

# LIS-Berichte

**Nr. 82**

Die Immissionsbelastung durch  
Benzol in Nordrhein-Westfalen

Herausgeber



ISSN 0720-8499

1988

Landesanstalt für Immissionsschutz  
Nordrhein-Westfalen  
Bibliothek

Die Immissionsbelastung durch Benzol  
in Nordrhein-Westfalen

Dr. Manfred Buck und Klemens Ellermann

Inhaltsverzeichnis	Seite
Zusammenfassung	7
Summary	8
1. Einleitung	9
2. Zielsetzung für die Messungen	11
3. Durchführung der Benzol-Messungen	12
3.1 Verfahrensweise V1	13
3.2 Verfahrensweise V2	14
4. Darstellung der Meßergebnisse	15
5. Diskussion der Ergebnisse	16
6. Anreicherung von Benzol während einer Smog-Episode	23
Schrifttum	25
Tabellen- und Bildanhang	29

## DIE IMMISSIONSBELASTUNG DURCH BENZOL IN NORDRHEIN-WESTFALEN

Dr. Manfred Buck und Klemens Ellermann

**Zusammenfassung**

Die Ergebnisse der in den Jahren 1980 bis 1988 im Land Nordrhein-Westfalen durchgeführten Benzol-Immissionsmessungen werden zusammenfassend dargestellt. Die Messungen wurden sowohl flächenbezogen in Gebieten mit unterschiedlicher Emissionsstruktur und Flächennutzung als auch punktbezogen an den Standorten von TEMES-Stationen und weiteren Meßorten im Ruhrgebiet durchgeführt.

Die Meßergebnisse zeigen eine große Spannweite in der Höhe der Belastung. So ergibt sich als flächenbezogener Jahresmittelwert (Bezugsfläche 0,25 km<sup>2</sup>) für quellenferne ländliche Gebiete eine Belastung von < 2 µg/m<sup>3</sup>, während in der Umgebung von Kokereien die Werte bei 10 bis 30 µg/m<sup>3</sup> liegen. Eine ähnlich hohe Belastung (10-25 µg/m<sup>3</sup>) weisen auch innerstädtische Bereiche mit hoher Kfz-Verkehrsdichte auf. Die Benzol-Immissionsbelastung in den übrigen ausgemessenen Gebieten, wie urbane Wohngebiete, Umgebung von Raffinerien und anderen industrialisierten Gebieten, ländliche Bereiche in Ballungsrandzonen, liegt zwischen den oben angegebenen Werten von < 2 und 30 µg/m<sup>3</sup>.

An den Standorten der TEMES-Stationen wurden 1987/88 Jahresmittelwerte von ca. 4 bis 17 µg/m<sup>3</sup> an Benzol gefunden, während an weiteren Meßpunkten im Ruhrgebiet Belastungen zwischen 5 und 23 µg/m<sup>3</sup> ermittelt wurden.

Orientierende Messungen an den letztgenannten Meßpunkten während der Smogepisode im Jahr 1985 ergaben Momentanwerte bis zu 86 µg/m<sup>3</sup>, die insgesamt deutlich höher lagen als die punktbezogenen Jahresmittelwerte.

Ursachenanalytische Betrachtungen auf der Basis des Verhältnisses von Toluol zu Benzol zeigen den dominierenden Einfluß des Kfz-Verkehrs auf die Benzol-Immissionsbelastung.

### Summary

The results of benzene measurements in atmospheric air in 1980 to 1988 in the state of North-Rhine-Westphalia are summarized. The measurements were taken in areas with various different emission sources as well as in the vicinity of specific sources at stations within the air quality monitoring network TEMES and at further sites in the Ruhr area.

A wide range of concentrations was obtained. The mean annual concentration averaged over an area of 0,25 km<sup>2</sup> in rural setting remote from emission sources was found to be < 2 µg/m<sup>3</sup>, while in the vicinity of coking plants concentrations ranged from 10 to 30 µg/m<sup>3</sup>. Similar high concentrations (10 to 25 µg/m<sup>3</sup>) were measured in inner cities with high traffic density. In the remaining areas where measurements were taken, such as urban residential areas, the vicinity of refineries and other industrialized zones as well as rural areas bordering industrialized urban centers, ambient benzene concentrations from < 2 to 30 µg/m<sup>3</sup> were recorded.

At the measuring stations belonging to the air quality monitoring network TEMES annual average benzene concentrations of 4 to 17 µg/m<sup>3</sup> were obtained in 1987/88, while at further measuring sites in the Ruhr area the concentrations were between 5 and 23 µg/m<sup>3</sup>.

Measurements at the latter sites during the smog episode in 1985 gave instantaneous values of up to 86 µg/m<sup>3</sup>, which were generally higher than the annual averages for the sites.

Analyses of the origin of benzene pollution using the ratio between toluene und benzene revealed road traffic as main contributor to ambient benzene concentrations.

## 1. Einleitung

Das ubiquitäre Vorkommen von Benzol und anderen Kohlenwasserstoffen in der Außenluft ist u.a. durch umfangreiche Immissionsmessungen der LIS nachgewiesen worden [1,2]. Unter den verschiedenen als Kohlenwasserstoffe bezeichneten Verbindungen kommt dem Benzol eine besondere lufthygienische Bedeutung zu.

Nach epidemiologischen Untersuchungen kann Benzol bei Konzentrationen in der Größenordnung von  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  beim Menschen Blutkrebs (Leukämie) verursachen. Im Tierversuch scheint Benzol eine nur schwach ausgeprägte krebserzeugende Wirkung zu haben. Aufgrund von Kurzzeit-Untersuchungen ruft Benzol in Säugetierzellen Chromosomen-Anomalien hervor, wohingegen Mutationen weder bei mikrobiologischen Tests noch bei Tests an Säugetierzellkulturen beobachtet wurden.

Benzol ist als cancerogener Stoff eine von denjenigen Luftverunreinigungen, für die nach bisher gültiger Auffassung der Toxikologie keine wissenschaftlich begründeten Schwellenwerte der Unbedenklichkeit angegeben werden können. Nicht zuletzt deswegen sind im Gegensatz zu anderen luftverunreinigenden Stoffen, wie Stickstoffdioxid, Schwefeldioxid oder Blei-Verbindungen, auch keine Immissionsgrenzwerte als Maßstäbe für die zulässige Konzentration in der Atemluft des Menschen festgesetzt worden. Auf Benzol bezogene Luftreinhaltemaßnahmen an stationären Quellen orientieren sich nur an Emissionsbegrenzungen nach dem sogenannten Minimierungsgebot, wonach der Auswurf so gering zu halten ist, wie es nach dem Stand der Technik möglich ist. Da bei einer derartigen Emissions-Minderungsstrategie jedoch die schon vorhandene Immissionsbelastung durch Benzol außer Betracht bleibt und die mobilen Emissionsquellen nicht berücksichtigt werden, die Kraftfahrzeuge aber bei der Benzol-Emission dominierend sind, wird man auf Dauer nicht auf die Festsetzung von Beurteilungsmaßstäben für die Benzol-Belastung der Außenluft verzichten können, um vorsorgliche Immissions-Schutzmaßnahmen tatsächlich realisieren zu können. Aus der Sicht der Luftqualitätsüberwachung sind derartige Richtwerte ohnehin deshalb erforderlich, weil sonst für die seit vielen Jahren bereits gemessenen Belastungsdaten kein Beurteilungsmaßstab vorhanden ist, eine

Situation, die erfahrungsgemäß in der Öffentlichkeit zur Fehlinterpretation führen kann, wie es in anderen Fällen des Auftretens hochtoxischer oder cancerogener Stoffe, z.B. bei den sogenannten Dioxinen, der Fall ist. In der Fachdiskussion, die zur Zeit auf breiter Basis über eine in einer Arbeitsgruppe des Länderausschuß für Immissionsschutz erarbeitete Studie über mögliche Immissionsbeurteilungsmaßstäbe für cancerogene Immissionskomponenten und über einen schon länger existierenden Richtwertvorschlag des UBA [8] geführt wird, ist ein Konzentrationsbereich zwischen 10 und 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  Benzol als Richtwert für den Jahresmittelwert im Gespräch.

Was die Quellen des Benzols angeht, so ist nach verschiedenen Erhebungen, z.B. den Emissionskatastern in den Luftreinhalteplänen der einzelnen Bundesländer und nach sonstigen Ermittlungen des Umweltbundesamtes, davon auszugehen, daß bundesweit jährlich ca. 60.000 Tonnen Benzol von verschiedenen stationären Anlagen und mobilen Emissionsquellen in die Außenluft abgegeben werden, wobei etwas über 90 % dieser Gesamt-Benzol-Emission auf den Kraftfahrzeugverkehr entfallen. Der Rest teilt sich wie folgt auf (Die Daten wurden dem UBA-Bericht 6/82 "Luftqualitätskriterien für Benzol", E. Schmidt-Verlag Berlin 1982 entnommen):

1.	Kokereien	2.345 t/a (4 % der Gesamtemission)
2.	Lagerung, Umschlag und Transport von Vergaserkraftstoff	1.750 t/a (3 % der Gesamtemission)
3.	Chemische Industrie	460 t/a (0,8 % der Gesamtemission)
4.	Mineralölraffinerien	280 t/a (0,5 % der Gesamtemission)

Daten zur Benzol-Emission im Ruhrgebiet finden sich in den Luftreinhalteplänen Ruhrgebiet Ost und Ruhrgebiet West. Hier wird der Anteil der auf den Kraftfahrzeugverkehr entfallenden Benzol-Emissionen mit ca. 75 %, und der Anteil der auf stationäre Quellen entfallenden Benzol-Emissionen auf 25 % geschätzt. In jedem Fall ist davon auszugehen, daß die weitaus überwiegende Menge des in die Luft abgegebenen Benzols aus dem Kraftfahrzeugverkehr stammt.

Von der LIS werden seit mehreren Jahren in verschiedenen Meßprogrammen Benzol-Immissionsmessungen durchgeführt, die zum Teil, insbesondere in den letzten Jahren, mit der Messung anderer Kohlenwasserstoffe gekoppelt sind. Über einen Teil der Ergebnisse ist bereits berichtet worden [1,2]. In der vorliegenden Publikation werden Resultate aus vertiefenden Untersuchungen vorgestellt, die im Zusammenhang mit den bereits früher ermittelten und publizierten Meßdaten ausgewertet worden sind. Die mitgeteilten Ergebnisse erlauben unter verschiedenen Aspekten eine zuverlässige Beurteilung der Benzol-Immissionsbelastungssituation in NRW.

## 2. Zielsetzung für die Messungen

Das Ziel unserer Messungen war, als Basis für eine lufthygienische Beurteilung, die auf unterschiedliche Emissionsquellen bzw. Quellengruppen zurückgehenden und in der Umgebung dieser Quellen auftretenden Kohlenwasserstoff- bzw. Benzol-Immissionen repräsentativ zu erfassen. Darüber hinaus sollten Informationen über die wirkliche räumliche Struktur der Benzol-Immission beschafft werden, die auch unter ursachenanalytischen Gesichtspunkten auswertbar sein sollten.

Die Meßgebiete wurden aufgrund von Vorwissen aus orientierenden Messungen sowie aus sonstigen Angaben über Emission, Produktion, Flächennutzung usw. so ausgewählt, daß mit großer Wahrscheinlichkeit, oder zumindest ganz überwiegend, sich die jeweils ins Auge gefaßte Quelle bzw. Quellengruppe immissionsseitig auswirkt und andere Störquellen wenig oder gar nicht in Erscheinung treten. Dies wurde dadurch erleichtert, daß es sich bei allen relevanten Immissionsquellen um solche handelte, die in niedriger Höhe (bis ca. maximal 30 m) emittierten, so daß relativ kleine Einwirkungsbereiche in Frage kamen.

Die Schwierigkeiten, die bei der Plazierung der einzelnen Meßstellen auftreten, liegen auf der Hand: Um einerseits den kausalen Zusammenhang zwischen Emission und Immission möglichst klar in den Messungen hervortreten zu lassen, muß man z.B. bei Messungen von KFZ-Immissionen möglichst nahe mit den Meßstellen an das Verkehrsgeschehen herangehen, d.h. möglichst im steilen Teil des Konzen-



trationsgradienten, der sich beiderseits von Straßen aufbaut, messen. Will man aber die KFZ-bedingten Immissionen mit den Immissionen stationärer Quellen vergleichen, so muß man die für letztgenannte Quellen existierenden meßplanerischen Vorgaben der TA-Luft berücksichtigen. Insbesondere ist dort ein Flächenbezug der Immissionsbelastung und der Immissionsbeurteilung vorgeschrieben, der unter bestimmten Randbedingungen zu kleinsten Beurteilungsflächen von 500 m x 500 m mit entsprechenden Meßstellenabständen führt. Diese Randbedingungen, nämlich u.a. eine starke räumliche Inhomogenität der Immissionsbelastung als Folge einer niedrigen Austrittshöhe der Emission, dürften für die Immissionskomponente Benzol gegeben sein.

Um also KFZ-Immissionen mit Immissionen aus stationären Quellen vergleichen zu können, haben wir unsere Messungen so konzipiert, daß eine kleinflächenbezogene Immissionsangabe für Flächen von 500 m x 500 m resultiert [9]. Dies war eine wesentliche Zielsetzung, vor allen Dingen auch im Hinblick auf eine Bewertung der Ergebnisse mit Hilfe von Grenzwerten bzw. Richtwerten, die ja nach der TA-Luft-Konzeption flächenbezogen zu praktizieren sind.

Ferner werden Benzol-Immissionsbelastungswerte aus Meßvorhaben mit anderer Zielsetzung und somit anderer Meßplanung mitgeteilt, wie beispielsweise aus dem Programm zur Ermittlung der Immissionsbelastung durch Kohlenwasserstoffe an den TEMES-Stationen im Rahmen der systematischen, regionalen Luftqualitätsüberwachung im Rhein-Ruhr-Gebiet.

Im Hinblick darauf, daß Benzol zu den cancerogenen Stoffen zählt und eine Langzeitwirkung hat, beziehen sich die folgenden Ausführungen schwerpunktmäßig auf die Darstellung und Interpretation von Jahresmittelwerten.

### 3. Durchführung der Benzol-Messungen

Für die Luftprobenahme und Analyse wurden zwei Verfahrensweisen eingesetzt (V1 und V2).

### 3.1 Verfahrensweise V1

Die Probenahme erfolgte mit Hilfe von Kohleschichtkugeln, über die die benzolhaltige Außenluft gesaugt wird. Einzelheiten der Probenahmetechnik können der eingehenden Beschreibung des Verfahrens entnommen werden [3].

Was die Bedingungen bei der Probenahme angeht, so hat es sich als notwendig erwiesen, die Entnahme der Luftproben nicht unmittelbar am Meßfahrzeug vorzunehmen, wie es bei der Bestimmung von Schwefeldioxid oder Fluorverbindungen praktiziert wird, sondern in einem gewissen Abstand vom Meßwagen. Vergleichsmessungen haben nämlich ergeben, daß die Meßwerte, die mit der üblichen Probenahmeverrichtung des Meßwagens ca. 50 cm oberhalb des Wagendaches ermittelt wurden, systematisch - wenn auch nur sehr geringfügig - höher waren als diejenigen, die bei der Probenahme in einem Abstand von ca. 20 m vom Fahrzeug - möglichst auf der dem Wind zugewandten Seite - erhalten wurden. Die Ursache hierfür dürfte neben der unterschiedlichen Ansaughöhe der Luftprobe bei den beiden Meßstellen auch in der Eigenemission des Fahrzeugs liegen, die auch nach Abstellen des Motors noch gegeben sein kann. Aufgrund dieser Meßergebnisse wurde grundsätzlich ein Abstand von mindestens 20 m vom Fahrzeug für die Entnahme der Luftprobe an jedem Probenahmeort eingehalten.

Die Probenahmezeit für die einzelne Messung betrug 30 Minuten, das Probevolumen 10 Liter. Weitere Einzelheiten der Meßplanung sind den Darstellungen in [1] zu entnehmen.

Das zur Benzolbestimmung benutzte Analysenverfahren wurde bereits an anderer Stelle eingehend beschrieben [3] und sei deshalb hier nur skizziert: Das bei der Probenahme im Sorptionsrohr (Kohleschichtkugellohr) sorbierte Benzol wird nach thermischer Desorption im Heliumstrom und nach Überführung in ein Gassammelrohr gaschromatographisch von anderen Stoffen getrennt (gepackte Säule) und mit Hilfe eines FID bestimmt.

Die Standardabweichung des vollständigen Meßverfahrens (Probenahme und analytische Bestimmung) liegt, bezogen auf den Konzentrations-

bereich zwischen ca. 10 und 50  $\mu\text{g Benzol}/\text{m}^3$ , in der Größenordnung von  $s = \pm 3 \%$ , der 95 %-Streubereich liegt dementsprechend bei  $\pm 6 \%$ .

Die Nachweisgrenze beträgt unter den Bedingungen der Probenahme (Probeluftvolumen: 10 Liter) 0,5  $\mu\text{g Benzol}/\text{m}^3$ .

Systematische Störungen durch andere, mit Benzol vergesellschaftet in der Luftprobe vorliegende Stoffe sind nicht zu erwarten. 35 als potentielle Begleitstoffe des Benzols angenommene Stoffe wurden mit dem Ergebnis untersucht, daß keine Störungen festgestellt werden konnten.

### 3.2 Verfahrensweise V2

Die Probenahme wurde nach der Richtlinie VDI 3482 mit Gassammelrohren durchgeführt (Momentprobenahme). Es wurde zweimal pro halbe Stunde gemessen. Diese Meßhäufigkeit reicht bei nicht allzu inhomogener zeitlicher Belastung bereits aus, um einen guten Schätzer für den Mittelwert aus Kollektiven zu erhalten, die aus "echten" Halbstundenwerten bestehen [4]. Weitere Details des Meßplanes können den Ausführungen in [2] entnommen werden.

Die Messungen wurden gaschromatographisch (Gerät: Packard 427 bzw. Siemens Sichromat 2) durchgeführt, die Trennung erfolgte auf einer 50 m langen, mit  $\text{Al}_2\text{O}_3$  beschichteten Kapillarsäule. Zur Analyse wurden 30 ml Probenluft aus einer gasdichten Spritze über ein Gasprobeneinlaßteil auf eine Vorsäule gegeben, die mit flüssigem  $\text{N}_2$  gekühlt wurde. Nach Umschalten des Gasprobeneinlaßteils wurden die organischen Komponenten bei 130 °C thermisch desorbiert und auf die Kapillarsäule gespült. Nach einer isothermen Vorperiode des Säulenofens (50 °C, 3 min) wurde mit einem Temperaturprogramm gearbeitet (von 50 °C bis 240 °C, Aufheizrate 25 °C/min). Die getrennten Substanzen wurden mit einem FID erfaßt. Die quantitative Auswertung erfolgte über die Bestimmung der Peakfläche mit einem Integrator (SP 4100 der Fa. Spectra Physics).

Weitere Details des Verfahrens sowie die Kalibrierung wurden eingehend in der Literatur beschrieben [5,6].

#### 4. Darstellung der Meßergebnisse

Die Darstellung der ermittelten Benzol-Immissionsbelastungswerte erfolgt erstens in Form von Belastungskarten für die einzelnen Meßgebiete und zweitens in Form von Übersichtstabellen.

Die Abbildung 1 zeigt zunächst eine Übersicht über die Lage der verschiedenen Meßgebiete in Nordrhein-Westfalen, in denen die Benzol-Messungen durchgeführt wurden.

In den Abbildungen 2 bis 23 sind dann die Mittelwerte der Immissionsbelastung durch Benzol für Flächen von 500 m x 500 m Größe dargestellt. Die in diesen Karten wiedergegebenen Flächenbelastungswerte wurden ermittelt, indem die an den Eckpunkten einer jeden Fläche gemessenen Benzolwerte zu einem Kollektiv vereinigt und aus ihnen der Mittelwert berechnet wurde.

In den nachfolgenden Abbildungen 24 bis 33 sind ergänzend die Ergebnisse von Benzolmessungen aus Meßvorhaben, die die Ermittlung der Kohlenwasserstoff-Immissionsbelastung an verschiedenen Meßpunkten zum Ziel hatten, wiedergegeben. Die Zahlenwerte stellen Mittelwerte aus den am jeweiligen Meßpunkt ermittelten Einzelwerten dar.

Neben den Kartendarstellungen erfolgt in der Tabelle 1 eine zusammenfassende Auflistung der in den Abbildungen 2 bis 33 wiedergegebenen Werte für Flächen von 0,25 km<sup>2</sup> Größe bzw. für einzelne Meßstellen mit einer Charakterisierung der Meßgebiete und den jeweiligen Gebietsmittelwerten.

In der Tabelle 2 sind die Benzol-Immissionsbelastungswerte aus einem großräumigen Meßprogramm zur Erfassung der Kohlenwasserstoff-Belastung in den Belastungsgebieten wiedergegeben. Im Rahmen dieses Programms wurden an den Standorten der TEMES-Stationen im Verlauf eines Jahres stichprobenartig Luftproben entnommen und analysiert. Aus den Mittelwerten für die einzelnen Stationen wurden dann Mittelwerte für die Belastungsgebiete gebildet. Diese Daten

liegen nun, wie in Tabelle 2 ausgewiesen, für 3 Meßjahre vor und stellen somit eine breite Datenbasis für die Beurteilung der großräumigen Benzol-Immissionsbelastung dar.

Ferner werden die während einer Smogperiode an den in den Abbildungen 24 bis 33 wiedergegebenen Meßpunkten ermittelten Benzol-Belastungswerte dargestellt (Tabelle 6).

## 5. Diskussion der Ergebnisse

Unter lufthygienischen Aspekten ergibt sich aus den Tabellen 1 und 2, in denen alle Meßergebnisse zusammengestellt sind, daß eine Richtkonzentration, die an der unteren Grenze des zur Zeit als Bewertungsmaßstab für Benzol diskutierten Konzentrationsbereiches für Jahresmittelwerte, - nämlich bei 10 Mikrogramm pro Kubikmeter - zu liegen käme, sowohl in der unmittelbaren Umgebung von Kokeereien als auch in urbanen Bezirken mit ausgeprägtem KFZ-Verkehr, z.B. in Innenstadtbereichen großer Städte, überschritten wird. Ein Richtwert von 30 Mikrogramm dürfte demgegenüber eingehalten sein.

In den übrigen Gebieten dürfte die jahresbezogene mittlere Benzol-Belastung unter 10 Mikrogramm pro Kubikmeter zu liegen kommen. Die Messungen zeigen allerdings, daß es von Fall zu Fall nicht ausgeschlossen ist, daß in der unmittelbaren Umgebung von Raffinerien und petrochemischen Anlagen erhöhte Benzol-Werte auftreten, die auch geringfügig oberhalb von 10 Mikrogramm pro Kubikmeter liegen können. Bei der unter Nr. 12 in der Tabelle 1 aufgeführten Messung konnte bislang Näheres über die Art der Immissionsquelle für Benzol nicht ermittelt werden.

In den Ballungsgebieten des Rhein-Ruhr-Gebietes ist von einer großflächigen allgemeinen Grundbelastung in der Größenordnung von 5 bis 7 Mikrogramm Benzol pro Kubikmeter Luft auszugehen, die lokal, insbesondere durch Kokeereien und den Kraftfahrzeugverkehr, auf die o.g. Größenordnungen erhöht wird (siehe Tabelle 1).

Im Vergleich zu den hier publizierten, kleinflächenbezogenen Jahresbelastungen erreichen die punktuell gemessenen Jahresmittelwerte - als Folge der bekannten, stark ausgeprägten räumlichen In-



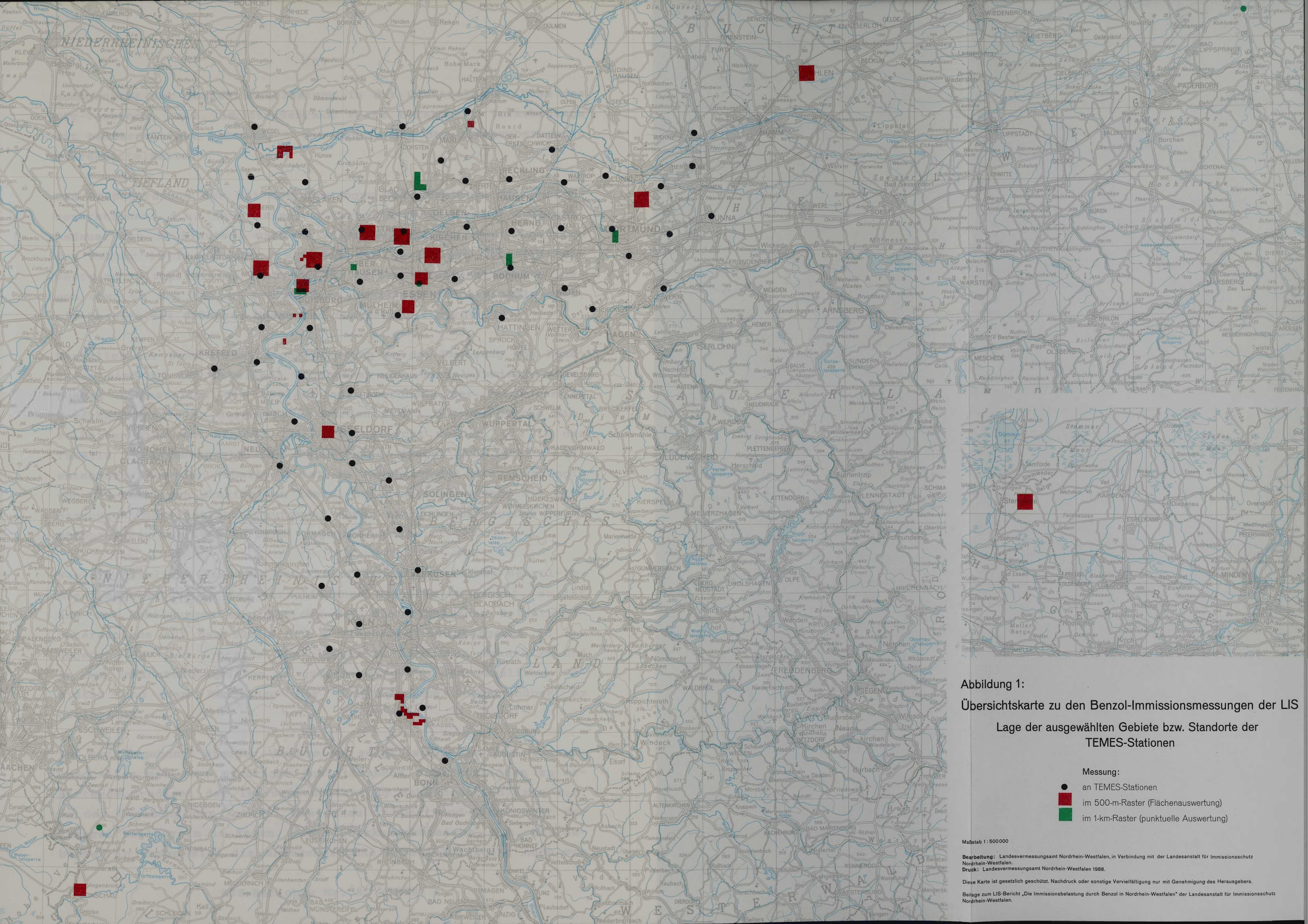


Abbildung 1:  
 Übersichtskarte zu den Benzo-Immissionsmessungen der LIS  
 Lage der ausgewählten Gebiete bzw. Standorte der  
 TEMES-Stationen

- Messung:
- an TEMES-Stationen
  - im 500-m-Raster (Flächenauswertung)
  - im 1-km-Raster (punktuelle Auswertung)

Maßstab 1 : 500 000

Bearbeitung: Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen, in Verbindung mit der Landesanstalt für Immissionsschutz Nordrhein-Westfalen.  
 Druck: Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen 1988.

Diese Karte ist gesetzlich geschützt. Nachdruck oder sonstige Vervielfältigung nur mit Genehmigung des Herausgebers.  
 Beilage zum LIS-Bericht „Die Immissionsbelastung durch Benzo(a)pyren in Nordrhein-Westfalen“ der Landesanstalt für Immissionsschutz Nordrhein-Westfalen.



homogenität der Immissionsbelastung in der unmittelbaren Nähe des Kfz-Verkehrs, z.B. im Straßenraum stark befahrener Verkehrswege mit beiderseitiger Bebauung - ein Mehrfaches der flächenbezogenen Jahresmittelwerte.

Die Größenordnung der bei den Messungen aufgetretenen Spitzenkonzentrationen, d.h. der maximalen Einzelwerte über eine Probenahmedauer von 30 Minuten, wird in allen Meßgebieten sehr gut durch den Faktor 10 beschrieben, mit dem die jeweiligen Jahresmittelwerte zu multiplizieren sind; die 98 %-Summenhäufigkeitswerte liegen etwa um den Faktor 4 über den jeweiligen Jahresmittelwerten, wie bereits bei früheren Messungen festgestellt wurde [1].

Bezüglich der Benzol-Immissionsbelastung in der Umgebung von Kokereien sind in der Tabelle 3 Ergebnisse von Benzol-Immissionsmessungen dargestellt, die 1981/82 auf Anordnung der Bergämter in Nordrhein-Westfalen durchgeführt worden sind. Diesbezügliche Einzelheiten sind von FIEDLER [7] veröffentlicht worden. Die in der Tabelle 3 zusammengestellten Daten sind dieser Publikation [7] entnommen. Aus der Tabelle 3 ist zu ersehen, daß die unabhängig von LIS-Messungen ermittelten Benzol-Belastungsdaten voll mit LIS-Messungen übereinstimmen, aufgrund derer ein jahresbezogenes Belastungsniveau von 10 - 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  angegeben wurde.

Was die räumliche Struktur der kleinflächig ermittelten Benzol-Immissionsbelastung in den verschiedenen Meßgebieten angeht, so ist aus den Abbildungen ersichtlich, daß die räumlichen Belastungsunterschiede auf den 500 x 500 m Flächen erwartungsgemäß in der Umgebung der als typische Benzol-Quellen bekannten Kokereien und in den Innenstadtbereichen am größten sind, in den ländlichen Gebieten und den Randzonen der Ballungsräume demgegenüber am geringsten.

In der Umgebung einiger Kokereien zeigt sich der bei Emissionsquellen mit sehr niedriger Austrittshöhe der Emissionen zu erwartende Gradient der Immissionsbelastung sehr deutlich, wie z.B. in der Umgebung der Kokerei Gneisenau in Dortmund-Derne oder der Kokerei Zollverein in Essen. Die Einwirkungsbereiche, d.h. die Gebiete, in denen sich die anlagebezogene Benzol-Belastung noch von

der allgemeinen Benzol-Grundbelastung im urbanen-industrialisierten Gebiet unterscheidet, dürften von Anlage zu Anlage unterschiedlich sein, in der Regel aber Distanzen von 1 bis 2 km nicht überschreiten.

Die Belastungsunterschiede zwischen den unterschiedlich flächengenenutzten Gebieten in Nordrhein-Westfalen sind aus der Tabelle 1 zu entnehmen. Die Daten sprechen unmittelbar für sich. Man erkennt aus der Übersichtstabelle, daß die höchstbelasteten Bereiche (unmittelbare Kokerei-Umgebung, Innenstadtbereiche von Großstädten) eine etwa 10- bis 20fach höhere Jahresbelastung aufweisen als der ländliche Raum und Waldgebiete. In den Randzonen des Ballungsraumes Rhein-Ruhr-Gebiet ist die Jahresbelastung an Benzol etwa drei- bis viermal so hoch wie in den land- und forstwirtschaftlich genutzten Gebieten. Die in Kleinstädten zu erwartende Benzol-Immissionsbelastung dürfte in der Größenordnung der Belastung in den Randzonen der Ballungsräume liegen.

Die Untersuchung der zeitlichen Variabilität der Benzol-Immission innerhalb kurzer Zeiträume (Monat, Woche, Tag) war nicht Gegenstand der durchgeführten Messungen. Erste orientierende Daten über die monatliche Variation innerhalb eines Jahreszeitraumes zeigen allerdings, daß keine ausgeprägten Jahresgänge vom Typ des SO<sub>2</sub>-Immissionsverlaufes mit einem ausgeprägten Belastungsmaximum im Winter und einem Minimum im Sommer zu erwarten sind. Aus drei einjährigen Meßreihen in der Umgebung von drei Kokereien ergaben sich gleichhohe Sommer-Werte (April bis September) wie Winter-Belastungen (Oktober bis März).

In der Tabelle 2 sind unter laufender Nummer 30 die gebietsbezogenen Benzol-Jahresmittelwerte für die fünf Belastungsgebiete in Nordrhein-Westfalen angegeben. Inzwischen liegen für drei verschiedene Meßjahre, nämlich 1981/82, 1986 und 1987/88 diese Benzol-Belastungswerte von den Standorten der TEMES-Stationen vor. Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß sich die Belastung in den beiden Belastungsgebieten Rheinschiene-Süd und -Mitte nur geringfügig verändert hat. Derartige Veränderungen können erfahrungsgemäß durch die Variation der meteorologischen Bedingungen von Jahr zu Jahr hervorgerufen werden. Für die drei Belastungsgebiete Ruhr-



gebiet-West, -Mitte und -Ost ist dagegen ein leichter abnehmender Trend in der Höhe der Belastung zu verzeichnen. Für eine gesicherte Aussage über einen Trend ist allerdings die Zeitreihe noch zu kurz, da selbst Schwankungen bis zu  $\pm 30\%$  auf meteorologischen Variationen beruhen können. Weitere Messungen, die für 1988/89 geplant sind, werden zeigen, ob sich der abnehmende Trend bestätigt. Eine derartige Abnahme der Immissionsbelastung könnte auf eine mögliche Abnahme der Benzol-Emissionen aus stationären Quellen zurückgeführt werden.

Zusammenfassend ergibt sich folgende Übersicht über die Größenordnung der Benzol-Immissionsbelastung in den Jahren 1981-1988.

Flächenbezogene\* Jahresmittelwerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

Ruhrgebiet**	8
Rheinschiene***	7
Urbane Wohngebiete	5 - 10
Innenstadtbereiche mit hohem Kfz-Verkehr	10 - 25
Umgebung von Raffinerien	5 - 15
Hafen Duisburg	10 - 20
Umgebung von Kokereien	10 - 30
Dörfliche Gebiete	2 - 5
Quellenferne Gebiete	< 2

Bezugsfläche: \*) : 0,25 km<sup>2</sup>; \*\*) : 2188 km<sup>2</sup>; \*\*\*) : 1005 km<sup>2</sup>

Unter ursachenanalytischen Aspekten wurden auch die in einigen Messungen zeit- und ortsgleich mit den Benzol-Konzentrationen ermittelten Gehalte anderer Kohlenwasserstoffe ausgewertet. Die Tabelle 4 gibt zunächst einen Überblick über die Jahresmittelwerte der gemessenen 22 Kohlenwasserstoffe, zu Einzelheiten der Durchführung der Kohlenwasserstoff-Messungen siehe [2].

Im Hinblick darauf, daß die Hauptmenge des in die Atmosphäre abgegebenen anthropogenen Benzols aus dem Kraftfahrzeugverkehr stammt, wurden die Kohlenwasserstoff-Meßergebnisse daraufhin analysiert, ob sich aus dem Verhältnis der Konzentrationen verschiedener, kfz-

emissionstypischer Komponenten auch immissionsseitig Hinweise für diese aus den Benzol-Emissionen abgeleitete Priorität des Kraftfahrzeugverkehrs ergeben.

Die oftmals zur Charakterisierung von kfz-bedingten Kohlenwasserstoff-Immissionen herangezogenen Konzentrationsrelationen von Toluol zu Benzol und Toluol zu Ethin sind in Tabelle 5 aufgeführt. Die Verhältniswerte sind, was die LIS-eigenen Messungen angeht, aus Jahresmittelwerten berechnet worden.

Man entnimmt aus der Tabelle 5, daß in der Struktur der Kohlenwasserstoffe keine signifikanten Unterschiede zwischen den 5 Belastungsgebieten an der Rheinschiene und im Ruhrgebiet bestehen. Deutlich unterschiedlich dagegen ist das Toluol/Benzol-Verhältnis zwischen den Belastungsgebieten und ländlichen Gebieten. Die niedrigeren Verhältniswerte in den ländlichen Gebieten erklären sich dadurch, daß während der Verfrachtung der Kohlenwasserstoff-Immissionen von den Ballungsräumen in die ländlichen Gebiete Toluol wegen seiner etwa um den Faktor 5 geringeren Aufenthaltsdauer in der Luft gegenüber Benzol sehr viel stärker abgebaut wird und somit die Relation kleinere Werte annimmt als im Ballungsraum [9].

Auch in der unmittelbaren Umgebung von Kokereien nimmt die Relation Toluol/Benzol etwas niedrigere Werte an als regional betrachtet im industrialisierten, urbanen Ballungsraum. Hier dürfte die Ursache allerdings darin zu suchen sein, daß Benzol überproportional von den Kokereien emittiert wird.

Die Toluol/Benzol-Relation mit Werten zwischen 2,1 und 2,5 für das Rhein-Ruhr-Gebiet stimmen, wie aus der Tabelle 5 zu entnehmen ist, sehr gut mit den im direkten Einflußbereich von KFZ-Immissionen gefundenen Relationen überein. Sie sind eine deutliche Indikation dafür, daß die Ursache für die regionale Kohlenwasserstoff-Immissionsbelastung, und damit auch für die Benzol-Belastung überwiegend in den Kohlenwasserstoff-Emissionen des Kraftfahrzeugverkehrs zu suchen ist.

Tabelle 5: Konzentrationsrelationen Q aus den Kohlenwasserstoff-Profilen, berechnet aus Werten in der Dimension  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  und zugehörige Standardabweichung

Meßgebiet	$Q1 = \frac{\text{Toluol}}{\text{Benzol}}$	$Q2 = \frac{\text{Toluol}}{\text{Ethin}}$
Nordrhein-Westfalen Belastungsgebiet Rheinschiene-Süd	$2,45 \pm 0,23$	$1,83 \pm 0,45$
Nordrhein-Westfalen Belastungsgebiet Rheinschiene-Mitte	$2,50 \pm 0,36$	$2,18 \pm 0,39$
Nordrhein-Westfalen Belastungsgebiet Ruhrgebiet-West	$2,10 \pm 0,22$	$2,04 \pm 0,35$
Nordrhein-Westfalen Belastungsgebiet Ruhrgebiet-Mitte	$2,16 \pm 0,51$	$1,83 \pm 0,38$
Nordrhein-Westfalen Belastungsgebiet Ruhrgebiet-Ost	$2,28 \pm 0,46$	$1,95 \pm 0,28$
unmittelbare Umgebung von 3 Kokereien im Ruhrgebiet	$1,5 - 1,8$	$1,8 - 2,2$
Nordrhein-Westfalen 5 Meßstellen im Innen- stadtbereich von Bochum	$2,4$	$1,9$
Ländliche Gebiete und Waldgebiete in Nordrhein-Westfalen	$1,5 - 1,6$	

## Zum Vergleich

Meßgebiet	Q1= $\frac{\text{Toluol}}{\text{Benzol}}$	Q2= $\frac{\text{Toluol}}{\text{Ethin}}$
Berlin-Steglitz (KFZ-Immissionsmeß- station des WaBoLu)	1,99 [13] 2,12 [14]	3,56 [14]
Hamburg Halbjährige Messungen im Sommer 1986 an 12 Stationen [10]	2,4 Spannbreite 2,4 - 6,0	
Bayern Messungen in München 1981, 1982 [12]	1,9 - 2,1	
Niederländische Unter- suchungen von KFZ- Immissionen [15]		1,42 - 2,84
Norwegische Untersuchungen (Oslo) Urbane Luft KFZ-Immissionen [21]	2,2 2,2	
US-Untersuchungen in Los Angeles Urbane Luft [23]	2,0 - 2,8	
US-Untersuchungen in Los Angeles, Phoenix und Oakland Urbane Luft [16,17]	2,1 - 2,4	
US-Untersuchungen in New Jersey Urbane Luft Landluft Tunnelluft [18,19]	3,3 2,0 2,1	

---

Meßgebiet Q1= $\frac{\text{Toluol}}{\text{Benzol}}$	Q2= $\frac{\text{Toluol}}{\text{Ethin}}$
---	--

---

US-Untersuchungen in 7 amerikanischen Großstädten	2,1 - 5,6
---	-----------

3 Meßstellen im länd- lichen Gebiet [20]	1,6 - 2,4
---	-----------

---

Australische Unter- suchungen in Sydney Urbane Luft [22]	4,0
--	-----

---

#### 6. Anreicherung von Benzol während einer Smog-Episode

An den in den Abbildungen 24 bis 33 wiedergegebenen Meßpunkten wurden auch während der Smog-Episode im Januar 1985 Benzol-Messungen durchgeführt. Die ermittelten Daten - es handelt sich um Moment-Probenahmen - sind in der Tabelle 6 im Vergleich zu den Jahresmittelwerten aus Tabelle 1 für die einzelnen Punkte wiedergegeben.

Aus den Daten der Tabelle 6 ist ersichtlich, daß die Benzol-Immissionskonzentrationen am 17.01.1985 um den Faktor 1,8 bis 8,9 höher lagen als die mittlere Jahresbelastung an diesen Meßpunkten. Im Mittel ergibt sich ein Anreicherungsfaktor von 4,6. Die Messungen am 19.01.1985 zeigen für beide bemessenen Punkte einen Anreicherungsfaktor von 1,9. Die hier beobachtete Abnahme des Faktors von 1,9 am 19.01. gegenüber 4,6 am 17.01. kann durchaus ihre Ursache in dem am 17.01. um 19.30 Uhr für das Ruhrgebiet-West und am 18.01. um 10.00 Uhr für das Ruhrgebiet-Ost ausgerufenen Smogalarm der Alarmstufe 2 mit zeitweiligen Verkehrsbeschränkungen haben.

Wenn auch die vorliegenden Daten nur orientierenden Charakter haben, so zeigen sie doch, daß bei Smogepisoden auch bei der Komponente Benzol, die überwiegend von Kraftfahrzeugen emittiert wird, mit einer starken Anreicherung zu rechnen ist.

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

- [1] Buck, M., H. Ixfeld und K. Ellermann:  
Benzol-Immissionsmessungen im Lande Nordrhein-Westfalen  
LIS-Berichte der Landesanstalt für Immissionsschutz des  
Landes NRW, H. 36 (1983), 59 S.
- [2] Beier, R. und P. Bruckmann:  
Messung und Analyse von Kohlenwasserstoff-Profilen im Rhein-  
Ruhr-Gebiet.  
LIS-Berichte der Landesanstalt für Immissionsschutz des  
Landes NRW, H. 32 (1983), 57 S.
- [3] Manns, H. und G. Nitz:  
Ein Immissionsmeßverfahren zur Bestimmung des Gehaltes an  
Benzol in der Luft.  
Schriftenreihe der Landesanstalt für Immissionsschutz des  
Landes Nordrhein-Westfalen, Heft 53, S. 29-37,  
Verlag W. Girardet, Essen 1981.
- [4] Frohne, J.C. und J. Reis:  
Zur Ermittlung der Immissionskenngößen mit Momentproben-  
verfahren  
Staub - Reinhaltung der Luft, 40 (1980), S. 522-529
- [5] Schneider, W., J.C. Frohne und H. Bruderreck:  
Determination of Hydrocarbons in the Parts Per 10<sup>9</sup> Range  
Using Glass Capillary Columns Coated with Aluminium Oxide. J.  
Chromatog., 155 (1978), S. 311-327
- [6] Bruckmann, P. und W. Mülder:  
Immissionsmessungen von Kohlenwasserstoffen mit Hilfe der Ka-  
pillargaschromatographie (Schneider-Frohne-Verfahren).  
- Bestimmung der Verfahrenskenngrößen und Meßergebnisse.  
Schriftenreihe der Landesanstalt für Immissionsschutz  
des Landes Nordrhein-Westfalen, Heft 55, S. 29 - 41,  
Verlag W. Girardet, Essen 1982.

- [7] Fiedler, J.:  
Belastung der Luft durch Benzol in der Umgebung der Bergbaukokereien Glückauf 120 (1984) Nr. 10, S. 623 bis 628.
- [8] Luftqualitätskriterien für Benzol  
UBA-Bericht 6/82, S. 138  
Verlag Erich Schmidt, Berlin 1982.
- [9] Buck, M.:  
Immissionen in Straßen.  
Staub - Reinhaltung Luft, 44 (1984) Nr. 9, S. 370-373.
- [10] Bruckmann, P.:  
Persönliche Mitteilung über vorläufige Ergebnisse aus dem CKW-Luftmeßprogramm 1986/1987 der Freien und Hansestadt Hamburg.
- [11] Bruckmann, P.:  
Cycles of organic gases in the atmosphere. Monographie: Physico-chemical behaviour of atmospheric pollutants, Seite 336 bis 348, D. Reidel, Publishing Company, Dordrecht, Holland 1982.
- [12] Lufthygienischer Jahresbericht 1981 und Lufthygienischer Jahresbericht 1982.  
Schriftenreihe Bayerisches Landesamt für Umweltschutz,  
Hefte 52 und 57, R. Oldenbourg-Verlag, München, Wien 1982/83.
- [13] Seiffert, B. und D. Ullrich:  
Konzentration anorganischer und organischer Luftschadstoffe an einer Straßenkreuzung in Berlin  
Staub - Reinhaltung Luft, 38 (1978), S. 359-363.
- [14] Dulson, W.:  
Organisch-chemische Fremdstoffe in atmosphärischer Luft  
Schriftenreihe des Vereins für Wasser-, Boden- und Luft hygiene 47, Gustav-Fischer-Verlag, Stuttgart 1978.

- [15] Guicherit, R.:  
Photochemical smog formation in the netherlands.  
TNO-Report (1978), 's-Gravenhage 1978.
- [16] Singh, H.B., L.J. Salas and R.E. Stiles:  
Distribution of Selected Gaseous Organic Mutagens and Suspect  
Carcinogens in Ambient Air.  
Environ, Sci. Technol., Vol. 16 (1982), S. 872-880
- [17] Singh, H.B., L.J. Salas, A.J. Smith and H. Shingeishi:  
Measurements of some potentially hazardous organic chemicals  
in urban environments.  
Atmos. Environ., Vol. 15 (1981), S. 601-612.
- [18] Harkow, R., B. Kebbekus, J.W. Bozzelli and P.J. Liroy:  
Measurement of selected volatile organic compounds at three  
locations in New Jersey during the summer season.  
J. Air. Poll. Contr. Assoc., Vol. 33 (1983), No. 12,  
S. 1173-1183.
- [19] Kebbekus, B., A. Greenberg, L. Horgan, J. Bozzelli,  
F. Darack, C. Eveleens and L. Stangeland:  
"Concentration of selected vapor and particulate-phase sub-  
stances in the Lincoln and Holland Tunnel".  
JAPCA 33 (1983), S. 328.
- [20] Sexton, K. and H. Westberg:  
Nonmethane hydrocarbon composition of urban and rural atmo-  
spheres.  
Atmos. Environ., Vol. 18 (1984) No. 6 S. 1125-1132.
- [21] Wathne, B.M.:  
Measurements of benzene, toluene and xylenes in urban air.  
Atmos. Environ., Vol. 17 (1983), S. 1713-1722
- [22] Nelson, P.F. and S.M. Quigley:  
Non-methane hydrocarbons in the atmosphere of Sydney.  
Australia Environ. Sci. Technol., Vol. 16 (1982), S. 650-655.



[23] Grosjean, D. and K. Fung:

Hydrocarbons and Carbonyls in Los Angeles Air.

J. Air. Poll. Control. Assoc., Vol. 34 (1984), S. 537-543.

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

Tabelle 1: Benzol-Immissionsbelastung in unterschiedlich flächengenutzten Gebieten  
Auswertung für lokale Meßgebiete

Messung Nr.	Meßgebiet		Meßzeitraum	Anzahl der Mes- sungen pro Be- urteilungs- fläche bzw. Meßstelle	Spannweite der Mittelwerte für Flächen von 0,25 km <sup>2</sup> Größe bzw. für ein- zelne Meß- stellen [µg/m <sup>3</sup> ]	Gebiets- mittel- wert  [µg/m <sup>3</sup> ]
	Bezeichnung	Charakteristik				
1	Ahlen	6,25 km <sup>2</sup> -Umfeld einer Kokerei mit Wohngebiet	10.80 - 9.81	104	4,9 - 28,2	10,8
2	Ahlen	4 km <sup>2</sup> -Umfeld einer Kokerei mit Wohngebiet	8.81 - 8.82	104	4,9 - 14,4	8,4
3	Essen-Katernberg	4 km <sup>2</sup> -Umfeld einer Kokerei mit Wohngebiet	8.81 - 8.82	52	12,6 - 27,1	17,8
4	Essen-Katernberg	6,25 km <sup>2</sup> -Umfeld einer Kokerei mit Wohngebiet	1.84 - 1.85	47	9,9 - 19,0	13,0
5	Oberhausen/ Bottrop	6,25 km <sup>2</sup> -Umfeld einer Kokerei mit Wohngebiet	8.82 - 2.83	28	9,3 - 21,6	14,1
6	Bottrop-Welheim	6,25 km <sup>2</sup> -Umfeld einer Kokerei mit Wohngebiet	1.84 - 1.85	45	8,9 - 20,7	14,9
7	Dortmund-Derne	6,25 km <sup>2</sup> -Umfeld einer Kokerei mit Wohngebiet	1.84 - 1.85	49	7,3 - 13,6	9,5
8	Duisburg- Bruckhausen	0,5 km <sup>2</sup> -Gebiet in der Um- gebung einer Kokerei	8.81 - 8.82	52	9,8 - 13,1	11,6
9	Duisburg- Ehingen	0,5 km <sup>2</sup> -Gebiet in der Um- gebung einer Kokerei	8.81 - 8.82	52	7,0 - 7,7	6,9
10	Duisburg Rheinhausen	0,5 km <sup>2</sup> -Gebiet in der Um- gebung einer Kokerei	8.81 - 8.82	39	8,0 - 9,3	8,7
11	Duisburg- Hamborn	6,25 km <sup>2</sup> -Gebiet mit industrieller Nutzung und Wohnbebauung	8.82 - 2.83	28	12,7 - 29,1	17,6
12	Moers-Meerbeck	6,25 km <sup>2</sup> -Umfeld einer Zeche und eines Chemischen Werkes	8.82 - 2.83	28	5,7 - 29,0	9,7
13	Bucholtwelmen	4 km <sup>2</sup> -Umfeld einer Raffinerie, geringer KFZ-Verkehr	8.81 - 8.82	52	4,7 - 8,2	6,2
14	Godorf/ Wesseling	5,5 km <sup>2</sup> -Umfeld eines Raffinerie-Komplexes	1.83 - 12.83	52	4,4 - 15,5	7,9
15	Duisburg- Ruhrort	4 km <sup>2</sup> -Gebiet mit Hafен- bereich, Raffinerie und Wohngebiet	1.83 - 12.83	52	7,7 - 18,1	13,6
16	Marl-Hüls/ -Sickingmühle	1 km <sup>2</sup> -Wohngebiet, über- wiegend kohlebeheizt, 1 km östlich eines großen Chemiebetriebes	8.81 - 8.82	52	8,6 - 9,6	8,8
17	Essen-Zentrum	4 km <sup>2</sup> -Gebiet in Essen-City Ballungsgebiet des KFZ- Verkehrs	1.83 - 12.83	52	11,1 - 22,2	15,4

Tabelle 1: Benzol-Immissionsbelastung in unterschiedlich flächengenutzten Gebieten  
Auswertung für lokale Meßgebiete

Messung Nr.	Meßgebiet		Meßzeitraum	Anzahl der Mes- sungen pro Be- urteilungs- fläche bzw. Meßstelle	Spannweite der Mittelwerte für Flächen von 0,25 km <sup>2</sup> Größe bzw. für ein- zelne Meß- stellen [µg/m <sup>3</sup> ]	Gebiets- mittel- wert  [µg/m <sup>3</sup> ]
	Bezeichnung	Charakteristik				
18	Düsseldorf	4 km <sup>2</sup> -Gebiet in Düsseldorf-City Ballungsgebiet des KFZ-Verkehrs	8.81 - 8.82	52	10,6 - 23,2	16,9
19	Essen-Bredeneu	4 km <sup>2</sup> -Gebiet in einem Wohn- ort von Essen; Ortskern und Villenviertel mit mäßigem KFZ-Verkehr, Autobahn durchschneidet das Gebiet	8.81 - 8.82	52	6,5 - 12,2	8,1
20	Rheinberg- Eversael	4 km <sup>2</sup> -Gebiet in einem rein landwirtschaftlich ge- nutzten Raum am Westrand des Ruhrgebietes mit ge- ringem KFZ-Verkehr	8.81 - 8.82	52	3,7 - 5,4	4,6
21	Monschau	4 km <sup>2</sup> -Gebiet in einem rein landwirtschaftlich ge- nutzten Gebiet am Rand einer Kleinstadt in der Eifel, Anlieger- und Wochenend- verkehr	8.81 - 8.82	52	1,2 - 2,0	1,5
22	Stemwede	6,25 km <sup>2</sup> -Gebiet in einem rein landwirtschaftlich genutzten Gebiet im Raum Minden-Ravensberg (Ostwest- falen); KFZ-Verkehr ent- sprechend dörflichen Ver- hältnissen	8.82 - 8.83	52	1,4 - 1,9	1,6
23	Oberhausen	4 Meßpunkte im 1-km-Raster, Stadtzentrum	9.85 - 9.86	13*	7,3 - 21,8*	16,2
24	Dortmund	6 Meßpunkte im 1-km-Raster, Stadtzentrum	9.85 - 9.86	13*	9,7 - 19,0*	13,6
25	Duisburg	6 Meßpunkte im 1-km-Raster, Raffineriegebiet und Wohn- gebiet	9.85 - 9.86	13*	5,2 - 17,1*	9,9
26	Bochum	5 Meßstellen im 1-km-Raster, Stadtzentrum	9.85 - 9.86	13*	6,3 - 13,9*	10,1
27	Essen	1 Meßstelle, innerstädti- scher Bereich mit starkem KFZ-Verkehr	9.85 - 9.86	12*	23,2*	
28	Gelsenkirchen- Scholven	10 Meßstellen im 1-km- Raster, Gebiet mit Kokerei, Kraftwerkskomplex und Wohnbebauung westlich von einem Chemiekomplex	9.85 - 9.86	13*	4,8 - 12,8*	8,5
29	Eggegebirge/ Eifel	4 Meßstellen in Waldgebieten	7.83 - 8.84	310*	2,1 - 2,9*	
			5.85 - 5.86	130*		

\* Werte beziehen sich auf einzelne Meßstellen

Tabelle 2: Benzol-Immissionsbelastung in unterschiedlich flächengenutzten Gebieten  
Auswertung für Belastungsgebiete auf der Basis der an den TEMES-Standorten ermittelten Werte

Messung Nr.	Meßgebiet		Meßzeitraum	Anzahl der Messungen pro Meß- station	Anzahl der Meßsta- tionen pro Be- lastungs- gebiet	Jahres- mittel- werte Bela- stungs- gebiet	Spannweite der an den einzelnen Meßstationen pro Belastungsgebiet gemessenen Jah- resmittelwerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
	Bezeichnung	Charakteristik					
30	Rheinschiene-Süd	Zu Flächen- nutzung, Emissions- struktur, Klima und sonstigen Charakteristika des Rhein-Ruhr- Gebietes	4.81 - 3.82	10	9	7,0	4,9 - 10,7
			1.86 - 12.86	13	9	7,0	5,8 - 9,9
			2.87 - 2.88	13	9	7,5	3,7 - 13,0
	Rheinschiene-Mitte	s. die diesbe- züglichen Luftreinhalte- pläne	4.81 - 3.82	10	4	6,0	4,2 - 7,8
			1.86 - 12.86	13	4	7,2	6,2 - 7,9
			2.87 - 2.88	13	4	6,3	4,6 - 9,4
	Ruhrgebiet-West	(Herausgeber: Minister für Umwelt, Raumord- nung und Land- wirtschaft, NRW Düsseldorf)	4.81 - 3.82	10	11	9,1	5,8 - 18,7
			1.86 - 12.86	13	11	5,9	4,1 - 7,3
			2.87 - 2.88	13	11	7,9	4,7 - 12,5
	Ruhrgebiet-Mitte		4.81 - 3.82	10	10	9,0	5,2 - 20,7
			1.86 - 12.86	13	11	6,0	3,1 - 10,1
			2.87 - 2.88	13	11	7,9	5,8 - 17,0
	Ruhrgebiet-Ost		4.81 - 3.82	10	7	11,9	6,5 - 21,4
			1.86 - 12.86	13	7	5,4	4,2 - 8,6
			2.87 - 2.88	13	7	6,3	3,6 - 9,6

Tabelle 3: Ergebnisse des Benzol-Meßprogramms  
für 17 Bergbaukokereien (nach [7])

Kokerei	Belastungsgebiet	Mittelwert [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
1	außerhalb	14
2	Ruhrgebiet-West	22
3	Ruhrgebiet-West	16
4	Ruhrgebiet-Mitte	19
5	Ruhrgebiet-Mitte	15
6	Ruhrgebiet-Mitte	14
7	Ruhrgebiet-Mitte	15
8	Ruhrgebiet-Mitte	18
9	Ruhrgebiet-Mitte	8
10	Ruhrgebiet-Mitte	13
11	Ruhrgebiet-Ost	13
12	Ruhrgebiet-Ost	13
13	Ruhrgebiet-Ost	12
14	Ruhrgebiet-Ost	12
15	Ruhrgebiet-Ost	23
16	außerhalb	10
17	außerhalb	8,4

Tabelle 4: Immissionsbelastung durch 22 aliphatische und aromatische  
 Meßzeit: 10.02.1987-10.02.1988

Nr.*	Stationsname	Jahresmittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ für die Komponenten								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
61	Niederkassel	18,0	13,6	4,4	4,3	6,9	1,4	5,9	8,4	5,5
62	Bonn	10,0	5,3	8,4	6,0	11,7	1,5	6,6	12,3	6,2
60	Wesseling	11,7	5,3	5,4	8,5	9,8	1,8	7,5	13,3	8,6
59	Rodenkirchen	10,9	4,9	4,4	6,4	7,2	1,3	5,6	8,5	5,0
58	Hürth	23,0	9,6	13,6	9,9	23,7	2,7	8,6	28,7	17,7
57	Frechen	16,2	5,6	5,8	6,0	7,4	1,8	6,4	9,5	4,9
55	Vogelsang	11,8	5,2	7,1	10,1	12,7	1,4	6,5	21,7	12,7
56	Riehl	7,7	3,5	4,5	5,7	6,9	1,2	5,9	8,6	4,6
54	Leverkusen	10,2	3,8	5,1	6,1	7,9	1,9	6,0	10,4	5,6
46	Gerresheim	6,1	2,0	4,3	4,6	7,8	1,1	4,4	10,2	4,7
48	Reisholz	7,9	3,1	7,8	5,3	12,2	1,6	5,6	11,4	5,1
49	Hilden	12,5	6,3	4,7	30,6	8,1	2,0	8,6	11,1	6,8
51	Langenfeld	4,9	2,0	3,5	3,3	5,0	1,2	5,2	5,8	2,7
53	Chorweiler	7,0	2,9	3,5	4,7	5,7	1,4	5,5	7,2	3,6
52	Pulheim	5,4	2,0	3,3	3,4	4,8	1,2	4,8	5,5	2,7
50	Dormagen	9,2	2,5	3,5	3,7	4,6	1,6	5,5	5,0	2,3
47	Neuss	7,8	2,3	3,8	5,1	6,5	1,3	5,3	7,3	3,6
45	Lörick	7,8	2,9	4,8	5,5	8,8	1,5	5,6	11,7	5,8
40	Buchholz	11,7	4,5	6,2	10,7	13,4	1,8	9,7	23,5	12,0
44	Ratingen	14,7	5,7	5,9	10,3	11,3	2,0	10,8	14,9	7,0
43	Einbrungen	15,8	6,0	6,1	10,2	10,7	1,6	7,4	13,5	6,1
42	Krefeld	11,0	4,3	5,4	12,4	9,4	1,5	8,0	10,7	5,6
41	Krefeld-Mitte	12,5	4,6	5,2	7,0	9,3	1,9	7,0	10,2	4,8
39	Kaldenhausen	12,6	4,6	8,3	10,6	17,8	1,9	8,6	18,1	9,0
36	Meerbeck	13,1	5,6	6,4	8,3	13,0	2,1	8,3	13,6	6,8
37	Meiderich	11,9	5,2	6,5	6,7	12,2	1,7	8,4	14,0	6,9
38	Styrum	11,1	4,2	6,5	7,2	13,1	1,4	8,6	14,9	7,2
34	Walsum	7,3	3,2	4,6	6,1	8,3	1,2	6,8	10,3	4,5
33	Budberg	6,9	2,3	4,5	3,8	7,0	1,2	6,1	9,9	5,0
31	Spellen	7,0	2,8	3,8	3,4	6,0	1,4	6,0	6,2	3,2
30	Wesel	7,8	3,2	4,5	4,8	7,7	1,3	6,5	9,5	4,9
32	Bruckhausen	10,8	3,8	5,4	4,6	10,0	1,1	6,2	11,2	5,6
35	Osterfeld	10,5	3,9	5,5	7,0	10,8	1,3	5,4	14,6	6,8
21	Bottrop	13,1	5,2	6,7	9,3	13,2	1,7	6,1	19,4	9,3
24	Vogelheim	16,1	6,7	7,3	10,0	13,3	2,3	8,2	16,0	7,9

## Kohlenwasserstoffe an den TEMES\*-Standorten

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1,5	1,0	1,5	1,8	1,9	1,9	2,2	1,3	5,3	11,8	1,8	8,8	1,6
1,5	1,0	1,5	2,3	2,3	2,7	2,9	1,6	7,0	14,0	3,3	7,7	3,1
1,5	1,0	1,5	3,3	3,8	4,0	4,6	2,4	9,8	20,7	4,4	12,0	5,2
1,5	1,0	1,5	2,0	2,3	2,6	3,2	1,8	6,7	16,9	3,3	6,9	3,3
3,1	2,7	2,1	10,4	9,9	12,0	8,0	4,8	13,0	20,2	4,3	9,2	5,6
1,5	1,0	1,5	2,1	2,4	2,7	3,0	1,6	7,0	13,8	2,2	6,0	2,9
2,0	1,7	1,7	6,0	8,0	7,7	7,8	3,7	12,1	26,2	6,5	15,2	5,1
1,5	1,0	1,5	1,9	1,9	2,1	2,3	1,4	6,3	14,0	3,1	6,9	2,6
1,5	1,0	1,5	2,0	2,4	2,4	2,9	1,7	7,0	16,5	4,8	9,8	3,4
1,8	1,4	1,6	2,5	2,4	2,6	4,1	2,9	4,6	13,5	4,7	8,1	3,5
1,7	1,2	1,6	3,3	3,1	2,6	3,6	2,3	5,9	15,8	4,3	8,3	4,1
3,0	2,4	2,4	3,4	3,6	4,3	5,4	3,8	13,2	24,5	7,3	13,3	5,8
1,6	1,1	1,6	1,7	1,6	1,7	1,9	1,4	3,8	8,0	2,8	6,3	2,7
1,5	1,0	1,5	1,8	2,0	2,2	2,2	1,5	5,1	12,0	2,3	5,1	2,0
1,5	1,0	1,5	1,5	1,8	1,7	1,9	1,5	4,4	8,6	1,8	3,9	1,9
1,5	1,0	1,5	1,3	1,2	1,2	1,6	1,3	4,2	9,3	2,0	3,7	1,8
1,5	1,0	1,5	1,9	1,9	2,0	2,1	1,3	5,9	14,5	3,6	6,6	2,8
2,0	1,6	1,7	3,0	3,4	2,7	3,4	1,6	5,4	14,0	6,4	10,9	5,3
2,7	2,2	2,6	6,0	7,8	7,5	8,9	4,8	12,5	28,1	10,8	21,7	9,7
1,5	1,1	1,8	4,4	3,9	4,1	5,1	2,5	10,2	21,4	6,7	16,9	7,7
1,5	1,0	1,5	3,5	3,5	3,5	4,2	2,9	9,4	20,3	6,7	13,7	5,7
1,5	1,0	1,6	2,9	2,8	3,1	3,0	2,0	6,8	15,9	4,6	11,0	5,0
1,5	1,0	1,5	3,1	2,6	2,9	3,0	2,1	6,9	16,0	4,8	12,1	5,0
1,6	1,0	1,6	5,6	4,9	4,9	5,1	2,8	8,9	23,4	6,7	14,4	6,6
1,7	1,2	1,7	3,9	3,5	3,4	3,6	1,7	10,6	19,4	4,9	12,5	6,7
1,7	1,1	1,7	3,5	3,3	3,1	2,7	1,8	8,7	19,0	5,4	11,5	5,7
1,5	1,0	1,5	3,9	3,5	3,7	3,3	2,6	8,6	16,8	4,5	11,2	5,3
1,5	1,0	1,5	2,5	2,4	2,1	3,4	2,0	6,0	15,9	3,9	10,4	4,7
1,8	1,5	1,7	2,3	2,6	2,7	2,7	1,7	4,8	12,1	2,7	6,5	2,5
1,5	1,0	1,5	1,5	1,7	1,8	2,2	1,8	4,7	12,8	3,2	8,1	2,6
1,6	1,3	1,5	1,9	2,0	2,4	2,3	1,8	6,7	13,1	5,0	10,3	4,3
1,5	1,0	1,5	1,9	2,2	2,5	2,7	1,7	5,8	15,4	4,8	10,6	3,5
1,8	1,1	1,5	2,6	3,2	3,4	3,9	2,2	9,4	17,5	5,0	10,5	4,0
1,7	1,3	1,5	3,8	4,7	4,5	5,4	3,4	17,0	21,3	6,3	13,0	5,6
1,9	1,4	1,5	3,7	4,0	4,5	5,5	2,8	11,3	26,1	14,7	28,6	9,1



Nr.	Stationsname	Jahresmittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ für die Komponenten								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
25	Altendorf	10,2	3,4	6,0	7,6	10,3	1,3	6,3	15,0	6,6
20	Gladbeck	9,2	3,4	5,9	6,8	12,0	1,2	6,7	14,6	6,1
17	Polsum	9,9	3,7	4,6	7,4	7,9	1,3	6,3	9,2	3,9
16	Dorsten	10,5	3,6	4,6	7,9	8,1	1,5	5,6	9,8	4,6
15	Sickingmühle	24,6	4,2	5,2	6,9	7,7	2,4	5,3	9,3	4,4
19	Recklinghausen	10,0	3,4	4,1	7,3	7,4	1,2	5,8	9,8	4,8
18	Herten	11,5	4,9	7,2	6,7	18,4	2,0	7,8	34,1	14,1
22	Gelsenkirchen	7,8	3,1	4,5	4,4	8,5	1,3	7,4	13,7	5,3
23	Herne	9,2	3,1	4,6	5,9	8,7	1,2	7,2	12,7	5,3
26	Leithe	10,4	4,0	4,4	7,4	7,8	1,4	7,9	10,2	4,7
04	Ickern	11,0	4,3	5,2	7,4	8,9	1,3	5,9	11,7	5,6
02	Datteln	10,1	4,0	4,9	6,6	9,1	1,2	6,7	11,1	5,1
05	Brambauer	13,7	7,6	5,0	6,0	8,9	2,4	7,5	10,1	4,6
06	Niederaden	11,4	6,0	4,3	6,9	7,2	1,9	6,6	9,2	4,5
03	Bergkamen	11,5	4,7	5,2	6,3	9,1	2,1	6,8	10,4	4,8
01	Werne	7,9	2,9	4,3	5,0	7,0	1,2	5,6	8,8	3,8
10	Unna	9,9	4,1	4,5	6,8	7,3	1,3	7,4	9,9	4,4
13	Schwerte	10,5	4,8	6,8	8,3	13,8	1,4	6,9	19,4	8,1
28	LIS-Essen	14,7	4,5	5,5	5,7	10,2	1,4	7,9	15,3	6,2
29	Hattingen	15,0	5,1	5,3	17,3	10,0	1,7	6,7	14,4	7,0
27	Bochum	8,2	3,1	14,2	6,4	19,5	1,3	5,8	19,9	9,2
07	Frohlinde	7,7	2,9	9,2	5,3	12,9	1,3	6,0	13,5	6,9
08	Dortmund	8,6	3,6	5,1	6,6	8,6	1,2	5,0	11,5	4,8
09	Asseln	5,2	1,6	3,1	3,6	5,0	1,2	4,6	6,4	2,6
11	Hörde	17,5	7,5	6,5	15,1	12,2	2,0	9,4	17,6	8,3
14	Herdecke	6,5	2,6	3,8	4,9	6,6	1,3	5,0	8,2	3,5
12	Witten	13,9	6,1	8,4	12,5	15,5	2,0	9,5	22,3	10,1

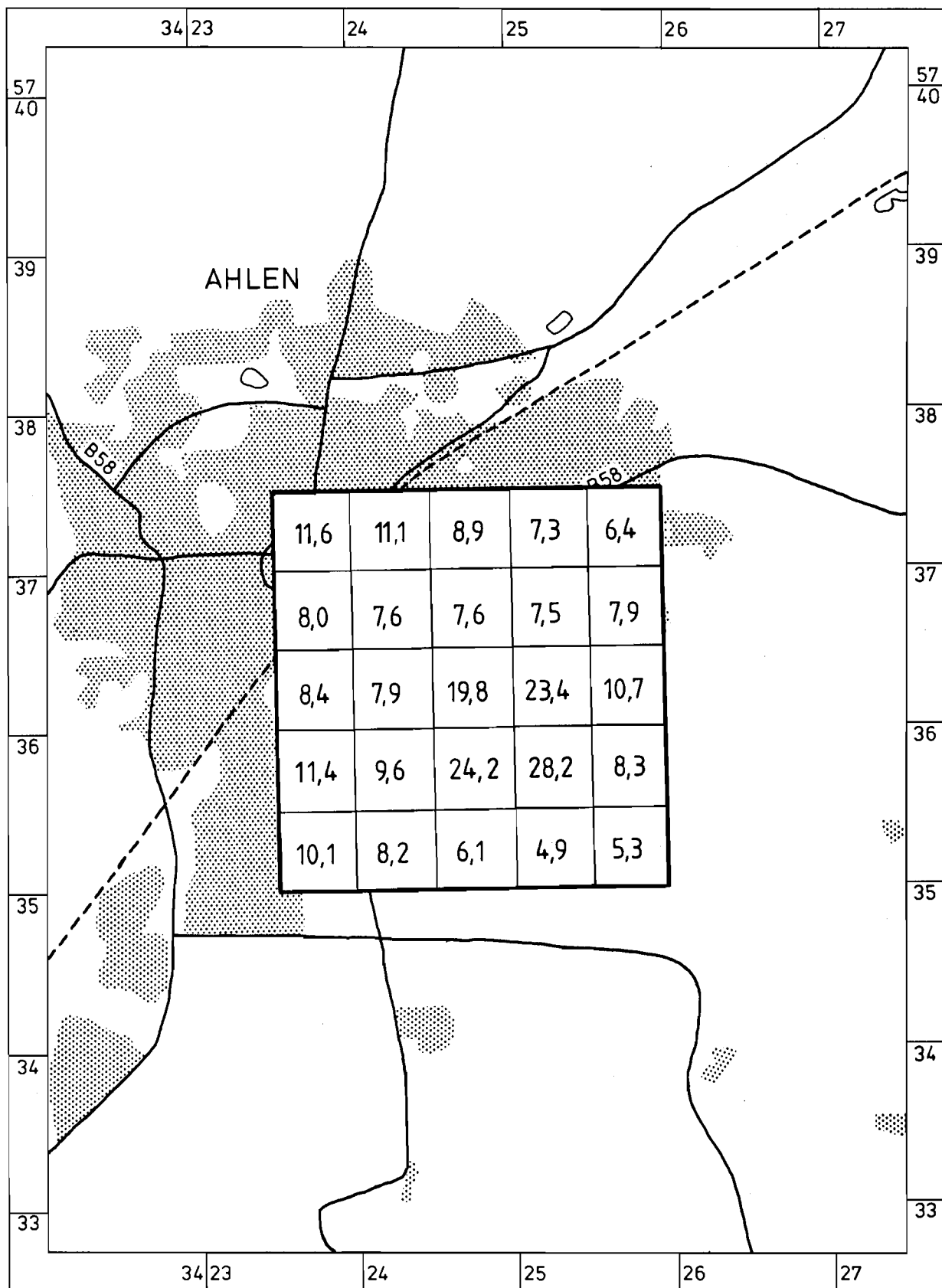
Bezeichnung der Komponenten:

1 = Ethen, 2 = Propen, 3 = i-Butan, 4 = Ethin, 5 = n-Butan, 6 = 1-Buten,  
7 = i-Buten, 8 = i-Pentan, 9 = n-Pentan, 10 = tr.-2-Penten, 11 = 1-Penten  
12 = Cis-2-Penten, 13 = 2-i-Hexan, 14 = 3-i-Hexan, 15 = n-Hexan,  
16 = i-Heptan, 17 = n-Heptan, 18 = Benzol, 19 = Toluol, 20 = Ethylbenzol  
21 = m/p-Xylol, 22 = o-Xylol

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1,6	1,1	1,5	3,0	3,2	3,1	3,9	1,8	7,6	15,9	4,4	11,5	4,7
1,6	1,0	1,5	3,7	3,7	3,5	4,3	3,1	7,2	17,9	5,6	13,9	6,2
1,5	1,0	1,5	2,2	2,1	2,2	2,5	1,6	5,9	13,6	4,4	9,9	4,7
1,5	1,0	1,5	2,7	2,4	3,9	3,9	2,7	6,9	15,7	4,5	11,3	5,6
1,5	1,0	1,5	2,4	2,4	2,6	3,1	1,6	6,5	11,8	2,5	7,1	3,8
1,5	1,0	1,5	2,2	2,7	3,1	2,7	1,6	6,5	14,5	3,5	8,9	3,8
3,5	2,9	3,0	5,8	8,4	6,7	7,0	2,8	8,7	18,7	5,2	11,7	4,5
1,7	1,2	1,5	2,1	2,4	2,3	2,4	1,6	5,9	11,4	2,7	7,3	2,8
1,6	1,0	1,5	3,1	3,1	3,3	4,0	2,1	5,8	14,6	3,7	10,4	3,2
1,5	1,0	1,5	2,9	2,9	2,9	3,3	1,7	6,4	18,4	4,0	11,1	4,1
1,5	1,0	1,5	2,4	2,6	2,8	3,0	1,5	7,1	16,0	4,0	8,4	3,8
1,5	1,0	1,6	2,3	2,6	2,6	3,2	1,5	6,8	14,7	4,0	8,8	3,0
1,5	1,6	1,5	2,3	2,5	2,7	2,8	1,7	6,7	14,9	3,9	8,5	3,3
1,5	1,1	1,5	1,9	2,3	2,6	3,2	1,7	6,5	14,3	3,2	8,3	3,3
1,5	1,4	1,5	2,6	2,0	2,4	2,9	2,1	6,4	13,9	2,5	6,6	3,0
1,5	1,0	1,5	2,2	1,4	1,8	3,0	1,4	5,2	11,0	2,2	5,9	2,9
1,6	1,0	1,5	2,3	2,0	2,1	2,8	1,6	6,3	14,4	3,2	8,8	3,8
1,7	1,2	1,5	4,0	4,6	3,9	4,2	1,7	8,0	18,5	4,9	12,5	5,3
1,5	1,0	1,5	2,7	3,1	2,7	3,0	1,5	7,1	16,0	4,8	9,1	4,9
2,0	1,4	1,6	4,3	4,8	5,2	5,6	2,8	8,9	20,8	7,0	15,9	7,3
1,8	1,0	1,7	4,0	3,5	4,0	3,6	1,8	5,8	13,6	5,3	11,4	5,0
1,5	1,0	1,7	2,8	2,4	2,6	2,3	1,4	5,2	11,6	3,2	8,4	3,9
1,5	1,0	1,5	2,7	2,5	2,5	3,4	1,7	5,5	13,4	3,9	9,3	4,4
1,5	1,0	1,5	1,4	1,2	1,1	1,5	1,3	3,6	7,8	3,5	6,3	2,9
2,1	1,2	1,9	5,8	5,0	5,0	6,6	2,9	10,3	25,9	8,0	18,3	8,8
1,5	1,0	1,5	1,9	1,9	2,3	2,3	1,8	4,8	10,3	4,8	8,1	4,1
1,9	1,8	1,7	5,7	5,9	6,1	7,4	3,3	9,8	25,5	10,0	20,5	8,6

Tabelle 6: Benzol-Momentanwerte während einer Smogperiode im Vergleich zu Jahresmittelwerten

Meßgebiet	Lage der Meßstelle R-H-Wert	Datum	Benzol-Momentan- werte [µg/m³]	Jahresmittel- wert [µg/m³]	Anreicherungs- faktor
Oberhausen	2559/5704	17.01.85	55,2	21,8	2,5
	2560/5704	17.01.85	85,6	15,2	5,6
	2559/5705	17.01.85	64,8	7,3	8,9
	2560/5705		Ausfall		
Dortmund	2601,5/5710,2	19.01.85	27,0 20,9 20,9 24,1 25,4	12,3	1,9
	2601/5709	17.01.85	42,0	12,3	3,4
	2602/5709	17.01.85	45,0	9,7	4,6
	2601/5710	17.01.85	33,7	19,0	1,8
	2602/5710	17.01.85	42,6	18,3	2,3
	2601/5711	17.01.85	35,0	9,9	3,5
	Duisburg	2550/5700	17.01.85	28,8	7,0
2551/5700		17.01.85	39,3	5,2	7,6
2552/5700		17.01.85	52,6	9,6	5,5
2550/5701		17.01.85	33,4	8,0	4,2
2551/5701		17.01.85	43,6	17,1	2,5
2552/5701		17.01.85	68,8	12,3	5,6
Bochum	2584/5705	17.01.85	38,7	8,3	4,7
	2585/5705	17.01.85	36,0	6,3	5,7
	2584/5706	17.01.85	42,6	13,9	3,1
	2585/5706	17.01.85	39,7	13,7	2,9
	2584/5707	17.01.85	38,3	8,3	4,6
Essen	2569,8/5701,9	19.01.85	42,3 41,1 40,4 48,6 49,2	23,2	1,9
	Gelsenkir- chen/Scholven	2569/5717	17.01.85	34,3	12,0
2570/5717		17.01.85	40,0	6,3	6,3
2571/5717		17.01.85	37,4	8,2	4,6
2569/5718		17.01.85	34,7	4,8	7,2
2570/5718		17.01.85	36,0	7,4	4,9
2571/5718		17.01.85	75,0	12,8	5,9
2569/5719		17.01.85	29,4	8,6	3,4
2570/5719		17.01.85	28,8	12,0	2,4
2569/5720		17.01.85	32,1	8,1	4,0
2570/5720		17.01.85	38,0	5,1	7,5



**Abb. 2:**  
 Benzol-Immissionsbelastung, Untersuchungsgebiet: Ahlen,  
 Beurteilungsfläche: 0,25 km<sup>2</sup>, Meßzeit: 01.10.1980-30.09.1981,  
 □ arithmetischer Mittelwert (Jahresmittelwert) in µg/m<sup>3</sup>

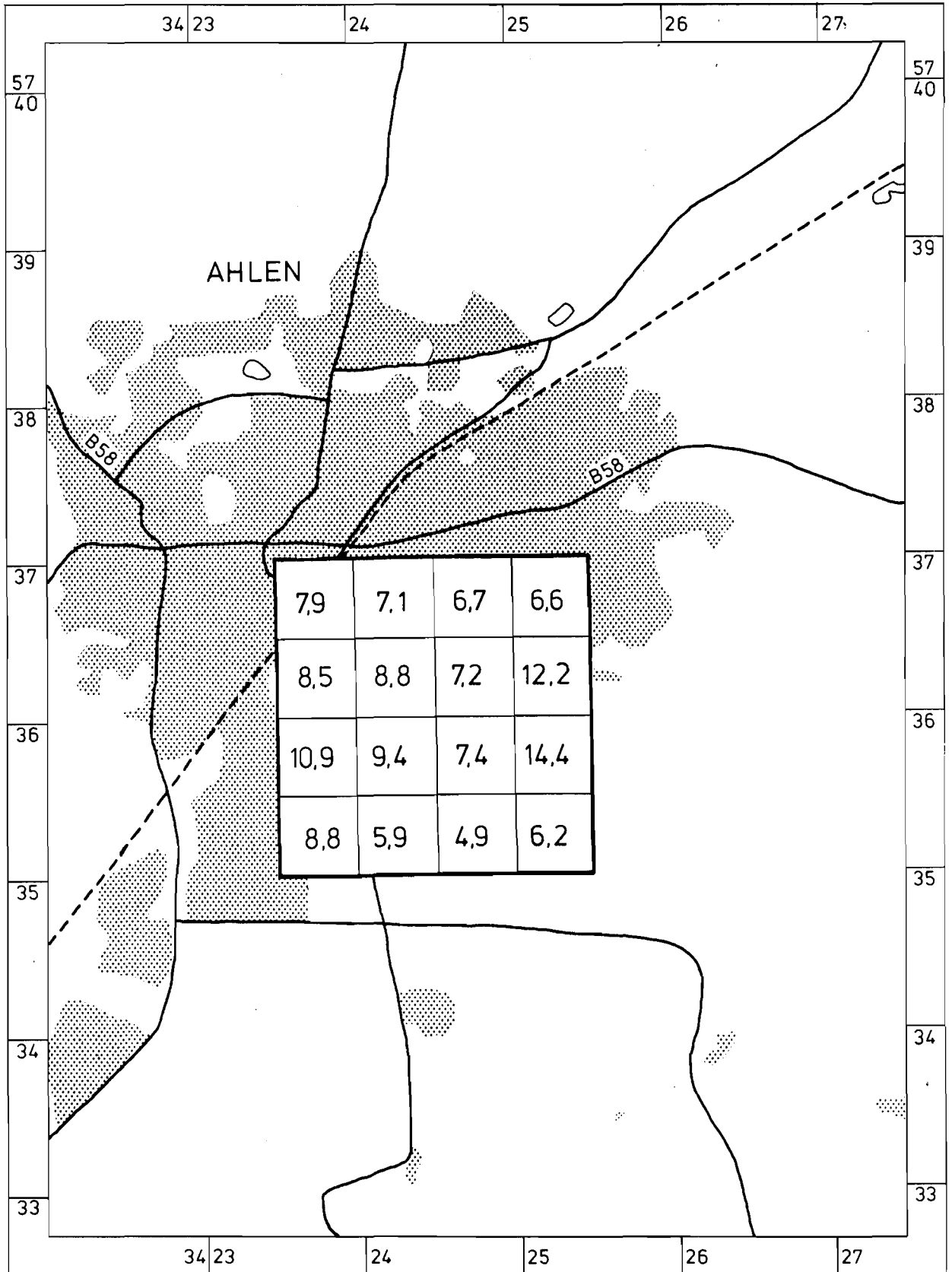


Abb. 3:  
 Benzol-Immissionsbelastung Untersuchungsgebiet: Ahlen,  
 Beurteilungsfläche: 0,25 km<sup>2</sup>, Meßzeit: 17.08.1981-13.08.1982,  
 □ arithmetischer Mittelwert (Jahresmittelwert) in µg/m<sup>3</sup>

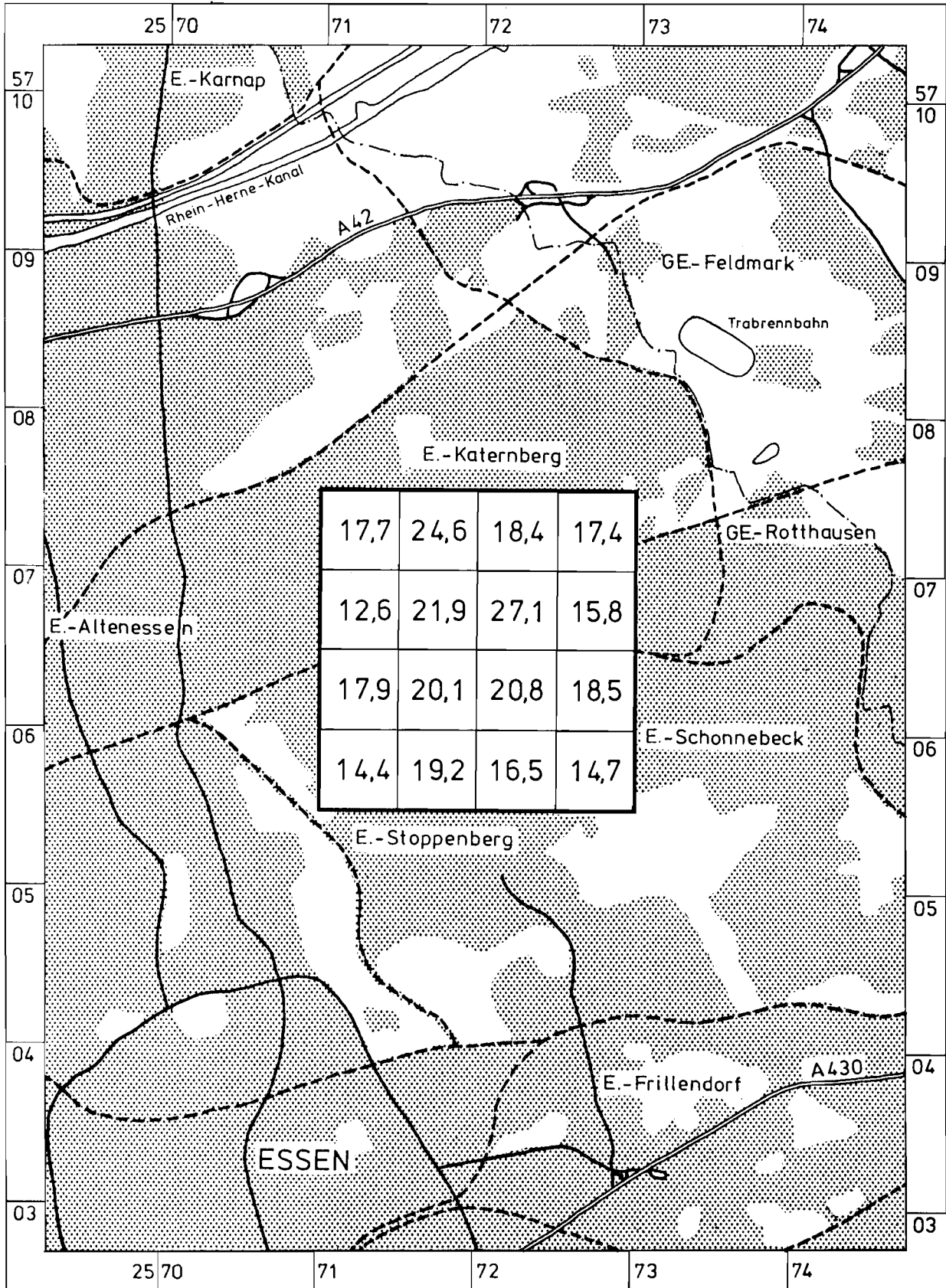


Abb. 4:  
 Benzol-Immissionsbelastung, Untersuchungsgebiet: Essen-Katernberg,  
 Beurteilungsfläche: 0,25 km<sup>2</sup>, Meßzeit: 17.08.1981-13.08.1982  
 □ arithmetischer Mittelwert (Jahresmittelwert) in µg/m<sup>3</sup>

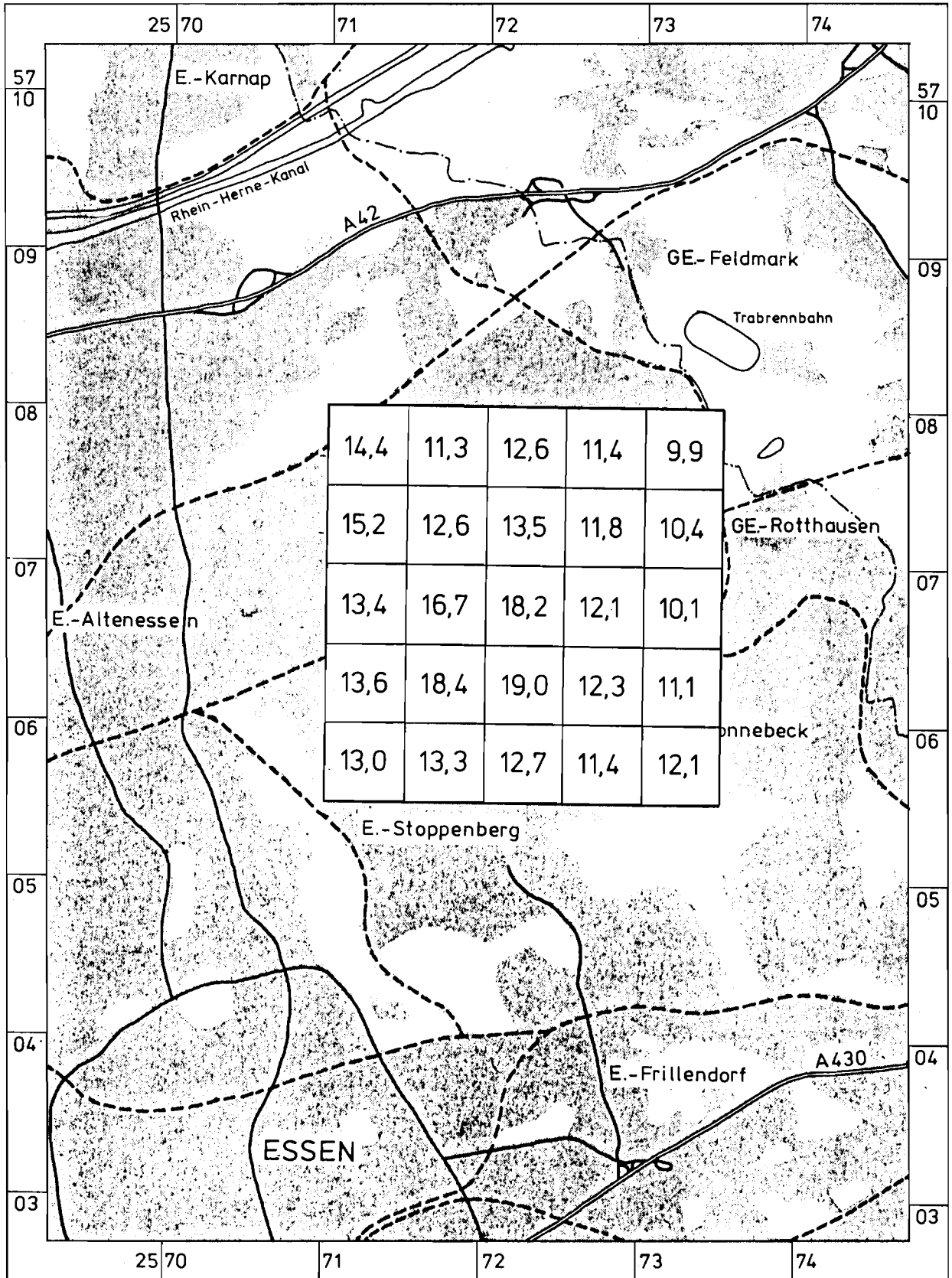


Abb. 5:  
 Benzol-Immissionsbelastung, Untersuchungsgebiet: Essen-Katernberg  
 Beurteilungsfläche: 0,25 km<sup>2</sup>, Meßzeit: 09.01.1984-10.01.1985  
 □ arithmetischer Mittelwert (Jahresmittelwert) in µg/m<sup>3</sup>

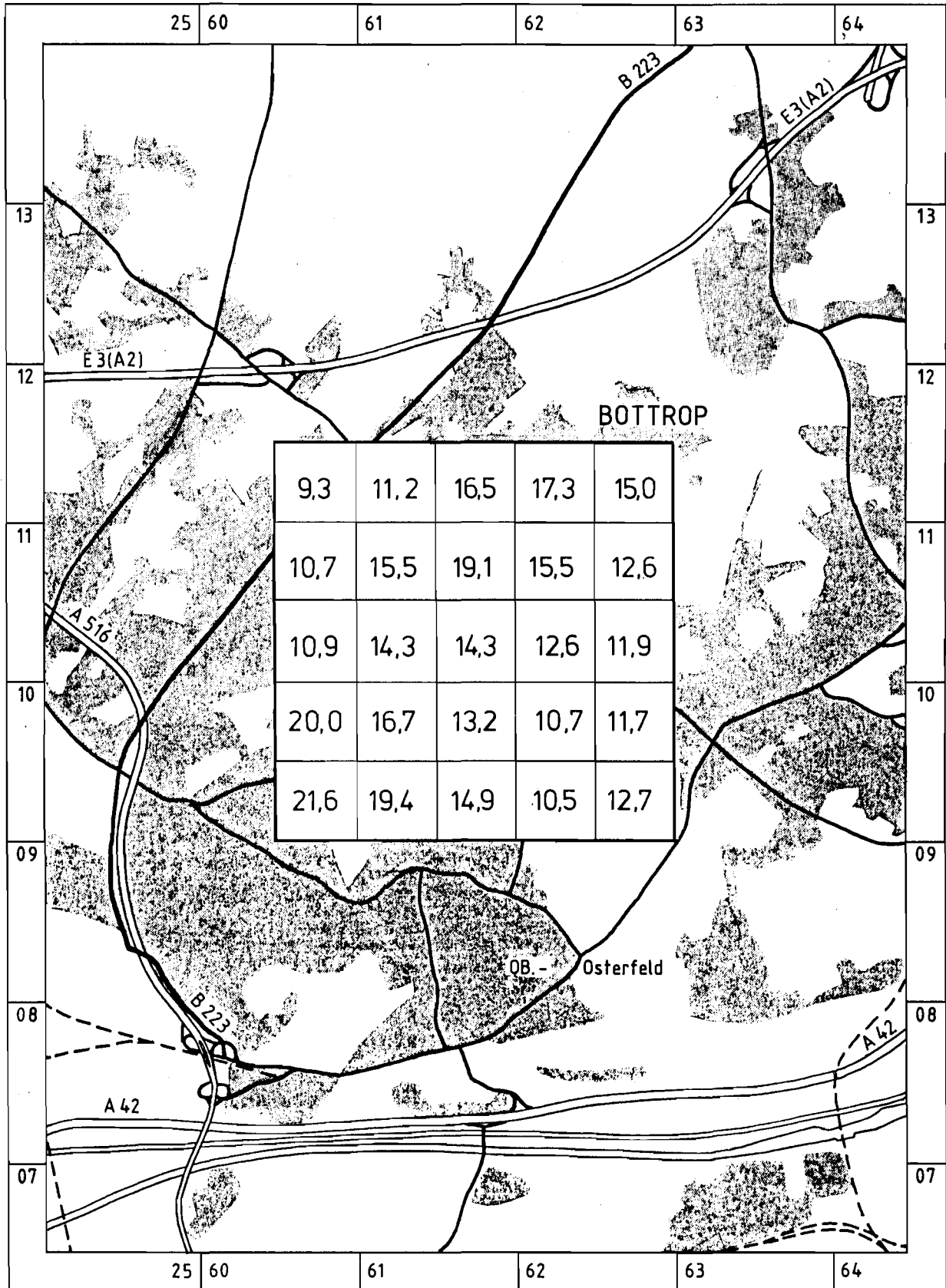


Abb. 6:  
Benzol-Immissionsbelastung, Untersuchungsgebiet: Oberhausen/Bottrop  
Beurteilungsfläche: 0,25 km<sup>2</sup>, Meßzeit: 16.08.1982-08.02.1983  
□ arithmetischer Mittelwert in µg/m<sup>3</sup>



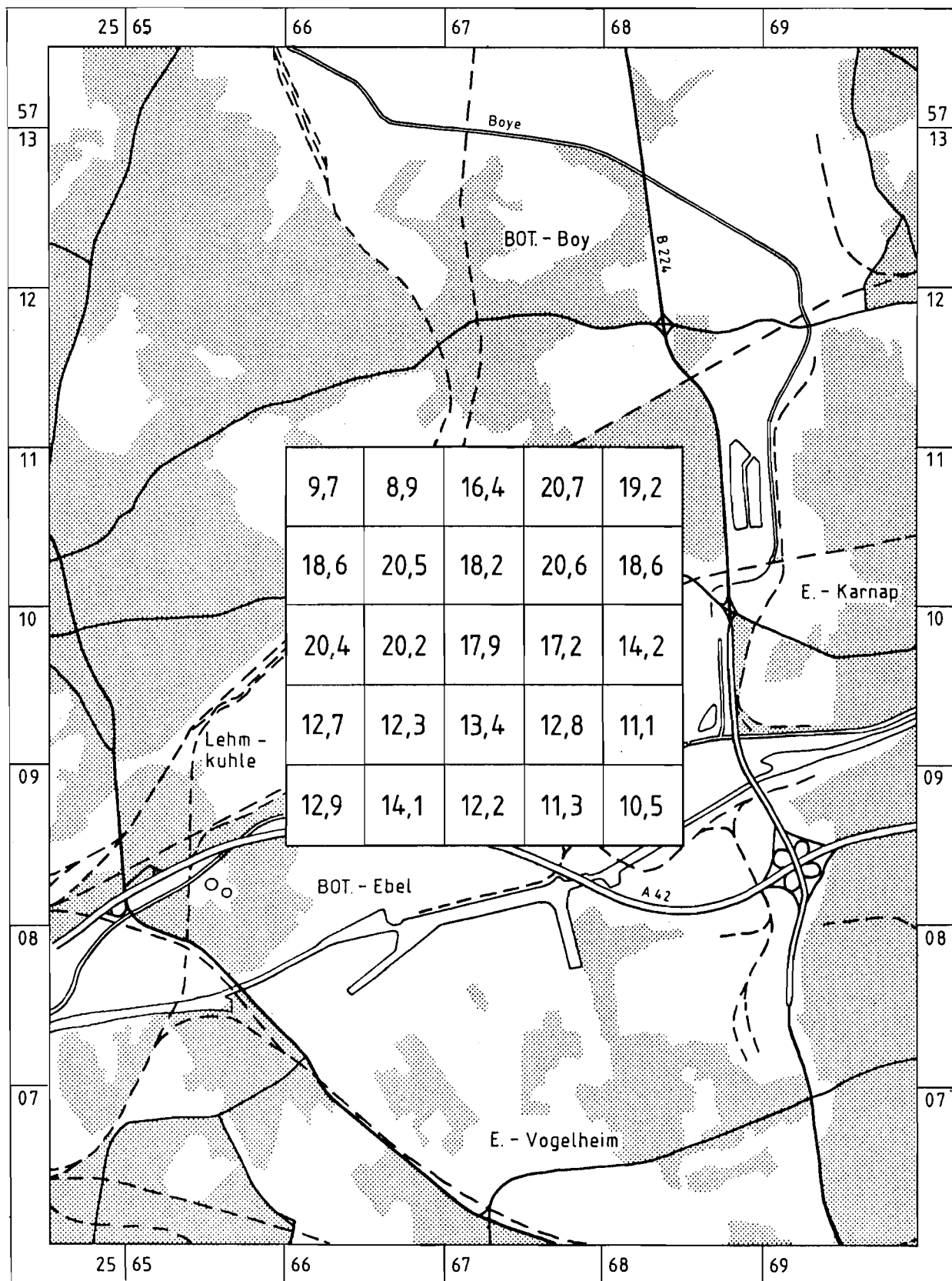


Abb. 7:

Benzol-Immissionsbelastung, Untersuchungsgebiet: Bottrop-Welheim

Beurteilungsfläche: 0,25 km<sup>2</sup>, Meßzeit: 10.01.1984-10.01.1985□ arithmetischer Mittelwert (Jahresmittelwert) in µg/m<sup>3</sup>

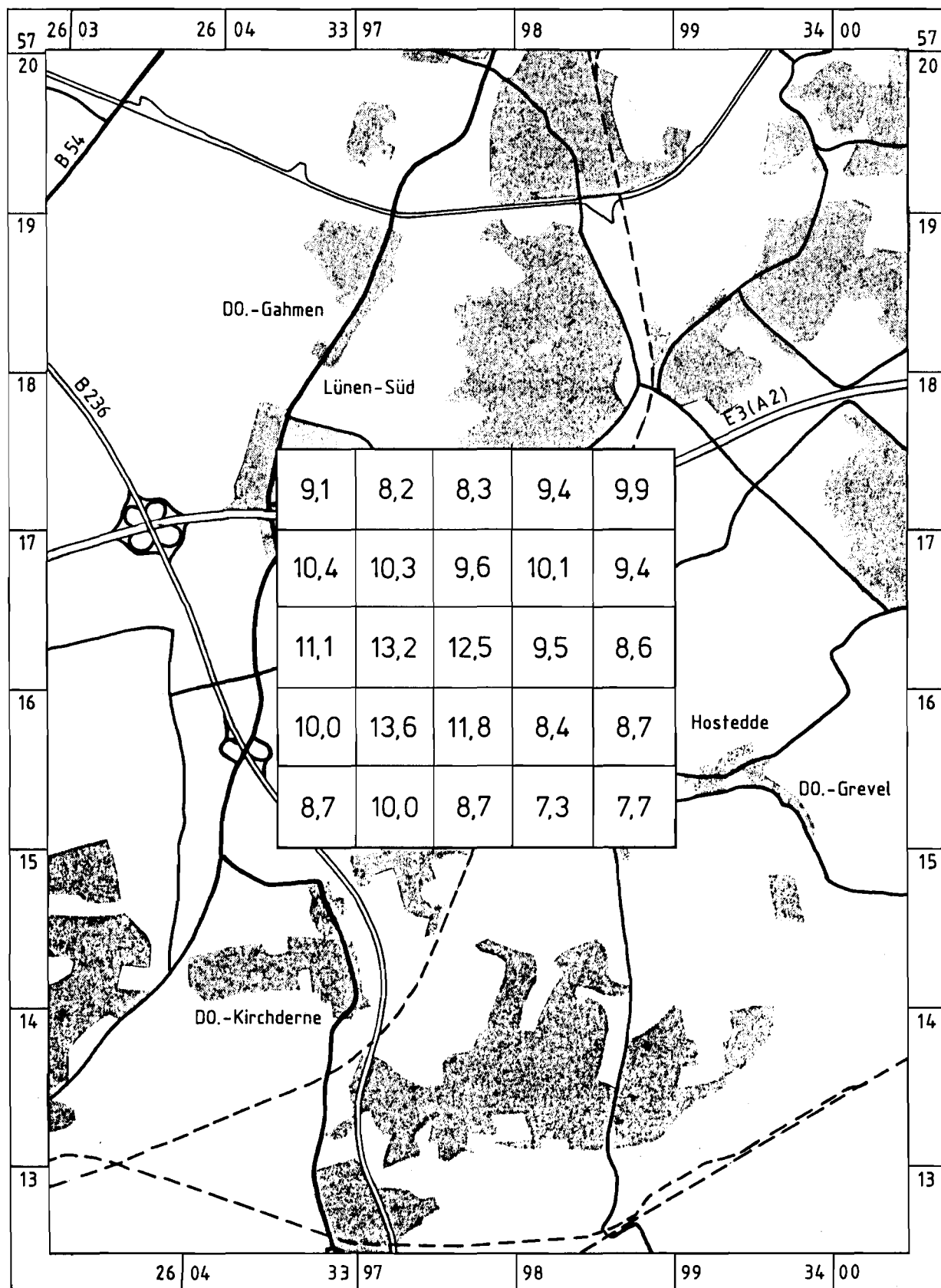


Abb. 8:  
 Benzol-Immissionsbelastung, Untersuchungsgebiet: Dortmund-Derne  
 Beurteilungsfläche: 0,25 km<sup>2</sup>, Meßzeit: 13.01.1984-15.01.1985  
 □ arithmetischer Mittelwert (Jahresmittelwert) in µg/m<sup>3</sup>

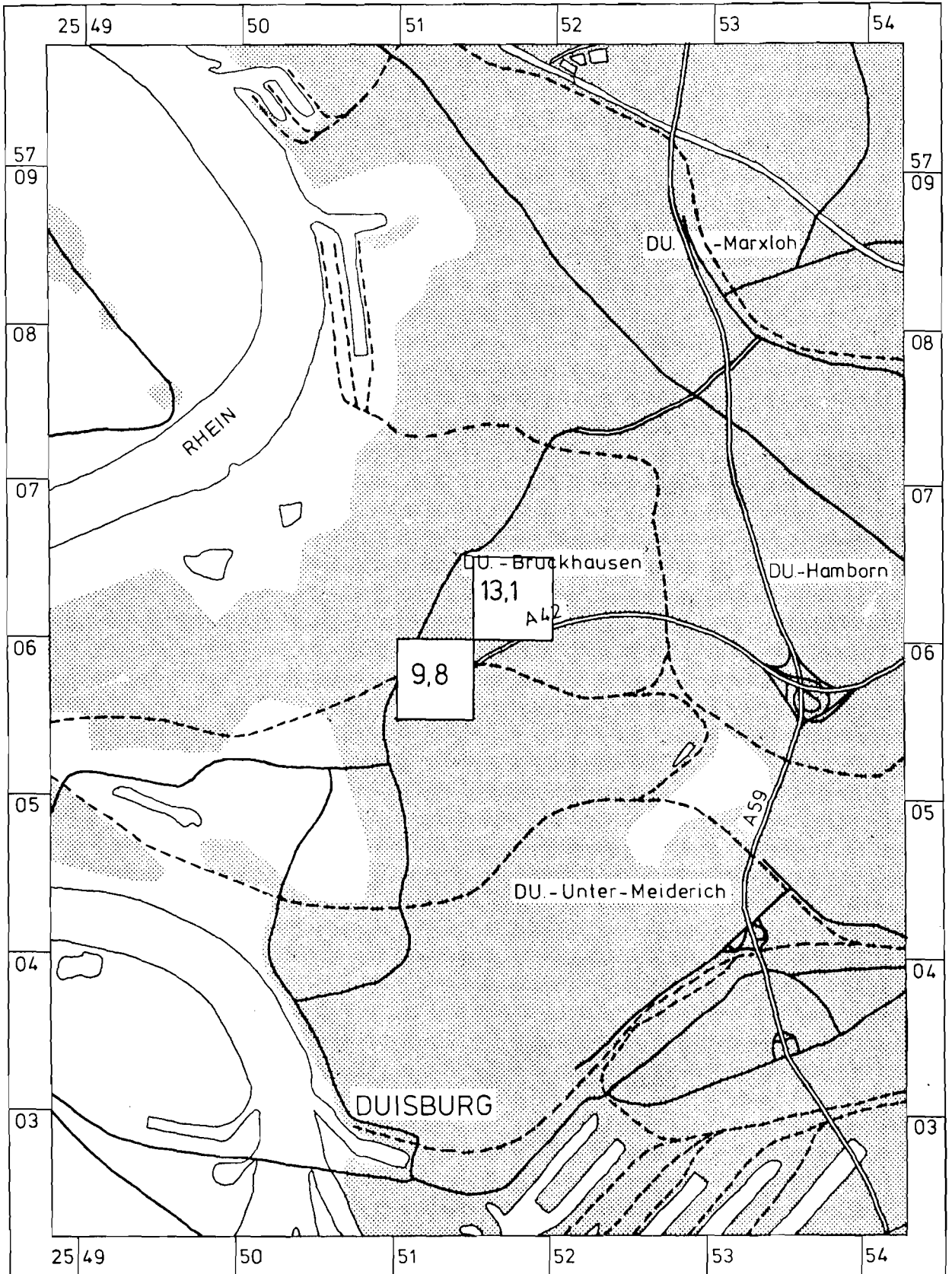


Abb. 9:  
 Benzol-Immissionsbelastung, Untersuchungsgebiet: Duisburg-  
 Bruckhausen,  
 Beurteilungsfläche: 0,25 km<sup>2</sup>, Meßzeit: 17.08.1981-13.08.1982  
 □ arithmetischer Mittelwert (Jahresmittelwert) in µg/m<sup>3</sup>

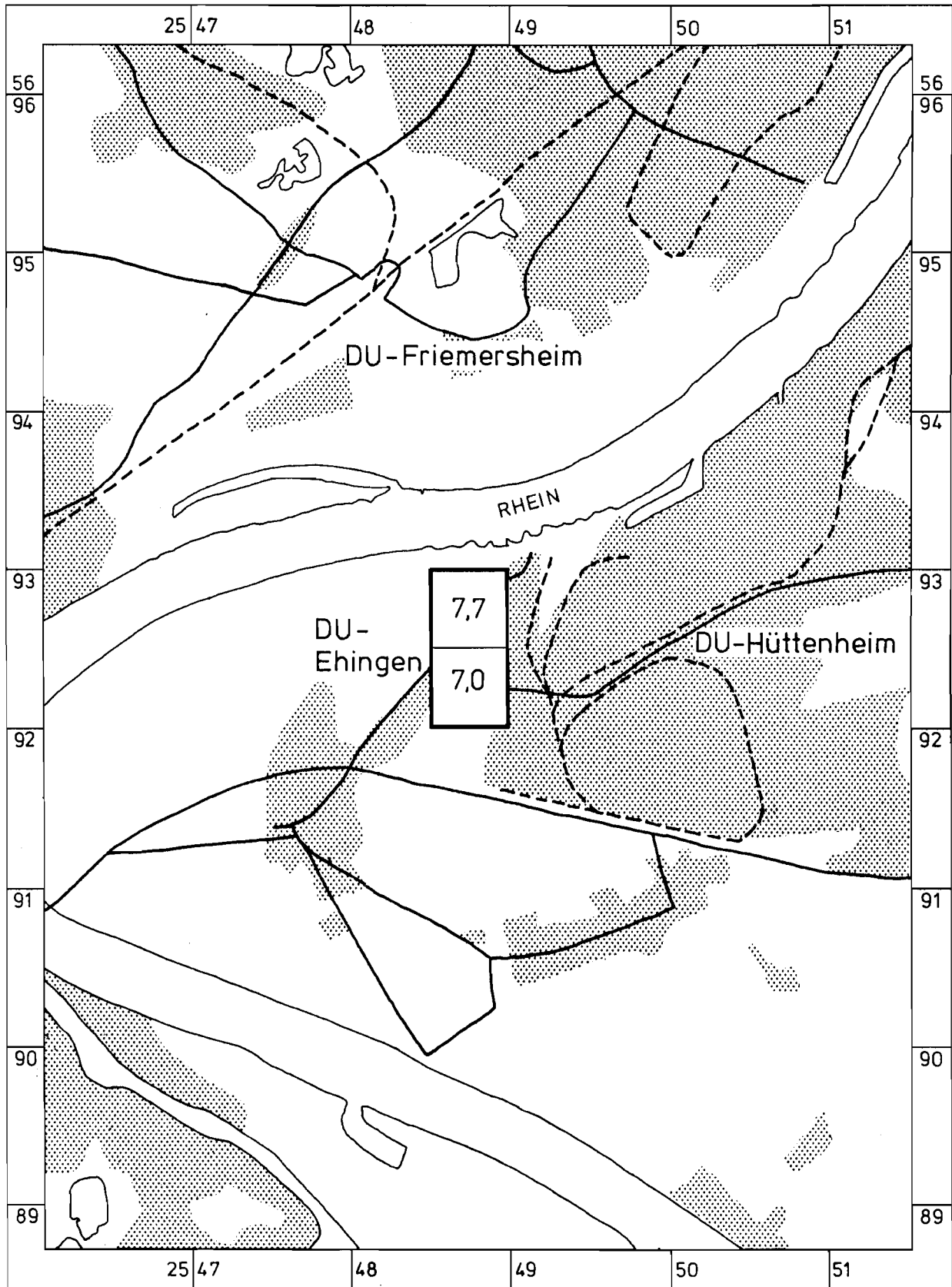


Abb. 10:

Benzol-Immissionsbelastung, Untersuchungsgebiet: Duisburg-Ehingen  
 Beurteilungsfläche: 0,25 km<sup>2</sup>, Meßzeit: 17.08.1981-13.08.1982

□ arithmetischer Mittelwert (Jahresmittelwert) in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

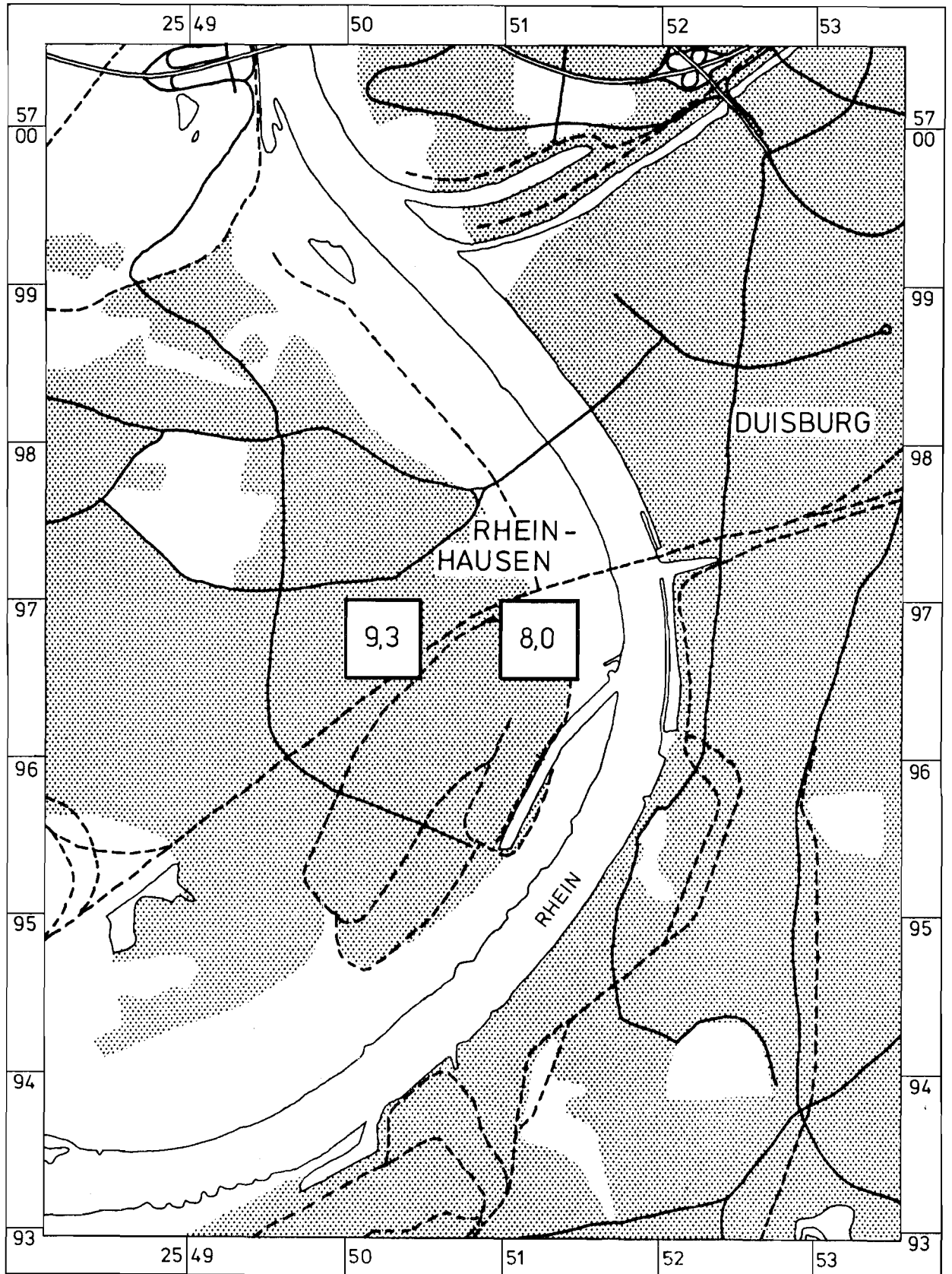


Abb. 11:  
Benzol-Immissionsbelastung, Untersuchungsgebiet: Duisburg-  
Rheinhausen,  
Beurteilungsfläche: 0,25 km<sup>2</sup>, Meßzeit: 17.08.1981-13.08.1982  
□ arithmetischer Mittelwert (Jahresmittelwert) in µg/m<sup>3</sup>

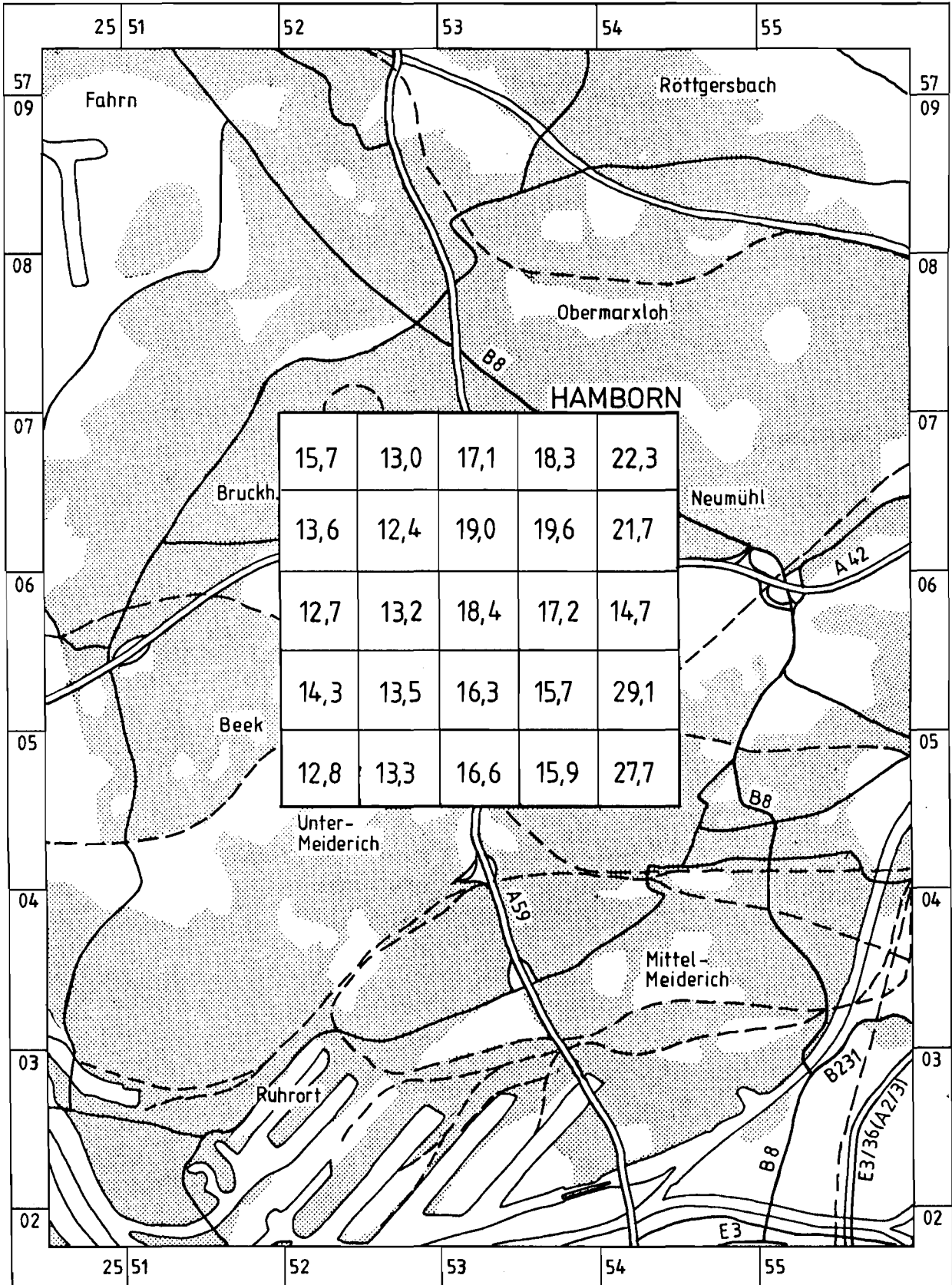


Abb. 12:  
Benzol-Immissionsbelastung, Untersuchungsgebiet: Duisburg-Hamborn  
Beurteilungsfläche: 0,25 km<sup>2</sup>, Meßzeit: 16.08.1982-15.02.1983  
□ arithmetischer Mittelwert in µg/m<sup>3</sup>

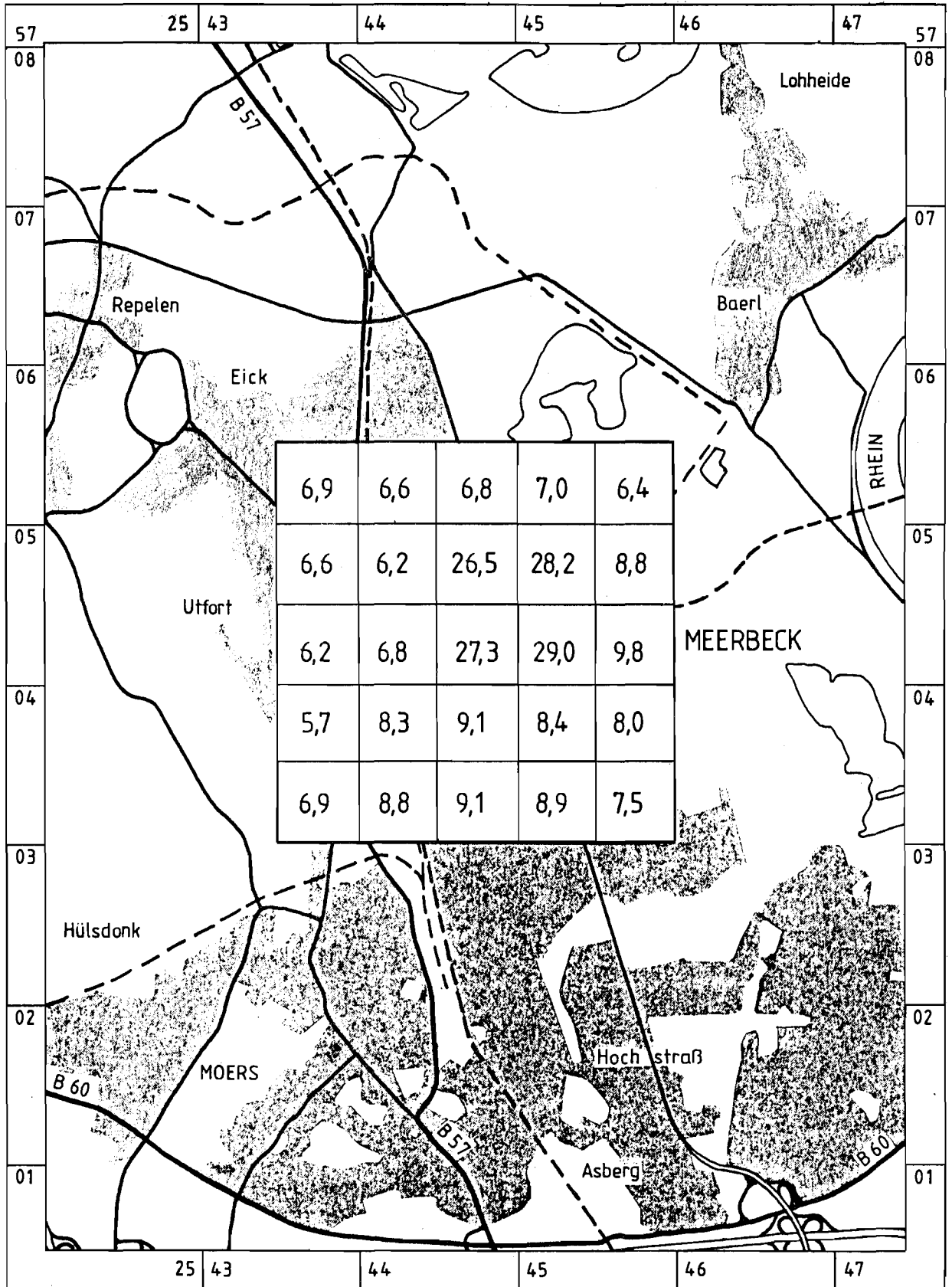


Abb. 13:  
 Benzol-Immissionsbelastung, Untersuchungsgebiet: Moers-Meerbeck  
 Beurteilungsfläche: 0,25 km<sup>2</sup>, Meßzeit: 20.08.1982-21.02.1983  
 □ arithmetischer Mittelwert in µg/m<sup>3</sup>

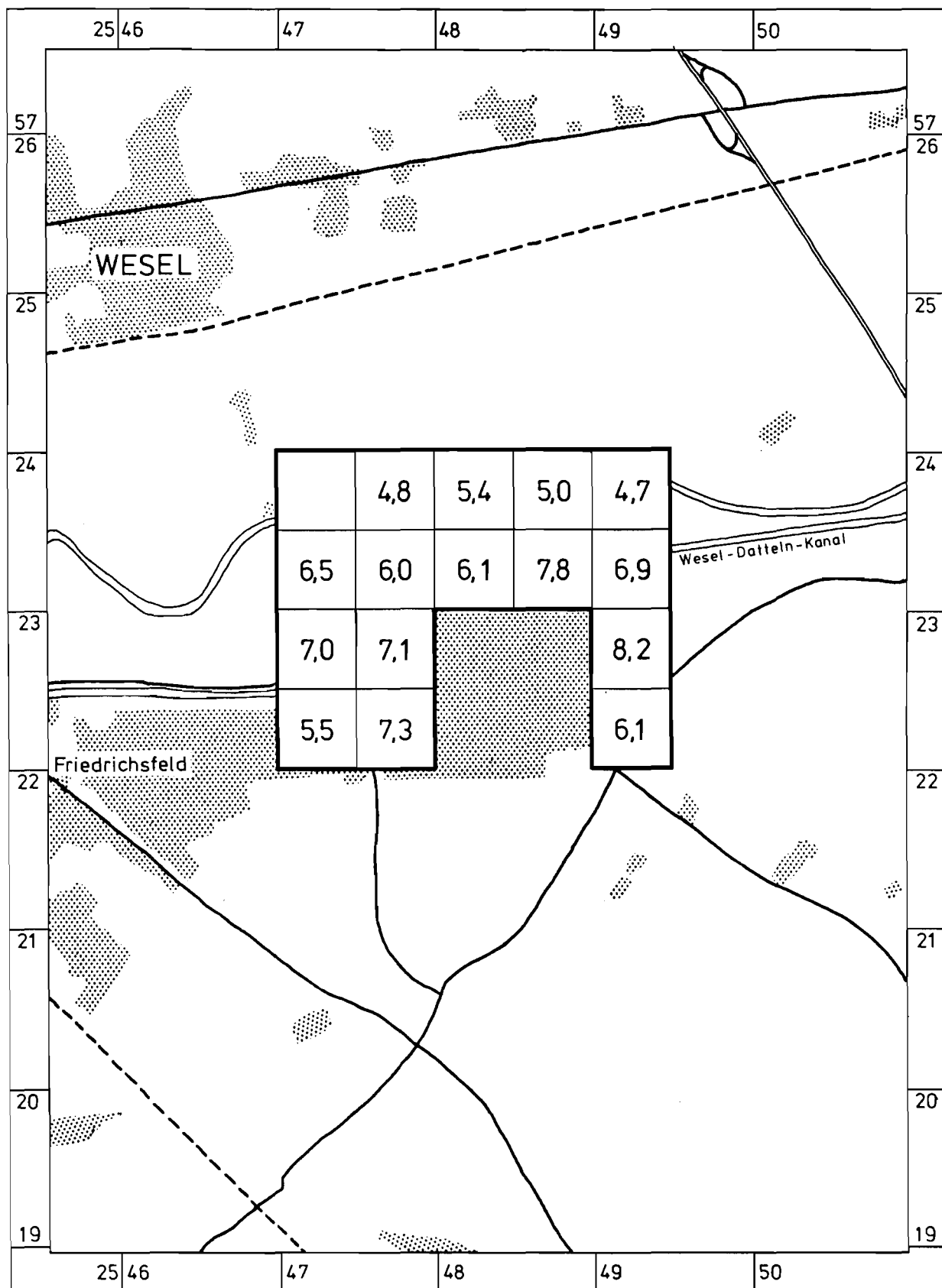


Abb. 14:  
Benzol-Immissionsbelastung, Untersuchungsgebiet: Bucholtswelmen  
Beurteilungsfläche: 0,25 km<sup>2</sup>, Meßzeit: 17.08.1981-13.08.198  
□ arithmetischer Mittelwert (Jahresmittelwert) in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$



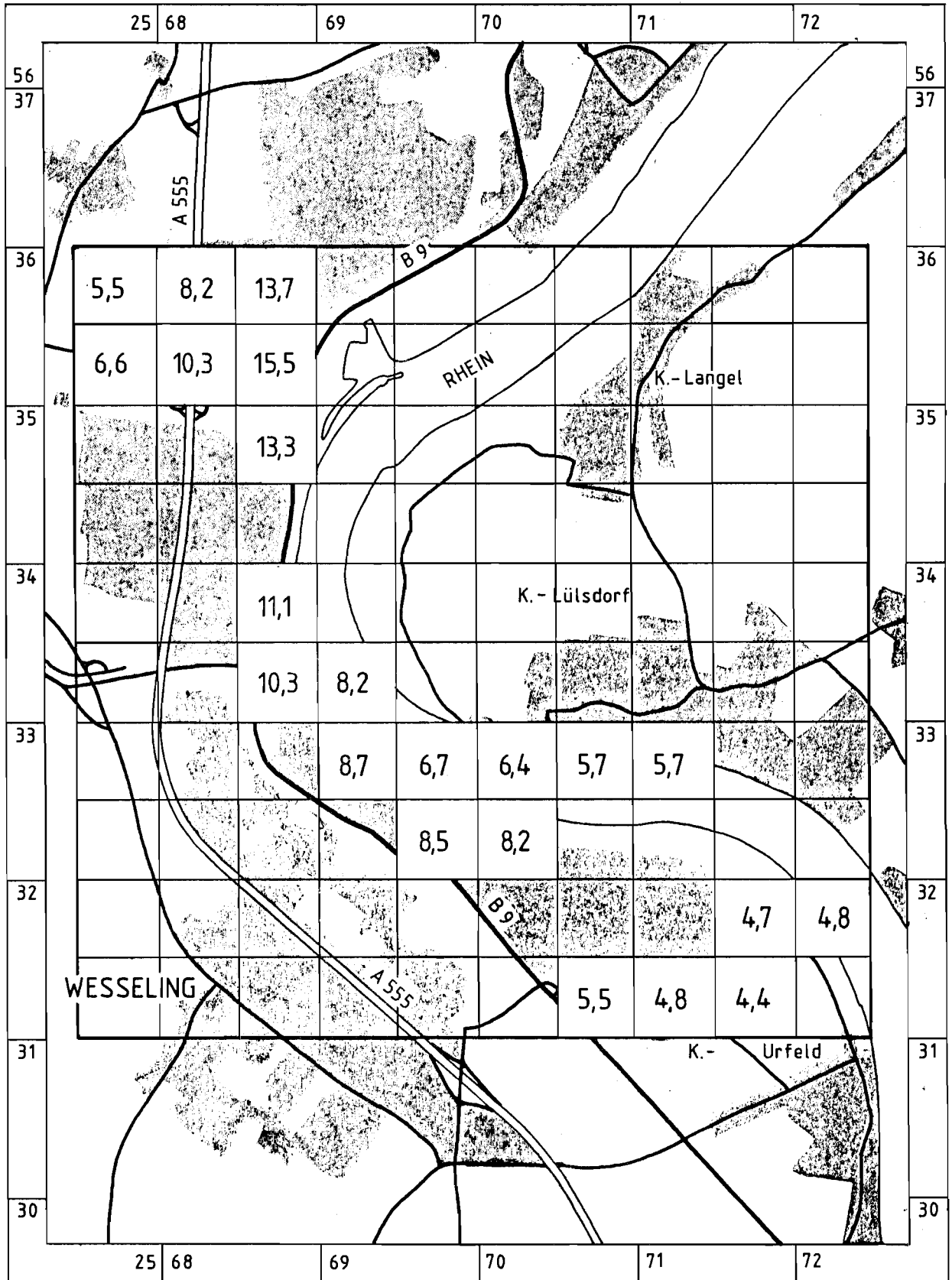


Abb. 15:  
 Benzol-Immissionsbelastung, Untersuchungsgebiet: Godorf/Wesseling  
 Beurteilungsfläche: 0,25 km<sup>2</sup>, Meßzeit: 07.01.1983-29.12.1983  
 □ arithmetischer Mittelwert (Jahresmittelwert) in µg/m<sup>3</sup>

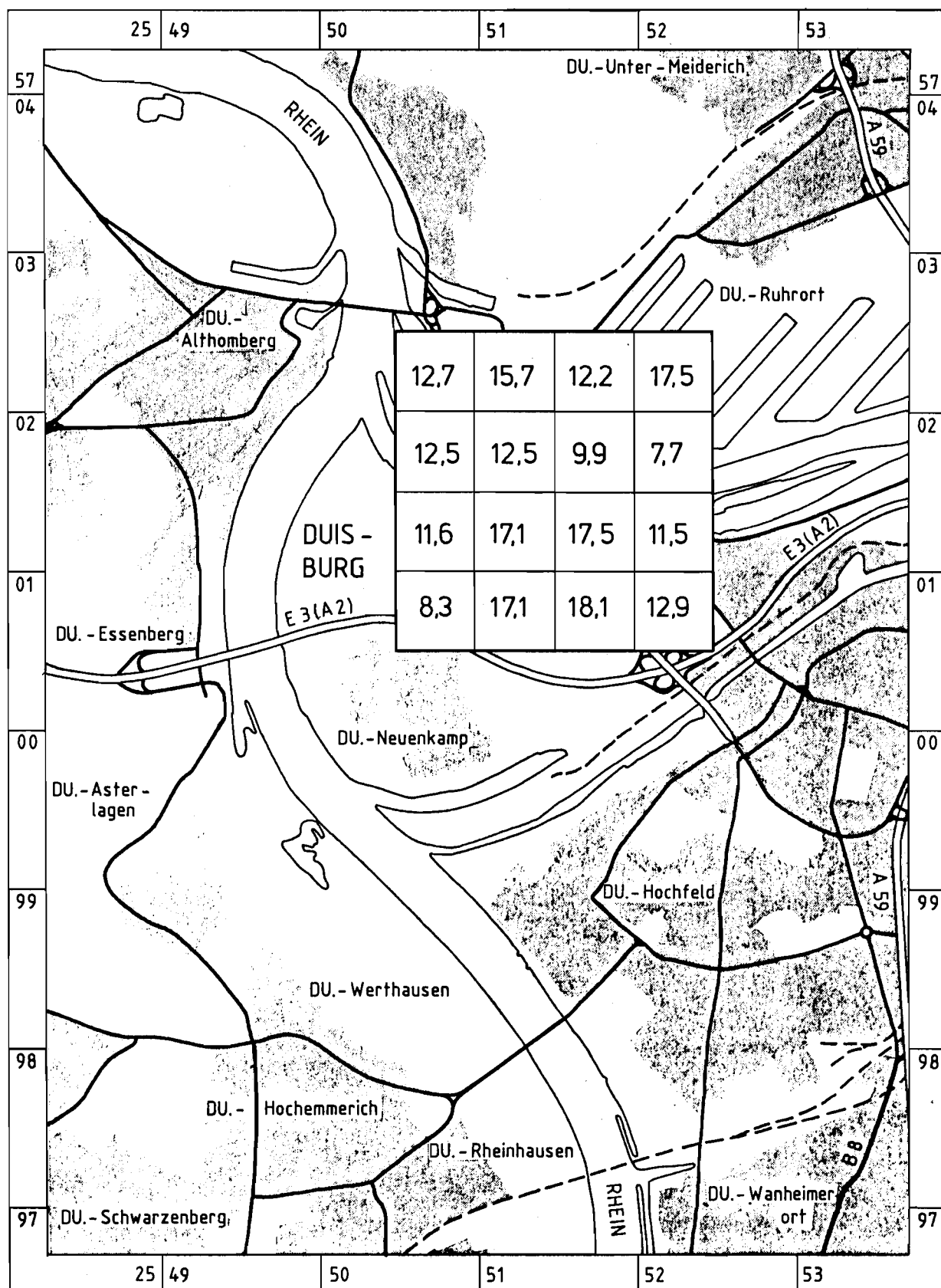


Abb. 16:  
Benzol-Immissionsbelastung, Untersuchungsgebiet: Duisburg-Ruhrort  
Beurteilungsfläche: 0,25 km<sup>2</sup>, Meßzeit: 12.01.1983-23.12.1983  
□ arithmetischer Mittelwert (Jahresmittelwert) in µg/m<sup>3</sup>

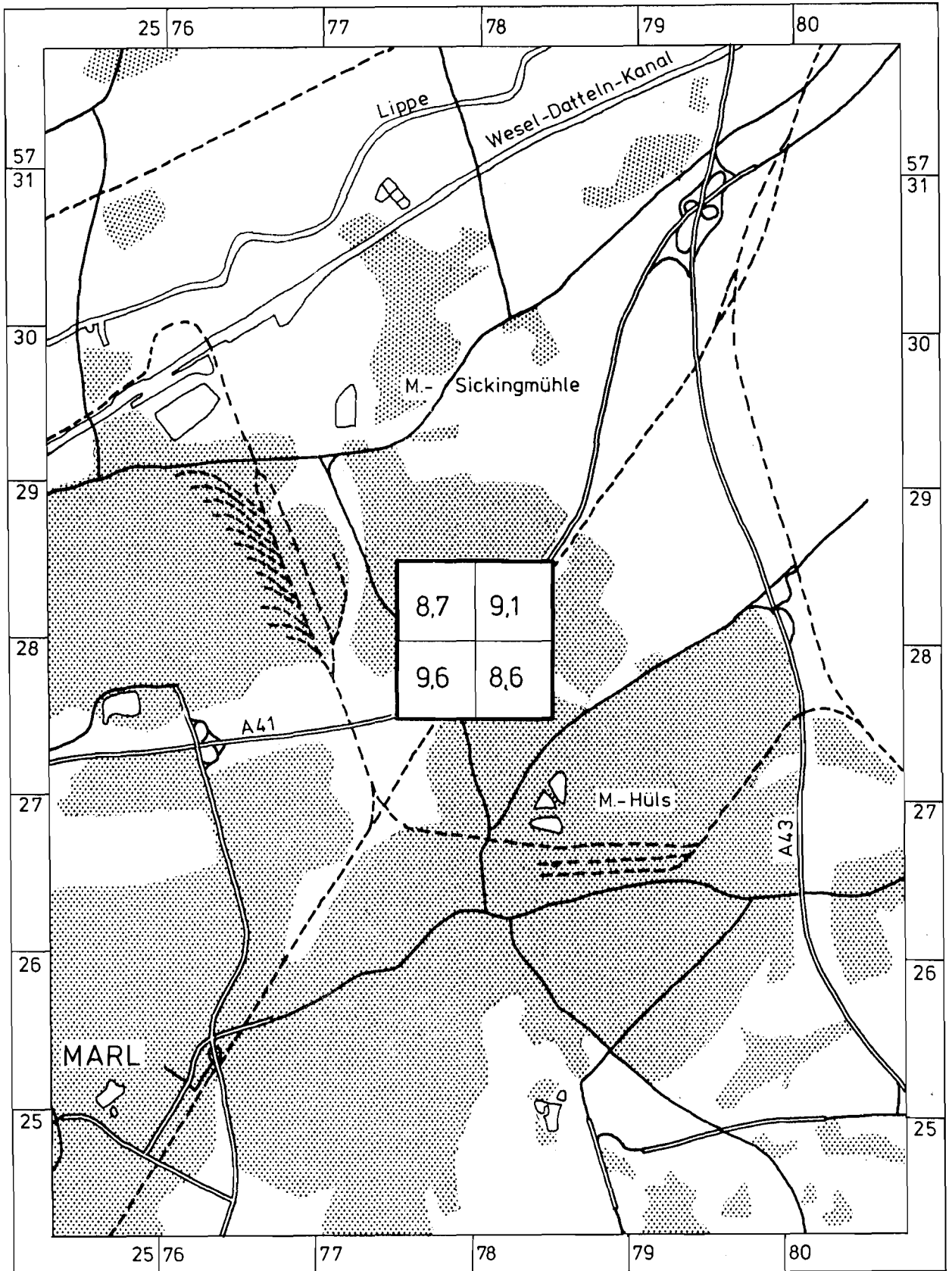


Abb. 17:  
 Benzol-Immissionsbelastung, Untersuchungsgebiet: Marl-Hüls/  
 Sickingmühle,  
 Beurteilungsfläche: 0,25 km<sup>2</sup>, Meßzeit: 17.08.1981-13.08.1982  
 □ arithmetischer Mittelwert (Jahresmittelwert) in µg/m<sup>3</sup>

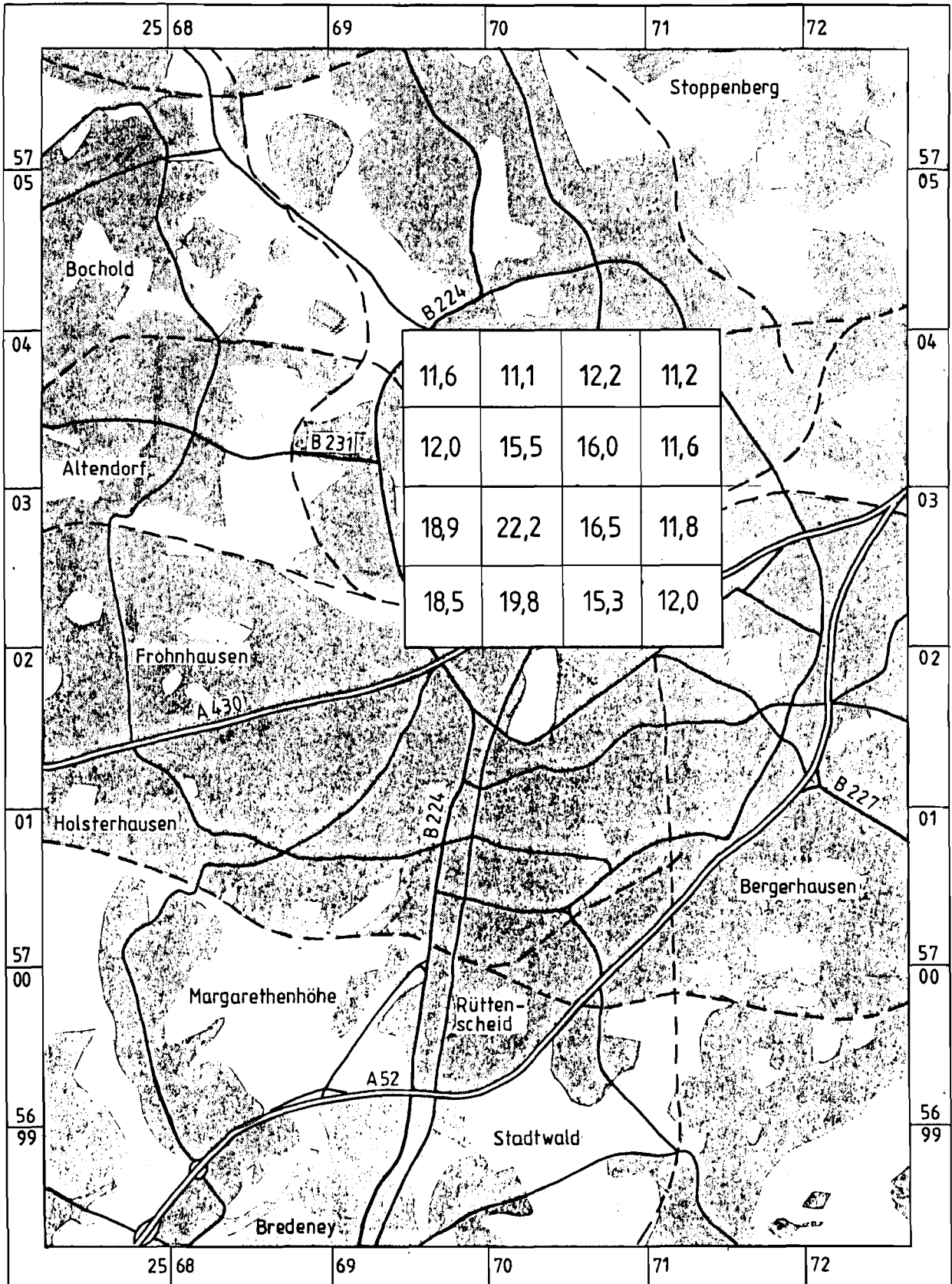


Abb. 18:  
Benzol-Immissionsbelastung, Untersuchungsgebiet: Essen-Zentrum  
Beurteilungsfläche: 0,25 km<sup>2</sup>, Meßzeit: 14.01.1983-20.12.1983  
□ arithmetischer Mittelwert (Jahresmittelwert) in µg/m<sup>3</sup>

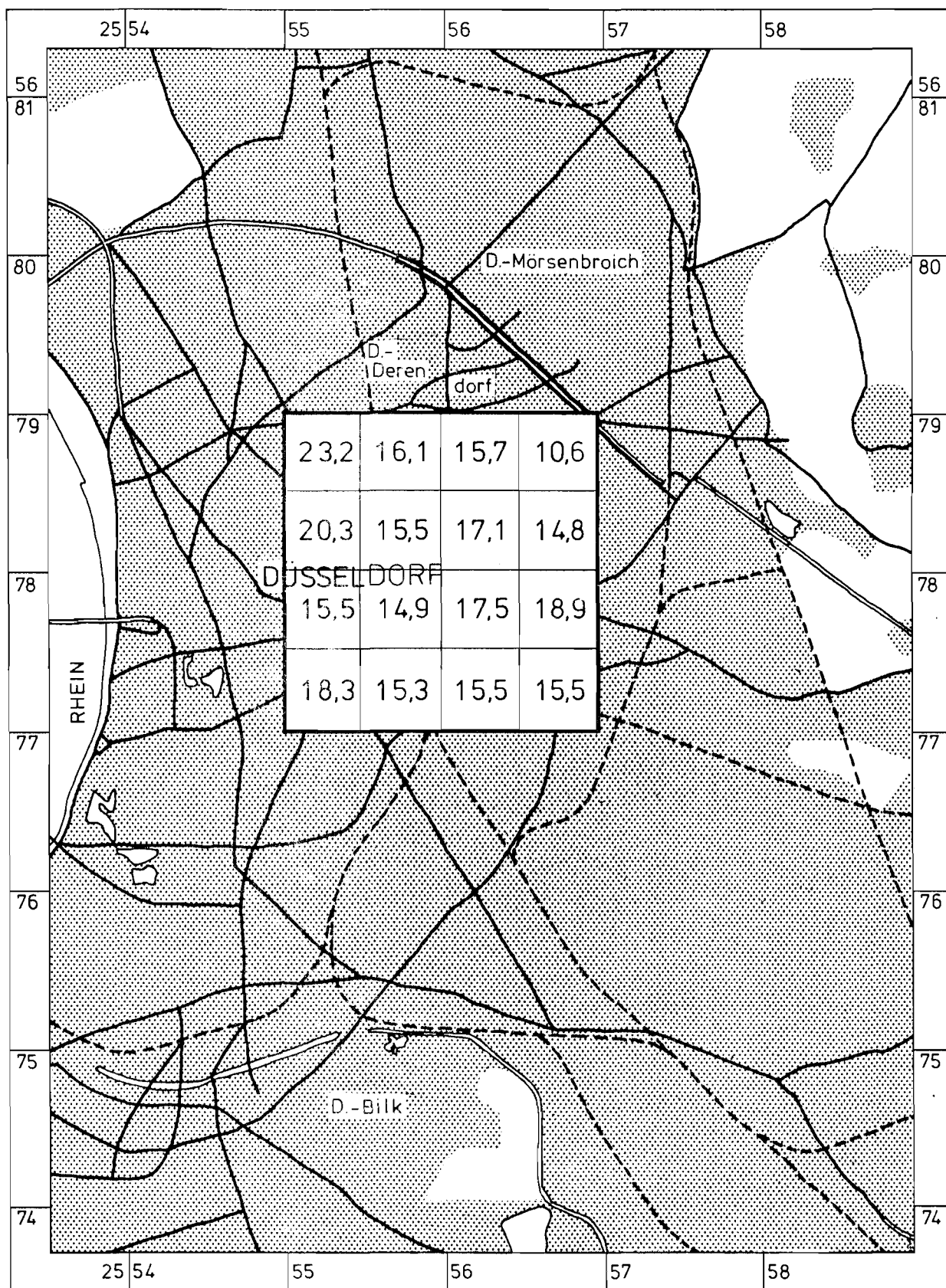


Abb. 19:

Benzol-Immissionsbelastung, Untersuchungsgebiet: Düsseldorf  
 Beurteilungsfläche: 0,25 km<sup>2</sup>, Meßzeit: 17.08.1981-13.08.1982

□ arithmetischer Mittelwert (Jahresmittelwert) in µg/m<sup>3</sup>

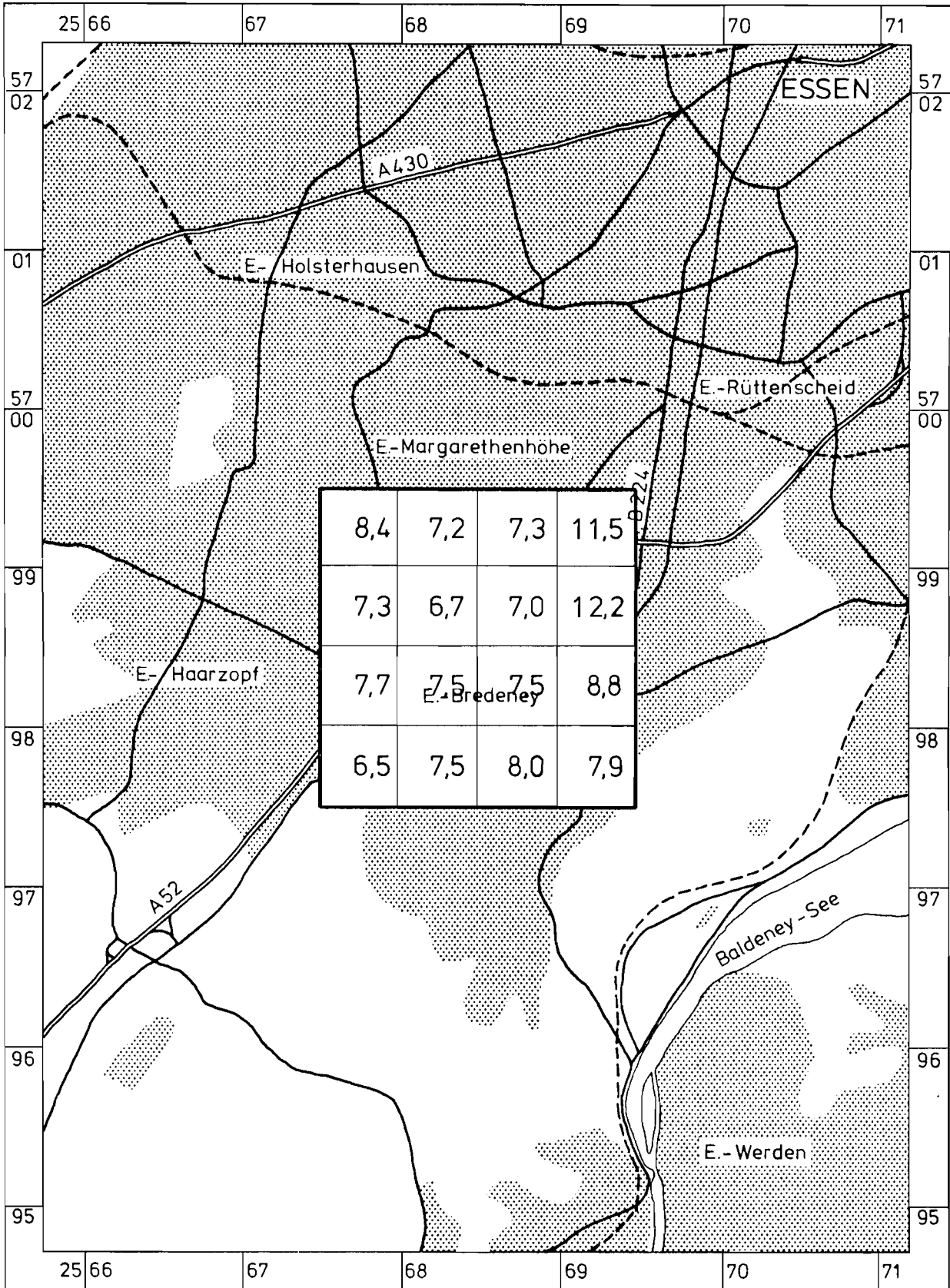


Abb. 20:  
Benzol-Immissionsbelastung, Untersuchungsgebiet: Essen-Bredenei  
Beurteilungsfläche: 0,25 km<sup>2</sup>, Meßzeit: 17.08.1981-13.08.1982  
□ arithmetischer Mittelwert (Jahresmittelwert) in µg/m<sup>3</sup>

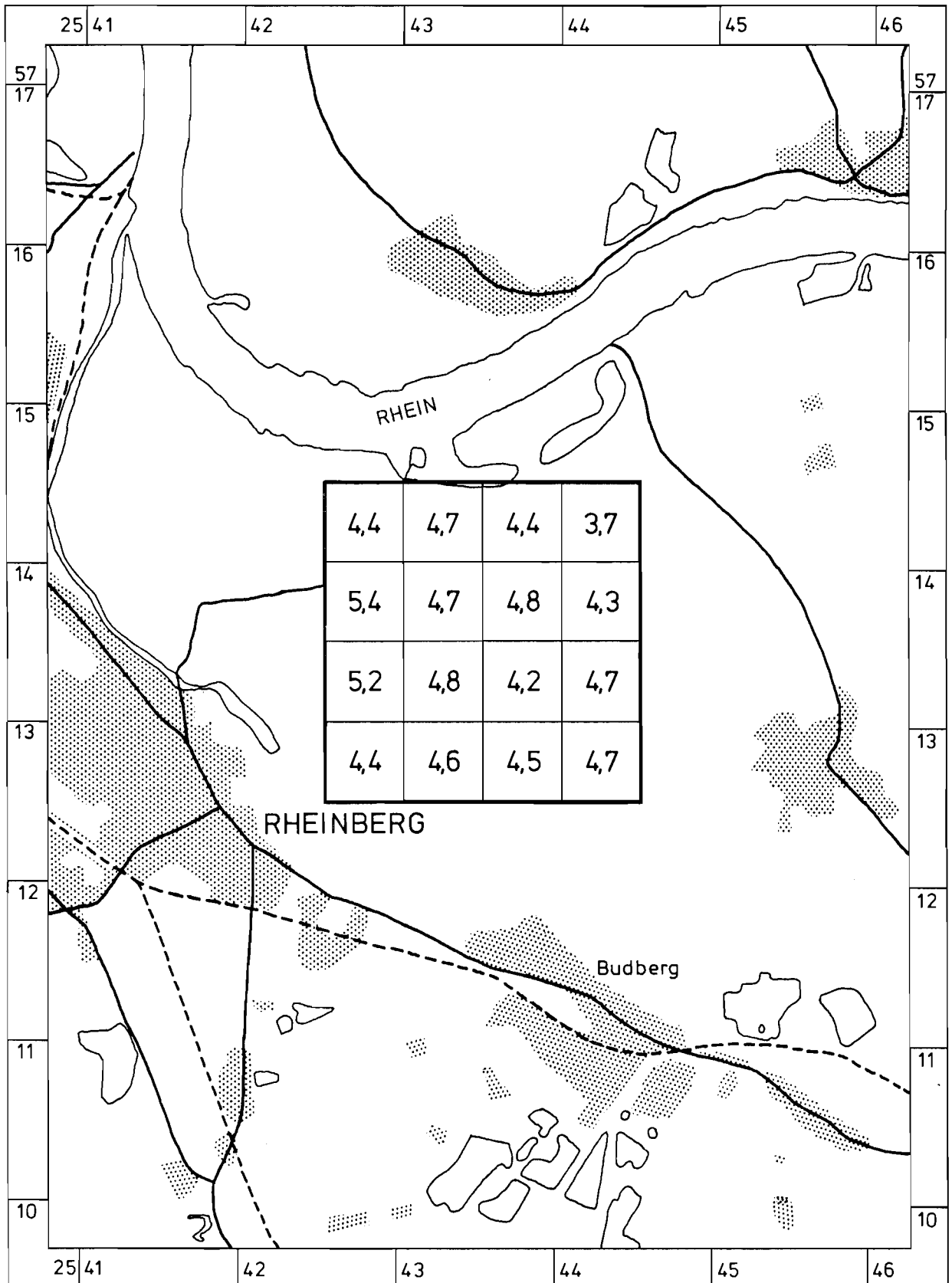


Abb. 21:  
 Benzol-Immissionsbelastung, Untersuchungsgebiet: Rheinberg-Eversael  
 Beurteilungsfläche: 0,25 km<sup>2</sup>, Meßzeit: 17.08.1981-13.08.1982  
 □ arithmetischer Mittelwert (Jahresmittelwert) in µg/m<sup>3</sup>

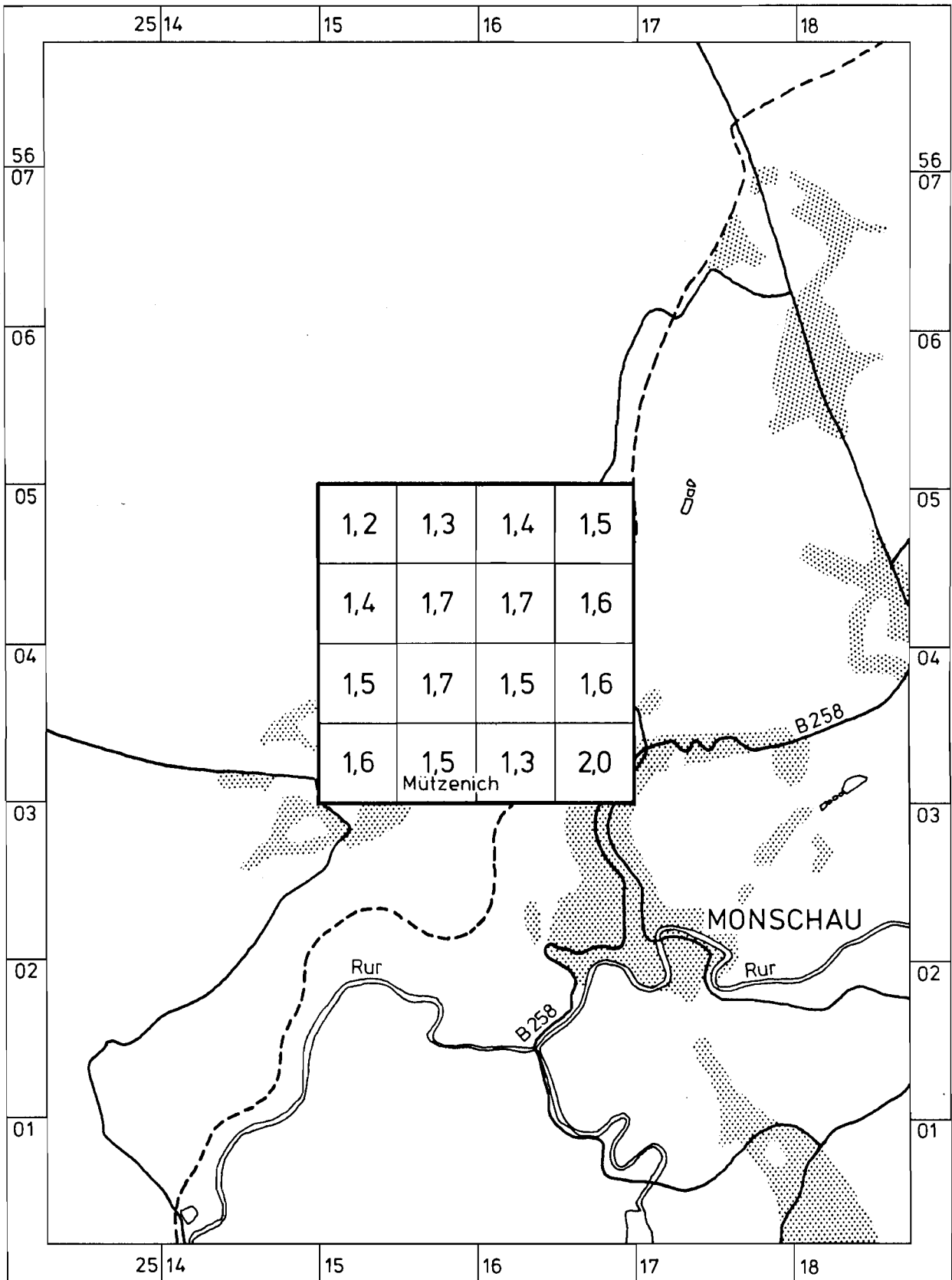


Abb. 22:

Benzol-Immissionsbelastung, Untersuchungsgebiet: Monschau  
 Beurteilungsfläche: 0,25 km<sup>2</sup>, Meßzeit: 17.08.1981-13.08.1982  
 □ arithmetischer Mittelwert (Jahresmittelwert) in µg/m<sup>3</sup>



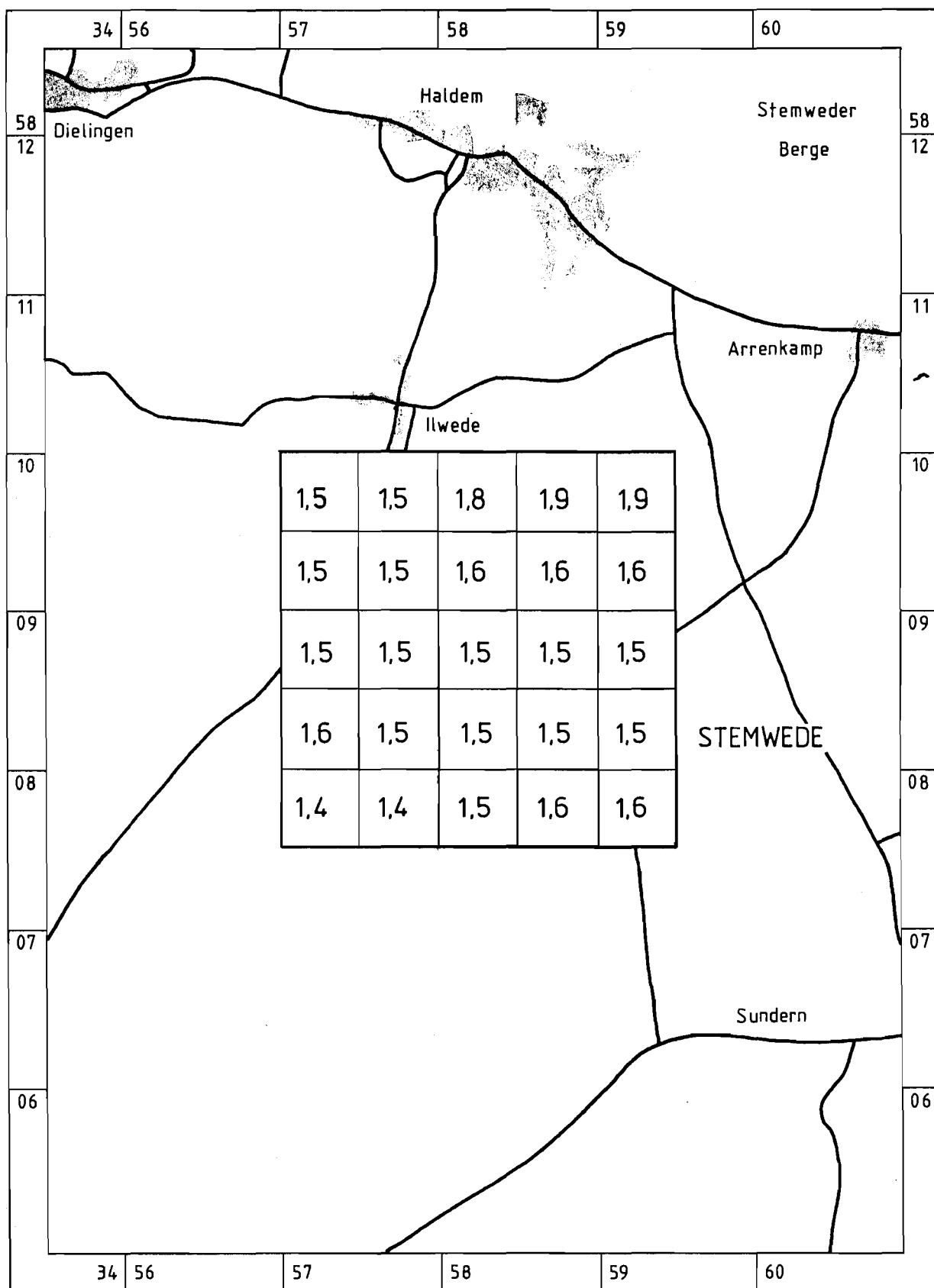


Abb. 23:

Benzol-Immissionsbelastung, Untersuchungsgebiet: Stemwede  
 Beurteilungsfläche: 0,25 km<sup>2</sup>, Meßzeit: 18.08.1982-11.08.1983

□ arithmetischer Mittelwert (Jahresmittelwert) in µg/m<sup>3</sup>

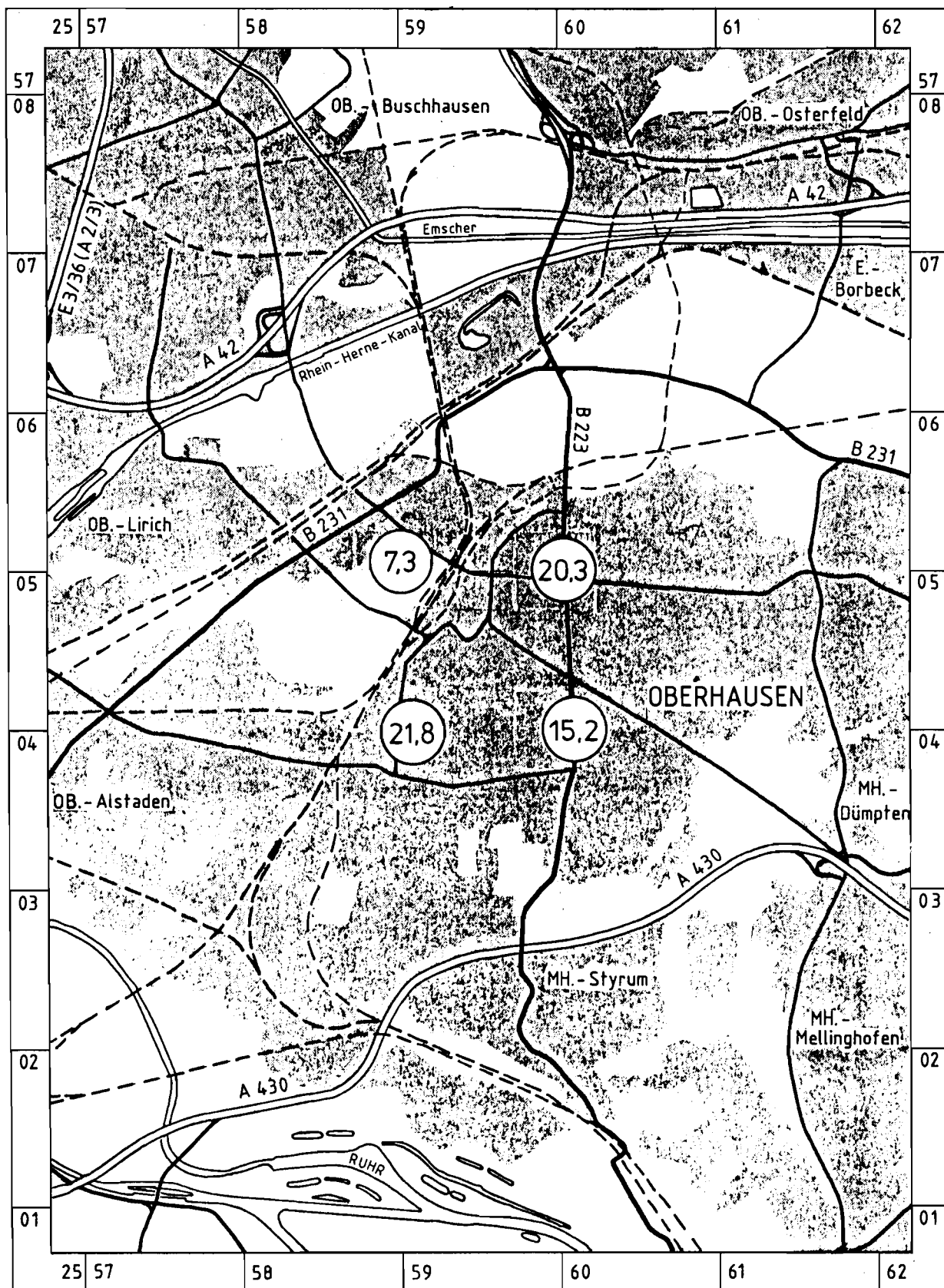


Abb. 24:  
Benzol-Immissionsbelastung, Untersuchungsgebiet: Oberhausen  
Beurteilungsfläche: 0,25 km<sup>2</sup>, Meßzeit: 09.1985-09.1986  
○ arithmetischer Mittelwert (Jahresmittelwert) in µg/m<sup>3</sup>

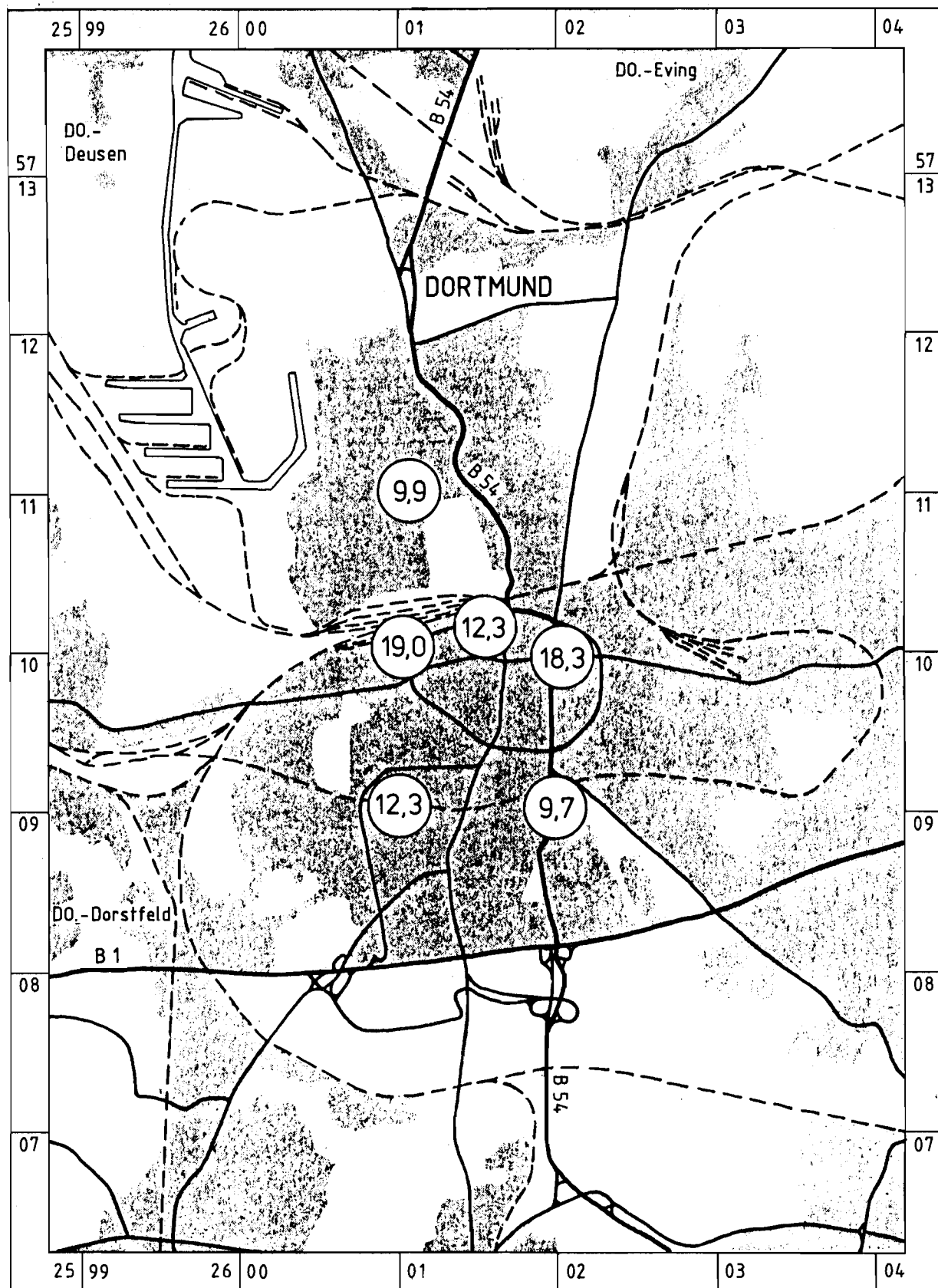


Abb. 25:

Benzol-Immissionsbelastung, Untersuchungsgebiet: Dortmund  
 Beurteilungsfläche: 0,25 km<sup>2</sup>, Meßzeit: 09.1985-09.1986

○ arithmetischer Mittelwert (Jahresmittelwert) in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

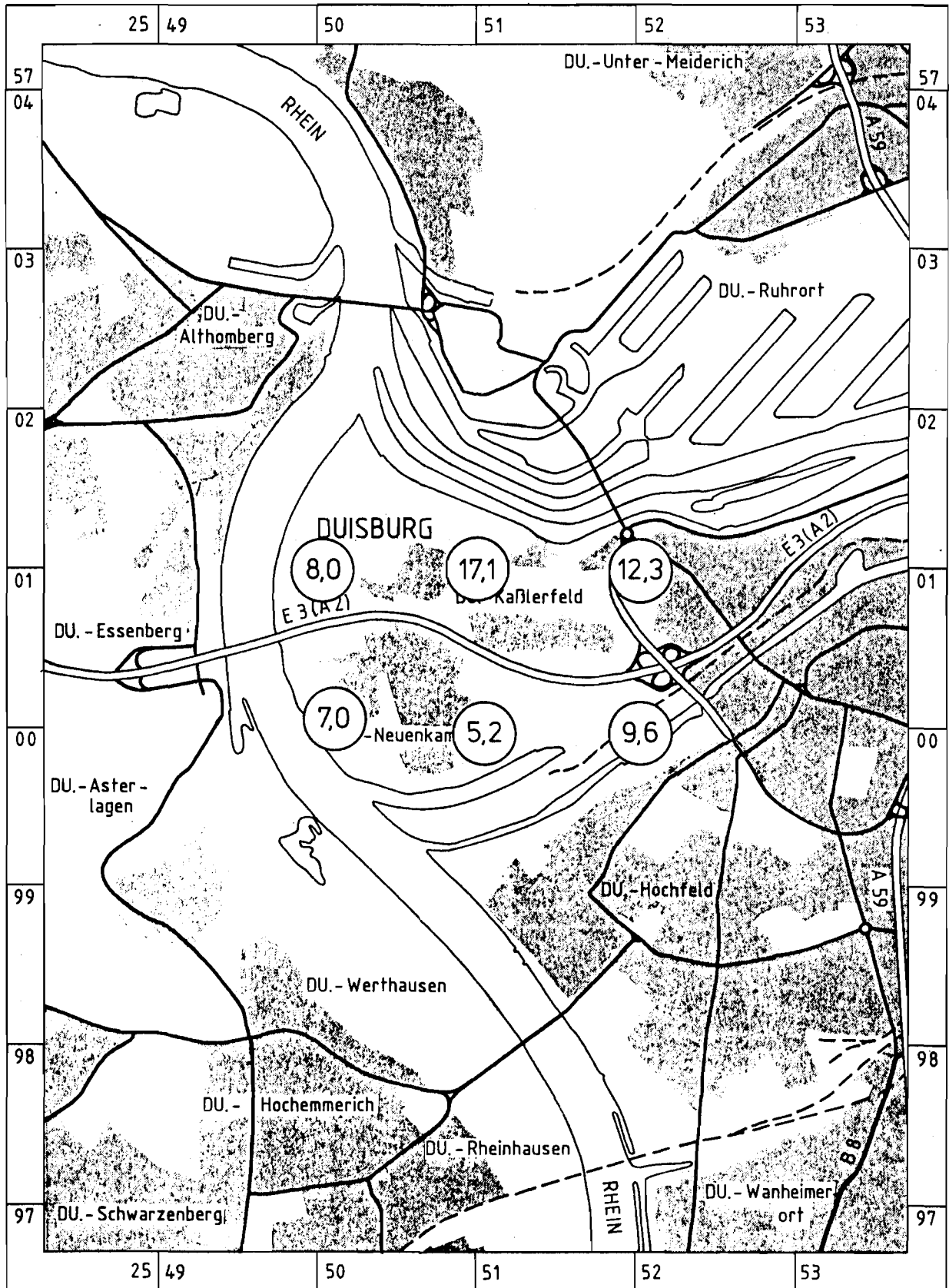


Abb. 26:

Benzol-Immissionsbelastung, Untersuchungsgebiet: Duisburg  
 Beurteilungsfläche: 0,25 km<sup>2</sup>, Meßzeit: 09.1985-09.1986

○ arithmetischer Mittelwert (Jahresmittelwert) in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

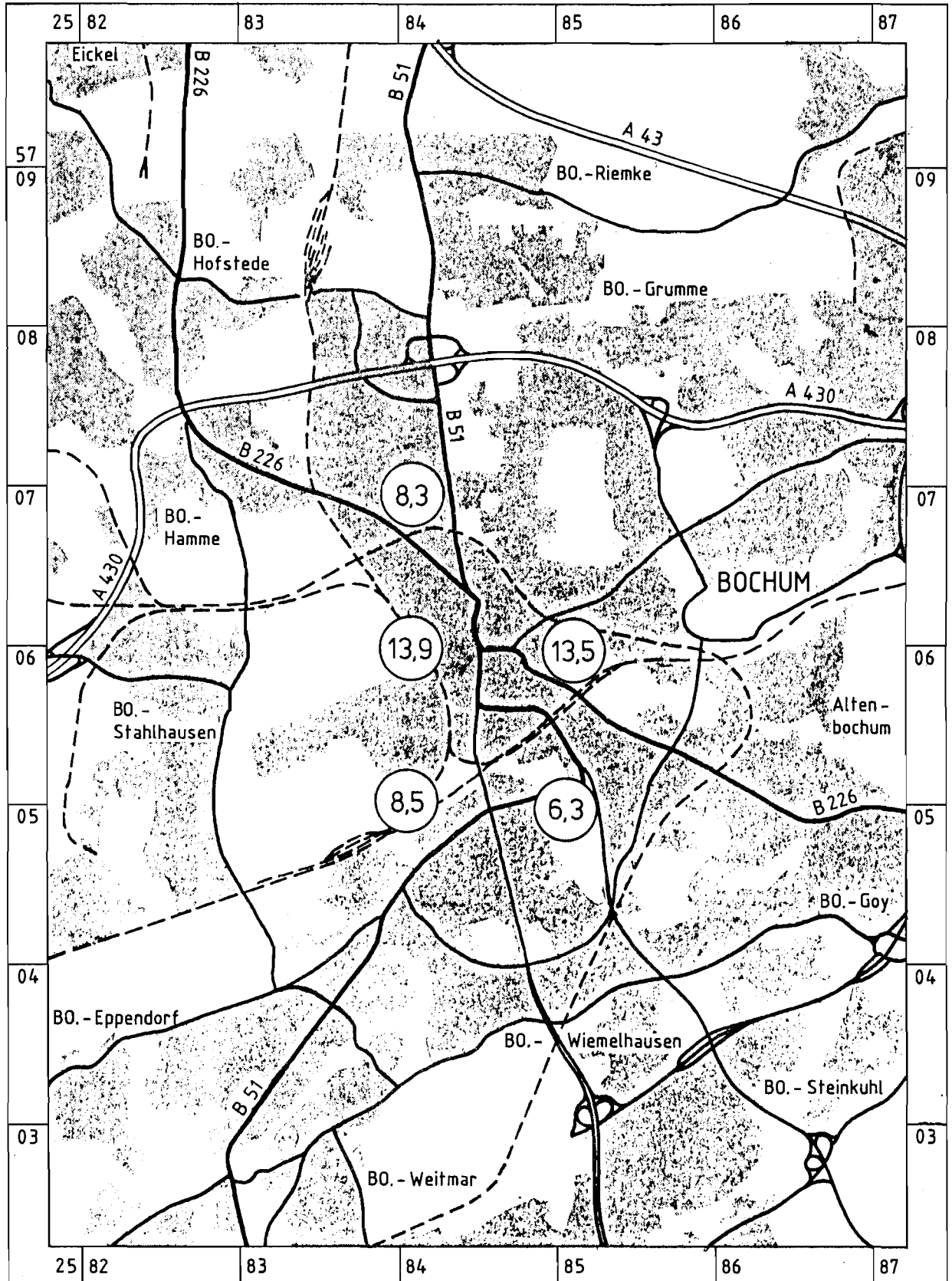


Abb. 27:

Benzol-Immissionsbelastung, Untersuchungsgebiet: Bochum

Beurteilungsfläche: 0,25 km<sup>2</sup>, Meßzeit: 09.1985-09.1986○ arithmetischer Mittelwert (Jahresmittelwert) in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

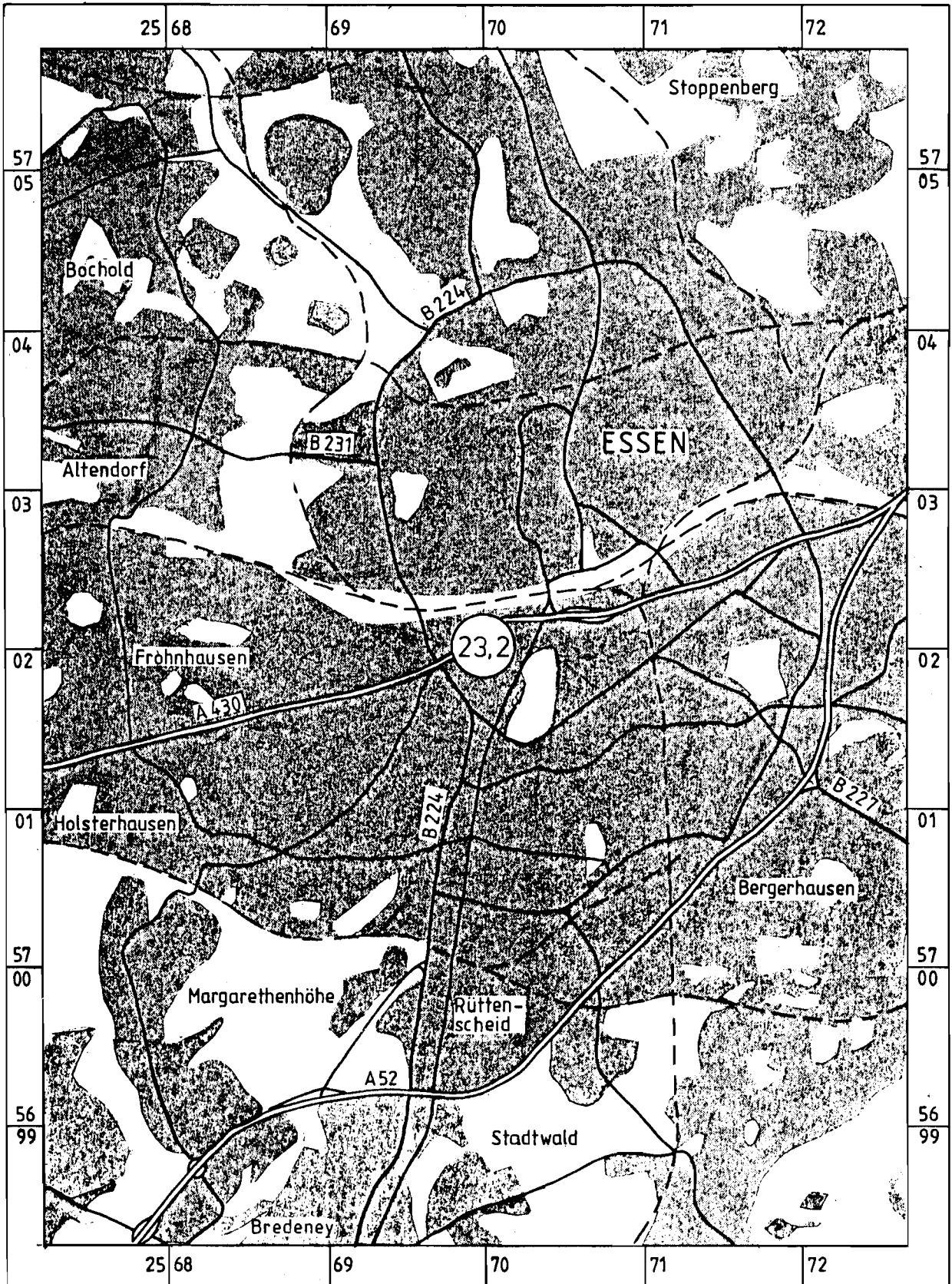


Abb. 28:  
 Benzol-Immissionsbelastung, Untersuchungsgebiet: Essen  
 Beurteilungsfläche: 0,25 km<sup>2</sup>, Meßzeit: 09.1985-09.1986  
 ○ arithmetischer Mittelwert (Jahresmittelwert) in µg/m<sup>3</sup>

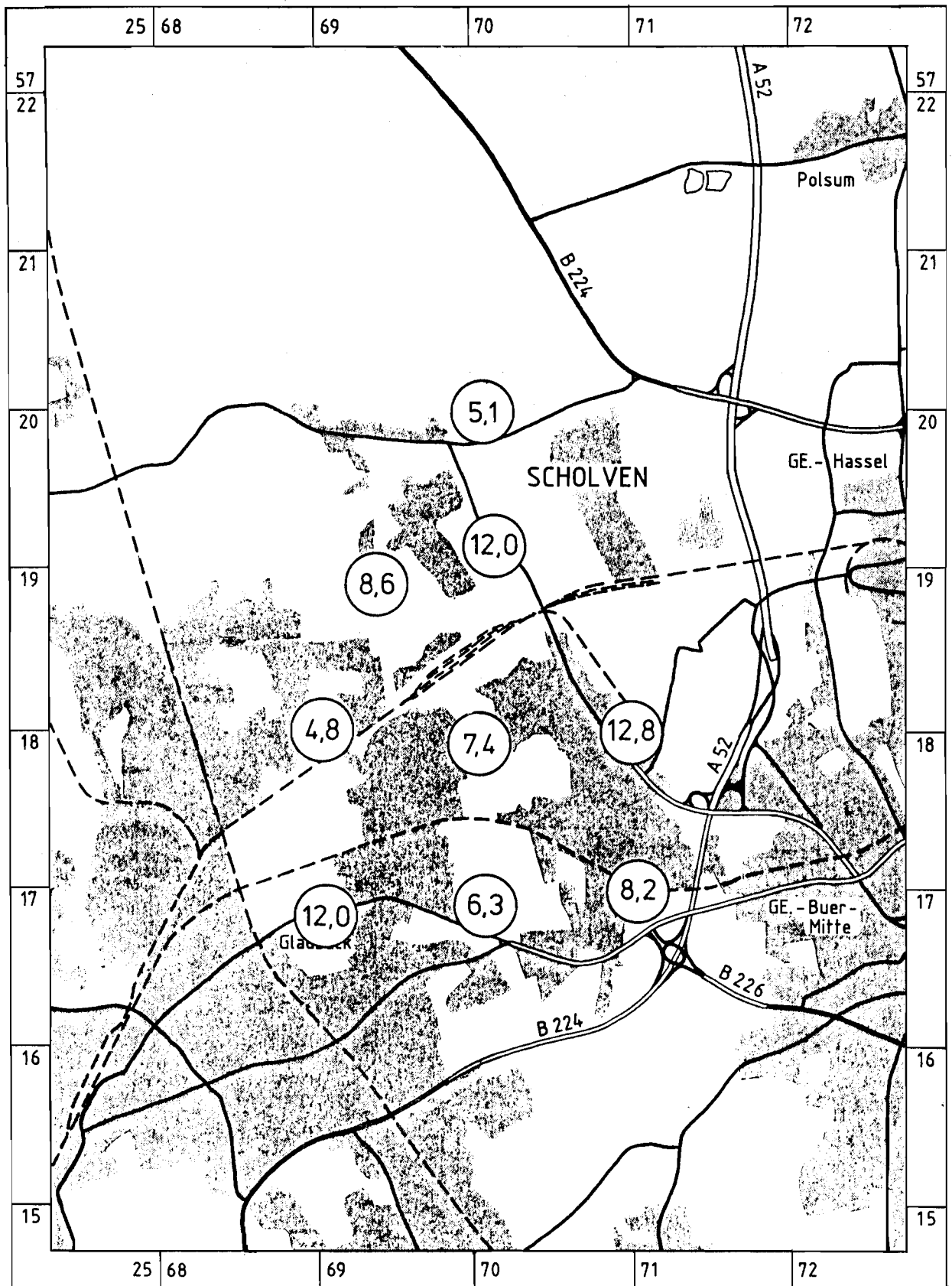


Abb. 29:  
Benzol-Immissionsbelastung, Untersuchungsgebiet: Gelsenkirchen  
Scholven,  
Beurteilungsfläche: 0,25 km<sup>2</sup>, Meßzeit: 09.1985-09.1986  
○ arithmetischer Mittelwert (Jahresmittelwert) in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

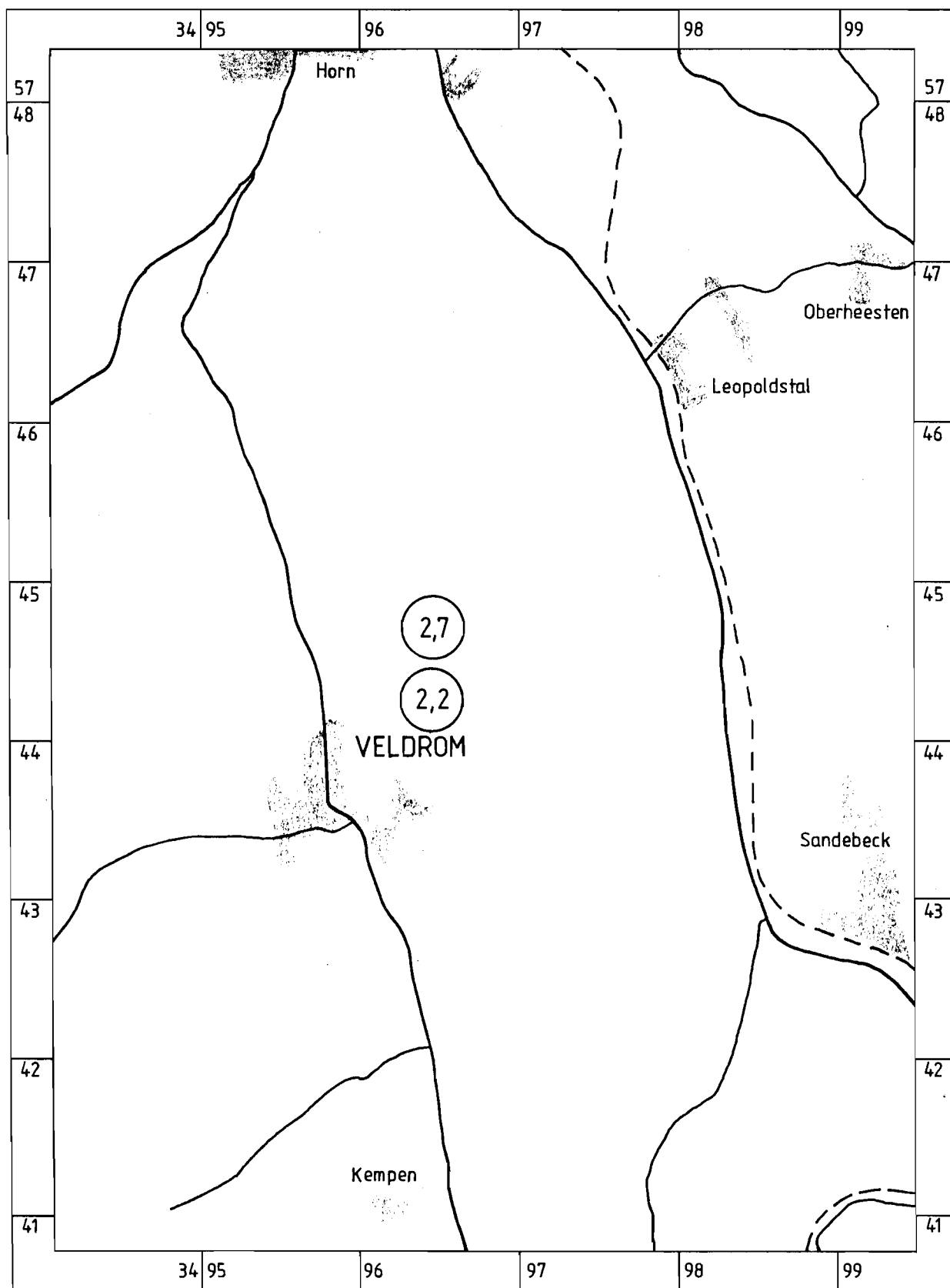


Abb. 30:

Benzol-Immissionsbelastung, Untersuchungsgebiet: Eggegebirge  
 Beurteilungsfläche: 0,25 km<sup>2</sup>, Meßzeit: 07.1983-08.1984

○ arithmetischer Mittelwert (Jahresmittelwert) in µg/m<sup>3</sup>



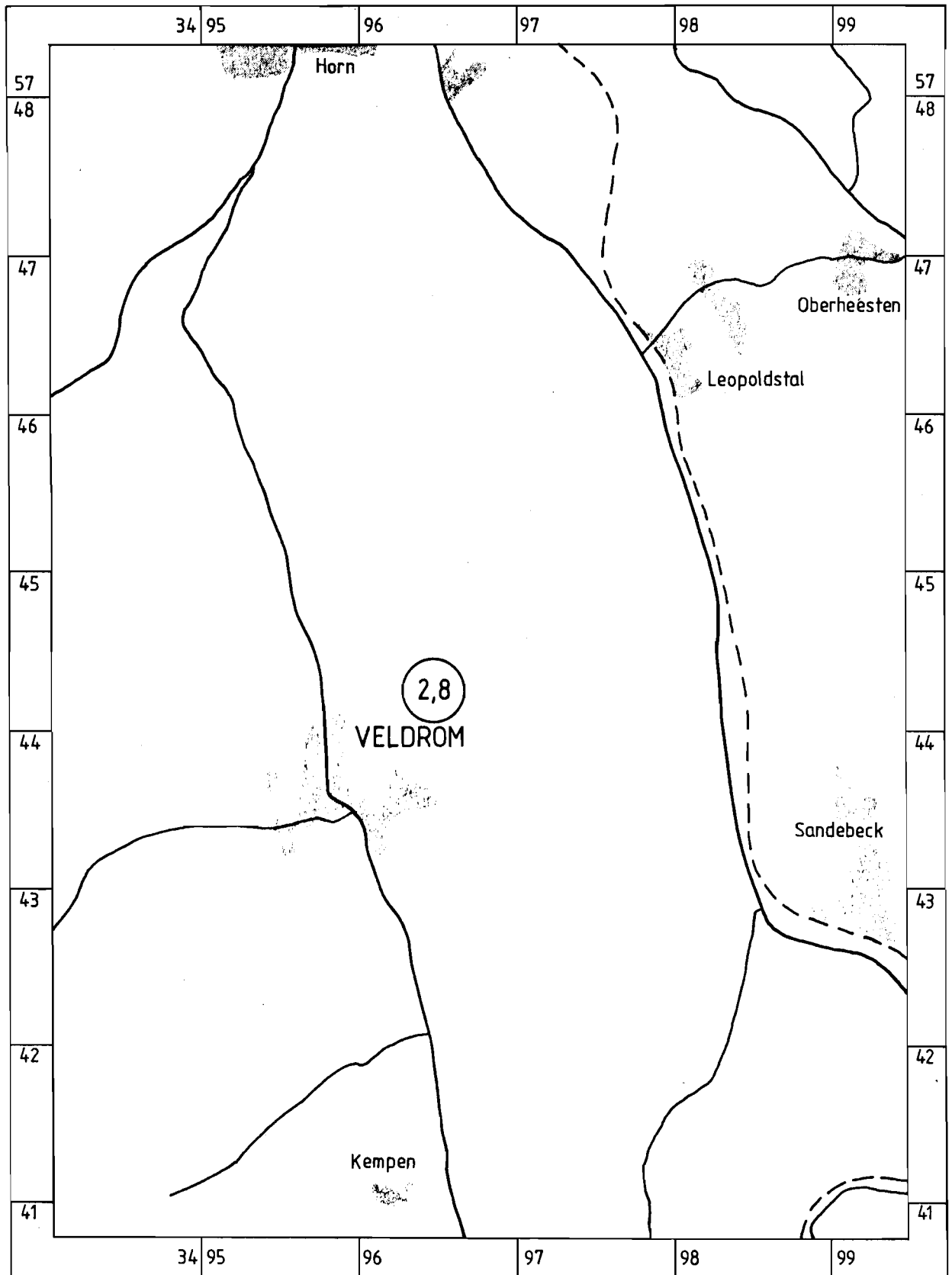


Abb. 31:  
 Benzol-Immissionsbelastung, Untersuchungsgebiet: Eggegebirge  
 Beurteilungsfläche: 0,25 km<sup>2</sup>, Meßzeit: 05.1985-05.1986  
 ○ arithmetischer Mittelwert (Jahresmittelwert) in µg/m<sup>3</sup>

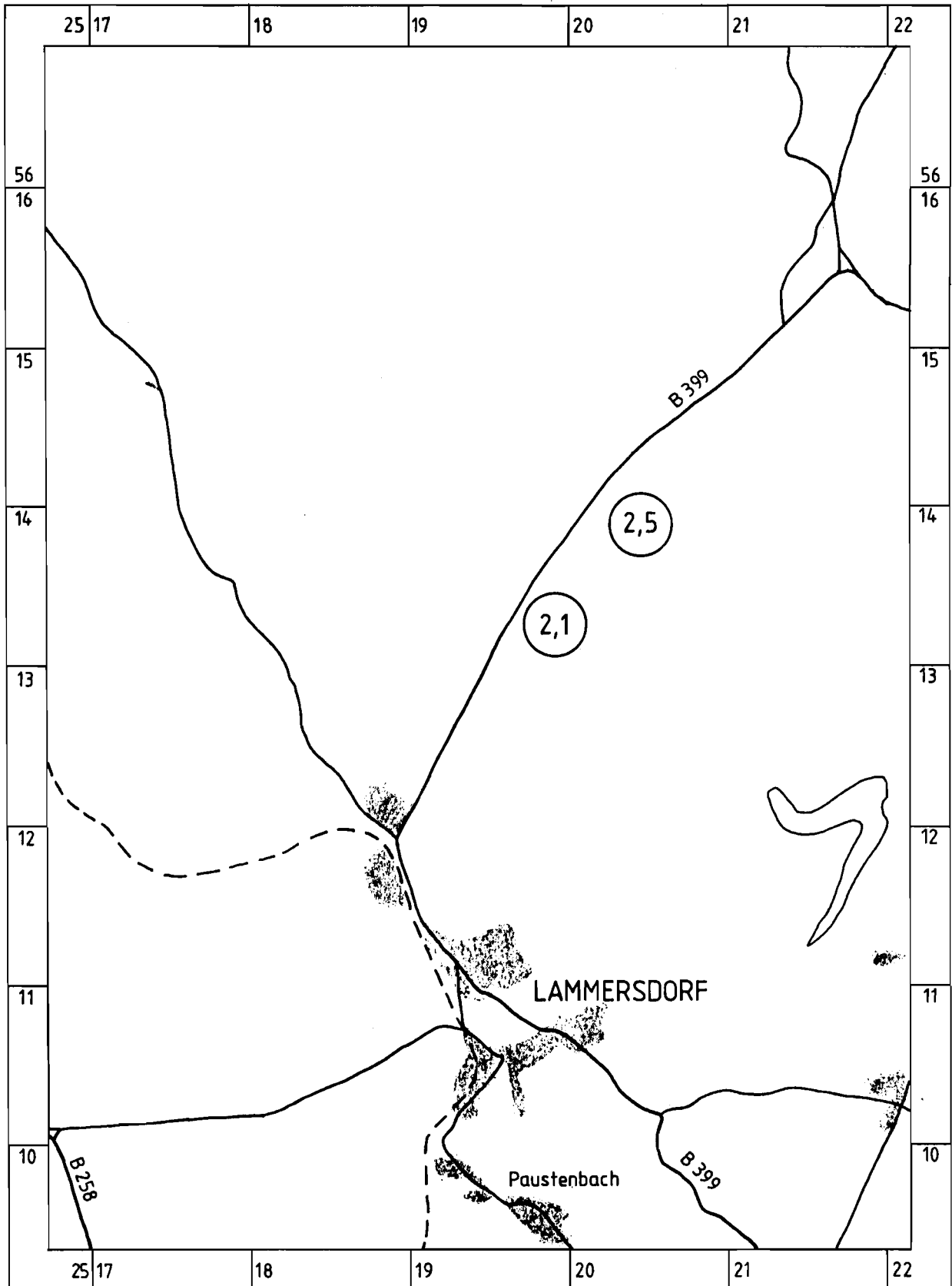


Abb. 32:  
Benzol-Immissionsbelastung, Untersuchungsgebiet: Eifel  
Beurteilungsfläche: 0,25 km<sup>2</sup>, Meßzeit: 07.1983-08.1984  
○ arithmetischer Mittelwert (Jahresmittelwert) in µg/m<sup>3</sup>

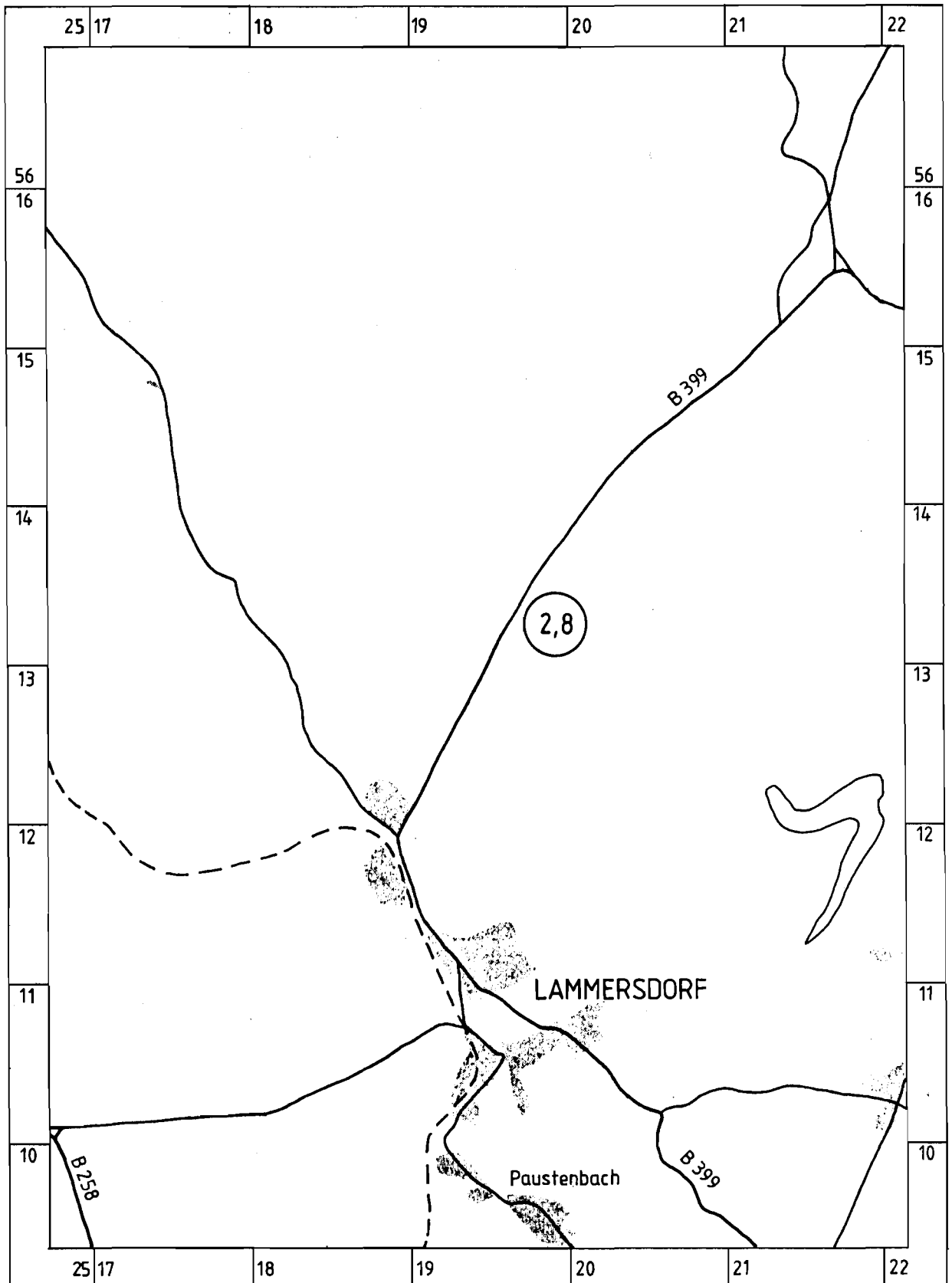


Abb. 33:  
 Benzol-Immissionsbelastung, Untersuchungsgebiet: Eifel  
 Beurteilungsfläche: 0,25 km<sup>2</sup>, Meßzeit: 05.1985-05.1986  
 ○ arithmetischer Mittelwert (Jahresmittelwert) in µg/m<sup>3</sup>

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. Sie werden - soweit nicht vergriffen - Interessenten auf Anforderung kostenlos zur Verfügung gestellt. Alle LIS-Berichte - auch die vergriffenen - stehen Interessenten in zahlreichen Universitäts- und Hochschulbibliotheken zur Einsichtnahme und Ausleihe zur Verfügung.

Anforderungen sind zu richten an die

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

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

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

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

- Berichte-Nr. 47: BEIER, R.:  
Kohlenwasserstoffbelastung in Ahlen - eine statistische Analyse -. (1984)
- Berichte-Nr. 48: SCHADE, H.:  
(vergriffen) Prognose der Schadstoffemissionen aus Verbrennungsanlagen im Belastungsgebiet Rheinschiene-Süd für die Jahre 1985 und 1990. (1984)
- Berichte-Nr. 49: STRATMANN, H.:  
Wirkungen von Luftverunreinigungen auf die Vegetation.  
Bewertung der Luftanalyse auf der Grundlage weiterentwickelter Dosis-  
Wirkungsbeziehungen für Schwefeldioxid und Ozon zur Ursachenaufklärung der  
neuartigen Waldschäden. (1984)
- Berichte-Nr. 50: GOLDBERG, K.H.:  
(vergriffen) Untersuchungen zu Schießlärmminderungen, dargestellt an Fallbeispielen. (1984)
- Berichte-Nr. 51: HERPERTZ, E., J. ASSMANN, D. KRANE, E. HARTMANN, B. STECK, E. BREWIG und  
(vergriffen) J. KROCHMANN:  
Messen und Beurteilen von Lichtimmissionen (1984).
- Berichte-Nr. 52: Pfeffer, H.-U.:  
(vergriffen) Qualitätssicherung in automatischen Immissionsmeßnetzen.  
Teil 3: Ringversuche der staatlichen Immissions- Meß- und Erhebungsstellen in der  
Bundesrepublik Deutschland (STIMES).  
Ergebnisse für die Komponenten SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub> und CO. (1984).
- Berichte-Nr. 53: BEIER, R.:  
(vergriffen) Zur Planung und Auswertung von Immissionsmessungen gemäß TA-Luft 1983. (1985).
- Berichte-Nr. 54: BRÖKER, G. und H. GLIWA:  
Polychlorierte Dibenzo-Dioxine und Furane in den Filterstäuben und Schlacken der  
zwölf Hausmüllverbrennungsanlagen in Nordrhein-Westfalen sowie einiger  
Sondermüllverbrennungsanlagen. (1985).
- Berichte-Nr. 55: KÜLSKE, S., J. GIEBEL, H.-U. PFEFFER und R. BEIER:  
ANALYSE der Smoglage vom 16. bis 21. Januar 1985 im Rhein-Ruhr-Gebiet.  
Teil 1: Text- und Bildband. (1985).  
Teil 2: Meßergebnisse. (1985).
- Berichte-Nr. 56: SPLITTGERBER, H., M. KLEIN und P. NEUTZ:  
Untersuchungen zur Ermittlung der Wahrnehmungsschwelle bei Einwirkung von  
Erschütterungen auf den Menschen - Beschreibung der Versuchsanlage - (1985).
- Berichte-Nr. 57: PRINZ, B., J. HRADETZKY, H.-U. PFEFFER, H.W. ZÖTTL und H.-K. LICHTENTHALER:  
(vergriffen) Forschungsergebnisse zur Problematik der neuartigen Waldschäden. (1985).
- Berichte-Nr. 58: GIEBEL, J. und W. STRAMPLAT:  
Untersuchung über die Eignung des Korrelationsspektrometers Cospec V zur  
Bestimmung des Transportes von Schwefeldioxid bzw. Stickstoffdioxid. (1986).
- Berichte-Nr. 59: PRINZ, B., D. SCHWELA, E. KOCH, S. GANSER und T. EIKMANN:  
Untersuchungen zum Einfluß von Luftverunreinigungen auf die Häufigkeit von  
Pseudokrupperkrankungen im Stadtgebiet Essen. (1986).
- Berichte-Nr. 60: MANNS, H. und H. GIES:  
Ergebnis der Erprobung des automatischen Ozon-Meßgerätes Dasibi, Typ 1008 AH  
(1986).
- Berichte-Nr. 61: SPLITTGERBER, H.:  
(vergriffen) Messung und Beurteilung von Erschütterungsmissionen - Vergleich verschiedener  
Verfahren - (1986).
- Berichte-Nr. 62: BUCK, M. und P. KIRSCHMER:  
(vergriffen) Immissionsmessungen polychlorierter Dibenzo-p-Dioxine und Dibenzofurane in  
Nordrhein-Westfalen. (1986).
- Berichte-Nr. 62: BUCK, M. und P. KIRSCHMER:  
Measurements of Polychlorinated Dibenzo-p-dioxins and Dibenzofurans in Outdoor  
Air. (Übersetzung des 1986 erschienenen LIS-Berichtes Nr. 62).  
(1987).

- Berichte-Nr. 63: GIEBEL, J.:  
Untersuchung über die praktische Anwendung eines numerischen Ausbreitungsmodells  
(K-Modell) für die Praxis der Immissions-Simulation. (1986)
- Berichte-Nr. 64: WINKLER, H.D.:  
Thalliumemissionen bei der Zementherstellung - Ursachen und Minderungsmaßnahmen -  
(1986).
- Berichte-Nr. 65: WIETLAKE, K.H.:  
(vergriffen) Erschütterungseinwirkung durch Exzenter-Schmiedepressen und ihre Minderung durch  
Direktabfederung.  
(1986)
- Berichte-Nr. 66: Viertes Symposium über die Technik der Kernreaktorfernüberwachungssysteme am  
8. und 9.10.1986 in der LIS, Essen.  
(1986).
- Berichte-Nr. 67: ASSMANN, H.:  
(vergriffen) Hinweise zur Prognose von Geräuschimmissionen im Rahmen von Genehmigungsverfahren  
nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz.  
(1986)
- Berichte-Nr. 68: MANNS, H. und H. GIES:  
(vergriffen) Erprobung des Schwebstaubmeßgerätes FH 62 I 3 m<sup>3</sup>/h für die automatisierte Immis-  
sionsmessung.  
(1986)
- Berichte-Nr. 69: BEINE, H.:  
Phosphorsäureester und verwandte Verbindungen - Umweltrelevanz und luftanalyti-  
sche Bestimmung.  
(1987)
- Berichte-Nr. 70: BUCK, M. und H.-U. PFEFFER:  
Air quality surveillance in the state North-Rhine-Westphalia  
(Federal Republic of Germany).  
(1987)
- Berichte-Nr. 71: WEFERS, H. und H. KATZER:  
Zusammenstellung von zusätzlichen sicherheitstechnischen Anforderungen an Anlagen  
zur Lagerung von druckverflüssigtem Ammoniak in Kraftwerken.  
(1987)
- Berichte Nr. 72: BEIER, R., J. KOHLERT und M. BUCK:  
(vergriffen) Entwicklung der Immissionsbelastung in der Umgebung der Aluminiumhütte im Essener  
Norden in den Jahren 1984-1986.  
(1987)
- Berichte Nr. 73: SCHADE, H.:  
Erstellung eines Emissionskatasters und einer Emissionsprognose für Feuerungsan-  
lagen im Sektor Haushalte und Kleinverbraucher des Belastungsgebietes Ruhrgebiet  
Ost.  
(1987)
- Berichte Nr. 74: BEIER, R. und M. BUCK:  
Möglichkeit und Grenzen der Nutzung von Luftqualitätsdaten aus diskontinuierli-  
chen Messungen gemäß TA-Luft.  
(1988)
- Berichte Nr. 75: KOCH, E. und P. ALTENBECK:  
Prinzipien des prophylaktischen Immissionsschutzes.  
(1988)
- Berichte Nr. 76: J. GIEBEL:  
Eine vereinfachte Methode zur Immissionssimulation.  
(1988)
- Berichte Nr. 77: KÜLSKE, S., R. BEIER und H.-U. PFEFFER:  
Die Smoglage vom 14. bis 22. Januar 1987 in Nordrhein-Westfalen und ihre  
Ursachen.  
(1988)



- Berichte-Nr. 78: GEUEKE, K.-J. und H. NIESENHAUS:  
Bestimmung von Benzol in Abgasen.  
1988.
- Berichte-Nr. 79: WIETLAKE, K.-H.  
Geräuschminderung durch Teilkapselung von Schmiedehämmern.  
1988.
- Berichte-Nr. 80: KRAUSE, G.H.M. und B. PRINZ:  
Experimentelle Untersuchungen der LIS zur Aufklärung möglicher Ursachen der  
neuartigen Waldschäden.  
(1988). (in Vorbereitung)
- Berichte-Nr. 81: GOLDBERG, K.H.:  
Untersuchungen zur Geräuschemission und -ausbreitung von Schußsignalen bei Klein-  
Kaliberschießständen.  
(1988).
- Berichte-Nr. 82: BUCK, M. und K. ELLERMANN:  
Die Immissionsbelastung in Nordrhein-Westfalen.  
(1988).