

Klaus RADUNSKY

Andreas REISENHOFER

Michael REISENHOFER

Reports

UBA-92-061

**STICHPROBENARTIGE
TRANSMISSIONSMESSUNGEN
VON LUFTSCHADSTOFFEN
IM RAUM BRATISLAVA**

Wien, August 1992



Autoren: Klaus Radunsky, Andreas Reisenhofer
Messungen: Michael & Andreas Reisenhofer
EDV-Graphik,
edit. Betreuung: Johannes Mayer
Übersetzung: Nancy Cao

Impressum:

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt, 1090 Wien, Spittelauer Lände 5.

© Umweltbundesamt, Wien, August 1992.

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 3-85457-087-2

Transmissionsmessungen im Raum Preßburg – Zusammenfassung

Entsprechend einer Vereinbarung zwischen den Umweltministern Österreichs und der Slowakei führte das Umweltbundesamt an 5 Meßtagen zwischen Jänner und April 1991 im Gebiet von Preßburg Transmissionsmessungen von oxidierten Schwefel-Verbindungen, reduzierten Schwefel-Verbindungen, Stickstoffmonoxid, Stickstoffdioxid und der Summe organischer Verbindungen durch. Die Messungen fanden an Tagen statt, an welchen aufgrund der meteorologischen Bedingungen hohe Belastungen zu erwarten waren.

Die 1. Meßfahrt (vom 25. Jänner 1991) erbrachte, daß

- die höchsten Belastungen bezüglich oxid. und red. Schwefel-Verbindungen im Ortsteil Novè Mesto auftraten und durch dortige chemische Betriebe verursacht wurden,
- die höchsten Belastungen an Stickstoffoxiden verkehrsbedingt waren; als besonders belastet erwies sich die Straße Malinovskèho,
- neben den verkehrsbedingten Konzentrationserhöhungen wurden für die Summe der organischen Verbindungen auch Konzentrationserhöhungen festgestellt, welche der Raffinerie zugeordnet werden können,
- ansonsten wurden keine auffallenden Einzelemittenten im Gebiet von Preßburg festgestellt. Die Konzentrationspegel für die angeführten Komponenten lagen außerhalb des Gebietes von Novè Mesto sowie außerhalb des Nahbereichs um die Raffinerie liegen in jenem Bereich, der auch für ein vergleichbar dicht besiedeltes Gebiet in Österreich zu erwarten wäre.

An den folgenden 4 Meßtagen wurden sowohl das Gebiet von Novè Mesto, als auch das Gebiet um die Raffinerie näher untersucht.

Die Meßergebnisse vom 25.1.1991 bestätigten sich insofern, als

- der Raffinerie eindeutige Konzentrationsmaxima an oxidierten Schwefelverbindungen und der Summe organischer Verbindungen zuzuordnen sind; möglicherweise trifft dies auch für Stickstoffmonoxid zu;
- den chemischen Betrieben in Novè Mesto eindeutig Konzentrationsmaxima an oxidierten und reduzierten Schwefelverbindungen zuzuordnen sind.

An 2 Meßtagen (21. Feber und 5. März 1991) konnte die Abgasfahne der Raffinerie für oxidierte Schwefel-Verbindungen eindeutig in Richtung Österreich bzw. Kittsee erfaßt werden; die zur selben Zeit an der stationären Meßstelle in Kittsee gemessenen erhöhten SO₂-Belastungen sind somit zu einem Großteil dem Einfluß der Raffinerie zuzuschreiben.

Die maximal gemessenen Momentanwerte für die einzelnen Komponenten waren:

- oxidierte Schwefel-Verbindungen: 2360 ppb (Novè Mesto)
- reduzierte Schwefel-Verbindungen: 3600 ppb (Novè Mesto)
- Stickstoffmonoxid: > 1 ppm (Kreuzungsbereich Stefanikova/Malinovskèho)
- Stickstoffdioxid: 130 ppb (Kreuzungsbereich Stefanikova/Malinovskèho)
- Summe der org. Verbindungen: 8 ppm (Novè Mesto).

***Transmission Measurements in the Bratislava area –
(Report UBA-92-061 – Summary)***

Following an agreement between the Austrian and the Slovak Minister of the Environment, the Austrian Federal Environmental Agency measured in the area of Bratislava the transmission of oxidized sulphur-compounds, reduced sulphur-compounds, nitrogen monoxide, nitrogen dioxide and the sum of organic compounds on five days between January and April 1991; the measurements took place on days on which high values were to be expected on account of the meteorological conditions.

The first measurement series (on January 25, 1991) showed, that

- the highest values of oxidized and reduced sulphur-compounds were registered in the district Novè Mesto and were caused by the local chemical plants,
- the highest values of nitrogen oxides were due to the local traffic; the street Malinovskèho proved to be especially affected,
- in addition to the rise of concentration due to the local traffic, an increase of the sum of organic compounds was to be assigned to the refinery plant,
- apart from the above mentioned emission sources no remarkable specific sources were detected in the area of Bratislava. The concentration levels found outside of Novè Mesto and outside the closer area of the refinery plant are not different from those to be expected for a comparably densely populated region in Austria.

The following four measurement series intended a closer investigation of the re-

gion of Novè Mesto and the area around the refinery plant.

The results obtained on January 25, 1991 were confirmed as far as

- evident concentration maxima of oxidized sulphur-compounds and of the sum of organic compounds are to be assigned to the refinery; this possibly applies to nitrogen monoxide either;
- concentration maxima of oxidized and reduced sulphur-compounds are clearly to be assigned to the chemical plants of Novè Mesto.

On two days (February 21 and March 5, 1991) oxidized sulphur-compounds emitted by the refinery plant could be clearly registered towards Austria and especially the Kittsee area; it is obvious that the increased SO₂-values found at the same time at the stationary measurement site in Kittsee are due mainly to the influence of the refinery plant.

The following maximal instantaneous values were registered during the five measurement series:

- 2360 ppb of oxidized sulphur-compounds (at Novè Mesto)
- 3600 ppb of reduced sulphur-compounds (at Novè Mesto)
- >1ppm of nitrogen monoxide (at the crossing point Stefanikova / Malinovskèho)
- 130 ppb of nitrogen dioxide (at the crossing point Stefanikova / Malinovskèho)
- 8 ppm of sum of organic compounds (at Novè Mesto).

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
I. Einleitung	1
II. Meßgeräte, Meßmethoden	3
III. Meßergebnisse	6
1. Beschreibung der Wetterlagen	8
2. Meßfahrt vom 25. Jänner 1991	13
2.1 Meßdaten	13
2.2 Interpretation der Meßergebnisse	17
2.2.1 Abschnitt 1	17
2.2.2 Abschnitt 2	18
2.2.3 Abschnitt 3	21
2.2.4 Zusammenfassung	24
3. Meßfahrten vom 21. Feber 1991, 5. und 13. März 1991, 11. April 1991	26
3.1 Oxidierte und reduzierte Schwefelverbindungen	26
3.1.1 Raffinerie	26
3.1.2 Chemische Betriebe Nové Mesto, Interpretation der Meßergebnisse	33 43
3.2 Stickstoffoxide	50
3.2.1 Raffinerie	50
3.2.1.1 Stickstoffmonoxid	50
3.2.1.2 Stickstoffdioxid	54
3.2.2 Chemische Betriebe Nové Mesto	58
3.3 Kohlenwasserstoffverbindungen	59
3.3.1 Raffinerie	59
3.3.2 Chemische Betriebe Nové Mesto	63
IV. Zusammenfassung	64

I. EINLEITUNG

Im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie führte das Umweltbundesamt in Bratislava/CSFR Transmissionsmessungen durch. Zweck dieser Messungen war es, große Emittenten, deren Abgase bei Ostwetterlagen nach Österreich verfrachtet werden können auszuforschen, bzw. die allgemeine Immissionssituation in der und um die Stadt Bratislava festzustellen.

Ende 1989 wurde anlässlich eines Treffens zwischen Frau Bundesministerin Flemming und ihrem tschechoslowakischen Amtskollegen in Bratislava eine Serie von 5 Meßtagen für die Wintersaison 1990/91 vereinbart, wobei gleichzeitig festgestellt wurde, daß die Meßtage bei Inversionswetterlagen und wenig oder gar keiner Luftbewegung durchgeführt werden sollten, weil das Umweltbundesamt diese Meßserie mit nur einem Meßbus absolvieren konnte, und daher die Ausbreitungsbedingungen möglichst konstant sein sollten.

Der Meßbus war mit

- *) einem schwefelspezifischen, rasch registrierenden Flammenphotometer der Type CSI Meloy SA 260 mit einem SO_x-Scrubber
- *) einem schwefelspezifischen, rasch registrierenden Flammenphotometer der Type CSI Meloy SA 260 mit einem H₂S-Scrubber
- *) einem Chemilumineszenzanalysator der Type Monitor Labs ML 8840 für die Erfassung von Stickstoffoxiden
- *) einem Hochtemperatur-Flammenionisationsdetektor der Type Testa FID-1 zur Erfassung des Gesamtkohlenwasserstoffgehaltes

*) und einem Photoionisationsdetektor der Type HNU-PI 201 zur Erfassung der Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe

ausgerüstet.

Durch den Einsatz dieser Meßgeräte konnten während der Fahrt des Meßwagens die aktuellen Immissionen von oxidierten und reduzierten Schwefelverbindungen, Stickstoffoxiden und Kohlenwasserstoffen gemessen werden.

Die Messungen wurden am 25. Jänner, 21. Februar, 5. und 13. März sowie am 11. April 1991 durchgeführt. An den beiden ersten Meßtagen war jeweils ein Techniker des SHMU (Slovensky Hydrometeorologický Ústav = slowenisches Meteorologieinstitut) als ortskundiger Führer im Meßbus.

Am ersten Tag wurde die Stadt Bratislava kreuz und quer durchfahren, einerseits um die Grundbelastung der einzelnen Luftschadstoffe und andererseits um große Emissionsquellen festzustellen. Gegebenenfalls sollten die Abgasfahnen großer Emittenten bis an die tschechisch-österreichische Grenze verfolgt werden.

Da bei der ersten Meßfahrt die Raffinerie Slovnaft im Südosten der Stadt und zwei chemische Großbetriebe im Ortsteil Nové Mesto als Großemittenten von reduzierten und oxidierten Schwefelverbindungen identifiziert wurden, wurde an den darauffolgenden Meßtagen das Hauptaugenmerk auf die Umgebung der 3 genannten Betriebe gelegt.

An den Meßtagen 25. Jänner 1991 und 21. Februar 1991 wurden darüberhinaus Vergleichsmessungen mit dem Meßbus des Verkehrsamtes Bratislava für die Komponenten NO, NO₂ und SO₂ durchgeführt; es stellte sich heraus, daß die Stickstoffoxidwerte des Verkehrsamtes ca. um den Faktor 2-3 zu hoch waren; am 21. Februar 1991 wurde das Stickstoffoxidgerät des Verkehrsamtes mit einem Gerät des Umweltbundesamtes abgeglichen. Als Ursache der Abweichungen vom 25. Jänner 1991 wurde ein falsch zertifiziertes Eichgas einer österreichischen Lieferfirma, das im Meßbus des Verkehrsamtes zur Kalibrierung verwendet worden war, identifiziert. Bei den Schwefelkomponenten wurden an beiden Meßtagen gut übereinstimmende Ergebnisse erreicht.

II. MESSGERÄTE, MESSMETHODE

Zur quantitativen Bestimmung von oxidierten (Schwefeldioxid) bzw. von reduzierten (Schwefelkohlenstoff und Schwefelwasserstoff) Verbindungen wurde je ein flammenphotometrischer Detektor eingesetzt. Das Meßprinzip dieses Gerätetyps beruht darauf, daß die Schwefelatome der zu untersuchenden Verbindungen in einer Wasserstoffflamme angeregt werden. Bei der Rückkehr der angeregten Atome in den Grundzustand wird Licht mit einem Intensitätsmaximum bei 294nm ausgesendet. Die Intensität der ausgesendeten Strahlung ist proportional zur Anzahl der angeregten Atome und somit ein Maß für die Konzentration der schwefelhaltigen Luftschadstoffe. Ein Photomultiplier wandelt diese Strahlung in ein elektrisches Signal um, das mit Hilfe eines Schreibers registriert wird.

Die Flammenphotometer wurden nach der Permeationsmethode kalibriert, die Einstellzeit der Geräte beträgt ca. 6 sek., die Nachweisgrenze 5 ppb oxidierte Schwefelverbindungen, sowie 3 ppb reduzierte Schwefelverbindungen.

Zur Analyse der Stickstoffoxide wurde ein Chemilumineszenzanalysator eingesetzt. Das Verfahren basiert auf der Reaktion zwischen NO und O₃ (Ozon). Die Chemilumineszenz wird unterbrochen und alternierend auf einen Lichtverstärker 87 mal pro Sekunde durch einen optischen Chopper übertragen.

Ein phasensensitiver Verstärker wandelt das Signal aus dem Photomultiplier sofort in einen Spannungsausgang für das Aufzeichnungsgerät um. Der Chemilumineszenzanalysator wurde mit NO-Eichgas kalibriert, die Effizienz des Konverters mittels Gasphasentitration überprüft. Die Einstellzeit des Gerätes beträgt für NO₂ ca. 2 min., für NO ca. 1,8 min., die Nachweisgrenze < 5 ppb NO.

Zur Analyse von Gesamtkohlenwasserstoffen kam ein Flammenionisationsdetektor zum Einsatz. Das Meßprinzip des Gerätes ist folgendes:

An beiden Seiten einer Wasserstoffflamme ist jeweils eine Elektrode montiert, an der jeweils ca. 200 V anliegen; wenn Wasserstoff rein verbrannt wird, liegt keine Spannung an; wird ein C-Atom verbrannt, fließt Strom (im pico-Ampere-Bereich); die Stromstärke ist direkt proportional zur Anzahl der C-Atome; das Meßsignal wird verstärkt und an ein Aufzeichnungsgerät weitergeleitet.

Der FID wurde mit Propan-Eichgas (20 ppm C_3H_8 in N_2) kalibriert, die Einstellzeit des Gerätes beträgt ca. 2 sek., die Nachweisgrenze liegt bei ca. 0,02 ppm C_xH_y ; bei diesem Meßgerät wird auch Methan (CH_4) miterfaßt.

Probenahme: Die Meßluft wurde in 2,70m über der Fahrbahn angesaugt.

Umrechnung der einzelnen Komponenten: (jeweils bezogen auf 1013.25 hPa und 20°C)

SO_2 :	1ppb.....	2,67 $\mu g/m^3$
H_2S :	1ppb.....	1,42 $\mu g/m^3$
CS_2 :	1ppb.....	3,17 $\mu g/m^3$
NO :	1ppb.....	1,25 $\mu g/m^3$
NO_2 :	1ppb.....	1,91 $\mu g/m^3$
CH_4 :	1ppm.....	0,67 mg/m^3
C_3H_8 :	1ppm.....	1,83 mg/m^3

III. MESSERGEBNISSE

Im folgenden werden die an den fünf Meßtagen erhaltenen Meßwerte, getrennt nach Luftschadstoffen in tabellarischer Form dargestellt.

Für den ersten Meßtag, den 25. Jänner 1991, enthalten die Tabellen Werte für die Luftschadstoffe oxidierte und reduzierte Schwefelverbindungen, Stickstoffmonoxid, Stickstoffdioxid und Gesamtkohlenwasserstoffe.

Die Auswertung wurde dermaßen vorgenommen, daß den befahrenen Straßenzügen die Werte in tabellarischer Form zugeordnet wurden; die Ortsangaben beziehen sich jeweils auf den Beginn der Straße in Fahrtrichtung gesehen, die in Klammer angeführten Straßen beziehen sich auf den Kreuzungsbereich der jeweilig befahrenen Straße bzw. der zuletzt ohne Klammer angeführten Straße mit der in Klammer angeführten Straße. Die Strecken und Zeitdistanzen sind der anschließenden Interpretation der Meßergebnisse zu entnehmen.

Die Meßergebnisse für den 21. Februar, 5. und 13. März sowie 11. April 1991 werden stets komponentenweise zusammengefaßt; der besseren Übersicht wegen werden die im Nahbereich der eingangs erwähnten drei Betriebe (zwei chemische Werke im Ortsteil Nové Mesto sowie die Raffinerie Slovnaft) am 25. Jänner 1991 erhaltenen Ergebnisse nochmals angeführt.

Angegeben sind für die Schwefelverbindungen jeweils Spitzenwerte während einer Vorbeifahrt, die mit Sicherheit auf den betrachteten Betrieb zurückzuführen sind, für die Stickstoffoxide Momentanwerte, die nicht unbedingt auf die betrachteten Anlagen zu-

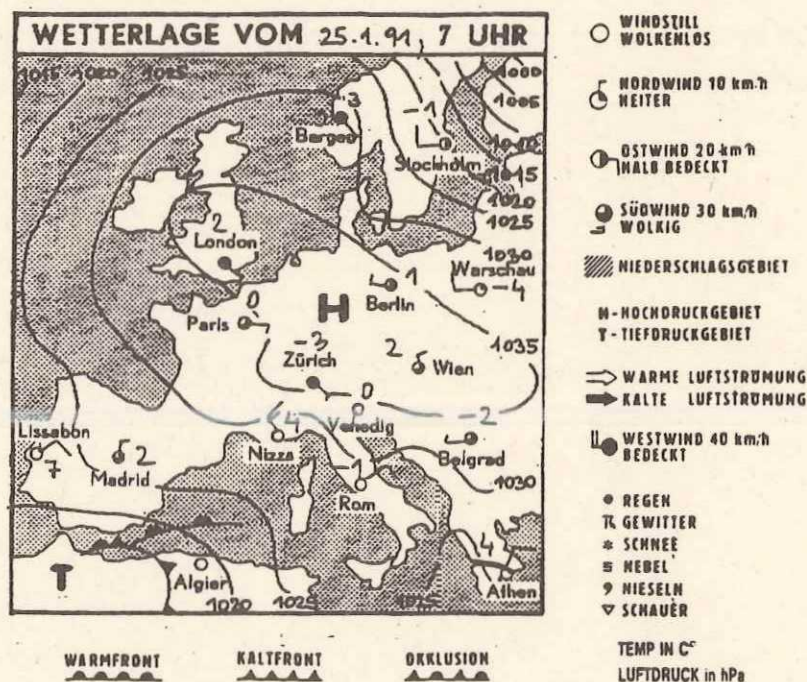
rückzuführen sind, allerdings örtlich im selben Bereich wie die Schwefelverbindungen aufgenommen wurden.

Die Belastung der Luft an Kohlenwasserstoffen unterlag, abhängig vom KFZ-Verkehr starken Schwankungen. Fallweise auftretende Konzentrationsspitzen konnten nur für die Raffinerie örtlich zugeordnet werden; die Ausarbeitung beschränkt sich daher auf den Bereich Raffinerie.

1. Beschreibung der Wettersituationen

Meßtag: 25. Jänner 1991

Meßzeit: 7.05 - 21.45 Uhr

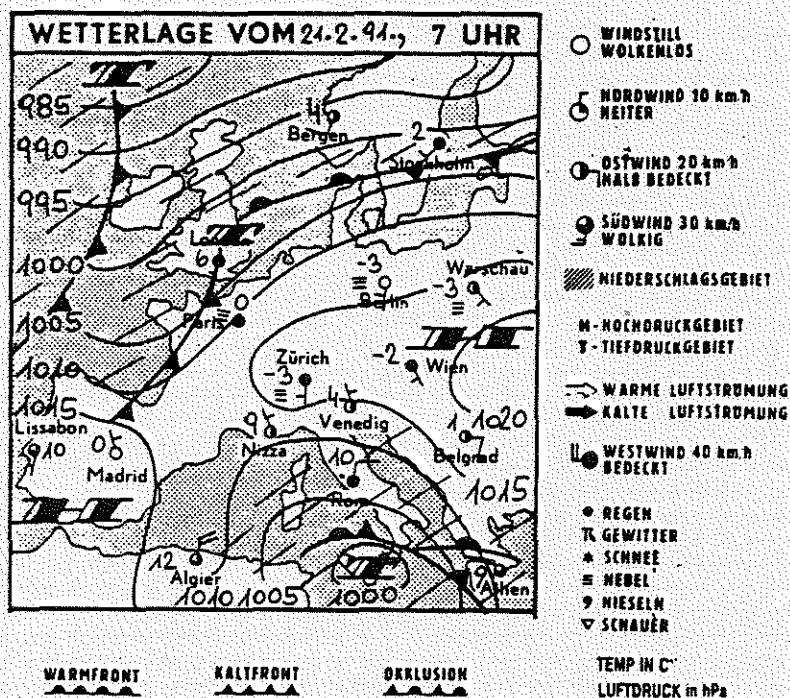


Wetterwerte: Bratislava, Flughafen

MEZ (m/s)	Temp. (°C)	Windrichtung	Windgeschwindigkeit (m/s)
7.00	0,3	NNW	2
13.00	5,0	SE	1
19.00	2,0	NNE	1

Meßtag: 21. Februar 1991

Meßzeit: 7.20 - 20.15 Uhr

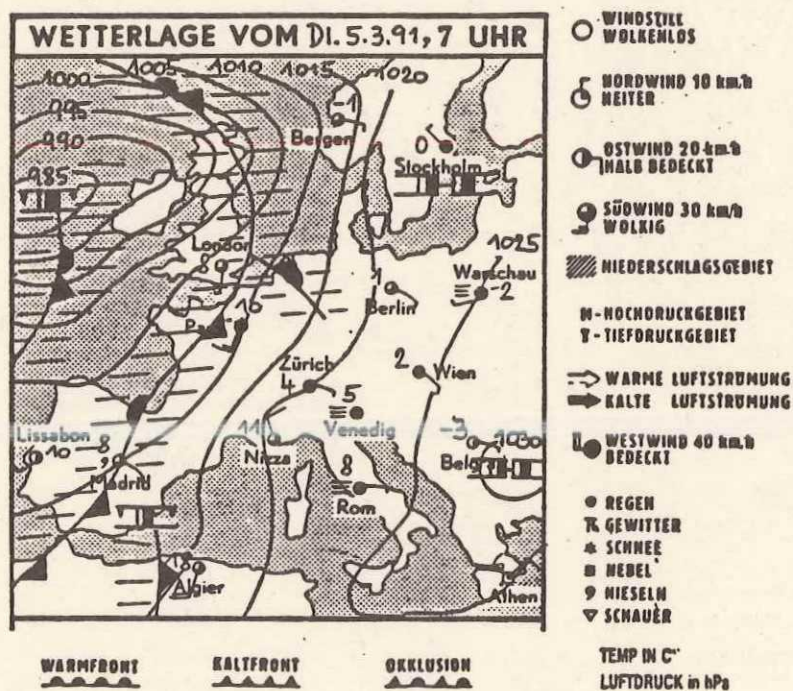


Wetterwerte: Bratislava, Flughafen

MEZ	Temp. (°C)	Windrichtung	Windgeschwindigkeit (m/s)
7.00	- 3,7	NE	3,0
13.00	- 1,8	ENE	2,0
19.00	0,8	NE	2,0

Meßtag: 5. März 1991

Meßzeit: 7.23 - 19.15 Uhr

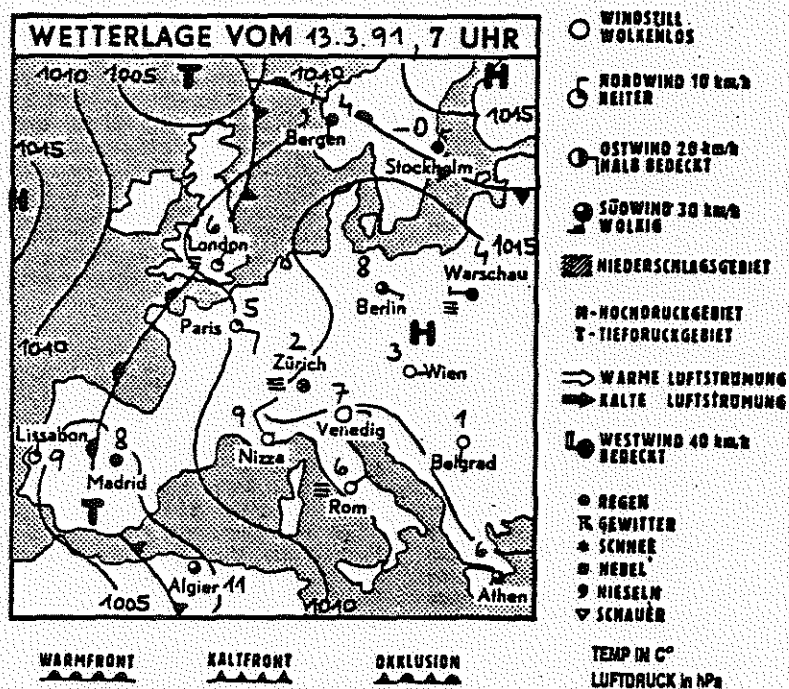


Wetterwerte: Bratislava, Flughafen

MEZ	Temp. (°C)	Windrichtung	Windgeschwindigkeit (m/s)
7.00	1,6	ESE	4,2
13.00	3,2	ENE	2,5
19.00	3,3	NE	1,9

Meßtag: 13. März 1991

Meßzeit: 7.25 - 19.10 Uhr

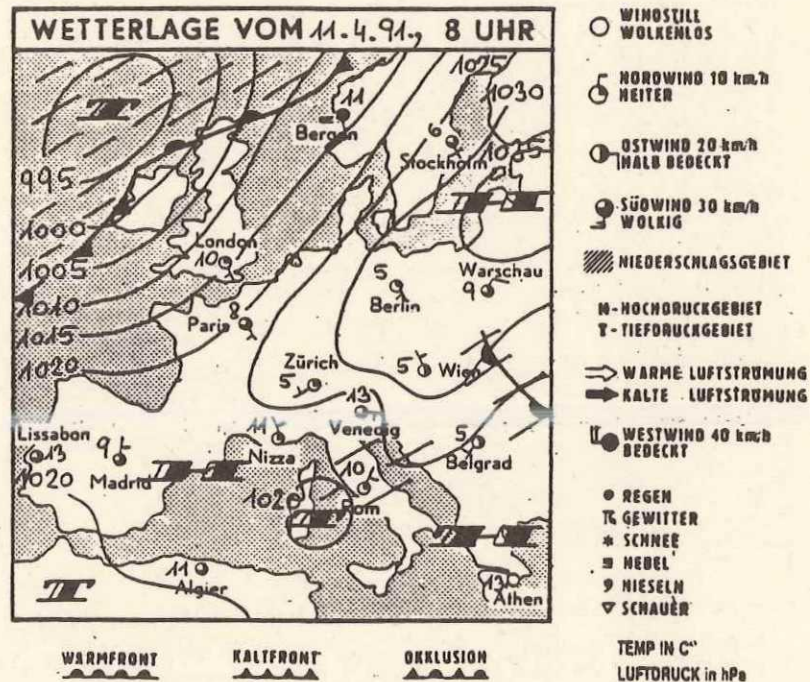


Wetterwerte: Bratislava, Flughafen

MEZ	Temp. (°C)	Windrichtung	Windgeschwindigkeit (m/s)
7.00	3,6	---	---
13.00	14,2	S	1,0
19.00	10,7	NW	2,0

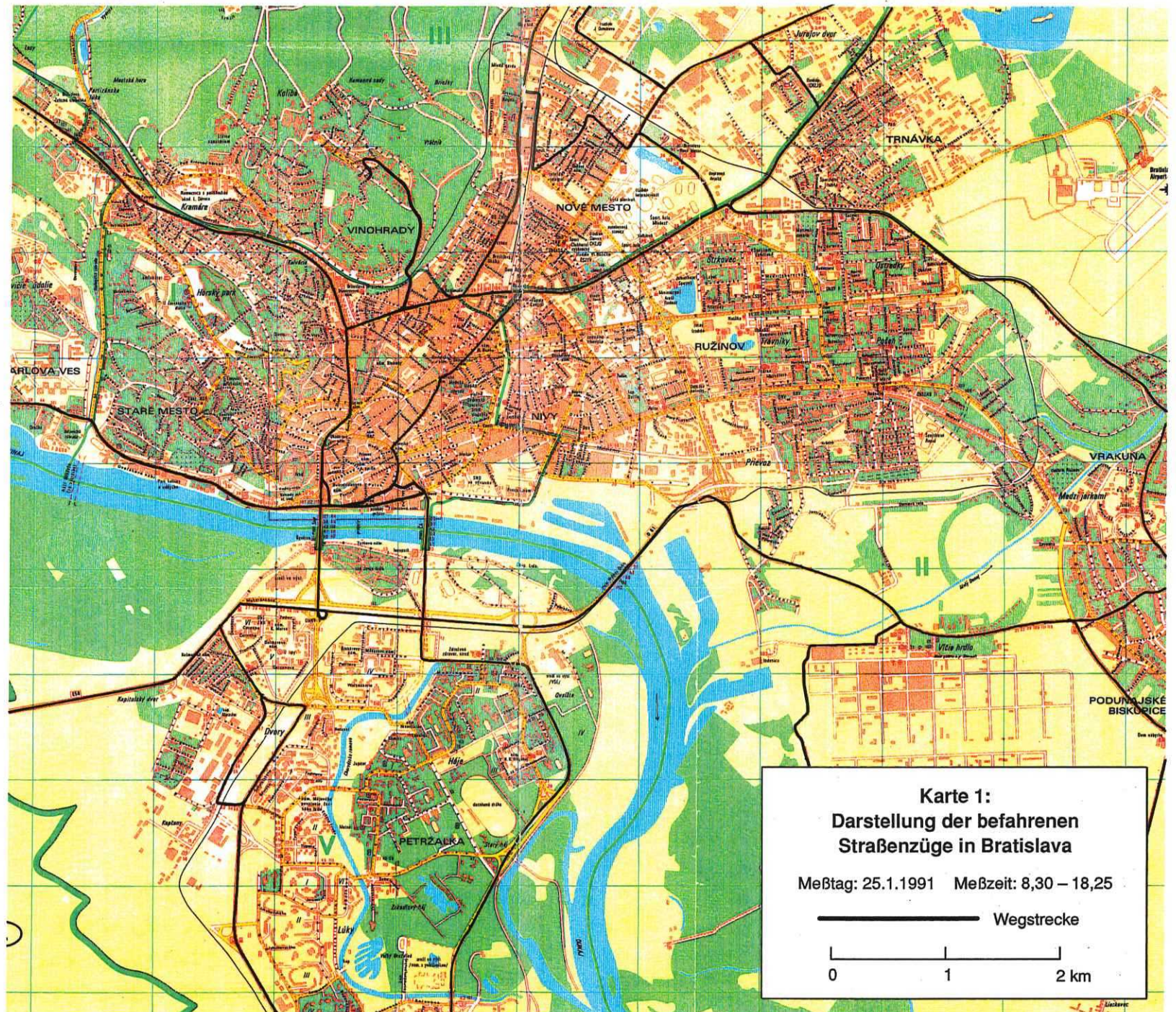
Meßtag: 11. April 1991

Meßzeit: 7.45 - 19.15 Uhr



Wetterwerte: Bratislava, Flughafen

MEZ	Temp. (°C)	Windrichtung	Windgeschwindigkeit (m/s)
7.00	7,1	NNW	2,2
13.00	15,7	NW	1,7
19.00	13,5	N	1,9



2. Meßfahrt vom 25. Jänner 1991

2.1 Meßdaten

Konzentrationswerte

(am Beginn der jew. Straße bzw. Kreuzungsbereiche bei Ortsbezeichnungen in Klammern)

Ort	NO (ppb)	NO ₂ (ppb)	S _{oxid.} (ppb)	S _{red.} (ppb)	KW (ppm)	Uhrzeit
Abschnitt 1 (durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit ca. 20 km/h)						
Viedenskā	120	30	--	--	1.75	8.33 h
Makareňkova	85	25	--	--	1.70	
Dunaj(most SNP)	430	85	--	--	1.90	
Staromestská	320	45	--	--	1.75	
Stefānikova	410	50	--	--	2.40	
Malinovského	710	65	--	--	2.60	
Karpatská	440	45	--	--	1.80	
Podkolibská	270	30	--	--	1.75	
Husova	40	15	--	--	1.70	9.24 h
P SHMU	20	40	--	--	1.65	

Abschnitt 2 (durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit ca. 29 km/h)

(Husova)	25	10	16	u.Ng.	1.50	10.45 h
Karpatská	200	40	21	u.Ng.	2.05	
Malinovského	310	40	54	u.Ng.	2.10	
Pražská	410	40	54	u.Ng.	1.70	
Hrobonova	700	50	47	u.Ng.	1.80	
Richtung						
Prag/Brünn	250	35	23	u.Ng.	1.70	
(Mlynská)	600	50	29	u.Ng.	2.20	
(Lamacka cesta)	380	40	23	u.Ng.	1.95	
(Janka Alexyho)	170	20	24	u.Ng.	1.70	
(Zlatohorskā)	130	20	23	u.Ng.	1.65	
(Vrancovicova)	95	25	23	u.Ng.	1.70	
Richtung Dev.						
Novā Ves	230	45	21	u.Ng.	1.80	
Agátová	95	20	24	u.Ng.	1.70	
Saratovska	90	20	23	u.Ng.	1.70	
(Krajnākova)	110	20	21	u.Ng.	1.70	
(Zatevno Re- passkeho)	175	30	23	u.Ng.	1.75	
(Podzāhradami)	95	25	21	u.Ng.	1.70	
(Svantnerova)	65	20	21	u.Ng.	1.75	
(Trieda L. Novomestkého)	70	20	21	u.Ng.	1.70	

Konzentrationswerte

(am Beginn der jew. Straße bzw. Kreuzungsbereich bei Ortsbezeichnungen in Klammern)

Ort	NO (ppb)	NO ₂ (ppb)	S _{oxid.} (ppb)	S _{red.} (ppb)	KW (ppm)	Uhrzeit
(Královské údolie)	155	35	27	u.Ng.	1.70	11.31 h
(unter Most SNP)	295	40	24	u.Ng.	1.90	
Fucikova	95	35	24	6	2.50	
Tobručka	95	35	24	6	1.80	
Suvorovova	75	30	23	6	1.90	
Safárikovo nám.	270	45	27	6	1.90	
Vajanského nábr.	270	45	29	6	2.30	
Most SNP	190	30	26	6	2.00	
Stefánikova	230	30	27	7	2.30	
Malinovského	250	30	34	6	1.80	
(Mytna Feb. Vitasztva)	900	95	40	7	2.30	
(Vajnorská)	710	70	23	6	2.80	
(Bajkalská)	610	65	26	6	2.20	
(Tomášikova)	600	65	24	6	1.90	
(Ivanská cesta)	330	40	24	6	1.90	
(Hrdinov Dukly)	190	25	20	5	1.75	
Maly Dunaj	170	25	18	6	1.85	
Hradská	140	25	19	6	1.75	
Lieskovská	240	40	20	6	1.75	
(Lieskovec)	240	40	20	6	1.70	
Slovnaftská	185	30	19	6	1.80	
(Kazanská)	80	15	19	6	1.70	12.17 h
Hradská	50	10	19	6	1.70	
Maly Dunaj	70	15	18	6	1.80	
Trnavská	250	25	24	6	2.30	
Roznavska	320	40	32	6	1.90	
(Bojnická)	340	40	23	6	1.80	
Vajnorská	310	30	20	6	1.80	
(Bojnická)	140	25	19	6	1.80	
Odborárska	350	50	48	18	1.80	
Dimitrovova	130	35	38	14	1.80	
Mytna Feb. vitasztva	200	30	23	7	2.60	
Janoskova	95	30	31	11	3.00	
Kukuzinova	140	30	31	11	1.90	
Hálkova	65	25	27	10	1.80	
Pluhová	65	20	31	8	1.80	
Vajnorská	180	35	24	9	1.80	
Tomášikova	210	30	23	9	1.90	
Bhf. Nové Mesto	180	30	26	10	1.80	
Trnavská	230	30	27	9	2.00	

Konzentrationswerte

(am Beginn der jew. Straße bzw. Kreuzungsbereiche bei Ortsbezeichnungen in Klammern)

Ort	NO (ppb)	NO ₂ (ppb)	S _{oxid.} (ppb)	S _{red.} (ppb)	KW (ppm)	Uhrzeit
(Bajkalská)	290	60	37	11	1.85	
Steinerova	580	100	50	7	2.20	
(Májková)	450	75	54	7	2.10	
Ceskoslovenskei						
armády	285	40	35	7	2.20	
Fuciková	200	35	35	7	2.00	
Vajanského nábr.	215	40	33	7	1.90	
Safárikovo nám.	65	25	29	7	1.85	13.10 h

Abschnitt 3 (durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit ca. 33 km/h)

Dunaj	270	40	18	u.Ng.	1.65	16.40 h
Vorosilovova	185	40	18	u.Ng.	1.70	
(Synekova)	220	40	20	u.Ng.	1.85	
Sverdlovova	230	35	19	u.Ng.	1.90	
(Kalininova)	310	40	19	u.Ng.	1.80	
Botevova	110	25	18	u.Ng.	1.65	
Panonska	120	25	16	u.Ng.	1.65	
(Sokolveského)	165	15	17	u.Ng.	1.85	
Rusovska	330	40	19	u.Ng.	1.85	
Kopcianska	250	35	23	u.Ng.	1.75	
Kolmá	130	35	17	u.Ng.	1.65	
Panonska	145	30	17	u.Ng.	1.80	
Rusovska	390	55	21	u.Ng.	1.95	
Viedenská	265	40	20	u.Ng.	1.80	
Makarenova	300	35	19	u.Ng.	1.95	
Dunaj	350	30	20	u.Ng.	1.85	
Slovnaftská	275	35	20	u.Ng.	1.90	
Richt. Komarno	280	45	24	u.Ng.	2.25	
Lieskovská	95	30	23	u.Ng.	1.85	
Slovnaftská	190	35	19	u.Ng.	1.95	
(Richt. Komarno)	480	75	24	u.Ng.	2.60	
Hradská	320	45	28	u.Ng.	2.40	17.41 h
Sipová	400	55	28	u.Ng.	2.25	
(Trnavská)	530	35	26	u.Ng.	2.30	
Roznavska	545	65	30	u.Ng.	2.00	
(Gojnická)	485	65	30	u.Ng.	2.10	
Vajnorská	360	50	53	14	3.50	
(Odborárska)	230	50	840	835	2.05	
Tomášikova	345	50	53	15	2.30	
Bhf. Nové Mesto	285	50	37	10	1.95	

Konzentrationswerte

(am Beginn der jew. Straße bzw. Kreuzungsbereiche bei Ortsbezeichnungen in Klammern)

Ort	NO (ppb)	NO ₂ (ppb)	S _{oxid.} (ppb)	S _{red.} (ppb)	KW (ppm)	Uhrzeit
Roznavská	315	50	33	u.Ng.	1.90	
Magnetová	350	55	460	650	1.90	
Vajnorská	150	40	53	21	1.95	
Odborarska	165	30	110	80	1.90	
Dimitrovova	140	30	37	10	1.75	
Mytna Feb.						18.14 h
vitastva	80	20	21	u.Ng.	4.10	
Jarsova	340	35	29	u.Ng.	1.95	
Malinovského	630	65	29	u.Ng.	2.90	
Smrecianska	465	55	35	u.Ng.	2.90	18.22 h
stop.						

2.2 INTERPRETATION DER MESSERGEBNISSE

2.2.1 Abschnitt 1

Die Fahrtstrecke des 1. Abschnittes führte von der österreichisch/tschechoslowakischen Grenze in Richtung Osten bzw. Norden in den Bezirk Vinohrady zum SHMU (Slovensky Hydrometeorologický Ústav = slowakisches Meteorologie Institut). Befahren wurden Hauptverkehrswege (siehe Karte 1), die Orientierung gestaltete sich, mangels Ortskenntnis, als schwierig, was sich auf die Fahrtdauer niederschlug; die Fahrtstrecke betrug ca. 8 km, die Fahrtzeit 51 Minuten.

Schwefelverbindungen

Die Konzentrationen von schwefelhaltigen Luftschadstoffen wurde in diesem Abschnitt noch nicht erfaßt.

Stickstoffmonoxid

Die Stickstoffmonoxidkonzentrationen bewegten sich zwischen 20 und 710 ppb. Der höchste Wert, 710 ppb, wurde im Kreuzungsbereich Stefánikova/ Malinovského gemessen. Das Verhältnis höchster zu niedrigstem Wert betrug 35,5 : 1. Die starken Konzentrationsunterschiede sind in erster Linie auf die unterschiedliche Verkehrsbelastung zurückzuführen. Die erfaßten Konzentrationen lagen durchaus im Bereich von Werten, wie sie auch in größeren österreichischen Städten auftreten können.

Stickstoffdioxid

Als Höchstwert wurde bei der Überquerung der Donau (Most SNP) 85 ppb NO_2 , als niedrigster Wert 15 ppb (im Bereich Husova) gemessen. (Verhältnis höchster zu niedrigstem Wert: 5,7 : 1). Sowohl die höchste als auch die niedrigste Konzentration wurde örtlich nicht im selben Bereich wie der höchste bzw. niedrigste NO-Wert erreicht; der Wert von 85 ppb NO_2 wurde bemerkenswerter Weise beim Überqueren der Donau festgestellt. Auch die NO_2 -Belastung ist überwiegend als verkehrsbedingt anzusehen und entspricht jener in größeren österreichischen Städten.

Gesamtkohlenwasserstoffe

Die höchste Kohlenwasserstoffkonzentration, 2,60 ppm, wurde in der Malinovského, die niedrigste am Parkplatz des SHMU mit 1,65 ppm (Verhältnis höchster zu niedrigstem Wert: 1,58:1) gemessen. Die örtliche Übereinstimmung des Maximums an Gesamtkohlenwasserstoffen mit dem von Stickstoffmonoxid sowie der nahezu parallele Verlauf der Meßdaten für NO und KW's legt nahe, daß die Konzentrationen in diesem Abschnitt als verkehrsbedingt anzusehen sind.

2.2.2 Abschnitt 2

Die Fahrtstrecke des Abschnittes 2 führte, ausgehend vom SHMU bis an den nordwestlichen Rand der Stadt, anschließend zurück zum Zentrum, dann über den Ortsteil Nové Mesto in den südöstlichen Teil der Stadt, zur Raffinerie Slovnaft, um anschließend in das Stadtzentrum zurückzukehren; Fahrtdauer 2 Stunden 25 Minuten, Fahrtstrecke ca. 70 km.

Stickstoffmonoxid:

Der höchste NO-Wert von 900 ppb wurde auf der Malinovského im Kreuzungsbereich mit der Mytna Febrarového vitasztva gemessen, der niedrigste Wert, 25 ppb, am Beginn dieses Abschnittes in der Husova, nahe beim SHMU. Das Verhältnis höchster zu niedrigstem Wert beträgt im Abschnitt 2 36:1. Schon wie bei der ersten Fahrt erwies sich wiederum ein Teil der Malinovského als besonders hoch belastet.

Stickstoffdioxid:

Der höchste Wert, 100 ppb NO₂ wurde gegen Ende dieses Abschnittes in der Steinerova, nahe beim Zentrum, der niedrigste NO₂-Wert von 10 ppb wie schon bei NO am Beginn dieses Abschnittes in der Husova gemessen; das Verhältnis höchster zu niedrigstem Wert beträgt 10:1. Es konnte kein Einfluß eines großen Einzelemittenten auf die NO₂-Belastung nachgewiesen werden.

Oxidisierte Schwefelverbindungen

Der höchste S_{oxid.}-Wert wurde mit 54 ppb in den Bereichen Malinovského/Pražská am Beginn dieses Abschnittes, und Steinerova/-Majkova am Ende dieses Abschnittes gemessen. Der niedrigste Wert, 16 ppb, trat nur einmal am Beginn des Abschnittes nahe beim SHMU in der Husova auf, dieser Wert kann als Grundwert für diesen Tag im Bereich Vinohrady gewertet werden. Das Verhältnis höchster zu niedrigstem Wert beträgt 3,4:1. In diesem Abschnitt konnte somit kein starker Einfluß eines großen Einzelemittenten festgestellt werden; die Konzentrationen entsprechen wiederum jenen, welche in größeren österr. Städten erfaßt werden.

Reduzierte Schwefelverbindungen

Die Konzentrationen von reduzierten Schwefelverbindungen lagen während der ersten 46 Minuten des 2. Abschnittes jeweils unter der Nachweisgrenze von 3 ppb; ab Fucikova im Zentrum über den südöstlichen Teil der Stadt mit der Raffinerie bis zurück in den nördlichen Teil, Nové Mesto, Kreuzungsbereich Bojnicka/Vajnorska lagen die Konzentrationen im Bereich von 5-7 ppb, im Einzugsbereich der 2 chemischen Betriebe wurden kurzfristige Konzentrationserhöhungen auf bis zu 18 ppb festgestellt; anschließend sanken die Werte wieder unter die Nachweisgrenze; das Verhältnis höchster zu niedrigstem Wert beträgt zumindest 6:1.

Gesamtkohlenwasserstoffe

Die höchste Konzentration, 3,00 ppm, wurde in der Janoskova, die niedrigste am Beginn dieses Abschnittes mit 1,5 ppm gemessen. Das Verhältnis höchster zu niedrigstem Wert beträgt hier 2:1. Über weite Strecken dieses zweiten Abschnittes korrespondieren die NO-Werte mit den Kohlenwasserstoffwerten, d.h. es kann davon ausgegangen werden, daß als Verursacher der Kohlenwasserstoffbelastung über weite Strecken der KFZ-Verkehr anzusehen ist. Auffällige Konzentrationsspitzen traten jedoch in der Fucikova und in der Janoskova, 2,50 bzw. 3,0 ppm zu einem Zeitpunkt, wo verhältnismäßig niedrige NO-Werte gemessen wurden (95 bzw. 295 ppb) auf; d.h., die Werte können also nicht direkt dem KFZ-Verkehr zugeordnet werden. Es wird davon ausgegangen, daß hohe Kohlenwasserstoffspitzen ohne gleichzeitiges Auftreten hoher NO-Konzentrationsspitzen als Verursacher andere Quellen haben als den KFZ-Verkehr; es kann allerdings leider nicht unterschieden werden, ob es sich um Methan (CH_4) aus z.B. einer undichten Erdgasleitung oder aber um einen Nicht-Methan Kohlenwasserstoff (NMKW) z.B. aus Industrie und Gewerbe handelt.

2.2.3 Abschnitt 3

Die Fahrtstrecke des 3. Abschnittes führte, ausgehend vom Safárikovo nám., wo vor dem 3. Abschnitt die Vergleichsmessung mit dem Verkehrsamt Bratislava durchgeführt worden war, über die Donau in den Ortsteil Petržalka, dem südwestlichen Teil der Stadt, anschließend wieder in Richtung SE, rund um die Raffinerie, anschließend über den Ortsteil Vrakuna in den Norden nach Nové Mesto, wo die dort ansässigen chemischen Betriebe zweimal umrundet wurden. Die Messung wurde, nahe beim Ausgangspunkt SHMU in der Smrecianska beendet. Fahrtdauer 1h 42min, Fahrtstrecke ca. 56 km.

Stickstoffmonoxid

Die höchste NO-Konzentration, 630 ppb, wurde erneut auf der Malinovského gegen Ende dieses Abschnittes, der niedrigste, 80 ppb, knapp davor im Bereich Dimitrovova/Mytna Februarového vitasztva gemessen. Das Verhältnis höchster zu niedrigstem Wert beträgt hier nur 7,9:1, da diesmal keine Gebiete mit niedrigen Konzentrationen befahren wurden. Die höchsten Konzentrationen wurden in den Bereichen mit hohem Verkehrsaufkommen erreicht.

Stickstoffdioxid

Die höchste NO₂-Konzentration, 75 ppb, wurde im Kreuzungsbereich Hradská/Straße Richtung Komarno erreicht; dieses Maximum lag allerdings örtlich nicht im selben Bereich wie die höchste NO-Konzentration; im Bereich dieser wurden 65 ppb NO₂ gemessen. Die niedrigste NO₂-Konzentration wurde mit 20 ppb, sowie auch die niedrigste NO-Konzentration im Kreuzungsbereich Dimitrovova/-Mytna Februarového vitasztva erreicht. (Das Verhältnis höchster zu niedrigstem Wert beträgt 3,25:1).

Werte über 20 ppb NO_2 sind überwiegend dem Kfz-Verkehr zuzuordnen; die NO-Werte korrespondierten sowohl in den Bereichen höherer als auch in den Bereichen niedriger Konzentrationen mit den NO_2 -Werten.

Oxidisierte Schwefelverbindungen

Die höchste Konzentration an oxidierten Schwefelverbindungen wurde in der Odborárska mit 840 ppb festgestellt, die niedrigste trat mit 17 ppb mehrmals im Bereich des Ortsteiles Petrzalka auf (Verhältnis höchster zu niedrigstem Wert: 49.4:1). Die höchsten Werte 840, 460 und 110 ppb im Ortsteil Nové Mesto sind wohl auf die Immissionsbeiträge der angesprochenen chemischen Betriebe zurückzuführen. Konzentrationserhöhungen entlang der übrigen Fahrtstrecke sind aber in erster Linie durch den Kfz-Verkehr verursacht.

Reduzierte Schwefelverbindungen

Die Konzentrationen an reduzierten Schwefelverbindungen bewegten sich über weite Strecken unter der Nachweisgrenze des Analysators. Die höchste Konzentration von 835 ppb wurde, wie auch die höchste Konzentration an oxidierten Schwefelverbindungen, in der Odborárska gemessen; (das Verhältnis höchster zu niedrigstem Wert beträgt hier größer/gleich 278:1). Die Konzentrationen, die im Bereich Nové Mesto gemessen wurden, sind wie auch im Fall der oxidierten Schwefelverbindungen mit hoher Wahrscheinlichkeit auf die beiden angesprochenen chemischen Betriebe zurückzuführen (siehe auch Abb. 2-6, Seite 34-38).

Gesamtkohlenwasserstoffe

In diesem Abschnitt wurde die höchste Konzentration in der Mytna

Feb. vitasztva mit 4,10 ppm gemessen. Der niedrigste Wert, 1,65 ppm wurde einige Male erreicht; es wurde diesmal keine Übereinstimmung zwischen NO-und Kohlenwasserstoffkonzentrationen festgestellt; eine Interpretation gestaltet sich also schwierig (Verhältnis höchster zu niedrigstem Wert 2,48:1).

In der Gegend der Raffinerie, in der Lieskovska cesta, wurde ein Wert von 1,85 ppm gemessen, wobei die NO-Konzentration nur 95 ppb betrug; dies läßt darauf schließen, daß in diesem Fall die Raffinerie als der Verursacher für dieses Einzelereignis anzusehen ist; zu einem späteren Zeitpunkt, kurz vor Ende dieses Meßtages in der Mytna Februarového vitasztva wurde der höchste Wert, 4.10 ppm gemessen; da die NO-Belastung zu diesem Zeitpunkt nur ca. 80 ppb betrug, der KFZ-Verkehr als Verursacher somit auszuschließen ist, kann davon ausgegangen werden, daß als Ursachen für diesen Spitzenwert die in dieser Gegend beheimatete Industrie bzw. möglicherweise undichte Erdgasleitungen in Frage kommen.

2.2.4 Zusammenfassung für die Meßfahrt vom 25. Jänner 1991

Hinweis: Es ist zu beachten, daß die Ergebnisse dieser einen Meßfahrt in dieser Form nicht verallgemeinert werden dürfen, sondern die Aussagen nur für den 25. Jänner 1991 gelten.

Stickstoffmonoxid:

Es wurde festgestellt, daß innerhalb des Siedlungsgebietes von Bratislava die NO-Belastung zwischen 10 ppb und 900 ppb liegt, wobei die hohen Werte in erster Linie verkehrsbedingt sind. Als besonders belastete Gebiete erwiesen sich die Punkte Malinovského, Mytná Februárového vitasztva und Vajnorska.

Die festgestellten Konzentrationen sind durchaus vergleichbar mit jenen, welche auch in größeren Städten Österreichs anzutreffen sind.

Stickstoffdioxid:

Es wurde festgestellt, daß innerhalb des Siedlungsgebietes von Bratislava die NO₂-Belastung zwischen etwa 10-15 ppb und 100 ppb liegt; auch dieser Anstieg dürfte überwiegend auf verkehrsbedingte Emissionen zurückzuführen sein und ist durchaus vergleichbar mit jenem, welcher auch in größeren Städten Österreichs anzutreffen ist.

Oxidierte Schwefelverbindungen:

Es wurde festgestellt, daß innerhalb des Siedlungsgebietes von Bratislava die SO₂-Belastung von etwa 15 ppb auf bis zu 50 ppb ansteigt und im unmittelbaren Einflußbereich von großindustriellen Abgasfahnen auf bis zu 890 ppb.

Reduzierte Schwefelverbindungen:

Es wurde festgestellt, daß am Rande des Siedlungsgebietes von Bratislava die Konzentration weniger als 3ppb beträgt; im Einflußbereich von industriellen Großemittenten wurden Anstiege bis auf 835 ppb festgestellt.

Gesamtkohlenwasserstoffe:

Es wurde festgestellt, daß die Belastung an Kohlenwasserstoffen über weite Strecken durch den KFZ-Verkehr verursacht wird, wobei es aber durchaus auch zu Einzelereignissen im Einflußbereich von industriellen Großemittenten kommt; auch ein Einfluß von Erdgas kann als Verursacher nicht ausgeschlossen werden.

3. Meßfahrten von 21. Februar 1991, 5. und 13. März 1991,
11. April 1991

3.1 Oxidierte und reduzierte Schwefelverbindungen

3.1.1 Raffinerie:

Die Raffinerie wurde auf dem in Karte 2 eingetragenen Weg umfahren, die Meßwerte an den eingetragenen Punkten 1-9 in tabellarischer Form für die einzelnen Meßtage für die jeweilige Anzahl von Fahrten dargestellt.

Die Konzentrationen an reduzierten Schwefelverbindungen im Bereich der Raffinerie lagen stets unter der Nachweisgrenze. Die folgende Darstellung bezieht sich daher ausschließlich auf oxidierte Schwefelverbindungen.

a) Meßtag: 25. Jänner 1991

An diesem Meßtag wurde ein Immissionsbeitrag der Raffinerie zwischen 7 und 10 ppb SO₂ festgestellt (Fahrtroute siehe Karte 2).

b) Meßtag: 21. Februar 1991

An diesem Meßtag wurde die Raffinerie fünfmal umfahren. Die an diesem Meßtag vorherrschende Inversionswetterlage bedingte einen hohen Grundpegel von ca. 45 ppb S_{oxid.}. An Punkt 5 (siehe Karte 2) traten regelmäßig hohe Konzentrationsspitzen von bis zu 730 ppb S_{oxid.} auf.

Die Abgasfahne konnte in Richtung Westen bis ca. 5 km Quelldistanz in den Ortsteil Petrzalka verfolgt werden. Dieser Ortsteil liegt direkt an der Grenze A/CSFR; es ist somit anzunehmen, daß die Abgasfahne an diesem Tag auch in Österreich identifiziert hätte werden können.

In ca. 3,5km Quelldistanz betrug die Konzentration 220 ppb, in ca. 5km Quelldistanz 178 ppb. (Die Entfernung des Emittenten zur Österreichischen Staatsgrenze beträgt ca. 6,5km.)

Die zur gleichen Zeit an der Meßstelle Kittsee gemessenen SO_2 -Werte (Halbstundenmittelwerte) betrugen zwischen 80 und 105 ppb. Aufgrund der zu diesem Zeitpunkt vorherrschenden meteorologischen Bedingungen (Wind ENE, 4,2 m/s) kann davon ausgegangen werden, daß die Raffinerie Slovnaft an dieser Konzentrationserhöhung von SO_2 in Österreich wesentlich beigetragen hat.

c) Meßtag: 5. März 1991

An diesem Meßtag wurde die Raffinerie achtmal umfahren. Die Konzentrationsmaxima bei den ersten beiden Fahrten wurden jeweils an Punkt 6 (siehe Karte) gemessen. (161 bzw. 131 ppb). Bei den darauffolgenden Fahrten wurden die Konzentrationsmaxima mit einer Ausnahme (bei Fahrt 7 an Punkt 4) jeweils an den Punkten 5 oder 6 gemessen; als höchste Konzentration wurde an diesem Meßtag im Bereich der Raffinerie 161 ppb S_{oxid} erfaßt. Verglichen mit den Werten vom Meßtag 21. Februar erscheinen diese Konzentrationen niedrig, doch lag am 5. März der Grundpegel mit Werten zwischen 28 und 32 ppb deutlich niedriger als jener vom 21. Februar; es konnte, wie auch am 2. Meßtag eine Ausbreitung der Abgasfahne nach Westen erfaßt werden, die Werte in ca. 3,5 km Quelldistanz lagen zwischen 101 und 139 ppb S_{oxid} , in ca. 5 km Quelldistanz wurden im Ortsteil Petrzalka Werte zwischen 52 und 60 ppb S_{oxid} gemessen.

Die zur gleichen Zeit an der Meßstelle Kittsee gemessenen SO_2 -Werte (Halbstundenmittelwerte) lagen zwischen 22 und 45 ppb. Aufgrund der zu diesem Zeitpunkt vorherrschenden Ausbreitungsbedingungen (Wind ENE, 2,2 m/s) kann, wie auch am Meßtag 21. Feb-

ruar 1991 davon ausgegangen werden, daß zu dieser SO_2 -Konzentration die Raffinerie Slovnaft wesentlich beitrug.

Bei den Fahrten 6,7 und 8 am Nachmittag lagen die Konzentrationen an oxidierten Schwefelverbindungen deutlich niedriger als jene vom Vormittag; dies ist möglicherweise auf das Auflösen der Inversion bzw. auf die geänderten Ausbreitungsbedingungen zurückzuführen.

d) Meßtag: 13. März 1991

An diesem Meßtag wurden 6 Fahrten um die Raffinerie durchgeführt; die Grundbelastung bewegte sich in einem Bereich von 24-32 ppb $\text{S}_{\text{oxid.}}$; die ab dem späten Vormittag vorherrschende Windrichtung war an diesem Meßtag allerdings West, die Ausbreitung erfolgte aus diesem Grund ins Landesinnere der CSFR. Die Werte lagen an diesem Meßtag niedriger als am Meßtag 5. März 1991. Die höchsten Werte bei der Fahrt 1 wurden mit 80 bzw. 85 ppb im Bereich der Punkte 5 und 6 erreicht; durch die Winddrehung Richtung West wurden die höchsten Werte bei den beiden folgenden Fahrten am Punkt 1 (Kreuzung Lieskovska cesta) erreicht (85 bis 90 ppb $\text{S}_{\text{oxid.}}$).

Anschließend an Fahrt 3 wurde die Ausbreitung der SO_2 -Abgasfahne in Richtung E bzw. SE verfolgt; in Most pri Bratislave (ca. 12,5 km Quelldistanz) wurde ein Wert von ca. 110 ppb $\text{S}_{\text{oxid.}}$ gemessen, in Samorin (Entfernung ca. 22km) erreichten die Konzentrationen noch 34-62 ppb. Diese Ausbreitungsmessung wurde bei den anschließenden Fahrten wiederholt, die Werte lagen jeweils im selben Bereich wie bei Fahrt 3, die Ausbreitungsrichtung und -stärke wurde damit also bestätigt.

Auffallend war, daß die SO_2 -Konzentrationen in Most pri Bratis-

laven höher waren, als jene, die in unmittelbarer Nähe der Raffinerie erhalten wurden. Das dürfte daran liegen, daß bei der vorherrschenden Wetterlage in der Nähe der Raffinerie nur die Emissionen der bodennahen Quellen erfaßt werden konnten; höhergelegene Emissionsquellen (z.B. hohe Schornsteine) emittierten so hoch, daß die Abgasfahne werksnah nicht erfaßbar war; die Emissionen aus den Schornsteinen konnten erst in einiger Entfernung von der Raffinerie erfaßt werden.

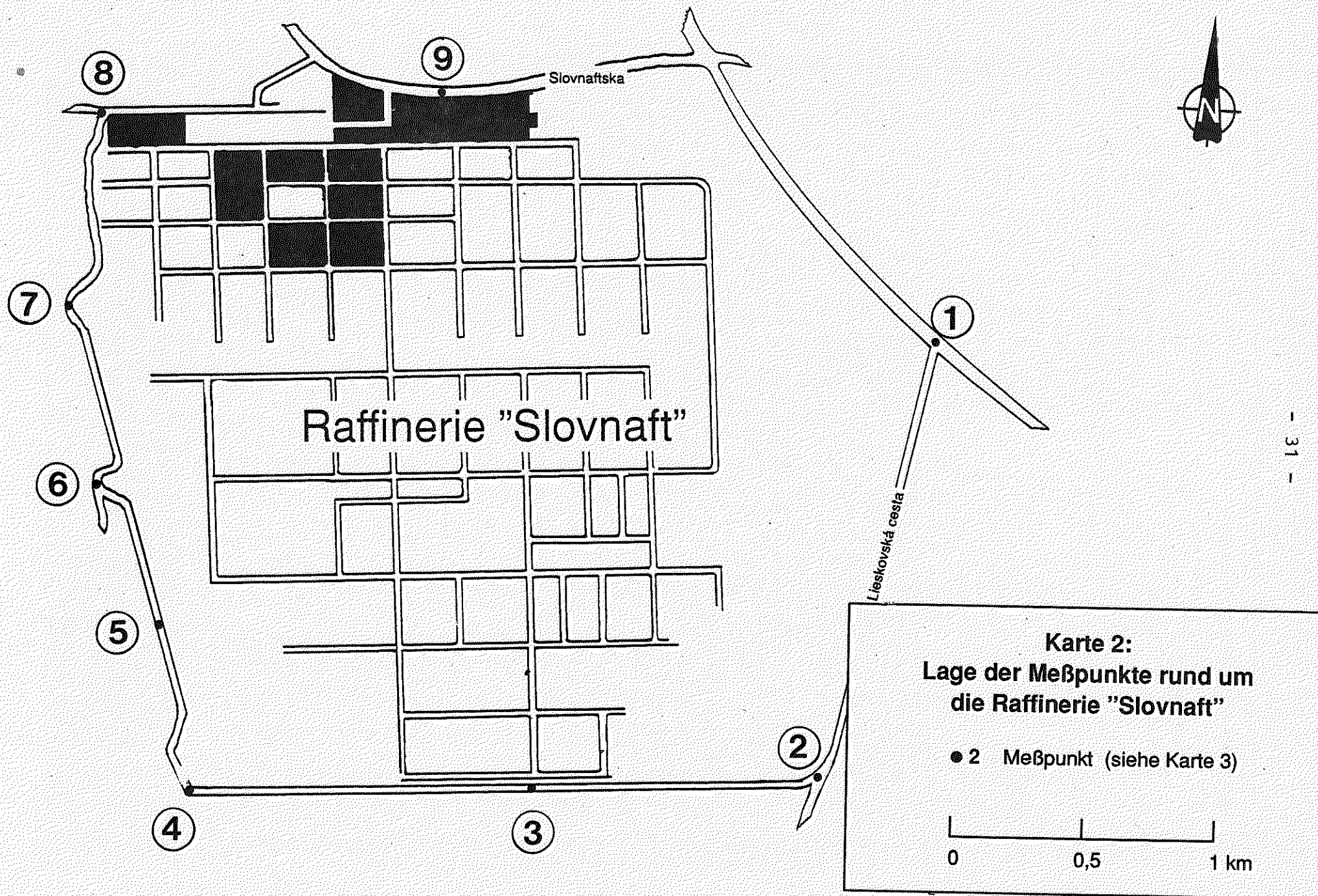
e) Meßtag: 11. April 1991

An diesem Meßtag wurde die Raffinerie auf derselben Strecke wie an den vergangenen Meßtagen insgesamt neunmal umfahren. Die Grundbelastung an oxidierten Schwefelverbindungen lag an diesem Meßtag zwischen 19 und 24 ppb. Auffällige Konzentrationsspitzen konnten an diesem Tag werksnah kaum festgestellt werden, der höchste Wert 45 ppb S_{oxid} wurde an Punkt 9 (Hauptportal Raffinerie) erreicht; eine Konzentrationserhöhung von 161-243 ppb zwischen den Punkten 2 und 3 konnte bis zu einer Quelldistanz von ca. 5 km in Richtung S zur Donau verfolgt werden. Bestätigt werden konnte diese Ausbreitung allerdings nicht, weil die anschließende Fahrtstrecke über militärisch gesperrtes Gebiet geführt hätte, eine weitere Verfolgung der Abgasfahne also nicht möglich war.

Tabelle 1

Die Konzentrationen von oxidierten Schwefelverbindungen im Bereich der Raffinerie Slovnaft an den Punkten 1 - 9 (siehe Karte 2). Werte in ppb S_{oxid}.

Meß- punkte	25.1.		21.2.					5.3.								13.3.						11.4.								
	Einzel- fahrten		Einzel- fahrten					Einzel- fahrten								Einzel- fahrten						Einzel- fahrten								
	1	2	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	19	24	75	70	66	63	70	27	33	32	40	31	29	24	24	33	45	90	85	21	24	24	24	25	27	29	33	24	24	19
2	17	23	66	63	58	54	54	29	33	31	30	27	22	22	22	34	51	63	33	42	21	24	22	24	22	19	32	33	21	21
3	21	21	70	72	66	58	60	31	33	29	29	30	75	22	21	34	40	48	24	22	22	24	40	24	30	22	24	22	25	23
4	29	19	161	180	117	131	54	33	33	29	34	31	31	63	45	42	45	51	19	21	22	22	21	21	25	29	23	21	22	21
5	32	20	440	730	383	75	78	33	33	161	51	150	34	25	27	80	51	58	24	22	24	29	24	26	23	22	22	21	21	21
6	23	27	117	85	90	117	142	161	131	70	63	66	85	52	66	85	58	40	21	22	25	22	19	21	22	22	22	24	21	21
7	19	19	102	96	80	75	85	63	40	33	83	31	24	22	22	40	27	31	21	21	24	27	18	21	25	24	22	22	21	21
8	19	27	75	70	70	58	58	34	33	31	41	29	24	24	29	23	24	31	21	21	24	29	18	18	27	21	22	18	22	21
9	19	26	85	--	--	63	--	34	--	40	33	--	34	29	--	24	33	47	--	33	28	27	45	28	31	--	25	22	27	--



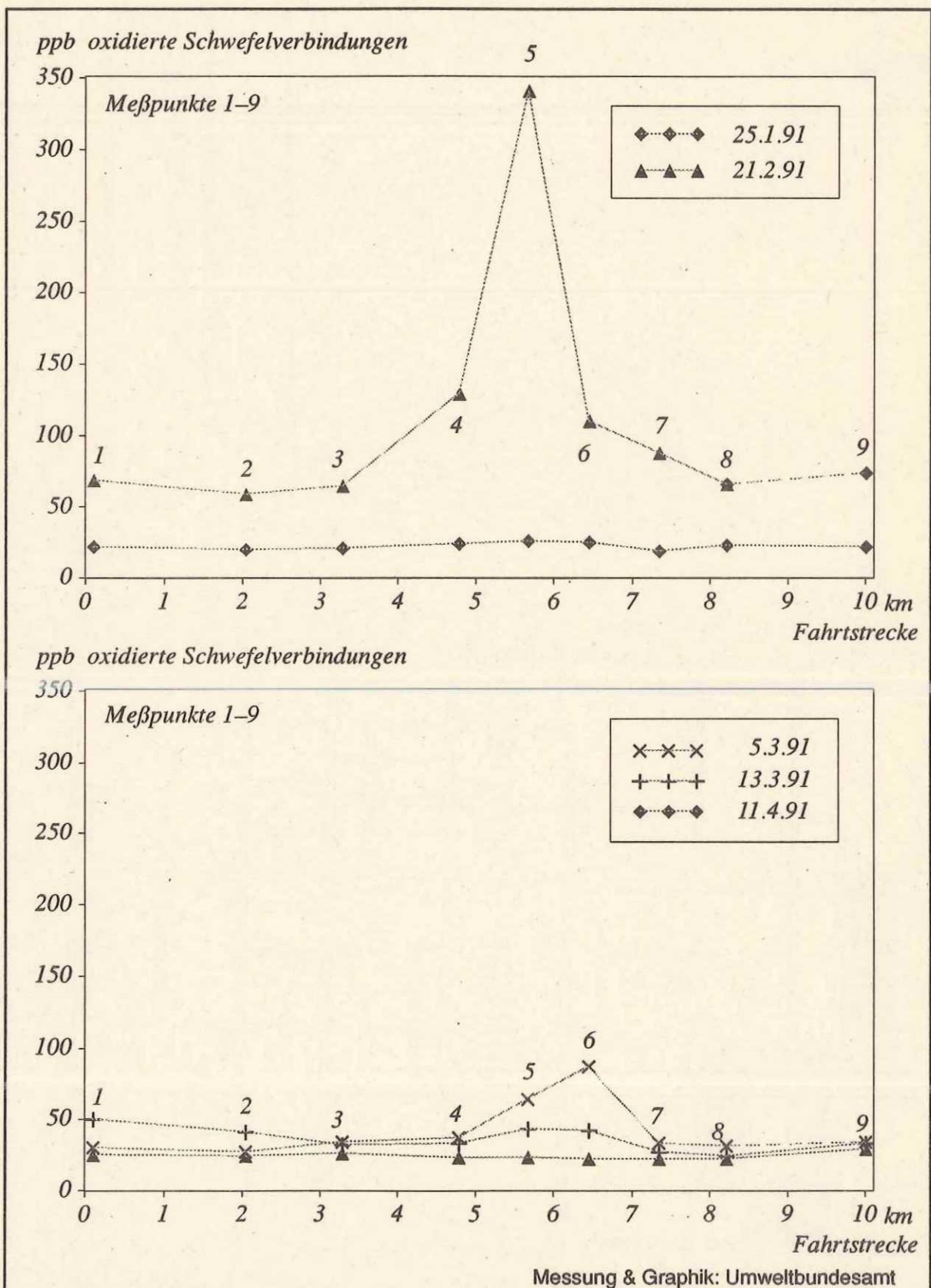


Abb. 1: Die Konzentrationen oxidierten Schwefelverbindungen im Bereich der Raffinerie Slovnaft an den Meßpunkten 1-9 (s. Karte 2). Die Werte (angegeben in ppb) sind Mittelwerte aus der jeweiligen Anzahl der Fahrten am entsprechenden Meßtag (s. Tab. 1).

3.1.2 Chemische Betriebe Nové Mesto

Die Auswertung der Meßergebnisse, die in dem Gebiet der zwei großen chemischen Betriebe im Ortsteil Nové Mesto gewonnen wurden, gestaltete sich schwierig:

- durch fehlende Bezeichnung der Betriebe konnte deren Lage nicht ausreichend genau bestimmt werden
- durch keine bzw. sehr geringe Luftströmungen konnten Abgasfahnen im Stadtgebiet von Bratislava nur über sehr kurze Distanzen (ca. 1-2 km Quelldistanz) verfolgt werden
- auch der Techniker des SHMU, welcher an den beiden ersten Meßtagen im Meßbus mitfuhr, konnte keine zufriedenstellenden Auskünfte über Größe, Art und Lage der beiden chemischen Betriebe geben.

Aus diesen Gründen wird darauf hingewiesen, daß Karte 3 (die Karte eines Ausschnittes des Ortsteiles Nove Mesto) nur als skizzierter Plan der möglichen Lage der oben genannten Betriebe zu verstehen ist; es wäre möglich, daß Anlagenbereiche unvollständig eingetragen sind, bzw. daß Bereiche, die nicht zu den oben genannten Betrieben gehören, als Betriebsteile eingetragen sind.

Die Auswertung der Meßfahrten an den einzelnen Meßtagen wurde nun so durchgeführt, daß für jeden Meßtag eine skizzierte Karte des Gebietes angefertigt wurde, in welcher sowohl die Werte für die oxidierten Schwefelverbindungen (durchgezogen), als auch die Werte für reduzierte Schwefelverbindungen (strichliert) eingetragen wurden. Die Eintragungen erfolgten jeweils am Ort des

Auftretens; es kann aber nicht bestimmt werden, welche Anlagenteile die Verursacher der eingetragenen Schadstoffkonzentrationen sind.

Die Interpretation der Meßergebnisse erfolgte dermaßen, daß mit Hilfe der vorherrschenden meteorologischen Bedingungen (Windstärke und -richtung) versucht wurde, das Gebiet der Verursacher der jeweiligen Schadstoffkonzentrationen einzuengen (siehe dazugehörige Interpretationen).

Tabelle 2a

Die Konzentrationen von oxidierten und reduzierten Schwefelverbindungen im Bereich der chemischen Betriebe im Ortsteil Nové Mesto an den Punkten 1-17 (siehe Karte 3).
 Werte in ppb S_{oxid.}, ppb S_{red.} (0: Konzentration unter der Nachweisgrenze, -- Punkt wurde nicht angefahren)

Meß- punkte	Einzelwerte 25.1.1991 S _{oxid.}	Einzelwerte 25.1.1991 S _{red.}	Einzelwerte 21.2.1991 S _{oxid.}	Einzelwerte 21.2.1991 S _{red.}	Einzelwerte 5.3.1991 S _{oxid.}	Einzelwerte 5.3.1991 S _{red.}	Einzelwerte 13.3.1991 S _{oxid.}	Einzelwerte 13.3.1991 S _{red.}	Einzelwerte 11.4.1991 S _{oxid.}	Einzelwerte 11.4.1991 S _{red.}
1	23/20	11/12	66/70/80/70	9/9/0/0	24	0	22	0	--	--
2	24/29	12/12	--	--	--	--	--	9	19	0
3	--	--	70	9	--	--	280/51/117	275/41/100/	--	--
							75/70/70	50/53/53		
4	40/37	22/16	80/85/70/70	9/9/9/9	45	0	24	9	19	0
5	2360/1370	3600/1600	180/85/220/	9/10/9/15	70	36	220	165	24	9
			205							
6	47/110	37/90	70/102/117/	50/23/40/50/	31/440/300/	20/380/260/	25/33/31	10/15/0	19/19/21/	0/0/0/0
			640/140/66/	19/50	33/170/48/	20/140/21/			22	
			117		110	20				
7	47/54	0/37	70/70/1450/	15/72/1160/	27/24/25/24	0/0/0/0/0/	63/85/45/	53/40/15/14	21/21/22	0/0/0
			70/465/45	9/77/50	/24/27/25	0/0	31/45/85	26/60		
8	100	95	70/45	9/0	25/24/48/	0/0/0/0/0	24/22/24/	0/9/9/165/0	24/21/22	0/0/0
					24/24		195/24/24	/0		
9	230	220	--	--	--	--	--	--	--	--
10	500	900	80/66/66	9/0/0	33/25/27/22	0/0/0/0/0/0	42/25/34/	18/0/12/0/	33/58/27	0/39/9
					31/25/33	/0	27/42/48	23/28		
11	29	17	--	--	--	--	--	--	--	--
12	--	--	75/70	15/14	33/33/33/25	0/0/0/0	--	--	--	--
13	--	--	80/110	88/43	--	--	--	--	--	--
14	23/54	14/25	96/250/131/	30/68/11/550	40/40/37/	53/15/46/26	22/45	9/0	300/530/	9/10/48/11
			205/85	/240/22	45/85	/65			131/33	
15	--	--	110/70	13/22	80/70	9/13	21	0	48/45/63/	0/0/9/0
									54	
16	--	--	70/85/40/70	9/9/9	31/25/37/	0/0/0/0/0	27/33/27	0/0/0	33/27/24/	0/0/0/0
					45/29				27	
17	--	--	--	--	31/25/27	0/0/0	33	0	63	0

Tabelle 2b

Die Verhältnisse $S_{\text{oxid.}}:S_{\text{red.}}$ im Bereich der chemischen Betriebe im Ortsteil Nové Mesto an den Punkten 1-17 (siehe Karte 3).

Meß- punkte	25.1.1991	21.2.1991	5.3.1991	13.3.1991	11.4.1991
1	2,1:1/1,7:1	7,3:1/7,7:1/26,6:1/ 23,3:1	8:1	7,3:1	---
2	2:1/2,4:1	---	---	2,4:1	6,3:1
3	---	7,8:1	---	1:1/1,2:1/1,2:1/1,5:1 1,3:1/1,3:1	---
4	1,8:1/2,3:1	8,8:1/9,4:1/7,7:1/7,7:1	15:1	2,7:1	6,3:1
5	1:1,5/1:1,2	20:1/8,5:1/24,4:1/13,7:1	1,9:1	1,3:1	2,7:1
6	1,3:1/1,2:1	1,4:1/4,4:1/2,9:1/12,8:1/ 7,4:1/1,3:1	1,6:1/1,2:1/1,2:1/ 1,7:1/1,2:1/2,3:1/ 3:1/5,5:1	2,5:1/2,2:1/10,3:1	6,3:1/6,3:1/7:1/7,3:1
7	15,7:1/1,5:1	4,7:1/1:1/1,3:1/7,8:1/ 6:1/1:1,1	9:1/8:1/8,3:1/8:1/ 8:1/9:1/8,3:1	1,2:1/2,1:1/3:1/2,2:1/ 1,7:1/1,4:1	7:1/7:1/7,3:1
8	1,1:1	7,8:1/15:1	8,3:1/8:1/16:1/8:1 8:1	8:1/2,4:1/2,7:1/1,2:1/ 8:1/8:1	8:1/7:1/7,3:1
9	1,04:1	---	---	---	---
10	1:1,8	8,9:1/22:1/22:1	11:1/8,3:1/9:1/7,3:1 /10,3:1/8,3:1/11:1	2,3:1/8,3:1/2,8:1/ 9:1/1,8:1/1,7:1	11:1/1,5:1/3:1
11	1,7:1	---	---	---	---
12	---	5:1/5:1	11:1/11:1/11:1/8,3:1	---	---
13	---	1:1,1/2,6:1	---	---	---
14	1,6:1/2,2:1	3,2:1/3,7:1/12:1/1:2,7/ 1:1,2/3,7:1	1:1,3/2,7:1/1:1,2/ 1,7:1/1,3:1	2,4:1/15:1	33:1/53:1/2,7:1/3:1
15	---	8,5:1/3,2:1	8,9:1/5,4:1	7:1	16:1/15:1/7:1/18:1
16	---	7,8:1/9,4:1/4,4:1/7,8:1	10,3:1/8,3:1/12,3:1/ 15:1/9,7:1	9:1/11:1/9:1	11:1/9:1/8:1/9:1
17	---	---	10,3:1/8,3:1/9:1	11:1	21:1



**Karte 3:
Lage der Meßpunkte
im Ortsteil Nové Mesto**

● 2 Meßpunkt (siehe Karte 3)

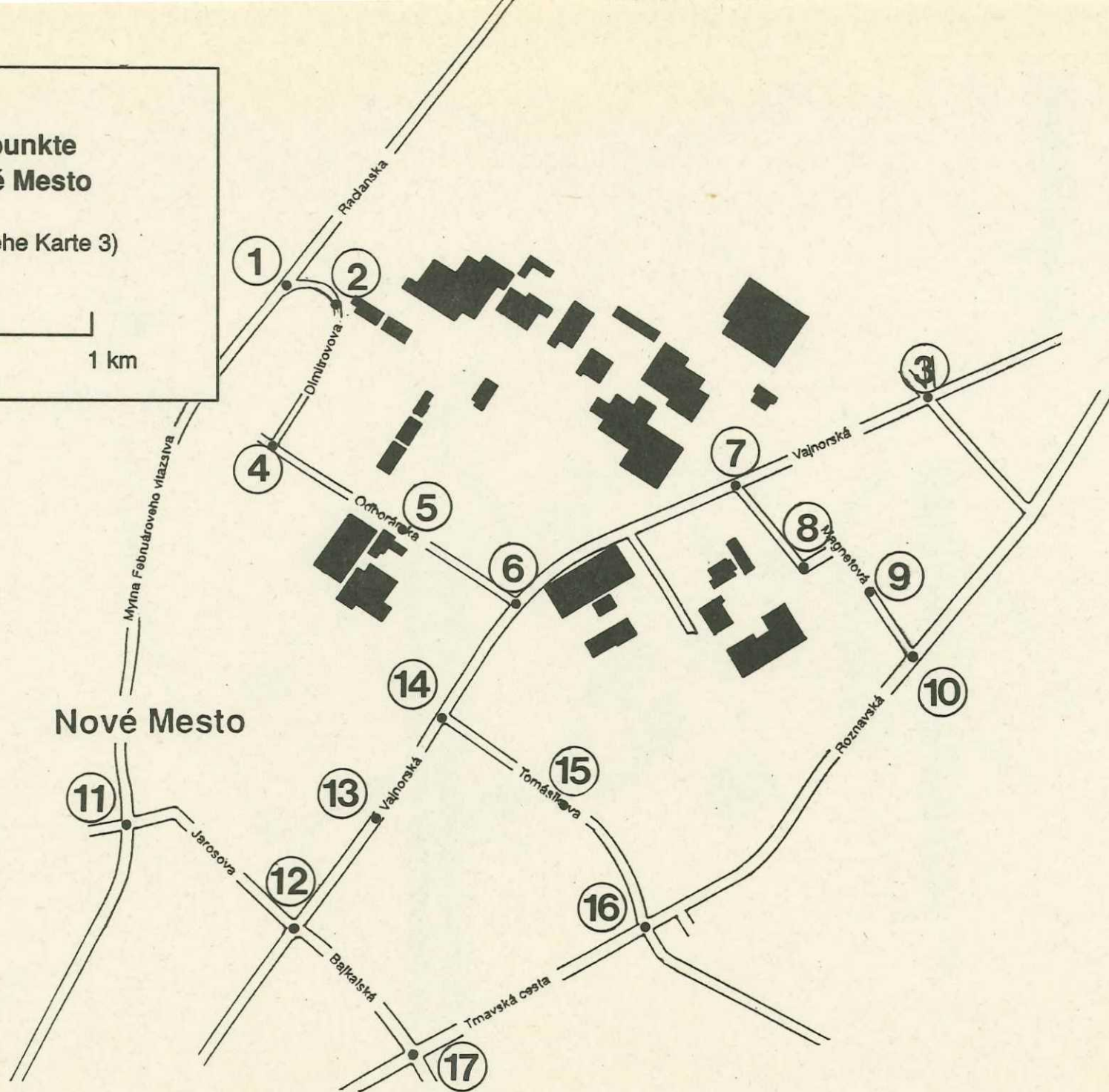
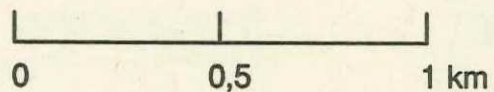
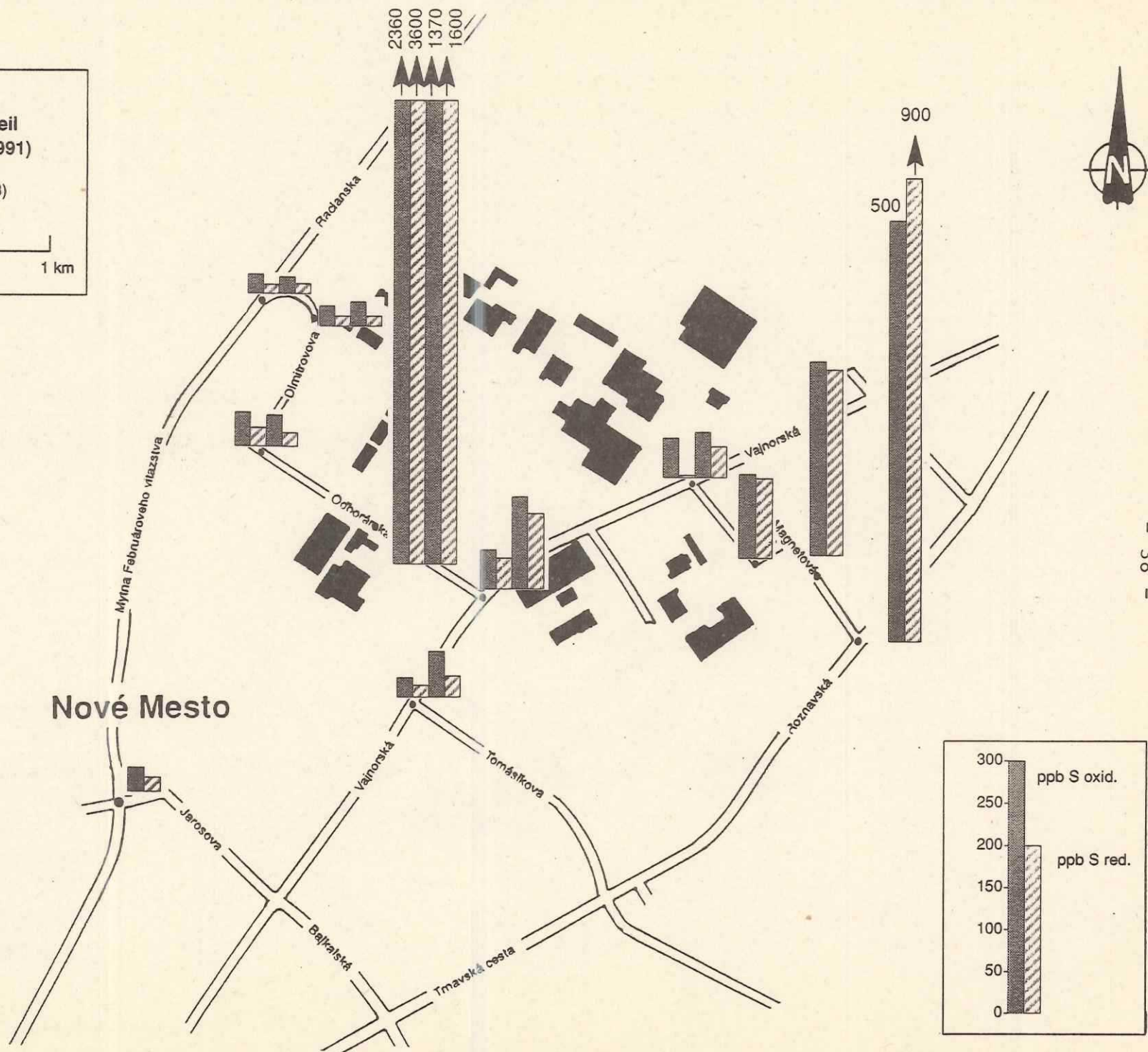
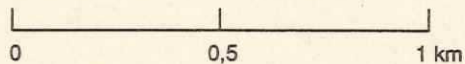


Abb. 2:
Meßergebnisse im Ortsteil
Nové Mesto (25. Jänner 1991)

● Meßpunkte (siehe Karte 3)



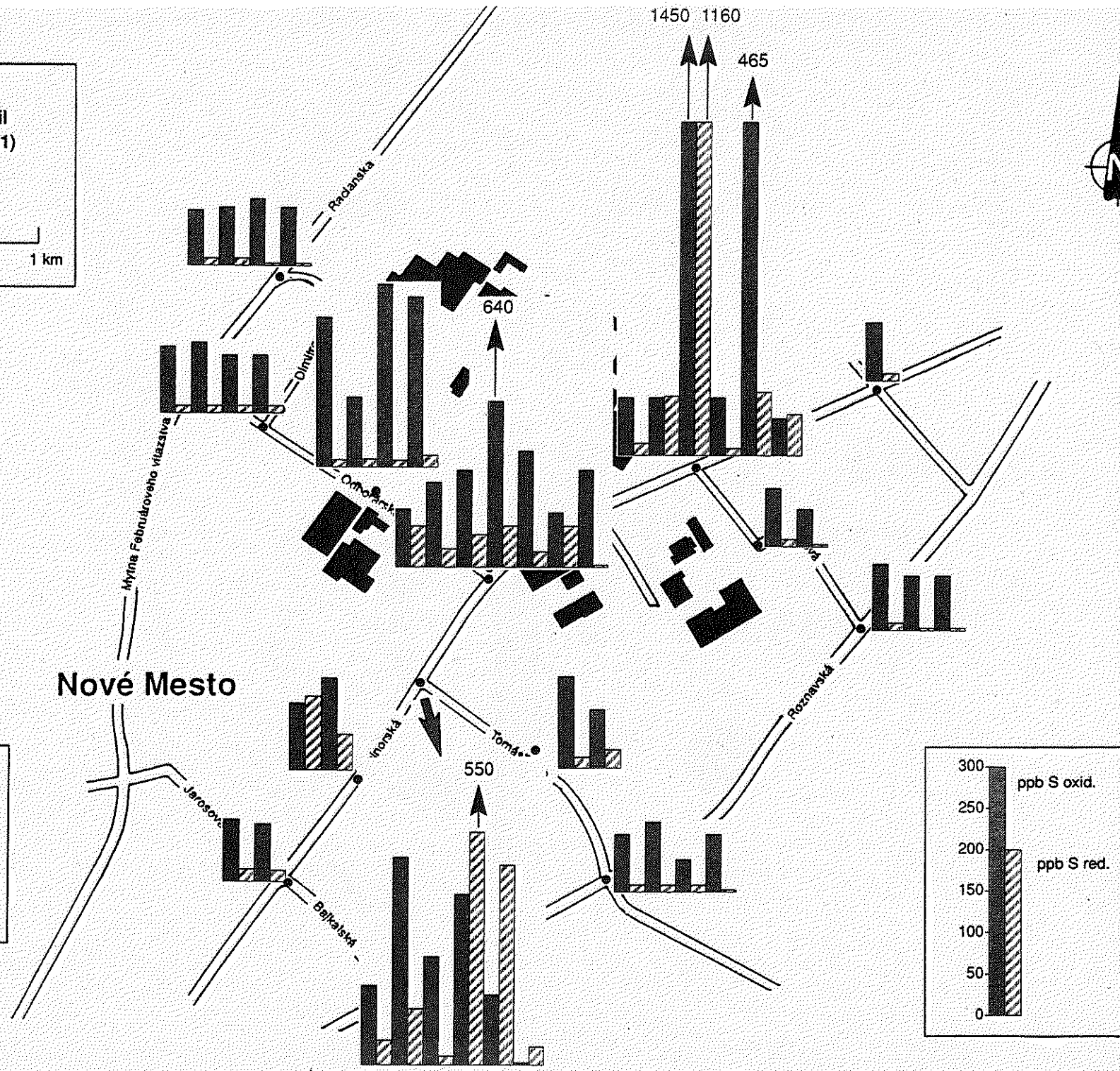
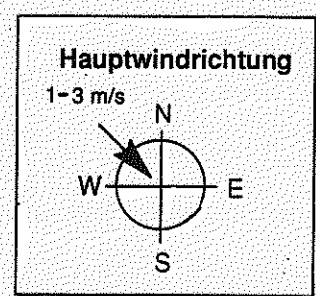
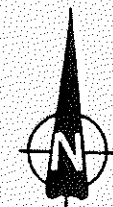
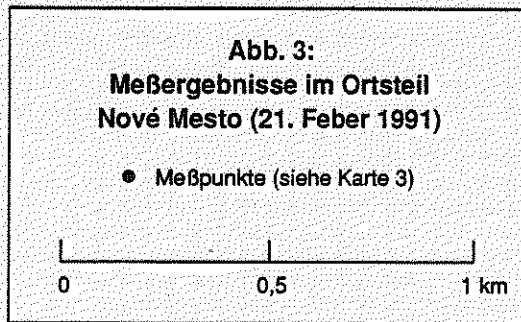
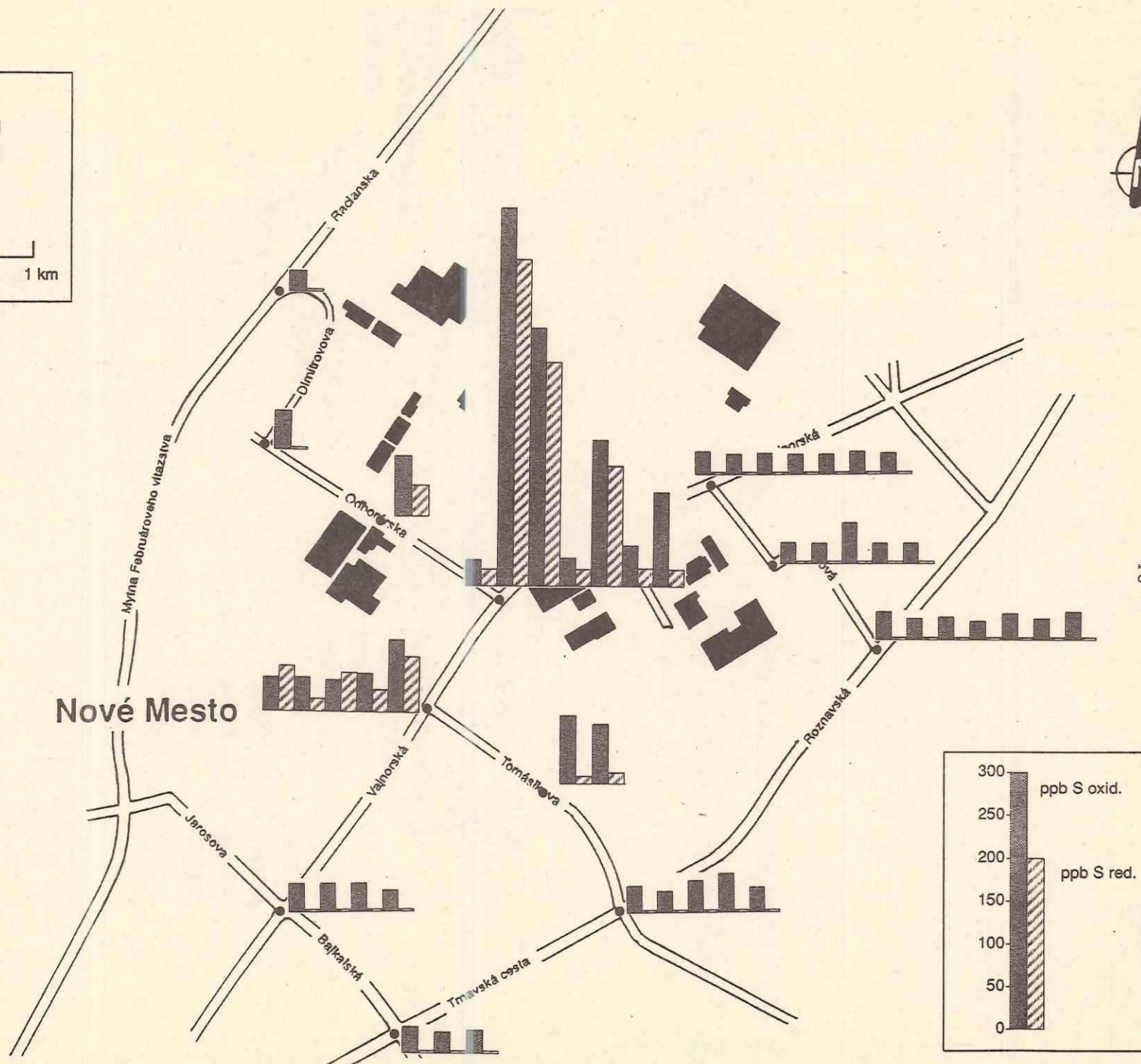
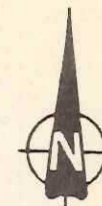


Abb. 4:
Meßergebnisse im Ortsteil
Nové Mesto (5. März 1991)

● Meßpunkte (siehe Karte 3)

0 0,5 1 km



Hauptwindrichtung

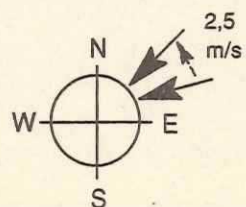
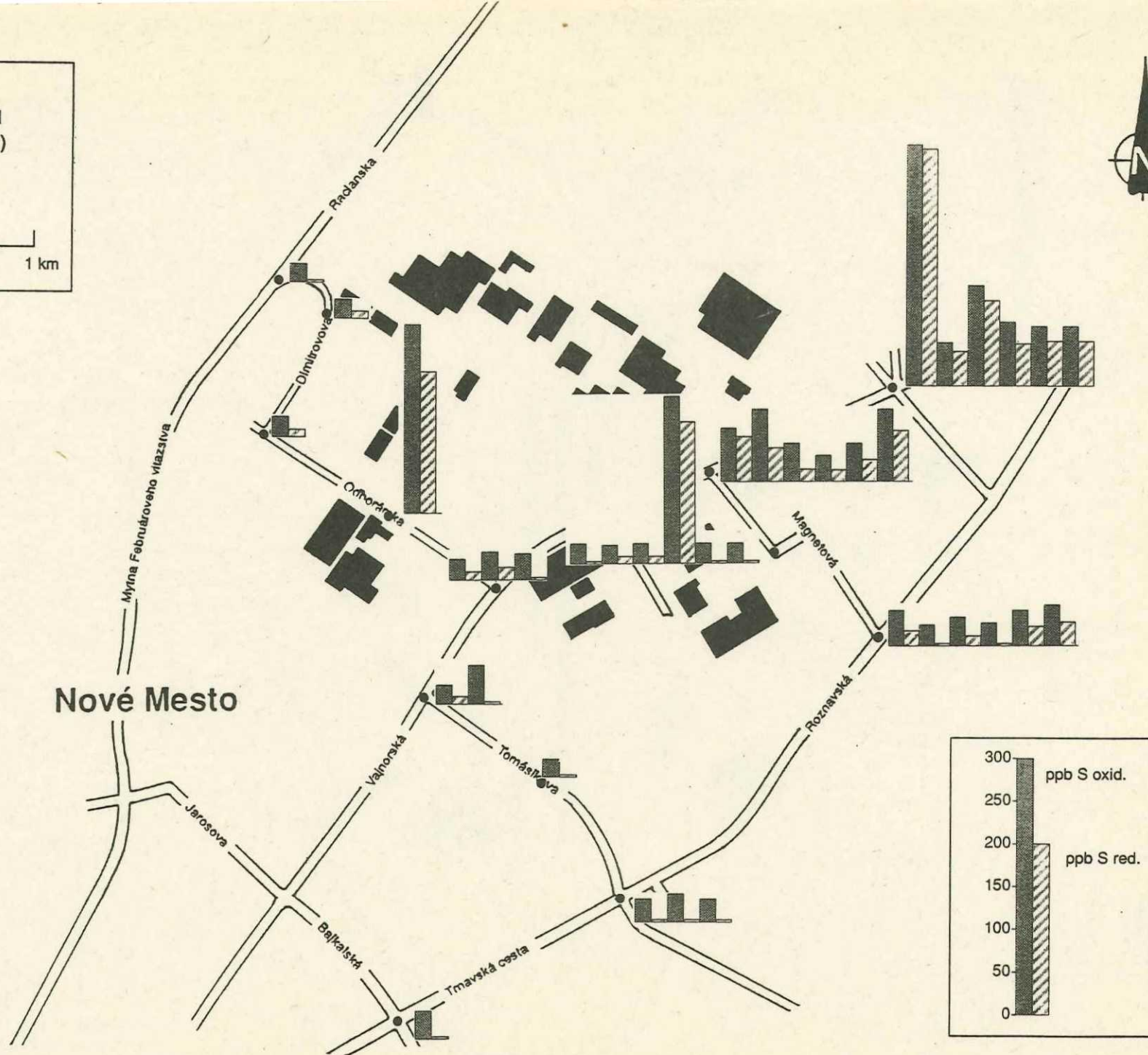
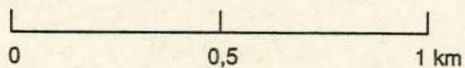


Abb. 5:
Meßergebnisse im Ortsteil
Nové Mesto (13. März 1991)

● Meßpunkte (siehe Karte 3)



Hauptwindrichtung

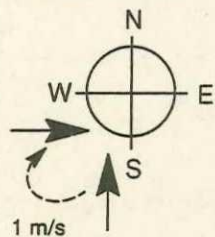
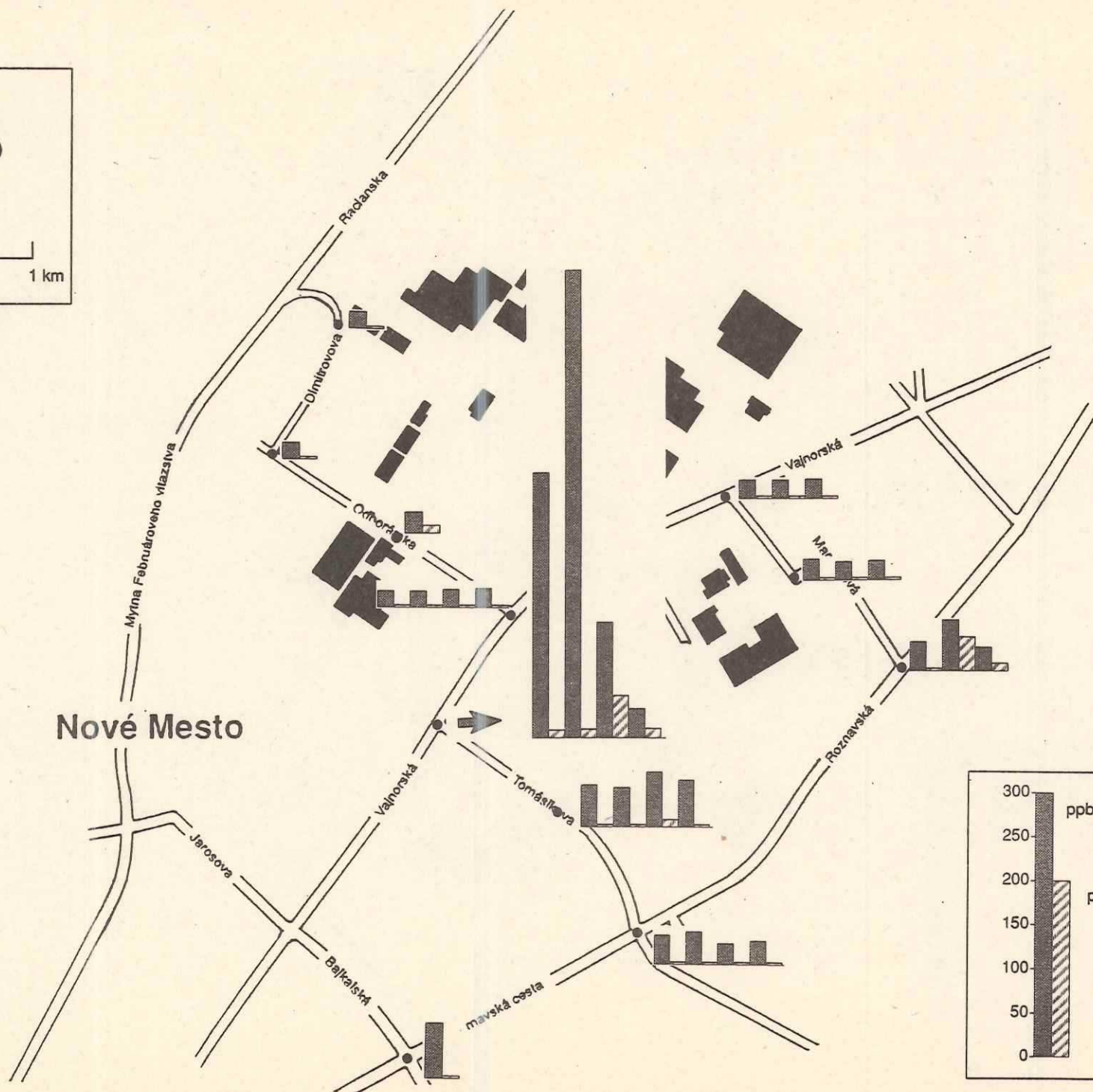


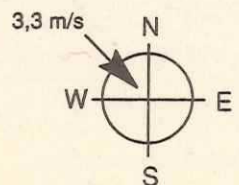
Abb. 6:
Meßergebnisse im Ortsteil
Nové Mesto (11. April 1991)

● Meßpunkte (siehe Karte 3)

0 0,5 1 km



Hauptwindrichtung



INTERPRETATION DER MESSERGEBNISSE

(Oxidisierte und reduzierte Schwefelverbindungen, Ortsteil Nové Mesto)

25. Jänner 1991

Die Konzentrationen an schwefelhaltigen Luftschadstoffen wurden bei je einer Fahrt vormittags und nachmittags ermittelt. Die höchsten Konzentrationen von 2360 ppb $S_{\text{oxid.}}$ und 3600 ppb $S_{\text{red.}}$ wurden in der Odborárska gemessen; aufgrund der vorherrschenden meteorologischen Gegebenheiten (Wind SE, 1,5m/s) und den vorliegenden Ergebnissen der Transmissionsmessungen kann davon ausgegangen werden, daß der Verursacher dieser erhöhten Konzentrationen in der Gegend zwischen der Roznavska und der Vajnorska anzusiedeln ist (siehe Abb.2). Die Messungen in der Jarosova und den angrenzenden Straßen Vajnorská und Mytná Februaroveho Vitasztva erbrachten bei weitem nicht so hohe Konzentrationen. Die Grundbelastung für diesen Tag und diesen Ortsteil lag bei ca. 20-25 ppb $S_{\text{oxid.}}$ und unter 3 ppb (Nachweisgrenze) $S_{\text{red.}}$. Die Verhältnisse $S_{\text{oxid.}}:S_{\text{red.}}$ lagen zwischen 1:1,8 und 15,7:1.

21. Februar 1991

In der Zeit von 11.45-12.45 h und 16-17 h wurde das Gebiet der vermuteten Emittenten im Ortsteil Nové Mesto befahren. Die höchsten Konzentrationen an oxid. Schwefelverbindungen (1450 ppb), sowie an reduzierten Schwefelverbindungen (1160 ppb) wurden im Kreuzungsbereich Vajnorska/Magnetová gemessen. Zwei hohe Konzentrationsspitzen an reduzierten Schwefelverbindungen, 550 sowie 180 ppb wurden im Kreuzungsbereich Vajnorská/Tomásikova gemessen. Aufgrund der Windrichtung (NE) und der Tatsache, daß nördlich der in Karte 3 bezeichneten Punkte 1-17 keine Schadstoffkonzentrationen, die einen Wert von 40 bis 85 ppb $S_{\text{oxid.}}$

und 9 ppb S_{red} überschritten, gemessen wurden, kann davon ausgegangen werden, daß die Verursacher der erhöhten Konzentrationen an oxidierten und reduzierten Schwefelverbindungen in dem Gebiet südlich der Racianska liegen (siehe Abb.3). Die Verhältnisse $S_{\text{oxid.}}:S_{\text{red.}}$ lagen zwischen 1:2,7 und 26,6:1.

5. März 1991

In der Zeit von ca. 13.30 h bis ca. 15.15 h wurden die Transmissionsmessungen im Ortsteil Nové Mesto durchgeführt. Die Werte an den Punkten 1-17 sind der Abb.4 zu entnehmen. Aufgrund der vorherrschenden Windbedingungen (ENE, drehend auf NE, 2.5 m/s) ist der Verursacher der erhöhten Konzentrationen im Kreuzungsbereich Odborárska/Vajnorská (Meßpunkt Nr.6) von bis zu 440 ppb $S_{\text{oxid.}}$ und 380 ppb $S_{\text{red.}}$ demnach im Bereich zwischen der Magnetová und der Tomásikova zu suchen. Die Grundbelastung dürfte sich für oxidierte Schwefelverbindungen in diesem Zeitraum auf ca. 25-30 ppb belaufen, die Grundbelastung an reduzierten Schwefelverbindungen lag unter der Nachweisgrenze (3 ppb). Die Verhältnisse $S_{\text{oxid.}}:S_{\text{red.}}$ lagen zwischen 1:1.3 und 15:1.

13. März 1991

In der Zeit von ca. 13.55 h bis ca. 15.05 h wurden die Transmissionsmessungen im Ortsteil Nové Mesto durchgeführt; die Werte an den Punkten 1-17 (siehe Karte 3) sind der Abbildung 5 zu entnehmen. In diesem Zeitraum drehte der Wind von S auf W, die Windgeschwindigkeit war mit 1 m/s sehr gering; trotzdem läßt sich aus der Karte ablesen, daß im Gebiet Magnetová/Kreuzungsbereich Magnetová/Vajnorská bzw. im Kreuzungsbereich Bojnická/Vajnorská hohe Konzentrationsspitzen sowohl an reduzierten als auch an oxidierten Schwefelverbindungen gemessen wurden. Da in diesem Zeitraum im Gebiet Dimitrovova, Odborárska (mit einer Ausnahme -

Ursache mit großer Wahrscheinlichkeit Winddrehung-) und Tomášikova die Schadstoffkonzentrationen um vieles geringer waren, kann davon ausgegangen werden, daß der (resp. die) Verursacher sich nordöstlich der Odborárska befinden müßten. Die Verhältnisse $S_{\text{oxid.}}:S_{\text{red.}}$ lagen zwischen 1:1 und 11:1.

11. April 1991

In der Zeit von 14.30 bis 15.20 h wurden die Konzentrationen von oxidierten und reduzierten Schwefelverbindungen im Ortsteil Nové Mesto gemessen; aus der Abbildung 6 ist ersichtlich, daß aufgrund der vorherrschenden Windbedingungen (NW, 3.3 m/s) die im Kreuzungsbereich Vajnorská/Tomášikova aufgezeichneten Konzentrationsspitzen von bis zu 530 ppb $S_{\text{oxid.}}$ und 48 ppb $S_{\text{red.}}$ aus dem Bereich zwischen der Raciánska und der Vajnorská ihren Ursprung haben. Konzentrationen um 20 ppb $S_{\text{oxid.}}$ können als Grundbelastung angenommen werden. Die Verhältnisse $S_{\text{oxid.}}:S_{\text{red.}}$ lagen zwischen 1,5:1 und 53:1.

Aufgrund der vorliegenden Meßergebnisse (in Bezug zu den jeweils vorherrschenden meteorologischen Gegebenheiten) kann davon ausgegangen werden, daß für die am 25.1., 21.2., 5.3., 13.3. und 11.4.91 gemessenen Schadstoffkonzentrationen im Ortsteil Nové Mesto stets derselbe Emittent (resp. dieselben Emittenten) verantwortlich ist (sind).

Zusammenfassung

Im folgenden sind die Meßwerte und die daraus gewonnenen Aussagen für die Schwefelkomponenten $S_{\text{oxid.}}$ und $S_{\text{red.}}$ für die Messungen im Ortsteil Nové Mesto noch einmal übersichtlich zusammengefaßt; die Tabellen 2c und 2d zeigen eine Reihung der Meßpunkte 1-17 der maximalen Konzentrationen an $S_{\text{oxid.-}}$ und $S_{\text{red.-}}$ Werten, getrennt für die fünf Meßtage, wobei jeweils der höchste an einem Meßtag gemessene Wert pro Punkt herangezogen wurde.

$S_{\text{oxid.}}$:

Faßt man die Ergebnisse der fünf Meßtage für oxidierte Schwefelverbindungen (wobei es sich in erster Linie um Schwefeldioxid handeln dürfte) zusammen, so zeigt sich folgendes:

- die absolut höchste SO_x -Konzentration von 2360 ppb wurde an Meßpunkt 5 (an der Odborárska, siehe Karte 3) festgestellt
- auch im Mittel über die 5 Meßfahrten betrachtet ist am ehesten am Meßpunkt 5 mit den höchsten SO_x -Belastungen zu rechnen
- als der am zweithöchsten belastete Meßpunkt ist Nr.6 zu werten, gefolgt von den Punkten 8, 14, 15, 10 und 7 (siehe Tabelle 2c, Seite 49)
- auffallend ist, daß an den fünf Meßtagen die jeweils schwerstbelasteten Meßpunkte - bis auf Punkt 6 unterschiedlich waren; das bedeutet, daß die jeweils höchsten SO_x -Belastungen in diesem Stadtteil von Bratislava nur durch ein ziemlich dichtes Meßnetz erfaßt werden können. Allerdings liegen diese Meßpunkte alle in einem relativ kleinen Gebiet von etwa $1,5 \text{ km}^2$.

S_{red.} :

Faßt man die Ergebnisse der fünf Meßtage für reduzierte Schwefelverbindungen (z.B. Schwefelkohlenstoff, CS₂ und Schwefelwasserstoff, H₂S, aber auch Mercaptane) zusammen, so ergibt sich folgendes:

- die absolut höchste Konzentration an reduzierten Schwefelverbindungen von 3600 ppb wurde, wie auch die höchste SO_x-Belastung, an Meßpunkt 5 festgestellt
- als der am zweithöchsten belastete Meßpunkt ist Punkt 14 zu werten, gefolgt von den Punkten 6, 7, 10, 15 und 3 (siehe Tabelle 2 d, Seite 50)
- auch in diesem Fall fällt auf, daß die jeweils schwerstbelasteten Meßpunkte, wie auch im Fall der oxidierten Schwefelverbindungen, stets unterschiedlich waren; die Meßpunkte an denen die höchsten Konzentrationen gemessen wurden, liegen auch im Fall der reduzierten Schwefelverbindungen in einem relativ kleinen Gebiet von ca. 1,5 km².

Tabelle 2c

Die Reihung der Meßpunkte 1-17 der maximalen Konzentrationen an S_{Oxid} . Werten getrennt für die fünf Meßtage:

Anmerkung: (Es wurde jeweils der höchste an einem Meßtag gemessene Wert pro Punkt herangezogen.)

Reihung	25.1.	Wert (ppb)	21.2.	Wert (ppb)	5.3.	Wert (ppb)	13.3.	Wert (ppb)	11.4.	Wert (ppb)	Mittlere Reihung
1	5	(2360)	7	(1450)	6	(440)	3	(280)	14	(530)	5
2	10	(500)	6	(640)	14	(85)	5	(220)	15	(63)	6
3	9	(230)	14	(250)	15	(80)	8	(195)	17	(63)	8
4	6	(110)	5	(220)	5	(70)	7	(85)	10	(58)	14
5	8	(100)	13	(110)	8	(48)	10	(48)	16	(33)	15
6	7	(54)	15	(110)	16	(45)	14	(45)	8	(24)	10
7	14	(54)	4	(85)	4	(45)	6	(33)	5	(24)	7
8	4	(40)	16	(85)	12	(33)	16	(33)	7	(22)	3
9	2	(29)	1	(80)	10	(33)	17	(33)	6	(22)	16
10	11	(29)	10	(80)	17	(31)	4	(24)	4	(19)	17
11	1	(23)	12	(75)	7	(27)	1	(22)	2	(19)	4
12	--		3	(70)	1	(24)	15	(21)	--		2
13	--		--		--		--		--		11
14	--		--		--		--		--		1
15	--		--		--		--		--		
16	--		--		--		--		--		
17	--		--		--		--		--		

Tabelle 2d

Die Reihung der Meßpunkte 1-17 der maximalen Konzentrationen an $S_{red.}$ Werten getrennt für die fünf Meßtage:

Anmerkung: (Es wurde jeweils der höchste an einem Meßtag gemessene Wert pro Punkt herangezogen.)

0.....unter der Nachweisgrenze (3 ppb $S_{red.}$)

Reihung	Wert 25.1. (ppb)	Wert 21.2. (ppb)	Wert 5.3. (ppb)	Wert 13.3. (ppb)	Wert 11.4. (ppb)	Mittlere Reihung
1	5 (3600)	7 (1160)	6 (380)	3 (275)	14 (48)	5
2	10 (900)	14 (550)	14 (65)	8 (165)	10 (39)	14
3	9 (220)	13 (88)	5 (36)	5 (165)	5 (9)	6
4	8 (95)	6 (50)	15 (13)	7 (60)	15 (9)	7
5	6 (90)	15 (22)	7 (0)	10 (28)	2 (0)	10
6	7 (37)	12 (15)	10 (0)	6 (15)	4 (0)	15
7	14 (25)	5 (15)	8 (0)	2 (9)	6 (0)	3
8	4 (22)	4 (9)	16 (0)	4 (9)	7 (0)	8
9	11 (17)	16 (9)	12 (0)	14 (9)	8 (0)	2
10	2 (12)	1 (9)	17 (0)	15 (0)	16 (0)	12
11	1 (12)	8 (9)	4 (0)	16 (0)	17 (0)	4
12	--	10 (9)	1 (0)	1 (0)	--	16
13	--	3 (9)	--	17 (0)	--	1
14	--	--	--	--	--	14
15	--	--	--	--	--	
16	--	--	--	--	--	
17	--	--	--	--	--	

3.2 Stickstoffoxide

3.2.1 Raffinerie

3.2.1.1 Stickstoffmonoxid

Die Raffinerie wurde auf der in Karte 2 eingetragenen Strecke umfahren, die Meßwerte an den eingetragenen Punkten 1-9 in tabellarischer Form für die einzelnen Meßtage für die jeweilige Anzahl von Fahrten dargestellt (siehe Tabelle 3a).

a) Meßtag: 25. Jänner 1991

An diesem Meßtag wurde die Raffinerie zweimal umfahren, Konzentrationserhöhungen von bis zu 380 ppb NO über den Grundwert (ca. 30 ppb) konnten an den Punkten 1, 7, 8 und 9 (siehe Karte 2) festgestellt werden; sie waren wahrscheinlich verkehrsbedingt. Die durchschnittliche Fahrtgeschwindigkeit betrug ca. 35 - 40 km/h.

b) Meßtag: 21. Februar 1991

Bei den 5 an diesem Meßtag durchgeführten Umfahrungen der Raffinerie wurden Konzentrationserhöhungen von NO von bis zu 250 ppb gegenüber dem vorherrschenden Grundpegel festgestellt. Diese Konzentrationsspitzen waren aber auch an diesem Meßtag wahrscheinlich verkehrsbedingt und können keinem Bereich der Raffinerie zugeordnet werden.

c) Meßtag: 5. März 1991

An diesem Meßtag wurden insgesamt 8 Umfahrungen der Raffinerie durchgeführt; Konzentrationsspitzen von bis zu 150 ppb NO traten außerhalb der verkehrsbelasteten Gebiete an den Punkten 3, 4, 7 und 8 auf, eine Zuordnung zu einem Anlagenteil ist aber nicht möglich.

d) Meßtag: 13. März 1991

Bei 6 Umfahrungen der Raffinerie konnten wieder nur geringfügige Konzentrationserhöhungen von NO an den Punkten 3 und 5 von bis zu 60-160ppb festgestellt wurden. Diese geringen Konzentrationserhöhungen konnten keinem Verursacher zugeordnet werden, ein unmittelbarer Einfluß des KFZ-Verkehrs kann in diesem Fall jedoch ausgeschlossen werden.

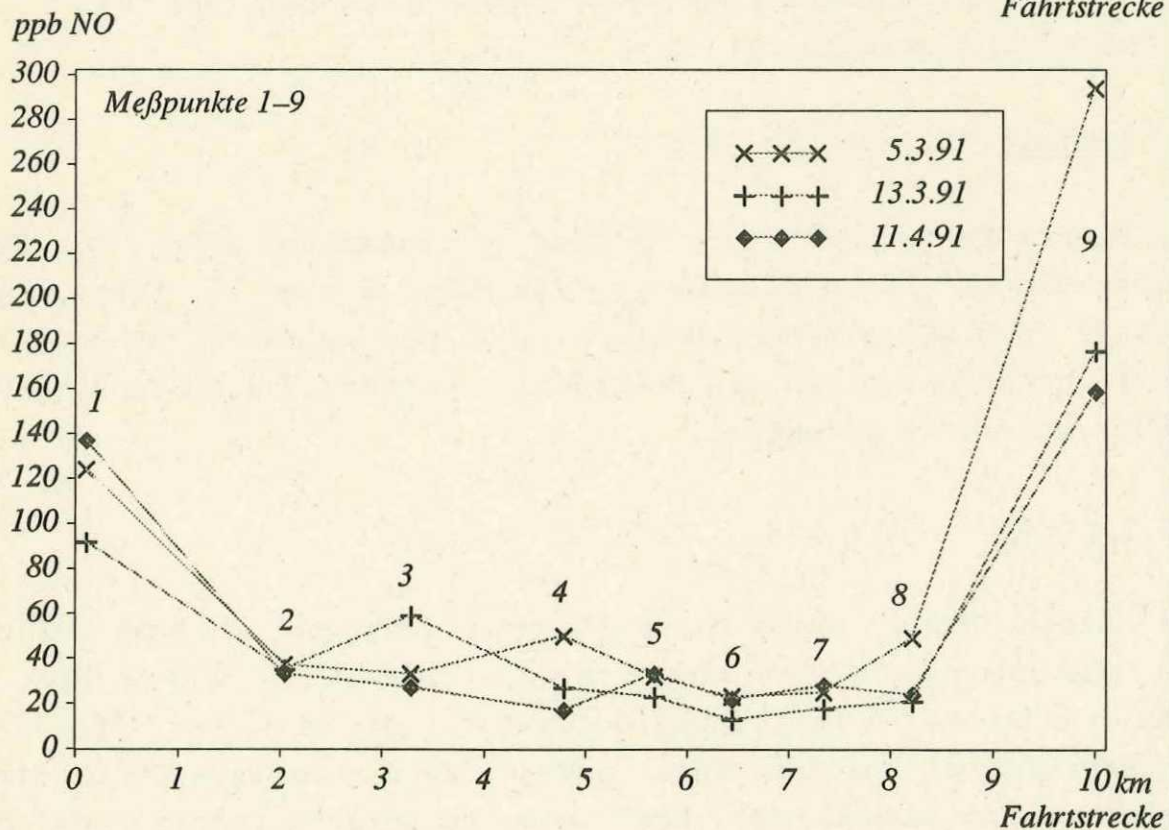
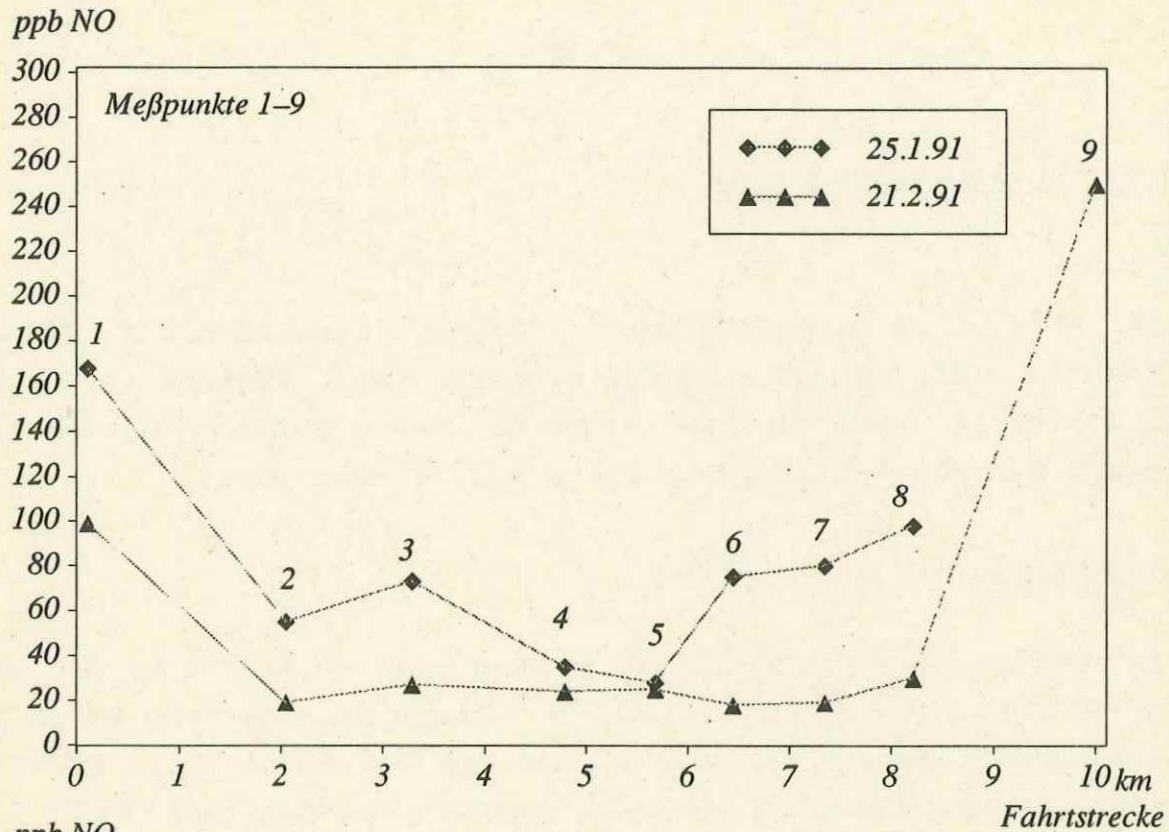
e) Meßtag: 11. April 1991

An diesem Meßtag wurde die Raffinerie insgesamt 9 mal umfahren. Außer den Konzentrationsspitzen, welche direkt vom KFZ-Verkehr verursacht waren (Punkte 1 und 9), konnten auch an diesem Meßtag keine auffälligen Konzentrationserhöhungen, welche auf die Raffinerie zurückzuführen wären, gemessen werden.

Tabelle 3a

Die Stickstoffoxiddkonzentrationen im Bereich der Raffinerie Slovnaft an den Punkten 1 - 9 (siehe Karte 2). Werte in ppb.

Meß- punkte	25.1.		21.2.					5.3.								13.3.						11.4.								
	Einzel- fahrten		Einzel- fahrten					Einzel- fahrten								Einzel- fahrten						Einzel- fahrten								
	1	2	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	240	95	140	115	70	80	90	75	75	110	260	85	210	90	90	110	70	120	115	70	65	140	165	145	210	175	250	100	70	25
2	65	45	15	20	15	35	10	25	40	25	65	20	65	15	40	75	25	60	35	10	05	30	75	35	35	35	40	20	15	10
3	40	105	10	40	65	10	10	20	40	25	55	35	45	30	15	30	15	175	40	10	65	25	30	25	70	25	35	20	10	05
4	30	40	10	25	40	30	15	115	30	20	170	20	20	15	10	30	15	75	10	05	25	15	25	20	30	20	20	10	05	05
5	30	25	20	40	25	20	20	70	15	35	85	20	10	10	10	75	10	30	10	05	10	130	40	45	20	15	10	10	05	25
6	30	120	15	20	15	20	20	25	10	45	70	10	10	10	05	35	10	15	10	05	05	70	20	40	15	15	10	05	10	15
7	120	40	25	15	15	20	20	20	10	30	90	20	10	10	10	20	30	35	10	05	05	50	30	20	45	30	10	15	40	10
8	100	95	65	10	50	15	10	60	70	50	170	15	10	10	10	20	30	30	35	05	05	35	20	35	30	40	10	10	25	10
9	--	415	280	--	--	220	--	180	--	520	240	--	265	265	--	150	180	300	--	140	115	165	200	80	185	--	105	265	110	--



Messung & Graphik: Umweltbundesamt

Abb. 7: Die NO-Konzentrationen im Bereich der Raffinerie Sloznaft an den Meßpunkten 1-9 (s. Karte 2). Die Werte (angegeben in ppb) sind Mittelwerte aus der jeweiligen Anzahl der Fahrten am entsprechenden Meßtag (s. Tab. 3a).

3.2.1.2 Stickstoffdioxid

Die Raffinerie wurde auf der in Karte 2 eingetragenen Strecke umfahren, die Meßwerte an den eingetragenen Punkten 1-9 in tabellarischer Form für die einzelnen Meßtage für die jeweilige Anzahl von Fahrten dargestellt (siehe Tabelle 3b).

a) Meßtag: 25. Jänner 1991

Die Raffinerie wurde an diesem Meßtag zweimal umfahren; die NO_2 -Konzentrationen bewegten sich in einem Bereich von 10-60 ppb NO_2 ; der Grundwert ist bei ca. 10 ppb NO_2 anzusetzen. Die Konzentrationserhöhungen über diesen Wert sind überwiegend als verkehrsbedingt anzusehen.

b) Meßtag: 21. Februar 1991

An diesem Meßtag wurde die Raffinerie fünfmal umfahren. Die Konzentrationen lagen allgemein etwas höher als am 25. Jänner 1991 (15-90 ppb NO_2), höhere Werte als 15 ppb (Grundbelastung) sind aber nicht als durch die Raffinerie sondern durch den KFZ-Verkehr verursacht anzusehen.

c) Meßtag: 5. März 1991

An diesem Meßtag wurde die Raffinerie insgesamt achtmal umfahren, die Konzentrationen bewegten sich zwischen 15 und 65 ppb. Es war wieder keine Konzentrationsspitze, die auf die Raffinerie zurückzuführen gewesen wäre, meßbar. Auch an diesem Meßtag sind Konzentrationserhöhungen über die Grundkonzentration von ca. 15-20 ppb NO_2 als verkehrsbedingt anzusehen.

d) Meßtag: 13. März 1991

Bei den sechs Umfahrungen der Raffinerie zeigte sich ein ähnliches Bild wie schon bei den vorangegangenen Fahrten: Konzentrationserhöhungen über den Grundwert von ca. 15-20 ppb NO₂ von diesmal bis zu 60 ppb waren auch an diesem Tag dem KFZ-Verkehr als Verursacher zuzuordnen.

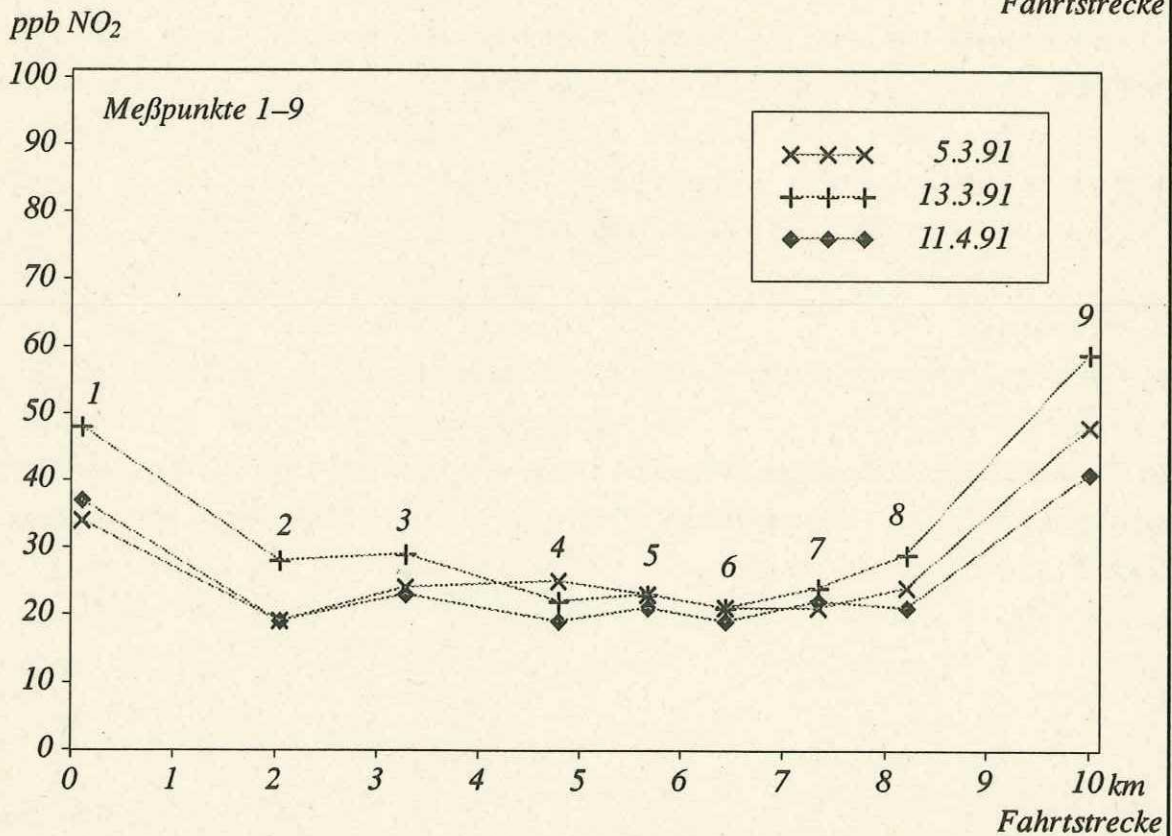
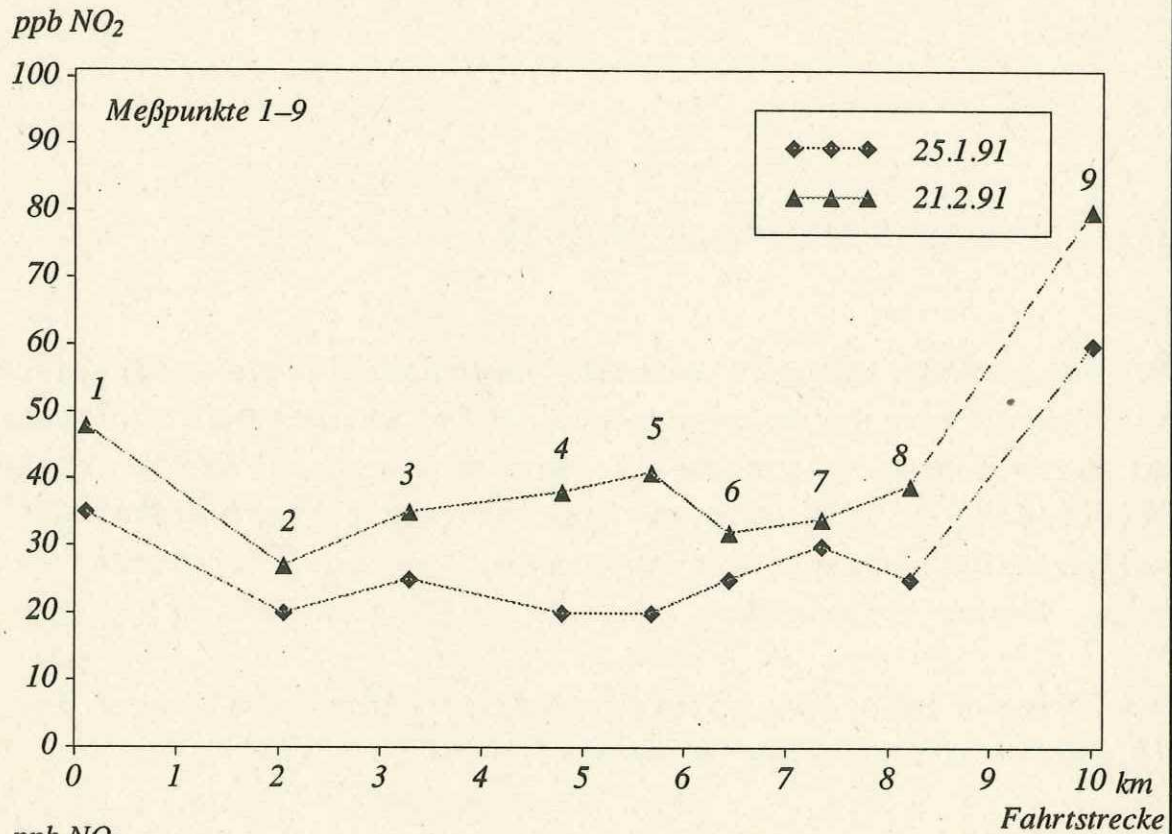
e) Meßtag: 11. April 1991

An diesem Meßtag wurde die Raffinerie neunmal umfahren. (Grundwert ca. 15-20 ppb NO₂): Konzentrationserhöhungen über diesen Wert waren auch hier verkehrsbedingt, die Raffinerie konnte also als Emittent von hohen NO₂-Konzentrationen nicht identifiziert werden.

Tabelle 3b

Die Stickstoffdioxidkonzentrationen im Bereich der Raffinerie Slovnaft an den Punkten 1 - 9 (siehe Karte 2). Werte in ppb.

Meß- punkte	25.1.		21.2.					5.3.								13.3.						11.4.								
	Einzel- fahrten		Einzel- fahrten					Einzel- fahrten								Einzel- fahrten						Einzel- fahrten								
	1	2	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	40	30	45	40	40	55	60	25	30	30	60	25	45	30	30	65	55	50	50	35	30	85	45	35	50	85	50	30	30	20
2	15	25	15	20	20	45	35	20	25	15	20	15	25	15	20	35	30	35	30	20	15	25	20	20	20	15	20	20	20	15
3	15	35	15	35	50	40	35	20	30	20	30	25	25	20	20	40	25	40	25	20	25	25	25	25	30	20	25	20	20	20
4	10	30	30	35	45	40	40	35	25	20	45	20	20	15	20	30	25	30	15	15	15	20	20	15	25	20	20	20	15	15
5	10	30	40	45	40	35	45	30	20	25	30	20	20	15	20	40	20	25	20	15	15	35	20	20	20	20	15	20	15	20
6	15	35	30	30	30	35	35	25	20	25	25	20	20	15	20	30	20	20	20	15	20	25	15	20	15	20	20	20	15	20
7	30	30	45	30	30	30	35	25	20	25	20	25	15	15	20	30	20	30	20	20	25	30	20	15	20	20	20	20	30	20
8	20	30	45	25	40	45	40	30	25	30	25	20	20	20	20	30	30	30	35	20	30	25	20	20	20	20	15	20	25	20
9	--	60	70	--	--	90	--	40	--	65	40	--	45	50	--	55	55	80	--	50	55	35	70	30	50	--	35	40	30	--



Messung & Graphik: Umweltbundesamt

Abb. 8: Die NO₂-Konzentrationen im Bereich der Raffinerie Slovnaft an den Meßpunkten 1-9 (s. Karte 2). Die Werte (angegeben in ppb) sind Mittelwerte aus der jeweiligen Anzahl der Fahrten am entsprechenden Meßtag (s. Tab. 3b).

ren, die Konzentrationen bewegten sich zwischen 1.9 und 5.6 ppm CH, Erhöhungen über den Grundwert von ca. 1.9 - 2.2 ppm sind an den Punkten 1 und 9 als verkehrsbedingt anzusehen. Konzentrationserhöhungen zwischen den genannten Punkten waren zumeist kurzfristig und eindeutig von der Raffinerie verursacht.

d) Meßtag: 13. März 1992

Bei den sechs, an diesem Meßtag durchgeführten Umfahrungen der Raffinerie zeigte sich ein ähnliches Bild wie an den Tagen zuvor. (Grundwert 2.0 - 2.2 ppm). Es wurden Konzentrationserhöhungen um bis zu 4.6 ppm an Punkt 5, welche eindeutig der Raffinerie zuzuordnen sind, gemessen. Die geringfügigen Konzentrationserhöhungen über den Grundwert an den Punkten 1 und 9 (0.3 - 0.6 ppm) sind als verkehrsbedingt anzusehen.

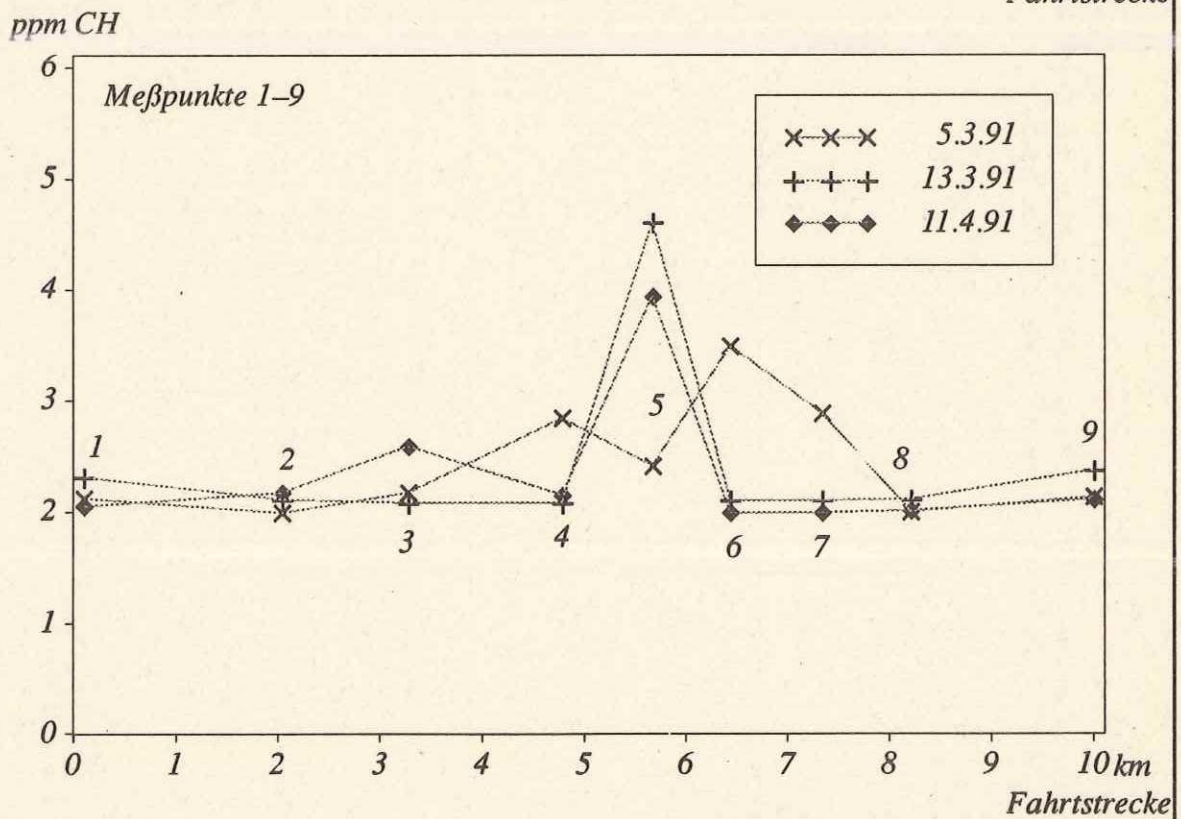
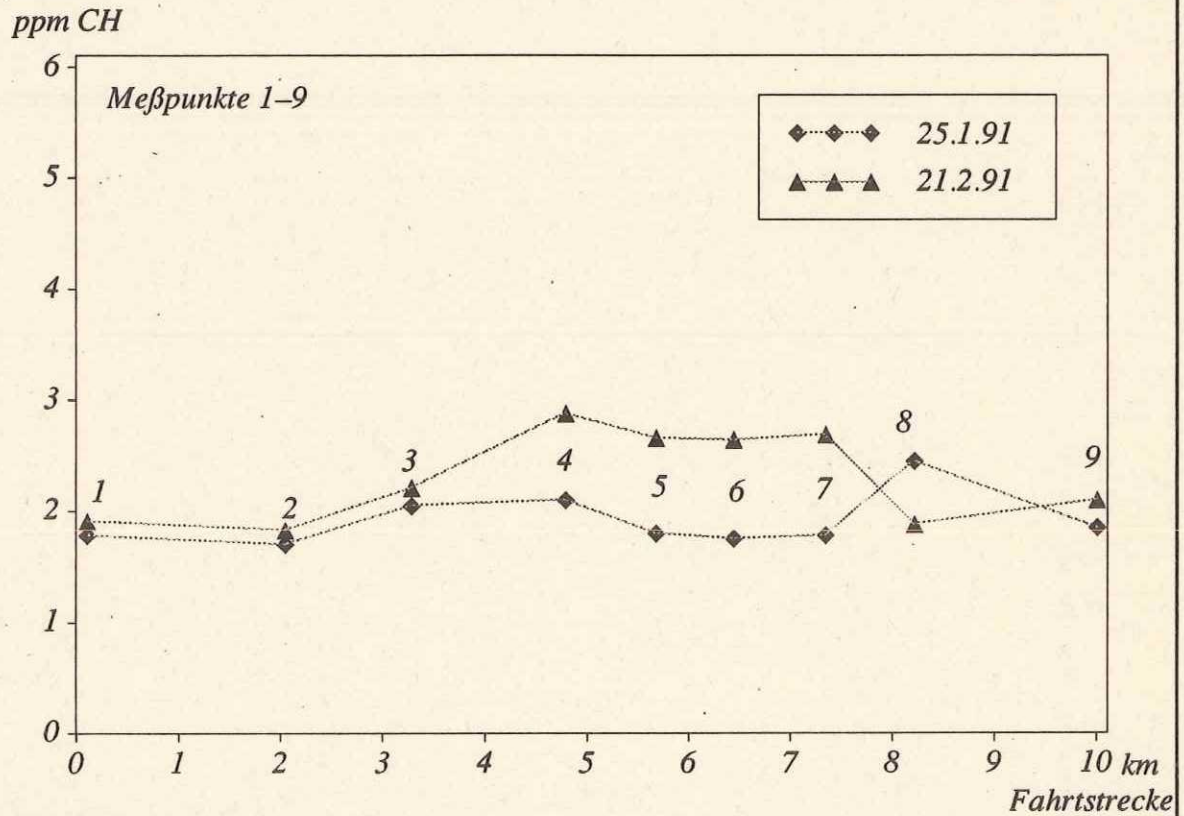
e) Meßtag: 11. April 1992

An diesem Meßtag wurde die Raffinerie neunmal umfahren; kurzfristige Konzentrationserhöhungen von bis zu 4.2 ppm über den Grundwert von 1.9 - 2.2 ppm traten wieder am Meßpunkt 5 auf und sind auch an diesem Meßtag der Raffinerie als Verursacher zuzuordnen.

Tabelle 4

Die Gesamtkohlenwasserstoffkonzentration im Bereich der Raffinerie Slovnaft an den Punkten 1 - 9 (siehe Karte 2). Werte in ppm.

Meß- punkte	25.1.		21.2.					5.3.								13.3.						11.4.								
	Einzel-		Einzel-					Einzel-								Einzel-						Einzel-								
	fahrten		fahrten					fahrten								fahrten						fahrten								
	1	2	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1.8	1.8	1.9	1.9	2.0	1.9	1.9	2.2	2.1	2.2	2.5	2.1	2.1	2.0	1.9	2.7	2.4	2.8	2.2	2.2	2.2	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9
2	1.7	1.7	1.9	1.8	1.8	1.9	1.8	2.0	2.1	2.2	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	2.4	2.2	2.1	2.1	2.0	2.1	2.3	2.1	2.5	2.3	2.0	2.0	2.1	2.4	1.9
3	1.9	2.2	2.0	2.0	2.1	2.4	2.6	2.1	2.4	2.0	2.1	2.1	2.1	2.4	2.2	2.2	2.2	2.2	2.0	2.0	2.0	2.6	2.9	2.9	2.6	2.3	2.6	2.2	3.3	2.8
4	2.3	1.9	3.3	2.7	2.2	3.1	3.1	2.1	2.1	2.1	2.2	2.1	4.4	5.1	2.7	2.2	2.2	2.2	2.0	2.0	2.0	2.4	2.5	2.2	2.1	2.0	2.0	2.1	2.1	2.1
5	1.8	1.8	2.2	2.1	2.6	2.3	4.1	2.2	2.2	2.1	2.7	2.9	2.9	2.0	2.4	6.1	3.9	4.6	4.6	6.6	6.6	2.2	4.4	2.1	3.8	5.6	6.4	3.3	3.1	4.6
6	1.8	1.8	2.2	2.4	2.6	2.4	3.6	5.2	5.6	3.9	2.5	4.0	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.1	2.1	2.0	2.1	2.1	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9
7	1.8	1.8	3.1	3.0	2.2	2.6	2.6	3.3	2.7	2.4	2.3	5.6	3.0	1.9	1.9	2.2	2.1	2.2	2.1	2.0	2.1	2.1	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9
8	1.7	3.2	1.9	1.9	1.9	1.9	2.0	2.1	2.1	2.1	2.1	2.0	1.9	1.9	1.9	2.2	2.2	2.2	2.1	2.0	2.1	2.1	2.1	2.2	2.1	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9
9	1.8	1.9	2.0	--	--	2.3	--	2.2	--	2.1	2.2	--	2.1	2.1	--	2.4	2.5	2.7	--	2.1	2.2	2.1	2.3	2.1	2.1	--	1.9	2.1	2.2	--



Messung & Graphik: Umweltbundesamt

Abb. 9: Die CH-Konzentrationen im Bereich der Raffinerie Slovnaft an den Meßpunkten 1-9 (s. Karte 2). Die Werte (angegeben in ppm) sind Mittelwerte aus der jeweiligen Anzahl der Fahrten am entsprechenden Meßtag (s. Tab. 4).

3.3.2 Chemische Betriebe Nové Mesto

Ebenso wie für die Stickstoffoxide wurde für die Kohlenwasserstoffverbindungen keine detaillierte Auswertung vorgenommen, da an keinem der fünf Meßtage CH-Konzentrationen auftraten, welche die verkehrsbedingten Belastungen überstiegen hätten und welche einer stationären Anlage zugeordnet werden hätten können.

Die verkehrsbedingten Kohlenwasserstoffbelastungen waren in folgenden Straßenzügen am höchsten:

- * Kreuzungsbereich Vajnorska/Malinovského: 2.7 - 4.0 ppm
- * Kreuzungsbereich Tomasikova/Vajnorska: 2.5 - 4.2 ppm
- * Kreuzungsbereich Dimitrovova/Mytna Februaroveho vit.:
2.5 - 8 ppm

IV. Zusammenfassung

An 5 Meßtagen zwischen Jänner und April 1991 wurden Transmissionsmessungen von oxidierten S-Verbindungen, reduzierten S-Verbindungen, Stickstoffmonoxid, Stickstoffdioxid und der Summe organischer Verbindungen im Gebiet von Preßburg durchgeführt. Die Messungen fanden an Tagen statt, an welchen aufgrund der meteorologischen Bedingungen hohe Belastungen zu erwarten waren.

Die 1. Meßfahrt (vom 25. Jänner 1991) erbrachte, daß

- * die höchsten Belastungen bezüglich oxid. und red. S-Verbindungen im Ortsteil Novè Mesto auftraten und durch dortige chemische Betriebe verursacht wurden
- * die höchsten Belastungen an Stickstoffoxiden verkehrsbedingt waren; als besonders belastet erwies sich die Straße Malinovskèho
- * neben den verkehrsbedingten Konzentrationserhöhungen wurden für die Summe der organischen Verbindungen auch Konzentrationserhöhungen festgestellt, welche der Raffinerie zugeordnet werden können
- * ansonsten wurden keine auffallenden Einzelemittenten im Gebiet von Preßburg festgestellt. Die Konzentrationspegel für die angeführten Komponenten lagen außerhalb des Gebietes von Novè Mesto sowie außerhalb des Nahbereichs um die Raffinerie in jenem Bereich, der auch für ein vergleichbar dicht besiedeltes Gebiet in Österreich zu erwarten wäre.

An den folgenden 4 Meßtagen wurden sowohl das Gebiet von Novè Mesto, als auch das Gebiet um die Raffinerie näher untersucht. Die Meßergebnisse vom 25.1.1991 bestätigten sich insofern, als

- der Raffinerie eindeutige Konzentrationsmaxima an oxidierten Schwefelverbindungen und der Summe organischer Verbindungen zuzuordnen sind; möglicherweise trifft dies auch für Stickstoffmonoxid zu
- den chemischen Betrieben in Novè Mesto eindeutig Konzentrationsmaxima an oxid. und red. Schwefelverbindungen zuzuordnen sind.

An 2 Meßtagen (21. Feber und 5. März 1991) konnte die Abgasfahne der Raffinerie für oxidierte S-Verbindungen eindeutig in Richtung Österreich bzw. Kittsee erfaßt werden; die zur selben Zeit an der stationären Meßstelle in Kittsee gemessenen erhöhten SO_2 -Belastungen sind somit zu einem Großteil dem Einfluß der Raffinerie zuzuschreiben.

Die maximal gemessenen Momentanwerte für die einzelnen Komponenten waren:

- * oxid. S-Verbindungen: 2360 ppb (Novè Mesto)
- * red. S-Verbindungen: 3600 ppb (Novè Mesto)
- * Stickstoffmonoxid: > 1 ppm (Kreuzungsbereich Stefanikova/
Malinovskèho)
- * Stickstoffdioxid: 130 ppb (Kreuzungsbereich Stefanikova/
Malinovskèho)
- * Summe org. Verbindungen: 8 ppm (Novè Mesto)

