

Nr.24

Hohe lokale Schadstoff-
belastungen im Ruhrgebiet
im Januar 1982

Herausgeber:

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

1982

ISSN 0720-8499

Analyse der Periode sehr hoher lokaler
Schadstoffbelastungen im Ruhrgebiet
vom 15.01.1982 bis 20.01.1982

[Liegzeit]
S. Külske
⇐

ANALYSE DER PERIODE SEHR HOHER LOKALER SCHADSTOFFBELASTUNGEN
IM RUHRGEBIET VOM 15.01. BIS 20.01.1982.

S. Külske

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

Vom 15.01. bis 20.01.1982 traten im Belastungsgebiet Ruhrgebiet Mitte in einer relativ begrenzten Fläche von ca. 140 km² wiederholt und länger andauernd stark erhöhte Immissionskonzentrationen von CO, NO, NO₂, Schwebstaub und SO₂ auf.

An drei Smogwarndienst-Meßstellen in diesem Bereich wurde der nach der Smogverordnung NW gesetzte Schwellenwert für den Smogindex über längere Zeit überschritten. Es kam jedoch nicht zur Auslösung des Smogalarms, weil nach der Smogverordnung an mehr als 4 Stationen pro Smoggebiet Überschreitungen erfolgen müssen.

Es werden die ungewöhnlichen meteorologischen Bedingungen dieser austauscharmen Wetterlage, gekoppelt mit dem Auftreten sehr hoher Schadstoffbelastungen, erläutert und anhand von Zeitverläufen der Immissionskonzentrationen sowie Ergebnissen von mobilen Sondermessungen sowohl die emissionsseitigen als auch die meteorologischen Ursachen dargestellt.

Als wahrscheinlich ergibt sich, daß für die Komponenten CO, NO, NO₂ und SO₂ der Hausbrand, das Kleingewerbe und der Verkehr die Hauptverursacher der hohen Schadstoffbelastungen waren. Für den Schwebstaub stellten der Hausbrand, das Kleingewerbe und die Industrie die Hauptverursacher dar.

S u m m a r y

From January 15 to 20, 1982, markedly increased atmospheric concentrations of CO, NO, NO₂, airborne dust and SO₂ occurred repeatedly and for longer periods of time in a relatively limited area of 140 km² in the polluted area Ruhrgebiet-Mitte (Central Ruhr Area).

Although the threshold value for the smog indicator which, according to the Smog Regulation of the State of Nordrhein-Westfalen is to set off a smog alarm, had been exceeded at several stations for longer periods of time, no smog alarm was released, because excessive values did not occur on more than four stations per smog area as stipulated by the Smog Regulation.

The very unusual meteorological conditions marked by low exchange weather combined with the occurrence of extremely high pollution concentrations are described. On the basis of temporal distributions of the atmospheric pollutant concentrations and of results of special measurements from a mobile van the meteorological causes and the causative emission sources are outlined.

For the components CO, NO, NO₂ and SO₂ domestic heating, small commercial enterprises and traffic have been singled out as likely causes of the high atmospheric pollution levels. For airborne dust the main sources identified are domestic heating, small commercial enterprises and industry.

1. Einleitung

In der Zeit vom 15.01. bis 20.01.1982 stieg die Schadstoffbelastung in Teilen des Ruhrgebietes stark an. Besonders hohe Immissionswerte wurden am 15.01. sowie am 19. und 20.01. gemessen. Schwerpunkte der Belastung waren die Städte Bottrop, Essen und Gelsenkirchen. Die nach der Smogverordnung des Landes NW [1] vorgesehenen Schwellenwerte^x wurden zwar wiederholt überschritten, die Überschreitung betraf jedoch nicht gleichzeitig 4 Meßstationen in einem Smoggebiet, so daß die Voraussetzungen für Smogalarm in einem Smoggebiet nach der Smogverordnung nicht erfüllt waren und somit kein Smogalarm auszulösen war.

Die Landesanstalt für Immissionsschutz (LIS) warnte die Bevölkerung der betroffenen Städte wegen der hohen Schadstoffbelastung durch die Herausgabe von Pressemitteilungen. Gleichzeitig wurden warnende Hinweise durch den Minister für Arbeit, Gesundheit und Soziales des Landes NW in Rundfunk und Fernsehen gegeben. Im folgenden wird die Entwicklung der Episode sehr hoher Schadstoffbelastungen näher erläutert, und es werden die Ursachen dieser ungewöhnlichen Situation analysiert.

2. Meteorologische Beschreibung

Wie es typisch ist für winterliche Episoden hoher Schadstoffanreicherungen in unseren Breiten, führte auch in diesem Fall ein kräftiges Hochdruckgebiet zu einer austauscharmen Wetterlage. Vom 12. bis 14.01. wanderte das Hochdruckgebiet mit einem Kerndruck von 1040 mb von Irland über Mitteleuropa hinweg zum Balkan und verlagerte sich in den folgenden Tagen zur Ukraine. Unser Gebiet verblieb bis zum 20.01. im Bereich eines Keiles dieses Hochdruckgebietes. Am 21.01. beendete ein Tiefausläufer, der Meeresluft heranzuführte, die austauscharme Wetterlage.

Zu einer starken Anreicherung von Luftverunreinigungen in einem Gebiet kommt es dann, wenn bei Windstille oder geringen Windgeschwindigkeiten der Abtransport und die Verdünnung der Schad-

stoffe gering bleiben und wenn durch Begrenzung des vertikalen Austauschraumes die emittierten Schadstoffe in bodennahen Luftschichten verbleiben.

Geringe Windgeschwindigkeiten und eine starke Begrenzung des vertikalen Austauschraumes waren über Tage hinweg gegeben, wie die folgende Analyse zeigt:

Abb. 1 (s. Anhang) gibt den zeitlichen Verlauf der Inversionsuntergrenze und der Inversionsobergrenze für die Zeit vom 14.01., 0.00 Uhr, bis 21.01., 12.00 Uhr wieder. Die Darstellung basiert auf den Ergebnissen von Radiosondenaufstiegen des Wetteramtes Essen, die freundlicherweise der LIS zur Verfügung gestellt wurden. Diese Radiosondenaufstiege erfolgen routinemäßig um 0.00 und 12.00 Uhr GMT am Standort des Wetteramtes in Essen-Bredeneu. Zusätzlich hat das Wetteramt jedoch vom 16.01. bis 20.01. Parallelaufstiege jeweils in den Morgenstunden gegen 7.30 Uhr GMT in Duisburg-Meiderich sowie in Essen-Bredeneu durchgeführt, um zu untersuchen, ob die Vertikalsondierungen in der relativen Höhenlage des Wetteramtes (152 m über NN) übertragbar sind auf das tiefer gelegene Gebiet im Bereich der Emscherniederung (mittlere Höhenlage ca. 50 m über NN). Es zeigte sich, daß die Obergrenzen der Bodeninversion, am Standort des Wetteramtes gemessen, auf den Bereich der Emscherniederung übertragbar sind, die Bodeninversionsmächtigkeit jedoch in der Niederung um die Höhendifferenz zum Wetteramt (ca. 100 m) größer ist. Gleichfalls sind die Bodeninversionen in der Niederung wegen der hier im allgemeinen während dieser Tage deutlich tieferen Temperaturen stärker ausgeprägt, d.h., die Temperaturdifferenzen zwischen Boden und Obergrenze der Inversion sind größer.

Die Abb. 1 gibt den Inversionsverlauf für die Niederung wieder. Neben den Vertikalsondierungen des Wetteramtes wurden eigene Temperaturmeßdaten von der TEMES-Station Bottrop vor allem zur Ermittlung der Durchmischungsschicht herangezogen. An allen Tagen wurde die Bodeninversion an den Tagesstunden vorübergehend und bis zu unterschiedlichen Höhen aufgelöst. Insgesamt blieb die bodennahe Inversion jedoch während des gesamten Zeitraumes vom 14. bis 21.01. erhalten. Lediglich am 18.01. und am 20.01. kam es zu einem vorübergehenden Durchbruch der Inversion.

Wesentlich für die Ausbildung dieser langandauernden Bodeninversionslage war die kräftige Warmluftzufuhr in der Höhe, die bereits am 14.01. einsetzte. Die Bodenkaltluftschicht wurde nicht weggeräumt. Sie hatte, wie Abb. 1 zeigt, eine Mächtigkeit von 250 - 900 m. Durch nächtliche Ausstrahlung über der Schneedecke - bis zum 17.01. blieb eine geschlossene Schneedecke erhalten, Schneereste hielten sich bis zum 20.01. - regenerierte sich die Kaltluft ständig.

In Tabelle 1 (s. Anhang) sind die Temperaturminima, gemessen an der Station Bottrop, den Temperaturwerten in der Höhe gegenübergestellt. Gleichzeitig wurden die Temperaturgradienten errechnet. Die Werte spiegeln die extreme Stabilität der vertikalen Schichtung der Atmosphäre wieder. Die Temperaturzunahme mit der Höhe betrug bis zu $4,4^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$. Der vertikale Austausch der Abgase war während dieser Zeiten weitgehend unterbunden.

Einen Überblick über die Windverhältnisse vermittelt die Tabelle 2 (s. Anhang). Sie enthält die Tagesmittelwerte der Windgeschwindigkeit (skalares Mittel) sowie die Tagesmittel der Windrichtung (Vektormittel) an den 9 im Rahmen des TEMES-Netzes von der LIS betriebenen Windmeßstationen im Ruhrgebiet.

Abb. 2 (s. Anhang) gibt die Tagesmittelwerte der Windrichtung und der Windgeschwindigkeit für den hoch belasteten 19.01. in der räumlichen Verteilung wieder. Die Windverteilung an diesem Tage ist typisch für die ganze Periode des austauscharmen Wetters, gekoppelt mit dem Auftreten hoher Schadstoffbelastungen. Die Werte der Tabelle 2 sowie die Abb. 2 lassen die ungewöhnliche räumliche Struktur des Bodenwindes erkennen. Im Bereich der Rheinschiene (Spellen, Walsum, Buchholz) sowie im Süden des Ruhrgebietes (Leithe, Witten) wehte vom 15. - 20.01. ein beständiger Wind aus südlichen Richtungen (Ausnahme: der 17.01. in Leithe). Mit gleicher Beständigkeit herrschte im nördlichen und östlichen Ruhrgebiet eine nordöstliche bis östliche Strömung. An der Station Bottrop waren bei sehr geringen Windgeschwindigkeiten umlaufende Winde dominierend. Die Vektormittel zeigen hier eine von Tag zu Tag nur geringe und in der Richtung variierende Luftversetzung. Die Abb. 3 und 4 (beide s. Anhang), in denen der Verlauf von Windrichtung, Windgeschwindigkeit und

Temperatur an den Stationen Bottrop und Walsum in Form von Halbstundenmittelwerten wiedergegeben ist, belegen die starken Unterschiede in den Strömungsverhältnissen zwischen der Rheinschie- ne und dem hochbelasteten Gebiet Bottrop und Essen. Die Entfer- nung zwischen den Meßstationen Walsum und Bottrop beträgt 16 km. Die Abb. 5 und 6 (beide s. Anhang) enthalten die Halbstundenwerte von Windrichtung und Windgeschwindigkeit für Essen-Leithe, Witten und Recklinghausen, Stationen, die das Strömungsregime im südli- chen bzw. nord-östlichen Ruhrgebiet repräsentieren.

Die synoptischen Meldungen des Deutschen Wetterdienstes von den Stationen Bocholt, Münster, Osnabrück und Gütersloh zeigen, daß eine schwache Ostströmung in der ganzen Westfälischen Bucht vor- herrschte mit Ausnahme der rheinnahen Gebiete. So zeigte Bocholt überwiegend südliche Winde.

Neben den Bodenwinden sind die Höhenwinde von besonderer Bedeu- tung für die Entwicklung der Smoglage. Die Höhenwinde, wie sie vom Wetteramt Essen gemessen wurden, sind aus Abb. 1 zu entneh- men. Am 15. und 16.01. sowie am 19. und 20.01. kam der Höhenwind aus Süd. In den Abendstunden des 16.01. dreht der Wind auf West, am 17.01. vorübergehend auf Nordost, am 18.01. auf West und schwenkte in den Abendstunden des 18.01. wieder auf Süd ein. Auf- fällig sind die relativ hohen Windgeschwindigkeiten an der Bo- deninversionsobergrenze, z.B. am 20.01., 0.00 Uhr, 6 m/s in 300 m Höhe. Es kann angenommen werden, daß die am Südrand des Ruhrgebietes gemessene Richtung des Höhenwindes über dem gesamten Ruhrgebiet vorhanden war. Die Auswirkung auf die Immissionssitua- tion wird später erläutert.

3. Immissionsbelastung und ihre Ursachen

3.1. Messungen an den TEMES-Stationen

3.1.1. Tagesmittelwerte

Einen allgemeinen Überblick über die Höhe der Immissionsbelastung sowie ihre zeitliche Entwicklung vom 14.01. bis 21.01. vermit- teln die in Tabelle 3 (s. Anhang) zusammengestellten Tagesmittel- werte der Immissionskonzentration der Komponenten SO₂, NO₂, NO, CO und Schwebstaub. Die Tabelle enthält die Tagesmittelwerte

aller TEMES-Stationen im Ruhrgebiet, soweit die entsprechenden Komponenten an den Stationen gemessen wurden. In den Abb. 7 - 11 (s. Anhang) sind zusätzlich die Tagesmittelwerte von SO_2 , NO_2 , NO , CO und Schwebstaub für den Tag der relativ höchsten Belastung, den 19.01., in ihrer räumlichen Verteilung dargestellt. Es zeigen sich folgende Belastungsstrukturen:

SO_2

Das höchste Tagesmittel wurde am 15.01. mit $0,59 \text{ mg/m}^3$ in Essen-Altendorf gemessen.

Am 14.01. war die erhöhte SO_2 -Belastung relativ gleichmäßig über das gesamte Ruhrgebiet von Duisburg bis Dortmund verteilt. Am 15.01. sanken die Konzentrationen im westlichen Ruhrgebiet (Duisburg) deutlich ab, da hier südliche Winde von über 2 m/s im Tagesmittel herrschten. Die SO_2 -Belastung konzentrierte sich vornehmlich auf das mittlere Ruhrgebiet (Bottrop, Essen, Gelsenkirchen, Herne) sowie abgeschwächt auf den Dortmunder Raum. Nach einer generellen Abschwächung der Konzentration am 16.01. stiegen die Belastungen am 17.01. wieder deutlich an und verblieben auf erhöhtem Niveau mit Schwergewicht in Bottrop, Essen und Gelsenkirchen. Am 21.01. war die Belastung deutlich verringert und relativ gleichmäßig verteilt.

NO_2

Das höchste Tagesmittel wies Bottrop mit $0,32 \text{ mg/m}^3$ am 19.01. auf. Am 14.01. war die erhöhte Belastung relativ gleichmäßig über das Gebiet von Duisburg bis Dortmund verteilt. Im Bereich Duisburg hatte sich die Belastung am 15.01. stark vermindert, sie konzentrierte sich vornehmlich auf den Bereich Bottrop und Essen. Nach einer Abschwächung am 16., 17. und 18.01. brachte der 19. und 20.01. ein hohes Belastungsniveau mit deutlicher Konzentrierung auf das Gebiet Bottrop, Essen und Gelsenkirchen. Der 21.01. zeigte nur noch leicht erhöhte, aber relativ gleichmäßig verteilte Konzentrationswerte.

NO

Die Station Gelsenkirchen war die höchstbelastete Station. Das höchste Tagesmittel trat hier am 19.01. mit $0,84 \text{ mg/m}^3$ auf. Nach relativer Gleichverteilung der Belastung zwischen Duisburg und Dortmund am 14.01. lag auch hier vom 15.01. an eine Konzentration der Belastung auf den Bereich Gelsenkirchen und Bottrop vor. Leicht erhöhte Werte traten jedoch auch im Dortmunder Bereich auf. Schwerpunkte der Belastung waren der 15.01., 19.01. und 20.01. Der 21.01. zeigte wieder relativ homogen verteilte Konzentrationswerte.

CO

Die höchsten Tagesmittel wurden mit 21 mg/m^3 am 19.01. in Essen-Altendorf und Bottrop erreicht. Der 15.01., 19.01. und 20.01. waren Tage mit stark erhöhter CO-Belastung, vornehmlich konzentriert auch hier auf den Bereich Bottrop, Essen und Gelsenkirchen. Die bei den anderen Komponenten erläuterten sonstigen Merkmale der Belastungsstruktur treffen auch hier zu.

Schwebstaub

Die höchste Schwebstaubbelastung zeigte der 19.01. Der maximale Tagesmittelwert wurde mit $0,53 \text{ mg/m}^3$ in Gelsenkirchen gemessen. Besonders hoch belastete Tage waren der 19.01. und 20.01. mit Schwerpunkt in Bottrop, Essen und Gelsenkirchen.

Die Belastungsstrukturen unterscheiden sich im übrigen nicht wesentlich von den der anderen Komponenten.

Die betrachteten Komponenten wiesen eine nahezu gleiche räumliche und zeitliche Belastungsstruktur auf. Die Smogsituation war besonders stark am 15.01., am 19.01. und am 20.01. ausgeprägt. Sie war weitgehend auf das mittlere Ruhrgebiet (Bottrop, Essen, Gelsenkirchen) beschränkt.

3.1.2. Halbstundenmittelwerte

Die Halbstundenmittelwerte ermöglichen eine differenziertere Betrachtung der Immissionsentwicklung an den einzelnen Meßorten.

In den Abb. 12 - 28 (s. Anhang) ist der zeitliche Verlauf der Immissionskonzentrationen auf der Basis von 1/2-Stundenmittelwerten (für Schwebstaub: 3-Stundenmittelwerte) für die Meßstationen Essen-Altendorf, Dortmund, Oberhausen-Osterfeld, Recklinghausen, Marl-Sickingmühle, Herten, Duisburg-Walsum, Herne, Gelsenkirchen und Bottrop dargestellt.

Nachfolgend sollen anhand der Immissionszeitverläufe in Korrelation zur Struktur der Windfelder und der Inversionsbildung die Ursachen der lokalen, sehr hohen Schadstoffbelastungen näher erläutert werden.

Als Ursachen sind einmal zu betrachten die Emission, ihre räumliche Verteilung, ihre Verteilung auf unterschiedliche Ausbläshöhe und ihre zeitliche Variabilität im Tagesablauf. Die meteorologischen Austauschbedingungen, gekennzeichnet durch die Strömung (Windrichtung, Windgeschwindigkeit) und den vertikalen Austausch (Inversion, Durchmischungshöhe), ihre zeitliche Variabilität sowie ihre räumlich als auch vertikal unterschiedliche Struktur bedingen dann die räumliche Verteilung und den zeitlichen Verlauf der einzelnen Immissionskomponenten.

Die für die einzelnen Komponenten unterschiedlichen Abbauraten können die Immission weiter modifizieren.

Aus der Analyse der Tagesmittelwerte ergab sich, daß das Gebiet hoher Immissionsanreicherungen im wesentlichen durch die Meßstationen Bottrop, Essen-Altendorf und Gelsenkirchen beschrieben wird. Bei Beachtung, daß dieses Gebiet in Nord-Süd-Richtung begrenzt blieb, war etwa eine Fläche von ca. 140 km^2 betroffen.

Diese ungewöhnliche Begrenzung auf ein relativ kleines Gebiet mitten im Ruhrgebiet war auf die ungewöhnliche räumliche Struktur der meteorologischen Bedingungen zurückzuführen. So wurde das westliche und das südliche Ruhrgebiet durch südliche Winde und die nördlichen und östlichen Gebiete durch Ostwinde ausreichend durchlüftet. Der Grund dafür, daß weder die südliche Windströmung noch die Ostströmung das Gebiet von Bottrop, Essen (nördlicher Teil) und Gelsenkirchen im gleichen Maße erfaßte, ist bei dieser luftdruckgradientenschwachen Wetterlage in der Orographie zu suchen. Die südliche Höhenströmung erfaßte zwar die Ruhrhöhen und die höher gelegenen südlichen Teile des Ruhrgebietes, konnte sich jedoch in der ca. 100 m tiefer gelegenen

Emscherniederung nicht bis zum Boden durchsetzen. Das von Südost nach Nordnordwest gerichtete Rheintal übte dagegen zusätzlich eine Leitwirkung aus. Hier setzte sich die Südkomponente des Windes bis zum Boden durch. Die östliche Luftströmung im nördlichen Teil des Ruhrgebietes war nicht stark genug, um den Bereich der Emscherniederung um Bottrop, Essen und Gelsenkirchen zu durchlüften, führte jedoch zusätzlich Schadstoffe aus dem östlichen Ruhrgebiet in das mittlere Ruhrgebiet hinein.

Bei Betrachtung der emissionsseitigen Ursachen für das lokale Auftreten der sehr hohen Schadstoffbelastungen sind daher sowohl die Emissionen des Belastungsgebietes Ruhrgebiet Mitte als auch des Belastungsgebietes Ruhrgebiet Ost zu berücksichtigen.

Tabelle 4 enthält die im Rahmen der Luftreinhaltepläne für beide Belastungsgebiete [2] ermittelten Emissionen für die hier betrachteten Schadstoffkomponenten in t/h für das Winterhalbjahr. NO_x ist die Summe aus NO und NO_2 .

Tabelle 4: Gesamtemission der Belastungsgebiete Ruhrgebiet Mitte und Ruhrgebiet Ost für das Winterhalbjahr in t/h sowie als prozentualer Anteil.

Komponente	Emission [t/h]	[%]
SO_2	53,5	21,6
NO_x	29,6	12,0
CO	156,8	63,3
Staub	7,7	3,1
	<u>247,6</u>	<u>100</u>

Der prozentuale Anteil der Quellgruppen Verkehr, Hausbrand und Kleingewerbe sowie Industrie für jede Komponente ergibt sich aus Tabelle 5.

Tabelle 5: Prozentualer Anteil der Quellgruppen, Verkehr, Hausbrand und Kleingewerbe sowie Industrie an der Emission jeder Komponente für die Belastungsgebiete Ruhrgebiet Mitte und Ruhrgebiet Ost für das Winterhalbjahr

Komponente	Verkehr	Prozentualer Anteil		Gesamt
		Hausbrand u. Kleingewerbe	Industrie	
SO ₂	0,6	13,0	86,4	100
NO _x	11,0	5,0	84	100
CO	18,6	52,7	28,7	100
Staub	1,0	25,5	73,5	100

Von besonderer Bedeutung für die Immissionsentwicklung während der Zeiten hoher Schadstoffbelastung waren wegen der weitgehenden Unterbindung des vertikalen Austausches die bodennahen Quellgruppen. In Tabelle 6 sind daher die Emissionen, die bis zu einer Austrittshöhe von 30 m emittiert wurden, zusammengestellt.

Tabelle 6: Emission der Belastungsgebiete Ruhrgebiet Mitte und Ruhrgebiet Ost für das Winterhalbjahr sowie prozentualer Anteil für Quellhöhen bis zu 30 m

Komponente	Emission	
	[t/h]	[%]
SO ₂	8,4	6,3
NO _x	5,4	4,0
CO	116,3	86,8
Staub	3,9	2,9
	<u>134</u>	<u>100</u>

Die prozentualen Anteile der Quellgruppen ergeben sich aus Tabelle 7.

Tabelle 7: Prozentualer Anteil der Quellgruppen Verkehr, Hausbrand und Kleingewerbe sowie Industrie an der Emission jeder Komponente bis zu Quellhöhen von 30 m für die Belastungsgebiete Ruhrgebiet Mitte und Ruhrgebiet Ost für das Winterhalbjahr

Komponente	Verkehr	Prozentualer Hausbrand u. Kleingewerbe	Anteil Industrie	Gesamt
SO ₂	3,6	82,1	14,3	100
NO _x	60,1	27,0	12,9	100
CO	25,1	70,7	4,2	100
Staub	1,9	49,6	48,5	100

Die Quellhöhen bis 30 m haben bei den einzelnen Komponenten ein unterschiedliches Gewicht. Während für SO₂ und NO_x weniger als 1/5 der jeweiligen Gesamt-Emission auf diesen Quellhöhenbereich entfällt, wird Staub immerhin zur Hälfte aus diesen Höhen emittiert. Bei CO beträgt der Anteil sogar 3/4 der Gesamt-CO-Emission.

Der Industrieanteil in diesem Quellhöhenbereich ist mit Ausnahme von Staub (48,5 %) relativ gering.

Der Verkehr dominiert bei NO_x mit 60,1 %. Bei SO₂ (82,1 %) und CO (70,7 %) ist der Hausbrand Hauptverursacher.

Der Industrieanteil an der Emission über alle Quellhöhenbereiche (Tabelle 5) ist dagegen wesentlich größer. Er ist mit Ausnahme von CO dominierend.

Der Aufbau der Schadstoffanreicherung in der Emscherniederung ist anhand der Zeitverläufe der Immissionen der Stationen Bottrop, Essen-Altendorf und Gelsenkirchen gut zu verfolgen (Abb. 12 - 16). Besonders markant ist der Zeitverlauf der Komponenten CO und NO. Hier fällt die weitgehende Parallelität im Immissionsverlauf auch in Einzelheiten auf (Essen-Altendorf). Jedoch auch SO₂, NO₂ und Schwebstaub zeigen eine weitgehende Parallelität.

Wie anhand der Tagesmittelwerte bereits erläutert, ragen der 15.01., der 19.01. und der 20.01. als stark belastet heraus.

Nach bereits am 14.01. erhöhten Konzentrationen stiegen die Immissionen aller Komponenten in den Morgenstunden des 15.01. sprunghaft an und erreichten Spitzenwerte um die Mittagszeit. In Gelsenkirchen und Essen-Altendorf gingen die Konzentrationen gegen 14.00 Uhr für 1 bis 2 Stunden sprunghaft zurück, um dann wieder anzusteigen. Dieser Rückgang (Essen-Altendorf um 12.00 Uhr 36 mg CO/m^3 , um 14.00 Uhr $2,5 \text{ mg CO/m}^3$) ist zurückzuführen auf ein vorübergehendes Auffrischen des Windes, das zusammenhängt mit der kurzzeitigen Auflösung der Bodeninversion (Abb. 1).

Die Windgeschwindigkeit ging kurz danach jedoch wieder zurück, so daß die Konzentrationen schnell wieder anstiegen. Erst der in den Abend- und Nachtstunden auffrischende Wind ließ die Konzentrationen wieder absinken und führte zu einem Immissionsminimum am 16.01. zwischen 02.00 bis 04.00 Uhr in Essen-Altendorf. Die Immissionen in Bottrop und Gelsenkirchen hatten ihr Minimum allerdings zu dieser Zeit noch nicht erreicht. Die Ursache dafür wird in der unterschiedlichen Höhenlage der Stationen begründet sein. Bottrop und Gelsenkirchen liegen 40 m bzw. 35 m über NN. Essen-Altendorf hat eine Höhenlage von 70 m. Im tiefer gelegenen Gebiet hatte der Wind nicht im gleichen Maße aufgefrischt, wie auch die Windregistrierung von Bottrop zeigt (Abb. 3). An allen Stationen und für alle Komponenten mit Ausnahme von NO_2 trat jedoch ein Immissionsminimum am 16.01. zwischen 11.00 und 16.00 Uhr ein. Auch dies ist wiederum die Wirkung der Auflösung der Bodeninversion über die Mittagszeit (Abb. 1).

Der Rückgang der Windgeschwindigkeit in den Abend- und Nachtstunden des 16.01. bzw. 17.01. führte zu einem erneuten Konzentrationsanstieg, der weniger deutlich in Essen-Altendorf, aber deutlich in Bottrop und Gelsenkirchen in Erscheinung trat. Höchstwerte traten gegen 0.00 Uhr am 17.01. auf. Danach fiel die Belastung ab und erreichte wieder zwischen 10.00 und 15.00 Uhr, bedingt durch die Anhebung der Durchmischungsschicht (Abb. 1), ein Minimum. Dies traf jedoch auch hier nicht für NO_2 zu. Die NO_2 -Konzentration begann ab 12.00 Uhr anzusteigen und erreichte gegen 16.00 Uhr ein Maximum. Es zeigte sich hier der Effekt der photochemischen Umsetzung von NO zu NO_2 .

Erneut wie am Vortage stiegen die Konzentrationen bei zurückgehender Windgeschwindigkeit und Neuausbildung der Bodeninversion

in den Abendstunden und Nachtstunden des 17. bzw. 18.01. wieder an - am deutlichsten in Bottrop und Gelsenkirchen. Das Immissionsmaximum wurde wieder etwa gegen Mitternacht erreicht, danach gingen die Immissionen zurück, um ab 7.00 Uhr des 18.01. erneut zu einem Gipfelpunkt gegen 10.00 Uhr anzusteigen. Der danach folgende markante Einbruch im Immissionsverlauf etwa zwischen 12.00 bis 16.00 Uhr war wieder auf die Auflösung der Bodeninversion zurückzuführen (Abb. 1). Die Bodeninversion wurde diesmal vorübergehend durchbrochen, so daß ein Austausch mit höheren Luftschichten erfolgen konnte. Dies wird zusätzlich durch die Windregistrierung in Bottrop und Recklinghausen belegt. Von 12.00 bis 16.00 Uhr drehte der Wind hier auf West- und damit auf die gleiche Richtung wie der Höhenwind zu dieser Zeit.

Die Stabilisierung der Schichtung führte zu dem typischen Anstieg der Immissionen in den Abendstunden mit einem Maximum gegen Mitternacht, danach folgendem Abfall mit einem Minimum gegen 06.00 Uhr, erneutem Anstieg zum Maximum zwischen 10.00 bis 12.00 Uhr und Abfall zum nachmittäglichen Minimum. Die Abnahme der Konzentration am Nachmittag des 19.01. (14.00 Uhr) war jedoch nur gering. Die maximale Durchmischungshöhe betrug zu dieser Zeit nur ca. 200 m. Die an den Vortagen sich einstellende Entlastung der Immissionssituation durch den Einbezug größerer Austauschhöhen war an diesem Tage nicht gegeben, so daß der abends einsetzende Konzentrationsanstieg auf ein höheres Konzentrationsniveau aufbauen konnte. Das in den Abend- und Nachtstunden eintretende Immissionsmaximum wurde zwar am 20.01. bis 06.00 - 07.00 Uhr teilweise wieder abgebaut, die Konzentrationen stiegen jedoch dann erneut an und erreichten das Maximum zwischen 09.00 und 10.00 Uhr. Danach fielen die Konzentrationen rapide auf nahezu Null (Essen-Altendorf, Gelsenkirchen) zwischen 14.00 und 16.00 Uhr ab. Die Bodeninversion war um die Mittagszeit durchbrochen worden (Abb. 1). Der Austausch hatte die gesamte Höhenschicht erfaßt. Die in den Abendstunden einsetzende Stabilisierung führte zwar erneut zu einem Konzentrationsanstieg, dem jedoch etwa gegen Mitternacht durch einen herannahenden Tiefausläufer mit Auffrischen und Drehen des Windes auf West ein Abfall der Konzentration folgte.

Als wesentliches Ergebnis der vorstehenden Analyse ist festzuhalten:

1. Mit großer Regelmäßigkeit treten Immissionsmaxima in den späten Abendstunden bis Mitternacht sowie in den Morgenstunden von 09.00 - 11.00 Uhr auf. Ursache dafür ist die Stabilisierung der Luftschichten in den Abendstunden durch Bodeninversionsbildung sowie der überlagerte Zeitverlauf der Emissionen. Vor allem die starke Zunahme der Emissionen in den Morgenstunden (Hausbrand und Kfz.-Verkehr) bedingen bei noch vorhandener Bodeninversion den morgendlichen Anstieg der Immissionen.
2. Immissionsminima treten regelmäßig in den Mittags- bis Nachmittagsstunden (etwa von 11.00 bis 16.00 Uhr) auf. Sekundäre Immissionsminima ergeben sich in den frühen Morgenstunden (überwiegend zwischen 04.00 bis 06.00 Uhr). Die Ursache der Minima in den Mittagsstunden ist der einsetzende Vertikalaustausch mit höheren Luftschichten. Die Minima in den frühen Morgenstunden bei extremer Ausbildung der Bodeninversion ergeben sich daraus, daß ausreichender Schadstoffnachschub nachts fehlt. Da die Emissionen nachts durch Hausbrand stark gedrosselt und durch den Verkehr minimal sind, sinken die Immissionen durch Verdünnungs- und Ablagerungsvorgänge nach Mitternacht ab.
3. Von wesentlicher Bedeutung für den Konzentrationsanstieg während einer austauscharmen Wetterlage ist bei andauernden geringen Windgeschwindigkeiten die Ausbildung eines vertikalen Austauschraumes während der Mittags- und Nachmittagszeit. Eine ausreichende Durchmischungshöhe führt auch bei langanhaltenden austauscharmen Wetterlagen zu einer wesentlichen Immissionsentlastung. Bleibt die Durchmischungshöhe gering (Beispiel: 19.01.), nimmt die Schadstoffakkumulation rapide zu.
4. Der sich wiederholende tageszeitliche Immissionsverlauf, vor allem die Ausbildung von Immissionsmaxima in den späten Abendstunden und in den Vormittagsstunden bei starken Bodeninversionen zeigt, daß die bodennahen Quellen der

Hauptverursacher dieser durch sehr hohe, lokale Immissionsbelastungen gekennzeichneten Immissionssituation waren.

Als repräsentativ für das westliche Ruhrgebiet kann während dieser Situation die Meßstation Duisburg-Walsum angesehen werden. Auch Duisburg lag wie das gesamte übrige Ruhrgebiet unter kräftigen Bodeninversionen, wie die Aufstiege des Wetteramtes Essen in Duisburg-Meiderich zeigen. Eine vergleichbare Entwicklung wie im benachbarten Gebiet um Bottrop, Essen und Gelsenkirchen unterblieb jedoch, wie die Immissionsverläufe in Abb. 17 und 18 ausweisen. Lediglich die NO-Belastung war zeitweise (am 18., 19. und 20.01.) erhöht. Die insgesamt trotz Bodeninversionen relativ geringen Belastungen sind auf die im Rheintal wehenden Winde aus südlicher Richtung mit Geschwindigkeiten häufig oberhalb 2 m/s zurückzuführen.

Die Station Oberhausen-Osterfeld war dem stark belasteten Gebiet benachbart. Auch hier wurden nur am 15., 19. und 20.01. höhere Immissionskonzentrationen festgestellt. Sie erreichten jedoch nicht das Niveau des hoch belasteten Gebietes.

Die in den Abb. 21 bis 28 dargestellten Immissionen der Meßstationen Dortmund, Herne, Herten, Recklinghausen und Marl-Sickingmühle zeigten örtlich und zeitlich begrenzt stärker erhöhte Werte. So waren am 15.01. die Immissionen in Dortmund und Herne stark erhöht. Die nördlicher gelegenen Stationen Herten, Recklinghausen und Sickingmühle wiesen diese Erhöhung nicht auf.

An den Folgetagen war lediglich die stark erhöhte NO-Belastung in Dortmund bemerkenswert. Das östliche Windregime ausreichender Geschwindigkeit ließ jedoch auch in Dortmund keine länger andauernde Akkumulation der Schadstoffe zu.

3.2. Immissions-Sondermessungen

Am 15.01. von 14.26 bis 15.15 Uhr, am 19.01. von 14.35 bis 17.35 Uhr sowie am 20.01. von 11.15 bis 13.35 Uhr wurden zusätzliche Immissionsmessungen im stark belasteten Gebiet mit Hilfe von Meßwagen vorgenommen. Zweck dieser Messungen war es, die räumliche Feinstruktur der Immissionen zwischen den TEMES-Stationen zu ermitteln.

Es wurden die CO-Immissionen gemessen, zusätzlich erfolgten am

15.01. und 20.01. Messungen der SO_2 -Belastung, sowie am 19.01. Messungen der NO -, NO_2 - und SO_2 -Belastung.

Am 19.01. und 20.01. wurden weiterhin Kohlenwasserstoffmessungen an den Stationen Essen-Altendorf und Duisburg-Meiderich vorgenommen.

3.2.1. Mobile Messungen am 15.01.82

Die Fahrtroute des Meßwagens, die Meßpunkte sowie die Meßwerte sind der Abb. 29 (s. Anhang) zu entnehmen. Die Meßwerte sind Mittelwerte über 3 Minuten. Da jedoch die Einzelwerte auf etwa gleichem Konzentrationsniveau lagen, sind diese Kurzzeitwerte auch für längere Mittelbildungszeiten repräsentativ.

Die Fahrtroute lief über den Essener Hauptbahnhof westlich des Innenstadtbereiches nach Norden bis nach Altenessen und westlich versetzt zurück. Die Meßpunkte lagen im Einflußbereich von Verkehrsstraßen, jedoch abseits der Fahrbahn.

Der CO -Mittelwert aus allen 9 Meßpunkten betrug 60 mg/m^3 . Als Höchstwert wurden 105 mg CO/m^3 gemessen (Limbecker Platz um 14.36 Uhr). Der SO_2 -Mittelwert aus allen 9 Meßpunkten betrug $0,54 \text{ mg/m}^3$ mit einem Höchstwert von $0,9 \text{ mg/m}^3$ an der Karolingerstraße und der Altenessener Straße. Zwischen 14.30 Uhr und 15.00 Uhr lagen die Halbstundenmittelwerte der CO -Konzentration an der nächstgelegenen TEMES-Station Essen-Altendorf bei 28 mg/m^3 , der entsprechende SO_2 -Wert betrug $0,75 \text{ mg/m}^3$. Die mobile Messung zeigt, daß ein starkes Konzentrationsgefälle vom südlichen zum nördlichen Stadtgebiet Essens bestand. Das mittlere SO_2 -Niveau entsprach etwa dem Meßwert an der Station Essen-Altendorf. Die mittlere CO -Belastung war im Einflußbereich der Straßen etwa doppelt so hoch wie an der verkehrsabgewandten Station Essen-Altendorf.

3.2.1. Mobile Messungen am 19.01.82

Die Meßroute führte durch Essen, und zwar durch die Ortsteile Holsterhausen, Altendorf, Bocholt und Frohnhausen. Die Abb. 30 (s. Anhang) gibt die Fahrtroute mit den Meßpunkten sowie den Meßwerten wieder.

Als Mittel aus allen 15 Messungen ergibt sich ein CO-Wert von 60 mg/m^3 mit einem Höchstwert von 140 mg CO/m^3 auf der Gemarkenstraße in Holsterhausen gegen 16.30 Uhr. Weitere Messungen mit einem zweiten Meßwagen wurden in der Essener Innenstadt (Kettwiger Straße bis Viehofer Straße/Pferdemarkt) für SO_2 vorgenommen. In Holsterhausen, Frohnhausen und Altendorf wurde mit einem 3. Meßwagen SO_2 , NO und NO_2 gemessen. Diese Meßdaten sind in den Tabellen 8 und 9 zusammengestellt.

Tabelle 8: SO_2 -Messungen (10-Minutenmittel) am 19.01.82 in der Essener Innenstadt (Kettwiger Straße bis Viehofer Straße/Pferdemarkt)

Meßzeit [Uhr]	Konzentration [mg/m^3]
15.20	0,59
15.35	0,46
15.50	0,49
16.05	0,54
16.20	0,43
16.35	0,43
16.50	0,40
17.05.	0,51
17.25	0,51

Tabelle 9: SO_2 -Messungen (10-Minutenmittel) sowie NO- und NO_2 -Messungen (15-Minutenmittel) in Essen-Holsterhausen, Essen-Frohnhausen und Essen-Altendorf am 19.01.82

Meßort	Meßzeit [Uhr]	SO_2 -Konz. [mg/m^3]	NO-Konz. [mg/m^3]	NO_2 -Konz. [mg/m^3]
Berliner-Curtius-Straße	14.55	0,42	1,51	0,59
Unterdorfstraße	15.26	0,34	0,98	0,47
Haus Bergestraße	16.20	0,42	1,74	0,51
Gemarkenstraße	16.45	0,45	1,35	0,59

Gemittelt über die gleichen Meßzeiten wie bei den Sondermessungen ergaben sich an der nächstgelegenen TEMES-Station Essen-Altendorf folgende Immissionswerte:

21 mg CO/m³; 0,64 mg SO₂/m³; 0,64 mg NO/m³ und 0,54 mg NO₂/m³.

Die CO-Belastung im Bereich von Verkehrsstraßen war also um den Faktor 3 höher als an der Meßstation Altendorf. Die SO₂- und NO₂-Konzentration zeigte vergleichbare Werte wie an der Meßstation Altendorf und damit eine relativ homogene räumliche Verteilung für diese Komponenten an. Dagegen war die NO-Konzentration im Mittel um den Faktor 2 höher als an der Station Altendorf.

3.2.3. Mobile Messungen am 20.01.82

Die Meßroute führte von Süd nach Nord durch die Innenstadt von Essen, dann in Richtung Nordwest durch Bergeborbeck zur Autobahnauffahrt Bottrop/Borbeck der A 42 (Emscherschnellweg). Die A 42 wurde in Richtung Ost bis zur Abfahrt Essen-Nord befahren. Von hier aus ging die Fahrt in Nordrichtung auf der B 224 bis zur Höhe Prosperstraße. Der Meßwagen kehrte dann um und fuhr auf der A 42 weiter in Richtung Ost bis zur Abfahrt Herne/Crange. Von hier aus verlief die Route nach Süden auf der B 226 bis zur Auffahrt Bochum/Hamm auf die A 430. Auf der A 430 erfolgte die Rückfahrt nach Essen.

Die Abb. 31 (s. Anhang) gibt die Fahrtroute mit den Meßpunkten sowie den Meßwerten wieder.

Mit dieser Meßfahrt wurde versucht, die Ausdehnung des Gebietes starker Belastung zu vermessen. Wie ein Vergleich mit den Messungen der TEMES-Stationen zeigt, fiel die Meßfahrt in einen Zeitabschnitt mit deutlicher Immissionsabnahme.

Am Südrand des Innenstadtbereiches Essen - nördlich der A 430 - stiegen die Konzentrationen sprunghaft an. Mit 0,44 mg SO₂/m³ und 23 mg CO/m³ (Meßpunkt Ottilienstraße, Meßzeit 11.34 Uhr) wurden zu dieser Zeit etwa gleich hohe Werte an der TEMES-Station in Essen-Altendorf gemessen. Im Innenstadtbereich Essens jedoch (Limbecker Platz und Universität) wurden CO-Konzentrationen bis 67 mg/m³ gemessen. Während die SO₂-Konzentrationen mit

0,55 mg SO₂/m³ in den Werten der TEMES-Station vergleichbar waren, waren die CO-Konzentrationen um mehr als den Faktor 3 höher. Selbst auf der U-Bahn-Station Universität (Tunnel) wurden 41 mg CO/m³ gemessen.

Auf der Fahrt in Richtung Bottrop (Meßzeit: 11.58 bis 12.05 Uhr) sanken die CO- und SO₂-Konzentrationen ab. Der nordwestliche Meßpunkt (Autobahnauffahrt Bottrop/Borbeck) markierte mit 0,22 mg SO₂/m³ und 12 mg CO/m³ die westliche Begrenzung des Smoggebietes. Auf dem Emscherschnellweg sowie auf der B 224 blieben die Konzentrationen bis zur Abfahrt Gelsenkirchen-Schalke der A 42 auf dem relativ hohen Niveau von 23 mg CO/m³ und 0,6 mg SO₂/m³. Etwa gleich hohe Werte wurden an der TEMES-Station Bottrop zu dieser Zeit gemessen. Auf der Weiterfahrt nach Osten gingen die Konzentrationen dann sprunghaft zurück (A-42-Abfahrt Bismarck). Sie zeigten die östliche Grenze des hoch belasteten Gebietes an. Die Konzentrationen sanken auf der B 226 weiter ab. Es wurden hier CO-Werte nahe Null gemessen. Gleichfalls lag die A 430 bereits südlich des hoch belasteten Gebietes.

Aus der Meßfahrt ergibt sich für die Mittagszeit des 20.01. als ungefähre südliche Begrenzung für das Gebiet starker Anreicherung im Bereich der Stadt Essen die A 430. Im Westen war das Gebiet etwa bis zur Stadtgrenze Oberhausen ausgedehnt. Nach Norden hin erfaßte die Meßfahrt die Gebietsgrenze nicht. Eine wesentlich weitere Ausdehnung nach Norden als sie durch die Messungen auf der B 224 festgestellt wurde, dürfte jedoch nicht vorgelegen haben, denn die Meßstationen Herten und Polsum lagen bereits außerhalb des Gebietes starker Anreicherung. Nach Osten hin war das Gebiet etwa bis zum Ortsteil Gelsenkirchen-Schalke ausgedehnt.

3.2.4. Kohlenwasserstoff-Messungen am 19.01. und 20.01.82

Da während einer austauscharmen Wetterlage naturgemäß nicht nur Schadstoffe wie SO₂, NO, NO₂, CO und Schwebstaub akkumulieren, sondern auch alle anderen freigesetzten Schadstoffe, wurden zusätzlich Luftproben in Essen-Altendorf und in Duisburg-Meiderich gezogen und auf den Gehalt an Kohlenwasserstoffen untersucht. Die Meßergebnisse sind in Tabelle 10 zusammengestellt.

Tabelle 10: Kohlenwasserstoff-Immissionen [ppb] an den TEMES-Stationen Essen-Altendorf und Duisburg-Meiderich

Komponente	Essen-Altendorf 20.01.82		Mittelwert April-Dez. 1981	Dbg.-Meid. 19.01.82 12.11 Uhr	Mittelwert April-Dez. 1981
	12.25 Uhr	12.30 Uhr			
Ethan	98,5	91,5	3,9	10,9	12,7
Ethen	98,5	88,9	3,4	22,1	9,5
Ethin	136,2	130,1	3,6	21,9	9,6
i-Pentan	59,6	50,9	3,0	11,4	10,3
n-Pentan	38,6	31	1,1	6,4	5,9
Benzol	37,2	33	1,0	7,1	3,7
Toluol	66,3	62	2,1	12,3	5,5
m/p-Xylol	32,6	32	0,6	7,1	1,8

Gegenüber der im Mittel über die Zeit von April - Dezember 1981 gemessenen Konzentration waren die Kohlenwasserstoff-Immissionen, von denen einige Komponenten kanzerogen wirken, an der Station Essen-Altendorf etwa um den Faktor 30 erhöht. Demgegenüber zeigten die Werte an der Station Duisburg-Meiderich, die im gering belasteten Gebiet lag, nur eine geringfügige Erhöhung im Vergleich zum Mittelwert an dieser Station.

Da in Essen-Altendorf z.B. die CO-Immissionskonzentration zum Zeitpunkt der Probenahme der Kohlenwasserstoffe um 12.30 Uhr nur noch etwa halb so hoch wie das Immissionsmaximum um 8.30 Uhr war, kann geschlossen werden, daß auch die Kohlenwasserstoffkonzentration zum Zeitpunkt des Immissionsmaximums doppelt so hoch wie nach Tabelle 10 ausgewiesen war. Wird weiterhin unterstellt, daß die Konzentrationsunterschiede im CO-Gehalt zwischen der höher belasteten Luft der Verkehrsstraßen und der Luft an der verkehrsabgewandten TEMES-Station Altendorf als Verhältniswert ähnlich auch für die Kohlenwasserstoffe zutreffen, so ist nicht auszuschließen, daß im Bereich der hoch belasteten Verkehrsstraßen teilweise um den Faktor 6 höhere als nach Tabelle 10 ermittelte Immissionskonzentrationen aufgetreten sind.

3.3. Abschätzung des Anteils der einzelnen Emittentengruppen an der Immissionsbelastung

Bei der Komplexität der meteorologischen Bedingungen können die Anteile, mit denen die Emittentengruppen Kfz.-Verkehr, Hausbrand und Kleingewerbe sowie Industrie an der Immissionsbelastung während dieser besonderen Lage beteiligt waren, nur abgeschätzt werden. Die Abschätzung beruht darauf zu untersuchen, inwieweit die anteilmäßige Zusammensetzung der Immissionsbelastung aus den Komponenten SO_2 , NO , NO_2 , CO und Schwebstaub der Zusammensetzung auf der Emissionsseite entspricht. Da die einzelnen Schadstoffe den gleichen Ausbreitungsprozessen unterliegen, sollte sich, gemittelt über Zeit und Raum, das Komponentenverhältnis auf der Emissionsseite auf der Immissionsseite wiederfinden lassen. Zu beachten ist jedoch, daß die Schadstoffe unterschiedliche Verweilzeiten in der Atmosphäre haben können.

Die Betrachtung auf der Immissionsseite wurde für die letzten 3 Tage der Periode, vom 18. bis 20.01., und für das Gebiet hoher Belastung (Meßstationen Bottrop, Essen-Altendorf und Gelsenkirchen) durchgeführt.

Tabelle 11 enthält die über die 3 Stationen und die 3 Tage gemittelten Immissionskonzentrationen, wobei NO und NO_2 zu NO_x zusammengefaßt wurden. Gleichfalls ist der prozentuale Anteil der Einzelkomponenten an der Gesamt-Immission angegeben.

Tabelle 11: Mittelwerte der Immissionskonzentrationen an den Stationen Bottrop, Essen-Altendorf und Gelsenkirchen vom 18.01. - 20.01.82 sowie prozentualer Anteil der Immissionskomponenten

Komponente	Mittelwert [mg/m^3]	Prozentualer Anteil
SO_2	0,31	1,7
NO_x	0,87	4,7
CO	16,80	91,6
Schwebstaub	0,37	2,0
	<u>18,35</u>	<u>100</u>

In Tabelle 12 werden die Komponentenanteile auf der Immissionsseite den Komponentenanteilen auf der Emissionsseite für alle Emittenten unabhängig von der Auslaßhöhe (vgl. Tab. 4) gegenübergestellt:

Tabelle 12: Komponentenzusammensetzung der Immission und der Emission (alle Emittenten) in Prozenten

Komponente	Emission	Immission	$\frac{\text{Emissionsanteil}}{\text{Immissionsanteil}}$
SO ₂	21,6	1,7	12,7
NO _x	12,0	4,7	2,6
CO	63,3	91,6	0,7
Staub	3,1	2,0	1,6
	<u>100</u>	<u>100</u>	

Die Immissionszusammensetzung weicht stark von der Emissionszusammensetzung ab.

Bei einer Gegenüberstellung der Komponentenzusammensetzung für den Emissionsanteil, der aus Quellen mit Auslaßhöhen von maximal 30 m Höhe kommt (vgl. Tab. 6), ergeben sich folgende Werte:

Tabelle 13: Komponentenzusammensetzung der Immission und der Emission (Emittenten mit Quellhöhen ≤ 30 m)

Komponente	Emission	Immission	$\frac{\text{Emissionsanteil}}{\text{Immissionsanteil}}$
SO ₂	6,3	1,7	3,7
NO _x	4,0	4,7	0,85
CO	86,8	91,6	0,95
Staub	2,9	2,9	1,45
	<u>100</u>	<u>100</u>	

Die NO_x- und CO-Relationen stimmen in guter Annäherung überein. Jedoch bleibt der SO₂-Anteil auf der Immissionsseite um nahezu den

Faktor 4 hinter dem entsprechenden Emissionsanteil zurück; bei Betrachtung der Gesamt-Emission ist es sogar ein Faktor 13 (vergl. Tab. 12).

Gleichfalls ist der Staubanteil auf der Immissionsseite zu gering. Dieser geringere Staubanteil läßt sich jedoch zwanglos erklären. Die Emissionsangaben beziehen sich auf den Gesamtstaub, d.h. auch auf den groben, sedimentierenden Anteil, auf der Immissionsseite wird dagegen nur der Schwebstaub gemessen.

Bereits bei der Immissionsanalyse fiel auf, daß die SO_2 -Belastung bei dieser Lage relativ gering blieb. Bei ähnlichen Lagen in der Vergangenheit, z.B. während der Lage am 16. - 17.01.79, war SO_2 die dominierende Komponente; die CO-Belastung blieb dort gering. Die Dominanz der CO-Belastung bei der jetzigen Lage gibt einen weiteren Hinweis darauf, daß höhere Quellgruppen, die den Hauptanteil der SO_2 -Emission liefern, geringe Bedeutung hatten. Zu beachten sind jedoch bei der Gegenüberstellung der Immissions- und Emissionsrelationen auch die Abbauraten der einzelnen Schadstoffe, da diese Lage über Tage andauerte.

CO kann über den hier betrachteten Zeitraum als inertes Gas betrachtet werden, d.h. die Abbaurate durch Deposition ist Null. Nach R. GUIDERT [3] liegt die NO_x -Abbauraten im Winter in der Größenordnung von 1 %/h. Für SO_2 kann nach GEORGII [4] eine Abbaurate in der Größenordnung von 10 %/h angesetzt werden. Eine Abbaurate von 10 %/h entspricht einer Halbwertszeit von $T = 6,5$ Stunden. Die Abbaurate von 1 %/h entspricht einer Halbwertszeit von $T = 69$ Stunden.

Die Auswirkung der Abbauraten auf die Immissionskonzentration kann nach folgender Formel errechnet werden:

$$c_t = c_o \cdot \exp \left(- \frac{\ln 2}{T} \cdot t \right)$$

c_t : Konzentration nach der Zeit t

c_o : Anfangskonzentration

T : Halbwertszeit

Danach ist bei obigen Abbauraten die SO_2 -Konzentration nach 24 Stunden auf 7,7 % des Anfangswertes abgefallen, bei NO_x auf 78 % des Anfangswertes. Dies erklärt ohne Frage den gegenüber der Emission geringen SO_2 -Immissionsanteil. Die Verringerung der NO_x -Belastung durch den Abbau ist demgegenüber gering.

Folgt man der Annahme, daß der gegenüber der SO_2 -Emission geringe SO_2 -Immissionsanteil durch den Schadstoffabbau und der geringere Schwebstaub-Immissionsanteil durch den sedimentierenden Grobstaubanteil bedingt ist und korrigiert die Emissionsanteile dieser beiden Komponenten entsprechend, so ergeben sich die in Tabelle 14 zusammengestellten Komponentenrelationen. Dabei ist zugrundegelegt, daß im Mittel über die 3 Smogtage etwa $3/4$ des aus Quellhöhen bis 30 m emittierten SO_2 -Massenstromes durch Umsetzung und Deposition aus der Atmosphäre entfernt wurde.

Tabelle 14: Komponentenzusammensetzung der Immission und der Emission (Emittenten mit Quellhöhen ≤ 30 m) unter Berücksichtigung von SO_2 -Abbau und Grobstaubanteil

Komponente	Emission %	Immission %
SO_2	1,8	1,7
NO_x	4,3	4,7
CO	91,8	91,6
Staub	2,1	2,0
	<hr/> 100	<hr/> 100

Die Emissions- und Immissionsrelationen entsprechen sich nunmehr weitgehend. Wenn auch bei obigen Abschätzungen mit zum Teil weitgehenden Annahmen gearbeitet werden mußte, lassen die Ergebnisse jedoch den Schluß zu, daß die niedrigen Quellgruppen die kritische Lage wahrscheinlich dominierend verursacht haben. Eine Erklärung dafür liegt einmal in der starken Bodeninversionsbildung, die die Emissionen höherer Quellen über den größten Teil der Zeit vom Boden fernhielt, zum anderen führte der Südwind in der Höhe zu einer raschen Entfernung der Emissionen höherer Quellen aus dem Ruhrgebiet.

Der Hausbrand, das Kleingewerbe und der Verkehr sind an den Emissionen der niedrigen Quellgruppe (bis 30 m Höhe) mit folgenden Prozentsätzen beteiligt:

bei SO ₂	zu ca.	85 %
" NO _x	" "	90 %
" CO	" "	95 %
" Staub	" "	50 %.

Bei Staub ist die Industrie gleichgewichtig mit 50 % beteiligt.

Innerhalb der Gruppe Hausbrand und Kleingewerbe sowie Verkehr dominiert

der Verkehr

bei NO_x mit ca. 60 %

der Hausbrand

bei SO₂ mit ca. 80 %
und bei CO₂ mit ca. 70 %.

Es kann davon ausgegangen werden, daß die Beteiligung der einzelnen Emittentengruppen an der Immissionsituation im räumlichen und zeitlichen Mittel ihren vorstehend erläuterten Emissionsanteilen entspricht. Örtlich, z.B. im Bereich von Verkehrsstraßen, kann jedoch der Kfz.-Verkehr nicht nur bei NO_x, sondern auch bei CO ein zumindest gleichgewichtiger, wenn nicht dominierender Verursacher gewesen sein.

4. Die austauscharme Wetterlage im Hinblick auf die Warnkriterien nach der Smogverordnung NW

Aus den Immissionsverläufen ist zu entnehmen, daß die nach der Smogverordnung NW gesetzten Konzentrationsschwellen für die Auslösung von Smogalarm (Alarmstufe 1) für die Einzelkomponenten SO₂, NO₂, CO und Schwebstaub nicht überschritten waren. Die Schwellenwerte betragen für die Alarmstufe 1 als 3-Stundenmittelwerte:

0,8 mg SO₂/m³
 0,6 mg NO₂/m³
 30 mg CO /m³
 0,8 mg Schwebstaub/m³.

Wenigstens einer dieser Schwellenwerte muß gleichzeitig an wenigstens 4 Meßstationen in einem der beiden in der Smogverordnung definierten sogenannten Smoggebiete überschritten sein, bevor Smogalarm ausgelöst werden kann.

Von größerer Relevanz bei dieser Lage war der Index-Wert, der sich aus den Konzentrationen aller 4 Schadstoffe nach folgender Formel errechnet:

$$\text{Index} = \frac{x_1 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3}{0,4 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3} + \frac{x_2 \text{ mg CO}/\text{m}^3}{15 \text{ mg CO}/\text{m}^3} + \frac{x_3 \text{ mg NO}_2/\text{m}^3}{0,3 \text{ mg NO}_2/\text{m}^3} + \frac{x_4 \text{ mg Schwebstaub}/\text{m}^3}{0,4 \text{ mg Schwebstaub}/\text{m}^3}$$

x_1 bis x_4 : 3-Stundenmittelwerte der Schadstoffkonzentrationen

Wird der Index-Wert 4 gleichzeitig an wenigstens 4 Meßstationen in einem der beiden definierten Smoggebiete überschritten, muß Smogalarm der Stufe 1 ausgelöst werden. In der Tabelle 15 (siehe Anhang) sind die Index-Werte für die Zeit vom 15.01. bis 21.01.82 für die hier betrachteten Meßstationen Oberhausen, Bottrop, Essen-Altendorf und Gelsenkirchen zusammengestellt. Man erkennt, daß vom 15. - 20.01. an jedem Tag an einer der Stationen der Schwellenwert überschritten wurde. Länger andauernd und gleichzeitig mehrere Stationen betreffend traten Überschreitungen am 15.01., am 19.01. und am 20.01. auf. Am höchsten belastet waren die Stationen Bottrop und Essen-Altendorf. An diesen Stationen wurde die Schwelle von 4 vom 19.01., 09.00 Uhr, bis zum 20.01., 15.00 Uhr, d.h. über eine Zeit von 30 Stunden, überschritten. Gleichzeitig waren am 19.01. über kürzere Zeiten auch die Stationen Oberhausen und Gelsenkirchen betroffen.

Zu einer nach der Smogverordnung vorgesehenen Alarmauslösung durch den Minister für Arbeit, Gesundheit und Soziales kam es jedoch nicht, da nach dieser Verordnung eine größere Region (Smoggebiet I: Gelsenkirchen bis Dortmund, Smoggebiet II: Duisburg bis Essen) betroffen sein muß.

S c h r i f t t u m

- [1] Verordnung zur Verhinderung schädlicher Umwelteinwirkungen bei austauscharmen Wetterlagen
- Smog-Verordnung - vom 29. Oktober 1974.
Gesetz- und Verordnungsblatt NW, (1974), Nr. 69, S. 1432.
- Erste Verordnung zur Änderung der Smog-Verordnung vom 18. Oktober 1978.
Gesetz- und Verordnungsblatt NW, (1978), Nr. 61, S. 540.
- Zweite Verordnung zur Änderung der Smog-Verordnung vom 23. September 1981.
Gesetz- und Verordnungsblatt NW, (1981), Nr. 30, S. 542.
- [2] Luftreinhalteplan Ruhrgebiet Mitte 1980-1984 Essen,
Luftreinhalteplan Ruhrgebiet Ost 1979-1983 Dortmund.
Hrsg.: Minister für Arbeit, Gesundheit und Soziales des Landes NW, Düsseldorf.
- [3] GUICHERIT, R., K.D. VAN DEN HOUT und C. HUYGEN:
Conversion Rate of Nitrogen Oxides in a Polluted Atmosphere.
Proceedings of the 11th NATO-CCMS International Technical Meeting on Air Pollution Modelling and its Applications, Amsterdam, 24-27 November 1980.
- [4] GEORGII, H.W.:
Luftchemische Umsetzungen und Verweildauer von Luftverunreinigungen beim regionalen und globalen Transport.
Kolloquiums-Bericht über "Hohe Schornsteine als Element der Luftreinhaltepolitik in NW" vom 11.12.1980.
Hrsg.: Minister für Arbeit, Gesundheit und Soziales des Landes NW, Februar 1981.

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

Tabelle 1: Tägliche Temperaturminima am Boden und Temperaturen an der Obergrenze der Bodeninversion nach Messungen in Bottrop und Radiosondenaufstiegen des Wetteramtes Essen

Datum	Temperatur-Minimum °C	Meßzeit Uhr	Höhe der Obergrenze der Bodeninversion m	Temperatur-Differenz Boden - Höhe °C	Temperatur an der Obergrenze der Bodenin- version °C	Temperatur- Gradient °C/100 m
14.1.	- 12,2	07.30	650	19,0	6,8	2,9
15.1.	- 10,3	04.30	550	16,3	6,0	3,0
16.1.	- 3,0	07.00	500	14,8	11,8	3,0
17.1.	- 2,5	05.30	300	13,2	10,7	4,4
18.1.	- 4,7	04.30	800	11,5	6,8	1,4
19.1.	- 2,9	06.30	500	13,4	10,5	2,7
20.1.	- 1,8	09.00	300	13,0	11,2	4,3
21.1.	- 1,2	02.30	850	8,6	7,4	1,0

Tabelle 2: Tagesmittel von Windrichtung (Vektormittel) und Windgeschwindigkeit (skalares Mittel) in Grad bzw. m/s

Datum	Voerde-Spellen		Duisburg-Walsum		Duisburg-Buchholz		Bottrop-Welmen		Essen-Leithe	
	Richtg.	Geschw.	Richtg.	Geschw.	Richtg.	Geschw.	Richtg.	Geschw.	Richtg.	Geschw.
14.1.	138	1,7	92	0,6	152	1,3	69	1,1	124	1,1
15.1.	177	2,4	161	2,2	180	2,3	7	0,6	174	2,3
16.1.	171	2,2	156	2,2	178	2,1	343	0,6	171	1,8
17.1.	190	1,5	156	1,4	187	1,4	21	0,6	64	0,9
18.1.	189	1,7	156	1,6	187	1,6	280	0,8	184	1,2
19.1.	157	1,3	154	1,6	186	1,3	16	0,4	167	1,8
20.1.	190	2,0	167	1,8	197	1,6	16	0,6	176	2,5
21.1.	-	-	207	1,7	195	1,7	236	2,8	230	2,4

Datum	Witten		Marl-Sickingmühle		Recklinghausen		Lünen Niederaden	
	Richtg.	Geschw.	Richtg.	Geschw.	Richtg.	Geschw.	Richtg.	Geschw.
14.1.	120	0,7	57	2,0	74	1,8	85	1,3
15.1.	193	1,7	56	2,0	81	1,8	76	1,5
16.1.	195	1,0	56	2,3	86	2,0	84	1,6
17.1.	200	0,7	52	0,8	47	0,7	52	0,7
18.1.	208	1,4	58	1,2	92	1,1	96	1,0
19.1.	210	1,1	55	2,1	81	2,0	98	1,6
20.1.	204	1,2	54	1,6	81	1,5	104	1,8
21.1.	217	2,2	251	2,1	243	2,0	237	1,9

Tabelle 3: Tagesmittelwerte der Immissionskonzentrationen vom 14.1. bis 21.1.82 in mg/m^3

Meßtag 14.1.82	Komponente				
	SO ₂	NO ₂	NO	CO	Schwebstaub
Spellen	0,14	0,09	0,15	-	-
Bruckhausen	0,17	-	-	-	0,15
Budberg	0,26	-	-	-	-
Walsum	0,20	0,12	0,28	6,5	0,11
Osterfeld	0,34	0,16	0,20	7,1	0,22
Meerbeek	0,37	0,21	0,27	8,6	0,14
Meiderich	0,25	0,14	0,26	6,8	0,11
Styrum	0,24	0,17	0,32	-	0,17
Kaldenhausen	-	-	-	-	0,11
Buchholz	0,22	0,12	0,30	-	0,08
Sickingmühle	0,08	0,09	0,14	-	-
Polsum	0,15	-	-	-	-
Herten	0,31	-	-	4,8	-
Recklinghausen	0,12	-	-	-	-
Bottrop	0,39	0,17	0,37	8,7	-
Gelsenkirchen	0,35	-	-	-	-
Herne	0,36	0,10	0,24	7,6	-
Altendorf	0,39	0,19	0,41	11,0	-
Leithe	0,24	0,12	0,33	-	-
Bochum	0,16	0,14	0,37	-	-
Ickern	0,19	0,07	0,22	3,6	-
Brambauer	0,23	-	-	-	-
Niederaden	0,15	0,10	0,34	-	-
Frohlinde	0,22	-	-	5,6	-
Dortmund	0,25	0,10	0,28	6,1	0,20
Asseln	0,10	0,11	0,20	-	-
Witten	0,25	0,17	0,49	-	-
LIS	0,11	-	-	2,6	0,11

Tabelle 3: Fortsetzung

Meßtag 15.1.82	Komponente				
	SO ₂	NO ₂	NO	CO	Schwebstaub
Spellen	0,13	0,07	0,06	-	-
Bruckhausen	0,12	-	-	-	0,15
Budberg	0,17	-	-	-	-
Walsum	0,11	0,09	0,13	3,4	0,11
Osterfeld	0,28	0,14	0,13	5,3	0,22
Meerbeck	-	0,10	0,06	3,2	0,14
Meiderich	0,11	0,08	0,07	2,3	0,11
Styrum	0,15	0,13	0,25	-	0,17
Kaldenhausen	0,21	-	-	-	0,11
Buchholz	0,15	0,08	0,05	-	0,08
Sickingmühle	0,10	0,12	0,18	-	0,17
Polsum	0,16	-	0,16	-	-
Herten	0,26	0,14	-	5,3	-
Recklinghausen	0,14	-	-	-	0,22
Bottrop	0,42	0,28	0,62	20,0	-
Gelsenkirchen	0,38	0,19	0,81	14,4	-
Herne	0,39	0,12	0,33	11,7	0,32
Altendorf	0,59	0,30	0,55	18,0	0,39
Leithe	0,16	0,07	0,13	-	-
Bochum	0,05	0,06	0,05	-	0,10
Ickern	0,27	0,11	0,36	9,1	-
Brambauer	0,32	-	-	-	0,24
Niederaden	0,26	0,15	0,47	-	-
Frohlinde	0,18	-	-	5,4	0,17
Dortmund	0,28	0,13	0,58	13,3	0,28
Asseln	0,10	0,09	0,16	-	0,10
Witten	0,16	0,10	0,26	5,7	0,12
LIS	-	-	-	-	-

Tabelle 3: Fortsetzung

Meßtag 16.1.82	Komponente				
	SO ₂	NO ₂	NO	CO	Schwebstaub
Spellen	0,12	0,07	0,05	-	-
Bruckhausen	0,10	-	-	-	0,12
Budberg	0,16	-	-	-	-
Walsum	0,10	0,08	0,08	2,8	0,09
Osterfeld	0,18	0,13	0,08	2,7	0,17
Meerbeck	0,17	0,08	0,05	3,2	0,15
Meiderich	0,04	0,07	0,05	1,8	0,08
Styrum	0,06	0,08	0,06	-	0,08
Kaldenhausen	0,18	-	-	-	0,11
Buchholz	0,12	0,08	0,05	-	0,08
Sickingmühle	0,06	0,08	0,14	-	0,12
Polsum	0,15	-	0,07	-	0,17
Herten	0,17	0,12	-	3,1	0,15
Recklinghausen	0,10	-	-	-	-
Bottrop	0,30	0,18	0,49	16,6	0,35
Gelsenkirchen	0,25	0,19	0,67	15,6	-
Herne	0,25	0,07	0,14	6,1	0,22
Altendorf	0,36	0,14	0,24	8,2	0,21
Leithe	0,12	0,10	0,10	-	-
Bochum	0,05	0,06	0,07	-	0,09
Ickern	0,19	0,07	0,22	5,2	-
Brambauer	0,22	-	-	-	0,13
Niederaden	0,13	0,09	0,28	-	-
Frohlinde	0,13	-	-	4,1	0,13
Dortmund	0,17	0,08	0,27	7,2	0,17
Asseln	0,06	0,08	0,14	-	0,09
Witten	0,16	0,10	0,23	5,9	0,11
LIS	-	-	-	-	-

Tabelle 3: Fortsetzung

Meßtag 17.1.82	Komponente				
	SO ₂	NO ₂	NO	CO	Schwebstaub
Spellen	0,14	0,07	0,09	-	-
Bruckhausen	0,10	-	-	-	0,16
Budberg	0,17	-	-	-	-
Walsum	0,12	0,08	0,17	5,0	0,13
Osterfeld	0,23	0,08	0,15	3,9	0,19
Meerbeck	0,26	0,09	0,08	3,6	0,19
Meiderich	0,09	0,07	0,14	3,1	0,13
Styrum	0,11	0,11	0,28	-	0,14
Kaldenhausen	0,23	-	-	-	0,15
Buchholz	0,17	0,08	0,11	-	0,11
Sickingmühle	0,10	0,11	0,23	-	0,17
Polsum	0,16	-	-	-	0,25
Herten	0,33	0,18	0,12	6,0	0,29
Recklinghausen	0,11	-	-	-	-
Bottrop	0,41	0,20	0,41	16,0	-
Gelsenkirchen	0,27	0,17	0,65	13,9	-
Herne	0,30	0,11	0,20	8,4	0,33
Altendorf	0,42	0,16	0,25	8,8	0,27
Leithe	0,27	0,13	0,24	-	-
Bochum	0,15	0,13	0,19	-	0,34
Ickern	0,19	0,10	0,33	5,5	-
Brambauer	0,24	-	-	-	0,20
Niederaden	0,17	0,14	0,42	-	-
Frohlinde	0,18	-	-	5,2	0,23
Dortmund	0,24	0,11	0,35	8,6	0,25
Asseln	0,12	0,11	0,17	-	0,19
Witten	0,20	0,13	0,28	6,4	0,22
LIS	-	-	-	-	-

Tabelle 3: Fortsetzung

Meßtag 18.1.82	Komponente				
	SO ₂	NO ₂	NO	CO	Schwebstaub
Spellen	0,24	-	-	-	-
Bruckhausen	-	-	-	-	0,25
Budberg	0,27	-	-	-	-
Walsum	0,20	0,10	0,31	7,4	0,22
Osterfeld	0,22	0,10	0,23	4,6	0,20
Meerbeck	0,28	-	-	3,5	0,25
Meiderich	0,16	0,11	0,26	4,8	-
Styrum	0,12	0,13	0,24	-	0,16
Kaldenhausen	0,32	-	-	-	0,24
Buchholz	0,19	0,11	0,20	-	0,15
Sickingmühle	0,09	0,14	0,33	-	0,27
Polsum	0,18	-	-	-	0,33
Herten	0,32	0,19	0,22	8,1	0,32
Recklinghausen	0,11	-	-	-	-
Bottrop	0,25	0,17	0,45	13,8	0,30
Gelsenkirchen	0,21	0,29	0,89	18,5	-
Herne	0,18	0,06	0,17	6,1	0,21
Altendorf	0,28	0,12	0,30	8,3	0,19
Leithe	0,12	0,07	0,19	-	-
Bochum	0,09	0,08	0,17	-	0,18
Ickern	0,17	0,16	0,52	9,7	-
Brambauer	0,23	-	-	-	0,30
Niederaden	0,15	0,18	0,58	-	-
Frohlinde	0,16	-	-	4,0	0,14
Dortmund	-	0,12	0,57	11,5	0,26
Asseln	0,10	0,09	0,14	-	0,12
Witten	0,15	0,11	0,23	4,8	0,14
LIS	-	-	-	-	-

Tabelle 3: Fortsetzung

Meßtag 19.1.82	Komponente				
	SO ₂	NO ₂	NO	CO	Schwebstaub
Spellen	0,09	-	-	-	-
Bruckhausen	0,07	-	-	-	-
Budberg	0,16	-	-	-	-
Walsum	0,12	0,10	0,41	9,2	0,20
Osterfeld	0,34	0,24	0,38	12,1	0,38
Meerbeck	0,21	-	-	2,9	0,18
Meiderich	0,12	0,11	0,31	5,2	0,19
Styrum	0,15	0,21	-	-	0,29
Kaldenhausen	0,21	-	-	-	0,16
Buchholz	0,13	0,10	0,21	-	0,12
Sickingmühle	0,04	0,09	0,25	-	0,23
Polsum	0,08	-	0,21	-	0,24
Herten	0,18	0,11	-	5,7	0,27
Recklinghausen	0,10	-	-	-	-
Bottrop	0,30	0,32	0,69	21,5	0,47
Gelsenkirchen	0,31	0,30	0,84	16,0	0,53
Herne	0,26	0,08	0,31	8,4	0,27
Altendorf	0,46	0,31	0,73	21,4	-
Leithe	0,14	0,15	0,26	-	-
Bochum	0,06	0,07	0,08	-	0,10
Ickern	0,16	0,09	0,34	8,4	-
Brambauer	0,16	-	-	-	0,19
Niederaden	0,09	0,12	0,46	-	-
Frohlinde	0,18	-	-	6,3	0,20
Dortmund	-	0,09	0,42	8,4	0,24
Asseln	-	0,08	0,16	-	0,11
Witten	0,08	0,09	0,21	4,3	0,12
LIS	0,05	-	-	-	0,07

Tabelle 3: Fortsetzung

Meßtag 20.1.82	Komponente				
	SO ₂	NO ₂	NO	CO	Schwebstaub
Spellen	0,09	-	-	-	-
Bruckhausen	0,05	-	-	-	-
Budberg	0,12	-	-	-	-
Walsum	0,07	0,08	0,22	5,0	0,12
Osterfeld	0,20	0,19	0,24	7,4	0,22
Meerbeek	0,17	0,12	0,10	2,4	0,15
Meiderich	0,10	0,08	0,17	2,7	0,14
Styrum	0,12	0,15	0,41	-	0,18
Kaldenhausen	0,19	-	-	-	0,13
Buchholz	0,08	0,09	0,12	-	0,08
Sickingmühle	0,04	0,10	0,35	-	0,18
Polsum	0,08	-	-	-	0,23
Herten	0,18	0,13	0,17	5,3	0,21
Recklinghausen	0,10	-	-	-	-
Bottrop	0,30	0,31	0,64	20,1	0,43
Gelsenkirchen	0,31	0,28	0,78	16,1	0,41
Herne	0,26	0,05	0,11	3,6	0,08
Altendorf	0,46	0,24	0,48	15,3	0,36
Leithe	0,14	-	-	-	-
Bochum	0,06	0,05	0,03	-	0,05
Ickern	0,12	0,09	0,31	6,8	-
Brambauer	0,15	0,11	-	-	0,16
Niederaden	0,07	-	0,42	-	-
Frohlinde	0,09	-	-	3,6	0,07
Dortmund	-	0,08	0,35	7,6	0,16
Asseln	0,13	-	-	-	0,06
Witten	0,03	0,08	0,12	2,4	0,08
LIS	0,09	-	-	-	0,06

Tabelle 3: Fortsetzung

Meßtag 21.1.82	Komponente				Schwebstaub
	SO ₂	NO ₂	NO	CO	
Spellen	0,09	-	-	-	-
Bruckhausen	0,08	-	-	-	0,24
Budberg	0,15	-	-	-	-
Walsum	0,17	0,09	0,20	4,4	0,17
Osterfeld	0,16	0,12	0,13	3,7	0,18
Meerbeck	-	0,14	0,16	3,4	0,26
Meiderich	0,15	0,08	0,18	2,8	0,17
Styrum	0,14	0,10	0,15	-	0,14
Kaldenhausen	0,25	-	-	-	0,21
Buchholz	0,13	0,11	-	-	0,14
Sickingmühle	0,18	0,10	0,17	-	0,19
Polsum	0,19	-	-	-	0,15
Herten	0,21	0,09	0,13	3,1	0,19
Recklinghausen	-	-	-	-	-
Bottrop	0,21	0,13	0,17	3,2	0,17
Gelsenkirchen	-	0,12	0,23	5,4	-
Herne	0,16	0,06	0,11	2,6	0,13
Altendorf	0,15	0,09	0,11	2,1	0,09
Leithe	0,14	-	-	-	-
Bochum	0,14	0,09	0,08	-	0,12
Ickern	0,18	0,10	0,20	3,3	-
Brambauer	0,19	-	-	-	0,18
Niederaden	0,18	0,10	0,29	-	-
Fronlinde	0,14	-	-	2,3	0,11
Dortmund	0,16	0,09	0,21	3,5	0,13
Asseln	-	-	-	-	-
Witten	0,08	0,08	0,11	2,5	0,11
LIS	0,09	-	-	-	0,09

Tabelle 15: Smogindex-Werte für die Zeit vom 15.1.-21.1.82

Meßzeit h	S t a t i o n e n			
	Oberhausen	Bottrop	Essen-Altendorf	Gelsenkirchen
<u>15.1.82</u>				
0.00- 3.00	1,8	2,4	2,6	2,4
3.00- 6.00	1,5	2,4	2,9	2,4
6.00- 9.00	2,9	3,6	4,8	2,6
9.00-12.00	4,4	6,4	8,1	3,7
12.00-15.00	-	6,1	-	3,2
15.00-18.00	1,4	5,6	5,0	2,3
18.00-21.00	1,5	4,7	4,3	3,4
21.00-24.00	1,4	4,7	4,8	3,1
<u>16.1.82</u>				
0.00- 3.00	1,4	4,9	1,9	2,9
3.00- 6.00	0,9	3,2	1,9	2,5
6.00- 9.00	2,0	2,7	2,9	2,1
9.00-12.00	1,6	-	1,9	2,7
12.00-15.00	1,4	2,5	1,3	2,7
15.00-18.00	1,2	2,3	3,1	4,1
18.00-21.00	2,2	-	3,9	4,0
21.00-24.00	1,5	4,8	2,5	3,2
<u>17.1.82</u>				
0.00- 3.00	-	-	-	-
3.00- 6.00	1,3	-	1,9	2,7
6.00- 9.00	-	-	-	-
9.00-12.00	1,0	4,0	1,9	2,8
12.00-15.00	0,8	3,2	3,1	3,0
15.00-18.00	2,2	-	5,1	3,0
18.00-21.00	2,3	3,1	2,7	2,4
21.00-24.00	1,7	3,9	2,5	2,8

Tabelle 15: Fortsetzung

Meßzeit h	S t a t i o n e n			
	Oberhausen	Bottrop	Essen-Altendorf	Gelsenkirchen
<u>18.1.82</u>				
0.00- 3.00	1,2	4,1	2,2	3,6
3.00- 6.00	0,9	2,8	1,5	3,1
6.00- 9.00	-	-	-	3,4
9.00-12.00	-	3,1	1,8	4,6
12.00-15.00	-	1,6	1,1	3,8
15.00-18.00	1,5	1,8	1,5	3,6
18.00-21.00	2,7	3,2	3,4	4,0
21.00-24.00	3,3	3,8	4,1	4,0
<u>19.1.82</u>				
0.00- 3.00	-	-	-	-
3.00- 6.00	3,4	3,5	2,6	3,2
6.00- 9.00	3,4	3,9	3,4	3,0
9.00-12.00	3,2	5,2	6,3	3,3
12.00-15.00	2,0	4,7	6,5	4,2
15.00-18.00	2,8	4,8	6,8	4,1
18.00-21.00	4,5	5,2	5,7	4,6
21.00-24.00	3,9	5,2	5,2	4,7
<u>20.1.82</u>				
0.00- 3.00	2,1	5,0	5,2	3,9
3.00- 6.00	2,6	3,5	4,5	3,2
6.00- 9.00	2,1	4,2	4,3	3,2
9.00-12.00	2,5	5,4	4,6	5,0
12.00-15.00	1,5	5,3	4,8	2,2
15.00-18.00	2,0	2,8	1,1	2,7
18.00-21.00	2,6	-	2,5	3,9
21.00-24.00	1,8	4,2	1,7	4,4

Tabelle 15: Fortsetzung

Meßzeit h	Stationen			
	Oberhausen	Bottrop	Essen-Altendorf	Gelsenkirchen
<u>21.1.82</u>				
0.00- 3.00	-	-	-	4,5
3.00- 6.00	1,0	1,2	0,9	3,0
6.00- 9.00	1,2	1,4	1,0	1,5
9.00-12.00	-	1,5	1,0	-
12.00-15.00	1,7	1,6	1,0	-
15.00-18.00	2,3	2,1	1,3	2,1
18.00-21.00	1,4	1,7	1,0	2,0
21.00-24.00	1,1	1,5	0,8	1,6

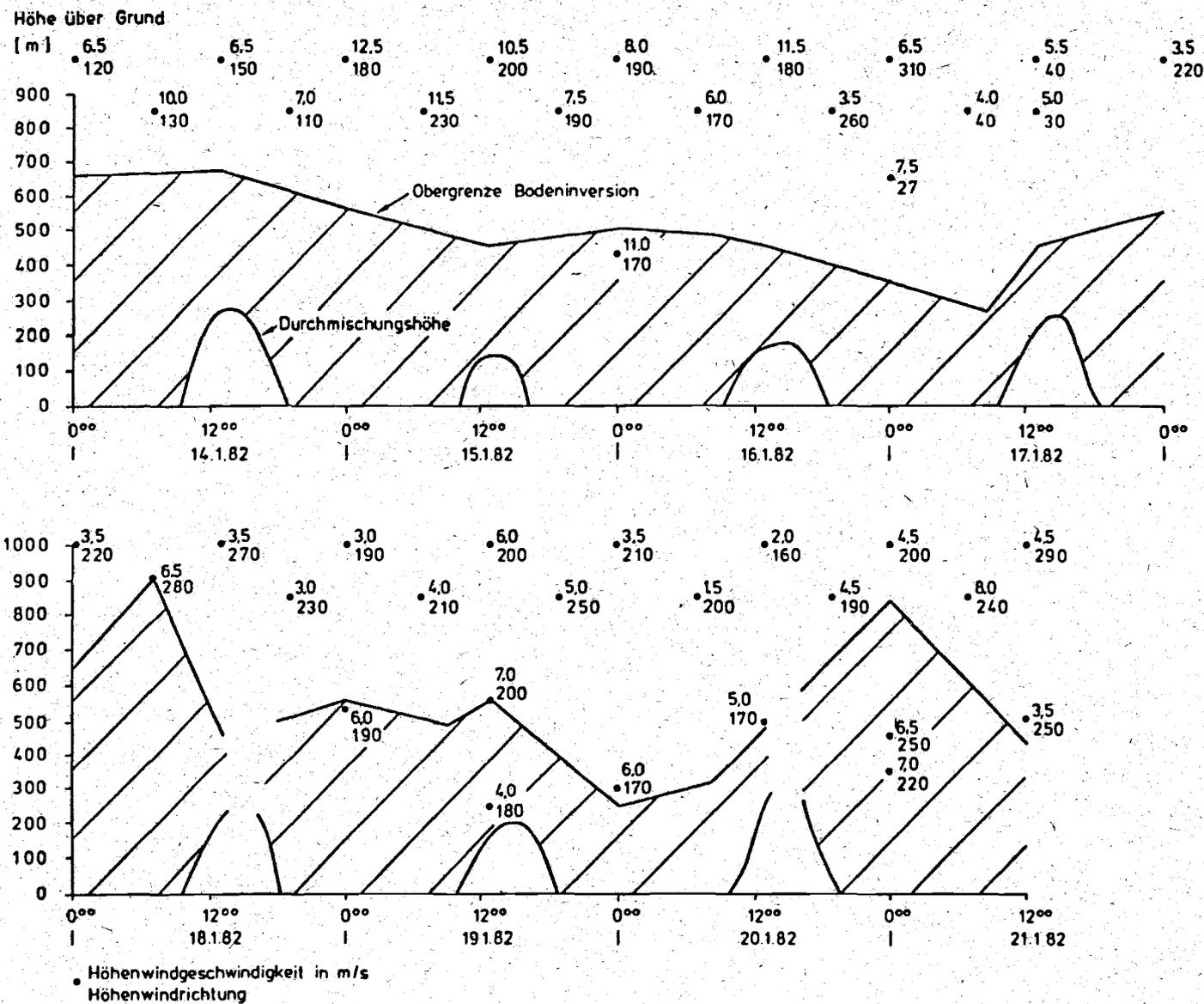


Abb. 1: Inversionsschichtung im Smoggebiet vom 14. - 21.1.1982

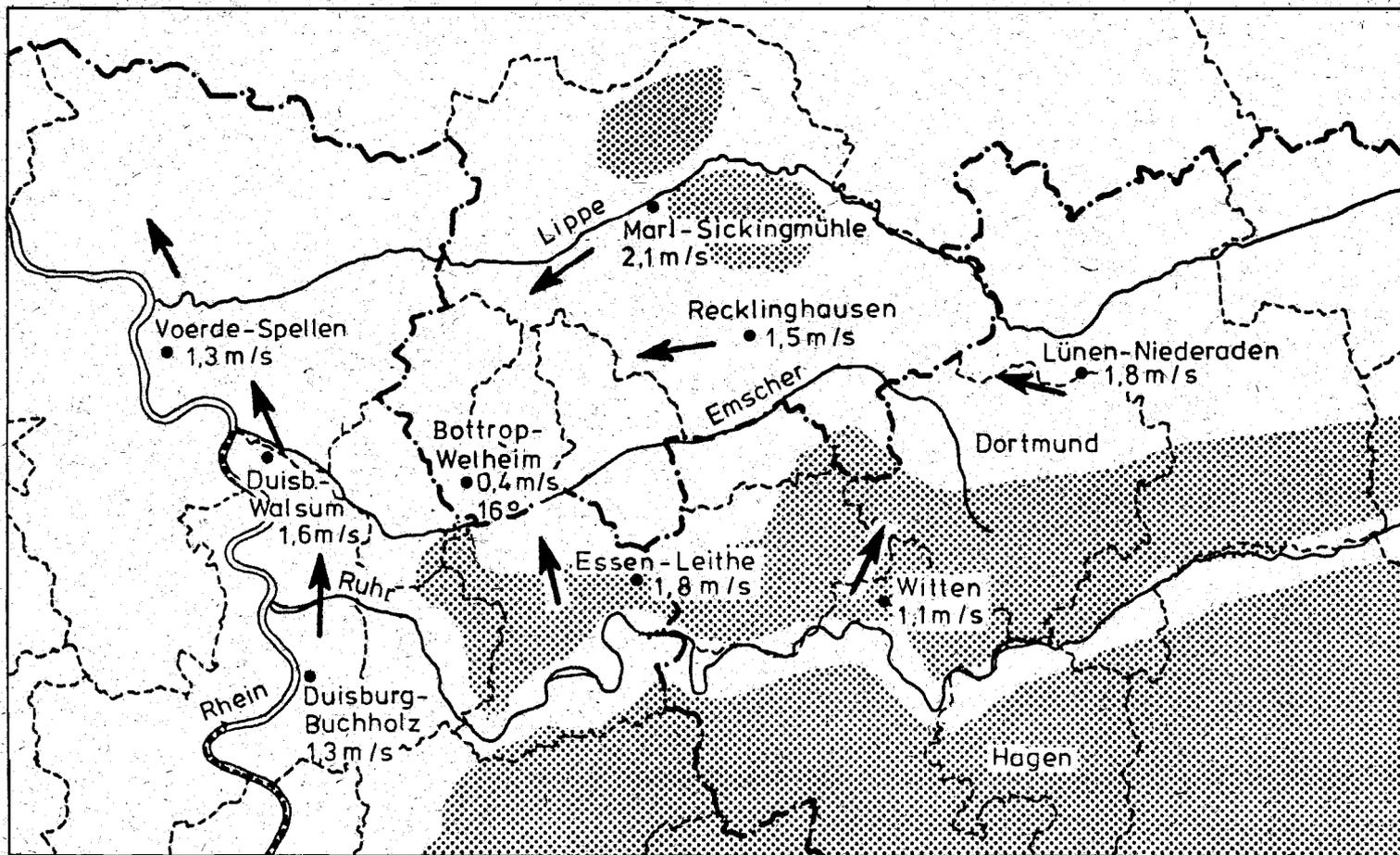


Abb. 2: Tagesmittel der Windrichtung und Windgeschwindigkeit für den 19.1.1982

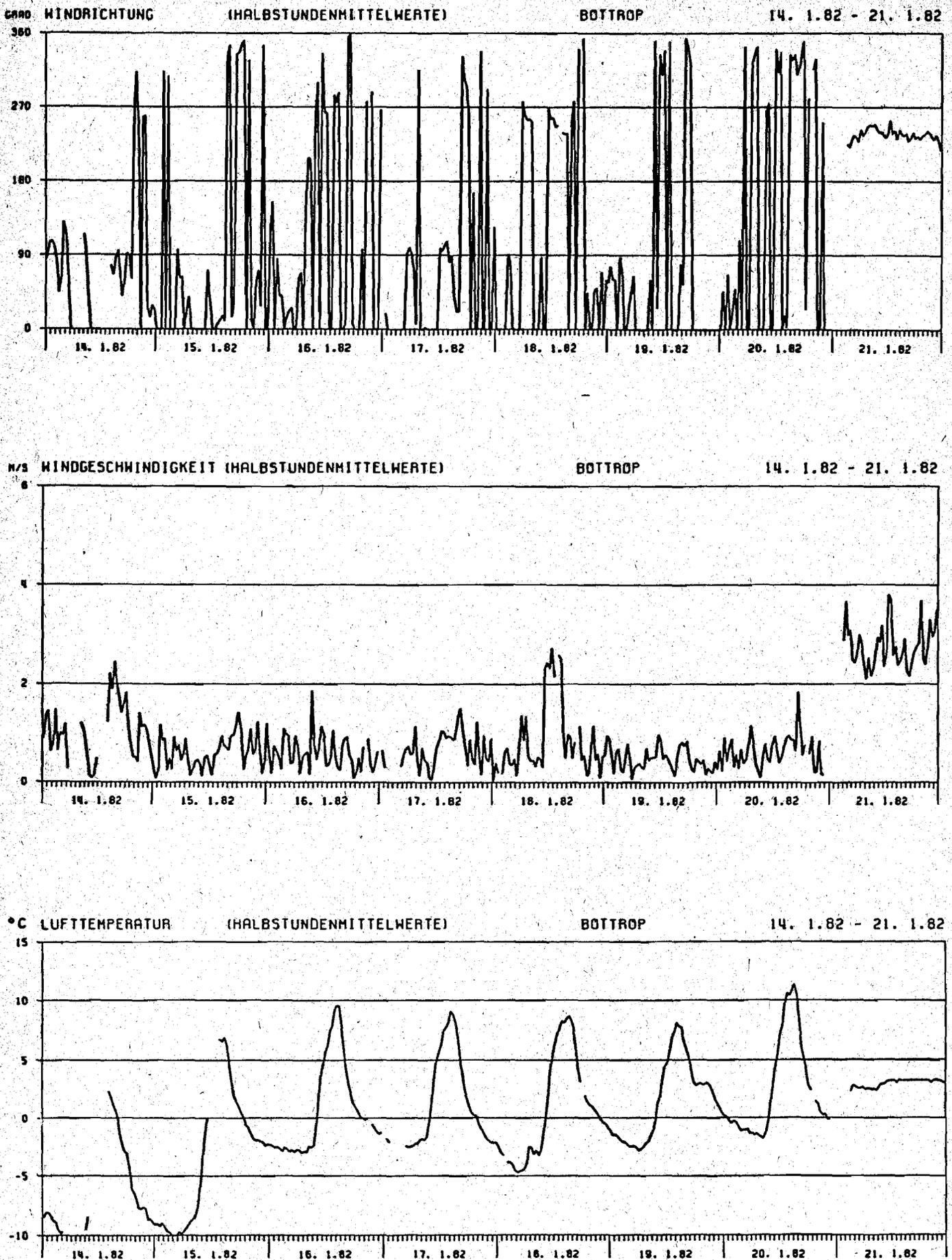


Abb. 3: Zeitlicher Verlauf der Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Lufttemperatur in Bottrop, 14.1.-21.1.1982

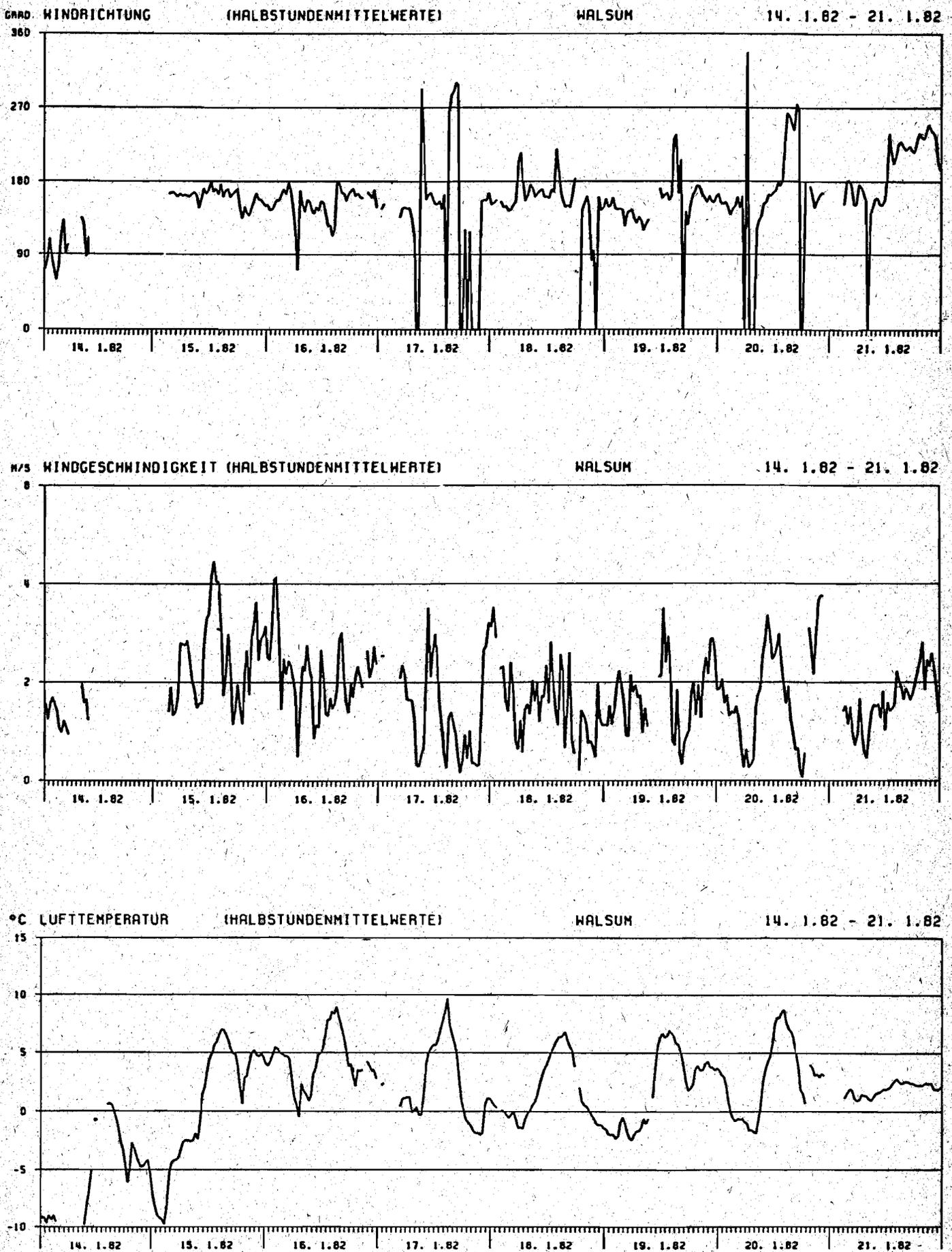


Abb. 4: Zeitlicher Verlauf der Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Lufttemperatur in Walsum, 14.1.-21.1.1982

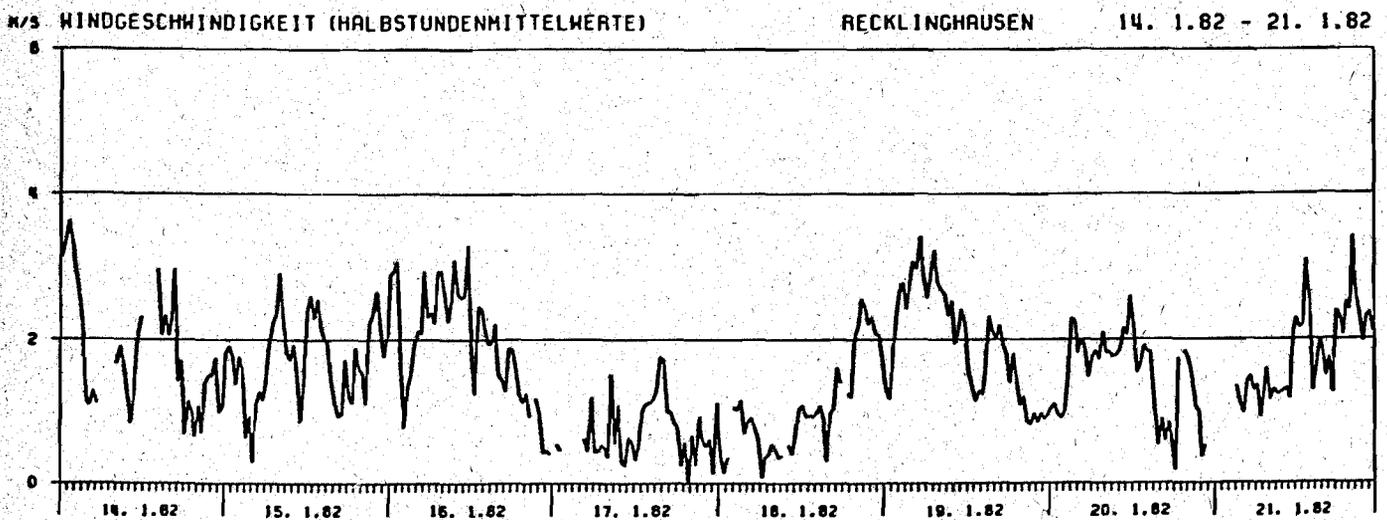
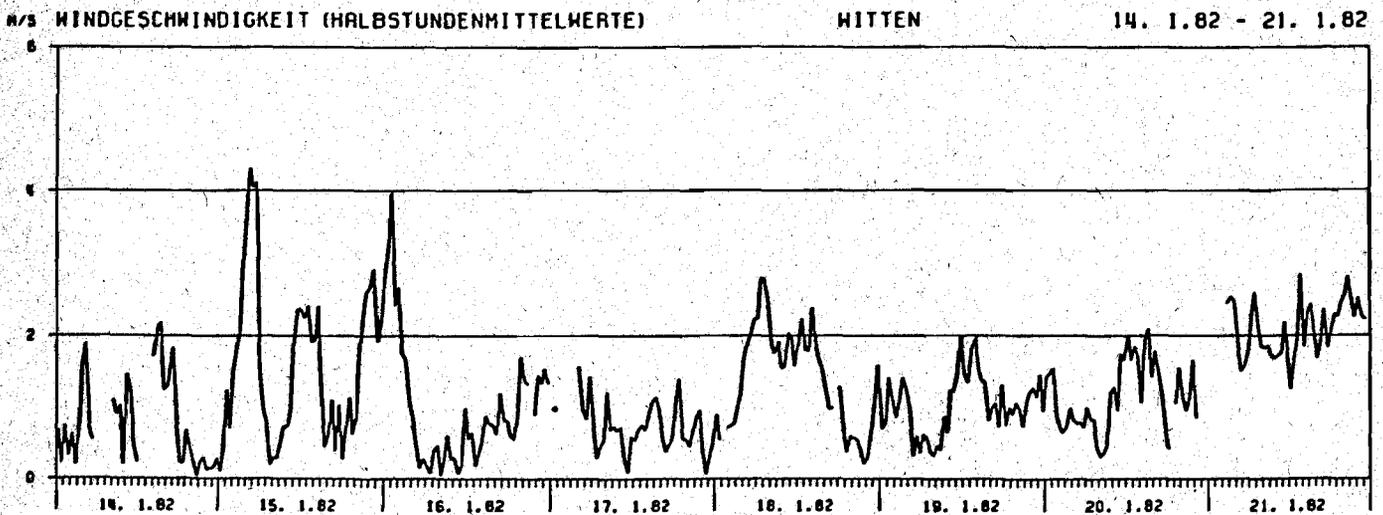
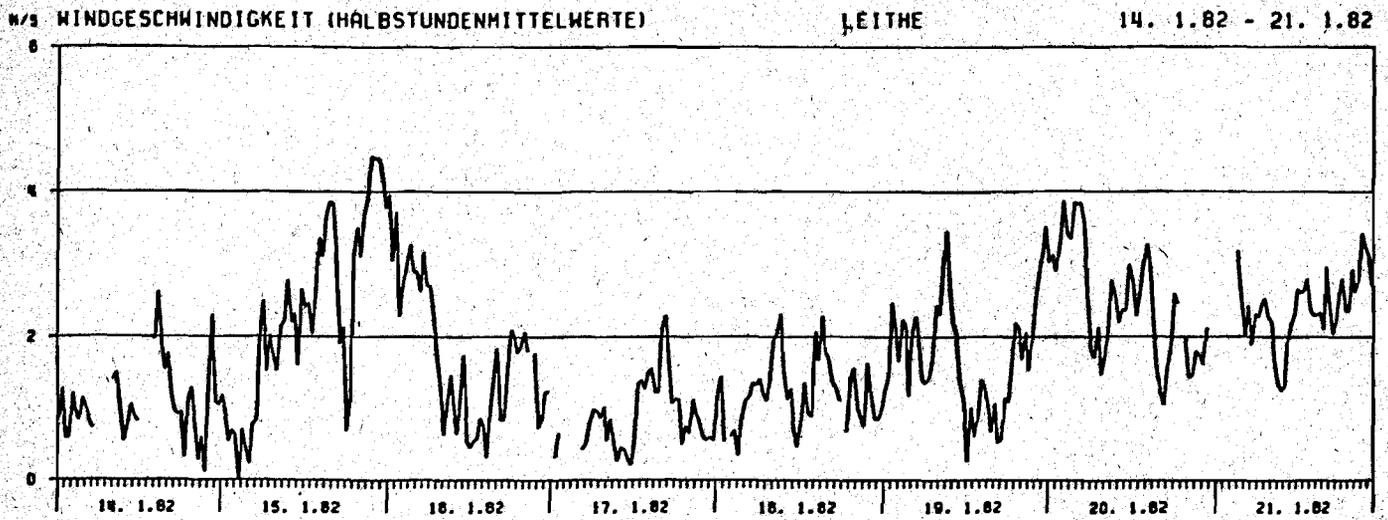


Abb. 5: Zeitlicher Verlauf der Windgeschwindigkeit in Leitthe, Witten und Recklinghausen, 14.1.-21.1.1982

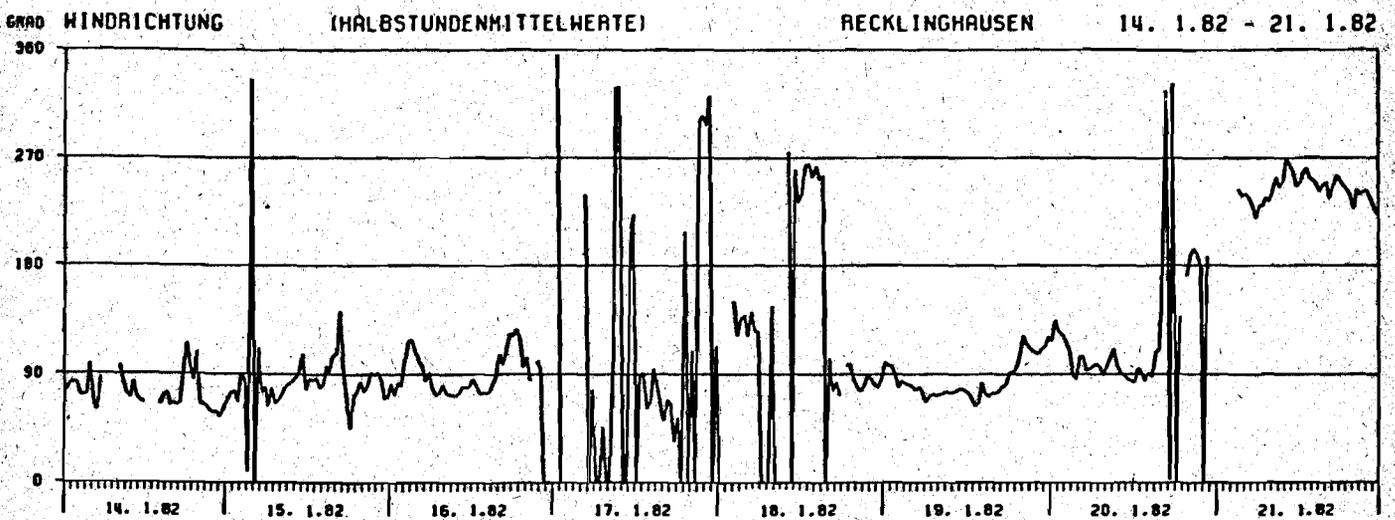
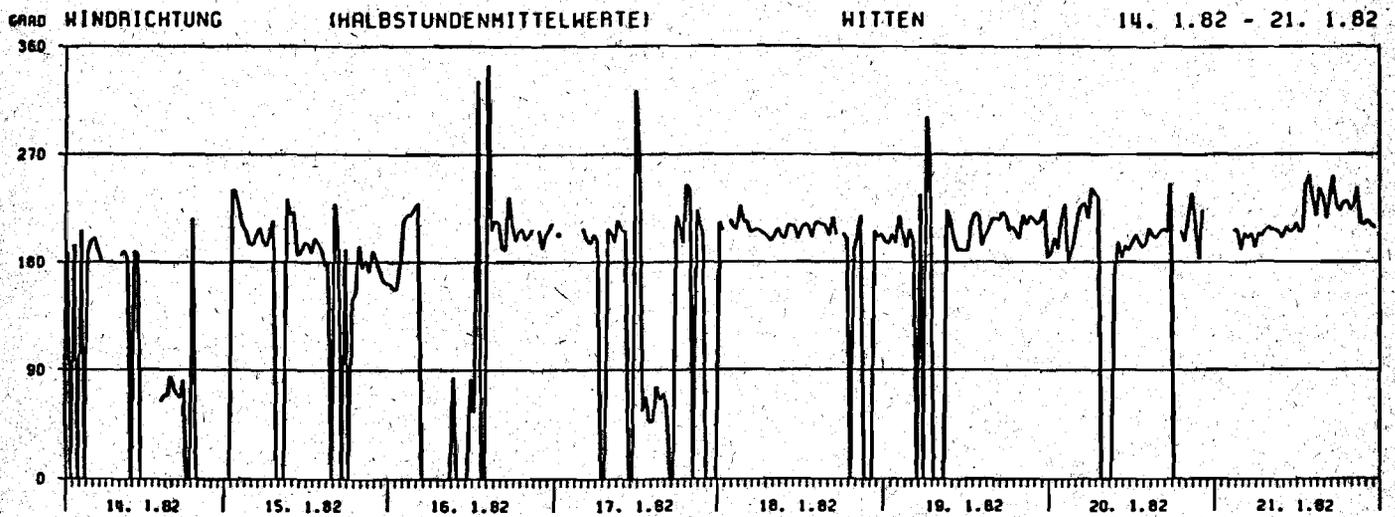
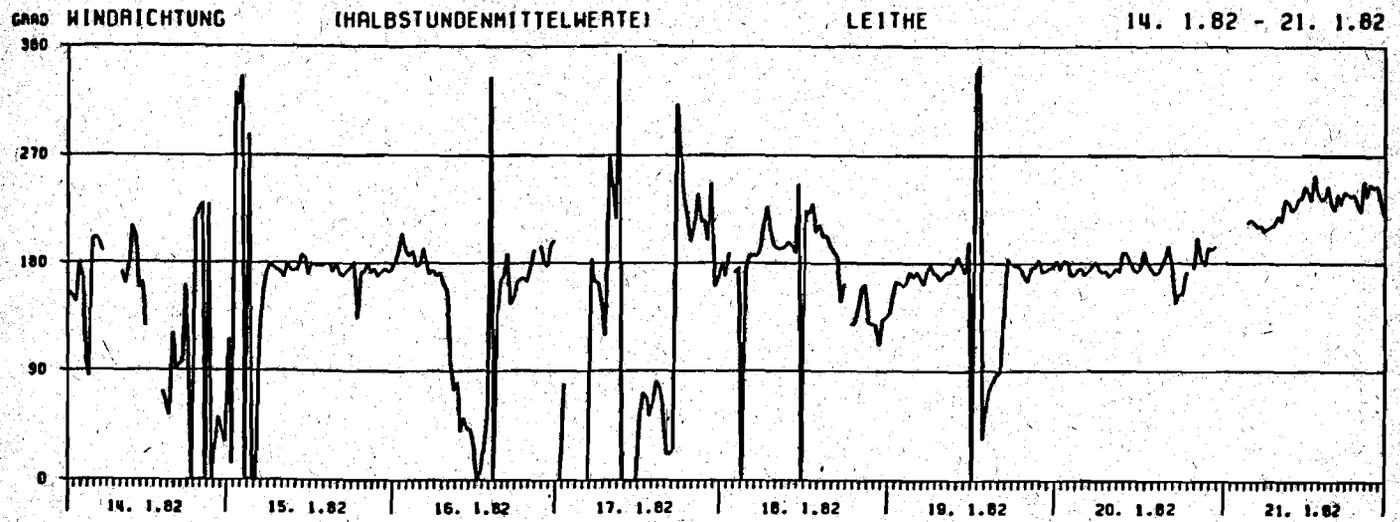


Abb. 6: Zeitlicher Verlauf der Windrichtung in Leitthe, Witten und Recklinghausen, 14.1.-21.1.1982

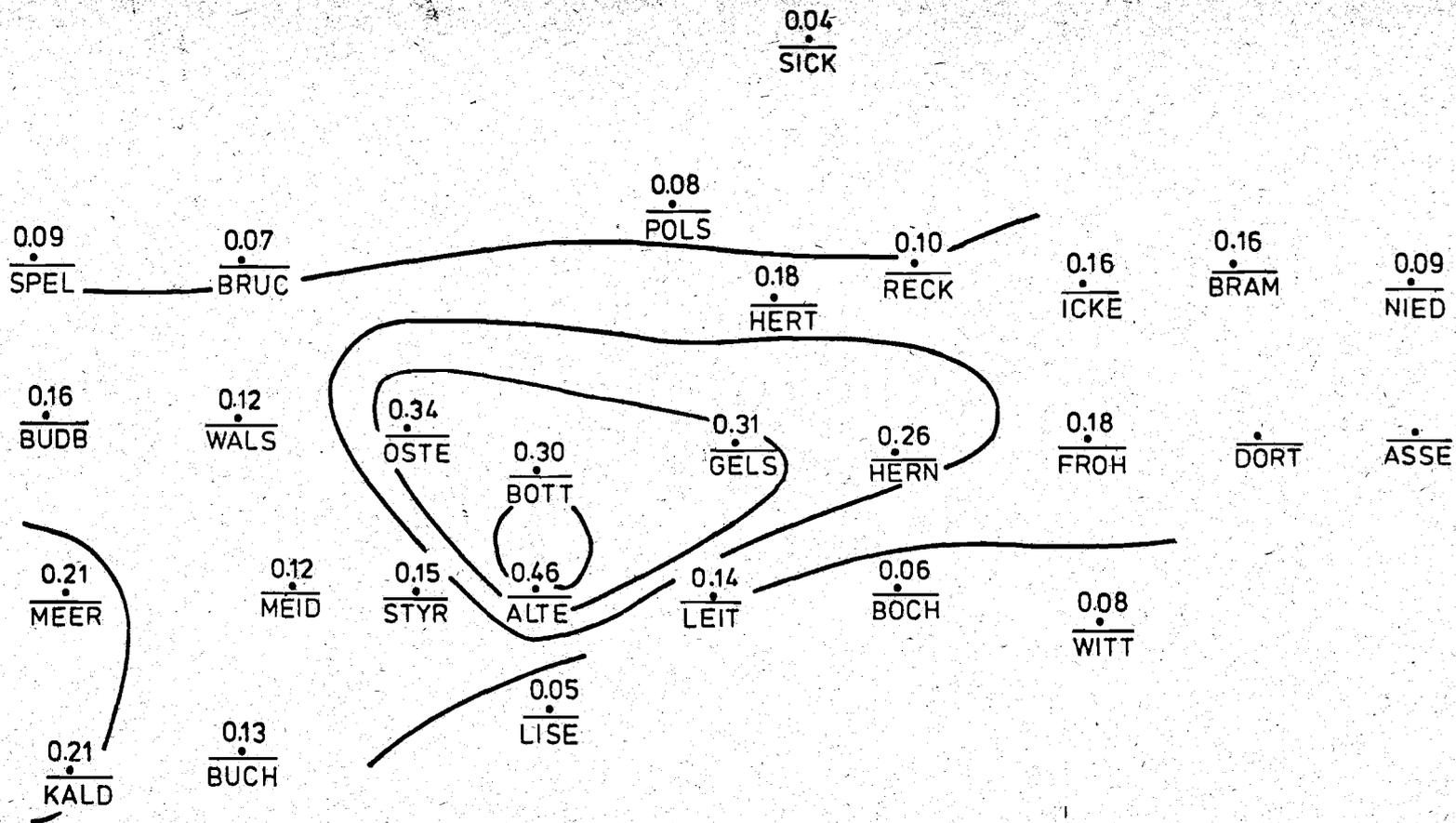


Abb. 7: SO₂ - Tagesmittelwerte am 19.1.1982

SPEL: Voerde - Spellen
 BUDB: Rheinberg - Budberg
 MEER: Moers - Meerbeck
 KALD: Duisburg - Kaldenhausen
 BRUC: Hünxe - Bruckhausen
 WALS: Duisburg - Walsum
 MEID: Duisburg - Meiderich
 BUCH: Duisburg - Buchholz
 OSTE: Oberhausen - Osterfeld
 STYR: Mülheim - Styrum

BOTT: Bottrop
 ALTE: Essen - Altendorf
 LISE: Essen - Bredency (LIS)
 SICK: Marl - Sickingmühle
 POLS: Marl - Polsum
 HERT: Herten
 GELS: Gelsenkirchen
 LEIT: Essen - Leithe
 RECK: Recklinghausen
 HERN: Herne

BOCH: Bochum - Wiemelhausen
 ICKE: Castrop - Rauxel - Ickern
 FROH: Castrop - Rauxel - Frohlinde
 WITT: Witten
 BRAM: Lünen - Brambauer
 DORT: Dortmund - Mitte
 NIED: Lünen - Niederaden
 ASSE: Dortmund - Asseln

0.09
SICK

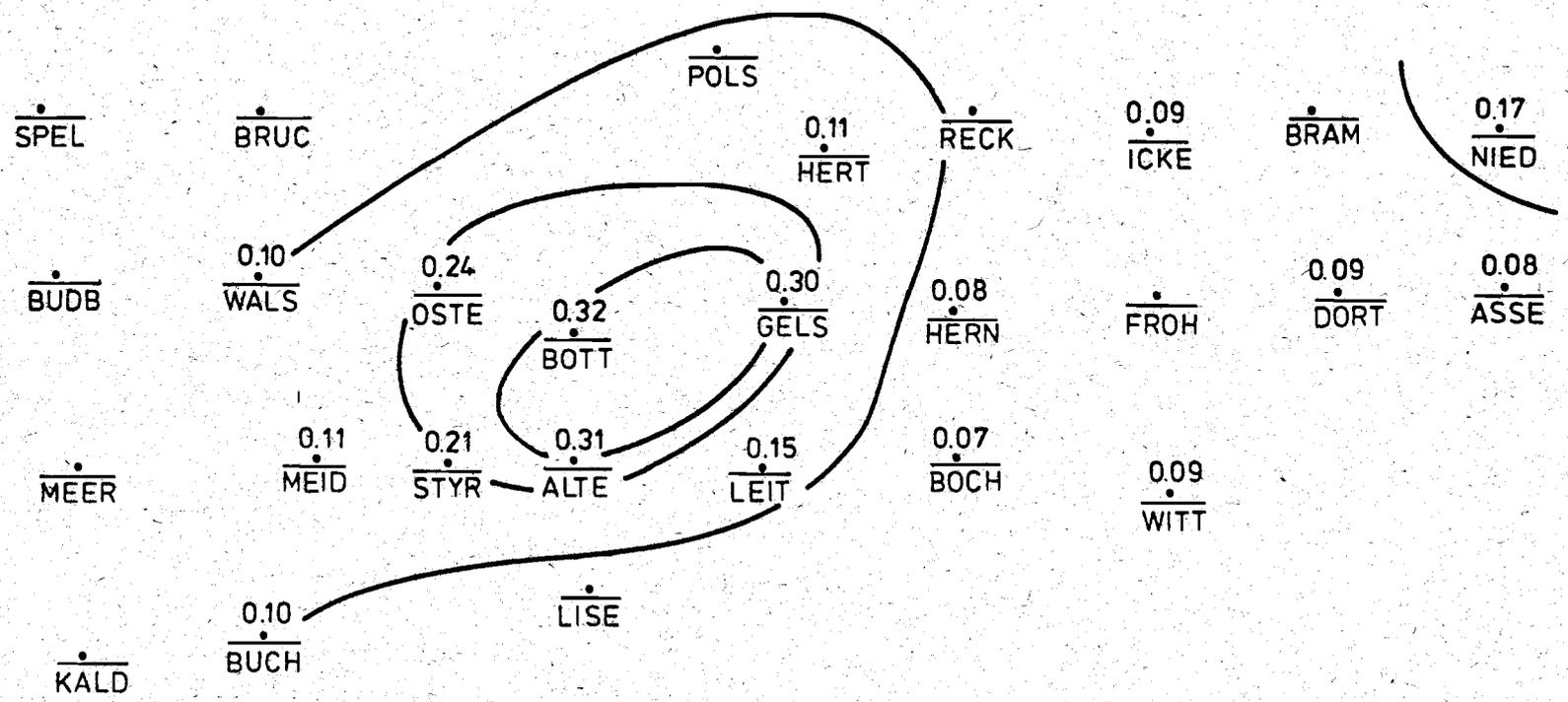


Abb. 8: NO₂ - Tagesmittelwerte am 19.1.1982

SPEL: Vnerde - Spellen
 BUDB: Rheinberg - Budberg
 MEER: Moers - Meerbeck
 KALD: Duisburg - Kaldenhausen
 BRUC: Illnixe - Bruckhausen
 WALS: Duisburg - Walsum
 MEID: Duisburg - Meiderich
 BUCH: Duisburg - Buchholz
 OSTE: Oberhausen - Osterfeld
 STYR: Mülheim - Styrum

BOTT: Bottrop
 ALTE: Essen - Ältendorf
 LISE: Essen - Bredeney (LIS)
 SICK: Marl - Sickingmühle
 POLS: Marl - Polsum
 HERT: Herten
 GELS: Gelsenkirchen
 LEIT: Essen - Leithe
 RECK: Recklinghausen
 HERN: Herne

BOCH: Bochum - Wiemelhausen
 ICKE: Castrop - Rauxel - Ickern
 FROH: Castrop - Rauxel - Frohlinde
 WITT: Witten
 BRAM: Lünen - Brambauer
 DORT: Dortmund - Mitte
 NIED: Lünen - Niederaden
 ASSE: Dortmund - Asseln

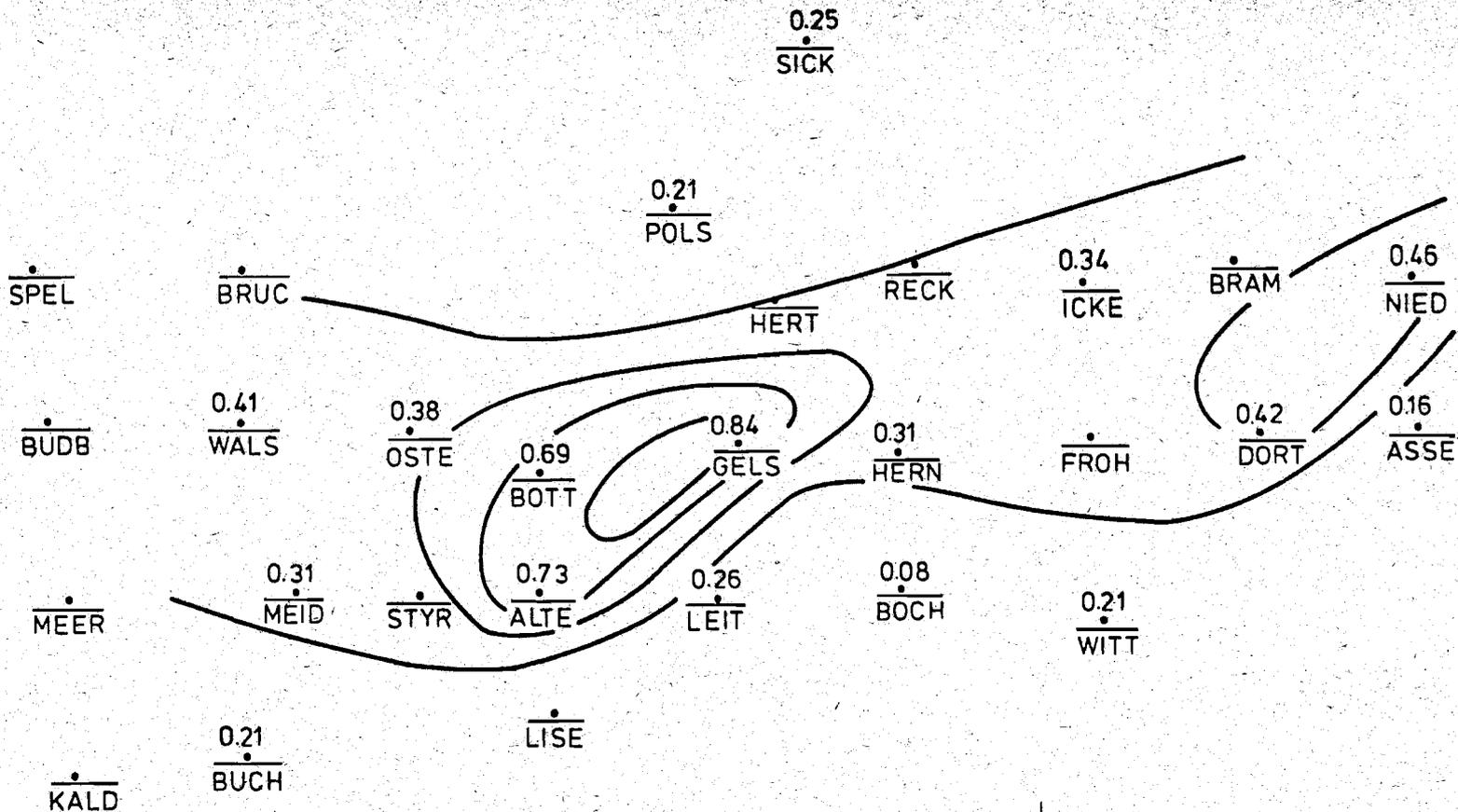


Abb. 9: NO - Tagesmittelwerte am 19.1.1982

- | | | |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| SPEL: Voerde - Spellen | BOTT: Bottrop | BOCH: Bochum - Wiemelhausen |
| BUDB: Rheinberg - Budberg | ALTE: Essen - Altendorf | ICKE: Castrop - Rauxel - Ickern |
| MEER: Moers - Meerbeck | LISE: Essen - Bredenev (LIS) | FROH: Castrop - Rauxel - Frohlinde |
| KALD: Duisburg - Kaldenhausen | SICK: Marl - Sickingmühle | WITT: Witten |
| BRUC: Hünxe - Bruckhausen | POLS: Marl - Polsum | BRAM: Lünen - Brambauer |
| WALS: Duisburg - Walsum | HERT: Herten | DORT: Dortmund - Mitte |
| MEID: Duisburg - Meiderich | GELS: Gelsenkirchen | NIED: Lünen - Niederaden |
| BUCH: Duisburg - Buchholz | LEIT: Essen - Leithe | ASSE: Dortmund - Asseln |
| OSTE: Oberhausen - Osterfeld | RECK: Recklinghausen | |
| STYR: Mülheim - Styrum | HERN: Herne | |

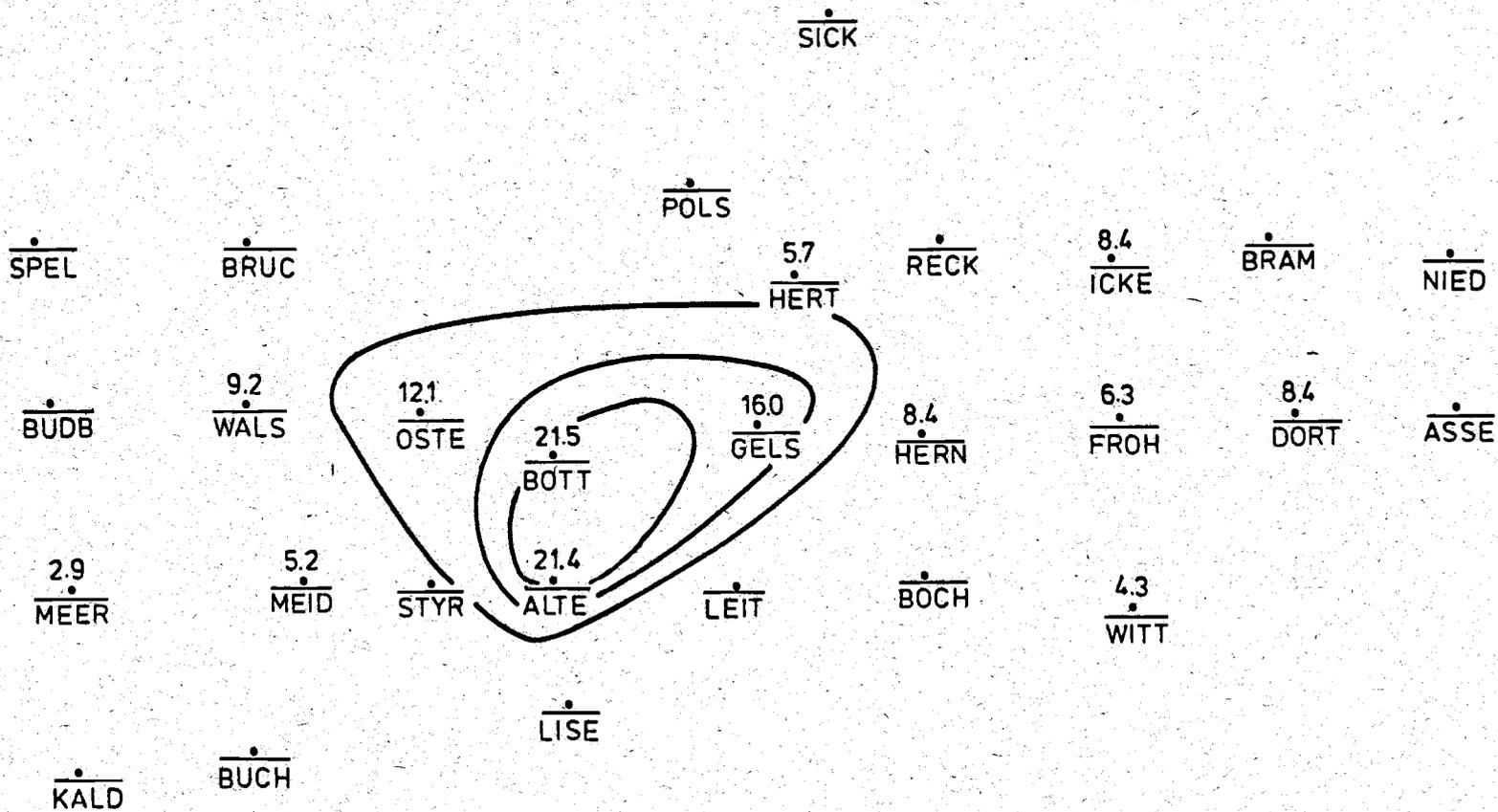


Abb. 10: CO - Tagesmittelwerte am 19.1.1982

SPEL: Voerde - Spellen
 BUDB: Rheinberg - Budberg
 MEER: Moers - Meerbeck
 KALD: Duisburg - Kaldenhausen
 BRUC: Hünxe - Bruckhausen
 WALS: Duisburg - Walsum
 MEID: Duisburg - Meiderich
 BUCH: Duisburg - Buchholz
 OSTE: Oberhausen - Osterfeld
 STYR: Mülheim - Styrum

BOTT: Bottrop
 ALTE: Essen - Altendorf
 LISE: Essen - Bredeney (LIS)
 SICK: Marl - Sickingmühle
 POLS: Marl - Polsum
 HERT: Herten
 GELS: Gelsenkirchen
 LEIT: Essen - Leithe
 RECK: Recklinghausen
 HERN: Herne

BOCH: Bochum - Wiemelhausen
 ICKE: Castrop - Rauxel - Ickern
 FROH: Castrop - Rauxel - Frohlinde
 WITT: Witten
 BRAM: Lünen - Brambauer
 DORT: Dortmund - Mitte
 NIED: Lünen - Niederaden
 ASSE: Dortmund - Asseln

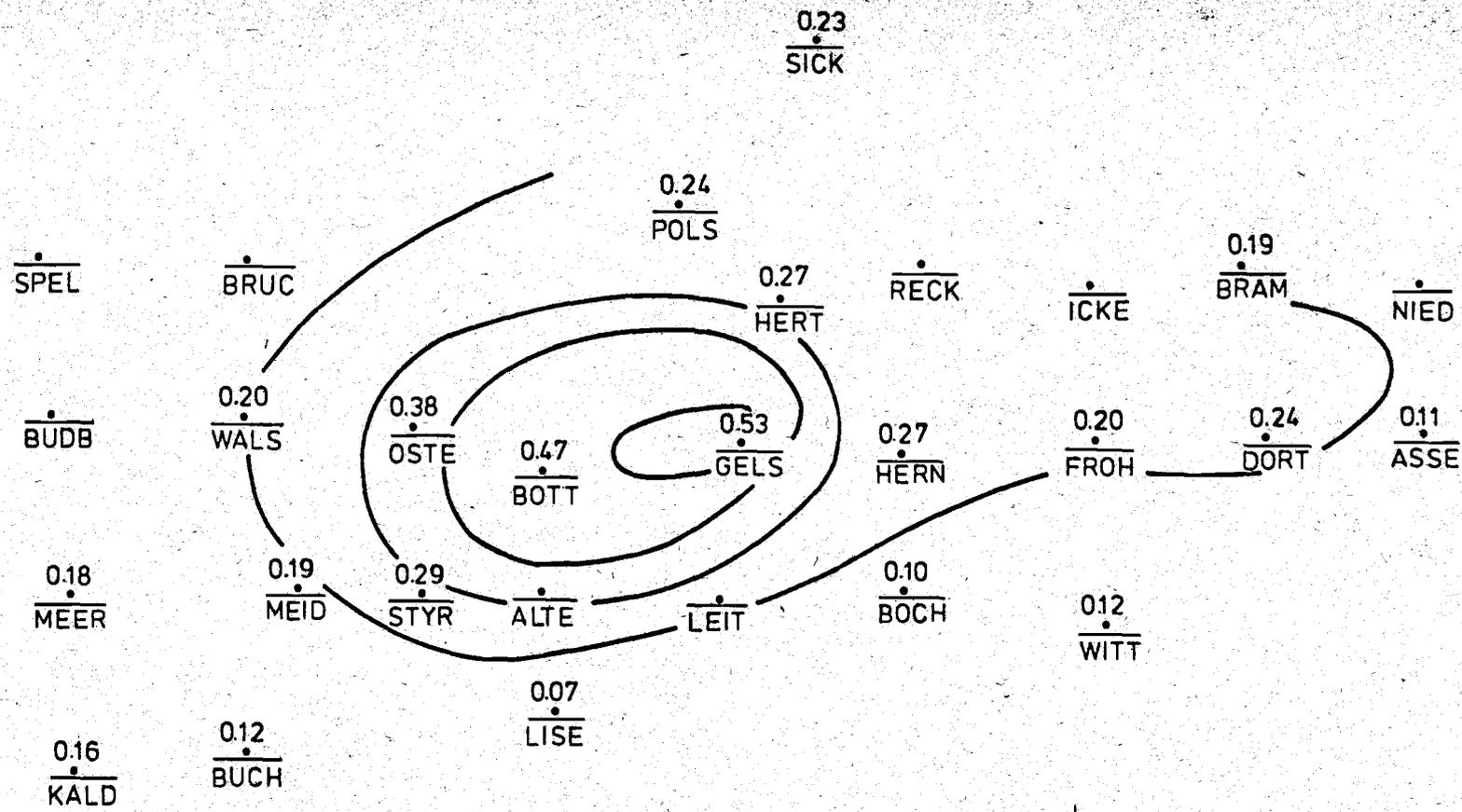


Abb. 11: Schwebstaub - Tagesmittelwerte am 19.1.1982

- | | | |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| SPEL: Voerde - Spellen | BOTT: Bottrop | BOCH: Bochum - Wiemelhausen |
| BUDB: Rheinberg - Budberg | ALTE: Essen - Altendorf | ICKE: Castrop - Rauxel - Ickern |
| MEER: Moers - Meerbeck | LISE: Essen - Bredene (LIS) | FROH: Castrop - Rauxel - Frohlinde |
| KALD: Duisburg - Kaldenhausen | SICK: Marl - Sickingmühle | WITT: Witten |
| BRUC: Hünxe - Bruckhausen | POLS: Marl - Polsum | BRAM: Lünen - Brambauer |
| WALS: Duisburg - Walsum | HERT: Herten | DORT: Dortmund - Mitte |
| MEID: Duisburg - Meiderich | GELS: Gelsenkirchen | NIED: Lünen - Niederaden |
| BUCH: Duisburg - Buchholz | LEIT: Essen - Leithe | ASSE: Dortmund - Asseln |
| OSTE: Oberhausen - Osterfeld | RECK: Recklinghausen | |
| STYR: Mülheim - Styrum | HERN: Herne | |

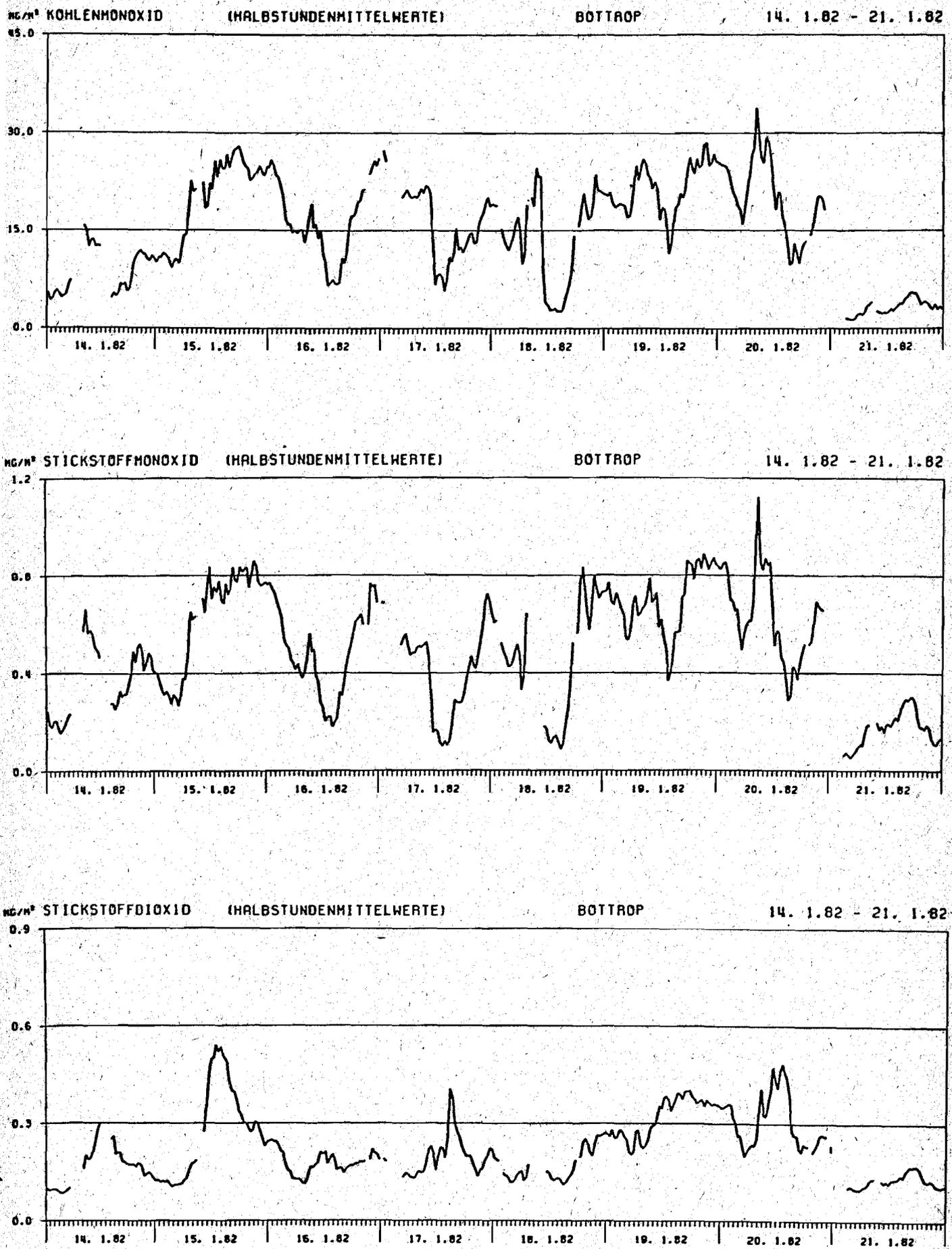


Abb. 12: Zeitlicher Verlauf der CO-, NO- und NO₂-Immissionskonzentrationen in Bottrop, 14.1.-21.1.1982

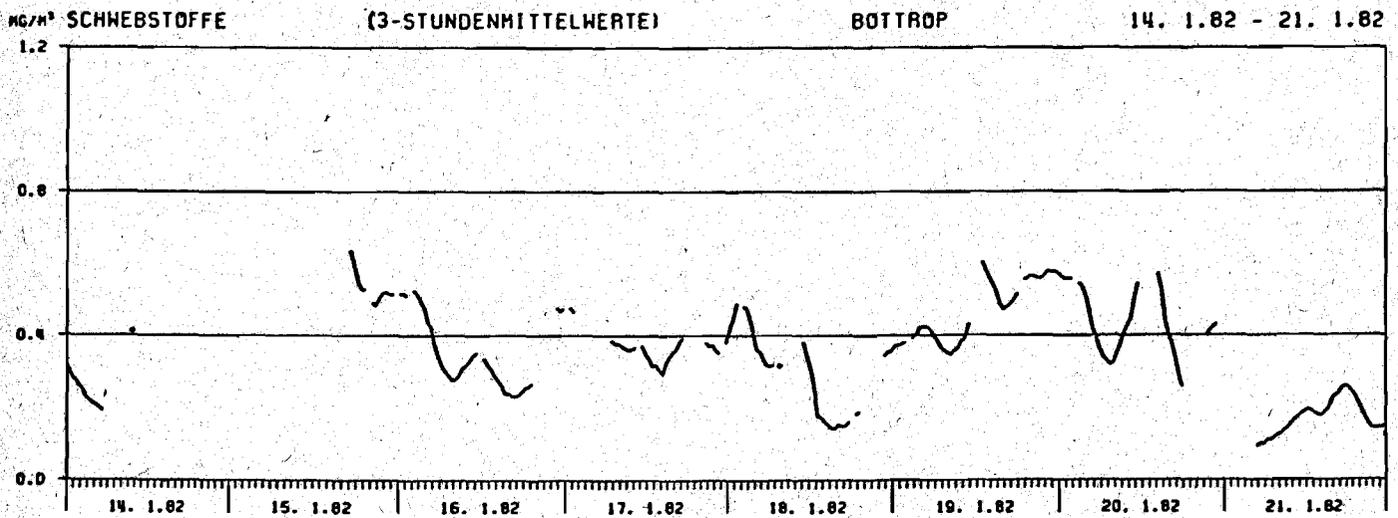
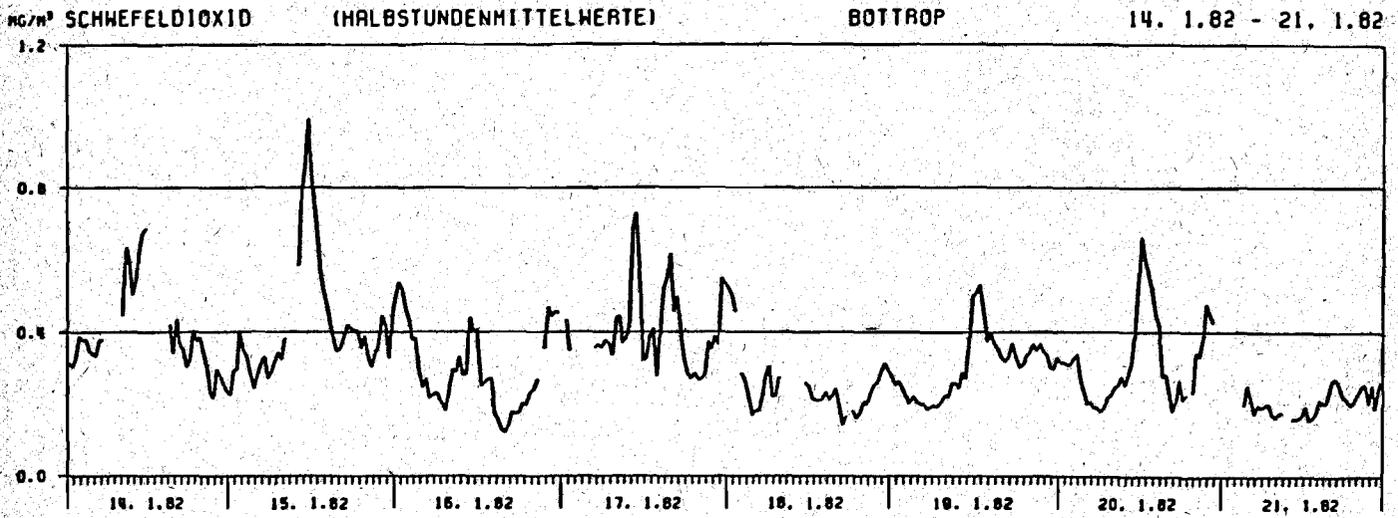


Abb. 13: Zeitlicher Verlauf der SO₂- und Schwebstoff-Immissionskonzentrationen in Bottrup, 14.1.-21.1.1982

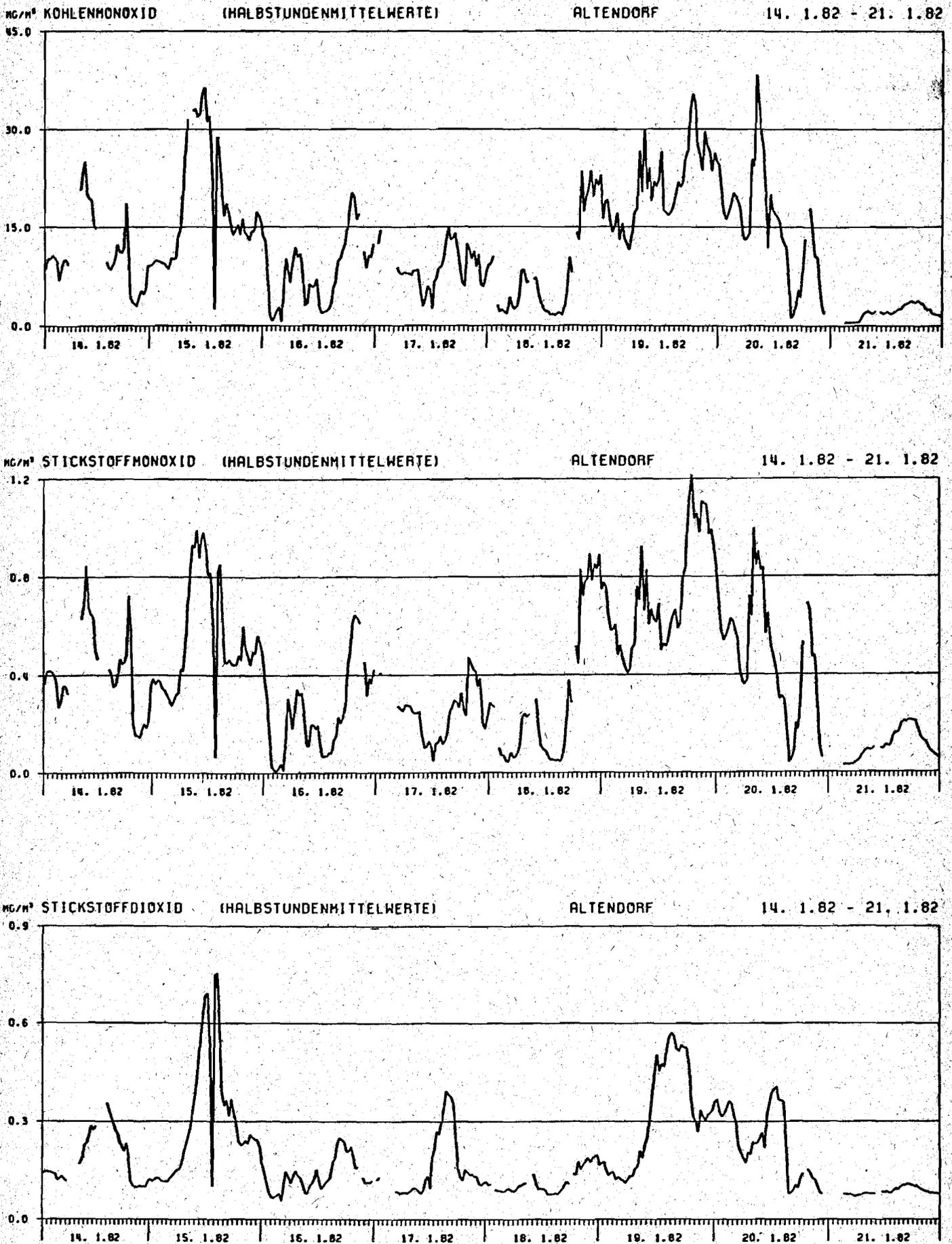


Abb. 14: Zeitlicher Verlauf der CO-, NO- und NO₂-Immissionskonzentrationen in Altendorf, 14.1.-21.1.1982

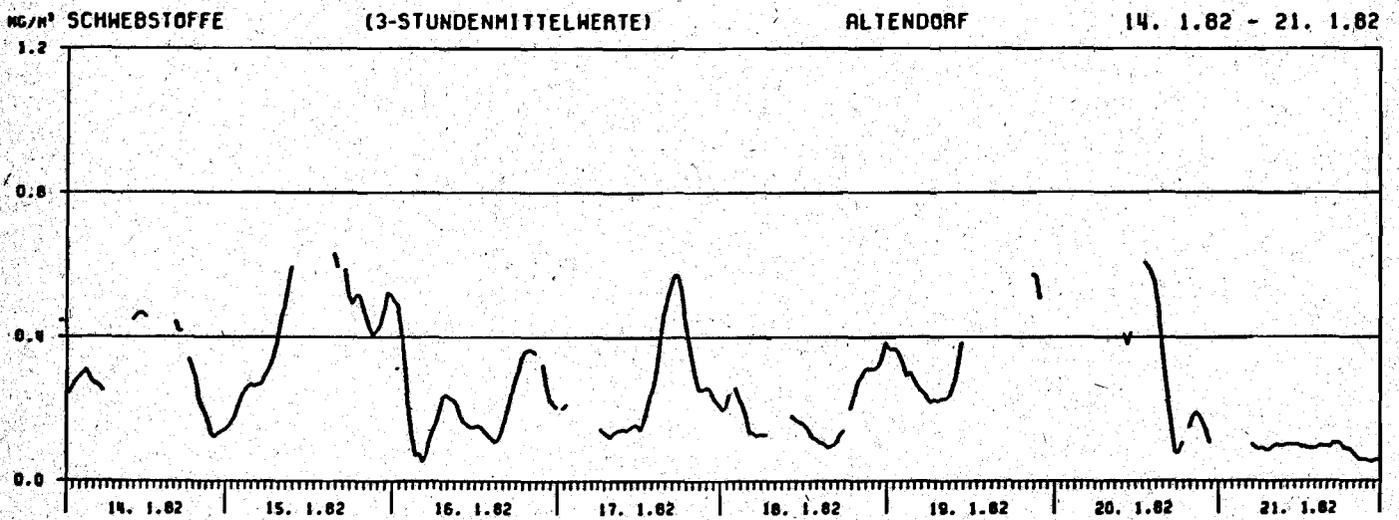
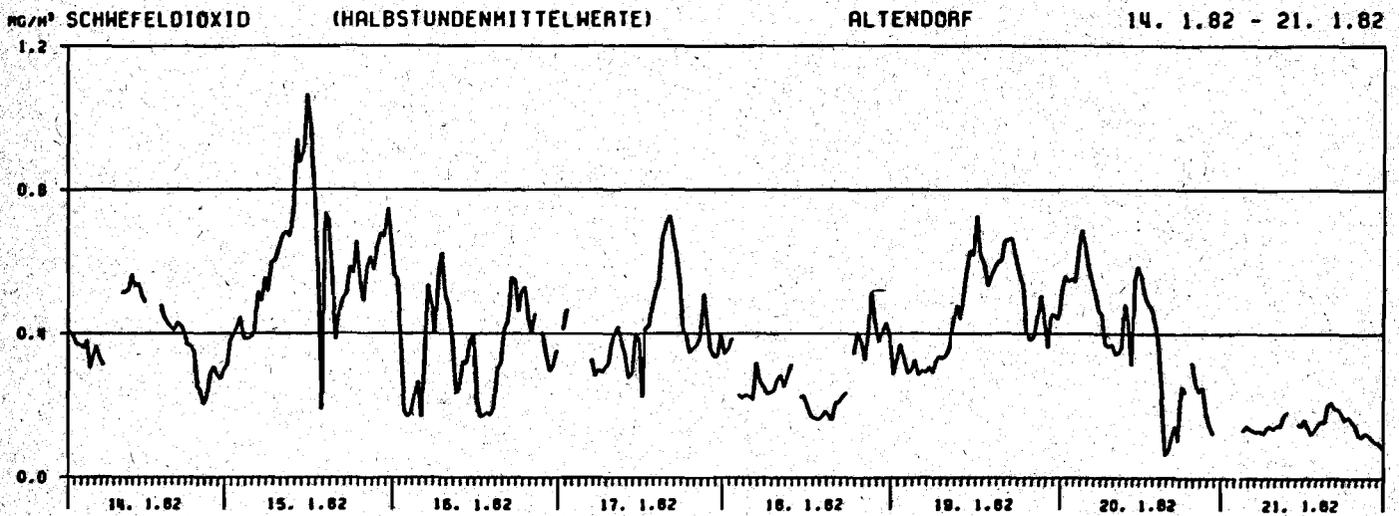


Abb. 15: Zeitlicher Verlauf der SO₂- und Schwebstoff-Immissionskonzentrationen in Altendorf, 14.1.-21.1.1982

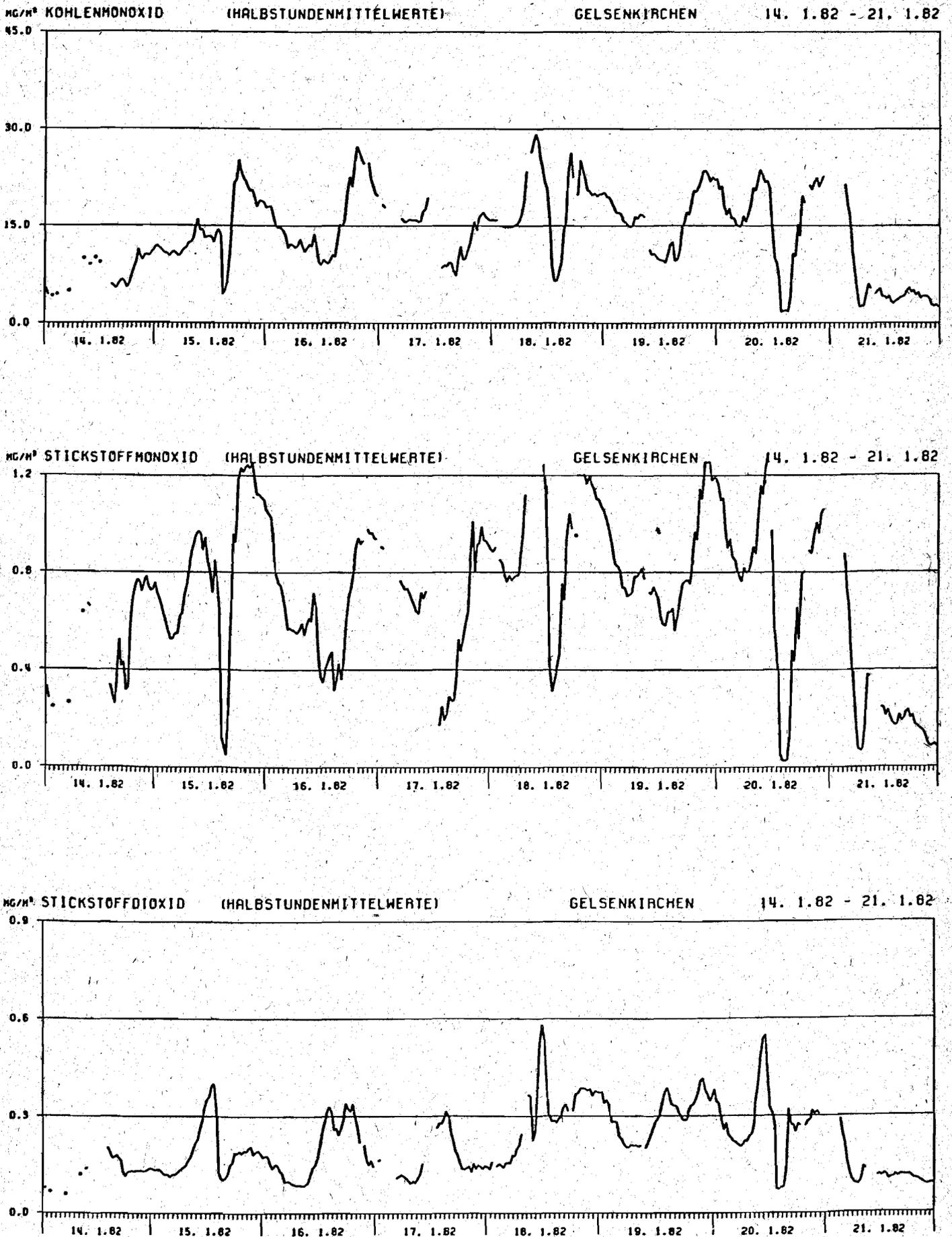


Abb. 16: Zeitlicher Verlauf der CO-, NO- und NO₂-Immissionskonzentrationen in Gelsenkirchen, 14.1.-21.1.1982

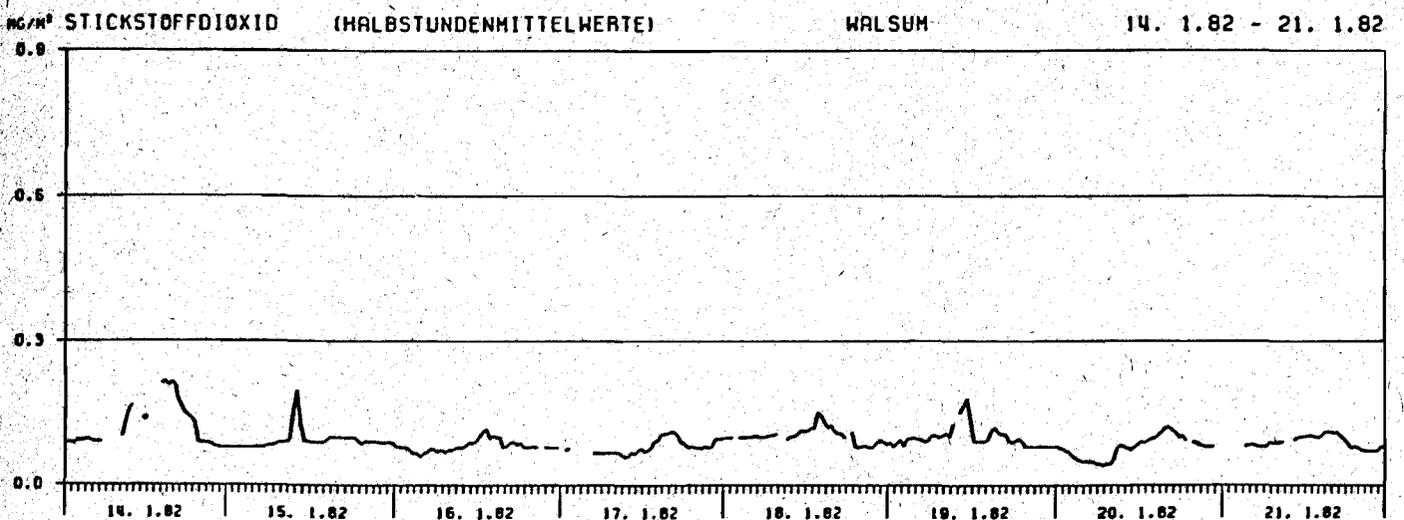
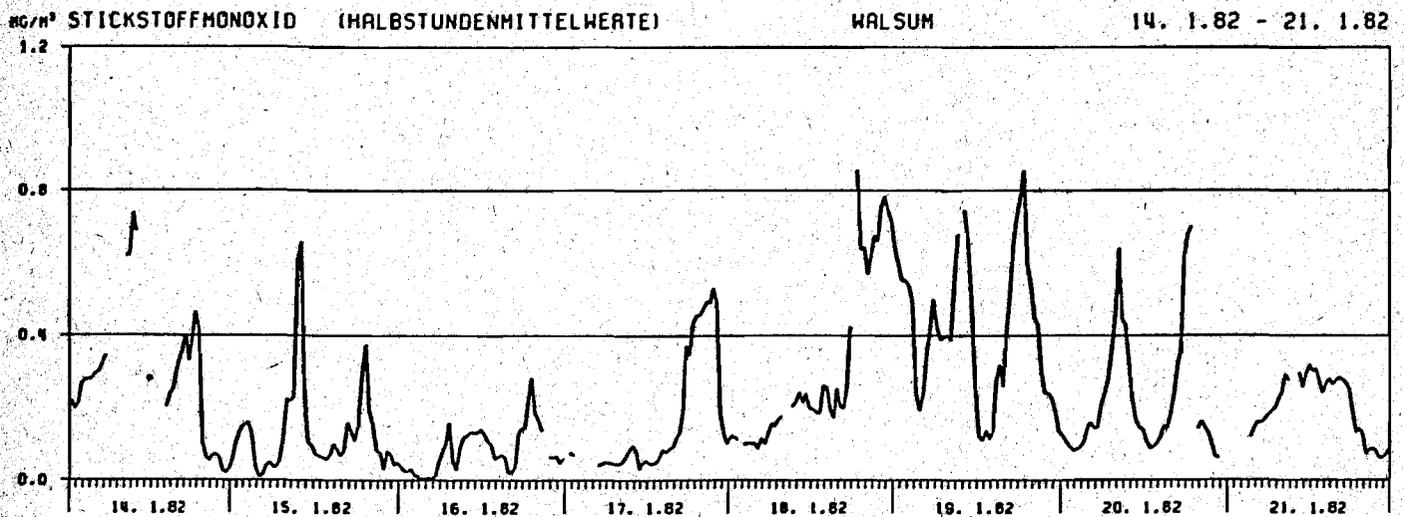
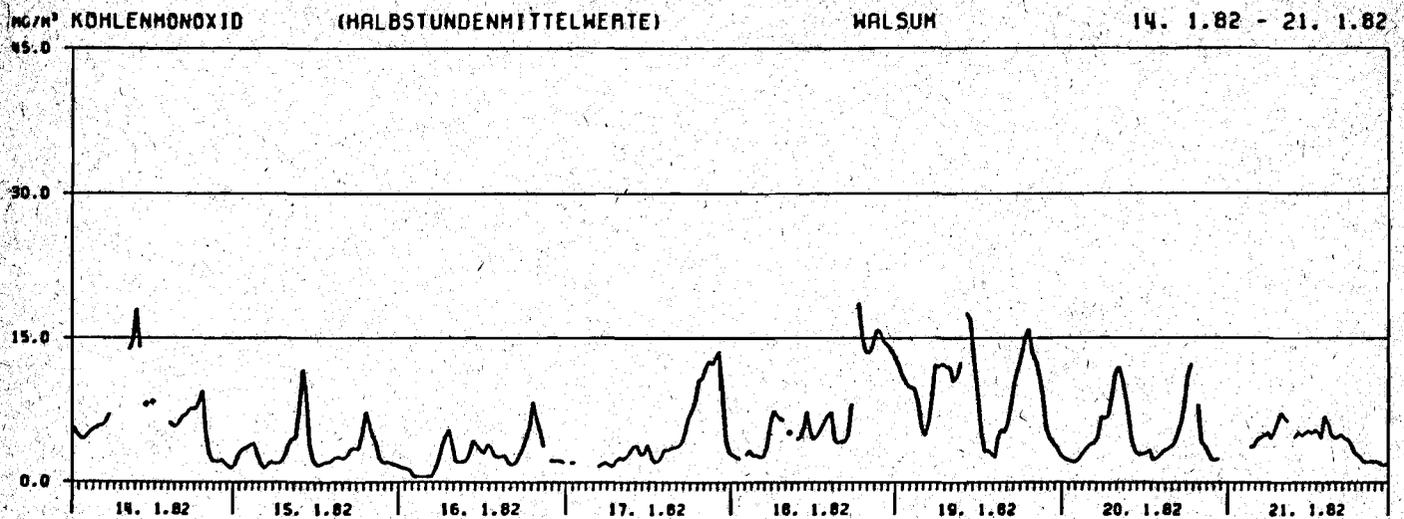


Abb. 17: Zeitlicher Verlauf der CO-, NO- und NO₂-Immissionskonzentrationen in Walsum, 14.1.-21.1.1982

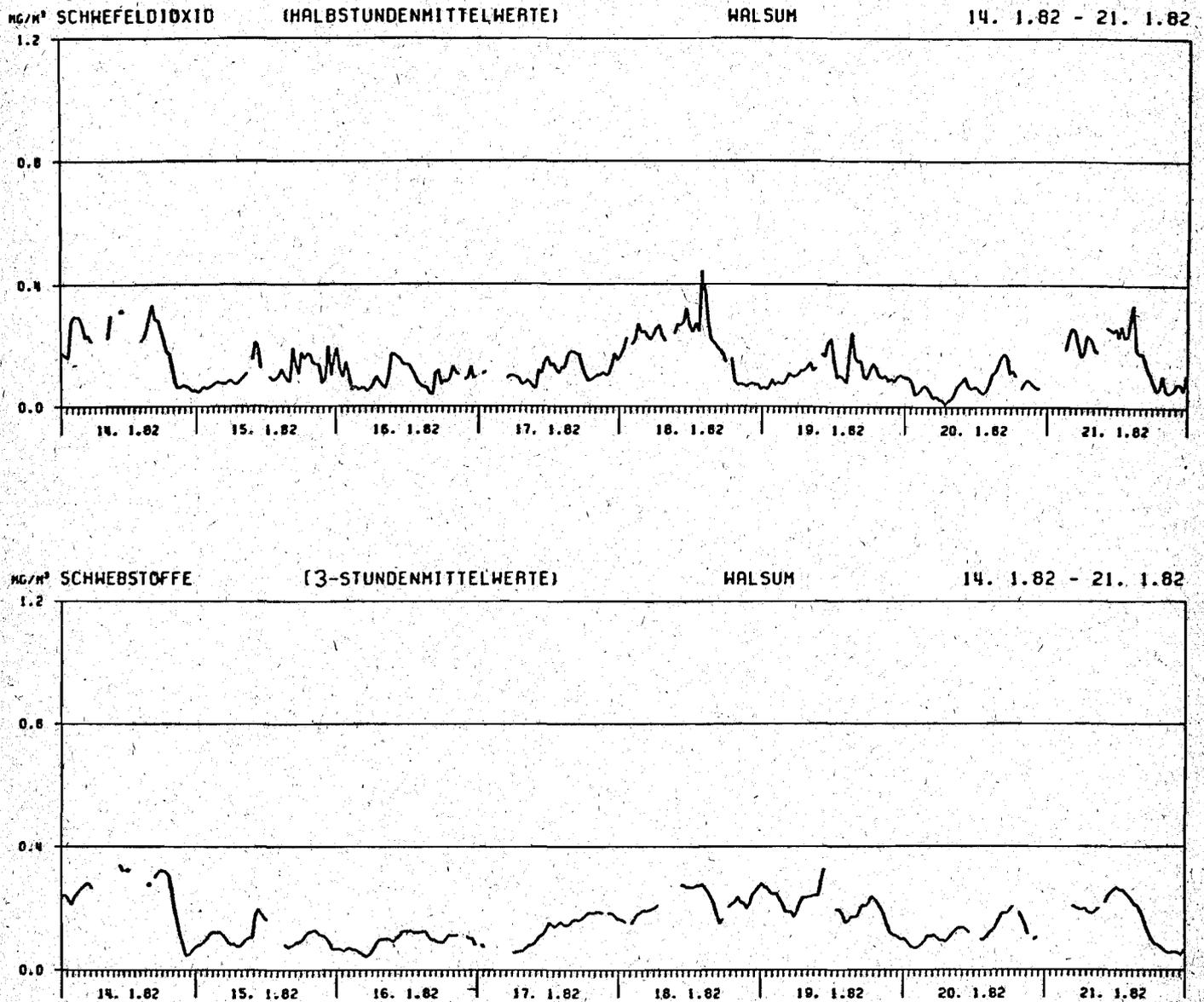


Abb. 18: Zeitlicher Verlauf der SO₂- und Schwebstoff-Immissionskonzentrationen in Walsum, 14.1.-21.1.1982

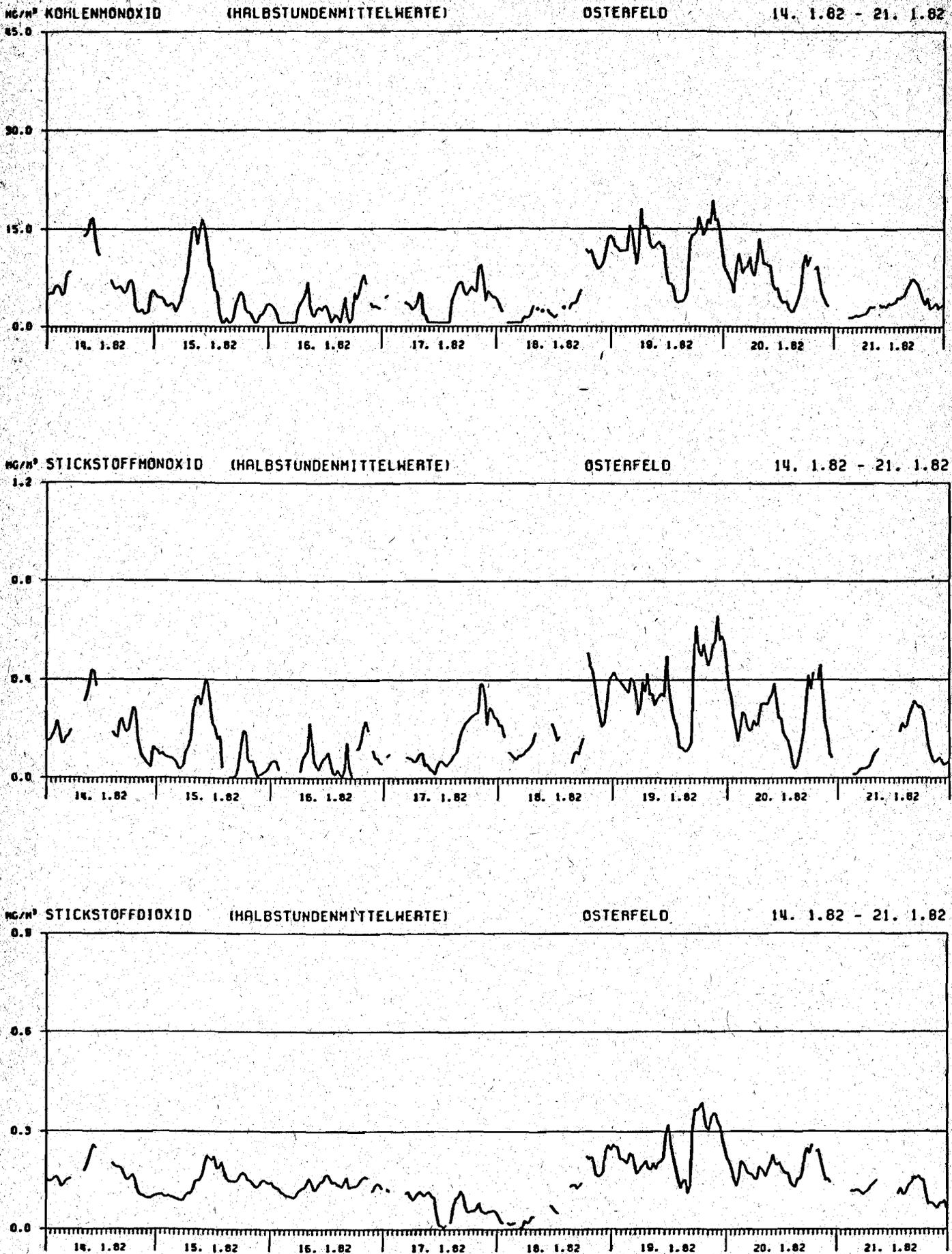


Abb. 19: Zeitlicher Verlauf der CO-, NO- und NO₂-Immissionskonzentrationen in Osterfeld, 14.1.-21.1.1982

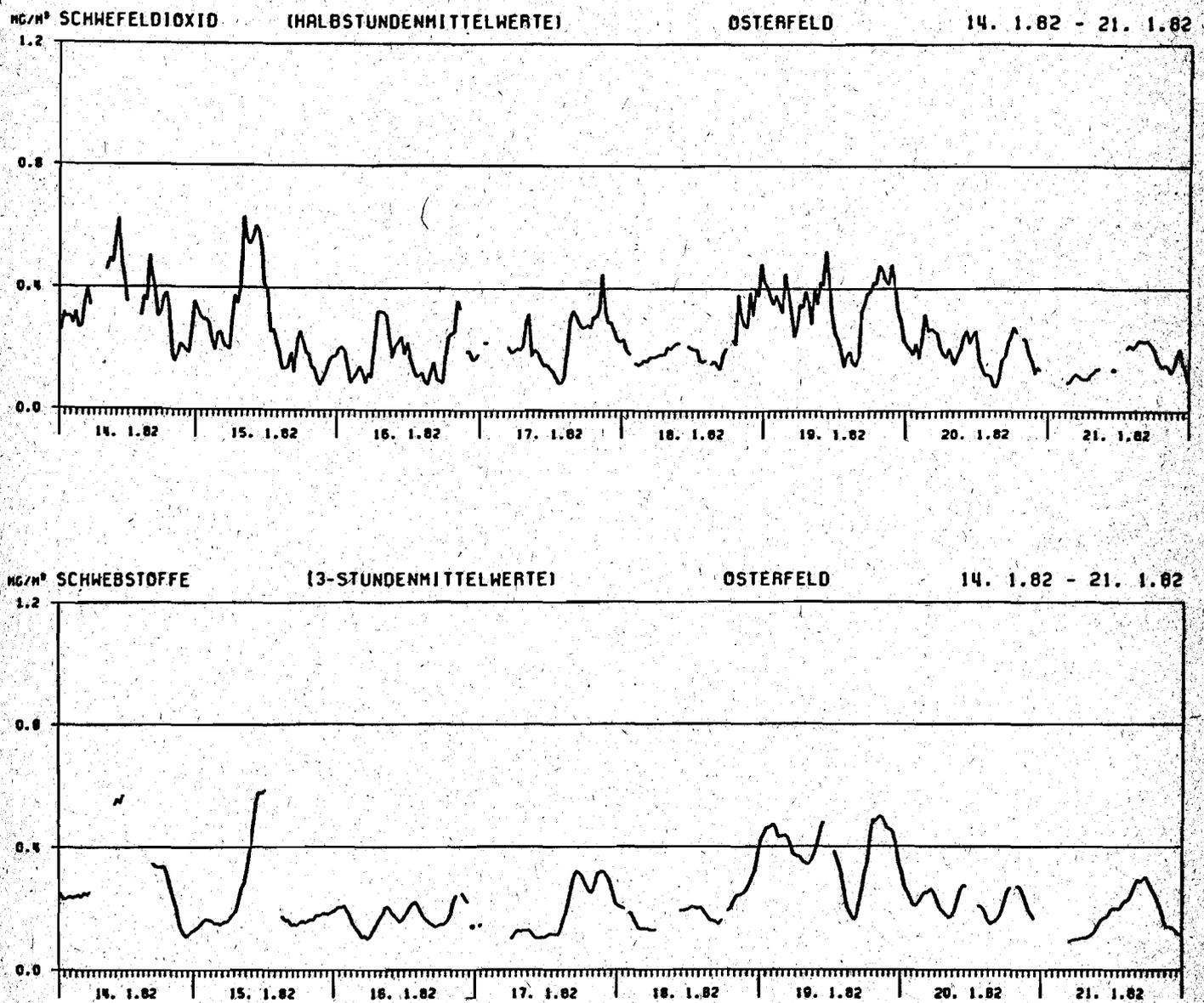


Abb. 20: Zeitlicher Verlauf der SO₂- und Schwebstoff-Immissionskonzentrationen in Osterfeld, 14.1.-21.1.1982

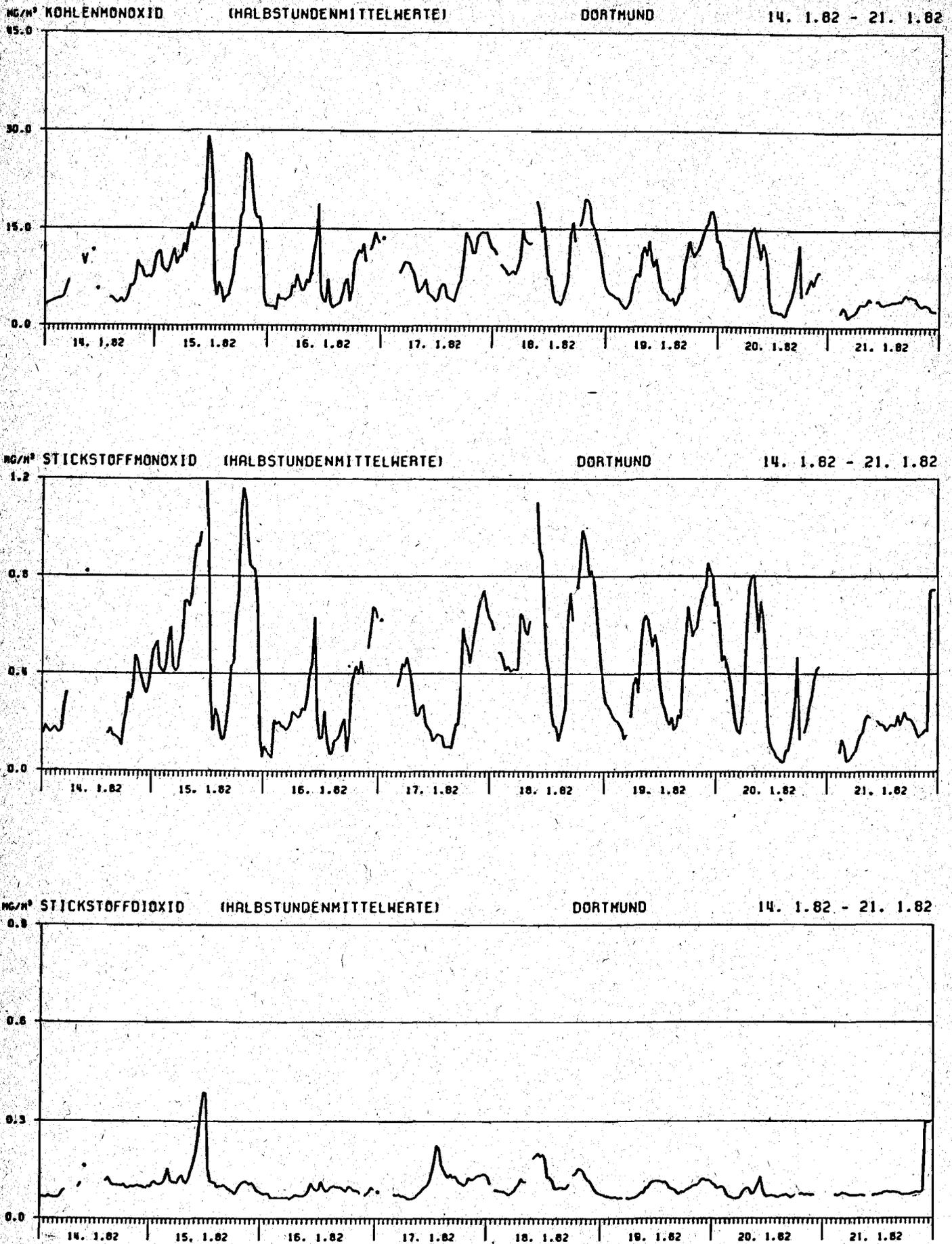


Abb. 21: Zeitlicher Verlauf der CO-, NO- und NO₂-Immissionskonzentrationen in Dortmund, 14.1.-21.1.1982

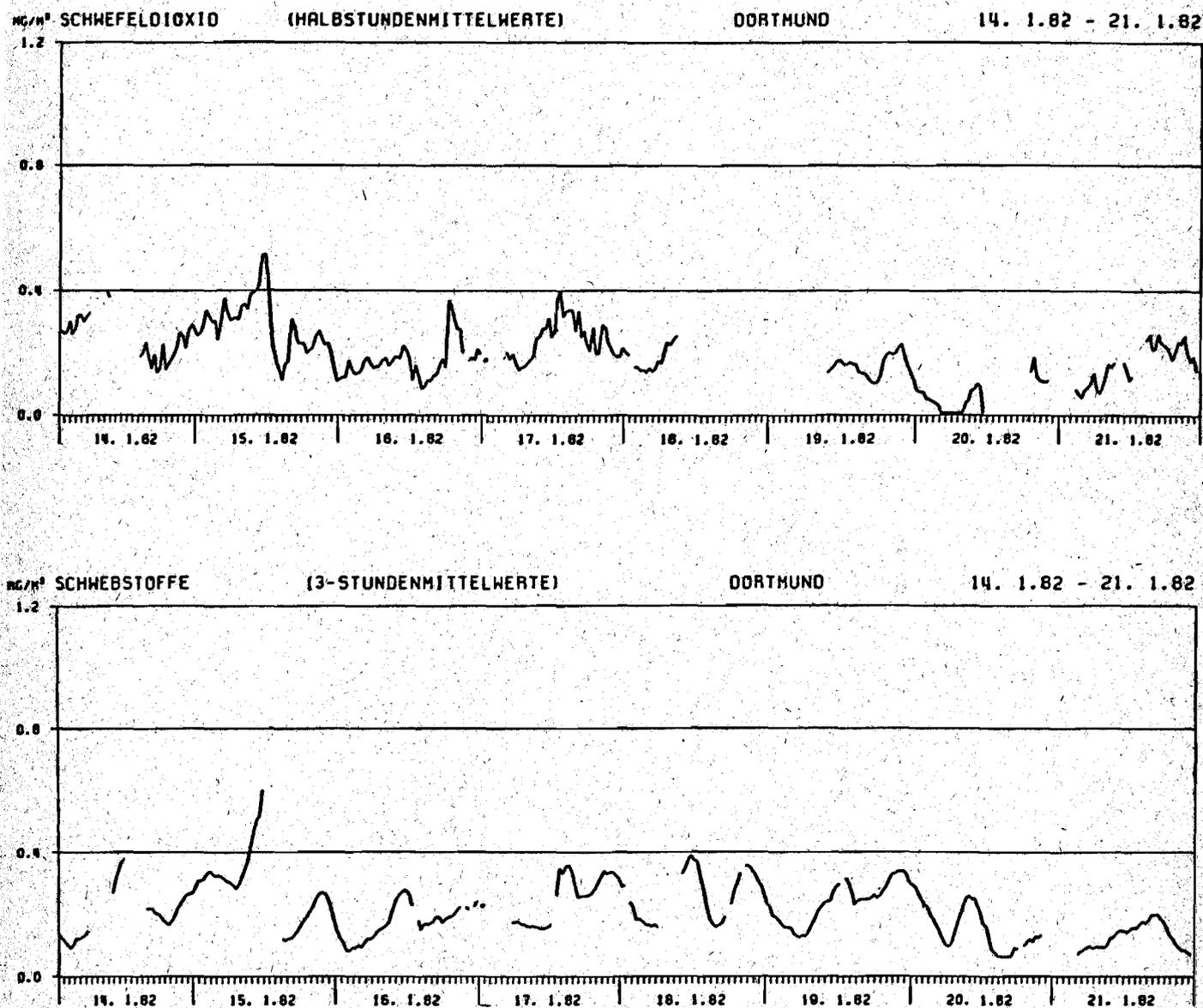


Abb. 22: Zeitlicher Verlauf der SO₂- und Schwebstoff-Immissionskonzentrationen in Dortmund, 14.1. - 21.1.1982

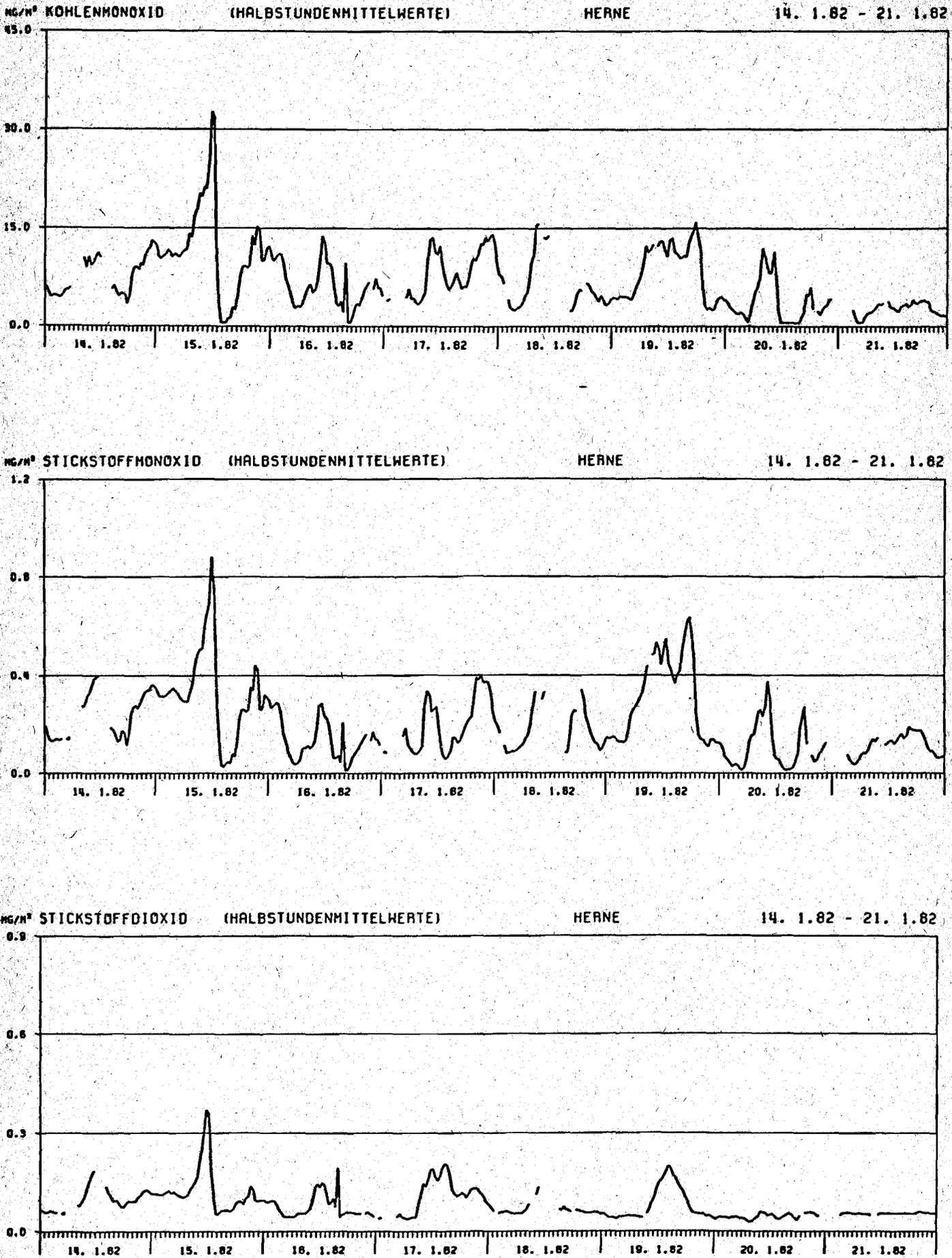


Abb. 23: Zeitlicher Verlauf der CO-, NO- und NO₂-Immissionskonzentrationen in Herne, 14.1.-21.1.1982

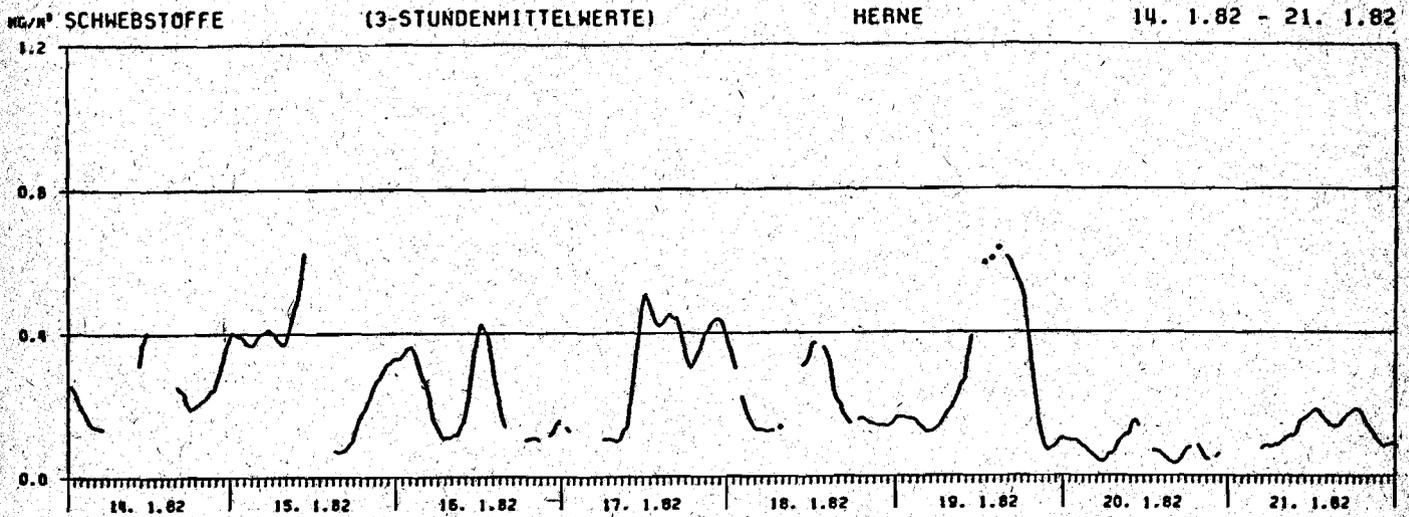
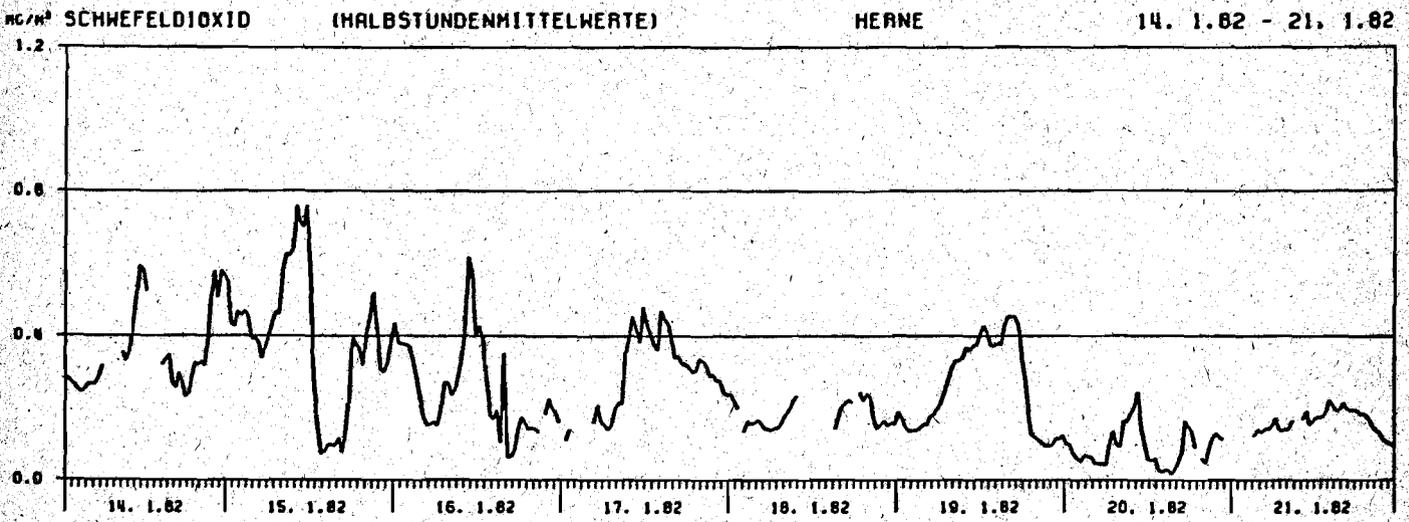


Abb. 24: Zeitlicher Verlauf der SO₂- und Schwebstoff-Immissionskonzentrationen in Herne, 14.1.-21.1.1982

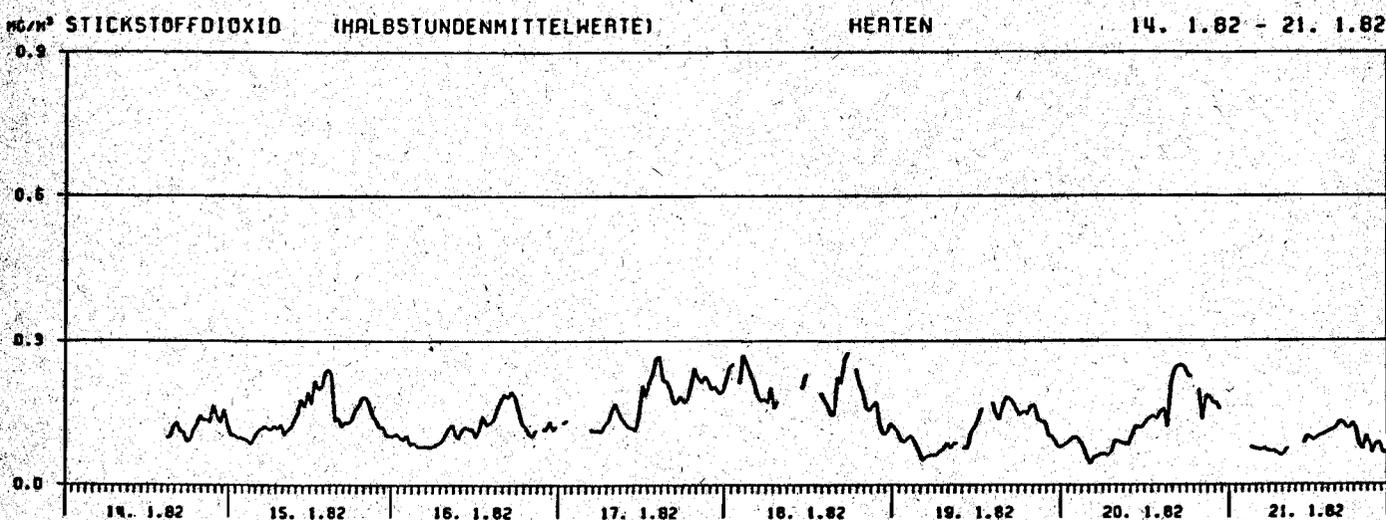
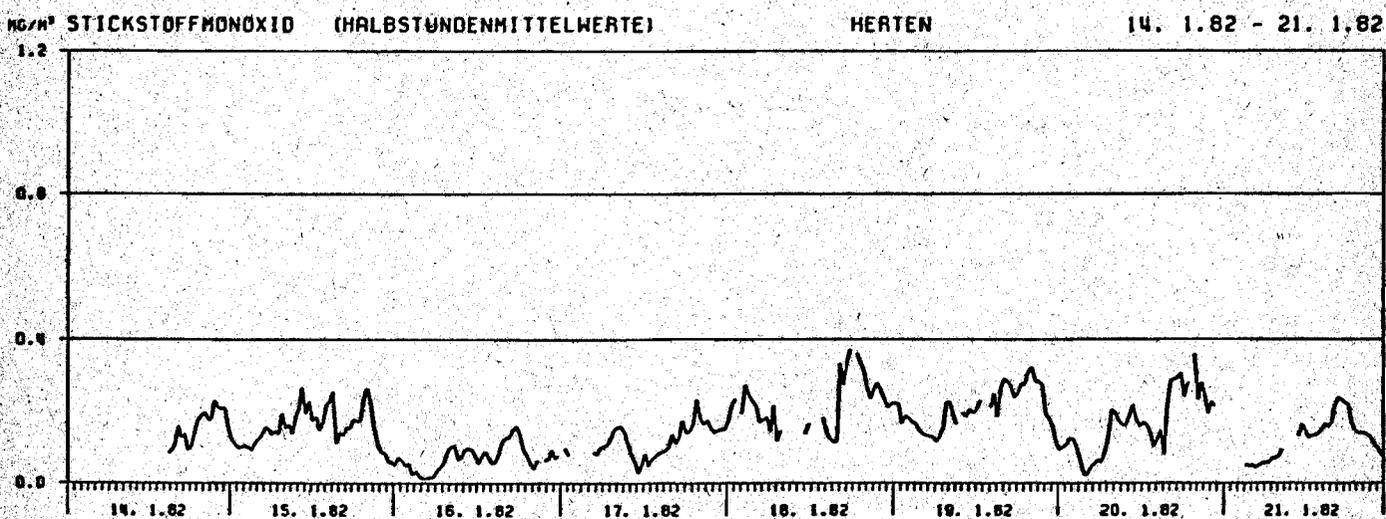
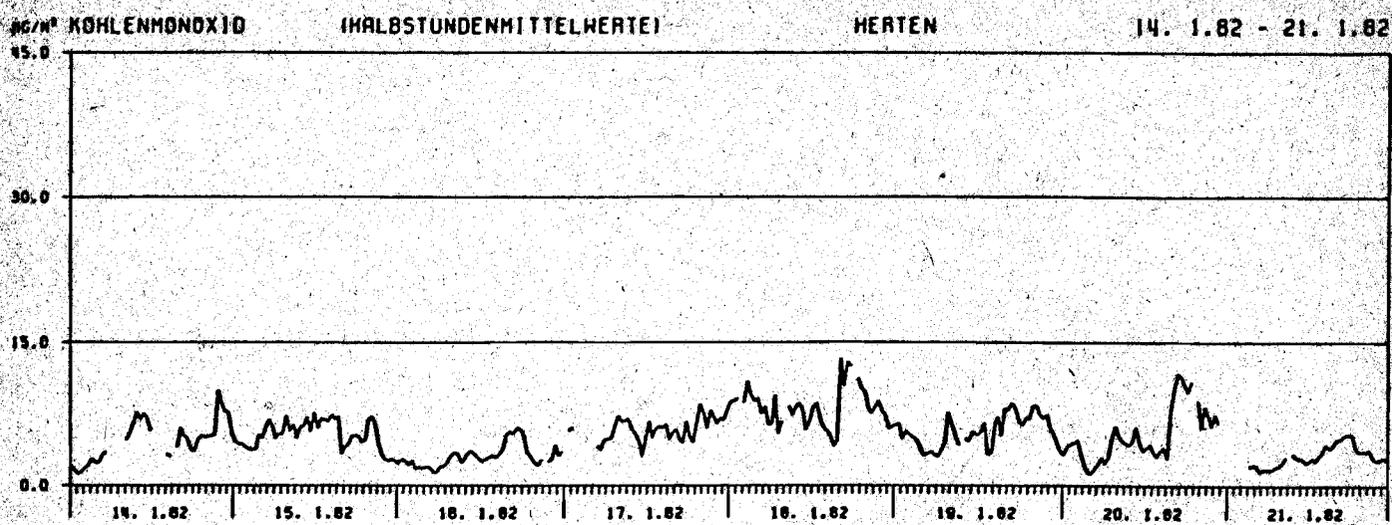


Abb. 25: Zeitlicher Verlauf der CO-, NO- und NO₂-Immissionskonzentrationen in Hertens, 14.1.-21.1.1982

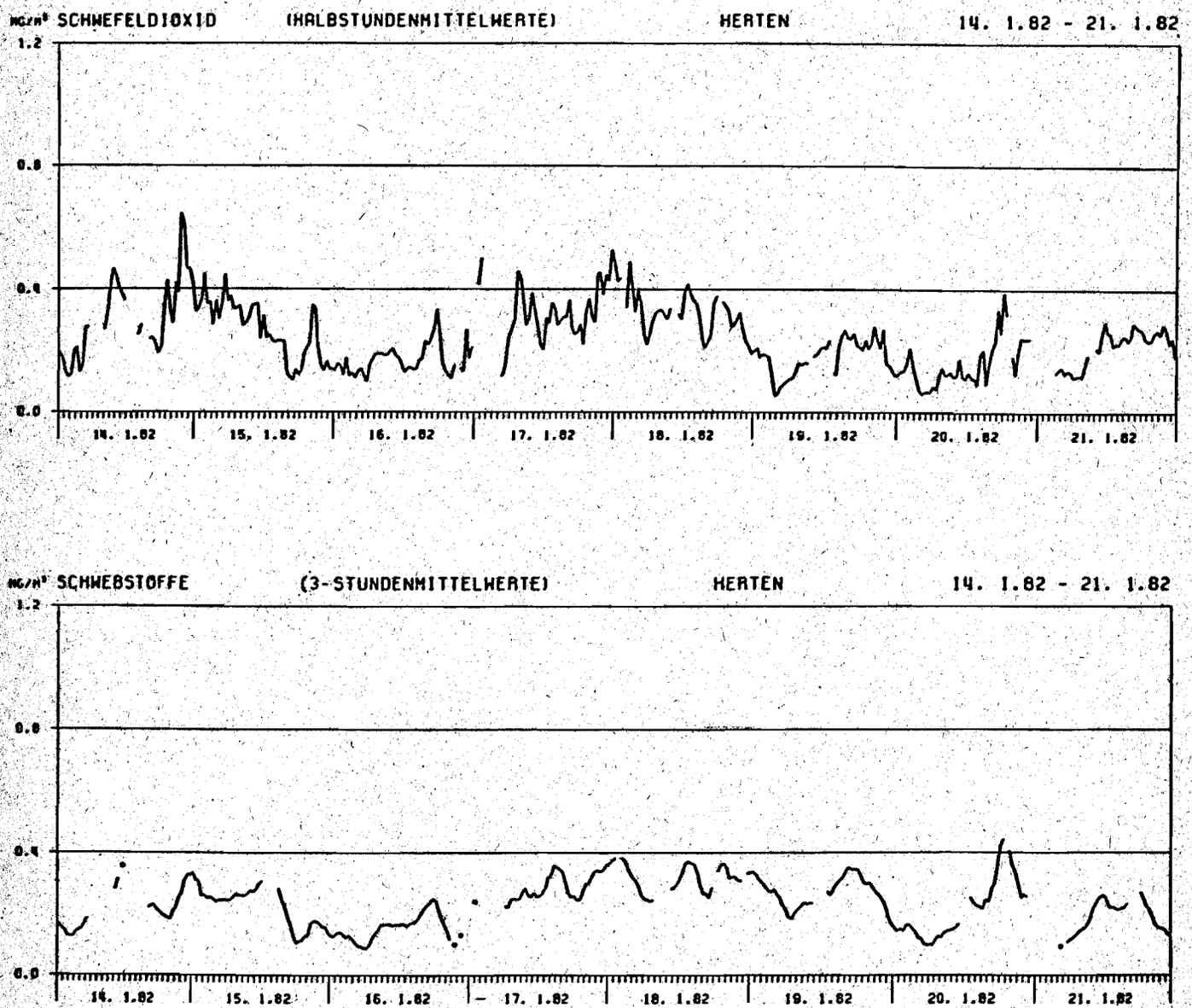


Abb. 26: Zeitlicher Verlauf der SO₂- und Schwebstoff-Immissionskonzentrationen in Herten, 14.1.-21.1.1982

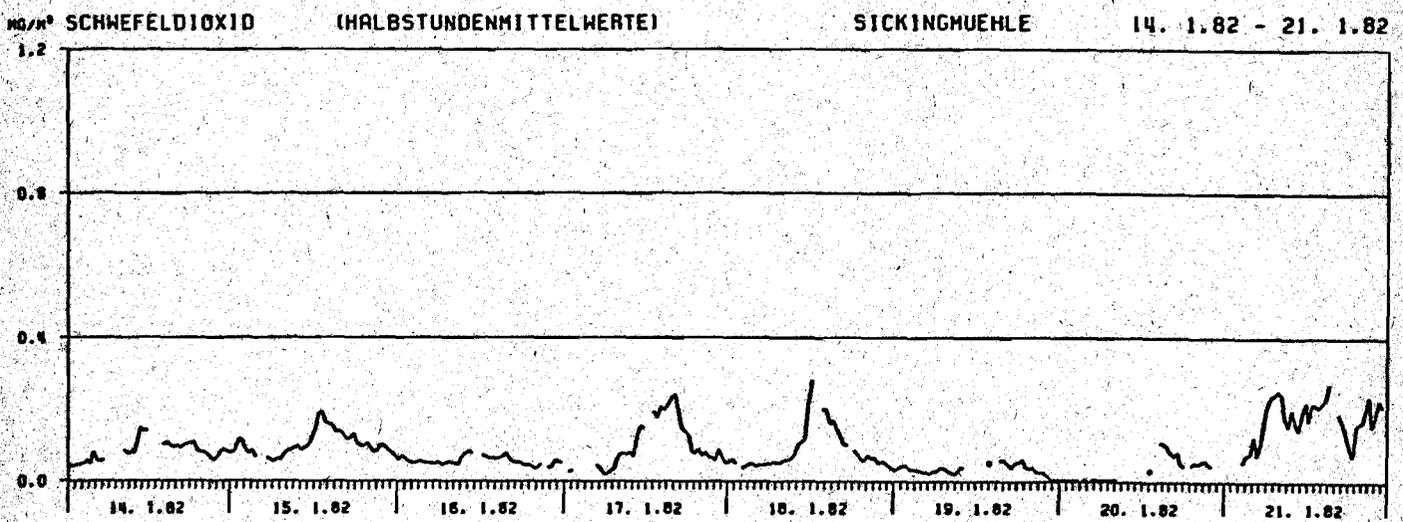
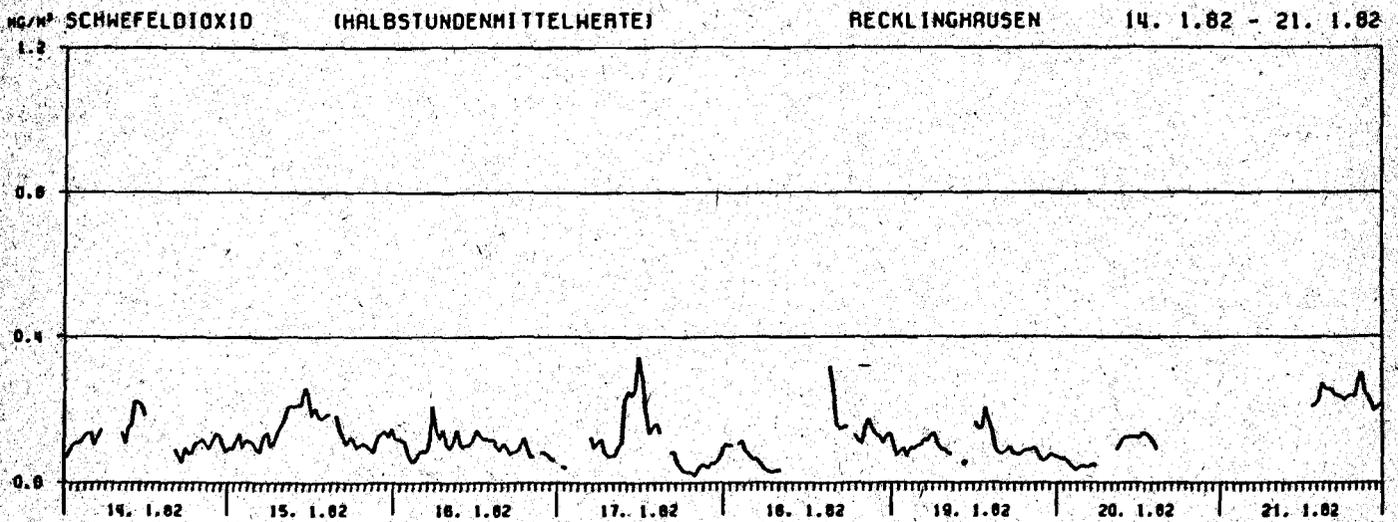


Abb. 27: Zeitlicher Verlauf der SO₂-Immissionskonzentration in Recklinghausen und Sickingmühle, 14.1.-21.1.1982

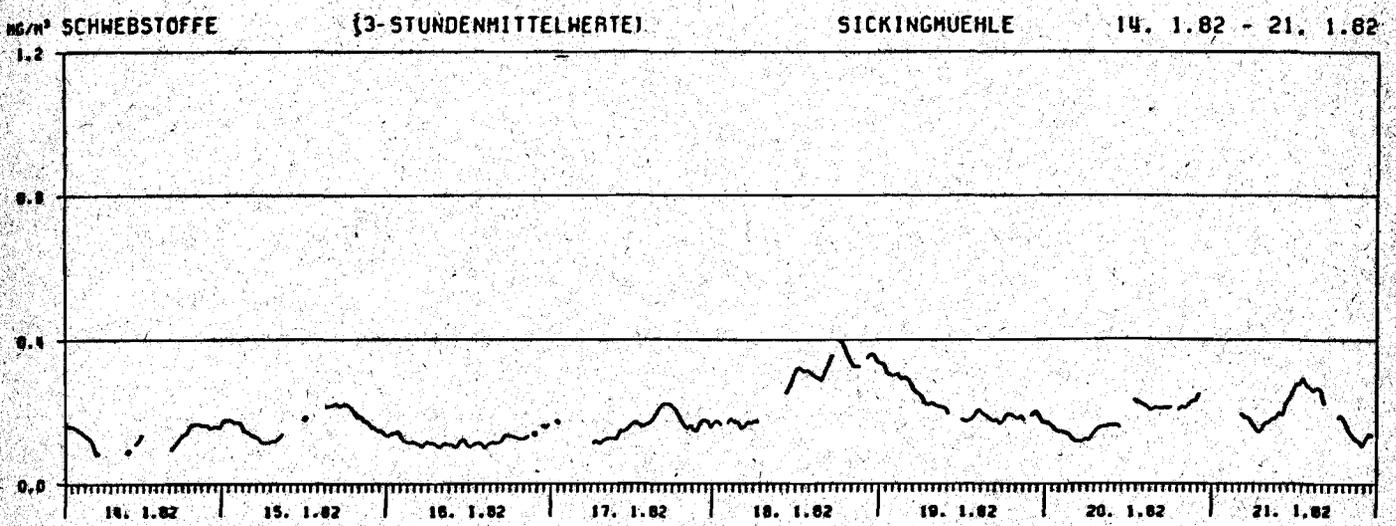
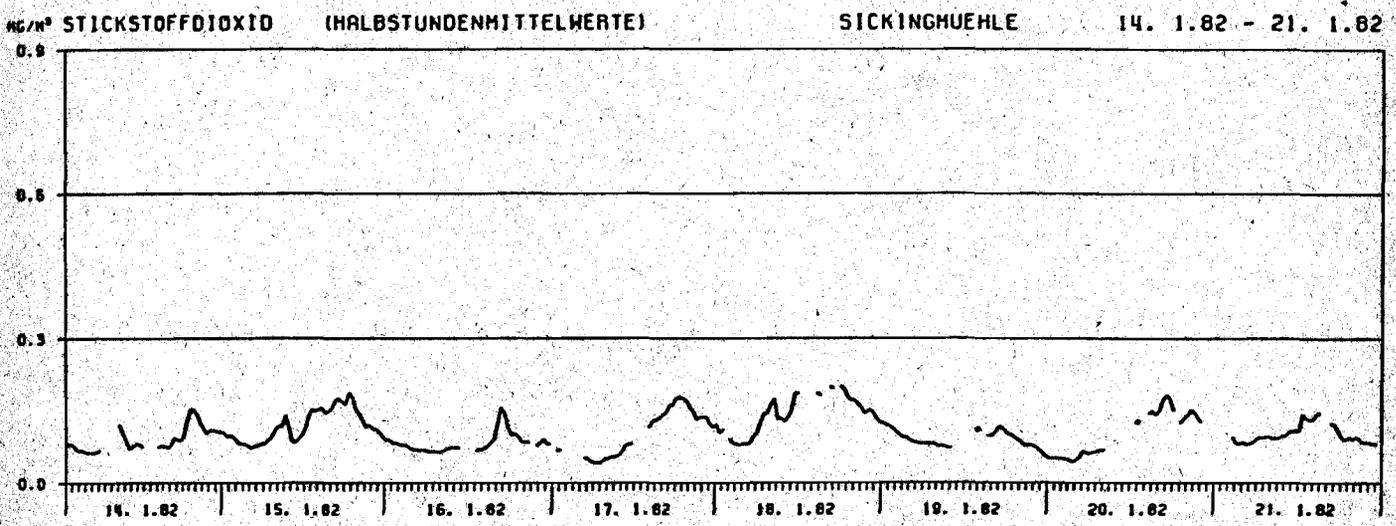
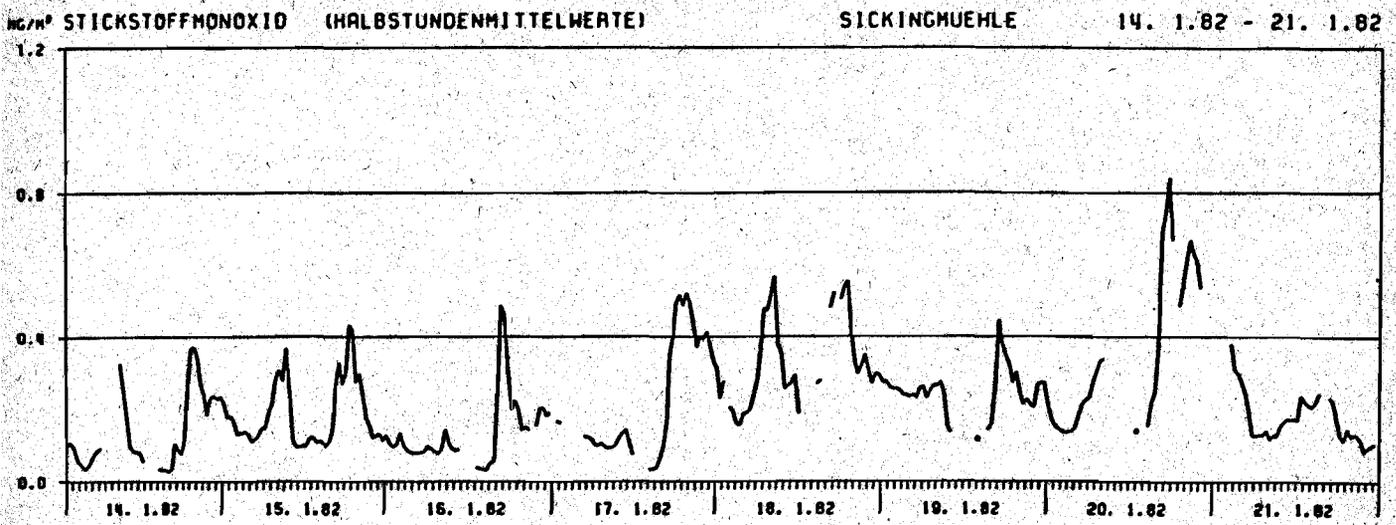


Abb. 28: Zeitlicher Verlauf der NO-, NO₂ und Schwebstoff-Immissionskonzentrationen in Sickinger Mühle, 14.1.-21.1.82

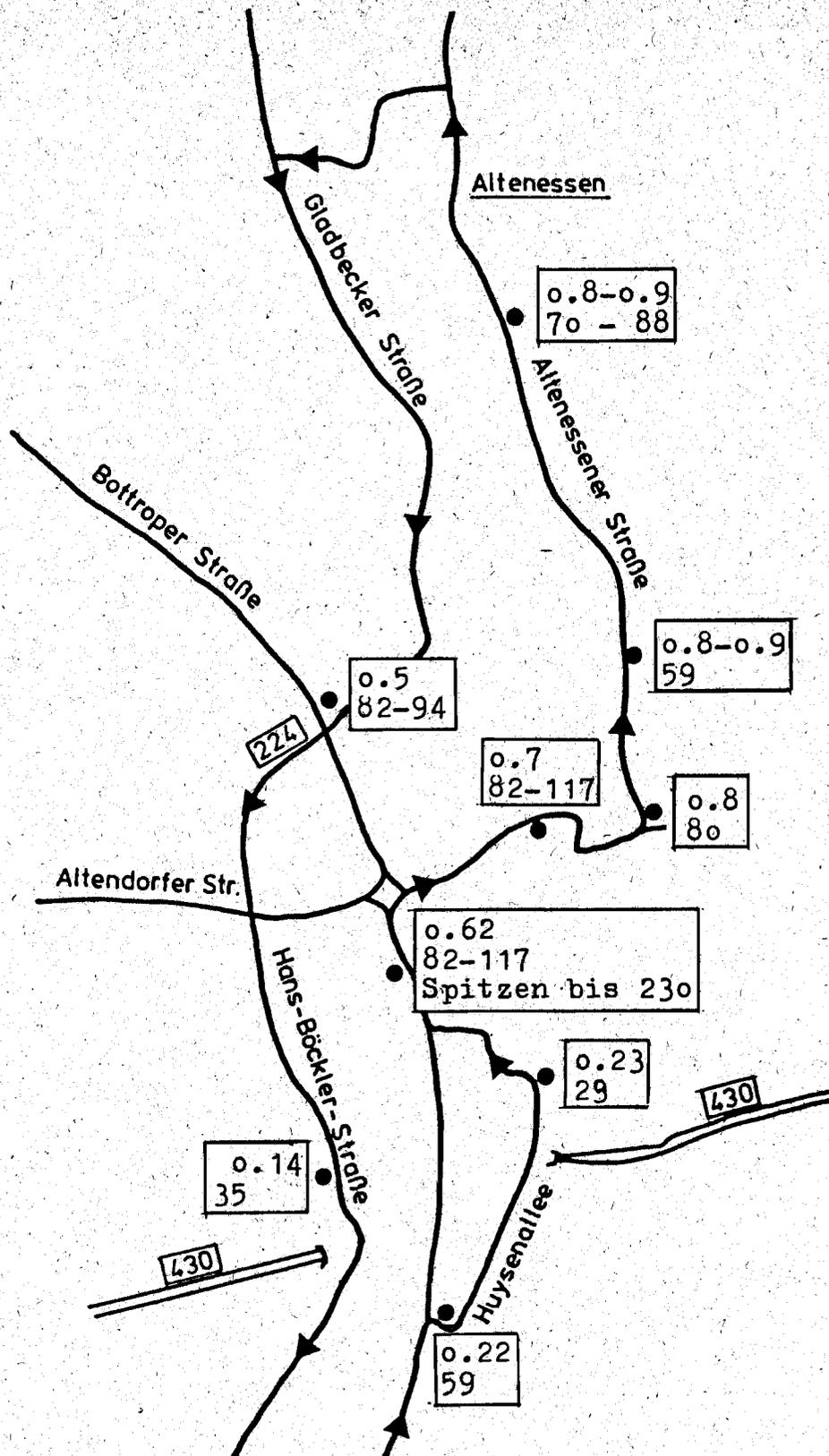


Abb. 29: Mobile Messungen am 15.1.1982
von 14.20 - 15.15 Uhr

$\text{mg SO}_2/\text{m}^3$
 $\text{mg CO}/\text{m}^3$
→ Fahrroute

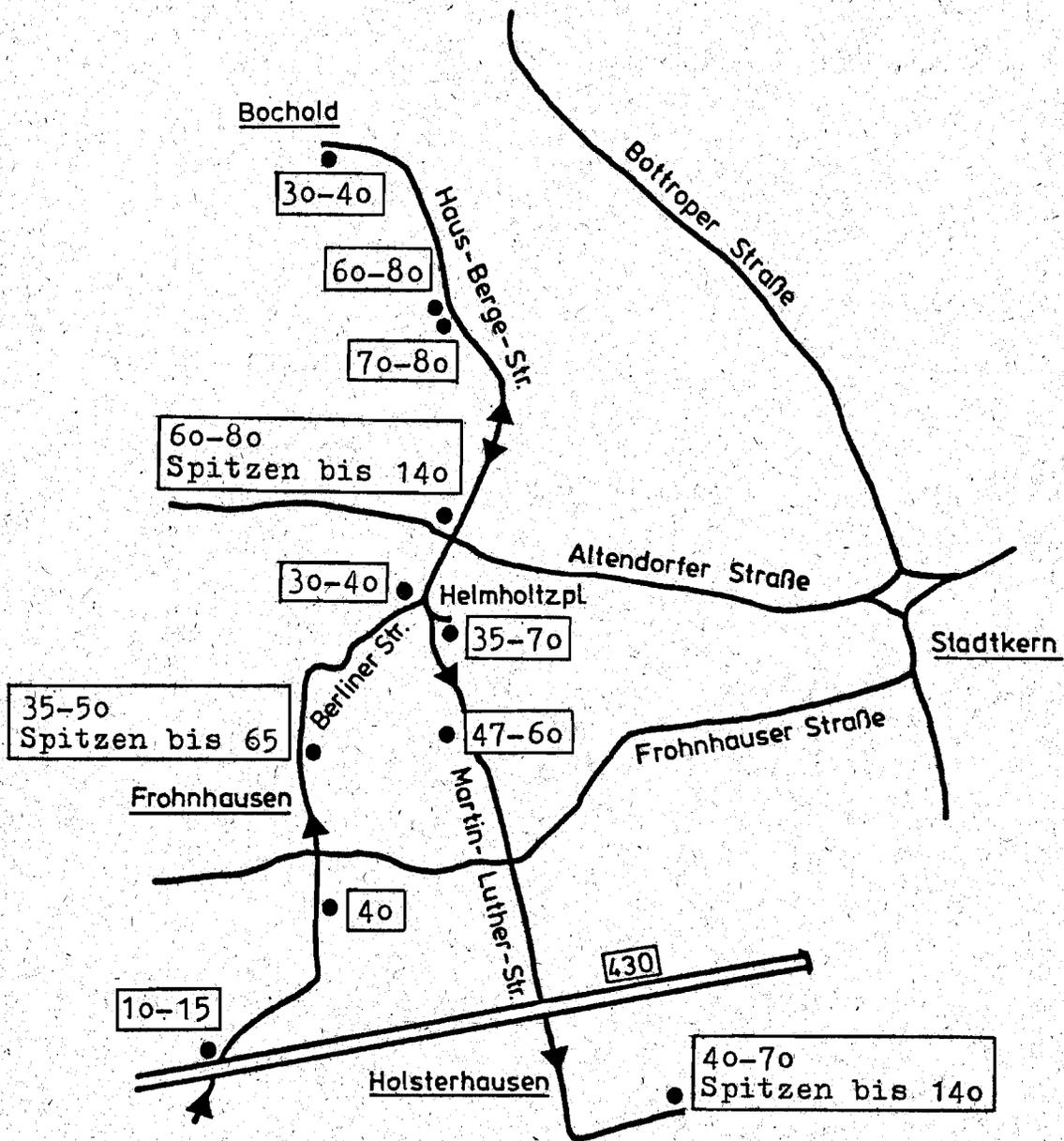


Abb. 30: Mobile Messungen am 19.1.1982
von 14.35 - 17.35 Uhr

mg CO/m³
 → Fahrroute

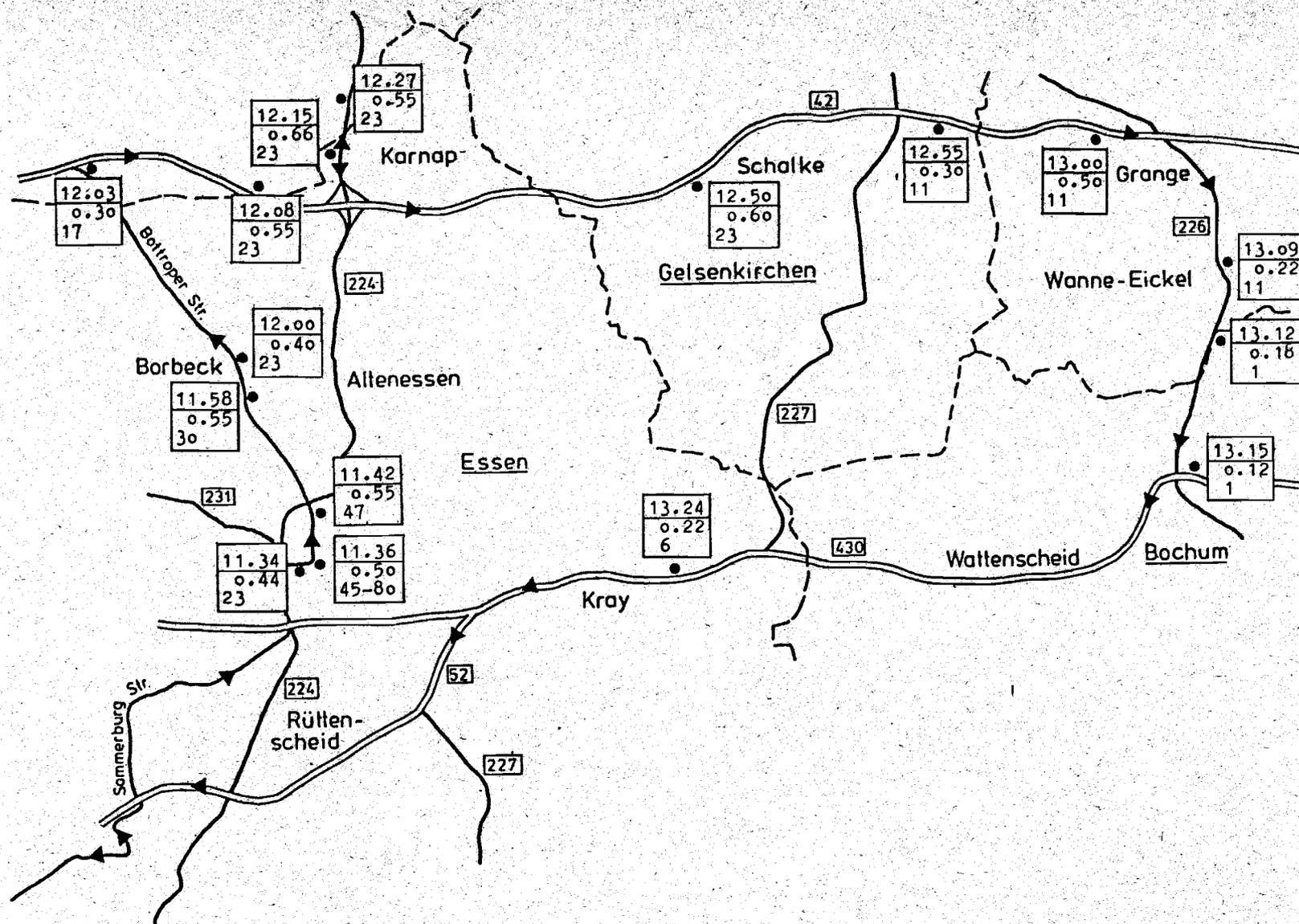


Abb. 31: Mobile Messungen am 20.1.1982

Uhrzeit
 mg SO₂/m³
 mg CO/m³
→ Fahrtroute

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

- Bericht-Nr. 1: KRAUTSCHEID, S. und P. NEUTZ:
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.
vergriffen
- Bericht-Nr. 2: BUCK, M.:
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.
- Bericht-Nr. 3: SCHEICH, G.:
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.
vergriffen
- Bericht-Nr. 4: SPLITTGERBER, H. und K.H. WIETLAKE:
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.
- Bericht-Nr. 5: SPLITTGERBER, H.:
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.

- Bericht-Nr. 6:** STRAUCH, H. und K.H. Goldberg:
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.
- Bericht-Nr. 7:** KRAUSE, G.M.H., B. PRINZ UND K. ADAMEK:
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.
- Bericht-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.
- Bericht-Nr. 9:** STRAUCH, H.:
Methoden zur Aufstellung von Lärminderungsplänen.
Kurztitel: Konzept für Lärminderungspläne.
1980. 49 Seiten mit 11 Abbildungen und 18 Literaturhinweisen.
- Bericht-Nr. 10:** HILLEN, R.:
Untersuchung zur flächenbezogenen Geräuschbelastungs-Kennzeichnung
-Ziele, Methodik, Ergebnisse-
Kurztitel: Flächenbezogene Geräusch-Immissionen.
1980. 75 Seiten mit 18 Abbildungen, 7 Tabellen und 12 Literaturhinweisen.
- Bericht-Nr. 11:** MANNS, H., H. GIES und W. STRAMPLAT:
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.
- Bericht-Nr. 12:** GIEBEL, J.:
Verhalten und Eigenschaften atmosphärischer Sperrschichten.
Kurztitel: Verhalten atmosphärischer Sperrschichten.
1981. 39 Seiten mit 12 Abbildungen, 3 Tabellen und 4 Literaturhinweisen.
- Bericht-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.

- Bericht-Nr. 14:** BRANDT, C.J.:
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)
- Bericht-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.
- Bericht-Nr. 16:** PRINZ, B.:
Umweltpolitik in der VR China und technologische Entwicklung.
(In Vorbereitung).
- Bericht-Nr. 17:** BRÖKER, G. und H. GLIWA:
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.
- Bericht-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.
- Bericht-Nr. 19:** PFEFFER, H.U.:
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.

- Bericht-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.
- Bericht-Nr. 21:** STRAUCH, H.:
Hinweise zur Anwendung flächenbezogener Schalleistungspegel.
1982. 92 Seiten mit 40 Abbildungen und 15 Literaturhinweisen.
- Bericht-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.
- Bericht-Nr. 23:** KRAUSE, G.M.H.:
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.