

Lufthygiene und Klima

Ein Handbuch zur
Stadt- und Regionalplanung

Herausgeber:
Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI
und DIN
H. Schirmer, W. Kuttler, J. Löbel, K. Weber

VDI VERLAG

5.2.2.3 Auswirkungen eines geplanten Bürogebäudes auf das Immissionsfeld einer verkehrsreichen Straße

W. Kuttler

Problemaufriß

Im nördlichen Teil des Stadtgebietes von Düsseldorf, im Grenzbereich der Stadtteile Mörsebroich (im Osten) und Derendorf (im Westen) sollte auf einer an einer stark befahrenen, vierspurigen Straße liegenden Freifläche, die in einem dem Planungsamt vorliegenden älteren Gutachten seinerzeit als Bestandteil einer potentiellen Luftleitbahn ausgewiesen worden war, ein sechsstöckiges Bürogebäude errichtet werden, für das zwei Bauvarianten vorgegeben wurden.

Planungsanlaß

Das geplante Gebäude ist in einem Bebauungsmischgebiet (Wohn-, Bürogebäude sowie Industrieflächen) eingebettet. Die mittelhohen Wohngebäude, flachen Lagerhallen und wenigen herausragenden Bürogebäude (bis zu 14 Stockwerke) sind in aufgelockerter Bebauungsstruktur errichtet. Sie werden durch zahlreiche Bäume oder Baumgruppen voneinander getrennt.

Da befürchtet wurde, daß es durch die geplante Bebauung zu einer nachteiligen Veränderung der Immissionssituation kommt, wurde eine Windkanaluntersuchung durchgeführt (Ingenieurbüro Dr.-Ing. A.Lohmeyer, Karlsruhe).

Planungsaufgabe

Die Windkanaluntersuchung sollte klären,

- inwiefern die geplante Bebauung das Immissionsfeld, das insbesondere durch den Kraftfahrzeugverkehr im Untersuchungsgebiet geprägt wird, in unmittelbarer Umgebung der vorgesehenen Baumaßnahme beeinflusst
- ob von einer Überschreitung der Immissionsgrenzwerte einzelner Spurenstoffe nach Errichtung des Neubaus auszugehen ist und
- welche der beiden seitens des Auftraggebers vorgegebenen Gebäudevarianten die immissionsseitig günstigere darstellt.

Lufthygienische Probleme der Planungsaufgabe

Zur Lösung dieser Fragen wurde ein Gebäudemodell in zwei Ausführungsvarianten im Maßstab 1:500 aus hartem Kunststoff angefertigt. Um die Modellsituation möglichst wirklichkeitsnah zu gestalten, wurde darüber hinaus die Verteilung der natürlichen Baum- und Strauchvegetation im Gelände kartiert und nach entsprechenden Arten klassifiziert. Abb. 5.2.2.3/1 zeigt das Untersuchungsgebiet mit den vorgegebenen Grundrissen der Gebäudevarianten A und B. Da man insbesondere eine Aussage über die Beeinflussung der Immissions-situation durch Kfz-Abgase auf der stark befahrenen, vierspurigen Ausfallstraße (Brehmstraße mit etwa 50.000 Kraftfahrzeugen pro Tag) erwartete, wurden - für die Fahrmodi Stau (FM6), Stop and Go (FM5) und fließender Verkehr (FM3) - unter Berücksichtigung der Emissionsfaktoren und des entsprechenden Kraftstoffverbrauches (Tab. 5.2.2.3/1) die Quellstärken für die Kfz-spezifischen Schadstoffe CO, C_nH_m, NO_x, SO₂ und Pb berechnet. Basierend auf einer für die Klimastation des Deutschen Wetterdienstes in Düsseldorf-Lohausen durchgeführten Häufigkeitsanalyse der Windvektoren wurden für die Windkanaluntersuchungen letztendlich vier als wichtig erachtete Windrichtungen, nämlich 30°, 150°, 210° und 270° für die Simulationsanalyse zugrunde gelegt. Außerdem erfolgte eine Berechnung der Ausbreitungsklassenverhältnisse nach KLUG/MANIER (TA Luft).

Es wurden ausschließlich Fälle simuliert, bei denen Schwachwindwetterlagen mit Windgeschwindigkeiten von 1 m/s und gleichzeitig stärkstes Verkehrsaufkommen (Fahrmodus: Stau (FM6) auf allen vier Fahrspuren) vorherrschten, da dann davon auszugehen ist, daß sich höchste Immissions-Konzentrationen einstellen.

Diese Entscheidung erfolgte vor dem Hintergrund, daß höhere Windgeschwindigkeiten die Schadstoffbelastung verringern und sich die Abgasemissionsmenge auf dem zu untersuchenden Straßenstück bei höheren Fahrgeschwindigkeiten aufgrund der Abnahme der Fahrzeugdichte reduziert.

Die Diskussion der Meßergebnisse hatte sich an den entsprechenden Richtwerten für die verschiedenen Spurenstoffkomponenten zu orientieren.

Die Bestimmung der Immissions-Konzentrationen erfolgte an insgesamt 19 im Modell vorher festgelegten Meßpunkten, die aus Gründen der besseren Interpretierbarkeit anschließend zu sechs Meßgebieten zusammengefaßt wurden.

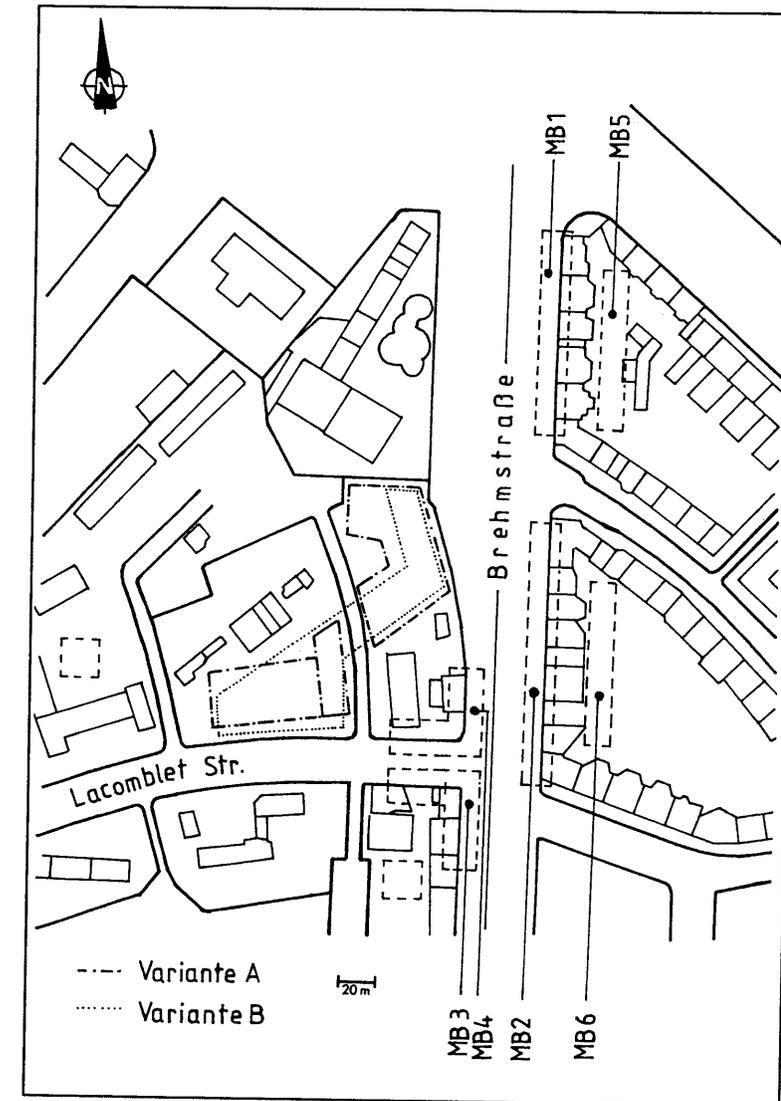


Abb. 5.2.2.3/1: Lage der Meßbereiche im Untersuchungsgebiet Düsseldorf-Mörsenbroich

Tabelle 5.2.2.3/1. Emissionsfaktoren und Kraftstoffverbrauch für Personen- und Kombinationskraftwagen mit Otto- und Dieselmotoren (nach BAYR. LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ, 1985)

| Fahrmodus | 1 | 2 | 3 | 4 | 0 | 5 | 6 |
|---|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| mittlere Fahr- geschwindigkeit | 100 konst. | 60 | 42,5 | 26 | 19,5 | 13,5 | 6 |
| Kraftstoffverbrauch | g/km 63,09 6309 | g/km 66,77 3416 | g/km 67,95 2890 | g/km 89,97 2289 | g/km 105,4 2041 | g/km 130,5 1710 | g/km 212,1 1328 |
| Kohlenmonoxid | g/km 10,84 1084 301,1 | g/km 13,28 799,1 221,9 | g/km 17,38 739,3 205,4 | g/km 24,64 627,3 174,3 | g/km 29,40 569,1 158,1 | g/km 38,83 508,6 141,3 | g/km 68,33 427,7 118,7 |
| Kohlenwasserstoffe (aus FID-Messung) (angegeben als SO ₂) | g/km 1,03 103,1 | g/km 1,32 79,5 | g/km 1,72 73,26 20,35 | g/km 2,43 61,98 17,22 | g/km 2,91 56,43 15,68 | g/km 3,68 48,27 13,41 | g/km 6,12 38,34 10,65 |
| Stickstoffoxide (angegeben als NO ₂) | g/km 3,55 355,2 98,67 | g/km 1,88 113,2 31,44 | g/km 1,7 73,74 20,48 | g/km 1,65 42,00 11,67 | g/km 1,64 31,76 8,82 | g/km 1,51 19,82 4,67 | g/km 1,43 8,94 2,48 |
| Schwefeloxide ¹⁾ (angegeben als SO ₂) | g/km 0,049 4,92 | g/km 0,043 2,58 | g/km 0,052 2,20 0,61 | g/km 0,069 1,75 0,49 | g/km 0,081 1,57 0,44 | g/km 0,097 1,27 0,35 | g/km 0,152 0,95 0,26 |
| Blei ²⁾ | g/km 0,009 0,91 0,253 | g/km 0,008 0,49 0,136 | g/km 0,009 0,42 0,117 | g/km 0,013 0,33 0,092 | g/km 0,015 0,29 0,081 | g/km 0,019 0,25 0,069 | g/km 0,031 0,19 0,053 |

¹⁾ Gerechnet mit einem Schwefelgehalt im Ottokraftstoff von 0,025 % und im Diesellothkraftstoff von 0,3 %

²⁾ Gerechnet mit einem Bleigehalt im Ottokraftstoff von 0,15 g/l und 75 % Ausstoß

Aus der Vielzahl der vorliegenden Immissions- und Windmeßwerte soll exemplarisch ausschließlich auf das Verhalten der CO-Konzentrationen eingegangen werden.

Folgende Standorte wurden für die Auswertung berücksichtigt (vgl. hierzu Abb. 5.2.2.3/1):

1. Straßenfront; untere Brehmstraße (Ostseite)
2. Straßenfront; obere Brehmstraße (Ostseite)
3. Eckfront Brehmstraße/Lacombletstraße
4. Straßenfront Brehmstraße (Westseite)
5. Hinterhofsituation zu Meßbereich 2 (obere Brehmstraße; Ostseite)
6. Hinterhofsituation zu Meßbereich 1 (untere Brehmstraße; Ostseite).

Planungsrelevante Ergebnisse

Für die Simulierung der Windrichtung Nordnordost, aus der - natürliche Verhältnisse zugrunde gelegt - der Wind mit einer Geschwindigkeit von 1 m/s während 430 Jahresstunden (= 4,9 %) weht, ergaben sich an der Straßenfront obere Brehmstraße (Meßbereich 2) mit bis zu 55 mg/m³ CO relativ hohe Spitzenwerte (Abb. 5.2.2.3/2), die z.B. über dem Richtwert für Kohlenstoffmonoxid der VDI-Richtlinie von 50 mg/m³ (Halbstundenmittelwert) lagen. Sowohl Gebäudevariante A als auch B wiesen gegenüber dem Istzustand eine deutlich geringere Immissionssituation in der Brehmstraße auf. Nach Errichtung des geplanten Bürogebäudes ist somit von einer CO-Spitzenbelastung von etwa 40 mg/m³ auszugehen. Die Unterschiede zwischen beiden Gebäudevarianten sind bei dieser Anströmrichtung allerdings vernachlässigbar klein. An allen anderen Meßstandorten waren die CO-Konzentrationen im Vergleich zu Meßbereich 2 mit weniger als 10 mg/m³ deutlich niedriger ausgeprägt.

Wurde die Strömungsrichtung Südost [298 Jahresstunden (= 3,4 %) bei v = 1 m/s] eingestellt, so konnten für die Bereiche der Häuserfronten der unteren und oberen Brehmstraße wie auch für das Eckhausgebiet (Meßbereiche 1 bis 4) generell höhere Spitzenbelastungen an CO festgestellt werden (Abb. 5.2.2.3/3). In den Hinterhöfen (Meßbereiche 5 und 6) fielen die CO-Belastungen jedoch auf niedrigere Werte ab. An der Kreuzung Brehmstraße/Lacombletstraße (Meßbereich 3) wurden CO-Werte für den unbebauten Istzustand von knapp 60 mg/m³ nachgewiesen. Nach Einsatz einer der beiden Gebäudetypen in das Modell erfolgte auch an diesem Standort eine erhebliche Reduktion der Schadstoffkonzentrationen. Für beide Gebäude wurden Immissionsminderungen von etwa 13 mg/m³ erreicht, so daß sich für den bebauten Zustand Werte von weniger als 44 mg/m³ einstellten.

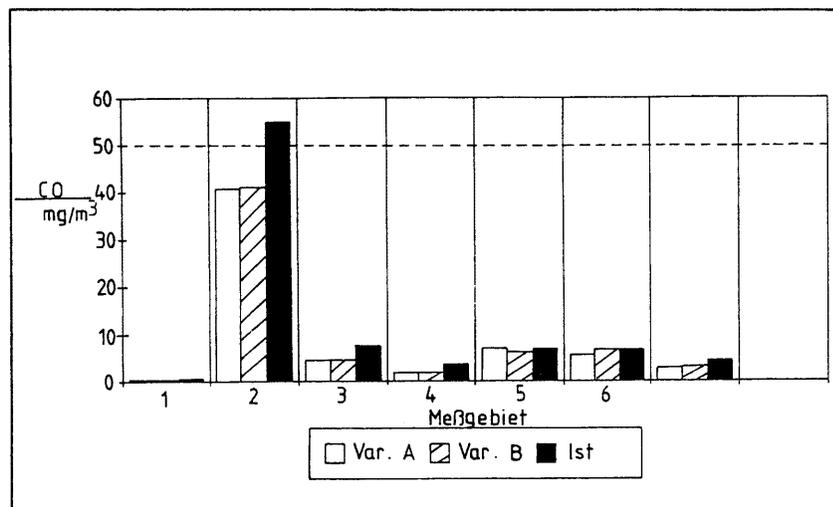


Abb. 5.2.2.3/2: Kfz-bedingte CO-Emission auf der Brehmstraße (Düsseldorf);
Windrichtung: NNE; Windgeschwindigkeit = 1 m/s
Verkehrsfluß: Stau

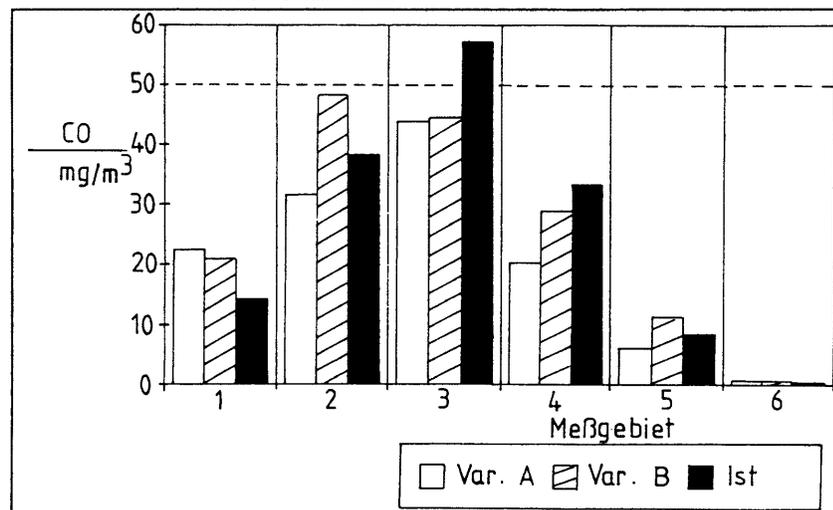


Abb. 5.2.2.3/3: Kfz-bedingte CO-Emission auf der Brehmstraße (Düsseldorf);
Windrichtung: SE; Windgeschwindigkeit = 1 m/s;
Verkehrsfluß: Stau

Im Vergleich zum unbebauten Zustand wurden für die Straßenfront untere und obere Brehmstraße an den Meßbereichen 1 und 2 z. T. ungünstigere Immissionskonzentrationen nachgewiesen.

Für die Windrichtung Südsüdwest [entsprechend 228 Jahresstunden (= 2,6 % bei $v = 1$ m/s)] konnten für den Istzustand an der Straßenfront obere Brehmstraße (Meßbereich 2), den Eckhausbereich (Meßbereich 3) und die Westseite der Brehmstraße (Meßbereich 4) Werte von mehr als 50 mg/m³ nachgewiesen werden (Abb. 5.2.2.3/4). Der Hinterhof auf der unteren Brehmstraße (Meßbereich 6) wies mit knapp 10 mg/m³ die geringsten Schadstoffkonzentrationen auf. Allein an der Straßenfront der oberen Brehmstraße (Meßbereich 2) stellte der Istzustand die mit Abstand günstigste Immissionssituation dar. Sowohl Gebäudevariante A als auch B führten hier zu erheblichen Anstiegen der Schadstoffkonzentrationen. Die Werte nahmen um mehr als 10 mg/m³ zu. Demgegenüber zeigte sich für die Eckfront Brehmstraße/Lacombletstraße (Meßbereiche 3 und 4) nach der durchgeführten Baumaßnahme jeweils eine erhebliche Reduktion der Schadstoffkonzentrationen.

In diesen beiden Fällen schnitt Variante B etwas günstiger ab. Da allerdings für die Meßbereiche 3 und 4 die Reduktion der Schadstoffe im Vergleich zum Istzustand erheblich war und im Falle des Meßbereichs 2 die Unterschiede zwischen Variante A und B nur sehr gering ausfielen, ergaben sich für diesen Untersuchungsbereich unter Berücksichtigung der Standortqualitäten leichte Vorteile für die Gebäudevariante B. Geringfügige Verschlechterungen der CO-Belastung an der unteren Brehmstraße und im Bereich des Hinterhofes der oberen Brehmstraße (Meßbereiche 1 und 5) durch die Gebäudevariante B hatten keine prägnanten Auswirkungen, da das Schadstoffkonzentrationsniveau insgesamt wesentlich niedriger lag als innerhalb der Meßbereiche 2 bis 4.

Außerdem waren in diesem Gebiet (Meßbereiche 1 und 5) die Unterschiede zwischen Istzustand und Variante A bzw. B insgesamt gesehen nur gering ausgebildet.

Abschließend wurden die Untersuchungen für die Windrichtung West [entsprechend 280 Jahresstunden (= 3,2 %) bei $v = 1$ m/s] durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen im Vergleich zu den anderen Windrichtungen ein außerordentlich niedriges absolutes Konzentrationsniveau von weniger als 5 mg/m³, bei gleichzeitig geringen relativen Unterschieden zwischen dem Ist- und Planungszustand sowie zwischen den Meßbereichen (Abb. 5.2.2.3/5). Auf eine Diskussion dieser Werte kann deshalb verzichtet werden.

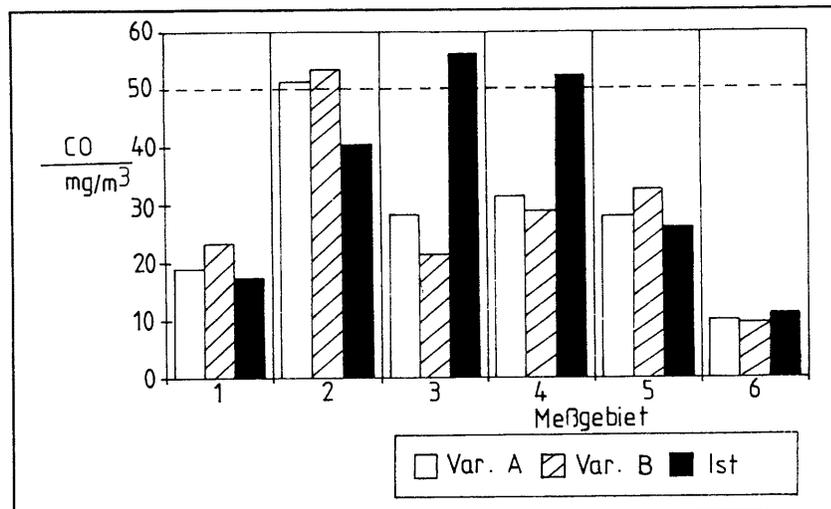


Abb. 5.2.2.3/4: Kfz-bedingte CO-Emission auf der Brehmstraße (Düsseldorf);
Windrichtung: SSW, Windgeschwindigkeit = 1 m/s,
Verkehrsfluß: Stau

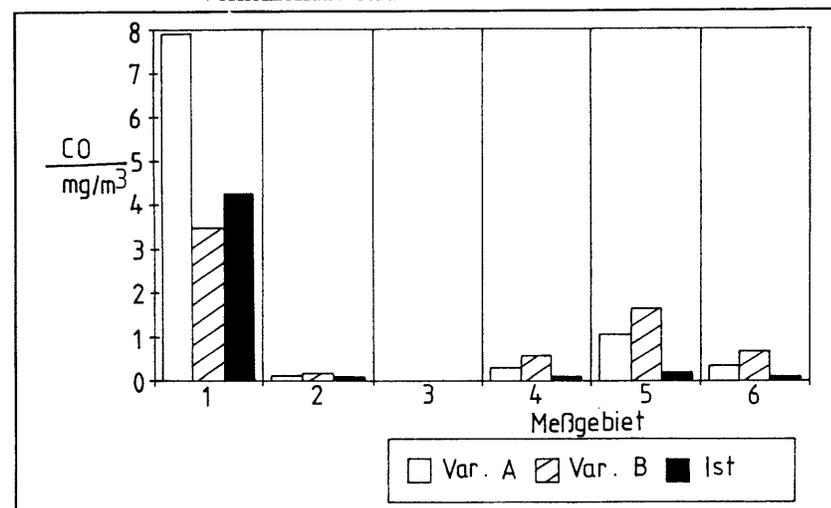


Abb. 5.2.2.3/5: Kfz-bedingte CO-Emission auf der Brehmstraße (Düsseldorf);
Windrichtung: W, Windgeschwindigkeit = 1 m/s,
Verkehrsfluß: Stau

Bewertung und Folgerungen

Anhand der durchgeführten Windkanaluntersuchung konnte festgestellt werden, mit welcher Immissionsbelastung nach Durchführung der Baumaßnahme im Untersuchungsgebiet zu rechnen ist.

Die Ergebnisse zeigten, daß mit Schließung der Baulücke nicht unbedingt eine Verschlechterung der Immissionssituation verbunden ist. Im Gegenteil, für einige Standorte konnte sogar nachgewiesen werden, daß es nach dem Bau des Bürohauses an vielen Stellen zu einer eindeutigen Verbesserung der Immissionssituation im bodennahen Bereich der Brehmstraße kommt.

Ursache hierfür ist die Bildung zusätzlicher lokaler Turbulenzen durch das Gebäude, die für einen Abtransport der Schadstoffe sorgen und damit zu einer geringeren Immissionsbelastung - zumindest im Untersuchungsgebiet - führen. Es gibt allerdings auch Simulationsergebnisse, die höhere CO-Konzentrationen nach Einsatz einer Gebäudevariante zeigen.

In solchen Fällen muß abgewogen werden, ob das entsprechende Gebiet, in dem die stärkere Belastung auftrat, aufgrund seiner Realnutzung höher oder niedriger zu bewerten ist als etwa derjenige Standort, an dem geringere Immissionskonzentrationen nachgewiesen wurden.

Handelt es sich z.B. um eine Straßenfront, an der überwiegend Gewerbebetriebe angesiedelt sind, so wird man eine Verschlechterung der Immissionssituation nicht so negativ beurteilen, als wenn dort Wohnbebauung vorherrscht.

Prinzipiell muß zu den vorliegenden Ergebnissen gesagt werden, daß sich ein Vergleich dieser Werte an der Immissionsgrundbelastung, die das Untersuchungsgebiet charakterisiert, orientieren sollte. Nach der Auswertung vorliegender Messungen des TEMES-Meßnetzes (LIS 1987) belief sich der Jahresmittelwert für CO im Jahre 1985 auf 1,2 mg/m³ mit höchsten Monatsmittelwerten im Winter bei 2 mg/m³ und niedrigsten Monatsmittelwerten im Sommer bei weniger als 1 mg/m³. Die höchsten monatlichen Halbstundenmittelwerte erreichten in den Wintermonaten 12 bis 16 mg/m³, in den Sommermonaten hingegen Konzentrationen, die zwischen 2 und 6 mg/m³ lagen. Im Vergleich zur Grundbelastung sind die im Windkanal gemessenen Werte auf einem deutlich höheren Niveau angesiedelt. Es ist allerdings bei den Modellsimulationen zu berücksichtigen, daß ausnahmslos Spitzenwerte gemessen wurden, die in der Realität in nur wenigen Ausnahmefällen kurzzeitig eintreten werden, wenn man bedenkt, daß die für die Untersuchung zugrunde gelegten Schwachwindwetter-

lagen relativ selten sind und diese darüber hinaus noch in Kombination mit Verkehrsstau - mithin stärkster Kfz-Emission - gesetzt wurden.

Die Simulierung hoher Belastungssituationen wurde gewählt, um eine größtmögliche Sicherheit beim Vergleich mit den Richtwerten zu erreichen.

Während sich in den meisten Fällen klare Unterschiede in der Immissionsbelastung zwischen Ist- und Planungszustand zeigten, fielen die Ergebnisse für oder gegen eine bestimmte Gebäudevariante weniger eindeutig aus. Die Ursache ist darin zu suchen, daß das Immissionskonzentrationsfeld nicht so sehr durch die Gebäudeform als vielmehr durch das bloße Vorhandensein eines Gebäudes, das eine Baulücke schließt, beeinflußt wird.

Unter Berücksichtigung aller, auch der hier nicht dargelegten Fälle, ließen sich für Gebäudevariante B leichte Vorteile ermitteln. Mit dem Bau des Bürohauses wurde nach Vorliegen der Untersuchung begonnen.

Abschließend ist darauf hinzuweisen, daß - wie im vorliegenden Fall geschehen - die Schließung einer Baulücke durch ein einzelnes Gebäude durchaus zu einer Verbesserung der Immissionssituation in dessen unmittelbarer Umgebung führen kann. Hieraus kann jedoch nicht abgeleitet werden, daß bei einer Häufung derartiger Maßnahmen die für den Einzelfall erzielten Ergebnisse Gültigkeit besitzen. Ohne entsprechende Detailuntersuchungen durchgeführt zu haben, lassen sich die dargelegten Ergebnisse nicht auf ähnliche Sachverhalte übertragen.

Literatur

Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (1985) (Hrsg) Belastungsgebiet Regensburg, Emissionskataster - Immissionskataster, Dezember 1985

LIS (Landesanstalt für Immissionsschutz) (Hrsg) (1987) TEMES-Jahresbericht 1985. Berichte über die Luftqualität in Nordrhein-Westfalen, Essen.