzbestimmung bei der Prüfgaskonzentration c_1 zwischen dem angesaugten und dem ausgegebenen Volumenstrom hat sich dabei als sehr praktisch erwiesen.

2.2. Staubfilter - Sicherheitsfilter

Die Aktivkohle- und Trockenpatronen enthalten keine Staubfilter, die den Abrieb der Sorbentien zurückhalten. Zur Vermeidung der Austragung des körnigen Materials in die Schlauchleitungen sind die Packungen der Patronen mit einem Filterfließ abgedeckt. Feinstäube, wie sie bei nicht nachentstaubtem, körnigen Material immer auftreten, passieren das Fließ ohne Schwierigkeit und werden so in die nachfolgenden Gaswege des Prüfgas-Generators getragen. Sie verschmutzen durch Ablagerung dann nicht nur die Ventile und

die Bestrahlungskammern, sondern belasten auch unnötig den Staubfilter des Analysators (s. Abb. 1 und 2 im Anhang). Die vom Hersteller verwendeten Sicherheitsfilter sind für das Zurückhalten von Feinstäuben unbrauchbar. Sie können nur als Rückhaltesiebe für körniges Material verwendet werden (siehe dazu auch Tabelle 2 im Anhang).

Die Sorptionspatronen sind im Prüfgasgenerator horizontal angeordnet, so daß durch Rüttelbewegungen und anhaltende Vibrationen leicht Luftkanäle gebildet werden, die von dem Gas bevorzugt durchströmt werden.

Abhilfe kann durch folgende Maßnahmen erreicht werden:

Der vertikale oder zumindest schräge Einbau der Patronen würde für ein gesichertes Durchströmen der Reinigungsmassen sorgen.

Die Filterfliese in den Patronen sind durch runde Filtermattenausschnitte (siehe dazu Anmerkung im Anhang) zu ersetzen. Die Sicherheitsfilter müssen gegen Glasfaserfilter ausgetauscht werden.

2.3. Konstanz und Justierbarkeit des Volumenstromes

Die zur Gasförderung eingesetzte Membrankolbenpumpe baut im Nullgassystem (Gasweg von der Pumpe bis zum Abzweig T 2) einen Druck auf, der bei einer Gasabnahme von 160 l/h etwa 0,4 bar beträgt. Die beiden Volumenströme von je 80 l/h werden mit Nadelventilen an zwei Strömungsmessern eingestellt. Da der Pumpendruck an den Nadelventilen ansteht, ist die Konstanz der Volumenströme direkt von der Konstanz der Pumpenleistung abhängig. Durch Änderung eines Volumenstromes wird der andere Volumenstrom in entgegengesetzter Richtung ebenfalls verändert.

Diese Justierarbeiten treten jeweils nach einem Eingriff in den Gasweg ein; während des Normalbetriebes sind sie nicht erforderlich. Eine schnellere Justage in solchen Fällen wird durch den Einbau eines Druckkonstanthalters ermöglicht (z.B. Typ CONOFLOW H - 10 XT - HM SE der Firma Conoflow-VAF GmbH, 5791 Thülen über Brilon).

2.4. Materialien im Gasweg

Das im Prüfungsgenerator verwendete Leitungsmaterial entspricht nicht in allen Fällen dem in der jetzt vorliegenden VDI-Richtlinie 2468, Bl. 4, zwingend vorgeschriebenen Material. So werden Magnetventile verwendet, deren Ventilkörper nicht aus Teflon, sondern aus Metall bestehen. Außerdem ist in der Meßgasleitung (Prüfgasleitung) zwischen dem Magnetventil M4 und dem Staubfilter des Analysators ein V4A-Rohr 6 x 1 eingebaut. Da Ozon an Metalloberflächen zersetzt wird, und das insbesondere in Gegenwart von Feuchtigkeit, dürfen nach der VDI-Richtlinie 2468, Bl. 2, nur Geräteglas und Teflon als Material für Prüfgasleitungen verwendet werden. Das Stahlrohr bewirkt einen Minderbefund von etwa $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bei einer Ozonkonzentration von $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Das Stahlrohr in der Prüfgasleitung wurde gegen einen Teflonschlauch ausgetauscht.

2.5. Gaszustand am Prüfgasausgang

Nach dem aktuellen Pflichtenheft für TEMES, Kap. 3.2.4 und 3.2.5, soll das Prüfgas im Analysator drucklos und im Überschuß angeboten werden. Das Prüfgas wird dem Meßgerät in diesem Fall zwar im Überschuß angeboten, jedoch nicht drucklos. Bei den untersuchten Prüfgasgeneratoren (8 Stück) schwankte der Prüfgasdruck bei der Konzentration c_1 zwischen 120 und 430 mm Wassersäule und bei der Konzentration c_2 zwischen 48 und 205 mm Wassersäule (s. Tabelle 1).

Nimmt man an, daß der Strömungswiderstand in der Abgasleitung (Magnetventil 3 und Aktivkohlepatronen) bei allen Prüfgasgeneratoren gleich ist, so errechnet sich, unter Berücksichtigung der Undichtigkeiten, ein Prüfgasdruck für die Konzentration c_1 von etwa 460 mm Wassersäule. Dieser erhöhte Prüfgasdruck führt rein rechnerisch zu einer erhöhten Konzentrationsanzeige der Meßgeräte um 4,5 %.

Eine Abhilfe kann durch Verminderung des Gaswiderstandes im Abgasweg (Magnetventil M3 und Aktivkohlefilter) erreicht werden oder durch Änderung des Gasweges nach dem im Kap. 3.1 dargelegten Vorschlag.

3. Modifizierung des Ozon-Prüfgasgenerators

3.1. Druckloses Prüfgasangebot am Prüfgasausgang

Das Prüfgas soll dem Meßgerät drucklos und im Überschuß angeboten werden. Es ist somit anzustreben, daß der Druck des Prüfgesetzes dem der Meßluft entspricht. Die im Gaslaufplan (gem. Abb. 9 im Anhang) vorgeschlagene Lösung erfüllt diese Forderungen (s. auch Tabelle 3 im Anhang). Dabei entfällt durch das Einleiten des gesamten Prüfgesetzes in die Ansaugleitung dort das Umschaltventil.

In der alten Version werden die Meß- und Prüf gases über ein Dreiwege-Magnetventil dem Meßgerät zugeführt. Der Staubfilter des Meßgerätes liegt hinter dem Ventil, damit auch das Prüf gas vor dem Staubfilter in die Probenahmeleitung des Meßgerätes gelangt. Bei dieser Anordnung wird das Magnetventil vom Meßgas mit seinem Staubanteil durchströmt, wobei Staubteilchen sich im Ventil absetzen und vor allem die Dichtflächen des Ventilsitzes verschmutzen können. Ein undichtetes Umschaltventil führt erfahrungsgemäß zu Fehlmessungen während der Kalibrierung.

3.2. Nebenwirkungen des Prüf gasüberschusses in der Probenahmeleitung der Meßstation

Das Ableiten des Prüf gasüberschusses über die Ansaugleitung hat bei Einzelmeßplätzen keine Nachteile. Anders ist es jedoch bei Meßstationen, in denen an einem gemeinsamen Probenahmesystem mehrere Meßplätze angeschlossen sind. Hier können, wenn nicht alle Meßgeräte gleichzeitig kalibriert werden, bei den noch mit Meßgas versorgten Analysengeräten Fehlmessungen durch Verdünnen des Meßgases und durch chemische Umsetzungen auftreten.

Eine Fehlerabschätzung kann durch die Betrachtung der Tabellen 4 bis 7 (s. Anhang) erreicht werden. Die Tabelle 4 zeigt die Auflösung der Meßbereiche durch die Vorgabe der Übertragungstufenhöhen der Datenübertragung. Die kleinste erkennbare Meßwertänderung

wird durch den Konzentrationswert für eine Übertragungsstufenhöhe gegeben. Die Übertragungsstufenhöhe gibt damit die Grenzkonzentration vor als die geringste von Null abweichende Konzentrationsanzeige. Die somit vorgegebene Auflösung führt zu Meßunsicherheiten, die in Tabelle 5 aufgeführt sind. Die Tabellen 6 und 7 geben einen Überblick über den abschätzbaren Fehler, der durch die Ableitung des Prüfgasüberschusses in die Ansaugleitung auftreten kann. Die durch das Einleiten der überschüssigen Prüfgase eines Meßplatzes in das Probenahmesystem der Meßstation dort zu erwartenden Änderungen der Schadstoffgehalte sind nicht größer als die durch die Übertragungsstufenhöhe der Datenübertragung vorgegebenen Meßunsicherheiten der jeweiligen Meßplätze.

Da die Probenaugänge am Probenahmesystem einer Meßstation in einer Reihe angeordnet sind, kann die Zumischung eines Prüfgases in das Probenahmesystem eine Verfälschung der Schadstoffkonzentration nur in den Fällen verursachen, in denen das Prüfgas bis zum nächsten Probenaugang nicht mit dem Probengas homogenisiert wurde. Unter den Betriebsbedingungen des Probenahmesystems im Meßnetz LIMES-TEMES konnten aus Versuchen keine Hinweise auf Schadstoffgehaltsverfälschungen durch die Prüfgaszumischung erhalten werden. Die Ergebnisse aus der versuchsweisen Einleitung eines Luftstromes von 100 l/h synthetischer Luft in den ersten Probenaugang (für den Ozonmeßplatz) sind in der Tabelle 11 aufgeführt:

Tabelle 11: Nebenwirkung bei Einleitung eines Luftstromes von 100 l/h synth. Luft in den 1. Probeluftausgang des Stations-Probenahmesystems für Gase

Station	Angezeigte Konzentration der Komponente				Beobachtete Konzentrationsveränderung durch Inhomogenität
	SO ₂ [mg/m ³]	NO [ppb]	NO ₂ [ppb]	CO [mg/m ³]	
Meiderich	0,19	56	25	-	keine
Walsum	0,26	-	-	3	"
Bruckhausen	0,41	-	-	-	"

3.3. Materialien im modifizierten Gasweg

Als Leitungsmaterial für das Ozon-Prüfgas ist nur Teflon und Gerüstglas mit kurzen Vitonschlauchstücken als Verbindungsstücke zugelassen. Die Anzahl der Magnetventile wird durch den geänderten Verschlauchungsplan auf zwei Dreiwege-Magnetventile reduziert. Nach diesem Plan wird nur noch ein Ventil (N2) vom Prüfgas mit einer bestimmten Ozonkonzentration durchströmt. Die Verdünnung des Prüfgases erfolgt hinter dem Dreiwege-Ventil, so daß im Ventil einmal eingestelltes Ozon-Gleichgewicht für die Dauer der Kalibrierung erhalten bleibt. Aus diesem Grunde kann das vorhandene Magnetventil im Prüfgasgenerator verbleiben.

Die durch den Wegfall von Magnetventilen erforderliche Änderung des Stromlaufplanes ist in Abb. 10 (s. Anhang) dargestellt.

Aus den schon oben erwähnten Gründen wird geraten, bei einem durch Verschleiß notwendig werdenden Ersatz des Ventils (M2) ein Ventil mit einem Ventilkörper aus Teflon einzusetzen.

4. Versuchsdurchführung

4.1. Aufgabenstellung

Die Ozonmeßplätze sollten einer kritischen Untersuchung unterzogen werden, wobei ein besonderes Augenmerk auf die Konstanz der Prüfgase und die Stabilität der Meßgeräte gelegt werden sollte.

4.2. Versuchsbedingungen

Das Ozon-Meßgerät (Bendix-Modell 8002) ist ein von der LIS geprüftes Immissionsmeßgerät [2]. Zwei dieser Geräte haben sich im routinemäßigen Einsatz in der LIS seit Jahren bewährt.

Der im TEMES-Meßplatz Ozon eingesetzte Ozon-Prüfgasgenerator ist jedoch eine Neukonstruktion. Er ist bisher in der LIS nicht getestet worden.

Vor Beginn der Versuche ist das Stahlrohr im Prüfgasgenerator, das zwischen dem Magnetventil M4 und dem Staubfilter des Analysators installiert war, durch einen PTFE-Schlauch ersetzt worden.

Der Versuch wurde wie folgt aufgebaut:

Der Meßplatz wird als eine Einheit betrachtet und umfaßt sowohl das Meßgerät wie auch den Prüfgasgenerator. Die Kalibrierungen werden über ein Programmschaltwerk automatisch angestoßen. Die Anstehzeit für jeden Kalibrierpunkt beträgt 15 Minuten, so daß bei einer Dreipunktkalibrierung der Kalibrierzyklus in 45 Minuten abgeschlossen ist. Nach einer darauffolgenden Meßzeit von 45 Minuten beginnt erneut ein Kalibrierzyklus. Dieser Testzyklus von 90 Minuten erlaubt somit an einem Tage 16 Kalibrierzyklen.

Zweimal in der Woche wird der Prüfgasgenerator einer Kontrolle unterzogen. Dabei werden die Gasströme und die Ozonproduktion des Ozongenerators überprüft.

Um eine gesicherte Aussage über das Langzeitverhalten des Meßplatzes machen zu können, wird als Laufzeit eines jeden Versuches mindestens ein Monat angesetzt.

4.3. Auswertung

Für die Auswertung wird von den täglichen Kalibrierungen nur jede achte, d.h. die Kalibrierung um 0 Uhr und um 12 Uhr herangezogen. Durch Berechnung der Ausgleichsgeraden wird die monotone Drift des angezeigten Kalibrierwertes (x_i) über einen Zeitabschnitt von 30 Tagen ermittelt. In diesem Fall wird die Streuung des Kalibrierwertes um die Ausgleichsgerade durch eine Standardabweichung ausgedrückt, die aus simulierten Doppelbestimmungen (y_i) berechnet wird, wobei der mit Hilfe der Ausgleichsgeraden berechnete Wert als Parallelwert eingesetzt wird.

$$S_{D_K} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N [x_i - y(i)]^2}$$

mit $y(i) = a_0 + \frac{\Delta x_i}{\Delta t} \cdot t$; N = Anzahl der Werte

a_0 = Nulldurchgang der Ausgleichsgeraden, t = Zeitabschnitt

Zum Vergleich wird gleichzeitig die Wiederhol-Standardabweichung ermittelt. Sie liefert gegenüber der Vergleichsstandardabweichung S_{D_K} im allgemeinen höhere Werte, da die monotone Drift unberück-

sichtigt bleibt und in die Streuung mit einbezogen wird. Die Differenz zwischen der Vergleichs- und Wiederhol-Standardabweichung wächst mit der Zunahme der monotonen Drift (Tab. 8 und 9 im Anhang). Zur Beurteilung des Meßplatzes wird aus diesem Grunde nur die Vergleichs-Standardabweichung herangezogen.

4.4. Störungen

Während der Testzeit traten am Vitonschlauch zwischen der Pumpe und der Trockenpatrone Risse auf, die zum Ausfall des Prüfgasgenerators führten. Der Schlauch mußte bei beiden Prüfgasgeneratoren erneuert werden.

Der Ozon-Meßplatz aus der Station Chorweiler lieferte nach der zweiten Testperiode Meßwerte, die eine sinnvolle Auswertung nicht mehr zuließen. Es wurden folgende Beobachtungen gemacht:

a) Rechteckiger Versatz der Konzentrationsanzeige

Diese Beobachtung konnte schon in der ersten Versuchsperiode gemacht werden, jedoch trat der Konzentrationsversatz hier nur vereinzelt auf und bewirkte eine Veränderung der Konzentrationsanzeige um etwa 3 %. In einer dritten Versuchsperiode traten dann Konzentrations sprünge auf, die bis zu 20 % der Grundkonzentration ausmachten (siehe Abb. 3 u. 4 im Anhang).

b) Schwankender Konzentrationsverlauf

In der dritten Versuchsperiode traten zu den Konzentrations sprünge außerdem auch noch Konzentrations schwankungen auf. Konstante Konzentrationsverläufe konnten dagegen nur selten beobachtet werden (siehe Abb. 5 im Anhang).

Diese Störungen sind allein bei dem Prüfgasgenerator aus der Station Chorweiler zu erkennen, da nach Austausch der Analysatoren diese Erscheinungen wiederum - nun beim Analysator aus Hürth - auftraten. Dagegen zeigte der Analysator aus der Station Chorweiler in Verbindung mit dem Prüfgasgenerator aus der Station Hürth normale Konzentrationsverläufe (siehe Abb. 6 im Anhang).

Die Gründe für das Fehlverhalten des Prüfgenerators werden in der Funktionsweise des Ozon-Generators vermutet. Diese Fehler sind der Fa. Siemens mitgeteilt worden und sollen in Kürze behoben werden.

4.5. Ergebnisse

4.5.1. Kalibrierunsicherheit

Die mittlere Streuung S_{D_K} der Kalibrierwerte um die Ausgleichsgerade beträgt beim Ozon-Meßplatz Hürth 1,5 % und beim Ozon-Meßplatz Chorweiler 2,5 %. Wesentliche Unterschiede in den Streuungen konnten zwischen den Meßplätzen vor und nach der Modifizierung nicht beobachtet werden.

Die Kalibrierunsicherheit mit einer statistischen Sicherheit von 99 % beträgt für den Meßplatz Hürth 4,5 % und für den Meßplatz Chorweiler 6,0 %. Diese Unsicherheit erhöht sich, wenn das monotone Driftverhalten der Meßplätze unberücksichtigt bleibt. In diesem Falle beträgt die Kalibrierunsicherheit mit einer statistischen Sicherheit von 99 % für den Meßplatz Hürth 6 % und für den Meßplatz Chorweiler 13 %.

4.5.2. Monotone Drift

In den Versuchsserien haben die monotonen Driften der Kalibrierwerte beim Meßplatz Hürth unterschiedliche Vorzeichen. So ist das Driftverhalten des unveränderten Prüfgasgenerators im Vergleich 1 positiv und des modifizierten Prüfgasgenerators in den Versuchen 2 und 3 negativ. Die Zahlenwerte der beiden negativen Driften sind annähernd gleich und betragen 2,7 und 2,8 %/Monat. Die positive Drift in der Versuchsreihe 1 mit dem unveränderten Prüfgasgenerator kann mit einer Sättigung des Ozonverzehrs der prüfgasführenden Leitungen erklärt werden.

Der Ozonmeßplatz aus der Station Chorweiler zeigte dieses Verhalten nicht. Hier treten nur negative Driften auf - sowohl bei der Verwendung des unveränderten als auch des modifizierten Prüfgasgenerators. Die Zahlenwerte liegen bei 13,4 und 9,2 % pro Monat.

Aus den Werten in Tabelle 8 und 9 ist nicht erkennbar, von welchem Meßplatzteil die monotone Drift und die Streuung verursacht werden. Monotone Driften können z.B. durch Veränderungen der Volumenströme im Prüfgasgenerator, durch Alterung des UV-Brenners im Ozongenerator und durch Empfindlichkeitsveränderungen des Analysators ausgelöst werden. Soll versucht werden, zwischen dem Driftverhalten des Prüfgasgenerators und dem des Analysators zu unterscheiden, so müssen zusätzliche Informationen in die Betrachtung einbezogen werden. Einen wichtigen Hinweis gibt z.B. die Ozonproduktion des Ozongenerators, wenn sie an verschiedenen Tagen mit unterschiedlichen Verfahren oder mit anderen Ozonanalysatoren bestimmt wird. Dabei wird die Ozonproduktion aus den gefundenen Ozonkonzentrationen und den zugehörigen Volumenströmen des Prüfgasgenerators errechnet. Als Vergleichsverfahren für den Meßplatz dienen das Ozon-Basisverfahren [3] und der Ozon-Monitor von Philips [2] (s. Tabelle 10 im Anhang).

Zeigt demnach die mit drei Meßverfahren ermittelte Ozonproduktion in ihrer monotonen Drift über einen Monat Übereinstimmung in Lage und Größe, so muß das Driftverhalten dem Prüfgasgenerator zugeschrieben werden. Eine Zerlegung der Streuung in einen Streuungsanteil des Prüfgases und einen Anteil des Geräterauschens läßt sich jedoch aus diesen Untersuchungen nicht erreichen.

In Tabelle 10 sind die monotonen Driften der berechneten Ozonproduktion zusammengestellt. Beim Meßplatz Chorweiler zeigen die drei Driften keine nennenswerten Abweichungen voneinander. Daraus muß geschlossen werden, daß die Drift hauptsächlich vom Prüfgasgenerator verursacht wird. Nicht so eindeutig ist das beim Meßplatz Hürth. Hier entfällt ein Teil der Drift auch auf den Analysator.

Wird angenommen, daß die monotone Drift beim Prüfgasgenerator eine Folge der Alterung des UV-Brenners ist, so sind die hier angegebenen Konzentrationsabnahmen pro Monat im Wert zu hoch angegeben, da die Berechnung auf einem Prüfzyklus von 16 Kalibrierungen pro Tag erfolgte. Wird jedoch - wie es für den Meßnetzbetrieb gefordert ist - täglich nur einmal kalibriert, so ist damit zu rechnen, daß die monatliche Konzentrationsabnahme um den Faktor 10 kleiner ausfallen wird.

Durch die Modifizierung wird der technische Aufwand für den Prüfgasgenerator verringert, insbesondere entfällt ein Dreiwege-Ventil in der Probengasleitung, das wegen seiner bisherigen Anordnung vor dem Staubfilter leicht verschmutzen konnte und somit Anlaß zu schwer erkennbaren Meßwertverfälschungen war. Darüber hinaus werden einige Hinweise zur Verbesserung wichtiger Filterfunktionen im Prüfgasgenerator gegeben.

Die Meßwertstreuungen und -driften der gelieferten Version beider Meßplätze und die der modifizierten Meßplätze sind gleich.

S c h r i f t t u m

- [1] PFEFFER, H.-U. :
Das Telemetrische Echtzeit-Mehrkomponenten-Erfassungssystem TEMES zur Immissionsüberwachung in Nordrhein-Westfalen.
LIS-Berichte (1982); Nr. 19, 45 Seiten,
Hrsg.: Landesanstalt für Immissionsschutz des Landes NW.
- [2] MANNS, H., 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 1981.
- [3] VDI-Richtlinie 2468, Blatt 1 :
Messen der Ozon- und Peroxid-Konzentration,
Manuelles photometrisches Verfahren,
Kaliumjodid-Methode (Basisverfahren)
Mai 1978.

T a b e l l e n - u n d B i l d a n h a n g

T a b e l l e 1:

Abhängigkeit des Prüfgasdruckes und der Volumenströme von der Undichtigkeit der Nullaufbereitung

Prüfgas- generator Station	Gasvolumenstrom				Druck am Prüfgasausgang [mm WS]
	Ansaugung [l/h]	Ausstoß [l/h]	Verlust [l/h]	[%]	
ASSE	145	70	75	52	120
HUER	155	81	74	48	177
CHOR	147	107	40	27	172
MEER	125	95	30	24	195
WALS	130	105	25	19	310
DORM	140	115	25	18	280
RODE	135	118	17	13	320
ICKE	135	120	15	11	430

ASSE = Station Asseln

ICKE = Station Ickern

CHOR = Station Chorweiler

MEER = Station Meerbeck

DORM = Station Dormagen

RODE = Station Rodenkirchen

HUER = Station Hürth

WALS = Station Walsum

T a b e l l e 2 :

Abscheidung von Immissionsstäuben auf unterschiedlichen Filtern

Korngröße [μm]	GF - Filter 50 mm ϕ Abscheidung [%]	Kraftstoff Filter Massenabscheidung [%]	Sicherheitsfilter Siemens [%]
0,2	70,9	19,5	0,0
0,4	94,9	17,5	4,5
0,75	99,7	19,5	10,8
2,5	99,2	19,5	21,6
6,5	100,0	75,0	9,6
9,0	100,0	100,0	10,6
0,2 - 9,0	99,7	31,0	15,9

Massenabscheidungsanteile wurden aus der Partikelzählung unter Annahme kugelförmiger Teilchen der Dichte 1 g/cm^3 errechnet.

T a b e l l e 3 :

Prüfgasdruck in Abhängigkeit von der Prüfgasführung

Prüfgasgenerator Station	Ableiten des PG-Überschusses über Magnetventil + Abgas- reinigung [mm WS]	Einleiten des gesamten Prüf- gases in die An- saugleitung [mm WS]
CHOR	172	7
HUER	177	7

T a b e l l e 4 :

Auflösung einiger Meßbereiche in TEMES

Schadstoff	Meßbereich [mg/m ³]	ÜBTSTH [mg/m ³]	ABLGK [mg/m ³]
CO	0 - 60	0,2927	0,3750
SO ₂	0 - 3,0	0,0146	0,0187
NO	0 - 1,34	0,0065	0,0084
NO ₂	0 - 2,05	0,0100	0,0128
O ₃	0 - 0,4	0,0020	0,0025

ÜBTSTH = Übertragungsstufenhöhe

Für die Übertragung der Meßwerte von der Datenendeinrichtung DEE zur Datenverarbeitung DV stehen 205 Übertragungsstufen zur Verfügung.

ABLGK = Ablesegenauigkeit

Das kleinste ablesbare Längenmaß liegt bei 0,5 mm. Bei einem 80 mm breiten Registrierstreifen beträgt somit die kleinste Meßwerteinheit 1/160 des Meßbereichs.

Tabelle 5 :
Meßunsicherheit in der Nähe der Kalibrierpunkte

Komponente	Kalibrierkonzentration 1					Kalibrierkonzentration 2				
	KLBP	ÜBTF		ABLF		KLBP	ÜBTF		ABLF	
	c_1 [mg/m ³]	[mg/m ³]	[%]	[mg/m ³]	[%]	c_2 [mg/m ³]	[mg/m ³]	[%]	[mg/m ³]	[%]
CO	15,0	0,2927	±1,9	0,3750	±2,5	30,0	0,2927	±1,0	0,3750	±1,2
SO ₂	0,4	0,0146	±3,6	0,0187	±4,7	0,8	0,0146	±1,8	0,0187	±2,3
NO	0,3	0,0065	±2,2	0,0084	±2,8	0,6	0,0065	±1,1	0,0084	±1,4
NO ₂	0,3	0,0100	±3,3	0,0128	±4,3	0,6	0,0100	±1,7	0,0128	±2,1
O ₃	0,1	0,0020	±2,0	0,0025	±2,5	0,2	0,0020	±1,0	0,0025	±1,2

KLBP = Kalibrierpunkt

ÜBTF = Übertragungsfehler von der DEE

ABLF = Ablesefehler vom Registrierstreifen

T a b e l l e 6 :

Meßwertverfälschung durch Einleiten des Prüfgasüberschusses in die gemeinsame Probenahmeleitung

a) Verdünnung der Probenluft (Volumenstrom min. 5400 l/h) durch

Schadstoff	Meßgas [l/h]	Prüfgasangebot		Prüfgasüberschuß		Verdünnung der Probenluft	
		c ₁ [l/h]	c ₂ [l/h]	c ₁ [l/h]	c ₂ [l/h]	c ₁ [%]	c ₂ [%]
CO	45	60	60	15	15	0,3	0,3
SO ₂	30	120	60	90	10	1,6	0,5
NO+NO ₂	60	138	78	78	18	1,4	0,3
O ₃	60	160	80	100	20	1,8	0,4

b) Auswirkungen auf die Meßergebnisse

Prüfgasaufgabe vom Meßplatz für	Anteilige maximale Meßwertverfälschung der Schadstoffkonzentrationen von							
	O ₃		NO+NO ₂		SO ₂		CO	
	c ₁ [%]	c ₂ [%]	c ₁ [%]	c ₂ [%]	c ₁ [%]	c ₂ [%]	c ₁ [%]	c ₂ [%]
O ₃	-	-	1,8	0,4	1,8	0,4	1,8	0,4
NO+NO ₂	0	0	-	-	1,4	0,3	1,4	0,3
SO ₂	0	0	0	0	-	-	1,6	0,5
CO	0	0	0	0	0	0	-	-

T a b e l l e 7 :

Konzentrationsanhebung durch Einleiten des Prüfgasüberschusses in die gemeinsame Probenahmeleitung

a) Konzentrationserhöhung in der Probenluft (Volumenstrom min. 5400 l/h) (Angaben in mg/m³) für:

Prüfgas- aufgabe vom Meß- platz für	O ₃		NO		NO ₂		SO ₂		CO	
	c ₁	c ₂	c ₁	c ₂	c ₁	c ₂	c ₁	c ₂	c ₁	c ₂
O ₃	0,0018	0,0007								
NO+NO ₂			0,0043	0,0020	0,0043	0,0020				
SO ₂							0,0067	0,0044		
CO									0,0417	0,0833

b) Auswirkungen auf die Meßergebnisse durch mögliche chemische Umsetzungen (Angaben in mg/m³):

Prüfgas- aufgabe vom Meß- platz für	O ₃		NO		NO ₂		SO ₂		CO	
	c ₁	c ₂	c ₁	c ₂	c ₁	c ₂	c ₁	c ₂	c ₁	c ₂
O ₃	-	-	0,0011	0,0004	+0,0017	+0,0007	-0,0024	-0,0009	-0,0010	-0,0004
NO+NO ₂	0	0	-	-	-	-	-0,0060	-0,0028	0	0
SO ₂	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0
CO	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-

T a b e l l e 8 :
Langzeitverhalten des O₃-Meßplatzes

Konz.	O ₃ -Meßplatz Hürth					O ₃ -Meßplatz Chorweiler				
	Drift/Mon.		mittl.Konz. [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Standard- abweichung S _{D,K} S _V		Drift/Mon.		mittl.Konz. [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Standard- abweichung S _{D,K} S _V	
	n	[%]		[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[%]	n	[%]		[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[%]
Beobachtungszeitraum 7. 12. bis 30. 12. 79										
c ₁	45	+2,6	138,7	2,4	1,7	45	-13,5	91,6	2,2	2,4
c ₂	45	+9,1	270,6	3,6	1,3	45	-13,4	161,2	3,5	2,2
ohne Berücksichtigung der mittleren Drift										
				S _W					S _W	
c ₁	45		138,5	2,5	1,8	45		92,5	4,0	4,4
c ₂	45		269,1	6,8	2,5	45		162,8	6,8	4,2

T a b e l l e 9 :

Langzeitverhalten des O₃-Meßplatzes nach der Modifizierung

Konz.	O ₃ -Meßplatz Hürth					O ₃ -Meßplatz Chorweiler				
	Drift/Mon.		mittl.Konz. [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Standard- abweichung		Drift/Mon.		mittl.Konz. [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Standard- abweichung	
	n	[%]		S _{D_K} [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	S _V [%]	n	[%]		S _{D_K} [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	S _V [%]
Beobachtungszeitraum 5. 1. bis 4. 2. 80										
c ₁	55	-2,3	145,2	1,8	1,3	60	-8,0	75,1	1,5	2,0
c ₂	56	-3,0	300,8	2,8	0,9	61	-10,3	160,9	1,6	1,0
Beobachtungszeitraum 27. 2. bis 31. 3. 80										
c ₁	68	-4,3	109,0	1,6	1,5					
c ₂	68	-1,3	223,6	3,3	1,5					
ohne Berücksichtigung der mittleren Drift										
				S _W						
c ₁	68		108,6	2,3	2,1					
c ₂	68		223,4	3,5	1,6					

T a b e l l e 1 0 :
 Langzeitverhalten des O₃-Prüfgasgenerators
 Beobachtungszeitraum 7. 1. bis 4. 2. 80

Meßverfahren	O ₃ -Meßplatz Hürth						O ₃ -Meßplatz Chorweiler					
	n	Anfangs- prod.	Drift/Mon.		Standardabw.		n	Anfangs- prod.	Drift/Mon.		Standardabw.	
		[$\mu\text{g O}_3/\text{h}$]	[$\mu\text{g/h}$]	[%]	[$\mu\text{g/h}$]	[%]		[$\mu\text{g O}_3/\text{h}$]	[$\mu\text{g/h}$]	[%]	[$\mu\text{g/h}$]	[%]
KJ-Basisver.	9	18,2	-0,49	-2,7	0,23	1,3	8	10,6	-2,81	-26,5	0,32	3,0
O ₃ -Monitor Philips	9	18,8	-1,04	-5,5	0,40	2,1	8	11,6	-2,48	-21,4	0,33	2,8
O ₃ -Monitor Bendix	9	20,1	-1,96	-9,7	0,33	1,6	8	12,1	-3,05	-25,2	0,18	1,5

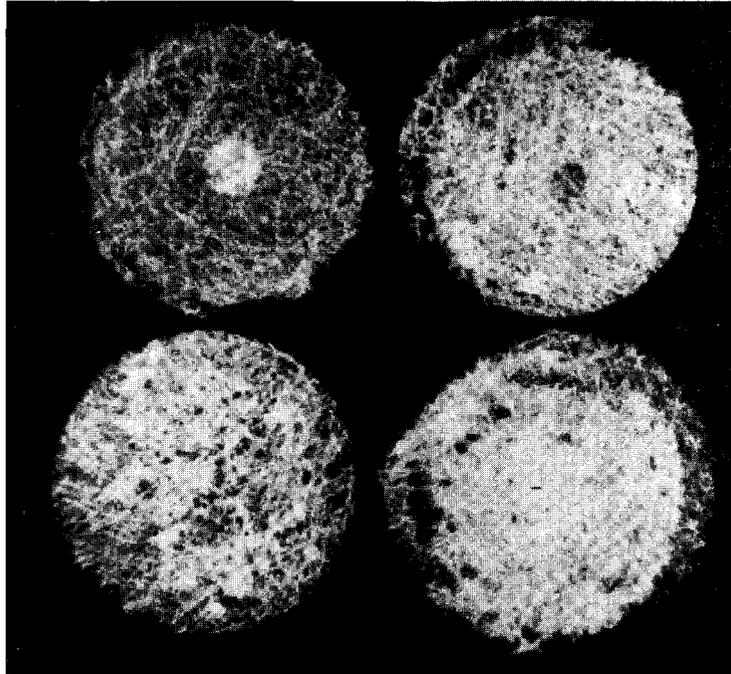


Abb. 1: Filterfliese aus den Aktivkohle- und Trockenpatronen des Prüfgasgenerators

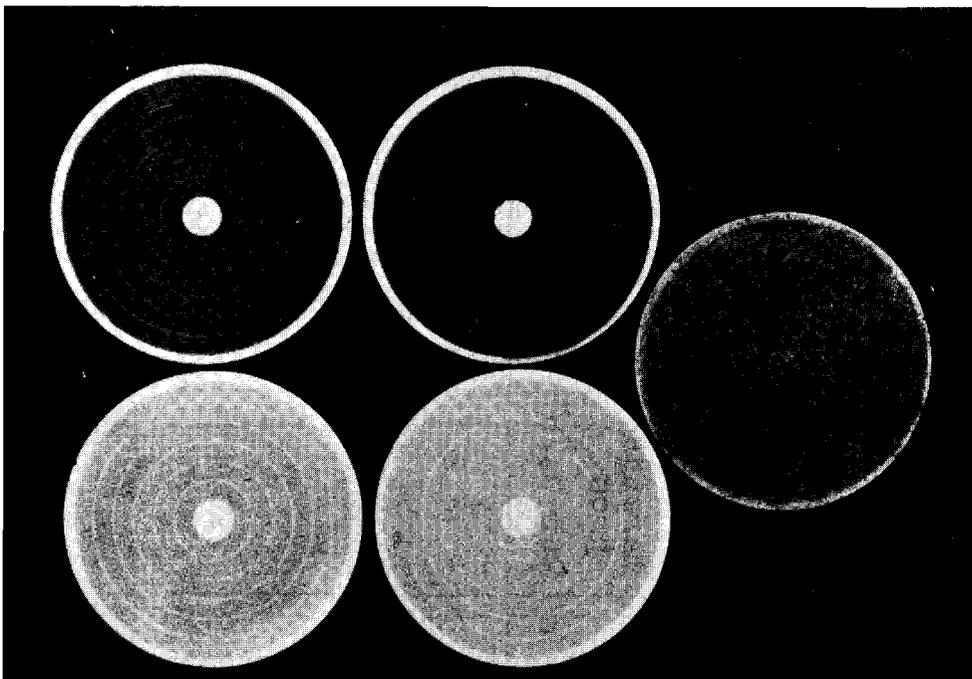


Abb. 2: Staubfilter des Ozonanalyzers

obere Reihe: Belegung bei Raumluftanalyse

untere Reihe: Belegung bei Prüfgasanalyse

rechts: Belegung bei Außenluftanalyse

A n m e r k u n g

Die Filtermattenausschnitte werden mit Korkbohrern der gewünschten lichten Weite aus einem Filtermattenbogen gestochen und funktionsgerecht in die Halterungen eingelegt. Die Filtermatten sind z. B. zu beziehen von der Firma

DELBAG-Luftfilter GmbH
4044 Kaarst 2

Produktionsbezeichnung: Filtermatte ACELAN
(Dicke 25 mm)

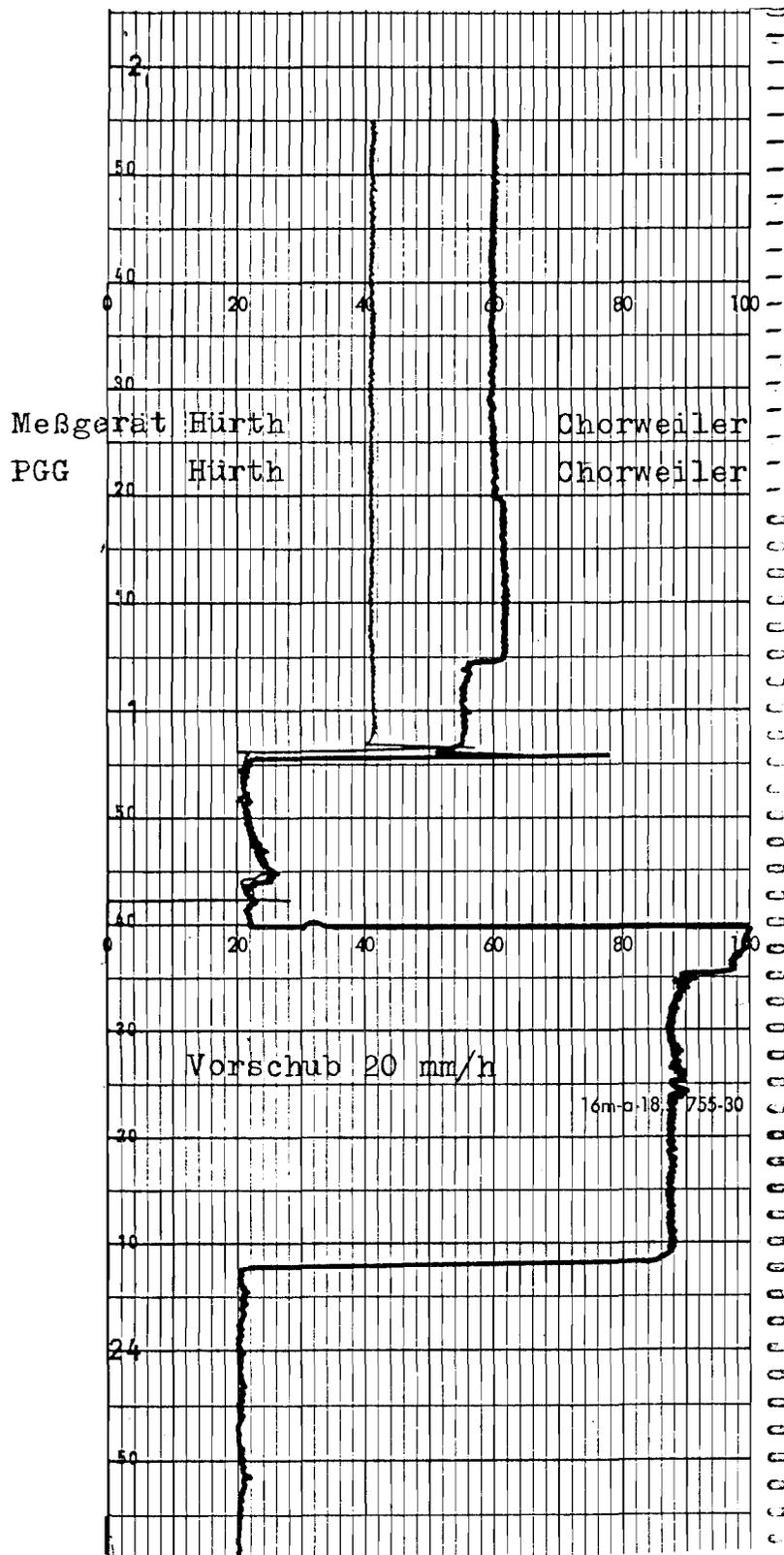


Abb. 3: Stufenförmiger Versatz in der Konzentrationsanzeige

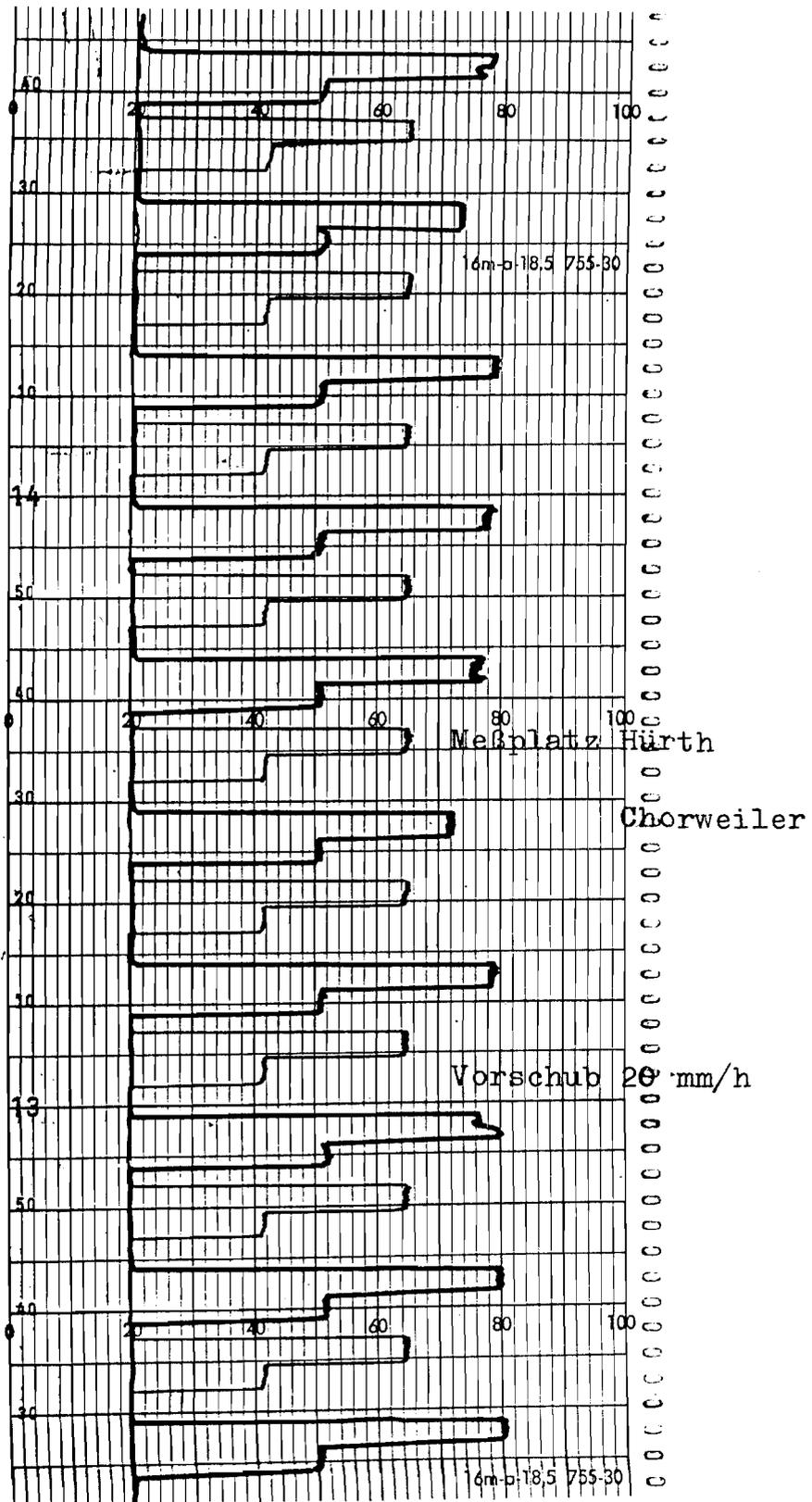


Abb. 4: Stufenförmiger Versatz und Schwankung der Konzentrationsanzeige c_2

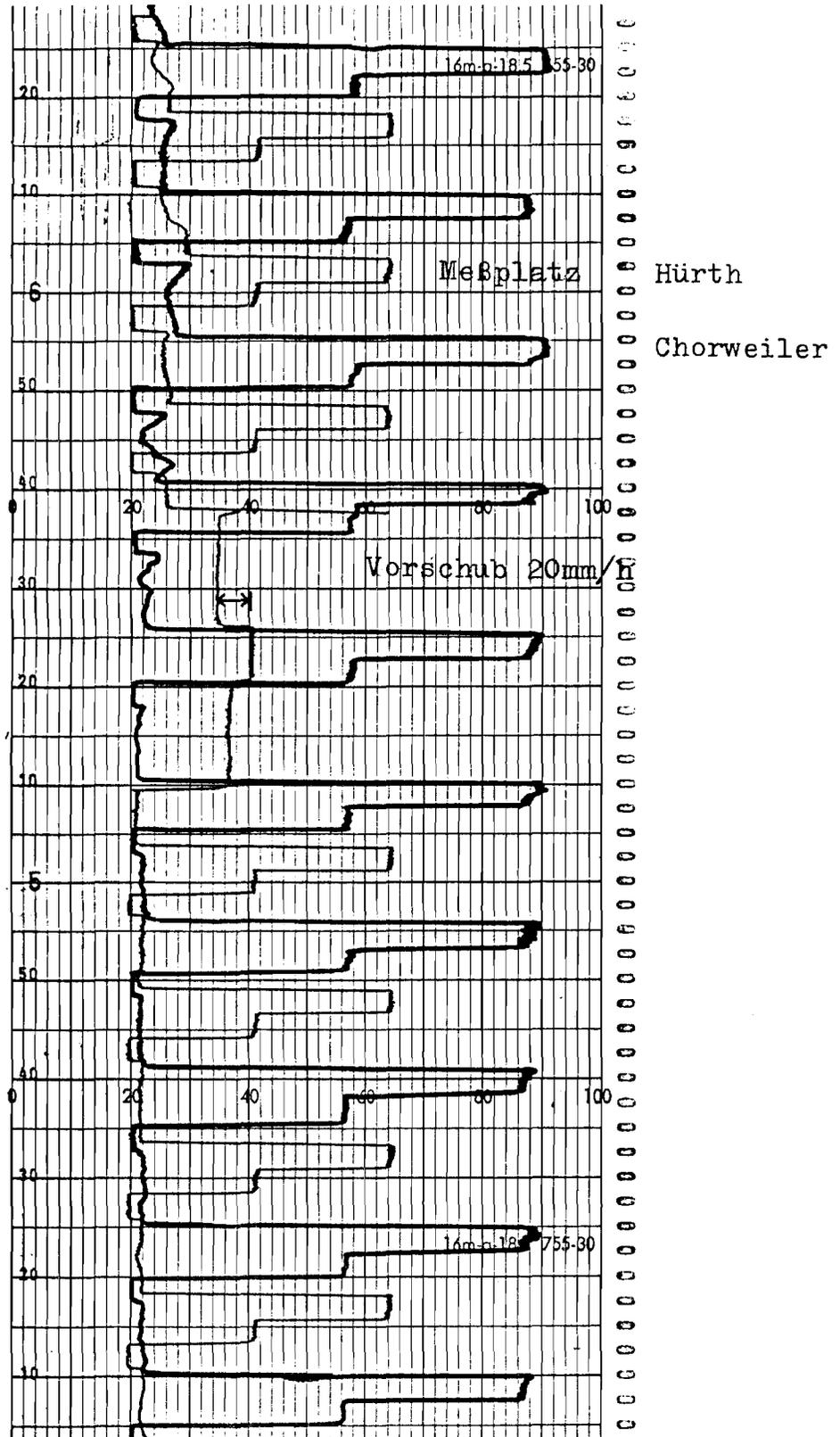


Abb. 5: Schwankende Konzentrationsanzeige bei c_1 und c_2

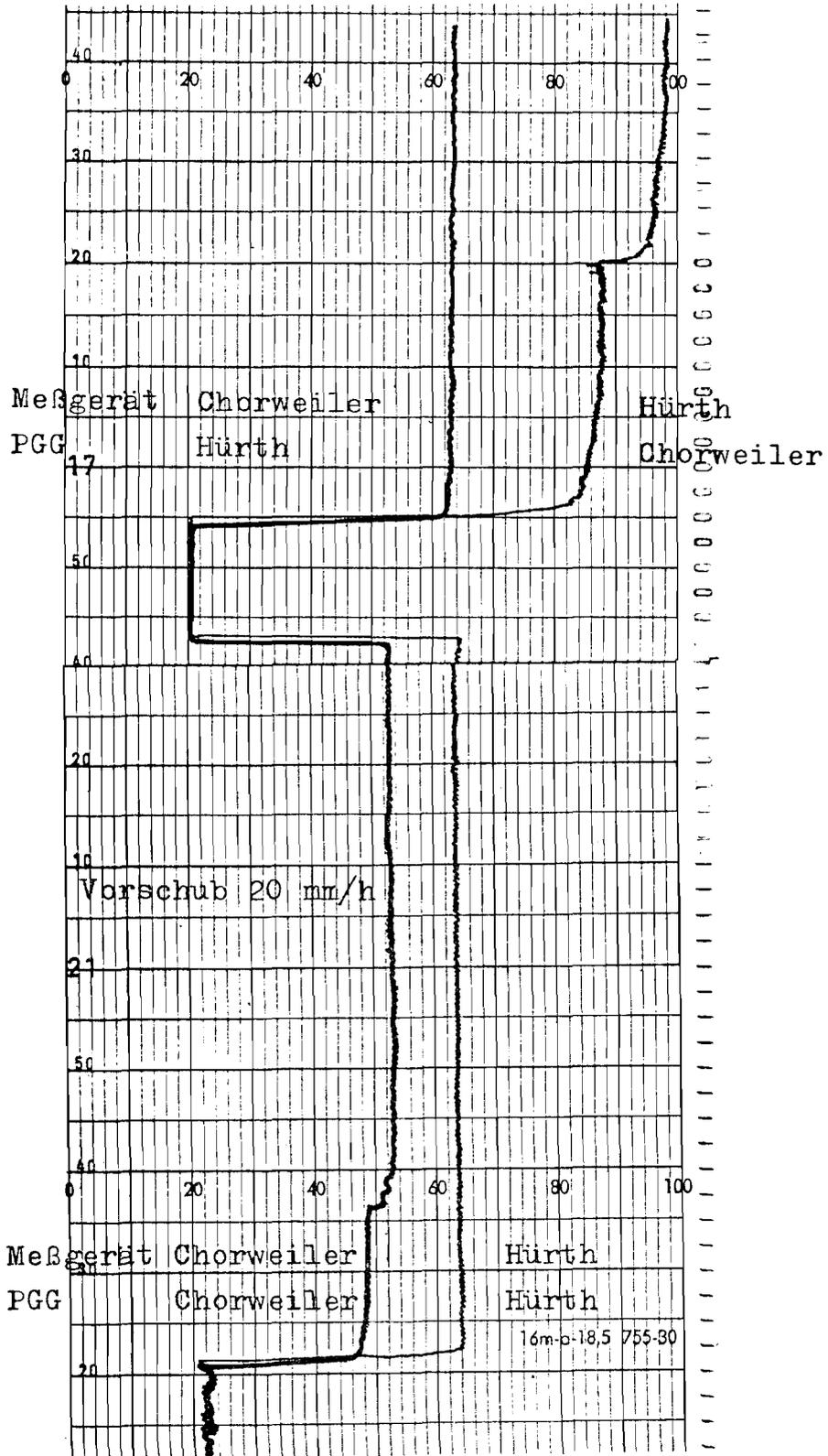
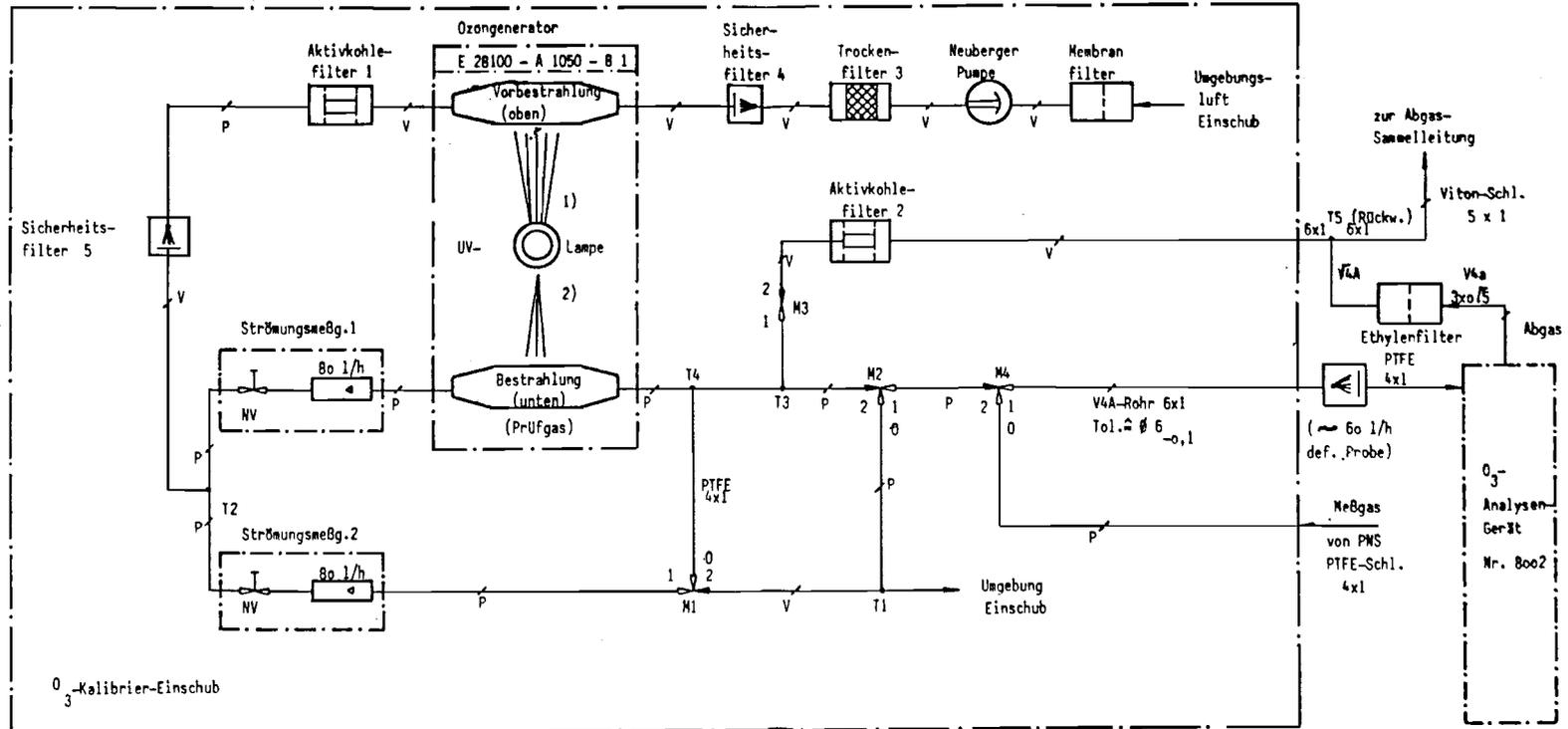


Abb. 6: Konzentrationsanzeige nach Analysatorwechsel

Landesamt für kerntechnische
 Überwachung und Umweltschutz
 21 Berlin



	Pumpe	Lampe	M1	M2	M3	M4
Messen	0	0	0	0	0	0
0	x	x	x	0	x	x
1	x	x	0	x	x	x
2	x	x	x	x	x	x

0 ⇐ Ruhezustand

x ⇐ Erregter bzw. aktiver Zustand

1) Breite Öffnung

2) Schmale Öffnung

T-Stücke-Material:

T1 ... T2 ⇐ PPH

T3 ... T4 ⇐ PTFE

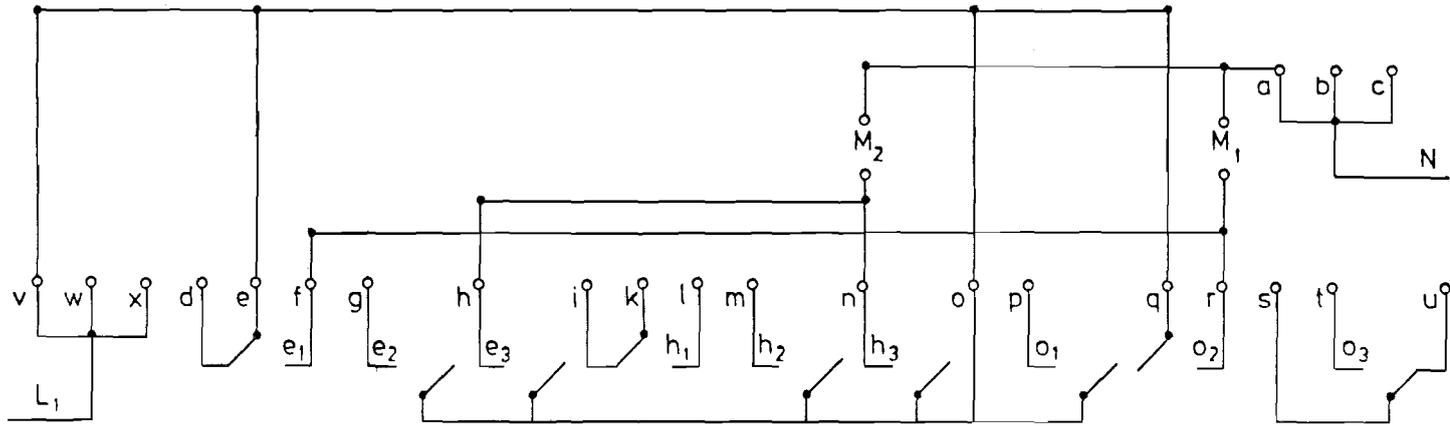
T5 ⇐ V4A

V ⇐ Vitonschlauch 4x1 mm

P ⇐ PTFE-Schlauch 4x1 mm

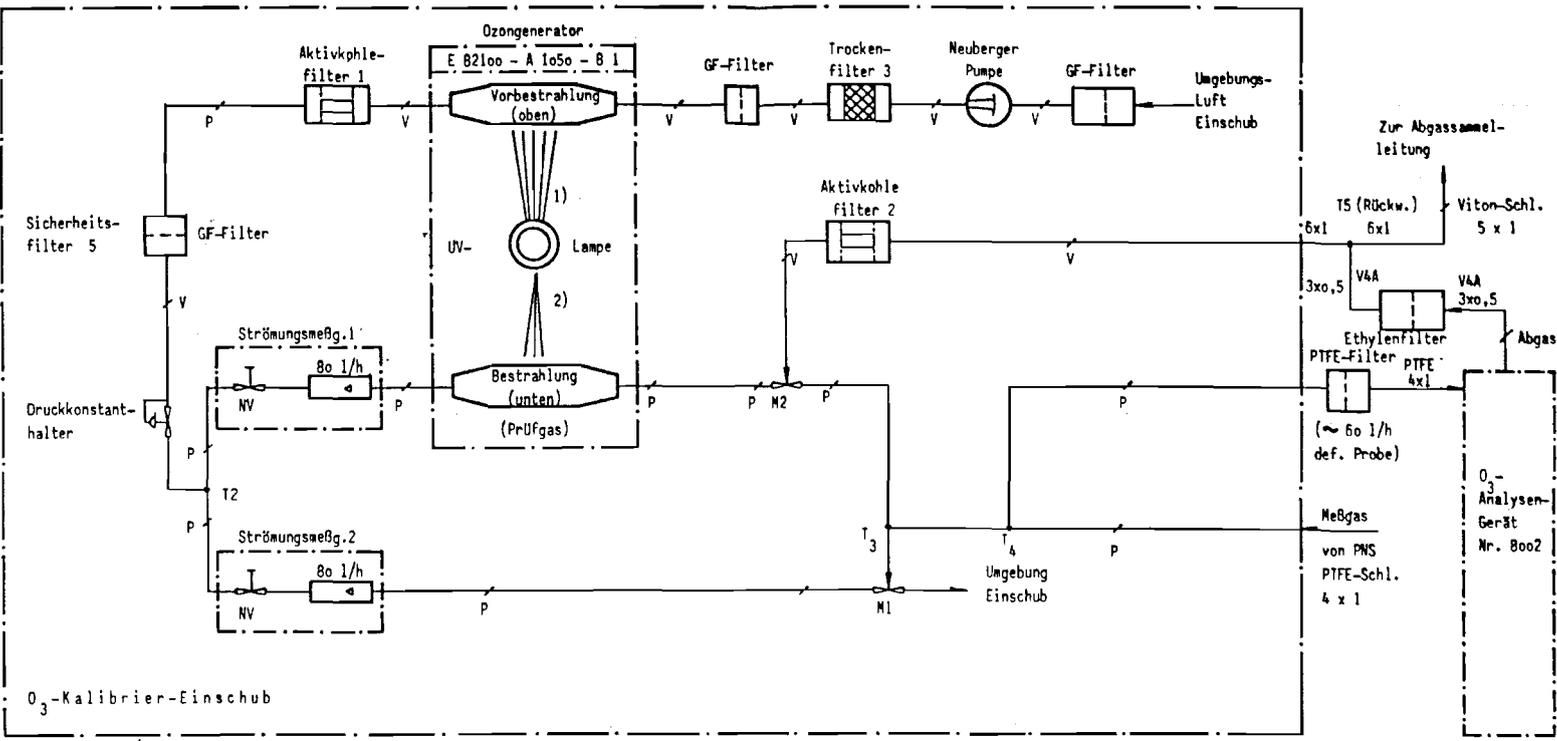
LIS-Essen	
□	O ₃ -Meßplatz
□	Gaslaufplan
□	E 82100 - A 1000 - A 15 - * - 98
□	nach Siemens

Abb. 7: Gaslaufplan (Siemens) E 8 2 100 - A 1000 - A 15 - * - 98



LIS - ESSEN		
Bearb.	Zo	O ₃ -Meßplatz Stromlaufplan für die Ventil- steuerung E82400-A41- L1...L5-* -11 nach Siemens
Gepr.		
Datum	29.7.80	

Abb. 8: Stromlaufplan
 Statusverarbeitung (Siemens)
 E 82400 - A 41 - L 1 ... L 5 - * - 11



	Pumpe	Lampe	M1	M2
Messen	0	0	0	0
0	X	X	X	0
1	X	X	X	X
2	X	X	0	X

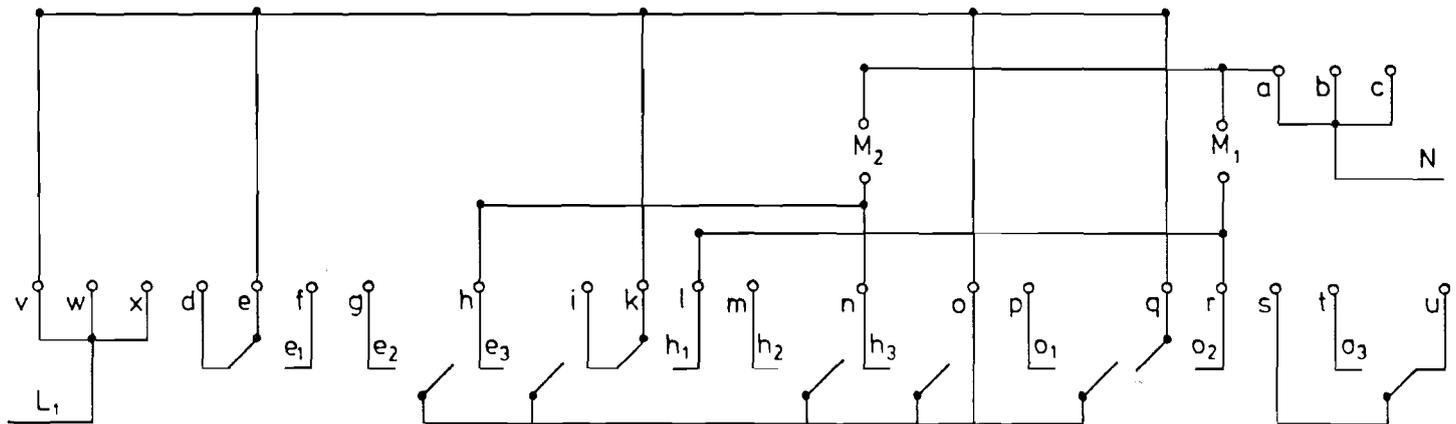
0 = Ruhezustand
 X = Erregter bzw. aktiver Zustand
 1) Breite Öffnung
 2) Schmale Öffnung

T - Stücke - Material:
 T1 ... T2 = PPH
 T3 ... T4 = PTFE
 T5 = V4A

V = Vitonschlauch 4,1 mm
 P = PTFE-Schlauch 4,1 mm

LIS - Essen	
0 ₃ -Meßplatz	geänderter Gaslaufplan druck-lose Prüfgasaufgabe

Abb. 9: Gaslaufplan (LIS)



LIS - ESSEN	
Bearb.	Zo
Gepr.	
Datum	24.7.86
O ₃ -Meßplatz geänderter Stromlaufplan für die Ventilsteuerung drucklose Prüfgasaufgabe	

Abb. 10: Stromlaufplan (LIS)

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 -
Kurztitel: Fernüberwachung mit LIDAR
1978. 47 Seiten mit 11 Abbildungen, 6 Tabellen und 4 Literaturhinweisen.
- Berichte-Nr. 2: BUCK, M.:
(vergriffen) Die Bedeutung unterschiedlicher Randbedingungen bei der Messung und Beurteilung der Luftqualität.
Kurztitel: Randbedingungen bei der Beurteilung der Luftqualität.
1978. 44 Seiten mit 8 Abbildungen, 10 Tabellen und 20 Literaturhinweisen.
- Berichte-Nr. 3: SCHEICH, G.:
(vergriffen) Entwicklung und Anwendung von Ausbreitungsmodellen und Luftüberwachungsprogramme in den USA.
Kurztitel: Luftüberwachung und Ausbreitung - Ein USA-Reisebericht -
1979. 47 Seiten mit 17 Abbildungen und 74 Literaturhinweisen.
- Berichte-Nr. 4: SPLITTGERBER, H. und K.H. WIETLAKE:
(vergriffen) Ermittlung der Luftschalldämmung von Bauelementen für Industriebauten am Bau.
Kurztitel: Luftschalldämmung von Bauelementen für Industriebauten.
1979. 133 Seiten mit 53 Abbildungen, 13 Tabellen und 6 Literaturhinweisen.
- Berichte-Nr. 5: SPLITTGERBER, H.:
(vergriffen) Zur Problematik der Meßgrößen und Meßwerte bei Erschütterungsimmissionen.
Kurztitel: Meßgrößen und Meßwerte bei Erschütterungsimmissionen.
1979. 52 Seiten mit 13 Abbildungen, 2 Tabellen und 27 Literaturhinweisen.

- Berichte-Nr. 6: STRAUCH, H. und K.H. Goldberg:
(vergriffen) Ermittlung der Dämmwirkung von Dachentlüftern für Werkshallen im Einbauzustand unter Berücksichtigung der baulichen Nebenwege.
Kurztitel: Dämmwirkung von Dachentlüftern.
1979. 33 Seiten mit 13 Abbildungen, 2 Tabellen und 7 Literaturhinweisen.
- 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.
Kurztitel: Falschfarbenfotografie - Ein Mittel zur Erkennung von Pflanzenschäden.
1980. 43 Seiten mit 9 Abbildungen, 2 Tabellen und 11 Karten.
- Berichte-Nr. 8: WIETLAKE, K.H.:
Erschütterungsminderung durch "Direktabfederung" von Schabotte-Schmiedehämmern.
Kurztitel: Erschütterungsminderung durch "Direktabfederung" von Schmiedehämmern.
1980. 59 Seiten mit 15 Abbildungen, 5 Tabellen und 7 Literaturhinweisen.
- Berichte-Nr. 9: STRAUCH, H.:
(vergriffen) Methoden zur Aufstellung von Lärminderungsplänen.
Kurztitel: Konzept für Lärminderungspläne.
1980. 49 Seiten mit 11 Abbildungen und 18 Literaturhinweisen.
- Berichte-Nr. 10: HILLEN, R.:
(vergriffen) Untersuchung zur flächenbezogenen Geräuschbelastungs-Kennzeichnung
-Ziele, Methodik, Ergebnisse-
Kurztitel: Flächenbezogene Geräusch-Immissionen.
1980. 75 Seiten mit 18 Abbildungen, 7 Tabellen und 12 Literaturhinweisen.
- Berichte-Nr. 11: MANNS, H., H. GIES und W. STRAMPLAT:
(vergriffen) Erprobung des Staub-Immissionsmeßgerätes FH62I für die kontinuierliche Bestimmung der Schwebstoffkonzentration in Luft.
Kurztitel: Schwebstaubmeßgerät FH62I für die automatische Immissionsmessung.
1980. 26 Seiten mit 10 Abbildungen und 2 Literaturhinweisen.
- Berichte-Nr. 12: GIEBEL, J.:
Verhalten und Eigenschaften atmosphärischer Sperrschichten.
Kurztitel: Verhalten atmosphärischer Sperrschichten.
1981. 39 Seiten mit 12 Abbildungen, 3 Tabellen und 4 Literaturhinweisen.
- Berichte-Nr. 13: BRÖKER, G., H. GLIWA und E. MEURISCH:
Abscheidegrade von biologisch- und chemisch-aktiven Aggregaten zur Desodorierung osmogener Abluft von Tierkörperbeseitigungsanlagen.
1981. 44 Seiten mit 7 Abbildungen, 13 Tabellen und 14 Literaturhinweisen.

- Berichte-Nr. 14: BRANDT, C.J.:
(vergriffen) Untersuchungen über Wirkungen von Fluorwasserstoff auf Lolium Multiflorum und andere Nutzpflanzen.
Kurztitel: Wirkungen von Fluorwasserstoff auf Lolium Multiflorum.
1981. 140 Seiten mit 37 Abbildungen, 22 Tabellen und 149 Literaturhinweisen.
(Abdruck der Dr. agr.-Dissertation vom 13. August 1979, Rheinische-Friedrich-Wilhelms-Universität, Landwirtschaftliche Fakultät, Bonn)
- Berichte-Nr. 15: WELZEL, K. und H.D. WINKLER:
Emission und interner Kreislauf von Thallium bei einem Drehrohrofen mit Schwebegaswärmeaustauscher zur Herstellung von Portlandzementklinker unter Einsatz von Purpurerz als Eisenträger. - 1. Bericht -
Kurztitel: Thallium-Emissionen bei der Herstellung von Portlandzement-Klinker.
1981. 67 Seiten mit 29 Abbildungen und 16 Tabellen.
- Berichte-Nr. 16: PRINZ, B.:
Umweltpolitik in der VR China und technologische Entwicklung.
(In Vorbereitung).
- Berichte-Nr. 17: BRÖKER, G. und H. GLIWA:
(vergriffen) Untersuchungen zu den Dioxin-Emissionen aus den kommunalen Hausmüllverbrennungsanlagen in Nordrhein-Westfalen.
Kurztitel: Dioxin-Emissionen aus Müllverbrennungsanlagen.
1982. 25 Seiten mit 2 Abbildungen, 6 Tabellen und 8 Literaturhinweisen.
- Berichte-Nr. 18: BUCK, M., H. IXFELD und K. ELLERMANN:
Die Entwicklung der Immissionsbelastung in den letzten 15 Jahren in der Rhein-Ruhr-Region.
Kurztitel: Entwicklung der Immissionsbelastung in der Rhein-Ruhr-Region seit 1965.
1982. 56 Seiten mit 7 Abbildungen, 14 Tabellen und 27 Literaturhinweisen.
- Berichte-Nr. 19: PFEFFER, H.U.:
(vergriffen) Das Telemetrische Echtzeit-Mehrkomponenten-Erfassungssystem TEMES zur Immissionsüberwachung in Nordrhein-Westfalen.
Kurztitel: Das Telemetrische Immissionsmeßsystem TEMES.
1982. 45 Seiten mit 12 Abbildungen, 4 Tabellen und 23 Literaturhinweisen.

- Berichte-Nr. 20: BACH, R.W.:
Über Schätzfunktionen zur Bestimmung hoher Quantile der Grundgesamtheit
luftverunreinigender Schadstoffkonzentrationen aus Stichproben.
Kurztitel: Über Schätzfunktionen zur Bestimmung hoher Quantile der
Grundgesamtheit.
1982. 43 Seiten mit 17 Abbildungen, 5 Tabellen und 22 Literaturhinweisen.
- Berichte-Nr. 21: STRAUCH, H.:
(vergriffen) Hinweise zur Anwendung flächenbezogener Schalleistungspegel.
1982. 92 Seiten mit 40 Abbildungen und 15 Literaturhinweisen.
- Berichte-Nr. 22: SPLITTGERBER, H.:
Verfahren zur Auswertung von Erschütterungsmessungen und zur Beurteilung von
Erschütterungsimmissionen.
Kurztitel: Erschütterungsmeß- und Beurteilungsverfahren.
1982. 71 Seiten mit 9 Abbildungen, 6 Tabellen und 23 Literaturhinweisen.
- 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.
Kurztitel: Immissionswirkungen auf Pflanzen - ein USA-Reisebericht -.
1982. 74 Seiten mit 1 Abbildung und 32 Literaturhinweisen.
- Berichte-Nr. 24: KÜLSKE, S.:
Analyse der Periode sehr hoher lokaler Schadstoffbelastungen
im Ruhrgebiet vom 15.01.1982 bis 20.01.1982.
Kurztitel: Hohe lokale Schadstoffbelastungen im Ruhrgebiet im Januar 1982.
1982. 80 Seiten mit 31 Abbildungen, 15 Tabellen und 4 Literaturhinweisen.
- Berichte-Nr. 25: VAN HAUT, H. und G.H.M. KRAUSE:
Wirkungen von Fluorwasserstoff-Immissionen auf die Vegetation.
Kurztitel: Fluorwasserstoff-Wirkungen auf Pflanzen.
1982. 27 Seiten mit 1 Abbildung, 4 Tabellen und 43 Literaturhinweisen.
- Berichte-Nr. 26: KOCH, E., V. THIELE, J. GIEBEL, H. STRAUCH und P. ALTENBECK:
Empfehlungen für die problemgerechte Erstellung von Immissionsschutzgutachten in
Bauleitplanverfahren.
Kurztitel: Empfehlungen bezüglich Immissionsschutzgutachten in Bauleitplan-
verfahren.
1982. 53 Seiten mit 10 Tabellen und 12 Literaturhinweisen.

- Berichte-Nr. 27: MANN, H., H. GIES und G. NITZ:
Verbesserung der Zuverlässigkeit und Vergleichbarkeit von Messungen zur
Ermittlung aromatischer Kohlenwasserstoffe in der Außenluft.
Kurztitel: Anlage zur Qualitätssicherung von Immissionsmessungen (Aqim).
1982. 139 Seiten mit 8 Tabellen, 21 Abbildungen und 38 Literaturhinweisen.
- 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.
Kurztitel: Waldschäden in der Bundesrepublik Deutschland.
1982. 154 Seiten mit 34 Abbildungen, 14 Tabellen und 101 Literaturhinweisen.
- Berichte-Nr. 29: GIEBEL, J.:
Untersuchungen über Zusammenhänge zwischen Sperrschichthöhen und Immissionsbe-
lastung.
Kurztitel: Zusammenhänge zwischen Sperrschichthöhen und Immissionsbelastung.
1983. 42 Seiten mit 8 Abbildungen, 2 Tabellen und 9 Literaturhinweisen.

Anmerkung:

Die LIS-Berichte - auch die vergriffenen - stehen Interessenten in vielen Universitäts- und Hoch-
schulbibliotheken zur Ausleihe bzw. Einsichtnahme zur Verfügung.