

# LIS - Berichte

## Nr. 59

Untersuchungen zum Einfluß  
von Luftverunreinigungen  
auf die Häufigkeit von  
Pseudokrupperkrankungen  
im Stadtgebiet Essen

Herausgeber:

Landesanstalt für Immissionsschutz  
des Landes Nordrhein-Westfalen  
Wallneyer Straße 6

D-4300 Essen 1

1986

ISSN 0720-8499

Untersuchungen zum Einfluß  
von Luftverunreinigungen auf  
die Häufigkeit von Pseudokrupp-  
erkrankungen im Stadtgebiet Essen

Dr. Bernd Prinz, Dr. Dietrich Schwela,  
Dr. Ekkehard Koch, Dr. Siegfried Ganser  
und Dr. Thomas Eikmann

UNTERSUCHUNGEN ZUM EINFLUSS VON LUFTVERUNREINIGUNGEN AUF DIE HÄUFIGKEIT VON PSEUDOKRUPPERKRANKUNGEN IM STADTGEBIET ESSEN

Dr. Bernd Prinz, Dr. Dietrich Schwela, Dr. Ekkehard Koch, Dr. Siegfried Ganser und Dr. Thomas Eikmann\*

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

Im Auftrage des Ministers für Arbeit, Gesundheit und Soziales wurde von Oktober 1983 bis September 1984 eine Studie über den möglichen Einfluß von Luftverunreinigungen auf die Häufigkeit von Pseudokrupperkrankungen im Stadtgebiet Essen durchgeführt. Diese Untersuchung wurde ergänzt durch eine Nacherhebung im Monat Januar 1985, der durch stark erhöhte Immissionsbelastung während einer mehrtägigen Inversionswetterlage gekennzeichnet war. Diese Belastung führte innerhalb des Ruhrgebietes zur Auslösung der höchsten Alarmstufe des Smogalarms.

Während sowohl Altersverteilung als auch Tages- und Jahresgang anderer Studien eindeutig reproduziert werden konnten, gelang es nicht, irgendeinen Einfluß der Immissionsbelastung zu ermitteln. Wenn auch dieses Ergebnis aufgrund der spezifisch methodischen Schwierigkeiten sowie aus grundsätzlichen statistischen Erwägungen nicht als Beweis dafür zu werten ist, daß ein derartiger Einfluß tatsächlich auch nicht besteht, so gibt es andererseits jedoch keinen Zweifel, daß dieser Immissionseinfluß - sollte er tatsächlich bestehen - weit hinter dem meteorologischen Einfluß, d.h. dem Einfluß des Wetters zurückbleibt. Hierbei ist nicht so sehr die Temperatur entscheidend, sondern offensichtlich das Auftreten starker Wetterschwankungen bei gleichzeitigem Vorliegen relativ niedriger Temperaturen, wie es für die "Umstellungsmonate" Oktober und März besonders charakteristisch ist.

INVESTIGATIONS OF THE INFLUENCE OF AIR POLLUTANTS ON THE OCCURRENCE OF CROUP (LARYNGOTRACHEOBRONCHITIS) WITHIN THE CITY OF ESSEN

S u m m a r y

On behalf of the Minister of Labor, Health and Welfare of Northrhine-Westfalia the possible influence of air pollution on the occurrence of croup within the city of Essen was investigated for the period from October 1983 to September 1984.

---

\* Abteilung Hygiene und Arbeitsmedizin der Medizinischen Fakultät der RWTH Aachen.

A supplementary investigation was carried out in the month of January 1985 which was characterized by an episode of high air pollution during inversion conditions persisting for several days. This led to the release of the smog alert of the highest stage within the area "Ruhrgebiet".

The age distribution of croup patients as well as the diurnal and annual variations of the occurrence of the disease were identical to the results of other studies. No association could be found, however, between the frequency of croup diseases and the level of air pollution, if compared on spatial or temporal base. Even though this results, because of specific methodical difficulties and fundamental statistical considerations, is not to be taken as evidence of the complete absence of such influence, it leaves no doubt, however, that any existing influence exerted by air pollutants - if it really exists - ranks far behind the influence yielded by meteorological conditions, i.e. the weather. With regard to that it is not so much the temperature, which is decisive, but the apparent occurrence of extreme weather fluctuations at relatively low temperatures characteristic of the "transition months" October and March.

## 1. Einleitung

In der letzten Zeit ist in der Öffentlichkeit intensiv die Frage diskutiert worden, ob und in welchem Maße Luftverunreinigungen Einfluß auf Auslösung von Pseudokrupperkrankungen nehmen. Hierbei handelt es sich um eine plötzlich einsetzende entzündliche Schwellung der Kehlkopfschleimhaut, die infolge Einengung des Kehlkopfvolumens zu Atemnot und in schweren Fällen auch zum Ersticken führen kann. Je nachdem, wieweit man die tieferen Atemwege neben dem Kehlkopf als mitbeteiligt ansieht, wird die Erkrankung in der medizinischen Terminologie als akute stenosierende subglottische Laryngotracheitis bzw. Laryngotracheobronchitis bezeichnet [1].

Am häufigsten betroffen sind ältere Säuglinge und Kleinkinder mit Erkrankungsgipfel im 1. und 3. Lebensjahr, wobei Rezidivgefahr besteht. Unbestritten ist, daß die Entzündung durch Viren, seltener durch Bakterien, Mykoplasmen und Allergene ausgelöst wird [2]. Ebenso unbestritten ist bereits nach der älteren Literatur, daß eine ausgesprochene jahreszeitliche Disposition mit einem Gipfel in den Winter- und Frühjahrsmonaten, d.h. von Oktober bis April, besteht [3].

JAKLIN et al. [4] sowie EMMERICH et al. [5], die Pseudokrufffälle der Jahre 1963 bis 1969 bzw. 1967 bis 1971 innerhalb des Einzugsgebietes der Frankfurter Universitätskinderklinik auswerteten, haben innerhalb der Bundesrepublik wohl zum ersten Mal die Vermutung geäußert, daß Luftverunreinigungen an der Auslösung von Pseudokruffanfällen beteiligt sind. Diese Feststellung wurde von PRINZ und HOWER [6] anhand der Pseudokrufffälle in den Jahren 1965 bis 1973 innerhalb des Einzugsgebietes der Universitätskinderklinik Essen nachgeprüft. International wurde die Diskussion des Zusammenhanges zwischen Pseudokruff und Luftverunreinigungen angeregt durch Teilergebnisse der sogenannten CHESS-Studie [7], nach der in Gebieten mit hoher Immissionsbelastung höhere Häufigkeiten an Pseudokrupperkrankungen auftreten als in Gebieten mit niedriger Immissionsbelastung.

Diese Diskussion wurde innerhalb der Bundesrepublik stark intensiviert durch Vorträge von WEMMER, MERSMANN und MÜHLING anlässlich der 189. Tagung der Vereinigung Rheinisch-Westfälischer Kinderärzte am 7. Mai 1983 in Siegen.

Um für den Raum Essen die vermuteten Zusammenhänge zwischen dem Auftreten von Pseudokruff und erhöhten Immissionsbelastungen wissenschaftlich zu untersuchen, hat der Minister für Arbeit, Gesundheit und Soziales des Landes Nordrhein-Westfalen auf Anregung der Stadt Essen die Landesanstalt für Immissionsschutz im Dezember 1982 mit einer entsprechenden Studie beauftragt. Unter Hinzuziehung der Abteilung Hygiene und Arbeitsmedizin der Medizinischen Fakultät der RWTH Aachen, des Medizinischen Institutes für Umwelthygiene an der Universität Düsseldorf, der Medizinischen Universitäts- und Poliklinik der Berufsgenossenschaftlichen Krankenanstalten "Bergmannsheil Bochum", Herrn Professor STEMMANN von der Städtischen Kinderklinik Gelsenkirchen, den im Stadtgebiet Essen niedergelassenen Kinderärzten, einschließlich der Vertreter der Kinderabteilungen der Essener Krankenhäuser sowie dem Gesundheitsamt Essen wurde ein Erhe-

bungsplan festgelegt, nach dem im Oktober 1983 mit einjähriger Laufzeit die Untersuchungen aufgenommen wurden. Im Zusammenhang mit der Smogsituation im Januar 1985 wurde kurzfristig eine Nacherhebung über das Auftreten von Pseudokrappanfällen innerhalb des Stadtgebietes Essen in diesem Monat durchgeführt. Über die Ergebnisse dieser Erhebungen wird im nachfolgenden berichtet.

## 2. Einführung in den gegenwärtigen Stand der Diskussion

Im nachfolgenden werden ohne Anspruch auf Vollständigkeit einige Studien zum Zusammenhang zwischen Pseudokrapp und Luftverunreinigungen eingehender besprochen, um die besondere Problematik dieser Fragestellung zu beleuchten. Eine umfassende Bewertung der wesentlichen bislang durchgeführten Studien findet sich in einem Bericht des Länderausschusses für Immissionsschutz [2].

Wie bereits angeführt, kamen die ersten Studien, die sich mit dem Zusammenhang zwischen Pseudokrapp und Luftverunreinigungen befaßt haben und die zugleich größere Aufmerksamkeit in der Öffentlichkeit hervorgerufen haben, 1971 und 1972 aus der Universitätskinderklinik Frankfurt [4, 5]. Die Autoren verglichen die monatliche Häufigkeit der zwischen 1963 und 1969 bzw. zwischen 1967 und 1971 in die Kinderklinik eingewiesenen Pseudokrappfälle mit der Schwebstoffkonzentration in Königstein bei Frankfurt (erste Untersuchungsperiode) bzw. der Schwefeldioxidkonzentration im Zentrum von Frankfurt (zweite Untersuchungsperiode). Sie kamen zu dem Schluß, daß eine "deutlich signifikante Erhöhung von Erkrankungsfällen an Tagen mit starker Luftverschmutzung und Kontinentalluft" nachgewiesen werden kann [4] bzw. ein "deutlich signifikanter Anstieg von Krappanfällen ab 80 ppb SO<sub>2</sub> (entsprechend 220 µg SO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>)" beobachtet wird [5]. In der ersten Studie [4] wird ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht und durch Grafik belegt, daß im jahreszeitlichen Vergleich nahezu Kongruenz zwischen der monatlichen Häufigkeit von Tagen mit "hoher Luftverunreinigung" und Tagen mit Kontinentalluft besteht, und daß aufgrund dieser ausgeprägten Korrelation kaum eine gesicherte Ursachenbeziehung zu dem ebenfalls nahezu kongruenten jahreszeitlichen Verlauf der Pseudokrapphäufigkeit hergestellt werden kann. In diesem Zusammenhang wird auch darauf hingewiesen, daß klimatische Faktoren, wie z.B. Luftkörperwechsel, nach Literaturbefunden tatsächlich die Pseudokrapphäufigkeit beeinflussen können. Als Luftkörper werden in der Meteorologie Luftmassen mit bestimmten Eigenschaften, die sich etwa hinsichtlich der Temperatur oder der Herkunft von anderen Luftmassen unterscheiden, bezeichnet. Die Aussage der zweiten Studie [5] ist kurzgefaßt die, daß an Tagen mit Immissionsbelastungen höher als 80 ppb SO<sub>2</sub> (> 220 µg SO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>) mit einer größeren relativen Häufigkeit Pseudokrappfälle aufgetreten sind als an Tagen mit niedrigeren Schwefeldioxidkonzentrationen. Naturgemäß konzentrierten sich diese Tage auf die Wintermonate, so daß wiederum nicht sicher zu entscheiden ist, ob das Auftreten der Pseudokrappanfälle von der Witterung oder von der Immissionsbelastung abhängt.

Ein etwas anderer Weg wurde 1976 von PRINZ und HOWER [6] beschrieben. Zunächst wurde entsprechend Abb. 1 eine bemerkenswert gute jahreszeitliche Übereinstimmung in der Häufigkeit der zwischen 1965 und 1973 in die Universitätskinderklinik Frankfurt eingewiesenen Pseudokrufffälle festgestellt. Damit bestand auch für das Essener Kollektiv bezüglich der starken Saisonalität der Häufigkeit von Pseudokrupperkrankungen gar keine Frage, wohl aber bezüglich der Kausalität dieser Saisonalität.

Um die Frage des Einflusses der Luftverunreinigungen zu prüfen, wurde in Analogie zur Untersuchung des Blutbleispiegels von Neugeborenen [8, 9] für gleichgroße ca. 5 km x 5 km große Gebiete, die auch Nachbarstädte von Essen mit umfaßten, das Verhältnis "Anzahl der eingewiesenen Pseudokrufffälle : Anzahl der Gesamteinweisungen unabhängig von der Erkrankungsart", bestimmt und dieser Quotient mit der mittleren Schwefeldioxidbelastung in diesen Gebieten (ermittelt aus den Ergebnissen der Schwefeldioxid-Immissionsmessungen - III. Meßprogramm des Landes NRW - für die Jahre 1965 bis 1973) verglichen.

Diese Form der Standardisierung war deshalb als Methode der Wahl angesehen worden, da die Anzahl der Gesamteinweisungen, wie Abb. 1 belegt, im Gegensatz zur Pseudokruffhäufigkeit jahreszeitlich konstant ist und somit keinerlei Beziehung zum Pseudokruff aufweist.

PRINZ und HOWER fanden seinerzeit keine Korrelation zwischen der relativen Anzahl von Pseudokrufffällen und der Höhe der Immissionsbelastung in den jeweiligen Teilgebieten. Dieses Ergebnis änderte sich nicht, wenn vor der Indexbildung die Teilgebiete zunächst zu 4 Konzentrationsklassen der Schwefeldioxidimmission zusammengefaßt wurden und die Summe der jeweiligen Pseudokrupperkrankungen für diese Konzentrationsklassen auf die Summe der entsprechenden Gesamteinweisungszahlen bezogen wurde. Die Autoren kamen somit zu dem Schluß, daß ein eindeutiger Beweis für die immissionsbedingte Auslösung von Pseudokruff zunächst noch aussteht.

In der bereits erwähnten CHESS-Studie waren Fragebogen an die Mütter von Kindern bis zu zwölf Jahren in Gebieten von Salt Lake Basin und Rocky Mountain verteilt worden, um retrospektiv die Häufigkeit von Pseudokrupperkrankungen in unterschiedlich belasteten Regionen zu erfassen. Nach WICHMANN [10] hat das Ergebnis dieser Studie, nach dem die etwa doppelt so hohe Häufigkeit im belasteten Gebiet auf die erhöhten Luftschadstoffe zurückzuführen ist, besonderen Aussagewert, da die allgemein an der CHESS-Studie geübte Kritik für diesen Teil des Gesamtprojekts nicht zutrifft. Tatsächlich ist in dem offiziellen Prüfbericht zur CHESS-Studie [11] auch zu den Kinderuntersuchungen deutliche Kritik geäußert worden, die sich auf folgende Punkte konzentriert:

Die Immissionsdaten sind zum größten Teil Schätzungen, für das von WICHMANN zitierte höchst belastete Gebiet Magna/Salt Lake zum Beispiel Schwefeldioxidkonzentrationen, die aus Hüttenemissionen aufgrund einer einjährigen Immissionsvergleichsmeßreihe für die einzelnen Jahre der Exposition hochgerechnet wurden, ohne Berücksichtigung meteorologisch bedingter unterschiedlicher

Ausbreitungsverhältnisse in diesen Jahren. Hinzu kommt, daß die Immissionsbelastung des Vergleichsjahres wegen eines Hüttenstreiks ohnehin anormal war. Berücksichtigt man neben den hoch- und niedrigbelasteten Regionen noch die nach der CHESS-Studie als mittelbelastet angegebene Region, so besteht kein strikter Zusammenhang zwischen Pseudokrupphäufigkeit und Immissionsbelastung. Schließlich waren die Relationen gegenläufig, wenn statt der Kinder, die länger als drei Jahre in diesen Regionen lebten, diejenigen betrachtet wurden, die eine Wohndauer von weniger als drei Jahren aufwiesen. Im übrigen sind die Autoren der CHESS-Studie in ihrer Zusammenfassung [7] hinsichtlich der Validität ihrer Befunde selber sehr kritisch.

In jüngster Zeit sind zwei Veröffentlichungen aus der Städtischen Kinderklinik Duisburg erschienen [12, 13], in denen bei räumlichem Vergleich der Einweisungsraten eine deutliche Erhöhung der Pseudokrupphäufigkeit sowie der Häufigkeit obstruktiver Säuglingsbronchitis in Abhängigkeit von der Immissionsbelastung festgestellt wird. Konkret wurden bei Einteilung der Untersuchungsgebiete in jeweils zwei Belastungsklassen mit Bezug auf die Schwefeldioxidkonzentration und den Staubbiederschlag "Vervielfältigungsfaktoren" von 1,50 bis 2,73 ermittelt. Die Standardisierung mit Bezug auf mögliche sozioökonomische Einflußfaktoren wurde von den Autoren über die "Kinderdichte" je Planquadrat vorgenommen. Eine Standardisierung zur Berücksichtigung des Einflusses der Entfernung des Wohnortes der Kinder zum Krankenhaus und damit zur Ausschaltung des variabel anzusehenden Einzugsbereiches der Klinik erfolgte nicht. Um festzustellen, ob ein derartiger Einfluß besteht oder ob unterschiedlich sozioökonomisch strukturierte Gebiete Einfluß auf die Einweisungsrate nehmen, wurde eine entsprechende Nachauswertung des von PRINZ und HOWER [6] benutzten Untersuchungskollektivs vorgenommen. Zunächst wurde die Summe aller Pseudokrufffälle während der Jahre 1965 bis 1973 gebildet, die auf Gebiete mit einer Schwefeldioxidimmissionsbelastung  $I_1 \leq 0,10 \text{ mg/m}^3$  und  $I_1 > 0,10 \text{ mg/m}^3$  entfielen. Dividiert durch die Anzahl der Gebiete der Abmessung 5 km x 5 km, die in die jeweiligen Belastungsklassen fallen, erhält man 5,5 bzw. 22,5 "durchschnittliche" Fälle, d.h., ohne weitere Analyse ist hiernach die Pseudokruffhäufigkeit in belasteten Gebieten um etwa den Faktor 4 höher als in gering belasteten Gebieten. Damit wäre man ohne weitere Analyse geneigt, von einem Einfluß der Luftverunreinigung auf die Häufigkeit der Pseudokrupperkrankungen zu sprechen.

Überraschenderweise ist aber auch die Anzahl der Gesamteinweisungen in den belasteten Gebieten mit durchschnittlich 97,9 Fällen um etwa den Faktor 3 höher als in den geringer belasteten Gebieten, obwohl die Kinderklinik im Essener Süden, also in einem im Vergleich zum Essener Norden geringer belasteten Gebiet liegt. Dies kann nur die folgenden Gründe haben. Da stärker belastete Gebiete im allgemeinen dichter besiedelt sind als geringer belastete, wird hierdurch die Anzahl der Gesamteinweisungen beeinflusst. Oder aus stärker immissionsbelasteten Gebieten, in denen man mit einem niedrigeren Sozialstatus rechnen muß, werden, aus welchen Gründen auch immer, Kinder eher und häufiger in das Krankenhaus eingewiesen werden als aus geringer belasteten Gebieten. Eine dritte Erklärungsmöglichkeit könnte grundsätzlich auch darin bestehen, daß die Immis-

sionsbelastung auf die Summe aller Erkrankungsarten Einfluß nimmt. Dem widerspricht jedoch die zeitliche Konstanz der Anzahl der Gesamteinweisungen bei nachgewiesenermaßen starker Saisonalität der Immissionsbelastung.

Bezieht man somit als zwingende Konsequenz des vorab Gesagten je Teilgebiet die Zahl der Pseudokrufffälle während der Jahre 1965 bis 1973 auf die zugehörige Anzahl der Gesamteinweisungen, so erhält man für die gering belasteten Gebiete einen mittleren Faktor von 0,13 und für die höher belasteten Gebiete einen mittleren Faktor von 0,08. Dies bedeutet, daß bei dieser einzig sinnvollen Methode der Standardisierung wider Erwarten die Pseudokruffhäufigkeit, wenn auch nicht signifikant, so doch deutlich mit steigender Immissionsbelastung sogar abnimmt.

Es soll hier nicht weiter diskutiert werden, inwieweit die in der Duisburger Untersuchung herangezogene Kinderdichte tatsächlich den Sozialstatus und damit möglicherweise die Art der kinderärztlichen Versorgung innerhalb der einzelnen Untersuchungsgebiete widerspiegelt. Wegen des im Essener Stadtgebiet ermittelten Zusammenhanges zwischen der Anzahl der Gesamteinweisungen und der Immissionsbelastung wäre es jedoch zur weiteren Absicherung der Untersuchungsergebnisse in jedem Fall wünschenswert, wenn wie bei der Essener Untersuchung auch bei der Untersuchung der Städtischen Kinderklinik Duisburg sowie bei anderen ähnlichen Untersuchungen eine Standardisierung über die Anzahl der Gesamteinweisungen erfolgte, was auch retrospektiv leicht möglich sein dürfte.

In einer sehr umfangreichen Arbeit sind von FEGELER et al. [14] Immissions- und Wittereinflüsse auf Erkrankungen der oberen und unteren Luftwege, einschließlich Pseudokruff, von Kindern in Berlin (West) untersucht worden. In diesem Fall erfolgte der Vergleich wiederum zeitlich mit den bekannten Schwierigkeiten der Interkorrelation zwischen der Immissionsbelastung einerseits und gleichermaßen pathogenetisch bedeutsamen Klimafaktoren andererseits. Im nachfolgenden sind nur die Ergebnisse wiedergegeben, die im Vergleich zur im Stadtgebiet Essen durchgeführten Studie von besonderer Bedeutung sind.

Ungleich zu der Frankfurter Studie [4, 5] sowie zur früheren Untersuchung der Pseudokruffeinweisungen in die Essener Universitätskinderklinik besteht ein klares Maximum der Häufigkeiten der Pseudokrupperkrankungen im Oktober, gefolgt von einem zweiten relativen Maximum in den Monaten Februar und März. Ähnliche Jahresverläufe wurden auch von DENNY et al. [15] sowie MIETENS et al. [16] ermittelt. Dieser Jahresverlauf steht nicht in Übereinstimmung zum Jahresverlauf der Immissionsbelastung durch Schwefeldioxid, die in Berlin wie in allen anderen belasteten Gebieten ihr Maximum in den Monaten Dezember bis Februar hat. Wenn dennoch bei statistischer Auswertung eine schwache Korrelation zwischen der Schwefeldioxidkonzentration und der Pseudokruffhäufigkeit auf der Basis von Monats(mittel)werten zustande kommt, so liegt das an den für beide Parameter niedrigen Werten im Sommerhalbjahr im Vergleich zum Winterhalbjahr. Die Autoren sprechen somit auch einschränkend von einer "automatischen" Korrelation.

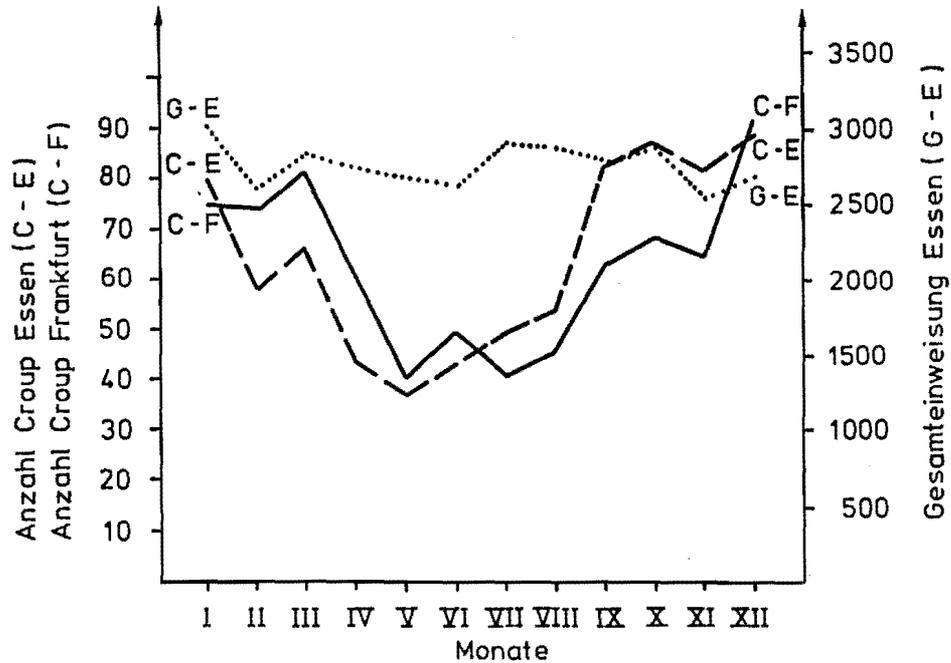


Abb. 1:

Zahl der Croup-Fälle in der Kinderklinik Frankfurt (entnommen JAKLIN, BENDER und BECKER [4]) und der Kinderklinik Essen für den Zeitraum 1963 - 1969 bzw. 1965 - 1973 (aus PRINZ und HOWER [6])

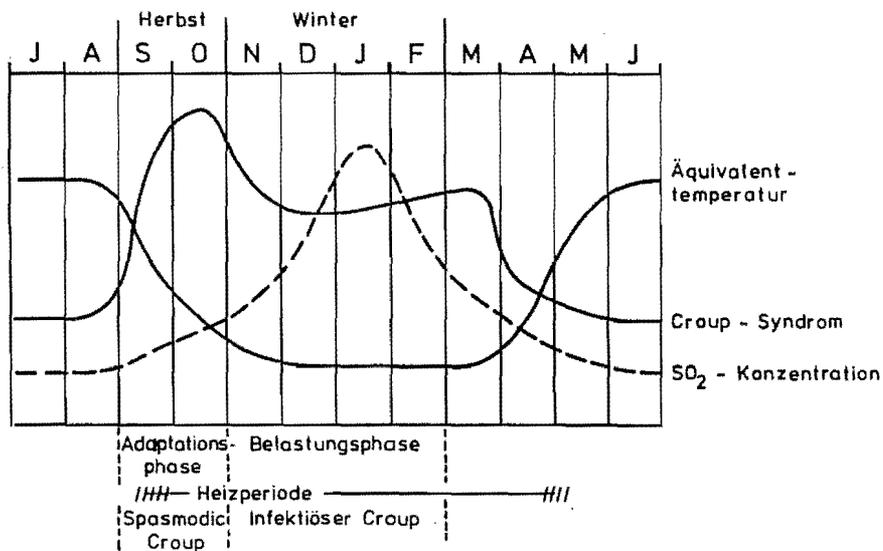


Abb. 2:

Schematischer Verlauf der Erkrankungsrate des Croup-Syndroms, der SO<sub>2</sub>-Konzentration (Immissionsleitgas) und der Äquivalenttemperatur/relative Innenraumfeuchte (aus FEGELER et al. [14])

Wurden auf der Basis von Wochen(mittel)werten Korrelationen zwischen Pseudokrupphäufigkeiten und der Schwefeldioxidkonzentration, getrennt für die Monate September bis Oktober und November bis Februar der Winter 1979/80, 1980/81 und 1981/82, berechnet, so ergaben sich einige positive, zum Teil aber auch negative Korrelationen bzw. Korrelationen nahe Null. Dies ist einigermaßen verständlich, da ganz offensichtlich in den Herbstmonaten die Pseudokrupphäufigkeit auf ihr Maximum ansteigt, andererseits der Anstieg für diesen Abschnitt in gleichsinniger Weise bereits dem für das Winterhalbjahr typischen Anstieg der Immissionsbelastung entspricht. Wesentlich ist auch die Feststellung, daß selbst an sogenannten Smog-Tagen sowie deren Folgetagen keine erhöhte Erkrankungshäufigkeit auftrat.

Die Autoren kommen unter Berücksichtigung der teilweisen positiven Korrelationen zwischen der Pseudokrupphäufigkeit und der Schwefeldioxidkonzentration, bezogen auf den Ausschnitt der Herbstmonate September bis Oktober aus dem Gesamtjahr, zu der Schlußfolgerung, daß möglicherweise ein synergistischer Effekt zwischen der Immissionsbelastung und meteorologischen Faktoren besteht. In keinem Fall ist jedoch von einer einfachen Dosis-Wirkungsbeziehung auszugehen. Zusammenfassend gehen sie für die Entstehung der Pseudokrupperkrankung von dem in Abb. 2 dargestellten "Pathomodell" aus. Dies bedeutet, daß die Atemtraktschleimhaut während der herbstlichen Adaptationsphase so sensibilisiert ist, daß selbst geringe Schwefeldioxidkonzentrationen für die Auslösung eines Pseudokrupperanfalles ausreichen, während während des Winters selbst relativ hohe Schwefeldioxidbelastungen nahezu unwirksam bleiben. Dieses Modell ist sicherlich interessant, nur fehlt der Gegenbeweis, daß identische Tages-, Wochen- und Monatsabhängigkeiten nicht auftraten bzw. diese Zeitabhängigkeiten andere Charakteristika zeigten, falls die Schwefeldioxidbelastung noch niedriger bzw. zeitlich konstant wäre.

### 3. Fragestellung und Methodik der Untersuchungen im Stadtgebiet Essen

Die in der Zeit vom 1. Oktober 1983 bis zum 30. September 1984 durchgeführte Studie sollte die Frage beantworten, ob bei räumlichem Vergleich (zwischen den einzelnen Stadtbezirken) bzw. bei zeitlichem Vergleich (zwischen den einzelnen Monaten) innerhalb des Stadtgebietes Essen ein Einfluß der Immissionsbelastung auf die Häufigkeit der Pseudokrupperkrankungen (Erst- und Wiederholungsfälle), auch unter Berücksichtigung meteorologischer Einflußgrößen, zu erkennen ist. Als Teilfrage sollte geprüft werden, ob immissionsbedingt im Essener Norden Pseudokrupperkrankungen an Wochenenden häufiger auftreten als im Durchschnitt der Woche.

Die Erfassung der Erhebungsdaten erfolgte über die im Anhang wiedergegebenen dreiteiligen Fragebögen. Teil I enthält Fragen zu den persönlichen Daten des Kindes, Fragen zu seiner Wohnumgebung und zur sozialen Struktur. Teil II, der zum Verbleib bei dem Arzt bestimmt war und der mit diesem Teil identische Teil III des Fragebogens enthält Fragen zum Anfallgeschehen und war vom Kinderarzt auszufüllen.

Wesentlicher Punkt der Vorbereitungsphase der Studie war die Objektivierung der diagnostischen Befunde der behandelnden Ärzte. Nach zum Teil kontroversen Diskussionen wurde auf Vorschlag von Herrn Professor STEMMANN in die Fragebögen das sogenannte Windorfer Schema (siehe Tabelle 1) eingefügt. Durch Kombination verschiedener Einzelbefunde besteht damit die grundsätzliche Möglichkeit, unabhängig von der persönlichen Einschätzung des Arztes den Schweregrad des Pseudokrupperanfalls im nachhinein zu ermitteln. Hiermit sollte verhindert werden, daß die Studie ggf. durch unterschiedliche, persönlich bedingte "Ansprechschwellen" bei der Erkennung eines Pseudokrupperanfalles beeinflußt wird. Wie sich gezeigt hat, ist dieses Schema jedoch von der Mehrzahl der teilnehmenden Kinderärzte, vermutlich aus verschiedenen Gründen, nicht angenommen worden. Bei der Auswertung wurde daher auf die Differenzierung der Anfälle nach Schweregrad verzichtet.

Eine grundsätzlich andere Möglichkeit der Objektivierung der Befunde über den virologischen Nachweis des Erregers der Pseudokrupperkrankung wurde ebenfalls anläßlich der Vorbesprechungen diskutiert. Dieses Vorgehen wäre jedoch nur sinnvoll gewesen, wenn jeder einzelne Pseudokrupperanfall in dieser Weise nachgeprüft worden wäre. Wegen unlösbarer organisatorischer Schwierigkeiten mußte hierauf ebenfalls verzichtet werden.

Die Fragebögen wurden an insgesamt 41 Ärzte, und zwar an die niedergelassenen Kinderärzte in Essen sowie an die Leiter der Kinderabteilungen der Essener Kliniken verteilt. Da die Mehrzahl der Eltern bei einer Erkrankung ihrer Kinder unter 10 Jahren den Kinderarzt aufsuchen und die Beteiligung von Allgemeinmedizinern und Internisten die Organisation der Studie weiter kompliziert hätte, beschränkte sich die Beteiligung bewußt auf die Kinderärzte. Es wurde allerdings vereinbart, daß die Notärzte einen Pseudokrupperanfall dem das Kind üblicherweise behandelnden Kinderarzt melden sollten.

Eine Beteiligung der Essener Eltern an der Studie war zwar diskutiert worden, wurde aber aus methodischen Gründen (Subjektivität der persönlich erhobenen Befunde) nicht weiter verfolgt.

Mit den Kinderärzten war folgende Verfahrensweise vereinbart worden:

Trat ein Pseudokrupperanfall auf, so übergab der behandelnde Arzt den Eltern der Patienten Teil I des Fragebogens zusammen mit einem vom Minister Prof. Dr. FARTHMANN unterzeichneten Anschreiben, in dem die Eltern um Mitarbeit gebeten wurden. Nach dem Ausfüllen durch die Eltern erhielt der Arzt den Teil I wieder zurück und sandte ihn zusammen mit dem von ihm beantworteten Teil III an das Gesundheitsamt der Stadt Essen. Dort wurden die Bögen ergänzt, durch Abtrennung der persönlichen Daten anonymisiert und zur Auswertung an die Landesanstalt für Immissionsschutz weitergeleitet.

Die teilnehmenden Ärzte waren vorher durch ein Schreiben des Ministers Prof. Dr. FARTHMANN, in dem Anlage und Zweck der Untersuchung dargestellt und das Vorgehen im einzelnen erläutert worden war, um Mitarbeit gebeten worden. Außer-

Tabelle 1: Einteilung des Schweregrades eines Pseudokrupperanfalles nach dem Windorfer Schema

Phase I	Phase II	Phase III	Phase IV
bellender Husten oder Schluckbe- schwerden	Stridor	Stridor	Stridor
-	Einbeziehung im Jugulum	zusätzliche Einbezie- hungen der seitlichen Thoraxpartien	maximale inspira- tor. Einbeziehun- gen
-	-	Atemnot	höchste Atemnot
-	-	Tachykardie	Puls klein und frequent
-	-	Hautblässe	Cyanose
-	-	Unruhe, Angst	Sopor

dem waren die Eltern durch Presseverlautbarungen auf die Studie aufmerksam gemacht worden und gleichfalls um Mitarbeit gebeten worden.

Der räumliche Vergleich der Häufigkeiten der Pseudokrupperkrankungen erfolgte auf der Basis der Stadtbezirke I bis IX der Stadt Essen (siehe Abb. 3). Für die statistische Auswertung wurden relative Häufigkeiten gebildet, indem die Erkrankungen bei den 0 - 5jährigen Kindern auf die zu Beginn der Studie in den jeweiligen Stadtbezirken lebenden 0 - 5jährigen Kinder bezogen wurden. Weitere Einzelheiten zu den angewendeten mathematisch-statistischen Auswerteverfahren sind im nachfolgenden Ergebnisteil an entsprechender Stelle dargestellt.

Aus der Tabelle 2 ist ersichtlich, wieviele Pseudokrupperfälle von den einzelnen Essener Ärzten gemeldet wurden. Es fällt auf, daß fast die Hälfte des Gesamtkollektivs von zwei Ärzten (Nr. 1 und Nr. 18) gemeldet wurde. Bedauerlicherweise haben sechs Ärzte nicht an der Untersuchung teilgenommen (gekennzeichnet durch n.t. in der Tabelle 2); zwei dieser Ärzte haben auf Befragen die Anzahlen der von ihnen beobachteten Pseudokrupperfälle genannt, diese Pseudokrupperfälle jedoch nicht weiter spezifiziert, so daß sie aufgrund fehlender Individualdaten räumlich nicht zuzuordnen waren. Die Beteiligung der Essener Kinderärzte war aber immer noch weit höher als in anderen, ähnlich durchgeführten Studien [17]. Die Tabelle 2 enthält auch einige Fälle, die außerhalb des Stadtgebietes von Essen bzw. vor dem 1.10.1983 aufgetreten sind. In Tabelle 3 sind die Anzahlen der beobachteten Pseudokrupperfälle den einzelnen Stadtbezirken sowie den Ärzten



IV — Nr. und Grenze der Stadtbezirke

46 — Nr. und Grenze der Stadtteile

Stadtbezirk I	Stadtmitte/Frillendorf/Huttrop
Stadtbezirk II	Rüttenscheid/Bergerhausen/Rellinghausen/Stadtwald
Stadtbezirk III	Essen-West
Stadtbezirk IV	Borbeck
Stadtbezirk V	Altenessen/Karnap/Vogelheim
Stadtbezirk VI	Katernberg/Schonnebeck/Stoppenberg
Stadtbezirk VII	Steele/Kray
Stadtbezirk VIII	Essen-Ruhrhalbinsel
Stadtbezirk IX	Werden/Kettwig/Bredeneu

Stand: 30.9.1979

Abb. 3:

Gliederung des Essener Stadtgebietes (die Karte wurde freundlicherweise von der Stadt Essen zur Verfügung gestellt)

Tabelle 2: Anzahl der von den  
Essener Ärzten gemeldeten  
Pseudokrufffälle

Arzt-Nr.	Anzahl
1	84
2	1
3	n.t. (17 räumlich
4	21 nicht zuzuord-
5	18 nende Fälle)
6	0
7	17
8	19
9	28
10	2
11	3
12	20
13	1
14	7
15	0
16	n.t.
17	n.t. (7 räumlich
18	87 nicht zuzuord-
19	0 nende Fälle)
20	11
21	14
22	14
23	n.t.
24	0
25	10
26	n.t.
27	n.t.
28	+ (verstorben)
29	17
30	3
31	15
32	3
33	3
34	8
35	24
36	0
37	15
38	0
39	1
40	7
41	9

Tabelle 3: Anzahl der Pseudokruff-  
fälle, die von den in den jeweiligen  
Stadtbezirken praktizierenden Kinder-  
ärzten gemeldet wurden

Stadtbezirk	Arzt-Nr.	Anzahl
I	10	2
	38	0
II	8	19
	12	20
	13	1
	26	n.t.
	28	+
III	33	3
	3	n.t. (17)
	5	18
	11	3
	17	n.t. (7)
	19	0
	29	17
IV	31	15
	35	24
	37	15
	14	7
	18	87
V	39	1
	40	7
	41	9
VI	2	1
	21	14
	24	0
VII	20	11
	22	14
VIII	1	84
	7	17
	25	10
	34	18
IX	4	21
	15	0
	30	3
	6	0
	16	n.t.
IX	23	n.t.
	27	n.t.
	32	3
	36	0

n.t. = nicht teilgenommen

zugeordnet. Der Arzt Nr. 9 ist in dieser Tabelle nicht aufgeführt, da seine Praxis außerhalb des Stadtbezirkes von Essen liegt.

In Anbetracht der extremen meteorologischen Verhältnisse im Januar 1985, die zur Smoglage im Ruhrgebiet führten, wurde für diesen Monat nochmals eine kurzfristige Erhebung durchgeführt. Diese Nacherhebung sollte Hinweise auf den möglichen Einfluß der stark erhöhten Luftbelastung auf die Pseudokrupperhäufigkeit im Raum Essen liefern.

Angesprochen wurden am 18.1.1985 die Ärzte, die auch bei der eigentlichen Studie mitgearbeitet haben. Der Erhebungszeitraum erstreckte sich vom 1.-31.1.1985. In diesen Zeitraum fiel auch die Smogperiode, die vom 16.1. bis zum 20.1.1985 andauerte.

#### 4. Ergebnisse der Erhebung vom 1. Oktober 1983 bis 30. September 1984

##### 4.1. Allgemeine Beschreibung des Kollektivs

In der Zeit vom 1.10.1983 bis zum 30.9.1984 wurden für den Essener Raum insgesamt 458 Pseudokrupperfälle gemeldet. Von diesen 458 Pseudokrupperfällen waren 230 Erstfälle und 222 Wiederholungsfälle; bei 6 Pseudokrupperfällen war keine Zuweisung möglich. Die Altersklassenverteilung ist aus den Abb. 4 a-b ersichtlich, in denen die absolute Häufigkeit der Pseudokrupperfälle, der Erstfälle und der Wiederholungsfälle gegen das Alter aufgetragen ist. Wie Abb. 4 a zeigt, treten die meisten Erstfälle im Vorschulalter, d.h. im Alter von 2 - 5 Jahren, auf. Bei den Wiederholungsfällen ist ebenfalls im wesentlichen das Vorschulalter betroffen. Die Häufigkeit des Auftretens des Pseudokrupperanfalles ist jedoch in die höheren Altersstufen (4 bis 5 Jahre) verlagert (siehe Abb. 4 b).

In der Abb. 5 ist die absolute Häufigkeit der Pseudokrupperfälle gegen die Uhrzeit aufgetragen, und zwar für das Gesamtkollektiv. Man ersieht, daß sich die Pseudokrupperfälle gegen 23.00 Uhr häufen. Ein Minimum der Häufigkeit von Pseudokrupperanfällen tritt dagegen während der Mittagsstunden auf. Dies trifft auch bei getrennter Betrachtung des Sommer- und Winterhalbjahres sowie der Teilkollektive Erst- und Wiederholungsfälle zu. Dieses Ergebnis steht in voller Übereinstimmung zu Angaben aus der Literatur. Auch EMMERICH et al. [2] haben zum Beispiel auf diesen Tatbestand hingewiesen, ohne daß sie jedoch eine Korrelation zum Tagesverlauf der Schwefeldioxidkonzentration herstellen konnten.

##### 4.2. Verteilung der Pseudokrupperfälle auf die Wochentage

Da in der Öffentlichkeit die Vermutung geäußert worden war, daß im Essener Norden immissionsbedingt sich die Pseudokrupperkrankungen auf das Wochenende häufen, wurde zunächst die Verteilung der Pseudokrupperfälle auf die Wochentage untersucht. Im Gegensatz zu dieser Annahme trat entsprechend Abb. 6 a die

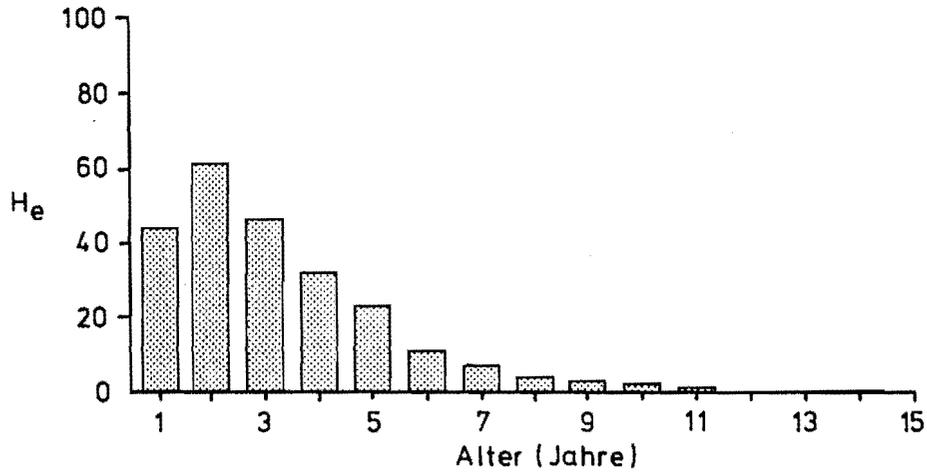


Abb. 4a:

Absolute Häufigkeit der Pseudokrupp-Erstfälle in Essen ( $H_e$ ) in Abhängigkeit vom Alter

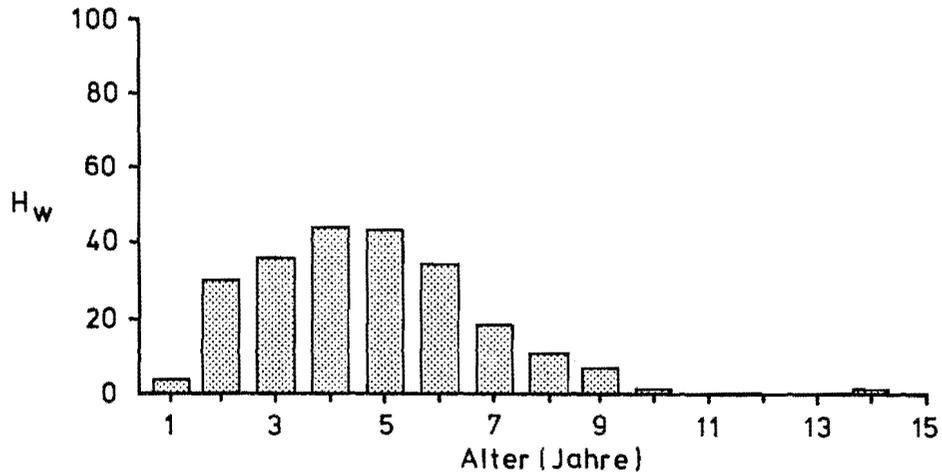


Abb. 4b:

Absolute Häufigkeit der Pseudokrupp-Wiederholungsfälle in Essen ( $H_w$ ) in Abhängigkeit vom Alter

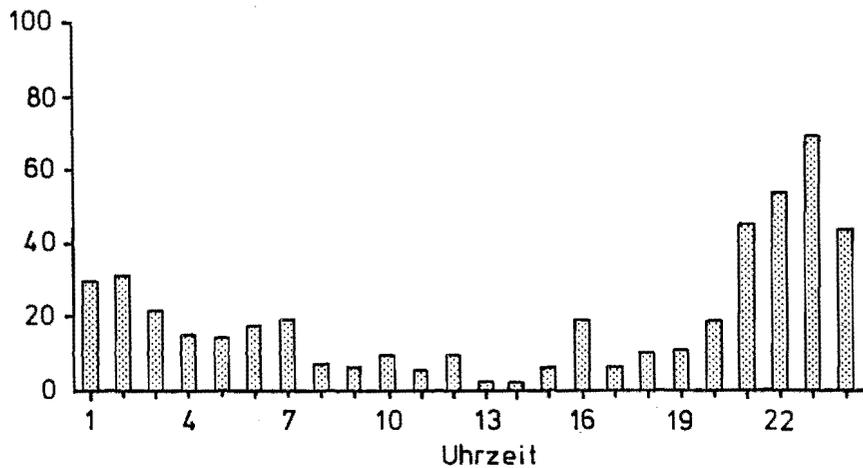


Abb. 5:

Häufigkeit der Pseudokruppfälle in Abhängigkeit von der Uhrzeit

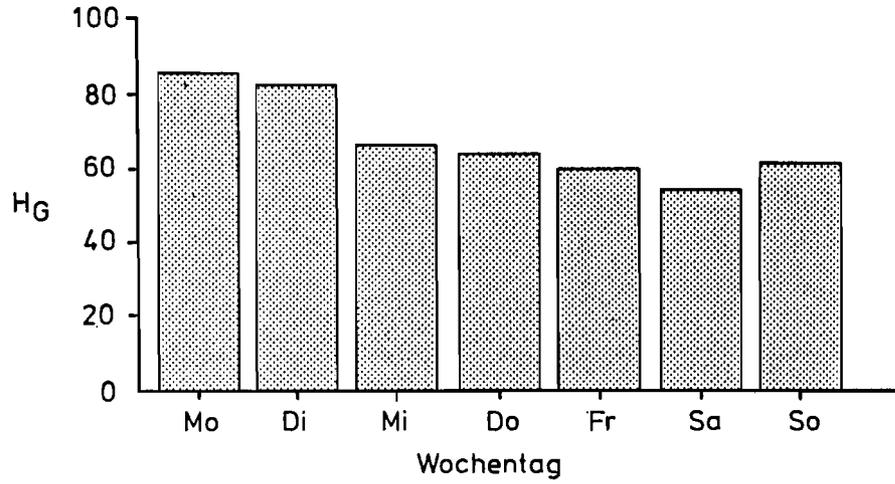


Abb. 6a:  
Absolute Häufigkeit der Pseudokrufffälle im Gesamtkollektiv ( $H_G$ ) in Abhängigkeit vom Wochentag

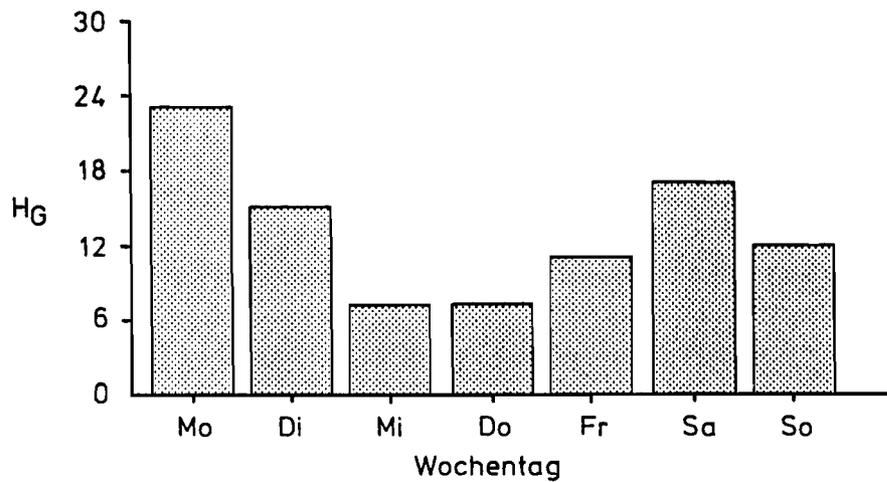


Abb. 6b:  
Absolute Häufigkeit der im Stadtbezirk IV im Gesamtkollektiv aufgetretenen Pseudokrufffälle  $H_G$  in Abhängigkeit vom Wochentag

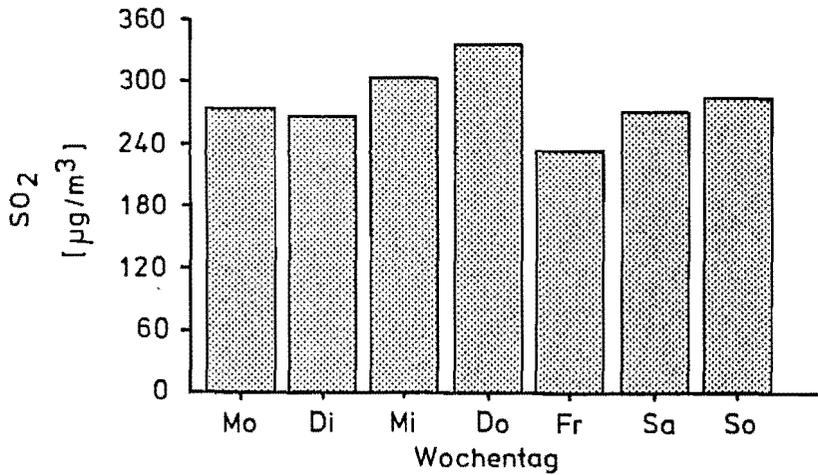


Abb. 7a:

An der Station Altendorf im Winterhalbjahr 1983/84 ermittelte Schwefeldioxidbelastung (98 %-Wert)

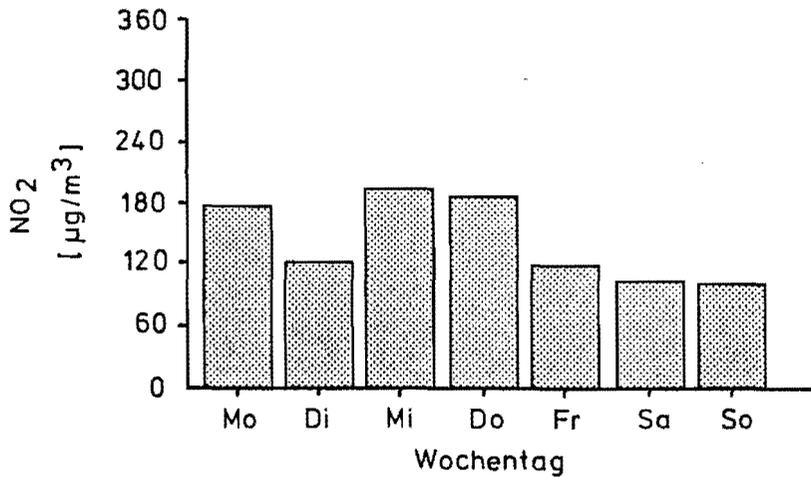


Abb. 7b:

An der Station Altendorf im Winterhalbjahr 1983/84 ermittelte Stickstoffdioxidbelastung (98 %-Wert)

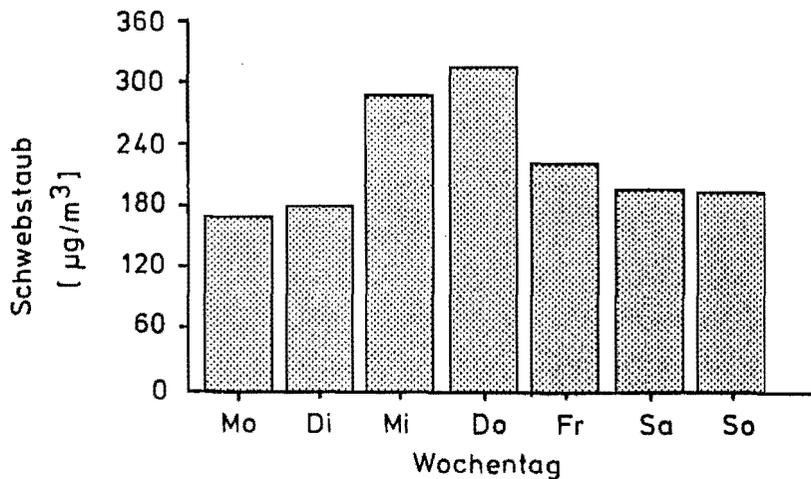


Abb. 7c:

An der Station Altendorf im Winterhalbjahr 1983/84 ermittelte Schwebstaubbelastung

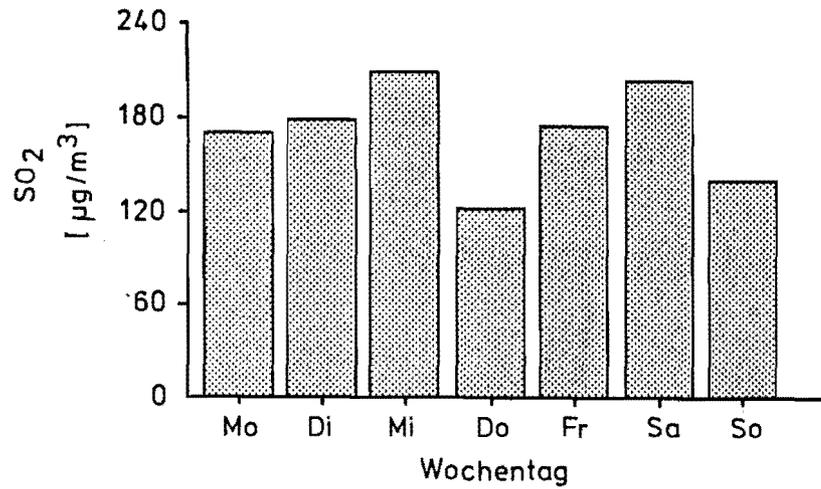


Abb. 7d:

An der Station Altendorf im Sommerhalbjahr 1984 ermittelte Schwefeldioxidbelastung (98 %-Wert)

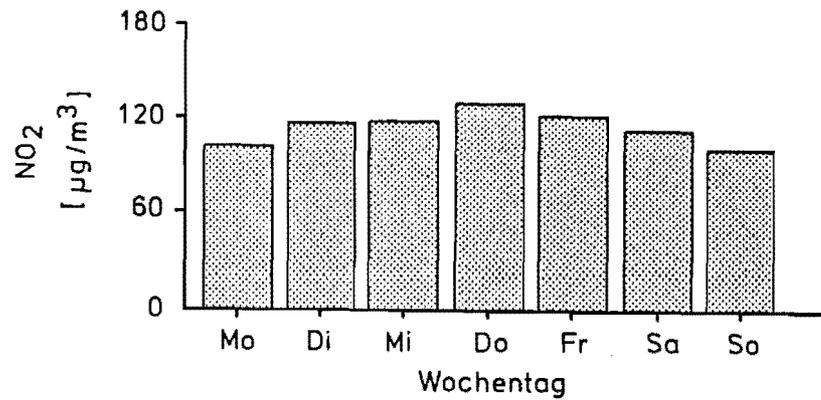


Abb. 7e:

An der Station Altendorf im Sommerhalbjahr 1984 ermittelte Stickstoffdioxidbelastung (98 %-Wert)

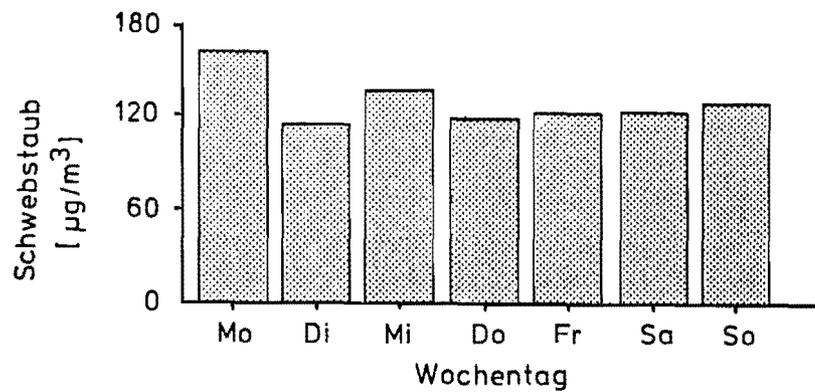


Abb. 7f:

An der Station Altendorf im Sommerhalbjahr 1984 ermittelte Schwebstaubbelastung (98 %-Wert)

größte Häufigkeit am Montag auf mit einem stetigen Rückgang bis Sonnabend und erneutem Anstieg am Sonntag. Die Wochengänge in den einzelnen Stadtbezirken waren recht unterschiedlich, obwohl mehrheitlich die höhere Häufigkeit zu Wochenbeginn ausgeprägt war. Einen ausgesprochen differenzierten Wochengang weist entsprechend Abb. 6 b das Kollektiv für den Stadtbezirk IV auf. In diesem Fall sind der Montag und der Sonnabend hinsichtlich der Pseudokrufffälle besonders hervorgehoben. Dies gilt bei näherer Analyse sowohl für die Erst- als auch für die Wiederholungsfälle.

In den Abb. 7 a bis 7 f sind beispielhaft die 98 %-Summenwerte der Schwefeldioxid-, Stickstoffdioxid- und Schwebstoffkonzentration, ermittelt für die einzelnen Wochentage an der TEMES-Station Essen-Altendorf, dargestellt, und zwar getrennt für das Winterhalbjahr 1983/84 und das Sommerhalbjahr 1984.

Auch hier deutet sich eine Systematik an, bei der jedoch ungleich zu der Häufigkeit der Pseudokrufffälle die Wochenmitte besonders betont ist. Ähnliche, zur Zeit nicht interpretierbare Wochengänge zeigen sich im übrigen auch an anderen TEMES-Stationen, wie zum Beispiel Essen-Leithe, Essen-Bredeney (LIS) und Bottrop. Für die Hypothese, daß die Häufigkeit von Pseudokrupperkrankungen immissionsbedingt im Essener Norden am Wochenende höher ist als in der Woche, liegen damit weder aufgrund der Verteilung der Fallzahlen innerhalb der Woche noch aufgrund des Wochenganges der Immissionsbelastung, wie er sich besonders an den nördlich gelegenen Stationen Altendorf und Bottrop darstellt, irgendwelche Hinweise vor. Selbst wenn im Stadtbezirk IV am Wochenende erhöhte Immissionsbelastungen auftreten sollten, die von den zur Verfügung stehenden TEMES-Stationen nicht erfaßt werden, ist immer noch nicht verständlich, warum der Montag, gefolgt von Dienstag und Sonnabend, die größten Häufigkeiten der Pseudokrufffälle aufweist und nicht der Sonntag.

#### 4.3. Räumliche Verteilung der Pseudokrufffälle

In Abb. 8 ist die relative Häufigkeit der Pseudokrufffälle in Abhängigkeit vom Stadtbezirk als Säulendiagramm dargestellt. Hierbei fällt insbesondere die hohe relative Häufigkeit von Pseudokrufffällen im Stadtbezirk VII auf. Die nächst niedrigeren relativen Häufigkeiten werden in den Stadtbezirken IV und III beobachtet, gefolgt von den Stadtbezirken II, VI und I. Die niedrigsten relativen Häufigkeiten finden sich in den Stadtbezirken V und IX.

Die numerischen Ergebnisse für jeden Stadtbezirk sind noch einmal in Tabelle 4 zusammengestellt, aus der für jeden Stadtbezirk die Anzahl positiver Merkmalsträger, die Anzahl der im Stadtbezirk wohnenden Kinder und der Kinder mit Pseudokrufffällen, sowie der Erwartungswert für positive Merkmalsträger unter der Annahme der räumlichen Gleichverteilung zu entnehmen sind. Der Vergleich der Spalte 2 (positive Merkmalsträger) und der Spalte 4 (Erwartungswerte) mit Hilfe des Homogenitätstests nach der " $\chi^2$ "-Methode zeigt, daß die Unterschiede in den relativen Häufigkeiten der Pseudokrupperkrankung zwischen den Stadtbezirken hochsignifikant sind ( $P < 0,001$ ). Hierzu ist anzumerken, daß der Stadt-

Gliederung des

Essener Stadtgebietes

in 9 Stadtbezirke

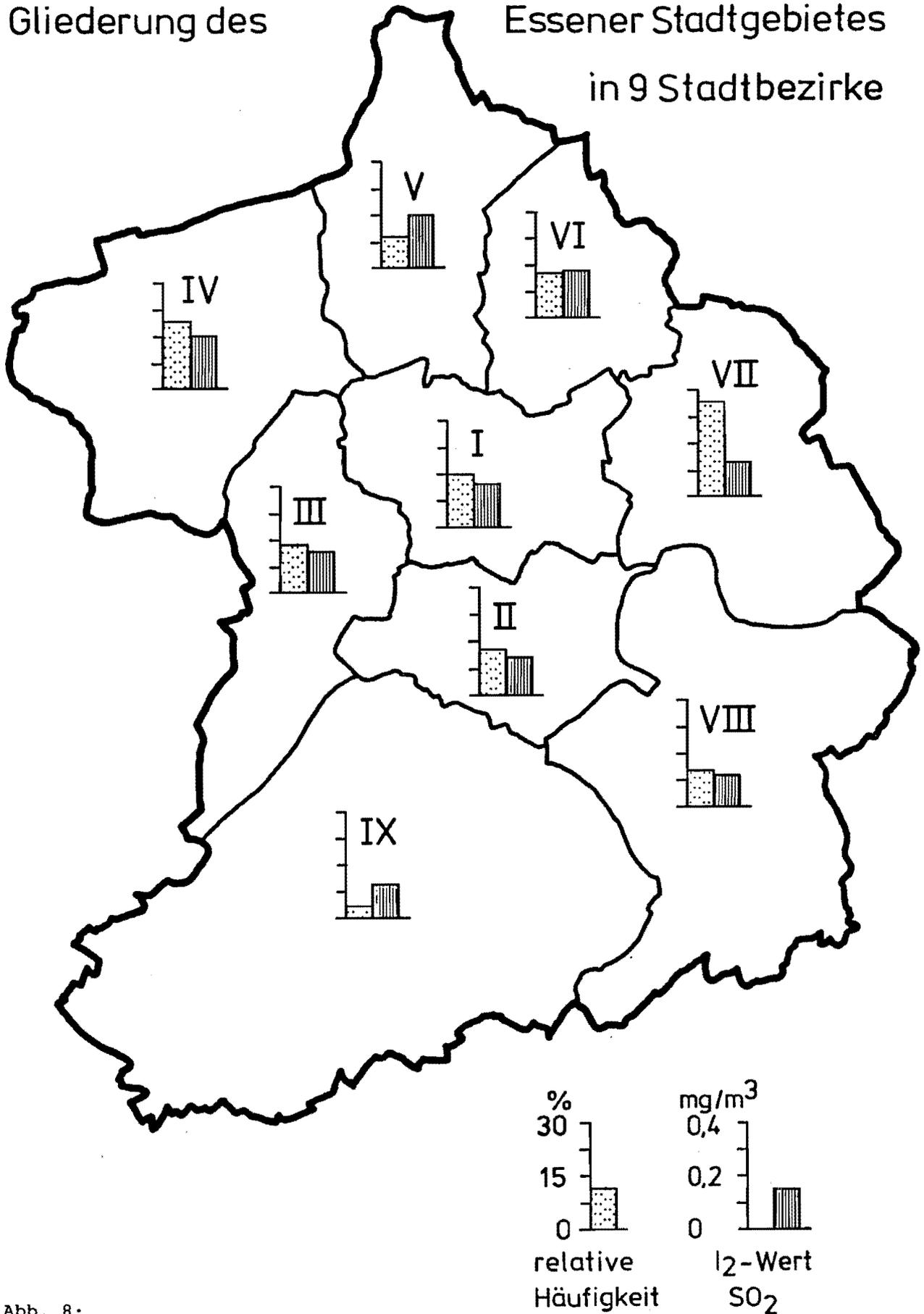


Abb. 8:

Relative Häufigkeit von Pseudokrufffällen und I<sub>2</sub>-Wert Schwefeldioxid in den einzelnen Essener Stadtbezirken

Tabelle 4: Zusammenstellung der in den einzelnen Stadtbezirken aufgetretenen positiven Merkmalsträger, der Erwartungswerte für positive Merkmalsträger und der relativen Häufigkeiten

Stadtbezirk	Häufigkeiten		Erwartungswerte positiver Merkmalsträger $E(x_j) = n_j (\sum x_j) / (\sum n_j)$	relative Häufigkeit [%]
	positive Merkmalsträger $x_j$	negative Merkmalsträger $n_j - x_j$		
I	36	2 364	36	1.5
II	28	2 177	33	1.3
III	66	3 955	60	1.6
IV	79	4 188	64	1.9
V	22	2 432	37	0.9
VI	37	2 446	37	1.5
VII	102	3 669	57	2.7
VIII	27	2 725	41	1.0
IX	7	2 444	37	0.3
	404	26 390	402	

$$\chi^2 = 77.11; P < 0,001$$

bezirk IX durch mangelnde Beteiligung der dort niedergelassenen Ärzte zweifellos unterrepräsentiert ist und daß andererseits vor allem der Stadtbezirk VII, d.h. Kray-Leithe, sich durch eine ungewöhnliche hohe Anzahl von Pseudokrupperkrankungen auszeichnet. Gerade dieser Stadtbezirk ist jedoch entsprechend den räumlich gemittelten Immissionskenngrößen  $I_2$  (95 %-Summenwert) für Schwefeldioxid, ermittelt aus dem Pegelmeßprogramm und bezogen auf das Meßjahr 1983, durch eine relativ niedrige Immissionsbelastung gekennzeichnet (siehe Abb. 8). Ferner ist auffallend, daß im Stadtbezirk V (Altenessen, Vogelheim, Karnap) die relative Häufigkeit der Pseudokrupperkrankungen relativ gering, die Immissionsbelastung jedoch relativ hoch ist. Die Immissionskenngrößen der Stadtbezirke III und IX beruhen auf Schätzungen, da die Flächen nur teilweise mit Meßpunkten belegt waren. Tatsächlich konnte auf der Grundlage der Stadtbezirke kein signifikanter Zusammenhang zwischen der relativen Häufigkeit der Pseudokrupperkrankungen und der Immissionsbelastung abgeleitet werden.

Dieses Ergebnis läßt nur den Schluß zu, daß es offensichtlich nicht gelungen ist, mit Hilfe der Ärztebefragung repräsentativ die räumliche Verteilung der Pseudokrupperfälle zu erfassen. Anders sind die signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Stadtbezirken, die zum Teil ausgesprochen gegenläufig zur Immissionsbelastung sind, nicht zu erklären. Es fällt schwer, für die festgestellten signifikanten räumlichen Unterschiede neben der hier als Erklärung offensichtlich nicht heranzuziehenden, da zum Teil gegenläufigen, Immissionsbelastung sowie dem nicht repräsentativen Ergebnis der Ärztebefragung weitere Ursachen anzunehmen. Ganz offensichtlich hängt dieses Phänomen entsprechend Tabelle 3 mit der überdurchschnittlichen Häufung der Pseudokrupperfälle auf einige, wenige Ärzte bzw. mit einer vermuteten individuellen "Ansprechschwelle" bei der Erfassung eines Pseudokrupper zusammen. Da Altersverteilung, Tagesgang und der später zu behandelnde Jahresgang voll den allgemeinen, in der Literatur niedergelegten Erfahrungen entspricht, kann als Ursache für dieses die Auswertung erheblich störenden Phänomens nicht von fehlerhaften Diagnosen ausgegangen werden. Vielmehr besteht die Vermutung, daß bei einigen ausgewählten Ärzten auch sehr leichte Pseudokrupperfälle vorgestellt werden, während in anderen Fällen sich die Eltern nur mit schwereren Fällen an ihren Kinderarzt wenden. Das von uns aus diesem Grund vorgegebene Windorfer Schema, das, wie bereits erwähnt, von der Mehrzahl der Ärzte leider nicht angenommen wurde, hätte hier eine weitere Klärung erbracht.

#### 4.4. Verteilung der Pseudokrupperfälle auf die Monate

In der Abb. 9 sind die absoluten Häufigkeiten der Pseudokrupperfälle in Abhängigkeit von den einzelnen Monaten während des Beobachtungszeitraumes für das Gesamtkollektiv dargestellt. Bei diesen Abbildungen ist zu beachten, daß sich die Monate X, XI und XII auf das Jahr 1983 beziehen und die Monate I bis IX auf das Jahr 1984. Der Beginn der Studie ist mithin in den Säulendiagrammen durch den Monat Oktober 1983 gekennzeichnet, der zwecks besserer Darstellung des Jahresganges nicht als erste Säule im Säulendiagramm auftaucht. Die genannte Zuordnung gilt auch für alle folgenden Diagramme, in denen die jahreszeitliche Abhängigkeit der Pseudokrupperfälle oder der Immissionsbelastung dargestellt ist.

Auffallend in der Abb. 9 ist die hohe Häufigkeit der Pseudokrufffälle im Monat Oktober 1983. Dabei verhalten sich, wie hier im einzelnen nicht näher dargestellt, die Erstfälle in der gleichen Weise wie die Wiederholungsfälle. Diese hohen Oktoberwerte werden in keinem anderen Monat erreicht und stehen in gewissem Widerspruch zu den Untersuchungen der Frankfurter Universitätskinderklinik [4, 5] sowie zu den Ergebnissen der früheren Essener Studie von PRINZ und HOWER [6]. In diesen Untersuchungen waren zwar ebenfalls die Monate Oktober und März schwach hervorgehoben. Die Häufung der Pseudokrufffälle im Winter war aber das eigentliche Kennzeichen dieser damaligen Resultate. Da in der hier dargestellten Untersuchung der Monat Oktober 1983 zugleich der erste Erhebungsmonat war, könnte grundsätzlich vermutet werden, daß hier erhebungssystematische Gründe, d.h. nachlassende Beteiligung der Ärzte innerhalb des gesamten Erhebungszeitraums, maßgeblich sind. Andererseits entspricht der Jahresgang einschließlich dem zweiten relativen Maximum im März 1984 ziemlich genau den Jahresgängen neuerer Untersuchungen anderer Autoren, wie bereits unter Abschnitt 2. ausführlich diskutiert wurde.

Wegen der nahezu identischen zeitlichen Verteilung der Pseudokrufffälle in der Essener und zum Beispiel in der Berliner Studie ist somit mit hoher Wahrscheinlichkeit davon auszugehen, daß im Gegensatz zur räumlichen Verteilung eine mit Bezug auf den Jahresgang zeitlich repräsentative Erfassung der Pseudokrupperkrankungen gelungen ist. Dieselbe Feststellung trifft, wie bereits ausgeführt, im übrigen auch für den Tagesgang der Pseudokrufffälle zu, da auch dieser voll in Übereinstimmung zu entsprechenden Literaturhinweisen steht. Die möglichen Ursachen der fehlenden räumlichen Repräsentanz wurden bereits diskutiert.

Bei Vergleich der Abb. 1 mit der Abb. 9 bleibt die interessante Frage bestehen, aus welchem Grund zwei frühere, unabhängige epidemiologische Untersuchungen einen zwar parallelen, jedoch auffallend anderen Jahresgang gezeigt haben wie mehrere neuere, ebenfalls unabhängige epidemiologische Studien, die wiederum unter sich vergleichbar sind. Mit anderen Worten ist unverkennbar, daß in allen Fällen die witterungsbedingten "Umstellungsmonate" Oktober und März eine herausragende Bedeutung besitzen, daß aber früher, aus welchem Grund auch immer, ein noch deutlicherer "Wintereinfluß" hinzukam, der nunmehr stark zurückgedrängt ist.

In den Abb. 10 und 11 a-c sind die monatlichen Mittelwerte der Temperatur an der Meßstelle Wetteramt Essen (für die Überlassung meteorologischer Daten sei dem Deutschen Wetterdienst, Wetteramt Essen, herzlich gedankt) sowie die monatlichen 95 %-Werte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Schwebstaub an den bereits erwähnten 4 TEMES-Stationen für die einzelnen Monate aufgetragen. Eine multiple Regression zwischen der absoluten Häufigkeit und den Variablen Temperatur, Stickstoffdioxid, Schwefeldioxid und Schwebstaub zeigt, daß im Gegensatz zu den zwischen 1963 und 1973 durchgeführten Untersuchungen weder die Temperatur noch die Immissionsvariablen statistisch signifikant zu der beobachteten Varianz beitragen. Bei dieser Regression fällt auch auf, daß die Vorzeichen der Regressionskoeffizienten für Schwefeldioxid und Stickstoffdioxid

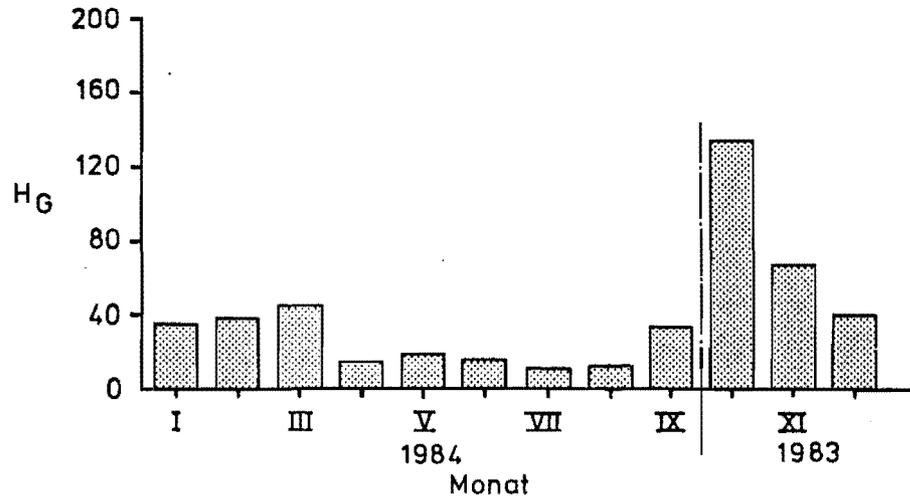


Abb. 9:

Absolute Häufigkeit der Pseudokrampffälle im Gesamtkollektiv ( $H_G$ ) in Abhängigkeit vom Monat

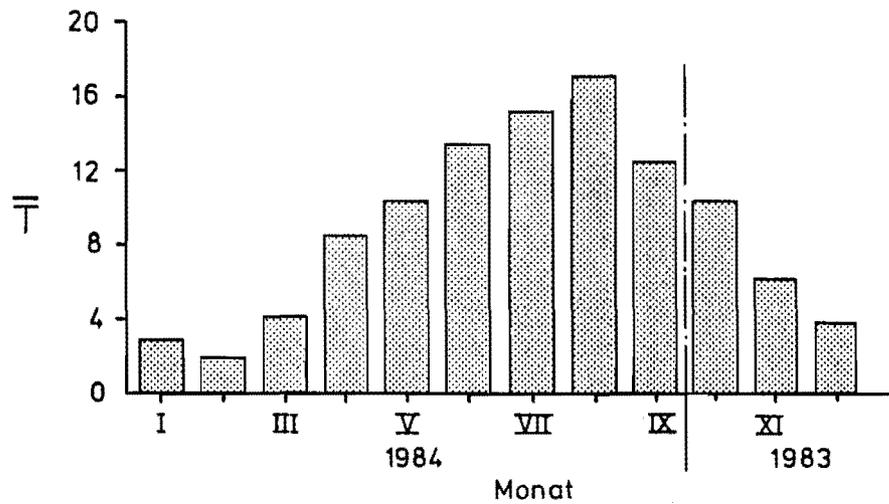


Abb. 10:

Monatliche Mittelwerte der Temperatur ( $\bar{T}$ ) an der Station Wetteramt Essen

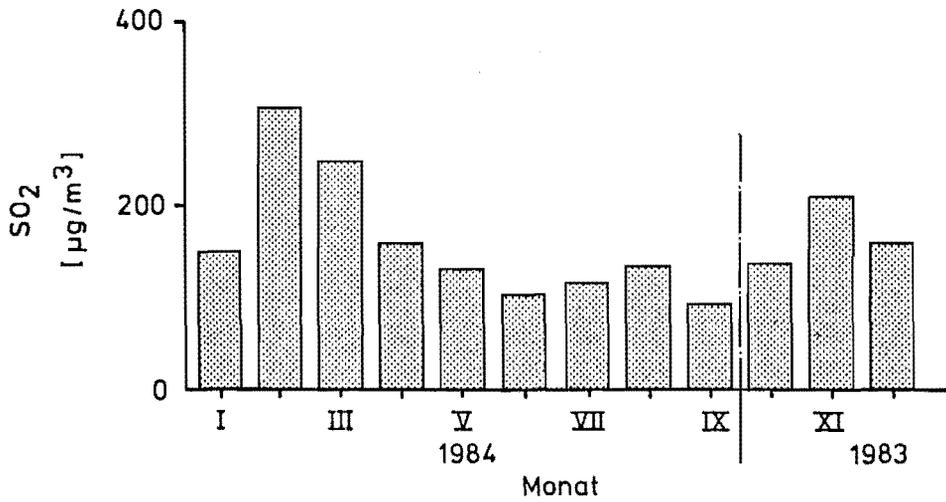


Abb. 11a:

Über die Stationen Altendorf, Leithe, LIS und Bottrop gemittelte monatliche Schwefeldioxidbelastung (95 %-Wert)

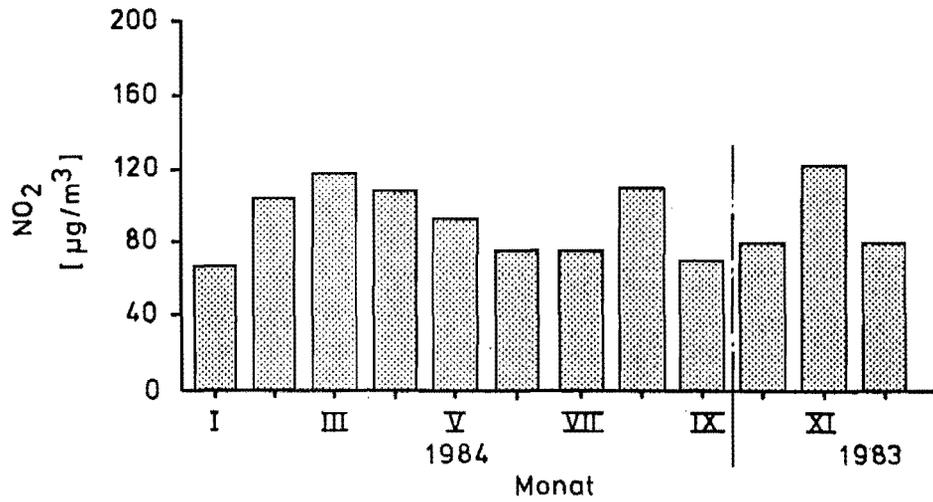


Abb. 11b:

Über die Stationen Altendorf, Leithe, LIS und Bottrop gemittelte monatliche Stickstoffdioxidbelastung (95 %-Wert)

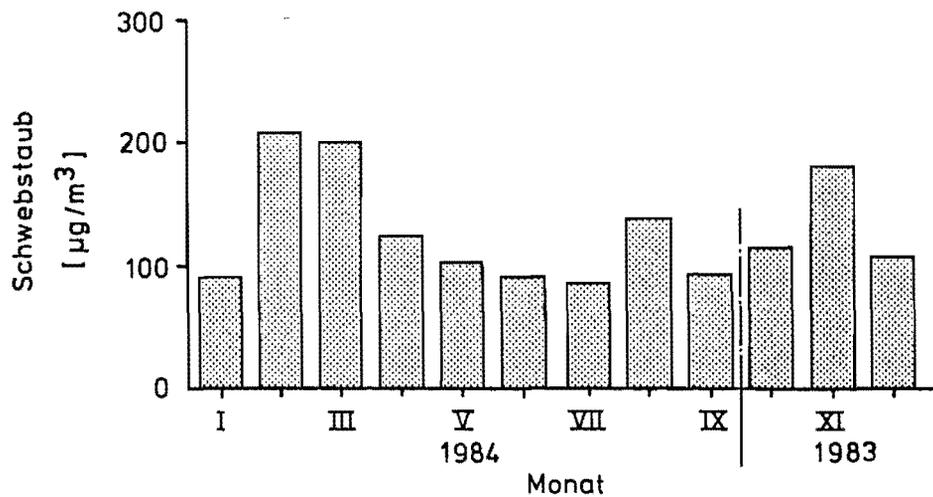


Abb. 11c:

Über die Stationen Altendorf, Leithe, LIS und Bottrop gemittelte monatliche Schwebstaubbelastung (95 %-Wert)

negativ sind, d.h., daß mit zunehmender Immissionsbelastung für diese Komponenten die Häufigkeit von Pseudokrufffällen abnimmt. Diese negative Korrelation ist aber statistisch nicht signifikant. Die Regressionsvariablen für Schwebstaub bzw. die Temperatur haben positives bzw. negatives Vorzeichen, d.h., die Häufigkeit von Pseudokrufffällen nimmt mit wachsender Schwebstoffkonzentration und mit abnehmender Temperatur zu, wie man es auch nach bisherigen Erfahrungen erwartet. Die zugehörigen Korrelationskoeffizienten sind allerdings ebenfalls statistisch nicht signifikant.

Unabhängig von den numerischen Ergebnissen der mathematisch-statistischen Auswertung ist schon aus dem Vergleich des beobachteten Jahresganges der Pseudokruff-Häufigkeit einerseits (Abb. 9) sowie der Immissionsbelastung andererseits (Abb. 11) unmittelbar evident, daß eine Entsprechung beider Variablengruppen nicht existiert. Die Immissionsbelastung der beiden Komponenten Schwefeldioxid und Schwebstaub hat nämlich während des Erhebungszeitraumes, wie im langjährigen Mittel, ihr Maximum eindeutig im Februar/März gehabt, gefolgt vom November, während im Oktober die Immissionsbelastung vergleichsweise niedrig war. Letzteres gilt auch für die Komponente Stickstoffdioxid, bei der die höchsten Belastungen in den Monaten November und März auftraten. Lediglich die Tatsache, daß bei beiden Variablengruppen das Winterhalbjahr höhere Werte aufweist als das Sommerhalbjahr, könnte zu einer schwachen Korrelation führen, die, wie auch FEGELER et al. [14] betonen, jedoch keinerlei Beweis für eine kausalverknüpfte Beziehung darstellt. Mit Sicherheit und in Übereinstimmung zu anderen Studien ist auch nicht von einem einfachen (reziproken) Zusammenhang zwischen Pseudokruffhäufigkeit und Temperatur auszugehen. Vielmehr sind es die starken Witterungs- bzw. Temperaturschwankungen in den "Umstellungsmonaten" Oktober und März, die zu einer erhöhten Infektionsbereitschaft des kindlichen Organismus führen. Daher sprechen FEGELER et al. [14] auch von einem Adaptationsphänomen.

Für die weitere Auswertung wurden den einzelnen TEMES-Stationen Umgebungsgebiete zugeordnet, für die die Meßergebnisse der Stationen näherungsweise repräsentativ angesehen werden können. Es wurde davon ausgegangen, daß die räumliche Repräsentanz für einen Bereich im Abstand von bis zu etwa 2 km um die Meßstelle gegeben ist. Danach ist die Umgebung der Station "Altendorf" definiert durch die Stadtteile 4, 7, 8, 16, 21 und 22; die Umgebung der Meßstelle "Bottrop" ist definiert durch den Stadtbezirk V ohne den Stadtteil 25; die Umgebung der Station "Leithe" ist definiert durch den Stadtbezirk VII ohne den Stadtteil 46; die Umgebung der Meßstelle "LIS" ist durch die Stadtteile 26, 27 und 28 festgelegt. Zur Korrelation bzw. multiplen Regression wurden nur diejenigen Pseudokrufffälle berücksichtigt, die in den so definierten Flächen aufgetreten sind.

Die absolute Häufigkeit der Pseudokrufffälle im Bereich um die Station Altendorf ist beispielhaft in Abb. 12 dargestellt. Wiederum fallen hier die beiden Maxima der Häufigkeiten im Oktober 1984 und März 1983 besonders ins Auge. In den Abb. 13 a-c sind die 95 %-Werte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Schwebstoff angegeben. Ähnliche Verteilungen ergaben sich bei den übrigen

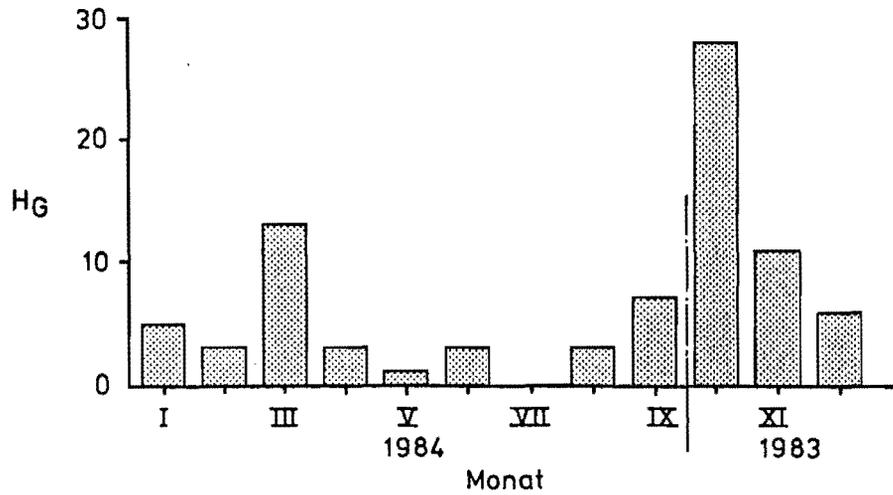


Abb. 12:

Absolute monatliche Häufigkeit ( $H_G$ ) der Pseudokrufffälle im Gesamtkollektiv im Bereich bis zu etwa 2 km um die Station Altendorf

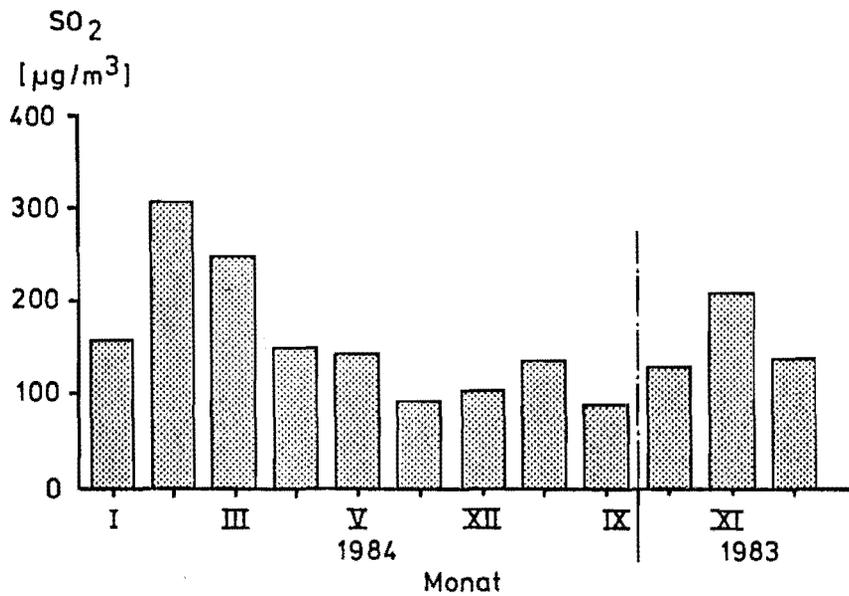


Abb. 13a:

Monatliche Schwefeldioxidbelastung an der Station Altendorf (95 %-Wert)

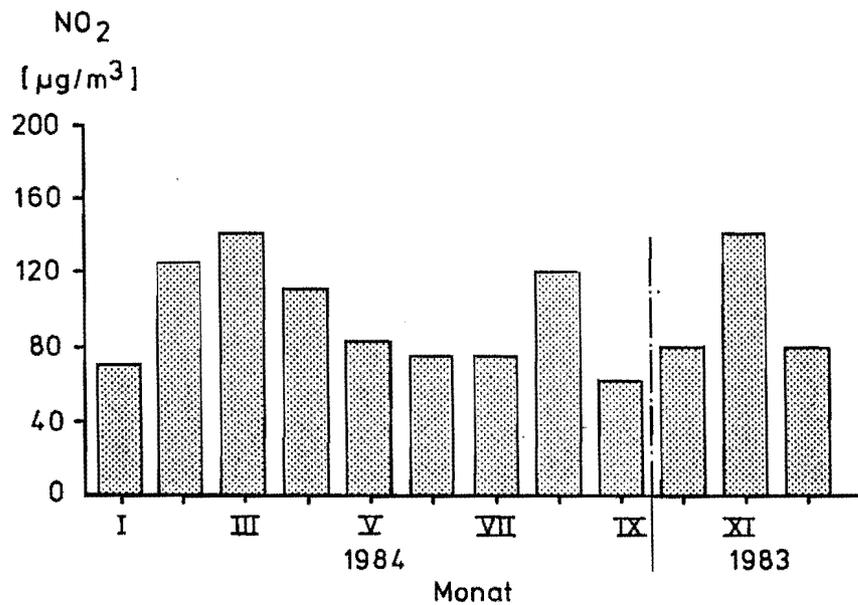


Abb. 13b:

Monatliche Stickstoffdioxidbelastung an der Station Altendorf (95 %-Wert)

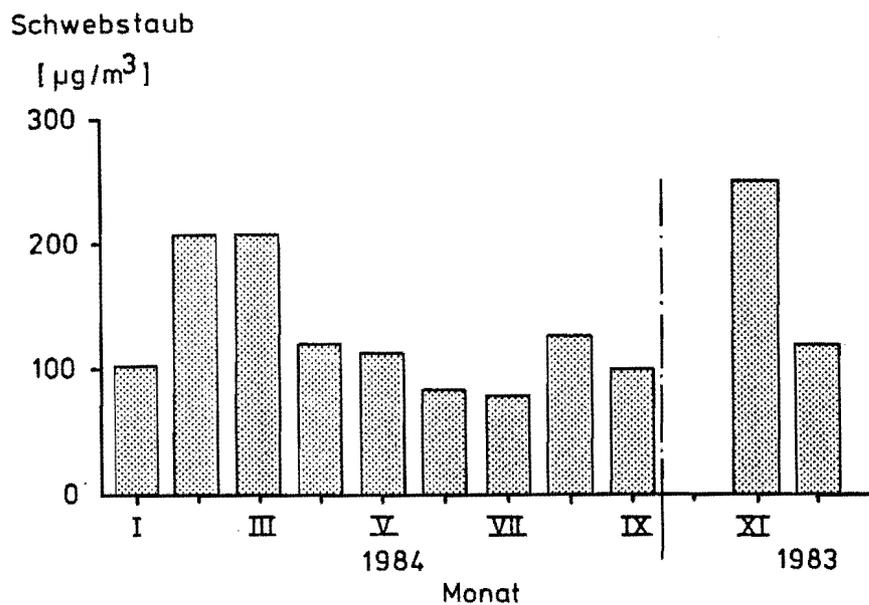


Abb. 13c:

Monatliche Schwebstaubbelastung an der Station Altendorf (95 %-Wert)

Stationen. Sowohl diese Immissionswerte als auch die vom Wetteramt Essen ermittelten monatlichen Temperaturen (siehe Abb. 10) wurden mit den monatlichen Häufigkeiten der Pseudokrufffälle verglichen. Dabei wurden nicht nur für die einzelnen Stationen, sondern auch für alle vier Stationen zusammen jeweils Rangkorrelationskoeffizienten nach SPEARMAN berechnet.

Die Ergebnisse dieser Korrelationsrechnungen sind in Tabelle 5 aufgelistet. Dabei sind für die betrachteten unterschiedlichen Fälle lediglich die Vorzei-

**Tabelle 5:** SPEARMAN-Rangkorrelationskoeffizienten zwischen absoluter Häufigkeit und Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Schwebstoff sowie Temperatur

Kollektiv			SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	SST	Temperatur
<u>Erst- und Wiederholungsfälle</u>						
Essen	Vorzeichen Signifikanzniveau	V	-	-	+	+
		S	0	0	0	0
Altendorf		V	+	+	+	-
		S	0	0	+	+
Bottrop		V	-	-	-	+
		S	0	0	0	0
Leithe		V	-	-	-	-
		S	0	+	+	0
<u>Erstfälle</u>						
Essen		V	-	-	-	+
		S	0	0	0	0
Altendorf		V	+	+	+	-
		S	0	0	0	0
Bottrop		V	-	-	-	+
		S	0	0	0	0
Leithe		V	-	-	-	-
		S	0	0	0	0
Kollektiv der Pseudokrufffälle des Arztes Nr. 1 (Leithe)		V	-	-	-	+
		S	0	*	*	0
Kollektiv der Pseudokrufffälle des Arztes Nr. 18 (Altendorf)		V	+	+	+	-
		S	0	0	+	0

0 nicht signifikant  
 + P < 0,10  
 \* P < 0,05  
 \*\* P < 0,01

chen der Korrelationskoeffizienten sowie ihr Signifikanzniveau aufgeführt. Alle Rechnungen wurden für das Gesamtkollektiv (Erst- und Wiederholungsfälle) und für das Kollektiv der Erstfälle durchgeführt. Ein positives (negatives) Vorzeichen der Korrelationskoeffizienten bedeutet dabei, daß die Häufigkeit von Pseudokrupper mit der entsprechenden Variablen zunimmt (abnimmt).

Nach Tabelle 5 stimmt unter Berücksichtigung von Vorzeichen und Signifikanz nur das Kollektiv Altendorf mit den bisher diskutierten Einflußgrößen überein, und zwar in dem Sinne, daß erwartungsgemäß die Pseudokrupperhäufigkeit mit steigender Schwebstoffkonzentration und entsprechend dem allgemeinen Jahresgang mit abfallender Temperatur zunimmt. Wie die Abb. 12 zeigt, ist diese Korrelation mit Bezug auf die Schwebstoffkonzentration jedoch auch in diesem Fall offensichtlich lediglich durch die relativ hohen Häufigkeiten der Pseudokrupperkrankung in den Monaten Oktober und März bedingt.

Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß die Ärzte mit den Nummern 1 und 18 am stärksten zu der Gesamtrate der Pseudokrupperfälle beigetragen haben. Eine Aufteilung der gemeldeten Pseudokrupperfälle nach den Monaten, in denen die Anfälle auftraten, zeigt, daß in der Praxis von Arzt 1 im Winter gehäuft mehr Pseudokrupperfälle auftreten als im Sommer. In der Praxis von Arzt 18 hingegen folgt die Zahl der Fälle dem allgemeinen Trend der größten Häufigkeit im Monat Oktober.

Da die Mehrzahl der Patienten des Arztes mit der Nummer 1 in der Umgebung der TEMES-Station Leithe und die Mehrzahl der Patienten des Arztes Nr. 18 in der Umgebung der Station Altendorf wohnen, wurde eine Korrelation dieser Patientenkollektive mit den monatlichen Temperaturen sowie der Immissionsbelastung vorgenommen. Das Ergebnis ist ebenfalls in Tabelle 5 dargestellt.

Während beim Arzt 1 die Zusammenhänge zwischen der Anzahl der gemeldeten Fälle und den Konzentrationen von Stickstoffdioxid und Schwebstaub signifikant sind, entsprechen die Vorzeichen nicht der hypothetisch angenommenen Immissionswirkung, das heißt, die Pseudokrupperhäufigkeit nimmt mit steigender Immissionsbelastung statistisch gesehen ab. Bezogen auf die von Arzt 18 behandelten Fälle nimmt zwar die Pseudokrupperhäufigkeit schwach signifikant mit der Schwebstoffkonzentration zu, hier gelten jedoch die bereits diskutierten Vorbehalte bezüglich der kausalen Bedeutung dieser Korrelation.

Auch für das Gesamtkollektiv aller vier Stationen zeigt die multiple Regression keinen signifikanten Einfluß der Temperatur. Der Einfluß der drei Immissionsvariablen Stickstoffdioxid, Schwebstaub und Schwefeldioxid ist zwar signifikant (hier beträgt das Signifikanzniveau  $P < 0,05$ ), die Regressionskoeffizienten für Schwefeldioxid und Stickstoffdioxid sind allerdings wiederum negativ und nur für Schwebstaub positiv. Der Regressionskoeffizient für die Temperatur ist, obwohl nicht signifikant, negativ, d.h., die Zahl der Pseudokrupperfälle nimmt entsprechend der Erwartung mit ansteigender Temperatur ab. Aber auch in diesem Fall ist wiederum zu berücksichtigen, daß dieser Zusammenhang lediglich daraus resultiert, daß im Winterhalbjahr aufgrund der bisherigen Beobachtungen generell mehr Pseudokrupperfälle auftreten als im Sommerhalbjahr. Innerhalb dieser

Halbjahre ist eine Beziehung zwischen Pseudokrupperhäufigkeit und Temperatur nicht mehr zu erkennen. Insgesamt läßt sich auch aus diesem Ergebnis nicht auf einen eindeutigen Einfluß der Immission auf das Auftreten von Pseudokrupperfällen schließen.

Weitergehende Analysen auf der Grundlage kürzerer Zeiträume wurden bewußt nicht vorgenommen. Zwar besteht immer die grundsätzliche Möglichkeit, Zeitabschnitte herauszusuchen, in denen mehrere Variable, hier Pseudokrupperhäufigkeit und Immissionsbelastung, eine gleichsinnige Beziehung aufweisen. Diese Beziehung muß aber als Scheinkorrelation gewertet werden, wenn es nicht gleichzeitig gelingt, diese "abschnittsweise" Korrelation sachlich zu begründen oder darzulegen, warum in anderen Zeitabschnitten diese Korrelation verloren geht, bzw. in eine umgekehrte Beziehung umschlägt. Eine derartige Begründung könnte z.B. sein, daß die Pseudokrupperkrankung primär durch meteorologische Einflußgrößen ausgelöst wird, die einem definierten Jahresgang folgen, und daß die Immissionsbelastung einen zweiten, in viel kürzeren Zeitabschnitten wirkenden Einflußfaktor darstellt, der sich auf den ersten "aufsetzt". Um dies zu prüfen, wurden sowohl die Häufigkeiten der Pseudokrupperfälle als auch die Immissionsbelastung durch Schwefeldioxid für das Stadtgebiet Essen zeitlich gleitend auf der Basis von 5-Wochenperioden ausgewertet. Konkret wurde für beide Parameter die Differenz des jeweils dritten Wochenwertes innerhalb der 5-Wochenperiode zum 5-Wochenwert dieser Periode gebildet, und die so ermittelten Differenzen beider Meßgrößen zueinander in Beziehung gesetzt. Die Modellvorstellung ist dabei, daß es einen saisonalen oder zumindest längerfristigen meteorologischen Einfluß gibt, um den die Beobachtungsreihe auf diesem Weg bereinigt wird, sowie einen maximal eine Woche lang anhaltenden Immissionseinfluß, der auf diesem Weg mit der ggf. kurzzeitig "über-" oder "unterdurchschnittlichen" Pseudokrupperhäufigkeit verglichen wird.

Das Ergebnis dieser Korrelation ist in Abb. 14 dargestellt. Wie klar ersichtlich, gelang es auch auf diesem Weg nicht, irgendeine Beziehung zwischen Pseudokrupperhäufigkeit und Immissionseinfluß herauszufinden.

#### 4.5. Ergebnisse der Nacherhebung im Januar 1985

In der Smogperiode wurden von den drei TEMES-Stationen der LIS in Essen die folgenden Konzentrationen registriert. Angegeben sind die Mittelwerte über die drei Stationen in Essen-Altendorf, Essen-Leithe und Essen-Bredeneu für den Zeitraum 14.01.-21.01.1985 (s. Tabelle 6).

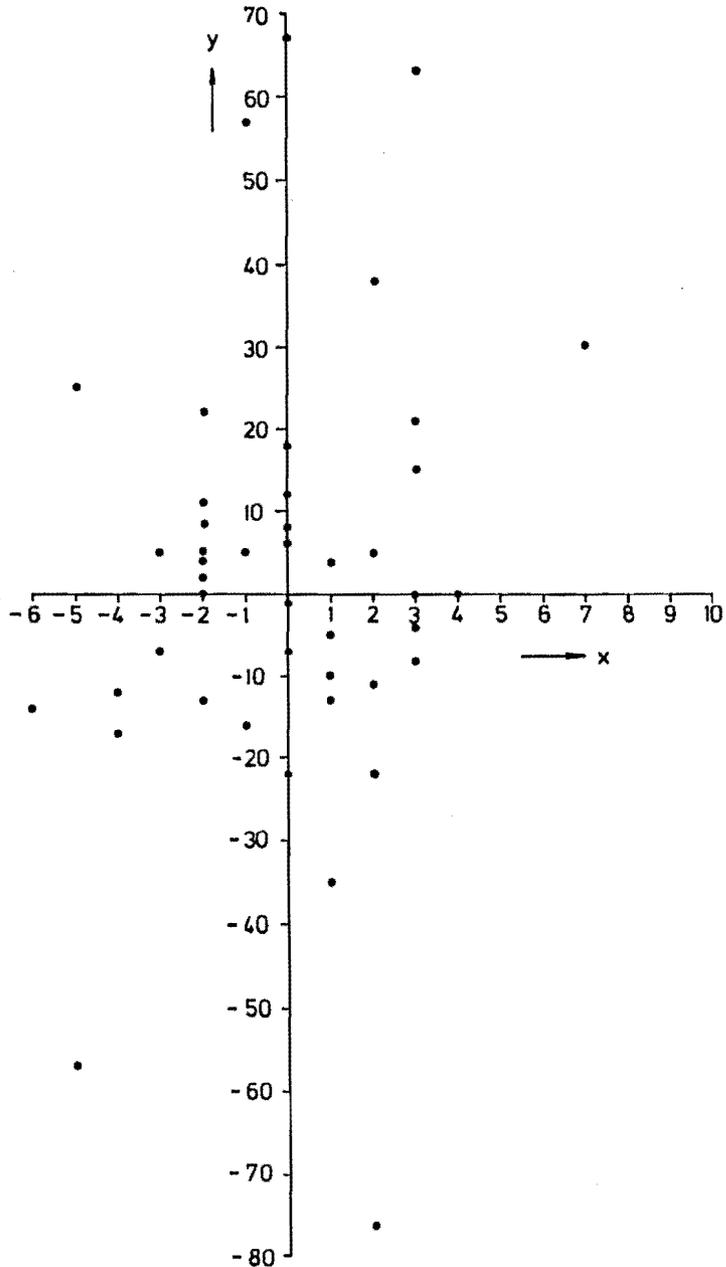


Abb. 14:

Vergleich der Pseudokrupphäufigkeit mit der Immissionsbelastung durch Schwefeldioxid auf der Grundlage zeitlich gleitender Fünfwochenperioden. Hierbei bedeuten

$x$  = Differenz zwischen der Anzahl der in der jeweils dritten Woche einer gleitenden Fünfwochenperiode aufgetretenen Pseudokrufffälle und der Anzahl innerhalb dieser Fünfwochenperiode.

$y$  = Differenz zwischem dem Mittelwert der  $\text{SO}_2$ -Konzentration [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] in der jeweils dritten Woche einer gleitenden Fünfwochenperiode und dem zugehörigen Fünfwochenmittelwert der  $\text{SO}_2$ -Konzentration [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

Tabelle 6: Schwefeldioxid- und Schwebstoff-Immissionsbelastung; Mittelwert über die TEMES-Stationen Essen-Altendorf-, Leithe und -Bredeney für den Zeitraum 14.01.-21.01.1985

Schwefeldioxid [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]		Schwebstoffe [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	
Mittelwert während der Smogperiode	Höchstwert auf Halbstundenbasis	Mittelwert während der Smogperiode	Höchstwert auf Halbstundenbasis
505	974	380	850

Da von den Autoren der Frankfurter Pseudokrupperstudie für Schwefeldioxid ein Schwellenwert für die Auslösung vermehrter Pseudokrupperfälle in Höhe von  $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$  diskutiert wurde [4, 5], war zu erwarten, daß bei Anwendung dieses Kriteriums diese Episode in höchstem Maße "pseudokrupperrelevant" war. Der Studie aus der Städtischen Kinderklinik Duisburg [12, 13] sind derartige Schwellenwerte nicht unmittelbar zu entnehmen. Immerhin werden Gebiete mit erhöhter Pseudokrupperhäufigkeit diskutiert, bei denen der auf das Jahr bezogene  $\text{I}_2$ -Wert (= 95-Perzentil) für Schwefeldioxid höher als  $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$  war. Auch unter diesem Gesichtspunkt müßte sich die Smogperiode theoretisch durch eine auffallende Häufung von Pseudokrupperfällen auszeichnen.

Zusätzlich zu den TEMES-Stationen unterhält die LIS im Essener Norden noch zwei weitere kontinuierlich arbeitende Stationen, die im Juni 1984 ihren Betrieb aufgenommen haben. Dies sind die Stationen Weidkamp und Wildstraße. Während der Smogperiode vom 16.01. bis 20.01.1985 war an diesen beiden Stationen der diskutierte kritische Wert in Höhe von  $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$  an allen Tagen an insgesamt 120 Stunden überschritten. Die Höchstwerte für Schwefeldioxid an den beiden Stationen lagen bei 1107 bzw.  $946 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und waren damit noch etwas höher als an den Essener TEMES-Stationen.

Ein Vergleich zwischen den Monaten Januar 1985 und Oktober 1983 - der Vergleichsmonat Oktober wurde deshalb gewählt, weil in diesem Monat während der Jahresuntersuchung die größte Zahl der Pseudokrupperkrankungen aufgetreten war - ergibt folgendes Bild: während für das gesamte Essener Stadtgebiet die Anzahl der Erst- und Wiederholungsfälle der Pseudokrupperkrankung im Oktober 1983 138 betrug, belief sich die entsprechende Anzahl im Monat Januar 1985 auf 27 und war damit um den Faktor 5,1 geringer. Andererseits lag die mittlere Schwefeldioxidkonzentration für den Monat Oktober 1983, gemittelt über die drei Essener TEMES-Stationen, bei  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und erreichte somit nur etwa ein Viertel der Schwefeldioxidkonzentration für den Januar 1985 mit  $194 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Die entsprechenden Werte für die Schwebstoffkonzentrationen betragen 50 bzw.  $124 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sowie

für Stickstoffdioxid 50 bzw. 65  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Die beobachtete große Differenz zwischen der Anzahl der Pseudokrufffälle im Oktober 1983 und im Januar 1985 bleibt auch dann annähernd bestehen, wenn der Arzt, der die Mitwirkung bei der Nacherhebung ablehnte, von der Auswertung für den Monat Oktober 1983 ausgeschlossen wird. Geht man so vor, so traten im Oktober 1983 immerhin noch viermal so viele Pseudokrufffälle auf wie im Januar 1985, obwohl die Immissionsbelastung im Oktober 1983 nur etwa 1/4 der Immissionsbelastung im Januar 1985 betrug.

Werden die Ergebnisse von Januar 1985 mit denjenigen von Januar 1984 verglichen, so ergibt sich das folgende Bild. Im Januar 1984 traten 34 Pseudokrufffälle auf. Die Immissionsbelastung lag, gemittelt über die drei TEMES-Stationen in Essen, bei 52  $\mu\text{g}$  Schwefeldioxid/ $\text{m}^3$  (267  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 43  $\mu\text{g}$  Stickstoffdioxid/ $\text{m}^3$  (158  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) und 36  $\mu\text{g}$  Schwebstaub/ $\text{m}^3$  (220  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). In Klammern sind die jeweiligen höchsten Halbstundenmittelwerte angegeben. Mit anderen Worten waren vor Jahresfrist trotz ungleich niedrigerer Immissionsbelastung noch geringfügig mehr Pseudokrufffälle aufgetreten als während des "Smogmonats" Januar 1985.

Es ist somit nicht möglich, auf der Grundlage der Nacherhebung den hier betrachteten Luftverunreinigungen einen wesentlichen Einfluß auf die akute Provokation von Pseudokrufffällen zuzuschreiben. Hierzu wird von WICHMANN [18] unter Heranziehung von Daten aus Tübingen ausgeführt, daß die Infektionsbereitschaft im Januar 1985 ungewöhnlich niedrig war und dieses Phänomen daher für die fehlende Reaktion des Pseudokruffs auf die sehr hohe Immissionsbelastung verantwortlich zu machen ist. Dem ist jedoch entgegenzuhalten, daß auch diese Hypothese zunächst eindeutiger zu belegen ist, da es zweifelhaft ist, bei epidemisch verlaufenden Erkrankungen im Sinne einer Beweisführung zeitliche Verteilungen der Erkrankungshäufigkeit in Süddeutschland ohne weiteres mit zeitlichen Verteilungen der Erkrankungshäufigkeit im Ruhrgebiet zu vergleichen.

##### 5. Zusammenfassende Bewertung und Schlussfolgerung

Sowohl die im Auftrage des Ministers für Arbeit, Gesundheit und Soziales im Stadtgebiet Essen durchgeführte Studie zum Einfluß von Luftverunreinigungen auf Pseudokruff als auch die vorausgegangenen Studien haben gezeigt, daß folgende grundsätzliche Schwierigkeiten bei der epidemiologischen Untersuchung über den Einfluß von Luftverunreinigungen auf die Pseudokruffhäufigkeit bestehen.

Nimmt man einen zeitlichen Vergleich der Pseudokruffhäufigkeiten vor, so ist zu berücksichtigen, daß es zwei Gruppen möglicher Ursachenfaktoren gibt, nämlich Witterung und Luftverunreinigungen, die über den Jahresgang bzw. über ausgeprägte meteorologische Ereignisse eng miteinander korreliert sind. Den Autoren ist keine Studie in der Bundesrepublik bekannt, in der es gelungen wäre, den Immissionseinfluß, losgelöst von dem diesen Einflußfaktor überdeckenden meteorologischen Einfluß überzeugend und statistisch korrekt darzustellen.

Führt man die Untersuchung im räumlichen Vergleich auf der Grundlage der Krankenstatistik eines Krankenhauses durch, so entsteht die andere Schwierigkeit, daß dieses Krankenhaus ein mehr oder weniger undefiniertes Einzugsgebiet mit unterschiedlichen Wahrscheinlichkeiten der Einweisungszahlen hat, die von der Entfernung zwischen Wohnort und Krankenhaus abhängen, und die darüberhinaus von sozioökonomischen Einflüssen sowie von Einflüssen unterschiedlicher Einweisungsgewohnheiten der niedergelassenen Ärzte bzw. von der Intensität der kinderärztlichen Versorgung innerhalb der einzelnen Stadtgebiete überlagert sein können. Insbesondere wird vermutet, daß die behandelnden Ärzte unter sozioökonomisch ungünstigen Verhältnissen eher geneigt sind, ein Kind in ein Krankenhaus einzuweisen als unter sozioökonomisch günstigen Verhältnissen. Dies muß dann zu ganz gravierenden Fehlinterpretationen aufgrund von Scheinkorrelationen führen.

Methode der Wahl, die zum Beispiel in der früheren Essener Studie von PRINZ und HOWER [6] praktiziert wurde, ist der Bezug der Pseudokrufffälle auf die Anzahl Gesamteinweisungen, unabhängig von der Erkrankungsart, da nach der Feststellung dieser Autoren diese Bezugsgröße jahreszeitlich konstant und damit mit Sicherheit nicht mit möglichen Einflußfaktoren für die Auslösung der Pseudokrupperkrankung korreliert ist. Bei den Studien, bei denen diese Form der Standardisierung nicht durchgeführt wurde, sollte sie zur Absicherung der Ergebnisse unbedingt nachgeholt werden.

Sind andererseits bei einer prospektiven Studie niedergelassene Ärzte beteiligt, so ist natürlich nicht auszuschließen, daß neben dem bereits diskutierten zeitlich variierenden "Aufmerksamkeitsgrad" die "Ansprechschwelle" für Pseudokrupperkrankungen und deren Schweregrad bei den einzelnen Ärzten auch individuell verschieden sein kann und sich damit räumlich als Störfaktor auswirkt. Insbesondere dürfte aufgrund des spezifischen Arzt-Eltern-Verhältnisses der Arzt selber ganz wesentlich das Konsultationsverhalten der Eltern in einem mehr oder weniger schweren Pseudokruffanfall bestimmen. Es besteht die Vermutung, daß dieser Faktor die vorliegende Studie wesentlich beeinträchtigt hat.

Als Gesamtergebnis dieser Studie ist festzuhalten, daß ein Einfluß der hier betrachteten Luftverunreinigungen auf die Auslösung von Pseudokrupperkrankungen im Stadtgebiet Essen weder im zeitlichen noch im räumlichen Vergleich festzustellen war. Ein besonders interessanter zeitlicher Vergleich der Pseudokruffhäufigkeiten ergab sich zwischen den Monaten Oktober 1983, Januar 1984 und dem besonders immissionsbelasteten Monat Januar 1985. Aus diesem Vergleich geht eindeutig hervor, daß auch die während der Smogperiode aufgetretenen stark erhöhten Luftverunreinigungen keinen nachweislichen Einfluß auf die Auslösung der Pseudokrupperkrankungen hatten.

Ein weiteres interessantes Ergebnis der Untersuchung war, daß gegenüber früheren Untersuchungen sich offensichtlich der Jahresgang der Häufigkeiten von Pseudokrupperkrankungen verändert hat. Bei allen Bezugnahmen auf Untersuchungen der 60er Jahre ist allerdings zu berücksichtigen, daß zu jener Zeit die Immissionsbelastung um etwa den Faktor 3 höher lag als heute. Es bleibt zu

klären, ob diese veränderte Immissionsbelastung Einfluß auf den Jahresgang der Pseudokrupphäufigkeiten genommen hat, der jetzt im Gegensatz zu früher eindeutig von den witterungsbedingten "Umstellungsmonaten" Oktober und März geprägt wird, während früher dieser Einfluß zwar ebenfalls erkennbar war, jedoch deutlich von dem Einfluß der Wintermonate Oktober bis April in strikter Abhängigkeit von der Temperatur (inverse Beziehung!) und der hiermit eng korrelierten Immissionsbelastung überlagert wurde. Es wird daher angeregt, aufgrund der in den Krankenhäusern archivierten Daten zu untersuchen, ob sich in den letzten Jahren der Jahresgang der Pseudokrupphäufigkeit systematisch verändert hat und ob diese möglicherweise eingetretene Veränderung mit der inzwischen veränderten Immissionsbelastung korreliert.

Nachwort:

Allen Beteiligten an dieser Studie, insbesondere den Essener Kinderärzten, sei herzlich für die Mitarbeit gedankt.

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

- [1] STEPHAN, U.:  
"Erkrankungen der Luftwege" in: BACHMANN U. et al.  
Hrsg.: Pädiatrie in Praxis und Klinik, Gustav Fischer Verlag New York.
- [2] ANONYM:  
Pseudokrupp und Luftverunreinigungen.  
Bericht des Länderausschusses für Immissionsschutz, des Bundesgesundheitsamtes und des Umweltbundesamtes, erarbeitet vom Medizinischen Institut für Umwelthygiene an der Universität Düsseldorf (1985).
- [3] MARKGRAF, O.:  
Die stenosierende Laryngo-Tracheobronchitis (Croup).  
Fortschr. Med. 97 (1974), 985-990.
- [4] JAKLIN, R.H., S.W. BENDER und F. BECKER:  
Environmental Factors in Croup Syndrome.  
Z. Kinderheilk. 111 (1971), 85-94.
- [5] EMMERICH, H., S.W. BENDER und F. BECKER:  
The Effect of Atmospheric Sulfur Dioxide on Croup Syndrome.  
Z. Kinderheilk. 113 (1972), 111-121.
- [6] PRINZ, B. und J. HOWER:  
Strategie epidemiologischer Untersuchungen.  
Schriftenreihe der LIS, Heft 39 (1976), S. 75-87.
- [7] FINKLEA, J.F., D.I. HAMMER, D.E. HOUSE, C.R. SPARP, W.C. NELSON und R. LOWRIMORE:  
Health consequences of sulfur oxides: summary and conclusions based upon CHES-studies of 1970-1971.  
In: A report from CHES, 1970-1971. Res. Triangle Park N.C., U.S.
- [8] PRINZ, B., J. HOWER und E. GONO:  
Untersuchungen zur immissionsbedingten Bleibelastung bei Kleinkindern im Rahmen des Wirkungskatasters des Landes NW.  
Staub-Reinh. Luft 36 (1976), 117-122.

- [9] PRINZ, B., J. HOWER und E. GONO:  
Erhebungen über den Einfluß der Bleiimmissionsbelastung auf den Blutbleispiegel und die neurologische Entwicklung von Säulingen im westlichen Ruhrgebiet.  
Staub-Reinh. Luft, 38 (1978), 87-94.
- [10] WICHMANN, H.E.:  
Pseudo-Krupp: Luftverunreinigung als Auslöser?  
Deutsches Ärzteblatt 82 (1985), 2979-2982.
- [11] ANONYMUS:  
The Environmental Protection Agency's Research Programm with primary emphasis on the Community Health and Environmental Surveillance System (CHESS): An Investigative Report. Prepared for the Committee on Science and Technology - U.S. House of Representatives, Ninety-Fourth Congress, Second Session, November 1976.
- [12] MÜHLING, P., J. BORY und H. HAUPT:  
Effekt der Luftbelastung auf Atemwegserkrankungen des Kleinkindes.  
Fortschr. Med. 102 (1984), 831-834.
- [13] MÜHLING, P., J. BORY und H. HAUPT:  
Einfluß der Luftbelastung auf Atemwegserkrankungen - Untersuchung bei Säuglingen und Kleinkindern.  
Staub-Reinh. d. Luft 45 (1985), 35-38.
- [14] FEGELER, U., R. MOYZES, E. WEDELER und H. EBERHARD:  
Immissions- und Wettereinflüsse auf Erkrankungen der oberen und unteren Luftwege von Kindern in Berlin (West) 1979-1982.  
Vervielfältigtes Manuskript, Berlin 1985.
- [15] DENNY, F.W., T.F. MURPHY, W.A. CLYDE, A.M. COLLIER und F.W. HENDERSON:  
Croup: An 11-year-study in pediatrie practise.  
Pediatries 71 (1983), 871-876.
- [16] MIETENS C., B. LÜTKEMEYER und S. KÖHLER:  
Epidemiologie und Symptomatik der stenosierenden Laryngotrachitis (Pseudokrupp) bei 1322 stationären Patienten in Bochum im Verlaufe der letzten 17 Jahre.  
Monatsschr. Kinderheilk. 132 (1984), 646-653.

- [17] Von der HARDT, H.:  
Die Pseudokruppstudie in Niedersachsen.  
4. Arolser Schloßgespräch am 09. und 10.12.1985, VDI-Kommission Reinhaltung der Luft. Berichtsband in Vorbereitung.
- [18] WICHMANN, H.E.:  
Kritischer Erfahrungsbericht zu Pseudokrupp-Studien in Nordrhein-Westfalen und Baden-Württemberg.  
4. Arolser Schloßgespräch am 09. und 10.12.1985, VDI-Kommission Reinhaltung der Luft. Berichtsband in Vorbereitung.

A n h a n g  
(Verwendete Fragebögen)

Bitte helfen Sie uns durch vollständige Angaben. Alle Angaben, die Sie über Ihr Kind und sich machen, werden vertraulich behandelt; sie unterliegen der ärztlichen Schweigepflicht und werden nicht weitergegeben. Wenn Sie eine Frage nicht beantworten können, so gehen Sie zur nächsten Frage über.

Angaben zum Kind

Name, Vorname \_\_\_\_\_  
 Wohnung jetzt \_\_\_\_\_  
 Geburtsdatum \_\_\_\_\_ Geschlecht \_\_\_\_\_

Bitte das Zutreffende unterstreichen bzw. entsprechende Angaben eintragen.



Bitte hier nicht antworten	1. Probanden-Nr.	1 1 2 3 4 5 6 0 0
	2. Geschlecht	7 [ ]
	3. Stadtteil-Nr.	8 9 10 11 12 13 14 15 0 0 0 0 0
	4. Geburtsdatum	Tag Monat Jahr 16 17 18 19 20 21 [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]
	5. Behandelnder Arzt-Nr.	22 23 [ ] [ ]

Angaben zu dem Haushalt, in dem das Kind lebt

6. Wieviel Geschwister hat das Kind?  
 Wenn keine

6.1 Wenn das Kind Geschwister hat, wurden bei den einzelnen Geschwistern ähnliche Anfälle festgestellt?  
 Wenn keine

6.2 Wenn ähnliche Anfälle festgestellt wurden: wurde Pseudokrups diagnostiziert?

Bitte hier antworten

24 25  
keine Anzahl:..... [ ] [ ]

26  
ja [ ]  
nein [ ]  
weiß nicht [ ]

27  
ja [ ]  
nein [ ]  
weiß nicht [ ]

28  
Fernheizung [ ]  
Zentralheizung [ ]  
Etagenheizung [ ]  
Einzelraumbeheizung [ ]

7. Wie wird die Wohnung beheizt?

Wenn Sie Fernheizung haben

7.1 Wenn keine Fernheizung benutzt wird, womit wird geheizt?

Bitte hier antworten

mit Holz / Kohle

29

Gas

Öl

Strom

8. Wird in dem Haushalt, in dem das Kind lebt, geraucht?

Wenn nein

Wenn ja:

8.1 Wieviele Haushaltsangehörige sind Raucher?

8.2 Was und wieviel wird in dem Haushalt geraucht?  
(Bitte von allen Personen zusammenzählen)

Zigaretten

Zigarren

Pfeifen

8.3 Hält sich das Kind überwiegend in Räumen auf, in denen nicht geraucht wird?

ja

nein

30

Anzahl: .....

31 32

täglich .....Stück

33 34 35

täglich .....Stück

36 37

täglich .....Stück

38 39

ja

nein

40

9. Hat das Kind bisher überwiegend in dem Stadtteil gewohnt, in dem es jetzt lebt?

ja

nein

41

Bitte vom Arzt zu beantworten

Angaben zum Kind

Name, Vorname \_\_\_\_\_

Wohnung jetzt \_\_\_\_\_

Behandelnder Arzt Name:

Stempel



Angaben zum Anfallgeschehen

Bitte hier antworten

1. Datum des Anfalls

Tag	Monat	Jahr	16	17	18	19	20	21
<input type="text"/>								

2. Uhrzeit des Anfalls

Std.	Min.	22	23	24	25
<input type="text"/>					

3. Erster Pseudokrupsanfall?

ja	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>
nein	2	<input type="text"/>	<input type="text"/>

4. Wurde ein Medikament vor dem Arztbesuch verabreicht?

ja	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>
nein	2	<input type="text"/>	<input type="text"/>

5. Wurde das Kind aufgesucht bzw. wurde es in die Praxis gebracht?

ja	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>
nein	2	<input type="text"/>	<input type="text"/>

6. Welche Symptome wurden gemäß dem Windorfer Schema festgestellt?

Bellender Husten

ja	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>
nein	2	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Schluckbeschwerden

ja	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>
nein	2	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Stridor

ja	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>
nein	2	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Einziehung im Jugulum

ja	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>
nein	2	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Einziehung im Epigastrium

ja	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>
nein	2	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Einziehung auch der seitlichen Thoraxpartien

ja	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>
nein	2	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Atemnot

ja	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>
nein	2	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Tachykardie

ja	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>
nein	2	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Hautblässe

ja	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>
nein	2	<input type="text"/>	<input type="text"/>

1	<input type="text"/>
2	<input type="text"/>
2	3 4 5 6 7 8
0	0 0 0 0 0 0
9	10 11 12 13 14 15
0	0 0 0 0 0 0



Bitte diesen Bogen, zusammen mit dem grünen Bogen, nach Ausfüllen an das Gesundheitsamt senden

Fragebogen zur Erfassung des Pseudokrups (III)

Bitte vom Arzt zu beantworten

Angaben zum Kind

Name, Vorname \_\_\_\_\_

Wohnung jetzt \_\_\_\_\_

Behandelnder Arzt Name:

Stempel



Angaben zum Anfallgeschehen

1. Datum des Anfalls
2. Uhrzeit des Anfalls
3. Erster Pseudokrupsanfall?
4. Wurde ein Medikament vor dem Arztbesuch verabreicht?
5. Wurde das Kind aufgesucht bzw. wurde es in die Praxis gebracht?

1							
2							
2	3	4	5	6	7	8	
0	0						0
9	10	11	12	13	14	15	
0	0	0	0				

Bitte hier antworten

Tag	Monat	Jahr	16	17	18	19	20	21

Std.	Min.	22	23	24	25

		26
ja	1	
nein	2	
		27
ja	1	
nein	2	
		28
ja	1	
nein	2	

6. Welche Symptome wurden gemäß dem Windsorfer Schema festgestellt?

		29	
Bellender Husten	ja	1	
	nein	2	
		30	
Schluckbeschwerden	ja	1	
	nein	2	
		31	
Stridor	ja	1	
	nein	2	
		32	
Einziehung im Jugulum	ja	1	
	nein	2	
		33	
Einziehung im Epigastrium	ja	1	
	nein	2	
		34	
Einziehung auch der seitlichen Thoraxpartien	ja	1	
	nein	2	
		35	
Atemnot	ja	1	
	nein	2	
		36	
Tachykardie	ja	1	
	nein	2	
		37	
Hautblässe	ja	1	
	nein	2	



Berichte der

LANDESANSTALT FÜR IMMISSIONSSCHUTZ DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN, ESSEN

- LIS-Berichte -

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

Anforderungen sind zu richten an die

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

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

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

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

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

Anmerkung:

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