

Nr.36

Benzol-
Immissionsmessungen
im Lande NW

Herausgeber:

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

1983

ISSN 0720-8499

Benzol-Immissionsmessungen
im Lande Nordrhein-Westfalen

Dr. M. Buck, Dr. H. Ixfeld und K. Ellermann

BENZOL-IMMISSIONSMESSUNGEN IM LANDE NORDRHEIN-WESTFALEN

Dr. M. Buck, Dr. H. Ixfeld und K. Ellermann

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

Es wird über die Ergebnisse einer Untersuchung der Benzol-Immissionsbelastung im Lande Nordrhein-Westfalen berichtet, die in den Jahren 1981 und 1982 in sowohl von der Flächennutzung her als auch in bezug auf die Emissionsstruktur unterschiedlichen Gebieten vorgenommen wurde. Hierbei kam ein in der LIS entwickeltes Sorptionsverfahren mit anschließender gaschromatographischer Analyse zur Anwendung.

Während in den von Ballungsräumen entfernt liegenden, "quasi-immissionsfreien" Meßgebieten im ländlichen Raum Jahresmittelwerte in der Größenordnung von $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gefunden wurden, lagen die mittleren Jahresbelastungen in der Umgebung von Kokereien zwischen 10 und $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In dieser Größenordnung liegt auch der Jahresmittelwert im Citybereich einer westdeutschen Großstadt (Düsseldorf). Zwischen den im ländlichen Raum gefundenen Konzentrationswerten und den letztgenannten Belastungen rangieren die Benzolkonzentrationen in urbanen Wohngebieten, in ländlichen, jedoch in Ballungsrandzonen gelegenen Gebieten sowie in Umgebungen bestimmter Industrieanlagen (Raffinerien).

Die Meßergebnisse zeigen, auf die Bundesrepublik Deutschland übertragen, die dominierende Rolle des Kraftfahrzeugverkehrs unter den Benzol-Emittenten auf.

Des weiteren wird über Benzol-Immissionsstrukturen berichtet, während auf eine Bewertung der Benzol-Meßergebnisse bezüglich der Luftqualität anhand von Immissionsgrenzwerten oder sonstigen Wirkungskriterien in Ermangelung derartiger Bewertungsgrößen verzichtet werden mußte. Es erscheint aus der Sicht der Immissionsüberwachung dringend geboten, zumindest Richtwerte zur Immissionsbegrenzung einzuführen, wenn keine Immissionsgrenzwerte festgesetzt werden können, weil es aus medizinischer Sicht nicht möglich scheint, Schwellenwerte für kanzerogene Stoffe, und damit auch für Benzol, anzugeben.

Die Untersuchung wird in anderen Meßgebieten des Landes Nordrhein-Westfalen im Jahre 1983 fortgesetzt und abgeschlossen.

S u m m a r y

Results of a study of the benzene concentration in ambient air in the state of Nordrhein-Westfalen are reported. The investigation was carried out during 1981 and 1982 in areas differing with respect to land use and emission pattern. A sorption procedure, developed in the Landesanstalt für Immissionsschutz, with following gaschromatographic analysis was employed. While in rural areas remote from urban and industrial areas annual average values were of the order of $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, the corresponding values in the surroundings of coke oven plants were between 10 and $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. This is also the order of magnitude of the average annual value in a large West-German city (Düsseldorf). Benzene concentrations in urban residential areas, in rural areas near congested areas as well as in the surroundings of certain industrial plants (refineries) range between these two extremes. When the results are transferred to the area of the Federal Republic of Germany the dominant role of motor vehicle traffic among benzene pollution sources is evident.

Benzene immission patterns are reported, whereas the results of the measurements could not be interpreted with respect to air quality by means of air quality standards or other relevant criteria because of a lack of such criteria.

From the viewpoint of ambient-air surveillance it seems of utmost importance to establish at least guiding values when no air quality standards can be fixed because from the medical point of view it does not seem possible to state threshold values for carcinogenic substances. The investigation is being continued in other areas of Nordrhein-Westfalen and will be finished in 1983.

E i n l e i t u n g

Immissionsmessungen organischer Luftverunreinigungen wurden bis in die 70er Jahre fast ausschließlich in Form der Summenbestimmung als sogenannte Gesamt-C-Messungen vorgenommen. Dies hatte seinen Grund natürlich einmal darin, daß zu diesem Zeitpunkt noch keine ausgereiften, zur routinemäßigen Spurenbestimmung organischer Stoffe in der Außenluft brauchbaren Probenahmegeräte und gaschromatographischen Verfahren zur Verfügung standen. Zum anderen war es damals aber auch deshalb sinnvoll, Gesamt-C-Messungen in der Außenluft durchzuführen, weil man in Nordrhein-Westfalen Emissionsbegrenzungen organischer Stoffe, bezogen auf ihre Summe, für bestimmte Anlagen eingeführt hatte und man interessiert daran war, die Effizienz dieser Maßnahmen auch auf der Immissionsseite zu kontrollieren. Auch erwies sich erst relativ spät, daß keine auf die Summe organischer Stoffe bezogenen Immissionsgrenzwerte würden eingeführt werden können, weil die schädigenden Wirkungen der einzelnen organischen Stoffe, die als Summe pauschal ermittelt werden, sehr unterschiedlich sind. Ihre Wirkungspalette reicht von praktisch unschädlichen Verbindungen für Mensch, Tiere und die Vegetation bis hin zu hochtoxischen Stoffen, von denen eine ganze Reihe als kanzerogen angesehen werden muß.

Von der LIS wurden daher neben den großräumigen, flächendeckenden Gesamt-C-Messungen im Rhein-Ruhr-Gebiet [1] schon zu Beginn der 70er Jahre im Zusammenhang mit der differenzierten Untersuchung und Beurteilung von Großstadtluft im Bereich des Essener Stadtgebietes einzelne Kohlenwasserstoffe, wie Benzol und Toluol, gemessen [2]. Im Zusammenhang mit Beschwerdesituationen wurden Messungen einzelner organischer Stoffe, wie z.B. Phenole, bereits in den 60er Jahren als anlagebezogene Messungen durchgeführt [3]. In Fortsetzung dieser auf die Erfassung einzelner organischer Immissionskomponenten gerichteten Konzeption wurden in den folgenden Jahren Analysen- und Probenahmeverfahren auf ihre Anwendbarkeit für Routinemessungen im Rahmen der Luftqualitätsüberwachung im Lande Nordrhein-Westfalen systematisch geprüft und modifiziert, bzw. neue Verfahrensweisen entwickelt. Diese gestatten es nunmehr, sowohl Mehrkomponentenmessungen, d.h. Bestimmungen einer großen Zahl verschiedener organischer Stoffe aus einer Luftprobe, routinemäßig

durchzuführen, als auch einzelne Stoffe, wie z.B. Benzol, mit hoher Selektivität für sich allein zu erfassen [4]. Besonderer Wert wurde auf die Erfassung kanzerogener Stoffe gelegt, wozu bestimmte polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe oder das bereits erwähnte Benzol zu zählen sind. So werden seit 1979 bereits 6 polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH), u.a. Benzo(a)pyren und Di-benzo(a,h)anthracen, routinemäßig in den Belastungsgebieten im Rhein-Ruhr-Gebiet auf ihren Gehalt in der Außenluft überwacht. Über die benutzten Analysenverfahren sowie über die Ergebnisse ist bereits an anderer Stelle berichtet worden [5, 6].

Im folgenden werden Ergebnisse von Benzol-Messungen in Gebieten unterschiedlicher Flächennutzung im Lande Nordrhein-Westfalen, die mit einem in der LIS entwickelten Immissionsmeßverfahren vorgenommen worden sind [4], vorgestellt und diskutiert. Über die Ergebnisse der Mehrkomponentenmessungen organischer Stoffe im Rhein-Ruhr-Gebiet an über 40 Meßstationen wird in Kürze von BRUCKMANN, BEIER und KRAUTSCHEID an anderer Stelle berichtet werden [7].

1. Zielsetzung und Untersuchungs- planung

Aus den Ergebnissen der bisher u.a. in Köln, Berlin, Frankfurt, Saarbrücken durchgeführten punktuellen Benzolmessungen in der Außenluft ist zu entnehmen, daß besonders hohe, punktuelle Benzol-Konzentrationen im Nahbereich des Kfz-Verkehrs auftreten [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14]. Diesem Befund entspricht auf der Emissionsseite, daß ca. 80 % der jährlichen Benzol-Emissionen in der Bundesrepublik Deutschland auf die Kfz-Emissionen einschließlich derjenigen Emissionen, die beim Transport von Treibstoffen und bei Betankungsvorgängen entstehen, entfallen. Über die immissionsseitige Auswirkung anderer, stationärer Benzol-Emissionsquellen, wie Kokereien, chemische Industrie, Raffinerien und sonstige, deren Emission ganz erheblich hinter der Benzol-Emission des Kfz-Verkehrs zurücktritt, und bei denen die Austrittsbedingungen ganz andere sind als beim Kfz-Verkehr, liegen jedoch kaum Untersuchungsergebnisse vor. Dies trifft auch für die Benzol-Belastung von Gebieten zu, die weit entfernt von Ballungsräumen liegen und als quasi immissionsfrei angesehen werden. Es erschien daher unbedingt erforderlich, den bestehenden Mangel an Information über die immissionsseitige Auswirkung von verschiedenen Benzol-Emittenten sowie über die Benzol-Immissionsbelastungen in Gebieten außerhalb der Einwirkungsbereiche dieser verschiedenen Emittenten zu beheben. Auch aus einem anderen Blickwinkel ist die ausreichende Kenntnis der tatsächlichen Benzol-Immissionsbelastung erforderlich. Wegen des Fehlens von Immissionsgrenzwerten für Benzol ist nämlich die Beurteilung von Benzol-Immissionsmeßergebnissen im Zusammenhang mit immissionsschutzrechtlichen Verfahren stark eingeschränkt. Es erscheint daher unbedingt erforderlich, zumindest Richtwerte für diese Komponente, wie übrigens auch für andere kanzerogene Stoffe, festzusetzen, obwohl zur Zeit nach Auffassung der Mediziner und Toxikologen wegen des kanzerogenen Charakters des Benzols keine Schwellenwerte oder MIK-Werte abgeleitet werden können. Zur Festsetzung von lufthygienischen Richtwerten, z.B. im Sinne der Technischen Richt-Konzentrationen (TRK-Werte) am Arbeitsplatz, ist aber die Kenntnis der tatsächlich vorhandenen Benzol-Immissionsbelastung erforderlich, zumindest aber hilfreich. Dabei ist es vor allen Dingen auch wichtig, die Benzol-Gehalte der Luft in den quasi immis-

sionsfreien Gebieten zu kennen, da dieses Kenntnis auf Seiten der Wirkungsforschung bedeutsam zu sein scheint für die Einschätzung, ob es für kanzerogene Stoffe dann einen Schwellenwert geben kann, wenn diese Stoffe - wenn auch in Spuren - ubiquitär vorkommen und der Mensch geringen Konzentrationen dieser Stoffe schon immer ausgesetzt war [13].

Aufgrund der vorgenannten Zielsetzung wurden die im folgenden beschriebenen Benzol-Messungen so konzipiert, daß ihre Ergebnisse eine Aussage über die Spannbreite der in Nordrhein-Westfalen auftretenden Benzol-Immissionsbelastungen liefern. Von der zur Verfügung stehenden Meßkapazität her war von vornherein klar, daß die Messungen nicht großräumig - flächendeckend durchgeführt werden konnten, sondern als geschichtete Stichprobe aufgefaßt und konzipiert werden mußten, unter möglichst weitgehender Berücksichtigung des Vorwissens über auftretende bzw. zu erwartende Benzol-Konzentrationen in Abhängigkeit von den als Benzol-Emissionsquellen bekannten, mobilen und stationären Emittenten und deren flächenmäßigem Auftreten.

Aus vorhandenen Emissionsdaten ist bekannt, daß über 80 % der jährlich emittierten Benzol-Menge in der Bundesrepublik aus Emissionen von Kraftfahrzeugen stammen und während der Lagerung und des Transportes der Treibstoffe sowie bei Betankungsvorgängen emittiert werden. Von daher war klar, daß innerstädtische Bereiche mit hohem Verkehrsaufkommen als Untersuchungsgebiete in Frage kamen.

Daneben dürften benzolverarbeitende chemische Betriebe sowie Kokereien die wesentlichen Benzol-Emittenten sein, denen gegenüber andere stationäre Emittentengruppen ganz erheblich in der Bedeutung zurücktreten. Neben den im Einflußbereich des Kfz-Verkehrs sowie in der Umgebung von Kokereien und Chemiebetrieben gewählten Untersuchungsgebieten wurden weitere Gebiete in Gegenden ausgewählt, die als quasi immissionsfrei zu betrachten sind sowie in solchen Bereichen, die überwiegend landwirtschaftlich genutzt wurden, jedoch in den Randzonen der Belastungsgebiete an Rhein und Ruhr liegen. Aus Kapazitätsgründen wurde das Programm von vornherein als Zwei-Jahres-Programm konzipiert. Die Messungen in der Umgebung von Chemiebetrieben und Raffinerien und sonstigen Anlagen werden erst im Jahre 1983 vorgenommen, wo hingegen die Messungen in den anders genutzten Un-

tersuchungsgebieten entsprechend ihrer höheren Priorität bereits im Jahre 1982 erfolgten.

Charakteristisch für alle Benzol-Emissionsquellen - und damit bestimmend für die Struktur der zu erwartenden Immissionsbelastung in der Umgebung dieser Emissionsquellen - ist die im Vergleich zu anderen Immissionskomponenten, die, wie z.B. SO_2 , aus hohen Auslässen emittiert werden, sehr niedrige Austrittshöhe des Benzols in die Atmosphäre. Dementsprechend ist das jeweilige Einwirkungsgebiet, in dem hohe Benzol-Immissionen auftreten, relativ klein. Die räumliche Inhomogenität der Benzol-Immissionsbelastung dürfte daher bereits bei einem Meßstellenabstand von 1 km und bezogen auf Jahresmittelwerte in der unmittelbaren Umgebung von Benzol-Emissionsquellen sehr groß sein, so daß zur flächenrepräsentativen Erfassung der Benzol-Immissionsbelastung relativ geringe Meßstellenabstände erforderlich sind und ein relativ kleines Gebiet als Untersuchungsgebiet in Frage kommt. Unter besonderer Berücksichtigung der zu erwartenden Immissionsbelastungsstruktur in Gebieten, die wesentlich vom Kfz-Verkehr bestimmt sind, und die sich durch starke Unterschiede der Benzol-Belastungen auf kleinstem Raum auszeichnen, wurde in allen Untersuchungsgebieten ein Meßstellenabstand von 500 m gewählt. Im Untersuchungsgebiet "Sickingmühle" wurde der Meßstellenabstand auf 250 m verkleinert, um zusätzliche Informationen über die räumliche Inhomogenität der Benzol-Belastung zu gewinnen. Mit Ausnahme dieses Gebietes mit einer Flächengröße von 1 km^2 waren die Untersuchungsgebiete 4 km^2 groß. Einzelheiten sind aus der Übersicht in der Tabelle 1 sowie aus der Übersichtskarte (Abbildung 1) zu entnehmen.

Die Meßhäufigkeit betrug in Anlehnung an die Vorschriften der neuen TA-Luft in der Regel 13 Messungen pro Meßstelle, so daß für eine Fläche von $0,25 \text{ km}^2$, von Meßwertausfällen abgesehen, in der Regel 52 Meßwerte zur Verfügung standen, die zum Meßwertekollektiv vereinigt wurden, aus dem jeweils der arithmetische Mittelwert berechnet wurde. Im Untersuchungsgebiet Ahlen betrug die Meßhäufigkeit 26 Messungen pro Meßstelle.

Daneben wurde für jedes Untersuchungsgebiet aus allen für dieses Gebiet zur Verfügung stehenden Einzelmeßwerten der arithmetische Mittelwert sowie die 95%-, 98%- und 99%-Summenhäufigkeitswerte

berechnet. Diese Größen sind zusammen mit dem minimalen und dem maximalen Einzelwert pro Untersuchungsgebiet in Tabelle 1 angegeben.

Zusätzlich sind für Beurteilungsflächen von 1 km^2 - dies ist die Regelbeurteilungsfläche in der neuen TA-Luft 1983 - die Kenngröße I_1 (arithmetischer Mittelwert) und die Kenngröße I_2 (95%-Summenhäufigkeitswert) sowie die 98%- und die 99%-Summenhäufigkeitswerte der Summenhäufigkeitsverteilung der einzelnen Meßwerte berechnet worden (s. Abb. 15-22). Die Stichprobenumfänge betragen hier in der Regel 117 Einzelmessungen pro Beurteilungsfläche.

Aus der vorstehend skizzierten Meßplanung geht hervor, daß von vornherein darauf verzichtet wurde, punktuelle Messungen, etwa im unmittelbaren Nahbereich von Kraftfahrzeugen oder an einzelnen ausgewählten Punkten innerhalb von Straßenzügen oder in der Hauptwindrichtung in der Umgebung einer stationären Benzol-Emissionsquelle vorzunehmen. Abgesehen davon, daß derartige Messungen schwer interpretierbar sind, sind solche Messungen bereits von anderer Seite, überwiegend im Zusammenhang mit Kfz-Immissions-Problemen, vorgenommen worden [8-14].

2. Durchführung der Benzol-Immissionsmessungen

2.1. Probenahme

Die Probenahme erfolgte mit der in Abb. 2 skizzierten Probenahmeverrichtung.

Einzelheiten der Probenahmetechnik können der eingehenden Beschreibung des Verfahrens entnommen werden [4]. Was die Probenahmeumstände 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 an einem Ort 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 vielleicht 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 l.

2.2. Benzol-Bestimmung

Das zur Benzol-Bestimmung benutzte Analysenverfahren ist an anderer Stelle bereits eingehend beschrieben worden [4]. Es sei hier nur skizziert: Das bei der Probenahme im Sorptionsrohr (Kohleschichtkugelrohr) 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. Einzelheiten sind aus der oben bereits zitierten Publikation zu entnehmen [4].

2.2.1. Verfahrenskenngrößen

Die Standardabweichung des vollständigen Meßverfahrens (Probenahme und analytische Bestimmung) liegt, bezogen auf den Konzentrationsbereich zwischen ca. 10 und 50 $\mu\text{g Benzol}/\text{m}^3$, in der Größenordnung von $S = \pm 3 \%$, der 95%-Streubereich dementsprechend bei $\pm 6 \%$.

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

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. E r g e b n i s s e d e r B e n z o l - I m m i s s i o n s - m e s s u n g e n

Die Ergebnisse sind in den Abbildungen 3 bis 23 sowie in den Tabellen 1 und 2 dargestellt. Aus den Abbildungen 3 bis 23 ist neben der Konzentrationshöhe auch die geographische Lage der Untersuchungsgebiete sowie die Ortslage der einzelnen Luft-Probenahmestellen zu entnehmen. Diese sind identisch mit den Schnittpunkten der Gitterlinien. Aus Gründen mangelnder Zugänglichkeit der auf diese Schnittpunkte entfallenden Orte weichen die tatsächlichen Probenahmestellen etwas von den durch die Schnittpunkte der Gitterlinien bezeichneten Ortslagen ab.

In der Tabelle 1 ist eine kurze Charakteristik der einzelnen Untersuchungsgebiete wiedergegeben. Ferner ist daraus zu entnehmen, wie groß die Unterschiede der Benzol-Immissionsbelastungen in den verschiedenen Untersuchungsgebieten sind. Die höchsten Belastungen wurden in der Umgebung der als Beispielfall für Kokereien aus der relativ großen Anzahl von Kokereien im Ruhrgebiet herausgegriffenen Kokerei Zollverein und in der Stadtmitte von Düsseldorf, die als Beispiel für den Innenstadtbereich von Großstädten herangezogen wurde, ermittelt.

3.1. Benzol-Immissionsbelastung in der Umgebung von Kokereien

Neben der bereits genannten Kokerei Zollverein in Essen wurden in der Umgebung der Kokerei in Ahlen sowie jeweils in der Umgebung von drei Kokereien in Duisburg Benzol-Immissionsmessungen durchgeführt. Bei den zuletzt genannten drei Kokereien war es nicht möglich, in der gesamten Umgebung der jeweiligen Kokerei - wegen der außerordentlich großen Ausdehnung der jeweiligen Betriebsgelände der Hüttenbetriebe, zu denen die Kokereien gehören - die Messungen durchzuführen. Gleichwohl lassen die in der Umgebung von Kokereien durchgeführten Benzolmessungen den Schluß zu, daß in der Umgebung derartiger Anlagen im allgemeinen, auf Flächen von 4 km^2 bezogen, mit Jahresmittelwerten der Benzol-Belastung in der Größenordnung

von ca. 10 bis ca. 20 $\mu\text{g Benzol}/\text{m}^3$ zu rechnen ist. Die 95%-Summenhäufigkeitswerte variieren zwischen 25 und 57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, die 98%-Summenhäufigkeitswerte zwischen ca. 40 und 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Bezogen auf die in der TA-Luft 1983 vorgeschriebene Regel-Beurteilungsfläche von 1 km^2 liegen die Jahresmittelwerte zwischen 8 und 21, die 95%-Summenhäufigkeitswerte zwischen 20 und 93 und die 98%-Summenhäufigkeitswerte zwischen 39 und 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Natürlich sind Abweichungen nach unten und nach oben von der genannten Spanne möglich, da der technische Stand der jeweiligen Anlage, ihre Auslastung, die topographische und klimatische Situation sowie auch der Anteil der von anderen Emissionsquellen herrührenden Emissionen (z.B. Hausbrand und Kraftfahrzeugverkehr) die jeweils auftretende mittlere Jahresbelastung bestimmen.

Die auf eine Flächengröße von 0,25 km^2 bezogenen mittleren Jahresbelastungen in der Umgebung von Kokereien rangieren zwischen ca. 7 und 30 $\mu\text{g Benzol}/\text{m}^3$. Bei dieser Gelegenheit muß eine Angabe von DOBBERTIN und SARTORIUS in der Publikation "Luftqualitätskriterien für Benzol, Bericht 6/82 des Umweltbundesamtes" [16] richtiggestellt werden. In dem genannten Bericht wird ausgeführt, daß in der Umgebung der Kokerei in Ahlen der höchste Flächenwert für eine Fläche von 1 km^2 Größe (1 x 1 km) mit 51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ festgestellt worden sei. Der angegebene Flächenbezug ist falsch. Tatsächlich hat die Bezugsfläche eine Größe von 0,25 km^2 ! Der Bezugszeitraum beträgt 5 Monate. Der Jahresmittelwert, der die in diesen 5 Monaten gemessenen Einzelwerte mit einschließt, beträgt für die Zeit vom 01.10.1980 bis zum 30.09.1981 auf der höchstbelasteten Rasterfläche von 0,25 km^2 28,2 $\mu\text{g Benzol}/\text{m}^3$. Für die Zeit vom 01.10.1981 bis zum 18.08.1982 liegt der Wert auf derselben Fläche bei 15,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und für den Zeitraum vom 17.08.1981 bis zum 13.08.1982 bei 14,4 $\mu\text{g Benzol}/\text{m}^3$. Bezogen auf die höchstbelastete Fläche von 1 km^2 beträgt der Mittelwert für diesen Zeitraum vom 01.10.1980 bis zum 30.09.1981 23,9 $\mu\text{g Benzol}/\text{m}^3$. Der von den genannten Autoren in dem UBA-Bericht gezogene Schluß, daß aufgrund der von der LIS in Ahlen durchgeführten Benzol-Messungen nunmehr gefolgert werden müsse, daß in besonders ungünstigen Fällen in der Umgebung von Kokereien Langzeitbelastungswerte von 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ auftreten, ist falsch. Er beruht auf einer nicht zutreffenden Interpretation der von der LIS durchgeführten Messungen.

3.2. Benzol-Immissionsbelastung in den City-Bereichen von Großstädten

Die im Innenstadt-Bereich von Düsseldorf auf einer Fläche von 4 km^2 ermittelte Benzol-Belastung liegt in der gleichen Größenordnung wie diejenige, die in der Umgebung der Kokerei Zollverein in Essen-Katernberg festgestellt wurde. Vorläufige Resultate von Benzol-Messungen im Innenstadtbereich von Essen weisen ebenfalls hohe Benzol-Immissionsbelastungen in der in Düsseldorf gefundenen Größenordnung aus. Die Ursache für diese Benzol-Immissionskonzentrationen dürfte mit größter Wahrscheinlichkeit ganz überwiegend in den Emissionen des Kraftfahrzeug-Verkehrs zu suchen sein.

Zum Vergleich können hier leider nur punktuelle Messungen, die von verschiedenen Seiten im In- und Ausland vorgenommen wurden, herangezogen werden, die zum Teil im unmittelbaren Nahbereich von Kraftfahrzeugen am Straßenrand vorgenommen worden sind und die erheblich höhere Benzol-Konzentrationen ergeben haben [8-14]. Vergleicht man die Spannbreite dieser Messungen mit der Spannbreite unserer eigenen Messungen, so kann man davon ausgehen, daß im allgemeinen in den City-Bereichen großer Städte flächenbezogene mittlere Jahresbelastungen in der in Düsseldorf gemessenen Größenordnung, d.h. um $20 \text{ } \mu\text{g Benzol/m}^3$ auftreten.

3.3. Benzol-Immissionsbelastung in sonstigen urbanen Gebieten

Die Benzol-Messungen in dem Wohngebiet Essen-Bredeney haben zu einem relativ hohen Mittelwert der Belastung von $8,1 \text{ } \mu\text{g Benzol/m}^3$ geführt. Auf den ersten Blick ist diese Belastungshöhe überraschend. Bereits 1975 haben jedoch SEIFERT und ULRICH [10] an einer Meßstelle in einer ruhigen Villengegend in Berlin-Dahlem einen Mittelwert für den Zeitraum von Januar bis Juli von $7,5 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ gefunden, der hervorragend mit dem von uns ermittelten Belastungswert übereinstimmt. Die beiden Stadtteile (Essen-Bredeney und Berlin-Dahlem) sind von der Art der Wohnbebauung her weitgehend vergleichbar. Der Kfz-Verkehr dürfte im Essener Meßgebiet etwas stärker als im Dahlemer Meßgebiet sein.

In einem Frankfurter Wohngebiet, in welchem von der Bebauung her ge-

sehen zumindest keine günstigeren Ausbreitungsverhältnisse vorliegen als im Falle der Meßgebiete in Essen-Bredeneu und Berlin-Dahlem, wurde an einer Meßstation (Pilot-Station des UBA, Feldbergstraße) ein Mittelwert von $11,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gefunden, der sich auf einen Meßzeitraum von ca. 1 1/2 Jahre bezieht.

Im Meßgebiet Sickingmühle betrug der von uns ermittelte Jahresmittelwert $8,8 \mu\text{g Benzol}/\text{m}^3$, bezogen auf eine Beurteilungsfläche von 1 km^2 . Hierbei handelt es sich um das Wohngebiet einer Zechensiedlung. Die Raumheizung erfolgt überwiegend mit Steinkohle. In 1 km Abstand liegt ein Chemiewerk, von dem keine quantitativen Angaben über Benzol-Emissionen vorliegen. Es kann aber nicht ausgeschlossen werden, daß ein - wenn auch geringer - Einfluß möglicher Benzol-Emissionen aus diesem Bereich das gefundene Meßergebnis im Wohngebiet beeinflußt hat.

Wir ziehen aus diesen Meßergebnissen den Schluß, daß in Großstädten außerhalb der City-Bereiche in den eigentlichen Wohngebieten mit flächenbezogenen Jahresmittelwerten der Benzol-Belastung in der Größenordnung um $8 \mu\text{g Benzol}/\text{m}^3$ zu rechnen ist. Je nach Bebauungsart, Art der Raumheizung, Intensität des Kraftfahrzeugverkehrs sowie der Auswirkung sonstiger und spezifischer Benzol-Emissionen kann der Wert selbstverständlich nach oben oder nach unten um die angegebene Größenordnung schwanken.

3.4. Benzol-Immissionsbelastung in der Umgebung einer Erdölraffinerie

Der in der Umgebung der BP-Raffinerie in Buchholtwelmen gefundene Jahresmittelwert der Benzol-Belastung beträgt $6,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dieser Wert erscheint relativ niedrig. Über den Auslastungszustand der obengenannten Anlage während des Meßzeitraums liegen keine Angaben vor. Die Raffinerie wurde am 31.12.1982 stillgelegt. Aufgrund der Relation der im Jahresmittel insgesamt in der Bundesrepublik Deutschland von Raffinerien emittierten Benzol-Menge zu derjenigen anderer Branchen und Quellengruppen erscheint das gefundene Immissionsmeßergebnis jedoch plausibel. FROHNE und KNAPPE fanden bei Messungen auf der windabgewandten Seite eines Industriekomplexes, der eine Raffinerie beinhaltet, bei verschiedenen Windrichtungen

Mittelwerte zwischen $0,02$ und $0,03 \text{ mg/m}^3$ [13] . Eine ca. halbjährige, punktuelle Messung im Raum Köln-Godorf im Einwirkungsbereich von petrochemischen Anlagen ergab einen Mittelwert von $13,4 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ [2] . Berücksichtigt man, daß es sich bei diesen beiden Messungen um windrichtungsabhängige bzw. punktuelle Messungen handelt, so erscheint das von uns gefundene flächenbezogene Ergebnis plausibel. Man kann also wohl davon ausgehen, daß in der Umgebung von Erdölraffinerien mit flächenbezogenen Mittelwerten der Benzol-Immissionsbelastung in der Größenordnung bis zu $10 \text{ } \mu\text{g Benzol/m}^3$ zu rechnen ist.

3.5. Benzol-Immissionsbelastung in sonstigen Gebieten des Landes Nordrhein Westfalen

Einen Einblick in die Benzol-Immissionsbelastung in nicht industrialisierten Gebieten, die jedoch noch im Einwirkungsbereich von industriellen und urbanen Ballungsräumen liegen, liefert die Messung im Raum Rheinberg-Eversael. Bei diesem Gebiet handelt es sich um das Terrain, welches vor Jahren als ein möglicher Standort für die Ansiedlung petrochemischer Industrien und Kohleveredelungsanlagen im Gespräch war. Der gefundene Mittelwert der Benzol-Immissionsbelastung betrug $4,6 \text{ } \mu\text{g/m}^3$.

Demgegenüber lag die mittlere Benzol-Belastung im Meßgebiet Monschau, welches als quasi-immissionsfrei anzusehen ist, bei nur $1,5 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. Eine weitere, inzwischen in einem ebenfalls als praktisch unbelastet anzusehenden Gebiet im nördlichen Teil von Ostwestfalen begonnene Messung führt, wie eine vorläufige Auswertung zeigt, zu einem ähnlichen Belastungswert. Man muß davon ausgehen, daß auch in Gebieten, die weder durch starken Kraftfahrzeugverkehr, durch dichte Besiedlung oder durch Industrie, noch durch massiertes Vorkommen von Kleingewerbe geprägt sind, sondern lediglich durch die menschlichen Betätigungen, die mit dörflichem Leben verbunden sind, mittlere Benzol-Konzentrationen in der Größenordnung um $1 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ vorliegen. Mit diesen Resultaten über die Benzol-Belastung in "quasi-immissionsfreien" Räumen ist natürlich noch nicht die Frage beantwortet, ob Benzol eine "ubiquitäre" Immissionskomponente ist, wobei offen bleiben muß, was die Benutzer dieses Begriffes quantitativ unter "ubiquitär" verstehen. Immerhin besagt dieses Ergebnis aber, daß

auch weitab von den als solche ausgewiesenen Belastungsgebieten der Luftverschmutzung Benzol in der Luft vorhanden ist. Als mögliche Ursache für die weite Verbreitung des Benzols muß - plausiblerweise - in allererster Linie der Kraftfahrzeugverkehr angesehen werden.

3.6. Bemerkungen zur Benzol-Immissions-Struktur

Betrachtet man die in den verschiedenen Untersuchungsgebieten ermittelten 95%-, 98%- und 99%-Summenhäufigkeitswerte, so erkennt man, daß die Belastungsunterschiede zwischen den Gebieten in ähnlicher Weise zum Ausdruck kommen wie bei Heranziehung der arithmetischen Mittelwerte für einen Belastungsvergleich, mit Ausnahme des Untersuchungsgebietes Essen-Katernberg. Die Ursache für diese Abweichung ist, daß in diesem Gebiet sehr hohe kurzzeitige Konzentrationswerte mit Spitzenkonzentrationen von ca. $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auftreten, die sich natürlich in einer gegenüber den anderen Untersuchungsgebieten veränderten Form der Häufigkeitsverteilung der Einzelmeßwerte auswirken. Der Wert für die Relation: 95%-Summenhäufigkeitswert/arithmetischer Mittelwert ist in diesem Untersuchungsgebiet dementsprechend sehr hoch - der Wert liegt bei 9, während im allgemeinen die Relationen zwischen den Werten 3 und 5 liegen, wie es auch bei anderen Immissionskomponenten, wie z.B. Schwefeldioxid oder Stickstoffdioxid normalerweise der Fall ist. Wir folgern aus diesen Befunden, daß auch die Immissionskomponente Benzol sich im allgemeinen nicht anders in der Außenluft verhält wie andere Stoffe.

Auch bezüglich der räumlichen Inhomogenität der Benzol-Immissionsbelastung lassen sich aus den Messungen einige Schlüsse ziehen. Bildet man jeweils den Quotienten aus dem arithmetischen Mittelwert bzw. dem 95%-Summenhäufigkeitswert, bezogen auf Flächen von 1 km^2 , (siehe Abb. 15 bis 22) und den entsprechenden Werten, bezogen auf Flächen von 4 km^2 , welche die 1-km^2 -Flächen jeweils beinhalten (s. Tab. 1), so ergibt sich ein Maß für die räumliche Inhomogenität bei Zugrundelegung eines Meßstellenabstandes von 1 km. Die Höchstwerte der Quotienten für jedes Untersuchungsgebiet sind in Tabelle 3 aufgeführt. Man erkennt, daß beim 95%-Summenhäufigkeitswert, als Maß für die Spitzenkonzentration, die Quotienten, sowohl im Ver-

gleich zu den anderen Untersuchungsgebieten als auch im Vergleich zu den Befunden bei anderen Immissionskomponenten, hohe Werte annehmen in denjenigen Untersuchungsgebieten, in denen eine benzol-emittierende Anlage vorhanden war (Ahlen, Essen-Katernberg) oder in denen der Kfz-Verkehr die dominierende Benzol-Emissionsquelle darstellte (Düsseldorf). Ähnlich hohe Quotienten wurden bei der Immissionskomponente Fluorverbindungen vor einigen Jahren in der unmittelbaren Umgebung von Aluminiumhütten gefunden. Demgegenüber liegen die unter vergleichbaren Bedingungen hinsichtlich der Meßhäufigkeit, der Meßstellendichte etc. im Rhein-Ruhr-Gebiet für die Stoffe Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Gesamtmenge organischer Stoffe (Gesamt-C) ermittelten Quotienten für den arithmetischen Mittelwert in der Größenordnung von 1,1 und für den 95%-Summenhäufigkeitswert in der Größenordnung von 1,2 bis 1,3. Die eingangs gesetzte Prämisse, daß eine starke kleinräumige Differenzierung der Benzol-Immissionsbelastung für die unmittelbare Umgebung stationärer und mobiler Benzol-Emittenten charakteristisch ist, wird also durch die durchgeführten Benzol-Messungen, zumindest für die Spitzenkonzentrationen, bestätigt.

3.7. Ergebnisse punktueller Benzol-Immissionsmessungen im Rahmen der regionalen Luftqualitätsüberwachung

Zum Vergleich soll kurz auf Messungen eingegangen werden, die sich über den Zeitraum von April 1981 bis März 1982 erstreckten. Nähere Einzelheiten über die Durchführung der Messungen können aus der bereits erwähnten Publikation [7] entnommen werden. In der Abb. 23 sind die an jeder Meßstelle ermittelten Werte der mittleren Belastung dargestellt. In der Tab. 2 sind darüberhinaus auch die Belastungswerte aufgeführt, die man erhält, wenn man die an den einzelnen Meßstellen gefundenen Mittelwerte jeweils für jedes der 5 Belastungsgebiete zu einem räumlich-zeitlichen Mittelwert zusammenfaßt.

Man erkennt, daß zwischen den Regionen Belastungsunterschiede vorhanden sind.

Was die Belastungsunterschiede zwischen der Rheinschiene und dem Ruhrgebiet angeht, so liegt beim Benzol die gleiche Tendenz vor, wie bei allen anderen im Rhein-Ruhr-Gebiet gemessenen Schadstoffen (SO_2 , NO, NO_2 , Schwebstoffe, Schwermetalle, polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe sowie diverse Kohlenwasserstoffe). Man kann daher zu Recht davon sprechen, daß die Rheinschiene schlechthin weniger hoch mit Luftverunreinigungen belastet ist als das Ruhrgebiet. Dieser Befund mag bezüglich der organischen Stoffe überraschend sein, steht jedoch völlig im Einklang mit den Ergebnissen der langjährigen Gesamt-C-Messungen, die die LIS bis 1978 regelmäßig durchgeführt hat [17] .

Der in Tabelle 2 dargestellte Befund steht in guter Übereinstimmung mit den in Tab. 1 dargestellten flächenbezogenen Benzol-Immissions-Belastungsdaten und mit der daraus bereits gezogenen Folgerung, daß im allgemeinen in den Lebens- und Wohngebieten der Städte in den Belastungsgebieten an Rhein und Ruhr mit einer mittleren Benzol-Immissionsbelastung in der Größenordnung um $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zu rechnen ist.

S c h r i f t t u m

- [1] BUCK, M., H. IXFELD und E. HERPERTZ:
Mehrkomponentenmessungen im Lande
Nordrhein-Westfalen
Schriftenreihe der Landesanstalt für
Immissions- und Bodennutzungsschutz
des Landes NW, Heft 27 (1972),
S. 7-43.
- [2] HARTKAMP, H.:
Untersuchungen zur Immissionsstruktur
einer Großstadt - Projekt "Großstadtluft".
Schriftenreihe der Landesanstalt für
Immissions- und Bodennutzungsschutz
des Landes NW, Heft 33 (1974),
S. 30-38.
- [3] IXFELD, H.:
Gutachtliche Stellungnahme
zu den im Raum Porz - Wahn auftretenden
Phenol-Immissionen.
Landesanstalt für Immissions- und Boden-
nutzungsschutz des Landes NW, Essen 1968.
- [4] MANNNS, H. und G. NITZ:
Ein Immissionsmeßverfahren zur Bestimmung
des Gehaltes an Benzol in der Luft.
Schriftenreihe der Landesanstalt für Immis-
sionsschutz des Landes NW, Heft 53 (1981),
S. 29-37.
- [5] BUCK, M.:
Immissionsmessungen polycyclischer aroma-
tischer Kohlenwasserstoffe (PAH) im
Rhein-Ruhr-Gebiet.
Schriftenreihe der Landesanstalt für Immis-
sionsschutz des Landes NW, Heft 57 (1983)
S. 37-46.

- [6] IXFELD, H., K. ELLERMANN und M. BUCK:
Bericht über die Ergebnisse der diskontinuierlichen Schwefeldioxid- und Mehrkomponentenmessungen im Rhein-Ruhr-Gebiet für die Zeit vom 01.01.1981 bis 31.12.1981. Schriftenreihe der Landesanstalt für Immissionsschutz des Landes NW, Heft 56 (1982), S. 56-58 und 78-79.
- [7] BRUCKMANN, P., R. BEIER und S. KRAUTSCHEID:
Immissionsmessungen von Kohlenwasserstoffen in den Belastungsgebieten Rhein-Ruhr. Staub-Reinhaltung der Luft (in Vorbereitung).
- [8] DEIMEL, M.:
Luftuntersuchungen im Raum Köln 1979-1980. Berichte aus dem Amt für Umweltschutz der Stadt Köln, Heft 1 (1982).
- [9] DULSON, W.:
Messung von Kohlenwasserstoff-Immissionen in Köln.
Berichte aus dem Amt für Umweltschutz der Stadt Köln, Heft 1 (1981).
- [10] SEIFERT, B. und D. ULLRICH:
Konzentration anorganischer und organischer Luftschadstoffe an einer Straßenkreuzung in Berlin.
Staub-Reinhaltung der Luft, 38 (1978), S. 359-363.
- [11] HERBOLSHEIMER, R.:
Immissionsmessungen von Kohlenmonoxid und Kohlenwasserstoffen in Saarbrücken. Schriftenreihe des Vereins für Wasser-, Boden- und Lufthygiene, 42 (1974), S. 241-244.

- [12] Luftqualitätskriterien für Benzol.
Berichte des Umweltbundesamtes 6/82.
Erich Schmidt Verlag, Berlin 1982.
- [13] FROHNE, J.C. und P. KNAPPE:
Messung und Auswertung von Kohlenwasser-
stoff-Immissionen.
Staub-Reinhaltung der Luft, 35 (1975),
S. 308-314.
- [14] DULSON, W.:
Organisch-chemische Fremdstoffe in
atmosphärischer Luft.
Schriftenreihe des Vereins für Wasser-,
Boden- und Lufthygiene, 47 (1978), 128 S.
- [15] KAPPUS, H.:
Kanzerogene Wirkungen von Metallver-
bindungen.
In: Umwelthygiene.
Jahresbericht 1981 (Bd. 14)
Verlag W. Girardet, Essen 1982.
- [16] DOBBERTIN, S. und R. SARTORIUS:
In: Luftqualitätskriterien für Benzol.
Berichte 6/82 des Umweltbundesamtes,
S. 143/144, E. Schmidt Verlag, Berlin 1982.
- [17] BUCK, M., H. IXFELD und K. ELLERMANN:
Die Entwicklung der Immissionsbelastung
in den letzten 15 Jahren in der
Rhein-Ruhr-Region.
LIS-Berichte der Landesanstalt für Immissi-
onsschutz des Landes NW, H. 18 (1982), S. 4-56.

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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in den verschiedenen Untersuchungsgebieten
 Meßzeitraum: 17.08.1981 bis 13.08.1982

Bezeichnung	Größe km ²	Untersuchungsgebiet/ Charakteristik	N	\bar{x}	Summenhäufigkeitswert			Min. Einzelwert	Max.
					95 %	98 %	99 %		
Ahlen	4,0	Das Meßgebiet umfaßt den Stadtkern der Kleinstadt sowie Wohngebiete und Gebiete mit Kleingewerbe. Im südöstlichen Teil des Gebietes liegt die Zeche Westfalen mit einer Kokerei.	598	8,4	25,1	49,1	62,2	0,5	122,9
Buchholt- welmen	4,0	Das Meßgebiet umschließt eine Erdöl-Raffinerie. Das Gebiet in der Umgebung der Anlage ist ganz überwiegend landwirtschaftlich genutzt.	325	6,2	16,4	31,3	46,6	0,5	54,3
Düsseldorf	4,0	Das Meßgebiet umfaßt die City sowie Teile der Stadtteile Düsseltal (Zooviertel), Flingern, Pempelfort und Derendorf.	325	16,9	36,6	53,6	73,2	0,5	109,4

LIS-Berichte Nr. 36 (1983)

N = Zahl der Einzelwerte
 \bar{x} = Arithmetischer Mittelwert

Tabelle 1: Fortsetzung (Benzol-Immissionsbelastung in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in den verschiedenen Untersuchungsgebieten)

Bezeichnung	Größe km^2	Untersuchungsgebiet/ Charakteristik	N	\bar{x}	Summenhäufigkeitswert			Min. Einzelwert	Max.
					95 %	98 %	99 %		
Essen- Bredeney	4,0	Das Meßgebiet umfaßt den Ortskern des Stadtviertels Bredeney sowie aufgelockerte Wohngebiete. Das Meßgebiet wird diagonal von der BAB A 52 durchschnitten. Die Raumheizung in den Wohngebieten erfolgt überwiegend durch Ölheizung.	325	8,1	21,2	33,1	35,4	0,5	107,4
Essen- Katernberg	4,0	Das Meßgebiet umfaßt die Zeche Zollverein mit einer Kokerei. Das umliegende Gebiet besteht überwiegend aus Wohnquartieren mit kleinen Gewerbebetrieben.	325	17,8	57,2	158,1	185,5	0,5	348,4
Monschau	4,0	Das Meßgebiet beinhaltet überwiegend Gebiete, die landwirtschaftlich genutzt werden. Im südöstlichen Teil des Meßgebietes wird mit 3 Meßstellen der nordwestliche Teil der Kleinstadt Monschau berührt.	325	1,5	4,1	6,0	7,6	0,5	9,8

Tabelle 1: Fortsetzung (Benzol-Immissionsbelastung in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in den verschiedenen Untersuchungsgebieten)

Bezeichnung	Größe km^2	Untersuchungsgebiet/ Charakteristik	N	\bar{x}	Summenhäufigkeitswert			Min. Einzelwert	Max.
					95 %	98 %	99 %		
Rheinberg- Eversael	4,0	Das Meßgebiet umfaßt ein früher rein landwirtschaftlich genutztes Gebiet, welches derzeit überwiegend brach liegt. Das Gebiet wird künftig eventuell für eine Gewerbeansiedlung genutzt werden.	325	4,6	13,7	18,8	19,5	0,5	33,6
Marl-Hüls/ Sicking- mühle	1,0	Das Meßgebiet umfaßt ein Wohngebiet (Zechensiedlung), in dem die Raumheizung überwiegend mit Steinkohle erfolgt. 1 km westlich beginnt der Komplex der Chemischen Werke Hüls, nordwestlich in ähnlicher Distanz liegt die Zeche Auguste Victoria.	325	8,8	29,0	37,0	41,8	0,5	49,8

Tabelle 1: Fortsetzung (Benzol-Immissionsbelastung in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in den verschiedenen Untersuchungsgebieten)

Bezeichnung	Größe km^2	Untersuchungsgebiet/ Charakteristik	N	\bar{x}	Summenhäufigkeitswert			Min. Einzelwert	Max.
					95 %	98 %	99 %		
Zum Vergleich:									
Ahlen ⁺	6,25	(s. o.)	831	10,8	-	-	-	-	-
Duisburg- Bruck- hausen	0,5	Wohngebiete in der Nach- barschaft des jeweiligen Hüttenbetriebes mit Koke- rei (siehe Abb. 12-14)	78	11,6	33,6	41,3	45,5	1,2	45,5
Duisburg- Ehingen	0,5		78	6,9	25,4	34,3	34,5	0,5	34,5
Duisburg- Rheinhausen	0,5		78	8,7	26,0	29,3	32,9	0,5	32,9

LIS-Berichte Nr. 36 (1983)

30

+)

Meßzeitraum: 01.10.1980 - 30.09.1981

Tabelle 2: Übersicht über die Benzol-Immissionsbelastung in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ an den Standorten der automatischen Immissionsmeßstationen (TEMES) im Rhein-Ruhr-Gebiet. Meßzeitraum: April 1981 bis März 1982

Nr. der Meßstation	Arithmetischer Mittelwert \bar{x}			
	an den Meßstationen ⁺⁾		im Belastungsgebiet ⁺⁾	
	Bezeichnung	\bar{x}_{St}	Belastungsgebiet	\bar{x}_{B}
21	Dormagen	5,8	Rheinschiene-Süd	7,0
22	Langenfeld	6,2		
23	Köln-Chorweiler	7,1		
24	Leverkusen	9,1		
25	Köln-Volgelsang	7,8		
26	Köln-Riehl	10,7		
27	Hürth	4,9		
28	Köln-Rodenkirchen	5,8		
29	Wesseling	5,8		

LIS-Berichte Nr. 36 (1983)

31

+)

Zur Ortslage der Meßstationen bzw. der Belastungsgebiete siehe Übersichtskarte in Abb. 23

Tabelle 2: Fortsetzung (Übersicht über die Benzol-Immissionsbelastung in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ an den Standorten der TEMES-Stationen im Rhein-Ruhr-Gebiet).

Nr. der Meßstation	Arithmetischer Mittelwert \bar{x}		
	an den Meßstationen ^{+))} Bezeichnung	\bar{x}_{St}	im Belastungsgebiet ^{+))} Belastungsgebiet
32	Düsseldorf-Einbrungen	6,5	Rheinschiene-Mitte
33	Düsseldorf-Lörick	7,8	
34	Düsseldorf-Gerresheim	4,2	
35	Düsseldorf-Reisholz	5,5	
			\bar{x}_{B}
			6,0

+))

Zur Ortslage der Meßstationen bzw. der Belastungsgebiete siehe Übersichtskarte in Abb. 23

Tabelle 2: Fortsetzung (Übersicht über die Benzol-Immissionsbelastung in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ an den Standorten der TEMES-Stationen im Rhein-Ruhr-Gebiet)

Nr. der Meßstation	Arithmetischer Mittelwert \bar{x}			
	an den Meßstationen ⁺⁾		im Belastungsgebiet ⁺⁾	
	Bezeichnung	\bar{x}_{St}	Belastungsgebiet	\bar{x}_{B}
31	Krefeld-Linn	6,2		
41	Voerde-Spellen	8,7		
42	Hünxe-Bruckhausen	8,1		
43	Rheinberg-Budberg	6,8		
44	Duisburg-Walsum	13,6		
45	Oberhausen-Osterfeld	6,8	Ruhrgebiet-West	9,1
46	Moers-Meerbeck	8,1		
47	Duisburg-Meiderich	18,7		
48	Mülheim-Styrum	5,8		
49	Duisburg-Kaldenhausen	8,1		
50	Duisburg-Buchholz	9,4		

33

+)

Zur Ortslage der Meßstationen bzw. der Belastungsgebiete siehe Übersichtskarte in Abb. 23

Tabelle 2: Fortsetzung (Übersicht über die Benzol-Immissionsbelastung in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ an den Standorten der TEMES-Stationen im Rhein-Ruhr-Gebiet)

LIS-Berichte Nr. 36 (1983)

Nr. der Meßstation	Arithmetischer Mittelwert \bar{x}			
	an den Meßstationen ⁺⁾		im Belastungsgebiet ⁺⁾	
	Bezeichnung	\bar{x}_{St}	Belastungsgebiet	\bar{x}_{B}
51	Marl-Sickingmühle	7,8	Ruhrgebiet - Mitte	9,0
52	Marl-Polsum	7,5		
53	Herten	7,1		
54	Recklinghausen	9,1		
55	Bottrop	20,7		
56	Gelsenkirchen	11,0		
57	Herne	8,1		
58	Essen-Altendorf	5,2		
59	Essen-Leithe	6,5		
60	Bochum	6,5		

34

+)

Zur Ortslage der Meßstationen bzw. der Belastungsgebiete siehe Übersichtskarte in Abb. 23

Tabelle 2: Fortsetzung (Übersicht über die Benzol-Immissionsbelastung in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ an den Standorten der TEMES-Stationen im Rhein-Ruhr-Gebiet)

Nr. der Meßstation	Arithmetischer Mittelwert \bar{x}			
	an den Meßstationen ⁺⁾		im Belastungsgebiet ⁺⁾	
	Bezeichnung	\bar{x}_{St}	Belastungsgebiet	\bar{x}_{B}
61	Castrop-Rauxel-Ickern	13,9	Ruhrgebiet - Ost	11,9
62	Lünen-Brambauer	7,5		
63	Lünen-Niederaden	7,5		
64	Castrop-Rauxel-Frohlinde	21,4		
65	Dortmund	9,1		
66	Dortmund-Asseln	6,5		
67	Witten	17,2		

LIS-Berichte Nr. 36 (1983)

35

+)

Zur Ortslage der Meßstationen bzw. der Belastungsgebiete siehe Übersichtskarte in Abb. 23

Tabelle 3: Räumliche Inhomogenität der Benzol-Belastung; Höchstwerte der Quotienten Q_1 und Q_2 pro Untersuchungsgebiet

Untersuchungsgebiet	Q_1	Q_2
Ahlen	1,1	1,5
Bucholtwelm	1,2	1,3
Düsseldorf	1,2	1,5
Essen-Bredeney	1,2	1,2
Essen-Katernberg	1,2	1,6
Monschau	1,1	1,1
Rheinberg-Eversael	1,1	1,2

$$Q_1 = \frac{\bar{x}(1 \text{ km}^2)}{\bar{x}(4 \text{ km}^2)}$$

SH-Wert = Summenhäufigkeitswert
 \bar{x} = Jahresmittelwert

$$Q_2 = \frac{95\text{-}\% \text{-SH-Wert}(1 \text{ km}^2)}{95\text{-}\% \text{-SH-Wert}(4 \text{ km}^2)}$$

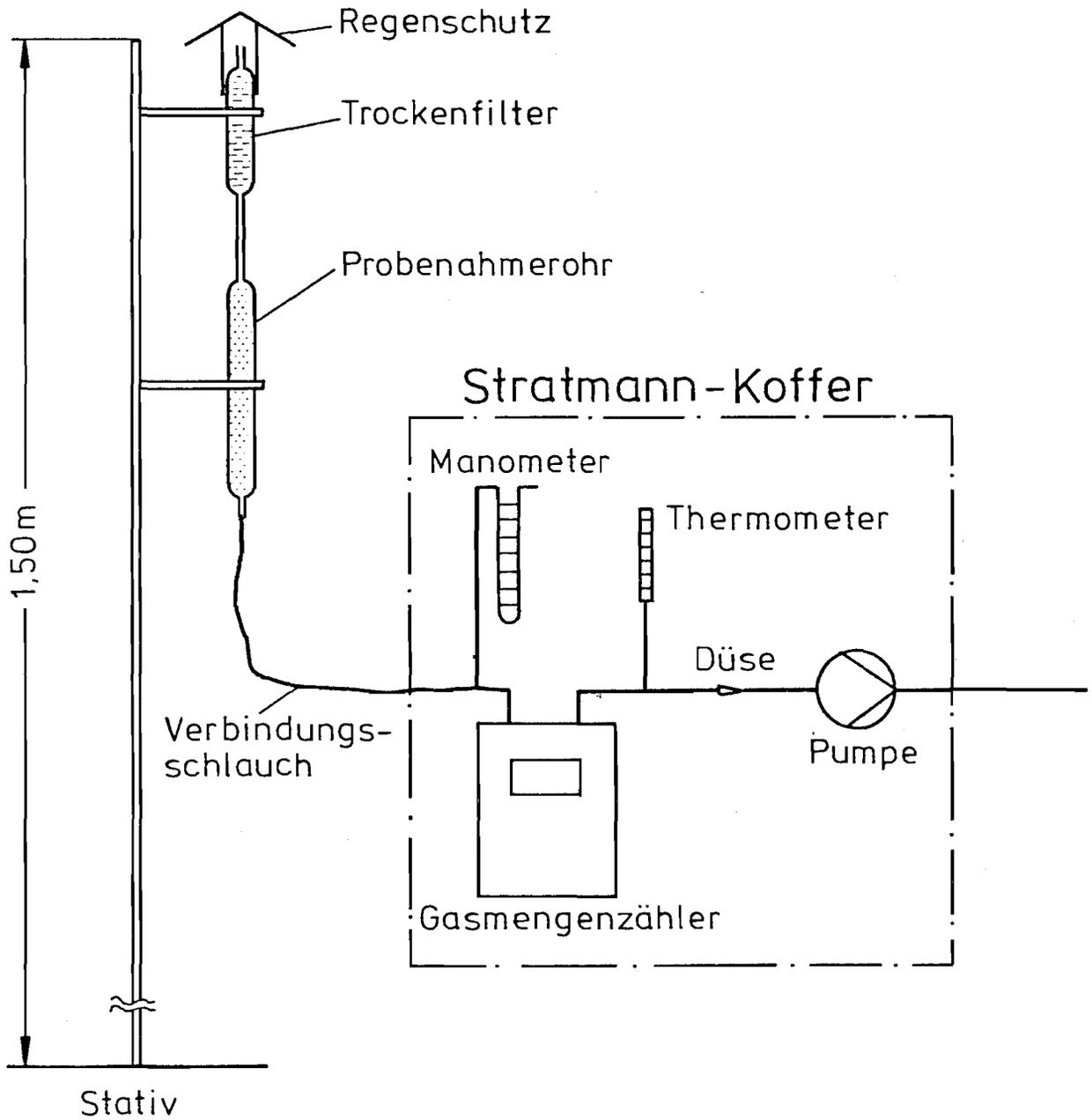


Abb. 2: Probenahmeordnung für die Bestimmung von Benzol in Luft

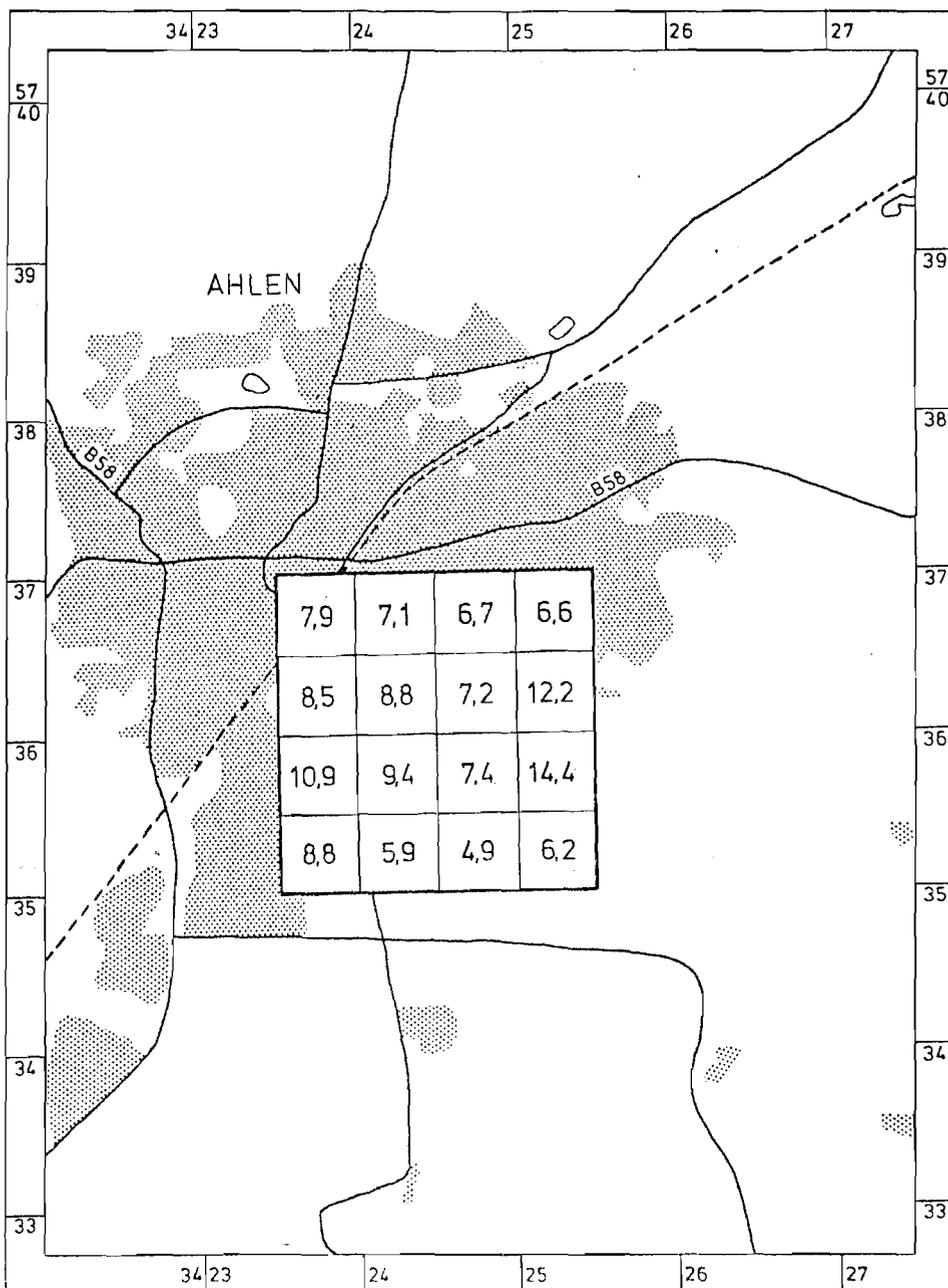


Abb. 3: Benzol-Immissionsbelastung
 Untersuchungsgebiet: Ahlen
 Beurteilungsfläche: 0,25 km²
 Meßzeit: 17.8.1981-13.8.1982

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

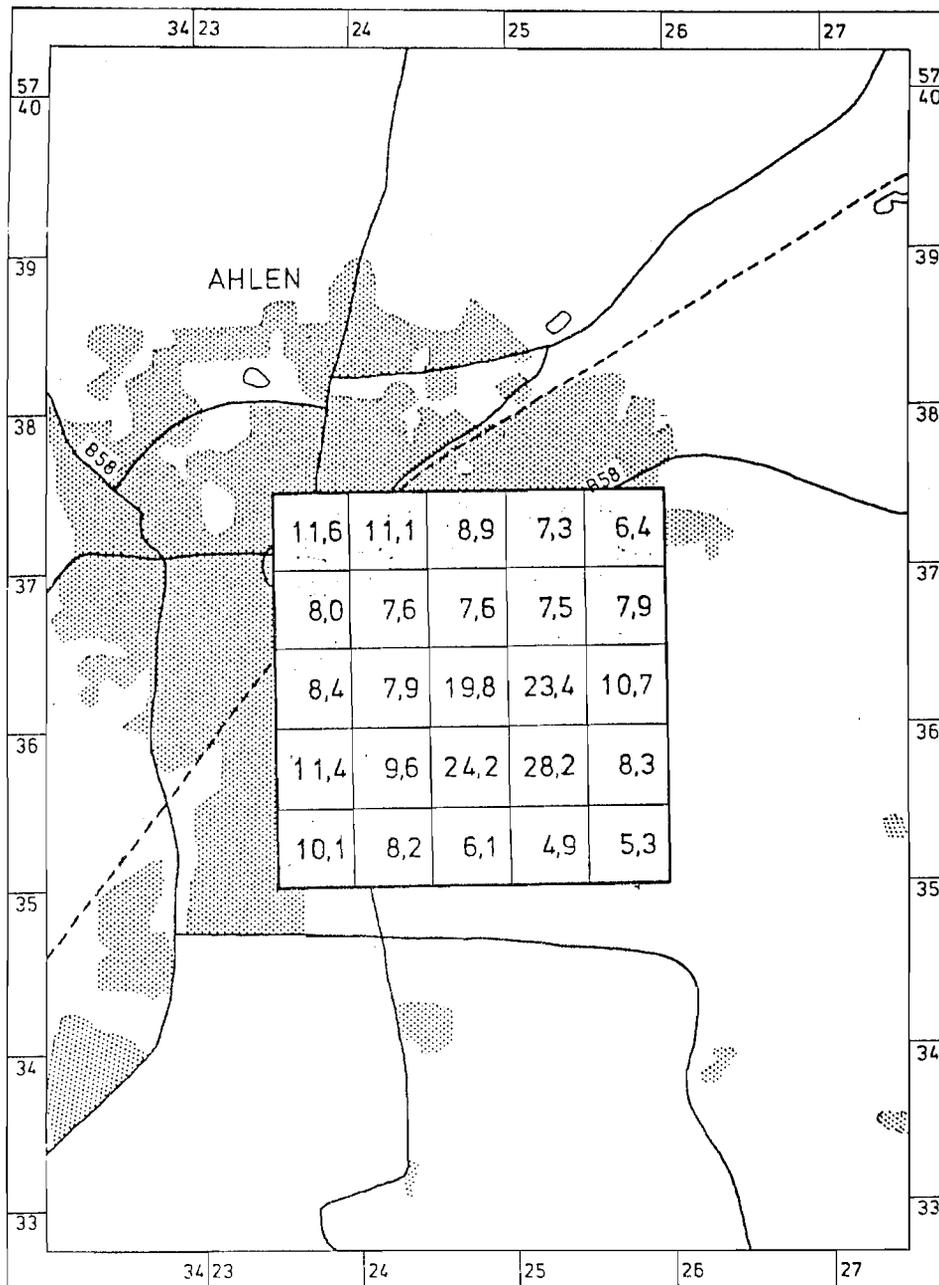


Abb. 4: Benzol-Immissionsbelastung

Untersuchungsgebiet: Ahlen

Beurteilungsfläche: 0,25 km²

Meßzeit: 1.10.1980-30.9.1981

□ arithmetischer Mittelwert
(Jahresmittelwert) in µg/m³

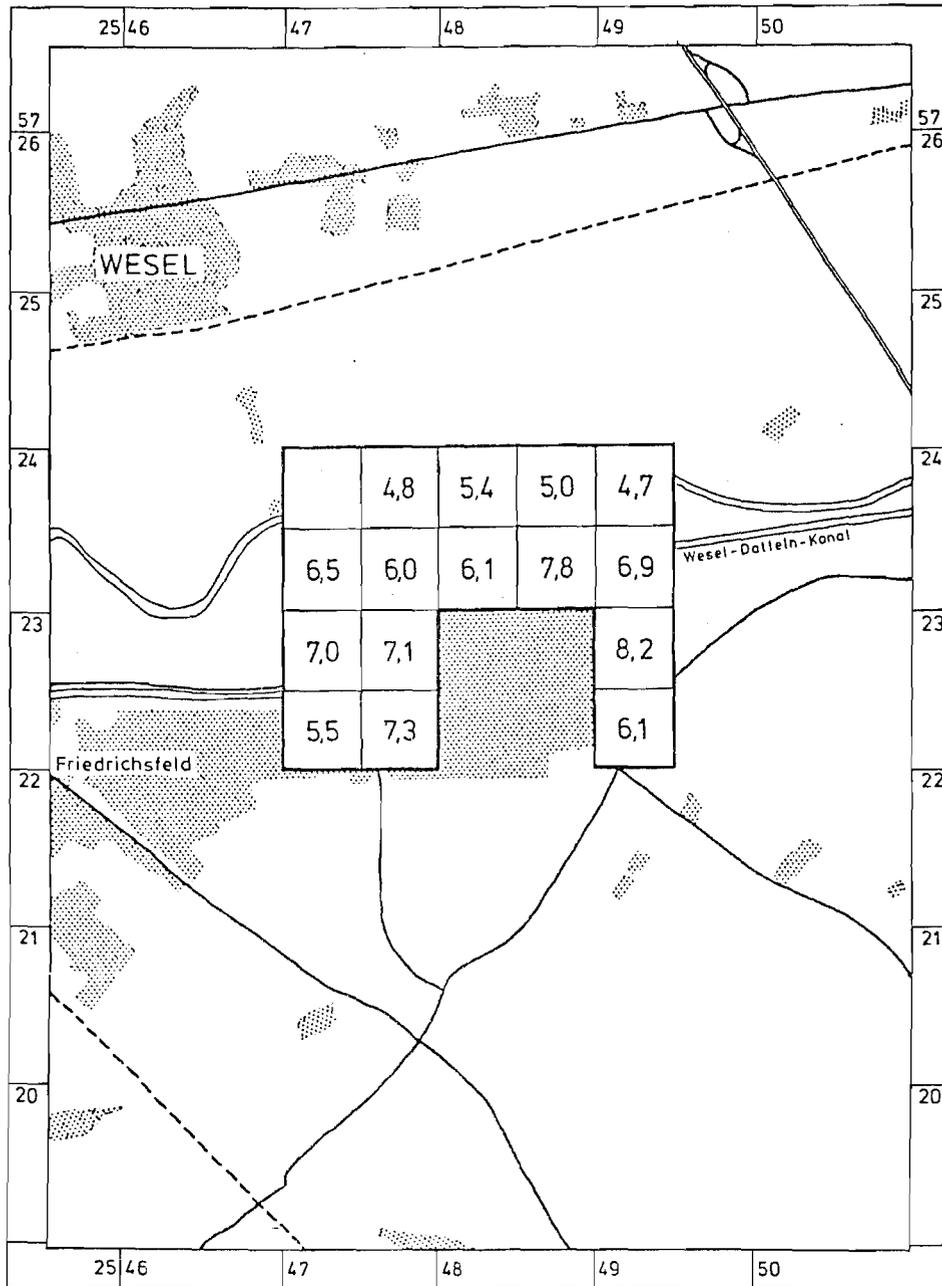


Abb. 5: Benzol-Immissionsbelastung

Untersuchungsgebiet: Bucholtswelmen

Beurteilungsfläche: $0,25 \text{ km}^2$

Meßzeit: 17.8.1981-13.8.1982

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

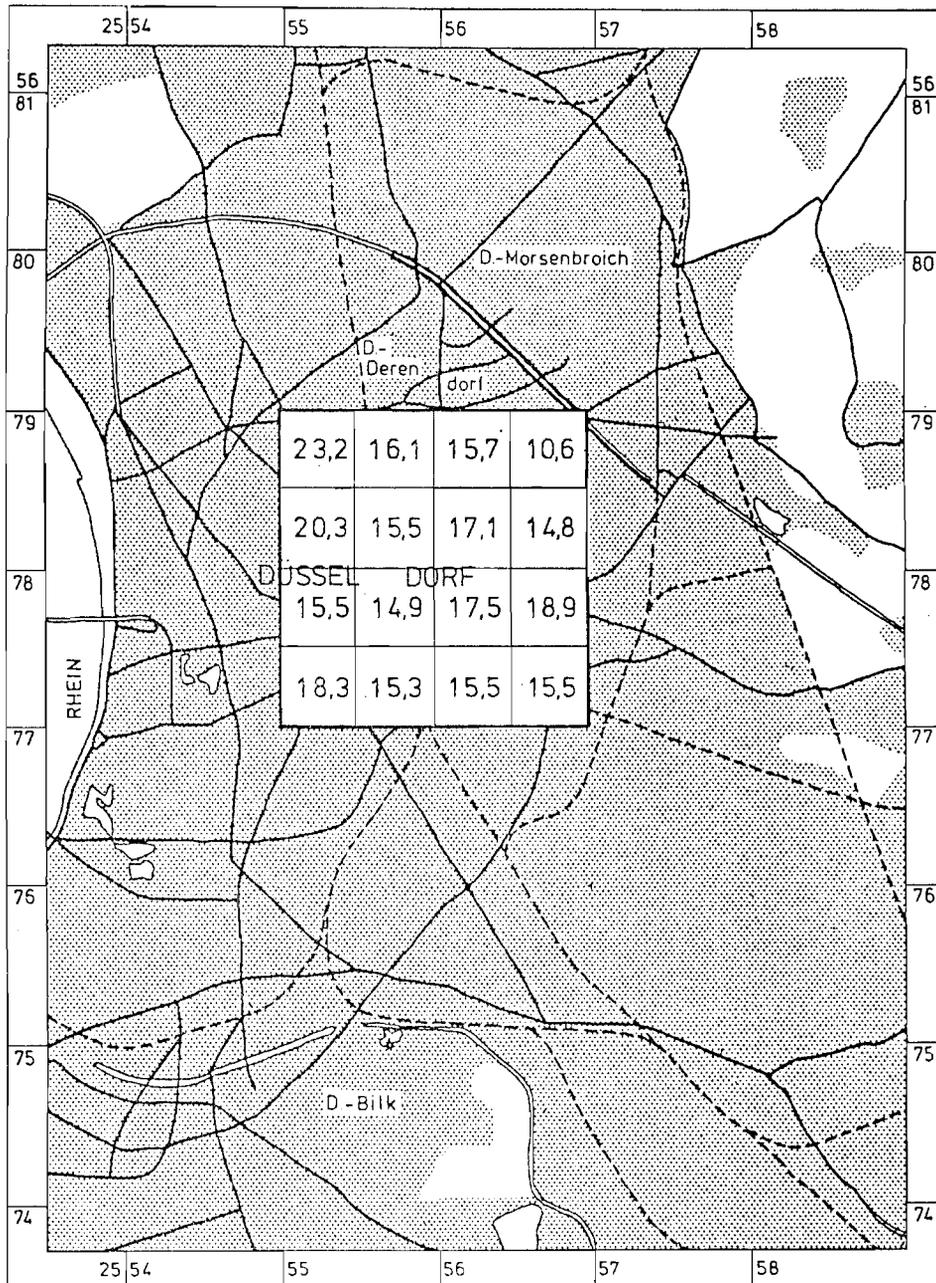


Abb. 6: Benzol-Immissionsbelastung

Untersuchungsgebiet: Düsseldorf

Beurteilungsfläche: $0,25 \text{ km}^2$

Meßzeit: 17.8.1981-13.8.1982

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

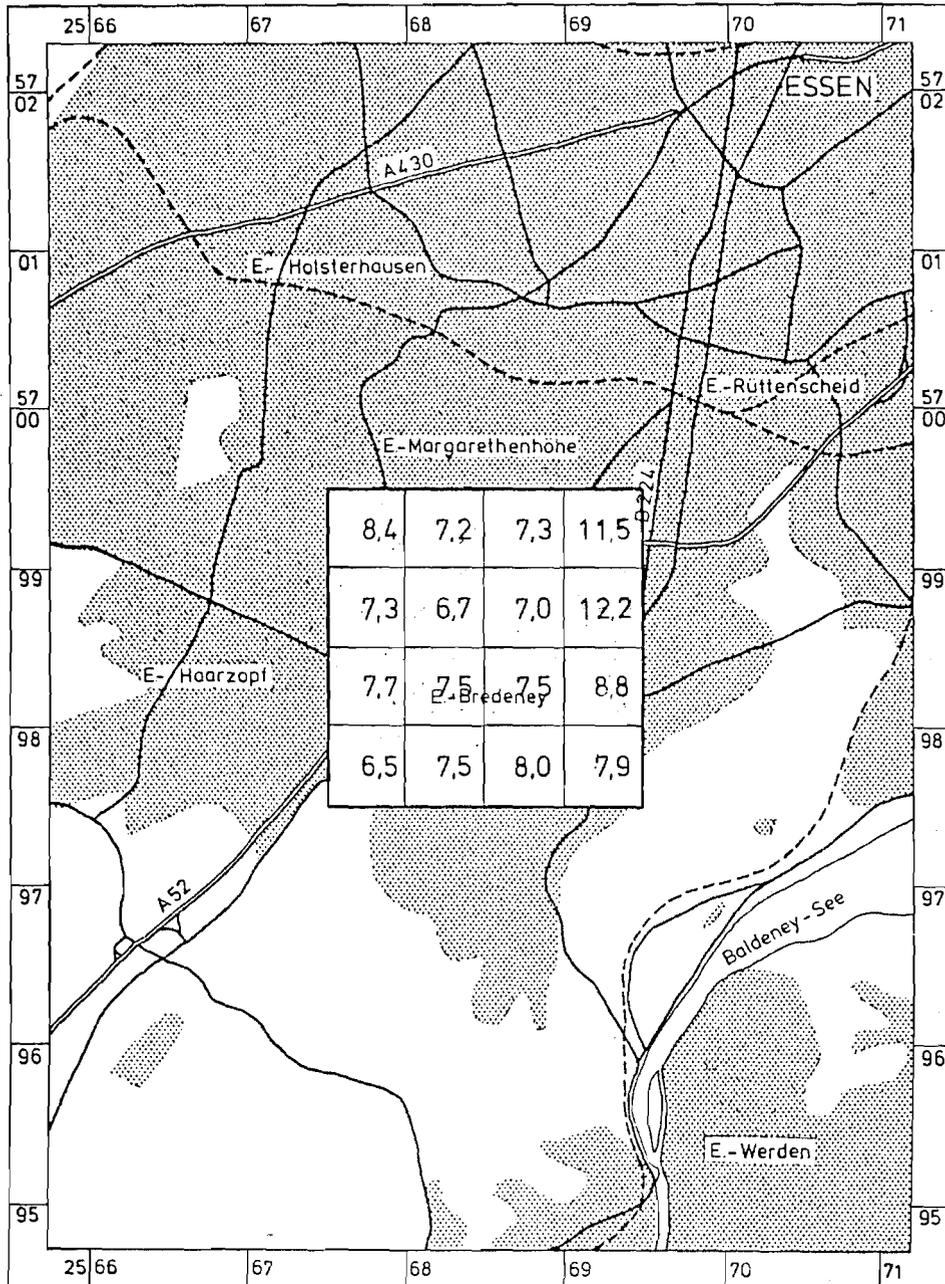


Abb. 7: Benzol-Immissionsbelastung
 Untersuchungsgebiet: Essen-Bredeney
 Beurteilungsfläche: 0,25 km²
 Meßzeit: 17.8.1981-13.8.1982

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

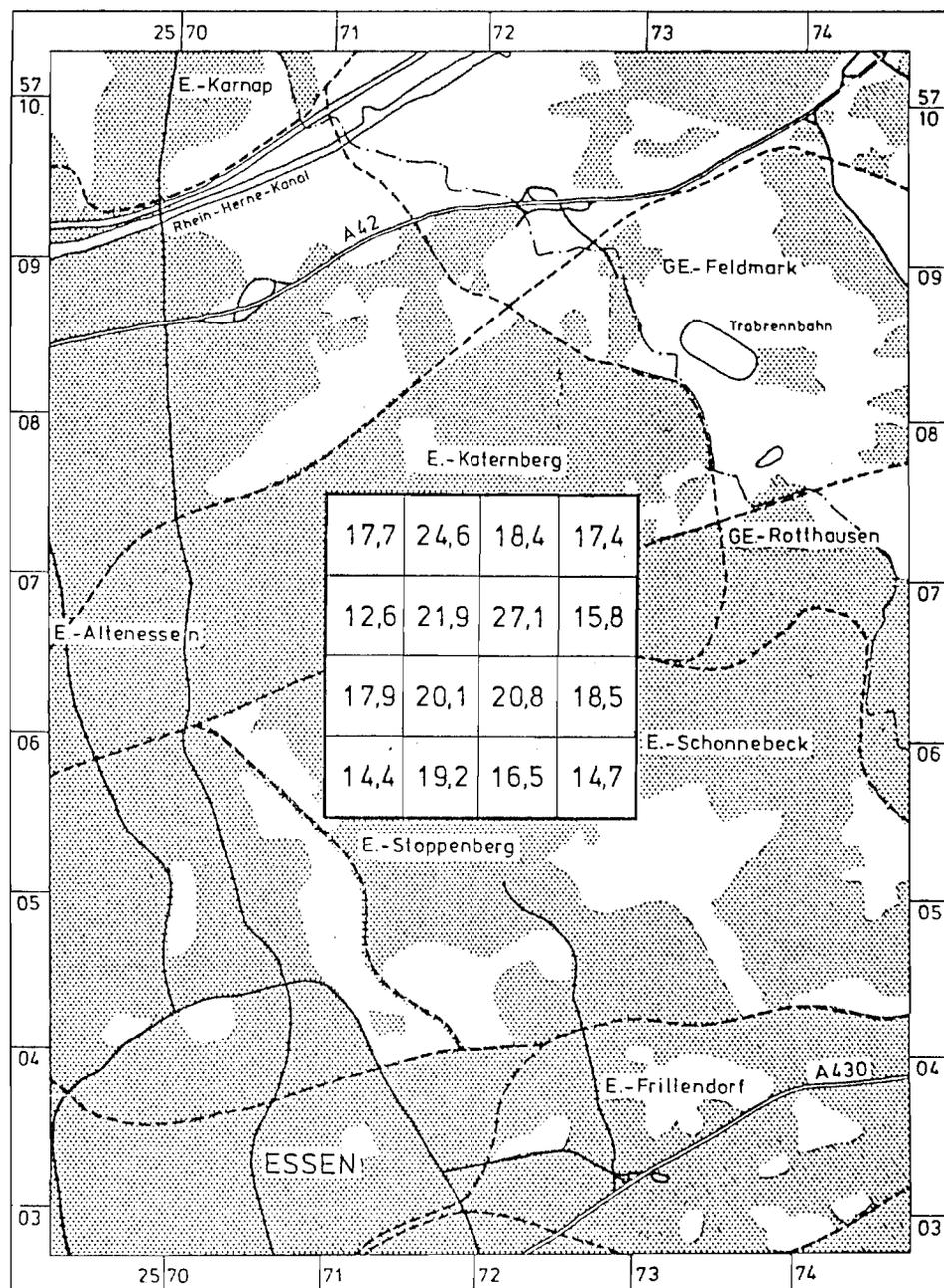


Abb. 8: Benzol-Immissionsbelastung
 Untersuchungsgebiet: Essen-Katernberg
 Beurteilungsfläche: 0,25 km²
 Meßzeit: 17.8.1981-13.8.1982

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

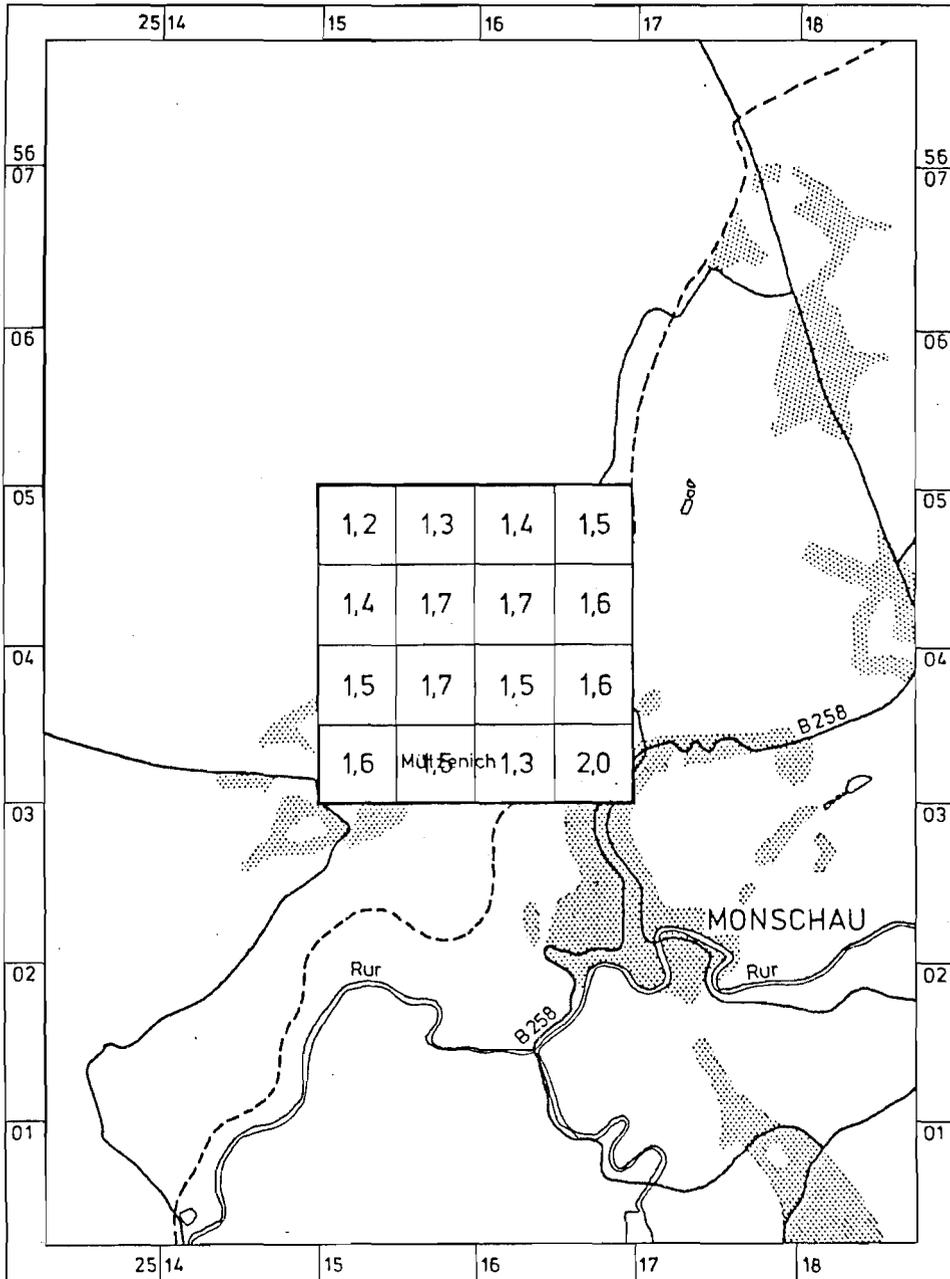


Abb. 9: Benzol-Immissionsbelastung
 Untersuchungsgebiet: Monschau
 Beurteilungsfläche: 0,25 km²
 Meßzeit: 17.8.1981-13.8.1982
 □ arithmetischer Mittelwert
 (Jahresmittelwert) in µg/m³

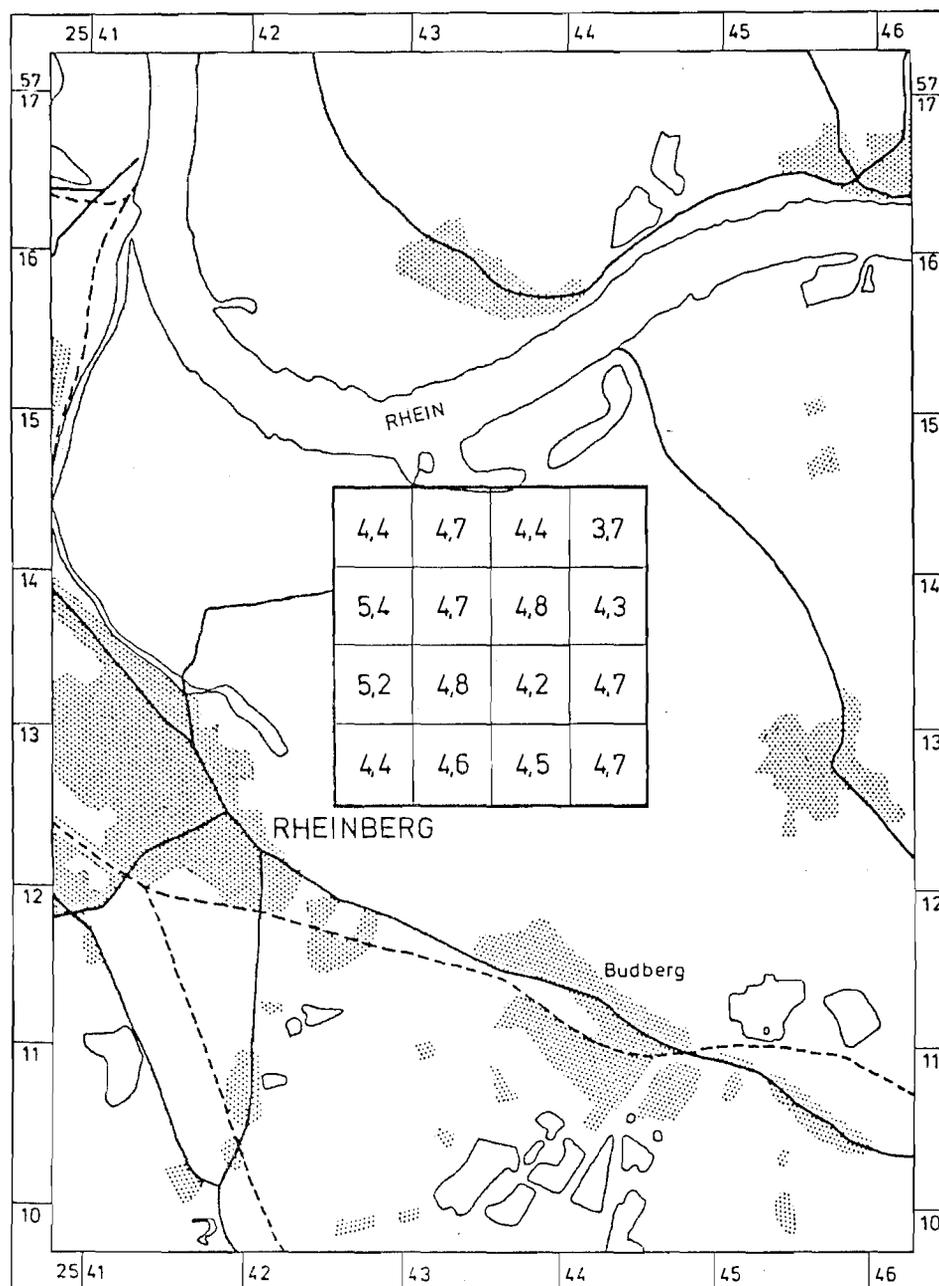


Abb. 10: Benzol-Immissionsbelastung
 Untersuchungsgebiet: Rheinberg-Eversael
 Beurteilungsfläche: 0,25 km²
 Meßzeit: 17.8.1981-13.8.1982

□ arithmetischer Mittelwert
 (Jahresmittelwert) in µg/m³

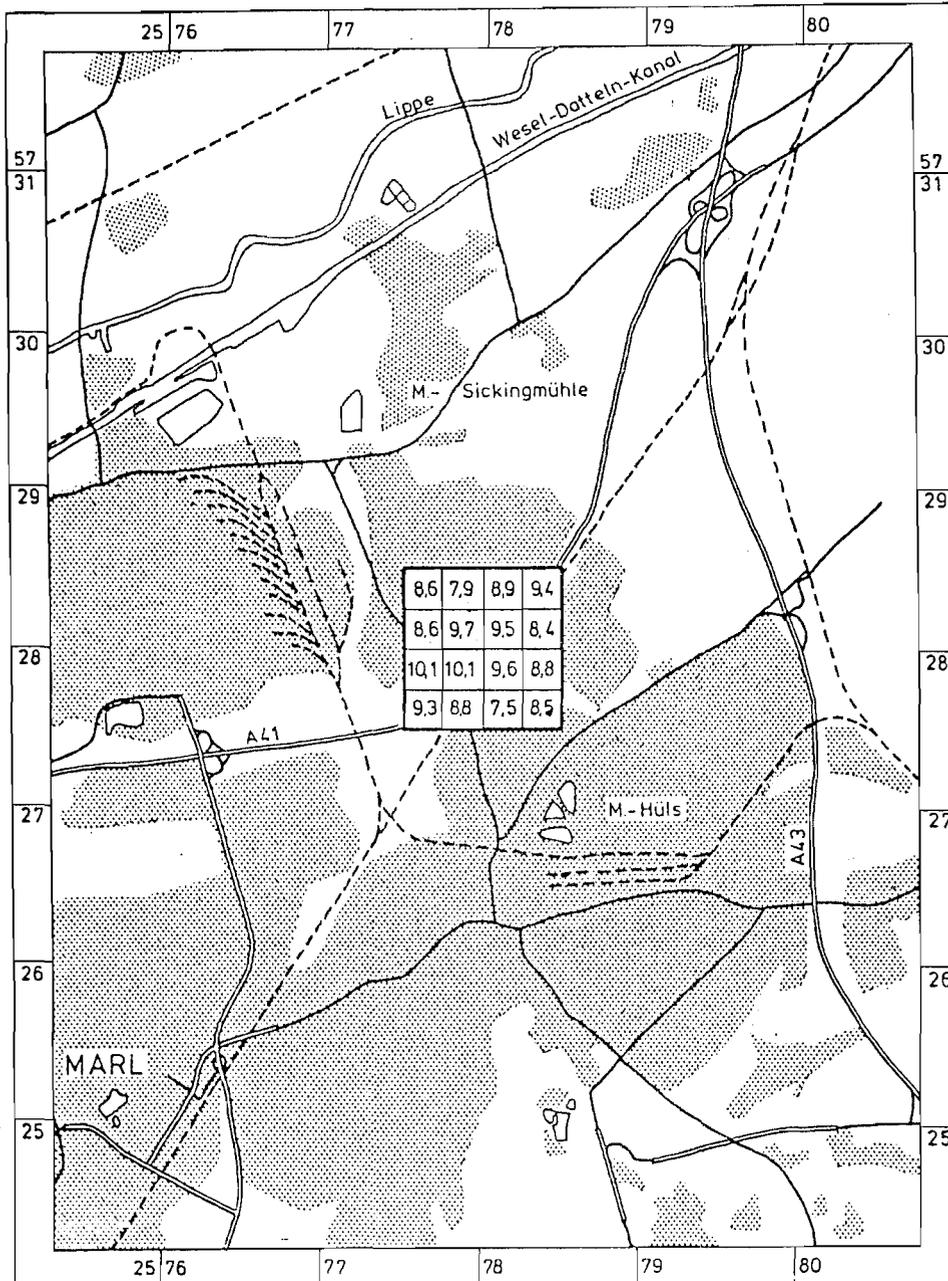


Abb. 11: Benzol-Immissionsbelastung
 Untersuchungsgebiet: Marl-Hüls/Sickingmühle
 Beurteilungsfläche: 0,0625 km²
 Meßzeit: 17.8.1981-13.8.1982

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

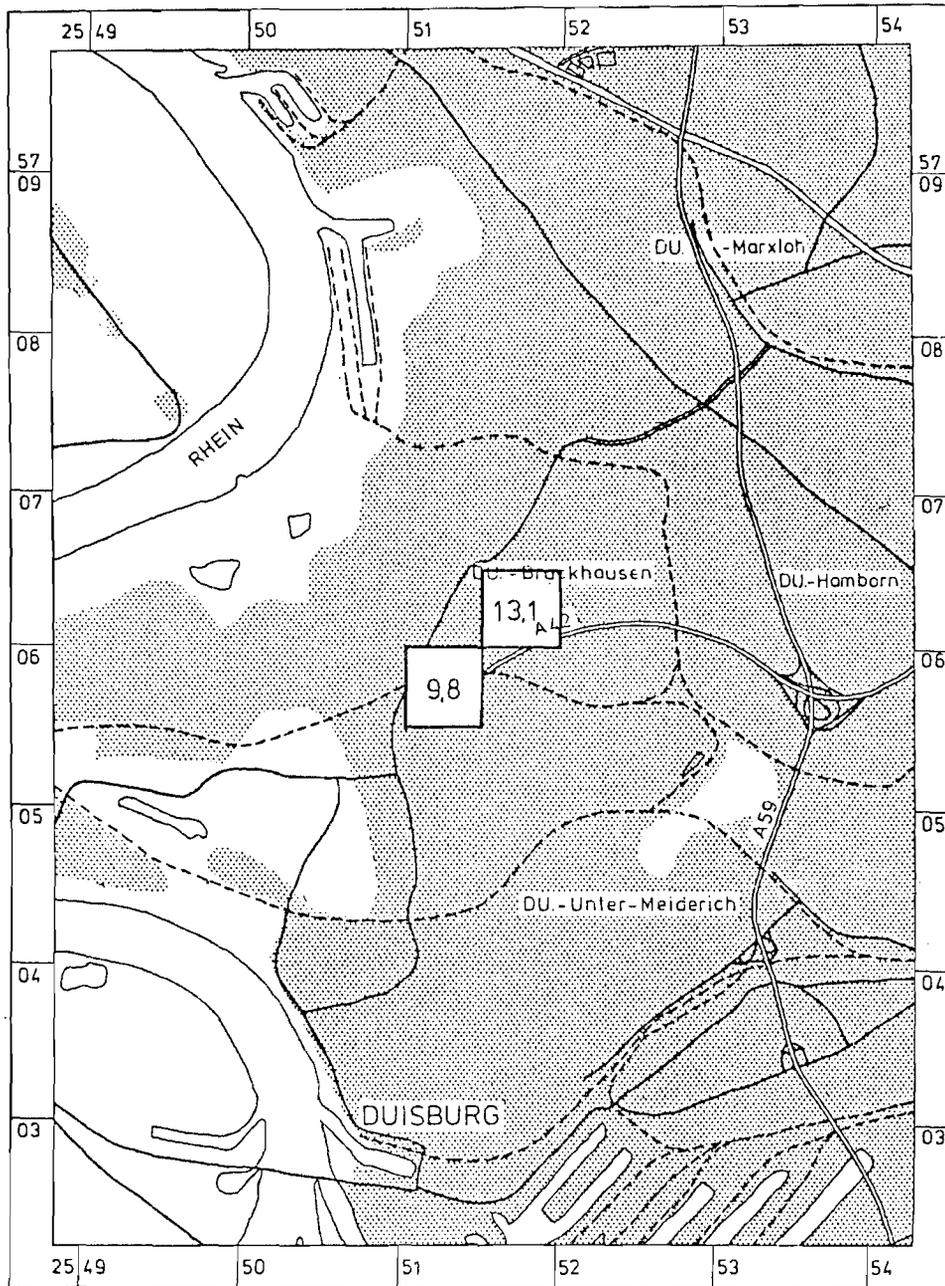


Abb. 12: Benzol-Immissionsbelastung

Untersuchungsgebiet: Duisburg-Bruckhausen

Beurteilungsfläche: $0,25 \text{ km}^2$

Meßzeit: 17.8.1981-13.8.1982

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

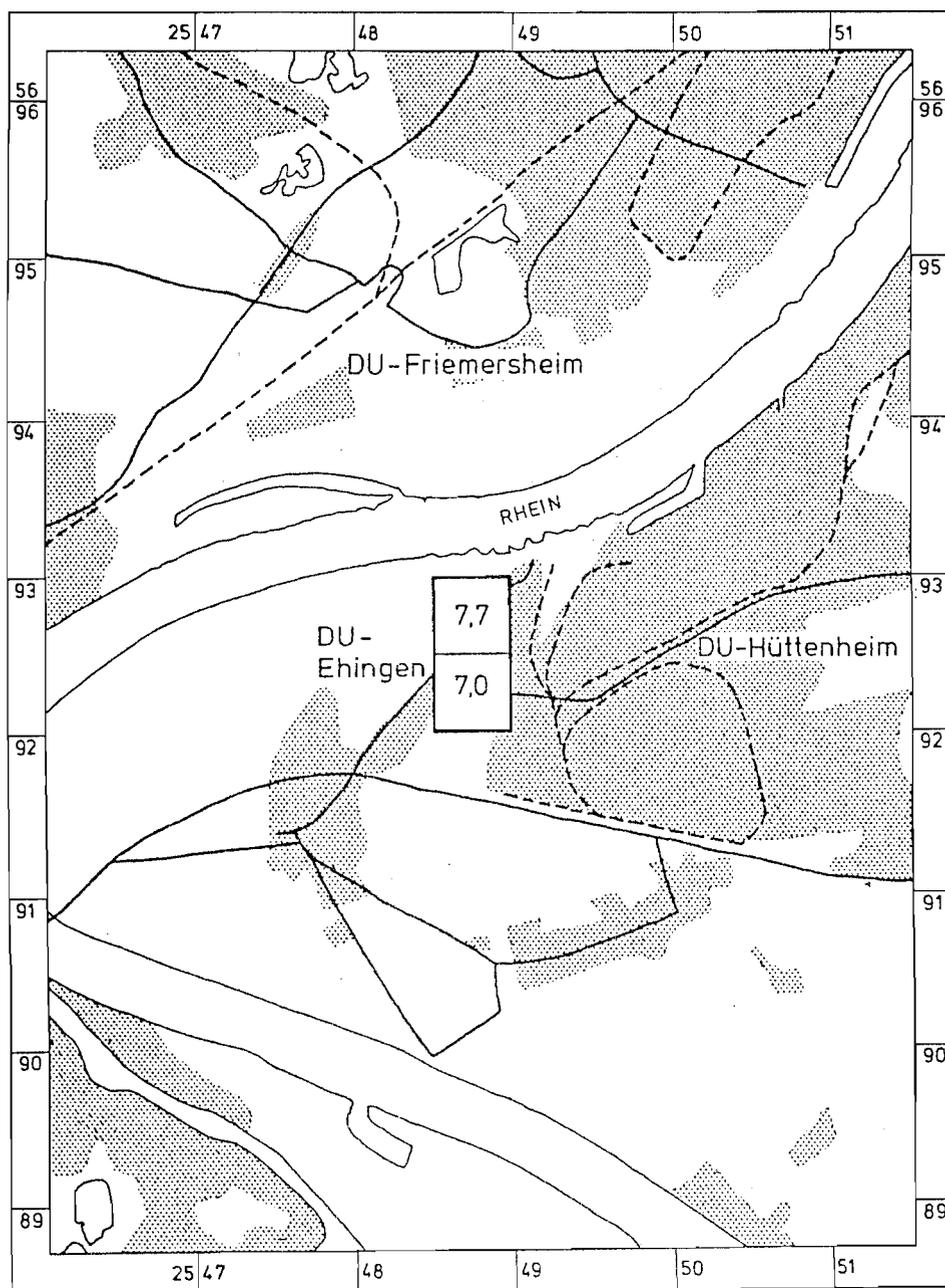


Abb. 13: Benzol-Immissionsbelastung
 Untersuchungsgebiet: Duisburg-Ehingen
 Beurteilungsfläche: $0,25 \text{ km}^2$
 Meßzeit: 17.8.1981-13.8.1982
 □ arithmetischer Mittelwert
 (Jahresmittelwert) in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

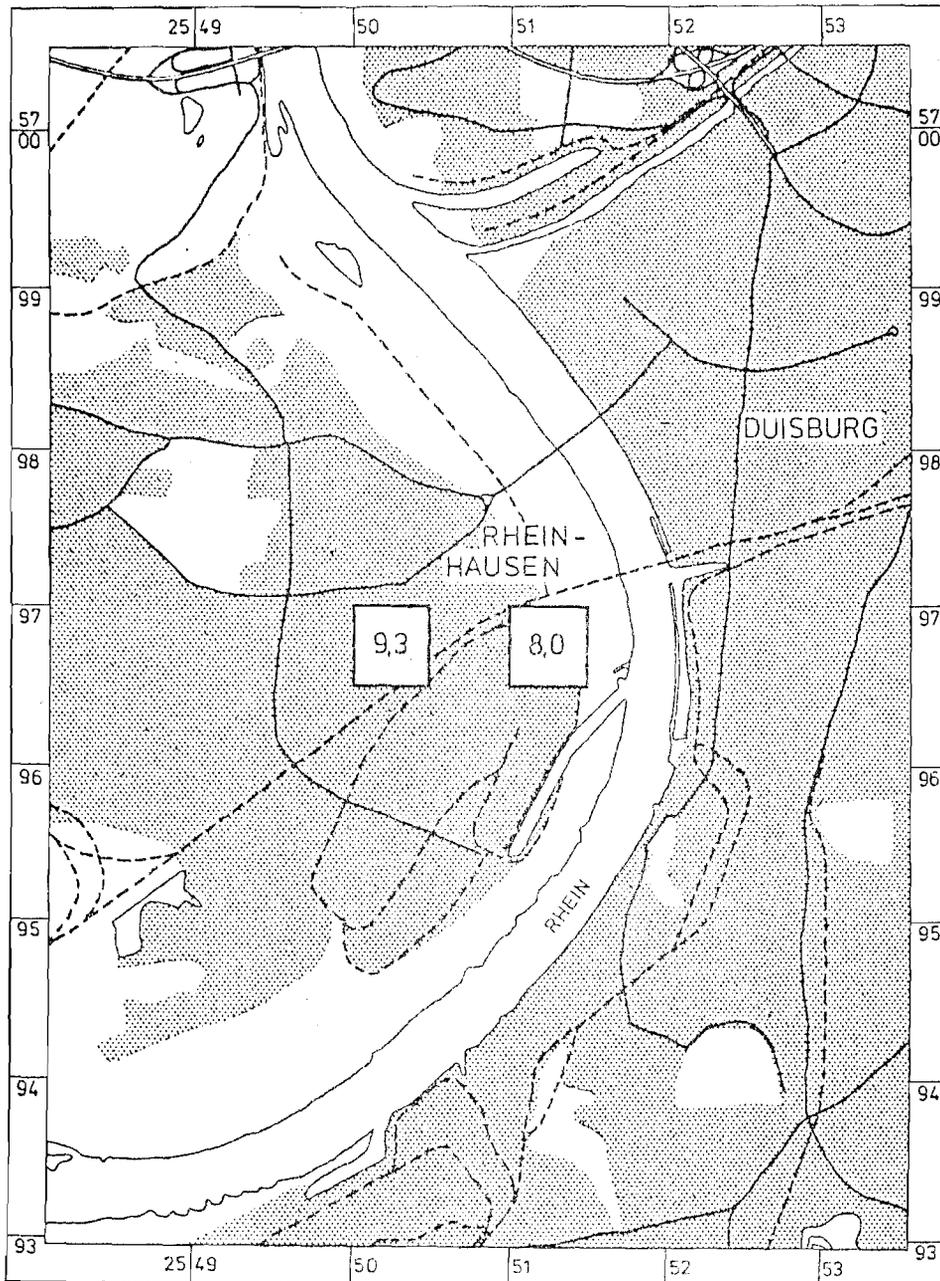


Abb. 14: Benzol-Immissionsbelastung
 Untersuchungsgebiet: Duisburg-Rheinhausen
 Beurteilungsfläche: $0,25 \text{ km}^2$
 Meßzeit: 17.8.1981-13.8.1982

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

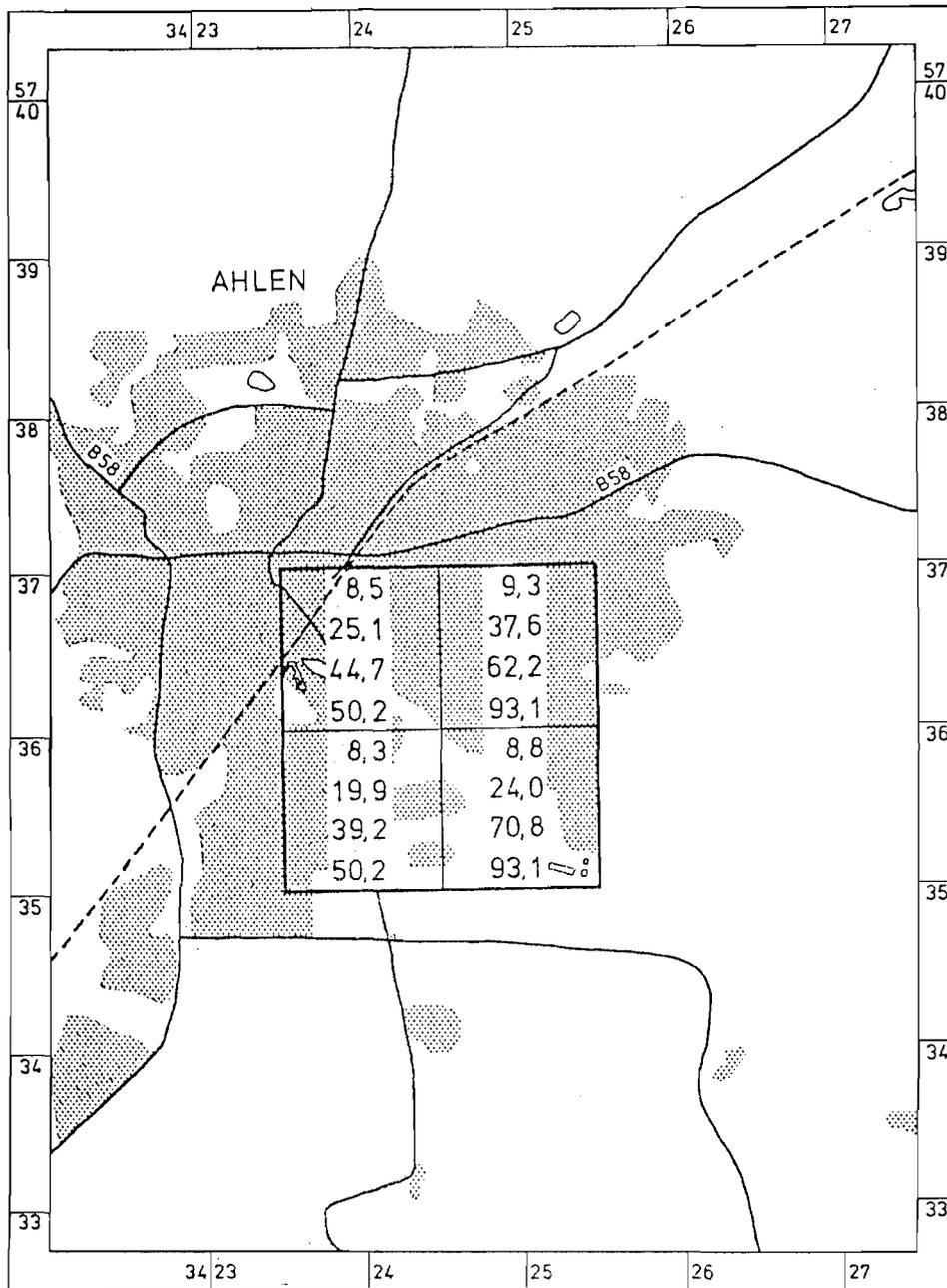


Abb. 15: Benzol-Immissionsbelastung
 Untersuchungsgebiet: Ahlen
 Beurteilungsfläche: 1 km^2
 Meßzeit: 17.8.1981-13.8.1982

	Jahresmittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	95 %-Summenhäufigkeitwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	98 %-Summenhäufigkeitwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	99 %-Summenhäufigkeitwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

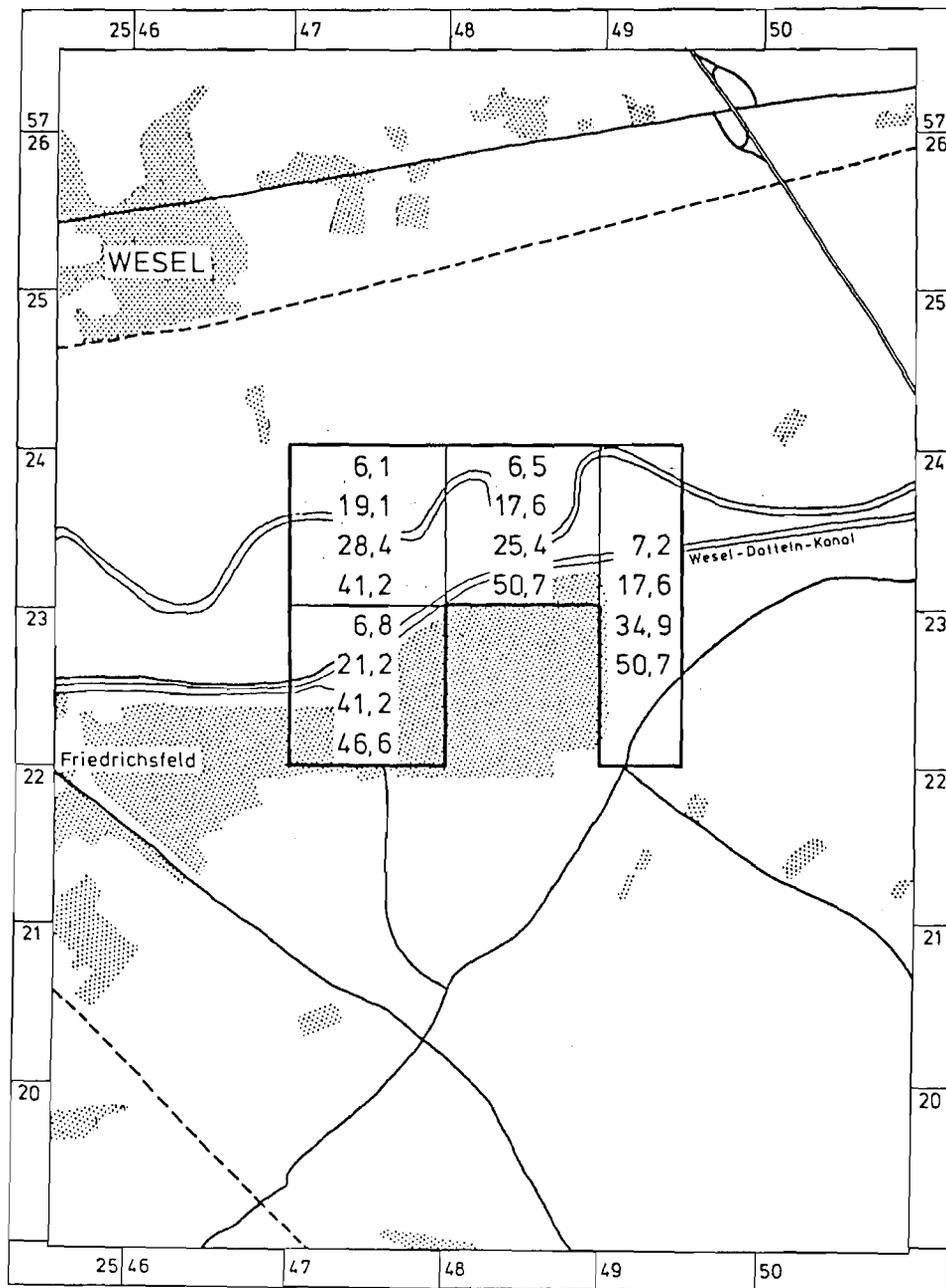


Abb. 16: Benzol-Immissionsbelastung
 Untersuchungsgebiet: Buchholtswelmen
 Beurteilungsfläche: 1 km²
 Meßzeit: 17.8.1981-13.8.1982

	Jahresmittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	95 %-Summenhäufigkeitswert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	98 %-Summenhäufigkeitswert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	99 %-Summenhäufigkeitswert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

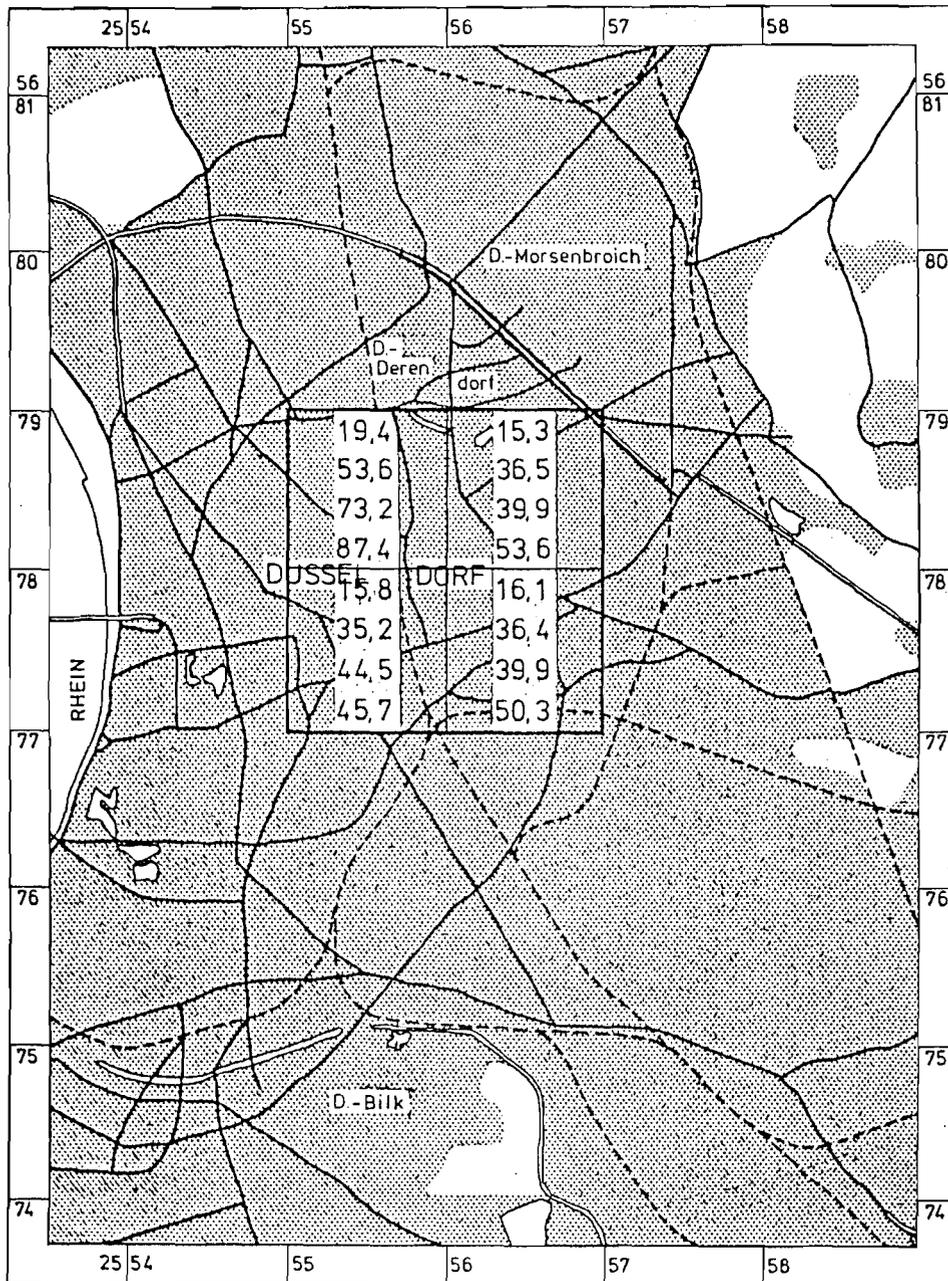


Abb. 17: Benzol-Immissionsbelastung
 Untersuchungsgebiet: Düsseldorf
 Beurteilungsfläche: 1 km²
 Meßzeit: 17.8.1981-13.8.1982

	Jahresmittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	95 %-Summenhäufigkeitswert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	98 %-Summenhäufigkeitswert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	99 %-Summenhäufigkeitswert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

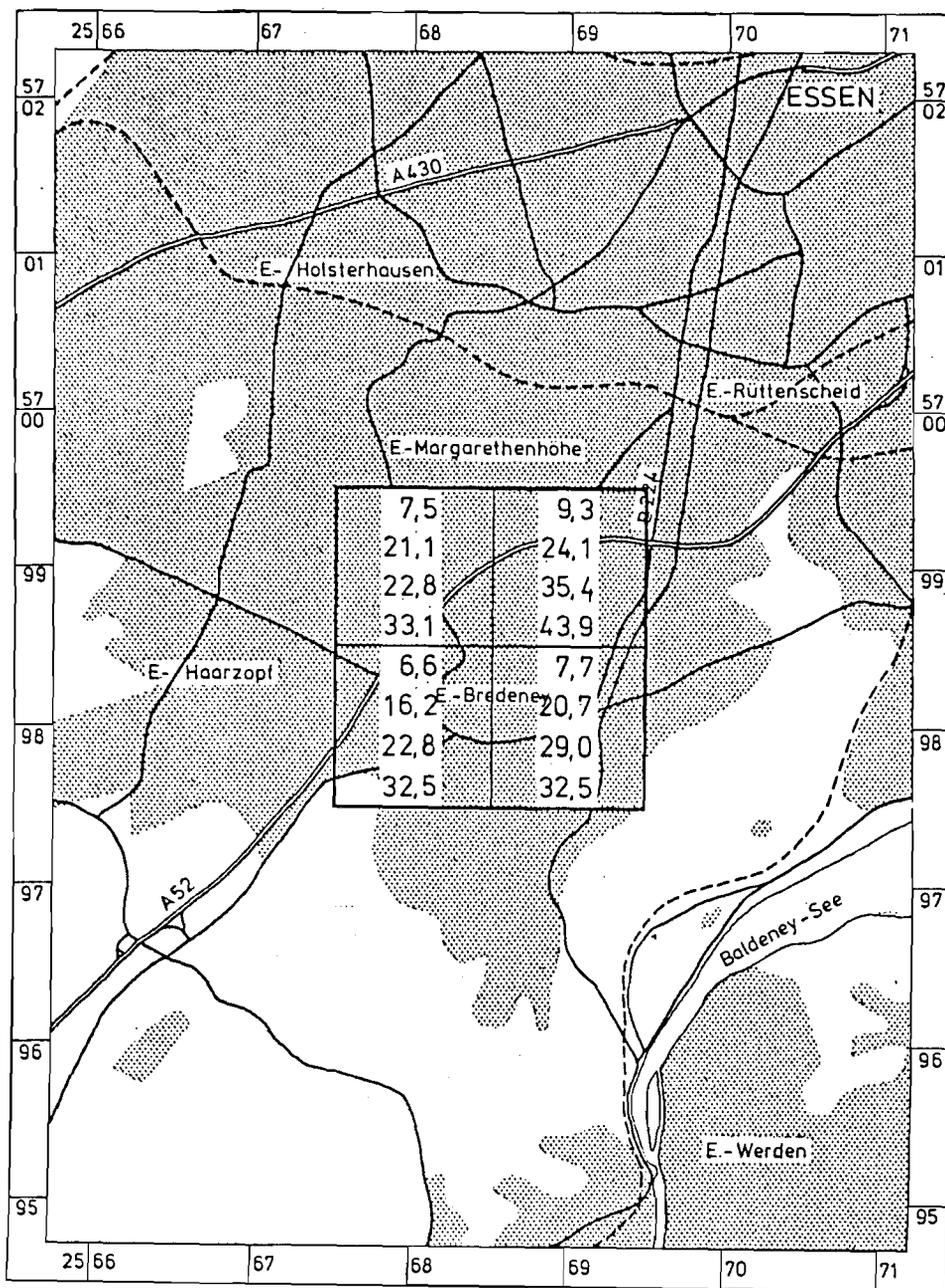


Abb. 18: Benzol-Immissionsbelastung
 Untersuchungsgebiet: Essen-Bredenei
 Beurteilungsfläche: 1 km²
 Meßzeit: 17.8.1981-13.8.1982

	Jahresmittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	95 %-Summenhäufigkeitswert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	98 %-Summenhäufigkeitswert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	99 %-Summenhäufigkeitswert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

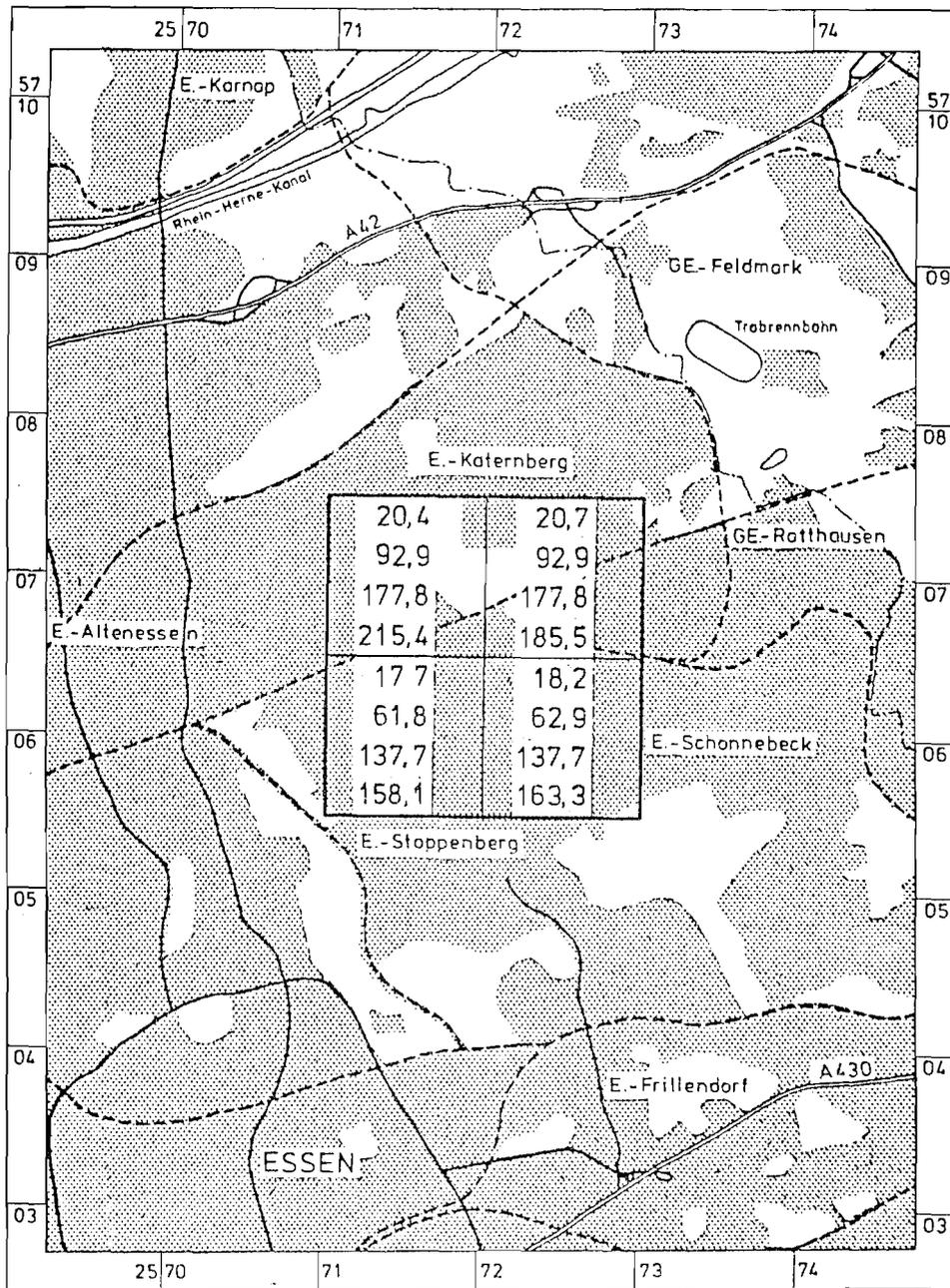


Abb. 19: Benzol-Immissionsbelastung
 Untersuchungsgebiet: Essen-Katernberg
 Beurteilungsfläche: 1 km²
 Meßzeit: 17.8.1981-13.8.1982

	Jahresmittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	95 %-Summenhäufigkeitswert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	98 %-Summenhäufigkeitswert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	99 %-Summenhäufigkeitswert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

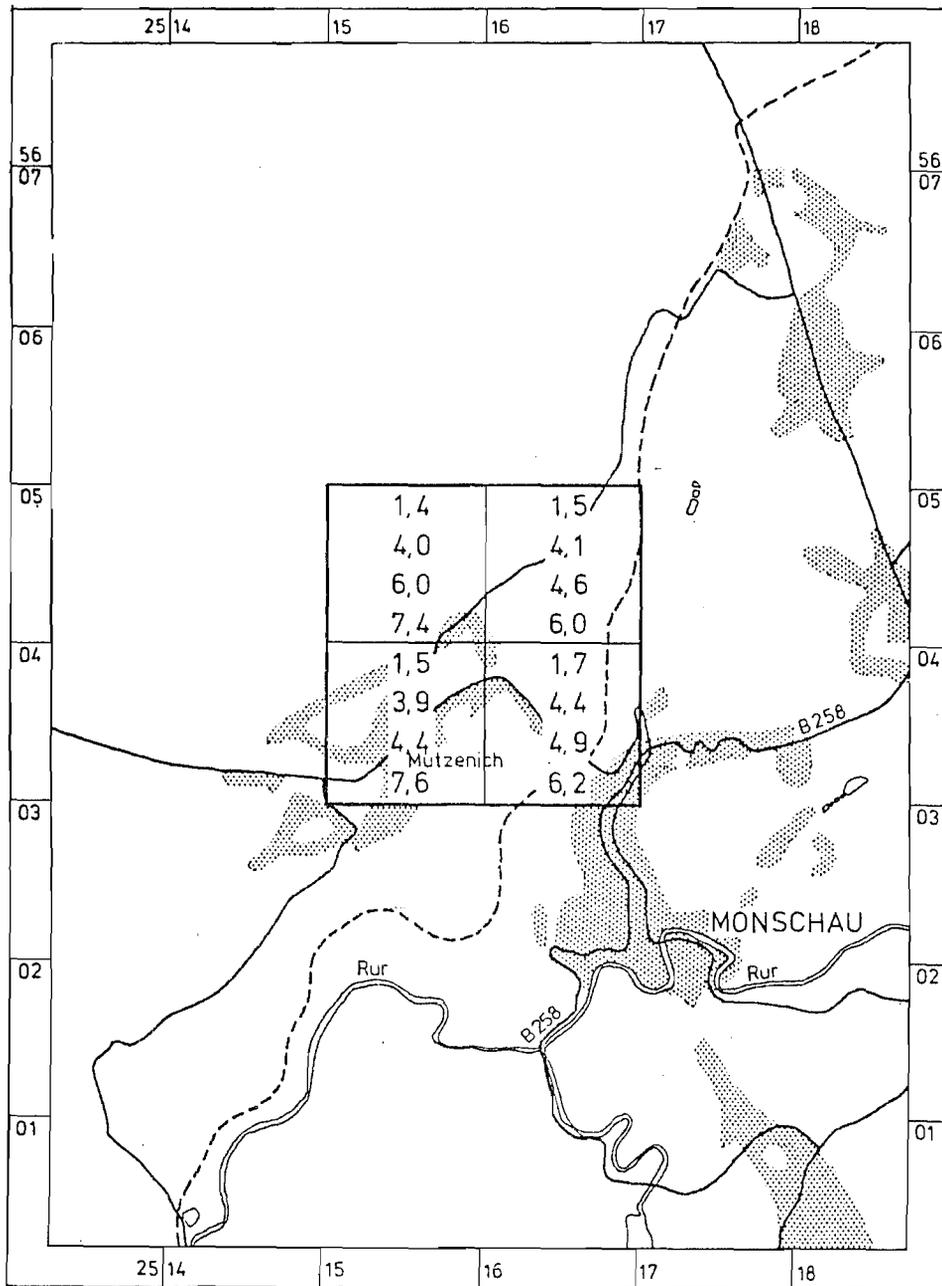


Abb. 20: Benzol-Immissionsbelastung
 Untersuchungsgebiet: Monschau
 Beurteilungsfläche: 1 km²
 Meßzeit: 17.8.1981-13.8.1982

	Jahresmittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	95 %-Summenhäufigkeitwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	98 %-Summenhäufigkeitwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	99 %-Summenhäufigkeitwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

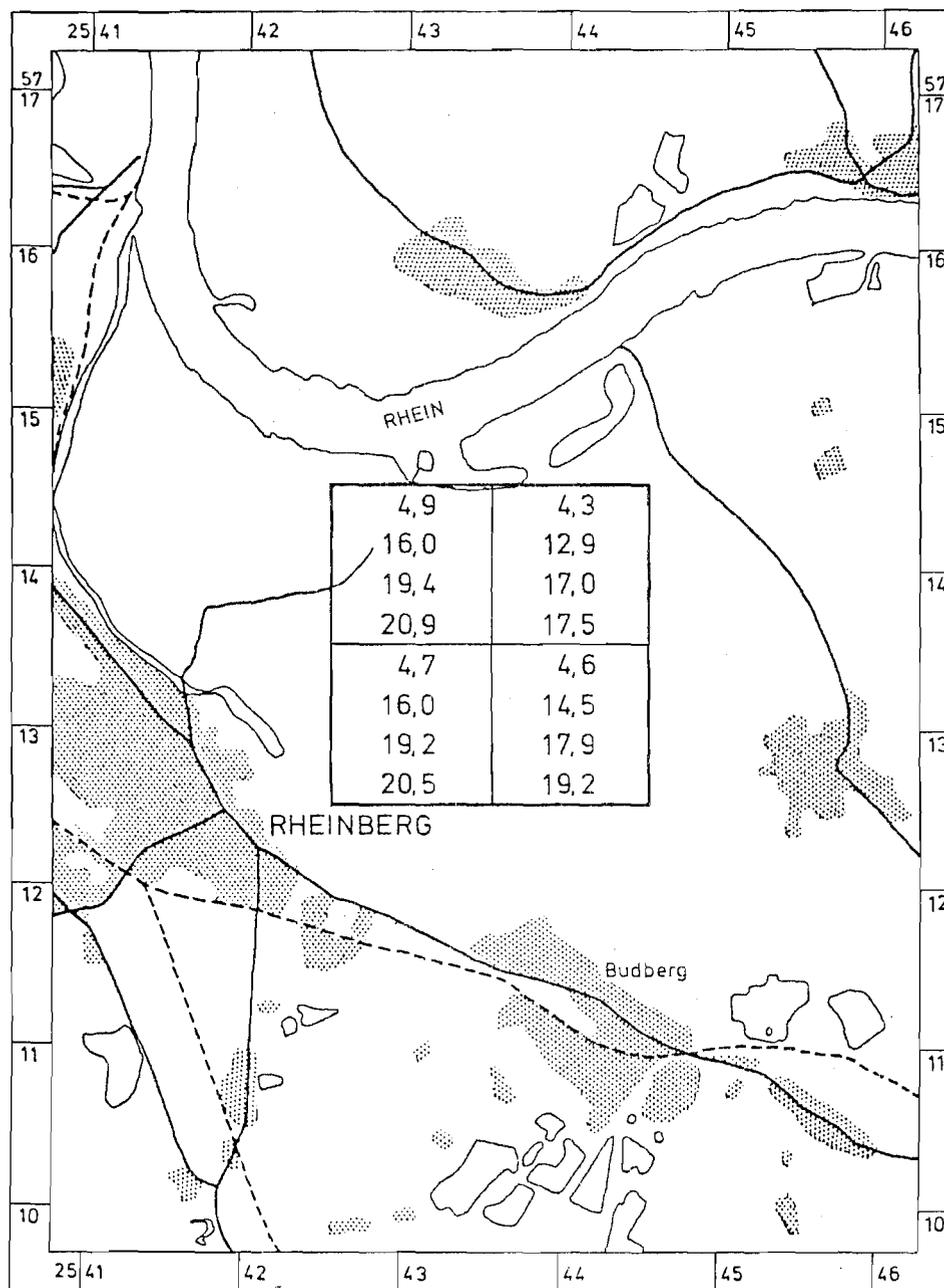


Abb. 21: Benzol-Immissionsbelastung
 Untersuchungsgebiet: Rheinberg-Eversael
 Beurteilungsfläche: 1 km²
 Meßzeit: 17.8.1981-13.8.1982

	Jahresmittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	95 %-Summenhäufigkeitwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	98 %-Summenhäufigkeitwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	99 %-Summenhäufigkeitwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

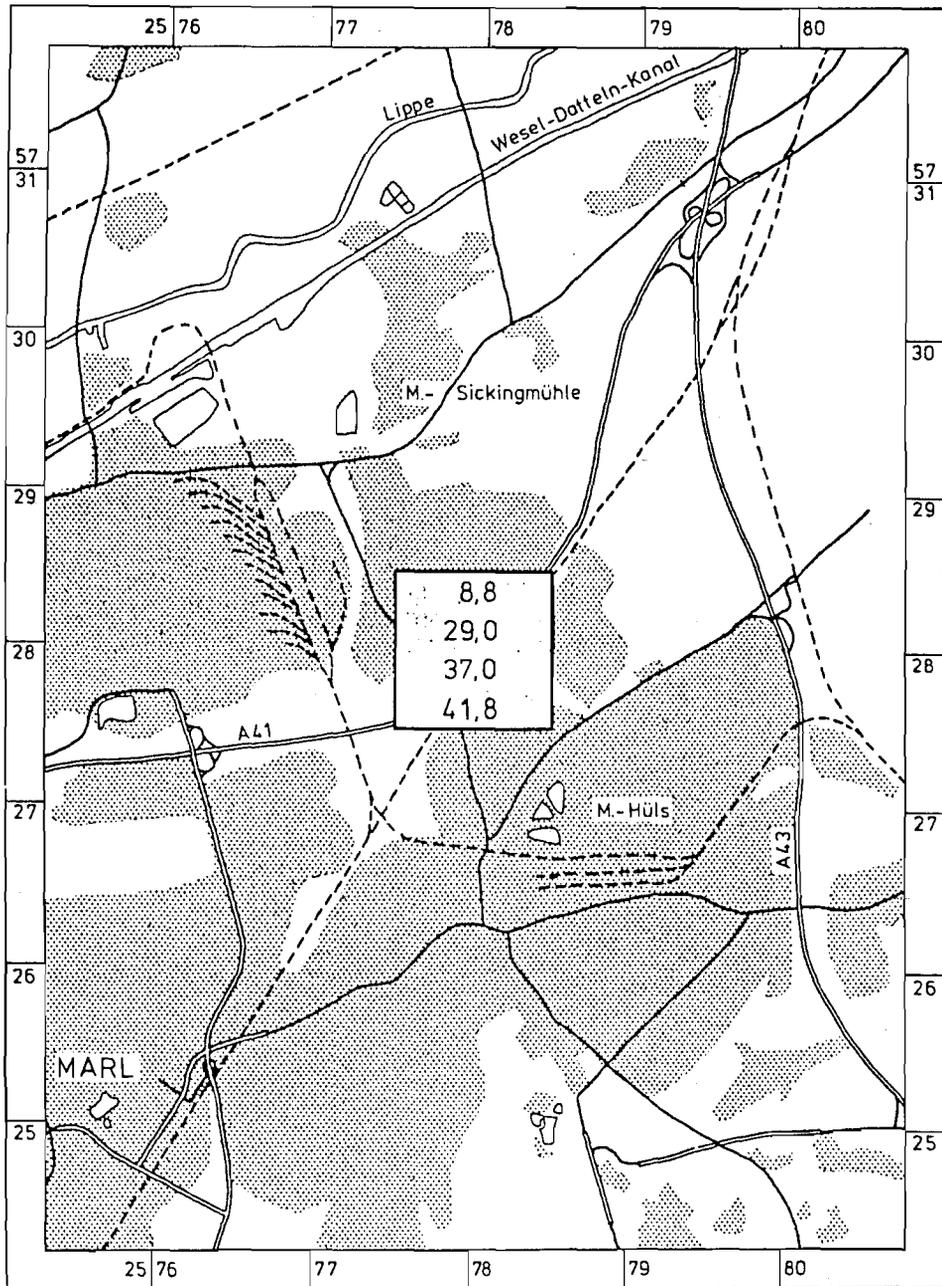


Abb. 22: Benzol-Immissionsbelastung

Untersuchungsgebiet: Marl-Hüls/Sickingmühle

Beurteilungsfläche: 1 km²

Meßzeit: 17.8.1981-13.8.1982

	Jahresmittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	95 %-Summenhäufigkeitwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	98 %-Summenhäufigkeitwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	99 %-Summenhäufigkeitwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Berichte der

LANDESANSTALT FÜR IMMISSIONSSCHUTZ DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN, ESSEN

- LIS-Berichte -

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

Anforderungen sind zu richten an die

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

- Berichte-Nr. 1: KRAUTSCHEID, S. und P. NEUTZ:
(vergriffen) LIDAR zur Fernüberwachung von Staubemissionen.
- Nachweis der Kalibrierfähigkeit eines LIDAR-Systems -
Kurztitel: Fernüberwachung mit LIDAR
1978. 47 Seiten mit 11 Abbildungen, 6 Tabellen und 4 Literaturhinweisen.
- Berichte-Nr. 2: BUCK, M.:
(vergriffen) Die Bedeutung unterschiedlicher Randbedingungen bei der Messung und Beurteilung der Luftqualität.
Kurztitel: Randbedingungen bei der Beurteilung der Luftqualität.
1978. 44 Seiten mit 8 Abbildungen, 10 Tabellen und 20 Literaturhinweisen.
- Berichte-Nr. 3: SCHEICH, G.:
(vergriffen) Entwicklung und Anwendung von Ausbreitungsmodellen und Luftüberwachungsprogramme in den USA.
Kurztitel: Luftüberwachung und Ausbreitung - Ein USA-Reisebericht -
1979. 47 Seiten mit 17 Abbildungen und 74 Literaturhinweisen.
- Berichte-Nr. 4: SPLITTGERBER, H. und K.H. WIETLAKE:
(vergriffen) Ermittlung der Luftschalldämmung von Bauelementen für Industriebauten am Bau.
Kurztitel: Luftschalldämmung von Bauelementen für Industriebauten.
1979. 133 Seiten mit 53 Abbildungen, 13 Tabellen und 6 Literaturhinweisen.
- Berichte-Nr. 5: SPLITTGERBER, H.:
(vergriffen) Zur Problematik der Meßgrößen und Meßwerte bei Erschütterungsimmissionen.
Kurztitel: Meßgrößen und Meßwerte bei Erschütterungsimmissionen.
1979. 52 Seiten mit 13 Abbildungen, 2 Tabellen und 27 Literaturhinweisen.

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

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

- Berichte-Nr. 20: BACH, R.W.:
Über Schätzfunktionen zur Bestimmung hoher Quantile der Grundgesamtheit
luftverunreinigender Schadstoffkonzentrationen aus Stichproben.
Kurztitel: Über Schätzfunktionen zur Bestimmung hoher Quantile der
Grundgesamtheit.
1982. 43 Seiten mit 17 Abbildungen, 5 Tabellen und 22 Literaturhinweisen.
- Berichte-Nr. 21: STRAUCH, H.:
(vergriffen) Hinweise zur Anwendung flächenbezogener Schalleistungspegel.
1982. 92 Seiten mit 40 Abbildungen und 15 Literaturhinweisen.
- Berichte-Nr. 22: SPLITTGERBER, H.:
(vergriffen) Verfahren zur Auswertung von Erschütterungsmessungen und zur Beurteilung von
Erschütterungsimmissionen.
Kurztitel: Erschütterungsmeß- und Beurteilungsverfahren.
1982. 71 Seiten mit 9 Abbildungen, 6 Tabellen und 23 Literaturhinweisen.
- Berichte-Nr. 23: KRAUSE, G.M.H.:
(vergriffen) Immissionswirkungen auf Pflanzen - Forschungsschwerpunkte in den Vereinigten
Staaten von Amerika. Bericht über eine Reise in die USA und die Teilnahme am 13.
Air Pollution Workshop in Ithaca, N. Y., in der Zeit vom 02.05.-24.05.1981.
Kurztitel: Immissionswirkungen auf Pflanzen - ein USA-Reisebericht -.
1982. 74 Seiten mit 1 Abbildung und 32 Literaturhinweisen.
- Berichte-Nr. 24: KÜLSKE, S.:
Analyse der Periode sehr hoher lokaler Schadstoffbelastungen
im Ruhrgebiet vom 15.01.1982 bis 20.01.1982.
Kurztitel: Hohe lokale Schadstoffbelastungen im Ruhrgebiet im Januar 1982.
1982. 80 Seiten mit 31 Abbildungen, 15 Tabellen und 4 Literaturhinweisen.
- Berichte-Nr. 25: VAN HAUT, H. und G.H.M. KRAUSE:
Wirkungen von Fluorwasserstoff-Immissionen auf die Vegetation.
Kurztitel: Fluorwasserstoff-Wirkungen auf Pflanzen.
1982. 27 Seiten mit 1 Abbildung, 4 Tabellen und 43 Literaturhinweisen.
- Berichte-Nr. 26: KOCH, E., V. THIELE, J. GIEBEL, H. STRAUCH und P. ALTENBECK:
Empfehlungen für die problemgerechte Erstellung von Immissionsschutzgutachten in
Bauleitplanverfahren.
Kurztitel: Empfehlungen bezüglich Immissionsschutzgutachten in Bauleitplan-
verfahren.
1982. 53 Seiten mit 10 Tabellen und 12 Literaturhinweisen.

- Berichte-Nr. 27: MANN, H., H. GIES und G. NITZ:
Verbesserung der Zuverlässigkeit und Vergleichbarkeit von Messungen zur Ermittlung aromatischer Kohlenwasserstoffe in der Außenluft.
Kurztitel: Anlage zur Qualitätssicherung von Immissionsmessungen (Aqum).
1982. 139 Seiten mit 21 Abbildungen, 8 Tabellen und 38 Literaturhinweisen.
- Berichte-Nr. 28: PRINZ, B., G.M.H. KRAUSE und H. STRATMANN:
Vorläufiger Bericht der Landesanstalt für Immissionsschutz über Untersuchungen zur Aufklärung der Waldschäden in der Bundesrepublik Deutschland.
Kurztitel: Waldschäden in der Bundesrepublik Deutschland.
1982. 154 Seiten mit 34 Abbildungen, 14 Tabellen und 101 Literaturhinweisen.
- Berichte-Nr. 29: GIEBEL, J.:
Untersuchungen über Zusammenhänge zwischen Sperrschichthöhen und Immissionsbelastung.
Kurztitel: Zusammenhänge zwischen Sperrschichthöhen und Immissionsbelastung.
1983. 42 Seiten mit 8 Abbildungen, 2 Tabellen und 9 Literaturhinweisen.
- Berichte-Nr. 30: MANN, H. und H. GIES:
Ergebnisse der Laborprüfung und Optimierung des meßtechnischen Teiles der Ozon-Meßplätze im Meßnetz LIMES-TEMES.
Kurztitel: Optimierung des Ozon-Meßplatzes in TEMES.
1983. 39 Seiten mit 10 Abbildungen, 11 Tabellen und 3 Literaturhinweisen.
- Berichte-Nr. 31: BEINE, H., R. SCHMIDT UND M. BUCK:
Ein Meßverfahren zur Bestimmung des Schwefelsäure- und Sulfatgehaltes in Luft.
Kurztitel: Verfahren zur Bestimmung des Schwefelsäure- und Sulfatgehaltes in der Luft.
1983. 38 Seiten mit 3 Abbildungen, 2 Tabellen und 38 Literaturhinweisen.
- Berichte-Nr. 32: BEIER, R. und P. BRUCKMANN:
Messung und Analyse von Kohlenwasserstoff-Profilen im Rhein-Ruhrgebiet.
1983. 57 Seiten mit 22 Abbildungen, 6 Tabellen und 24 Literaturhinweisen.
- Berichte-Nr. 33: FRONZ, W.:
Ermittlung von Verkehrsgeräusch-Immissionen
- zum tageszeitlichen Verlauf des Geräuschpegels und des Verkehrsaufkommens an Bundes- und Sammelstraßen.
Kurztitel: Ermittlung von Verkehrsgeräusch-Immissionen.
1983. 75 Seiten mit 11 Abbildungen, 8 Tabellen und 28 Literaturhinweisen.

Berichte-Nr. 34: BRÖKER, G.:
Zusammenfassende Darstellung der Emissionssituation in Nordrhein-Westfalen und der Bundesrepublik Deutschland für Stickstoffoxide.
Kurztitel: Stickstoffoxide - Emissionssituation in NW und in der BRD.
1983. 41 Seiten mit 15 Abbildungen, 2 Tabellen und 15 Literaturhinweisen.

Berichte-Nr. 35: PIORR, D. und R. HILLEN:
Veränderung akustischer Kenngrößen infolge der nächtlichen Abschaltung von Lichtsignalanlagen.
Kurztitel: Veränderung akustischer Kenngrößen bei Abschaltung von Lichtsignalanlagen.
1983. 67 Seiten mit 27 Abbildungen, 9 Tabellen und 19 Literaturhinweisen.

Anmerkung:

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