
Luftqualität

in Nordrhein-Westfalen

Kontinuierliche Luftqualitätsmessungen

Mobile Immissionsmessung Nr. 339

Hennef

Juli 2000



Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen

Postfach 10 23 63 • 45023 Essen • Telefon (02 01) 79 95-0

Telefax (02 01) 79 95-14 48

E-mail: poststelle@lua.nrw.de

Internet unter www.lua.nrw.de

Eigendruck, Essen 2001

ISSN 0946-9079

Gedruckt auf 100 % Altpapier ohne Chlorbleiche

Inhalt

1. Vorbemerkungen
2. Messergebnisse
 - 2.1 Messstandort
 - 2.2 Messprogramm
 - 2.3 Einzelwerte und Tageskenngrößen
 - 2.4 Kenngrößen des Messzeitraums
 - 2.5 Meteorologische Situation im Messzeitraum
3. Bewertung der Messergebnisse
 - 3.1 Anorganische gasförmige Stoffe und Schwebstaub
 - 3.2 Leichtflüchtige organische Verbindungen
 - 3.3 Schwermetalle im Schwebstaub
 - 3.4 Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe im Schwebstaub
4. Zusammenfassung
5. Literatur

1. Vorbemerkungen

Was ist MILIS?

Seit 1984 werden vom Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen mobile Immissionsmessungen (MILIS), im Regelfall an Orten, die nicht einer ständigen Luftqualitätsüberwachung unterliegen, durchgeführt. Mit den im Rahmen dieses Programms durchgeführten Messungen wird dem Bedürfnis der Bevölkerung nach Informationen über die lokale Immissionsituation entsprochen. Antragsteller für die Immissionsmessungen sind überwiegend die Staatlichen Umweltämter, Kommunen oder Bürgerinitiativen. Die Messungen werden vom Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV) koordiniert.

Das Messprogramm

Für die in der Regel einmonatigen Immissionsmessungen gelangt ein mobiler Messcontainer an dem zuvor festgelegten Standort zum Einsatz. Über eine Glasleitung wird Außenluft in einer Höhe von ca. 3,5 Metern angesaugt und den Messgeräten zugeführt. Die Konzentrationen der anorganischen Stoffe *Schwefeldioxid (SO₂)*, *Stickstoffmonoxid (NO)*, *Stickstoffdioxid (NO₂)*, *Kohlenmonoxid (CO)* und *Ozon (O₃)* sowie die *Schwebstaubkonzentration (SSTR)* werden kontinuierlich gemessen. Die zusätzliche kontinuierliche Erfassung der meteorologischen Parameter *Windrichtung* und *Windgeschwindigkeit* ermöglicht windrichtungsabhängige Auswertungen der Daten.

Neben diesen routinemäßig gemessenen Parametern besteht die Möglichkeit der quasi-kontinuierlichen Messung leichtflüchtiger organischer Stoffe (VOC = volatile organic compounds): *Benzol*, *Toluol*, *m- und p-Xylol*, *o-Xylol*, *Ethylbenzol*, *Cyclohexan* und *1,2,4-Trimethylbenzol*. In diskontinuierlichen Messungen können eine Reihe von *Metallen* und *polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) im Schwebstaub* analysiert, sowie über ein weiteres Probenahmesystem *polychlorierte Dibenzo-p-dioxine und -furane (PCDD/PCDF)* und *polychlorierte Biphenyle (PCB)* in der Luft bestimmt werden.

Das genaue Messprogramm wird für jeden Standort individuell unter Berücksichtigung vorhandener Emittenten und vorliegender Beschwerden zusammengestellt.

Die unterschiedlichen Messmethoden

a) Kontinuierliche Messungen:

Gemessene Stoffe und meteorologische Größen:

SO₂, NO, NO₂, CO, O₃, Schwebstaub (SSTR), Windrichtung (WRI), Windgeschwindigkeit (WGES)

Diese Stoffe bzw. Messgrößen werden im Fünfskundenabstand erfasst und zu Halbstundenwerten gemittelt. Die Messgeräte sind die gleichen, die auch im landesweiten LUQS-Messnetz (Luftqualitätsüberwachungssystem) verwendet werden. Eine Kontrolle der Kalibrierung erfolgt bei den Analysatoren für gasförmige Stoffe automatisch einmal in 25 Stunden bzw. beim CO einmal wöchentlich durch Aufgabe von Prüfgasen mit bekannten Stoffgehalten.

b) Intervallmessungen:

Mittels eines Prozessgaschromatographen werden nach jeweils 30-minütiger Probenahme über eine Anreicherungssäule die Konzentrationen der Stoffe Benzol, Toluol, m- und p-Xylol, o-Xylol, Ethylbenzol, Cyclohexan und 1,2,4-Trimethylbenzol bestimmt. Ergebnisse der VOC-Messungen sind Halbstundenwerte, die weiter zu Tages- und Monatsmittelwerten zusammengefasst werden. Auch für diese Stoffe wird die Kalibrierung täglich durch automatische Aufgabe von Prüfgasen kontrolliert.

c) Tagesproben:

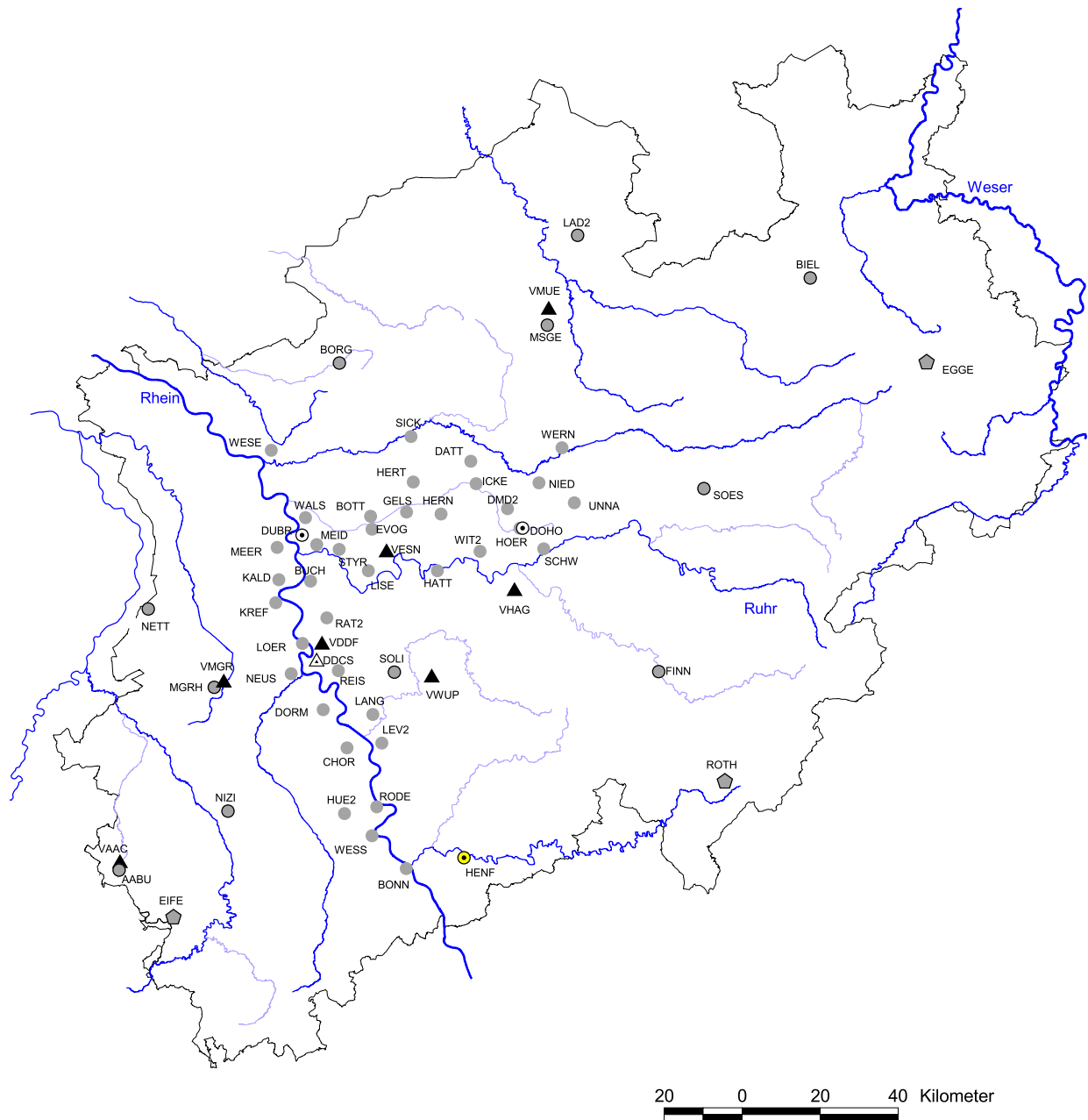
Mittels eines Schwebstaubprobenahmegerätes (LIB-Filtergerät) werden über jeweils 24 Stunden in der Regel zweimal wöchentlich Membranfilter und einmal wöchentlich Glasfaserfilter mit Schwebstaub belegt. Aus dem abgeschiedenen Schwebstaub der Membranfilter werden die Metalle Blei, Cadmium, Nickel und Arsen bestimmt, in besonderen Fällen zusätzlich die Metalle Chrom, Vanadium, Eisen und Zink. Aus dem Schwebstaub der Glasfaserfilter werden die folgenden PAK bestimmt: Benzo[a]pyren, Benzo[e]pyren, Benz[a]anthracen, Dibenz[a,h]anthracen, Benzo[ghi]perylen und Coronen. Aus diesen im allgemeinen acht bzw. vier Proben werden Monatsmittelwerte berechnet.

d) Monatsprobe:

In einem weiteren Probenahmesystem wird einen Monat lang Luft über eine Filtermasse gezogen, wobei gasförmige und partikelgebundene PCDD/PCDF und PCB abgeschieden und danach im Labor bestimmt werden.

Aufbereitung der Messwerte und Beurteilungsmaßstäbe

Die aus den kontinuierlichen Messungen erhaltenen Halbstundenwerte werden zu Tages- und Monatsmittelwerten zusammengefasst, welche dann mit zeitgleich gemessenen Konzentrationen an anderen Messorten, z. B. den vom LUA betriebenen ortsfesten LUQS-Stationen, verglichen werden können. Karte 1 gibt einen Überblick über die Lage der im Jahr 2000 betriebenen LUQS-Stationen zur kontinuierlichen Luftqualitätsüberwachung. Tabelle 1.1 enthält weitere Angaben zur Lage der Stationen sowie deren Ausstattung.



Stationslegende			
●	Stationen im Rhein-Ruhr-Gebiet	▲	Verkehrsstationen
⦿	Stationen außerhalb des Rhein-Ruhr-Gebietes	△	Verkehrssondermessstationen
⬠	Waldstationen	⊙	MILIS-Stationen

Karte 1: Lage der LUQS-Stationen zur kontinuierlichen Luftqualitätsüberwachung in NRW im Jahre 2000

Tabelle 1.1: LUQS-Stationen zur kontinuierlichen Luftqualitätsüberwachung im Jahr 2000

Name der Station	Kürzel	Standort	Zuordnung	SO ₂	SST	NO _x	CO	O ₃	Meteorologie ¹⁾	Wind ²⁾	Rechtswert	Hochwert	Höhe in m NN
Castrop-Rauxel-Ickern	ICKE	Uferstr.	RUO	x	x	x	x	x			2594,5	5718,5	60
Datteln-Hagem	DATT	Mozartstr.	RUO	x	x	x	x				2592,2	5724,0	80
Dortmund-Eving	DMD2	Burgweg	RUO	x	x	x	x	x		23 m	2601,2	5712,4	75
Dortmund-Hörde	HOER	Seekante	RUO	x	x	x	x				2604,2	5707,6	110
Lünen-Niederaden	NIED	Kreisstr.	RUO	x	x	x	x		x	20 m	3401,0	5718,5	58
Schwerte	SCHW	Schützenstr.	RUO	x	x	x	x	x		19 m	3401,5	5702,4	157
Unna-Königsborn	UNNA	Palaiseastr.	RUO	x	x	x		x	x	19 m	3409,4	5713,3	72
Werne-Evenkamp	WERN	Grote-Dahl-Weg	RUO	x	x	x					3406,9	5726,8	64
Witten-Annen	WIT2	Westfalenstr.	RUO	x	x	x	x			19 m	2594,5	5702,0	105
Botrop-Welheim	BOTT	Welheimer Str.	RUM	x	x	x	x	x	x	22 m	2567,8	5710,6	40
Essen-Schuir (LUA)	LISE	Wallneyer Str.	RUM	x	x	x	x	x			2567,3	5697,3	153
Essen-Vogelheim	EVOG	Hafenstr.	RUM	x	x	x	x		ohne D	17 m	2568,2	5707,4	47
Gelsenkirchen-Bismarck	GELS	Trinenkamp	RUM	x	x	x	x				2576,6	5711,6	40
Hattingen-Blankenstein	HATT	An der Becke	RUM	x	x	x			x	22 m	2584,1	5697,3	93
Herne-Süd	HERN	Ingeborgstr.	RUM	x	x	x	x				2585,0	5711,1	70
Herten-Langenbochum	HERT	Paschenbergstr.	RUM	x	x	x	x	x			2578,2	5718,9	102
Marl-Sickingmühle	SICK	Alte Str.	RUM	x	x	x	x	x		20 m	2577,7	5730,0	42
Duisburg-Buchholz	BUCH	Böhmerstr.	RUW	x	x	x	x			22 m	2553,2	5694,8	30
Duisburg-Kaldenhausen	KALD	Darwinstr.	RUW	x	x	x	x				2545,5	5695,1	30
Duisburg-Meiderich	MEID	Westenderstr.	RUW	x	x	x	x				2554,7	5703,7	30
Duisburg-Walsum	WALS	Sonnenstr.	RUW	x	x	x	x	x	x	23 m	2552,0	5710,2	28
Krefeld-Linn	KREF	Hammerstr.	RUW	x	x	x	x	x			2544,7	5689,5	32
Moers-Meerbeck	MEER	Fuldastr.	RUW	x	x	x	x	x			2545,1	5703,0	28
Mülheim-Styrum	STYR	Neustadtstr.	RUW	x	x	x	x	x		22 m	2560,2	5702,5	37
Wesel-Feldmark	WESE	Mercatorstr.	RUW	x	x	x		x	x	16 m	2543,6	5726,6	25
Düsseldorf-Lörick	LOER	Lütticherstr.	RHM	x	x	x		x			2551,2	5679,6	32
Düsseldorf-Reisholz	REIS	Further Str.	RHM	x	x	x	x			22 m	2560,0	5673,0	40
Neuss	NEUS	Jean-Pullen-Weg	RHM	x	x	x	x	x		19 m	2548,5	5672,2	40
Ratingen-Tiefenbroich	RAT2	Daniel-Goldbach Str.	RHM	x	x	x	x				2576,2	5685,8	41
Bonn-Auerberg	BONN	An der Josefshöhe	RHS	x	x	x		x		22 m	2557,5	5624,8	57
Dormagen-Horrem	DORM	Weilerstr.	RHS	x	x	x	x	x			2556,3	5663,5	44
Hürth	HUE2	Dunantstr.	RHS	x	x	x	x	x			2561,5	5638,2	90
Köln-Chorweiler	CHOR	Fühlinger Weg	RHS	x	x	x		x		19 m	2562,1	5654,2	45
Köln-Rodenkirchen	RODE	Friedrich-Ebert-Str.	RHS	x	x	x	x	x	x	19 m	2569,3	5639,8	45
Langenfeld-Reusrath	LANG	Virneburgstr.	RHS	x	x	x		x	x	17 m	2568,4	5662,3	65
Leverkusen-Manfort	LEV2	Manforter Str.	RHS	x	x	x	x	x			2570,6	5655,3	50
Wesseling	WESS	Hubertusstr.	RHS	x	x	x	x				2568,2	5632,8	58
Ergegebirge (Veldrom)	EGGE	Horn-Bad Meinberg	W	x	x	x		x	x	22 m	3496,6	5744,1	430
Eifel (Simmerath)	EIFE	B339, Nähe Simmerath	W	x	x	x		x	x	23 m	2519,9	5613,1	572
Rothaargeb. (Hilchenb.)	ROTH	Forsthaus Hohenroth	W	x	x	x			ohne S	28 m	3443,3	5644,2	635
Aachen-Burtscheid	AABU	Hein-Görgen-Str.	a	x	x	x	x	x	x	22 m	2506,6	5624,4	205
Bielefeld-Ost	BIEL	Herman-Delius-Str.	a	x	x	x	x	x		10 m	3469,1	5765,6	102
Borken-Gemen	BORG	Pumpenwerk Landwehrstr.	a	x	x	x	x	x		10 m	2560,3	5747,9	45
Finnentrop	FINN	Serkenroderstr.	a					x		22 m	3428,3	5671,4	310
Ladbergen	LAD2	Zur Königsbrücke	a					x	x	19 m	3412,9	5778,3	49
M.-Gladbach-Rheydt	MGRH	Urftstr.	a	x	x	x	x	x	x	19 m	2529,8	5668,9	78
Münster-Geist	MSGE	Gut Insel	a	x	x	x	x	x			3404,6	5756,8	63
Nettetal-Kaldenkirchen	NETT	Juierfeldstr.	a	x	x	x	x	x		22 m	2513,7	5688,0	49
Niederzier	NIZI	Dreibachstr.	a					x		19 m	2533,1	5638,8	105
Soest-Ost	SOES	Enkeserstr.	a	x	x	x	x	x		10 m	3441,1	5715,5	110
Solingen-Wald	SOLI	Dültgenstaler Str.	a	x	x	x	x	x	x	22 m	2573,7	5672,6	207
Aachen Kaiserplatz	VAAC	Kaiserplatz	V	x	x	x	x				2506,8	5626,6	170
Düsseldorf-Mörsenbroich	VDDF	Heinrichstr.	V	x	x	x	x			8 m	2556,0	5679,8	38
Essen-Ost Steeler Str.	VESN	Steeler Str.	V	x	x	x	x			8 m	2571,7	5702,3	100
Hagen Emilienplatz	VHAG	Emilienplatz	V	x	x	x	x				2602,9	5692,9	145
Wuppertal Fr.-E.-Allee	VWUP	Friedrich-Engels-Allee	V	x	x	x	x				2582,7	5671,8	155
Sondermessstationen													
Düsseldorf Corneliusstr.	DDCS	Corneliusstr. 71	VS		x	x ^{****)}	x ^{****)}				2554,8	5675,7	37
Dortmund-Hörde 2	DOHO	Am Remberg	MILIS	x	x	x	x	x		10 m	3396,6	5707,7	125
Duisburg-Bruckhausen	DUBR	Kaiser-Wilhelm-Str.	MILIS	x	x	x	x	x		10 m	2551,2	5705,9	28

¹⁾ Meteorologische Parameter: Luftdruck (D), Niederschlag (N), relative Luftfeuchte (F), Strahlungsbilanz (S) und Temperatur (T)

²⁾ Es werden Windrichtung und Windgeschwindigkeit gemessen; angegeben ist die Höhe des Windgebers über Grund

^{****)} Bodennahe Messungen in 1,5 m

Erläuterung der Zuordnungen

- | | | | |
|------|------------------------------------|--------|---|
| RUO: | Stationen im östlichen Ruhrgebiet | W: | Waldstationen |
| RUM: | Stationen im mittleren Ruhrgebiet | a: | Stationen außerhalb des Rhein-Ruhr-Gebietes |
| RUW: | Stationen im westlichen Ruhrgebiet | V: | Verkehrsstationen |
| RHM: | Stationen im Gebiet Rhein-Mitte | VS: | Verkehrssondermessstationen |
| RHS: | Stationen im Gebiet Rhein-Süd | MILIS: | Mobile Stationen; hier für Industrie bezogene Messungen |

Zur Beurteilung der maximalen Halbstunden- und Tagesmittelwerte stehen für die kontinuierlich gemessenen Schadstoffe als Richtwerte die Maximalen Immissionskonzentrationen (MIK-Werte) der VDI-Richtlinie 2310 zur Verfügung. Für Ozon erfolgt zusätzlich eine Bewertung der Messwerte nach der 22. BImSchV und der EU-Richtlinie 92/72/EWG. In den kürzlich von der EU verabschiedeten Richtlinien 1999/30/EG und 2000/69/EG sind für die meisten kontinuierlich gemessenen Schadstoffe auch Grenzwerte auf Basis von Stunden- und Tageswerten festgelegt. Es handelt sich bei diesen Grenzwerten zumeist um Jahresgrenzwerte: Die maximal zulässige Anzahl der Überschreitungen eines Konzentrationswertes pro Jahr ist angegeben. Diese Grenzwerte müssen erst nach einer Übergangsfrist eingehalten werden; bis dahin gelten Toleranzmargen, die jährlich geringer werden. Ist in dieser Übergangszeit die Summe aus Grenzwert und Toleranzmarge überschritten, müssen für das betroffene Gebiet Maßnahmenpläne erstellt werden. Die Umsetzung der Richtlinien in nationales Recht, was eine Novellierung der TA Luft und der 22. BImSchV bedeuten wird, steht noch aus. Ein Vergleich mit diesen Konzentrations- und Grenzwerten, die zukünftig einzuhalten sind, wird in den entsprechenden Kapiteln gegeben.

Einen Überblick über die Beurteilungsmassstäbe für die kontinuierlich gemessenen Schadstoffe gibt Tabelle 1.2. Neben den Stunden- und Tageswerten sind auch Jahresmittelwerte in der Tabelle enthalten, z. B. die Immissionswerte der TA Luft. Ein direkter Vergleich der Werte aus den zeitlich befristeten MILIS-Messungen mit diesen Werten, die sich auf ein komplettes Messjahr beziehen, ist nicht möglich. Einzelne Stoffe können nämlich starken jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen [1, 2]. Als ein extremes Beispiel sei hier Ozon aufgeführt; dessen Konzentration in den Wintermonaten sehr gering ist, in den Sommermonaten aufgrund der erhöhten Sonneneinstrahlung jedoch vermehrt gebildet wird. Um dennoch einen Vergleich mit den Jahreswerten zu ermöglichen, werden Hochrechnungen, die auf den Monatsmittelwerten der Messmonate und der elf Monate vor Beginn der Messung basieren, durchgeführt. Zur Anwendung kommen hier über ortsfeste LUQS-Stationen komponentenspezifisch gemittelte Faktoren, die aus dem Verhältnis des jeweiligen Zwölfmonatsmittels zum Messmonatsmittelwert bestimmt werden. Liegen für das Messjahr der MILIS-Messung die Werte an den ortsfesten LUQS-Stationen bereits komplett vor, wird der mittlere Belastungsfaktor (Monatsmittel/Jahresmittel) zur Abschätzung des Jahresmittelwertes genutzt.

Zudem werden alle Ergebnisse der zeitlich befristeten MILIS-Messungen vor dem Hintergrund der meteorologischen Situation im Messzeitraum betrachtet.

Tabelle 1.2: Immissionswerte, Grenzwerte, Schwellenwerte, Richtwerte, MIK-Werte zur Beurteilung der Luftqualität (Konzentrationen in $\mu\text{g}/\text{m}^3$; für Kohlenmonoxid in mg/m^3) [3a-3e, 4-7]

Luftverunreinigender Stoff und Zeitbezug	Erläuterung	Immissionswert/Grenz-/Richtwert/MIK-Wert	Vorschrift/Richtlinie
Schwefeldioxid			
Jahresmittel (I1)	1)	140 (IW1)	TA Luft
Halbstundenwert		1000 (0,5-h-MIK-Wert)	VDI-2310, Bl.11
Tagesmittel		300 (24-h-MIK-Wert)	VDI-2310, Bl.11
Stundenwert	3)	350 / 24 mal im Jahr	1999/30/EG ²⁾
Stundenwert	4)	500 (Alarmwert)	1999/30/EG ²⁾
Tagesmittel	5)	125 / 3 mal im Jahr	1999/30/EG ²⁾
Schwebstaub			
Jahresmittel (I1)	1)	150 (IW1)	TA Luft
Jahresmittel	6)	150	22. BimSchV (80/779/EWG)
Einstundenwert	4)	500 (1-h-MIK-Wert)	VDI-2310, Bl.19
Tagesmittel	7)	250 (24-h-MIK-Wert)	VDI-2310, Bl.19
Jahresmittel		75 (Jahres-MIK-Wert)	VDI-2310, Bl.19
Partikel (PM10)			
Tagesmittel	8)	50 / 35 mal im Jahr	1999/30/EG ²⁾
Jahresmittel	9)	40	1999/30/EG ²⁾
Stickstoffdioxid			
Jahresmittel (I1)	1)	80 (IW1)	TA Luft
Halbstundenwert		200 (0,5-h-MIK-Wert)	VDI-2310, Bl.12
Tagesmittel		100 (24-h-MIK-Wert)	VDI-2310, Bl.12
Stundenwert	10)	200 / 24 mal im Jahr	1999/30/EG ²⁾
Stundenwert	4)	400 (Alarmwert)	1999/30/EG ²⁾
Jahresmittel	11)	40	1999/30/EG ²⁾
Stickstoffmonoxid			
Halbstundenwert		1000 (0,5-h-MIK-Wert)	VDI-2310
Tagesmittel		500 (24-h-MIK-Wert)	VDI-2310
Ozon			
Achtstundenwert	12)	110	22. BimSchV (92/72/EWG)
Einstundenwert		180 (Informationswert)	22. BimSchV (92/72/EWG)
Einstundenwert		360 (Alarmwert)	22. BimSchV (92/72/EWG)
Halbstundenwert		120 (0,5-h-MIK-Wert)	VDI-2310, Bl.15
Kohlenmonoxid			
Jahresmittel (I1)	1)	10 (IW1)	TA Luft
Halbstundenwert		50 (0,5-h-MIK-Wert)	VDI-2310
Tagesmittel		10 (24-h-MIK-Wert)	VDI-2310
Jahresmittel		10 (Jahres-MIK-Wert)	VDI-2310
Achtstundenwert	14)	10	2000/69/EG ¹³⁾

Erläuterung zu Tabelle 1.2:

- 1) kennzeichnet langfristige Einwirkung,
- 2) EU-Richtlinie [6] ist bis zum 19. Juli 2001 in nationales Recht umzusetzen,
- 3) einzuhalten ab Januar 2005; bis dahin gelten Toleranzmargen: + 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2000,
- 4) bis zu 3 aufeinanderfolgende Stunden,
- 5) einzuhalten ab Januar 2005,
- 6) Jahresmittel für den Zeitraum 01.04. bis 31.03. des Folgejahres,
- 7) einmalige Exposition; 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ an aufeinanderfolgenden Tagen,
- 8) einzuhalten ab Januar 2005; bis dahin gelten Toleranzmargen: + 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2000,
- 9) einzuhalten ab Januar 2005; bis dahin gelten Toleranzmargen: + 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2000,
- 10) einzuhalten ab Januar 2010; bis dahin gelten Toleranzmargen: + 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2000,
- 11) einzuhalten ab Januar 2010; bis dahin gelten Toleranzmargen: + 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2000,
- 12) "Schwellenwert für den Gesundheitsschutz (länger andauernde Luftverunreinigung)",
- 13) EU-Richtlinie [7] ist bis zum 13. Dezember 2002 in nationales Recht umzusetzen,
- 14) einzuhalten ab Januar 2005; bis dahin gelten Toleranzmargen: + 6 mg/m^3 im Jahr 2000.

Aus den gaschromatographischen Intervallmessungen gewonnene Halbstundenwerte werden zu Tages- und Monatsmittelwerten zusammengefasst. Diese können nicht unmittelbar mit Werten, wie sie z. B. in den LUQS-Jahresberichten [2] veröffentlicht sind, verglichen werden, da letztere Jahresmittelwerte aus diskontinuierlichen Messungen (13 Halbstundenwerte pro Station und Jahr) sind, die keine Auflösung nach Monatswerten erlauben. Sie dienen aber zur orientierenden Einstufung der MILIS-Werte. Eine Hochrechnung kann hier auf Basis des mittleren Jahresgangs dieser Stoffe – von 1989 bis zum letzten komplett vorliegenden Messjahr - vorgenommen werden [2]. Für Benzol ist zur Beurteilung der gemessenen Konzentration neben dem Grenzwert der neuen EU-Richtlinie ein LAI-Zielwert festgelegt (siehe Tabelle 1.3).

Die Monatsmittelwerte der Metall- und PAK-Konzentrationen, die aus den Tagesproben der Schwebstaubmessungen bestimmt werden (i. a. acht bzw. vier Einzelmessungen), können ebenfalls nicht unmittelbar mit den Jahresmittelwerten [2] verglichen werden. Diese dienen jedoch auch hier zur orientierenden Einstufung der Metall- und PAK-Konzentrationen am MILIS-Messstandort nach Hochrechnung auf der Basis des mittleren Jahresgangs. Für Blei, Cadmium, Arsen, Nickel und Benzo[a]pyren im Schwebstaub sind Immissionsgrenzwerte bzw. LAI-Zielwerte festgelegt (siehe Tabelle 1.3).

Messungen von polychlorierten Dibenzodioxinen und -furanen (PCDD/PCDF) und polychlorierten Biphenylen (PCB) wurden bisher nur an wenigen Orten in NRW über unterschiedliche Zeiträume durchgeführt. Eine direkte Bewertung der am MILIS-Standort ermittelten PCDD/PCDF- und PCB-Konzentrationen ist insbesondere auch wegen des ausgeprägten Jahresgangs dieser Stoffe nicht möglich.

Die Konzentrationsangaben für die PCDD/PCDF werden in I-TE (= internationales Toxizitätsäquivalent) ausgedrückt. Dem sogenannten Seveso-Dioxin (2,3,7,8-TCDD) wird dabei das Toxizitätsäquivalent 1 zugeordnet. Die auf 2,3,7,8-TCDD bezogene Äquivalentkonzentration (I-TE) einer Umweltprobe wird durch Multiplikation des vorhandenen Gehaltes jedes einzelnen der siebzehn 2,3,7,8-Kongenere mit den ihnen zugewiesenen Toxizitätsäquivalenzfaktoren (I-TEF) und anschließender Addition der Einzelbeträge berechnet. Als Richtwert wird vom LAI ein Wert von 150 fg I-TE/m³ diskutiert. Für 2,3,7,8-TCDD existiert ein LAI-Zielwert (Tabelle 1.3).

Unter PCB wird die Summe der Konzentrationen der Tri- bis Decachlorbiphenyle angegeben. Zur Beurteilung der PCB in der Außenluft gibt es keinen Richt- oder Grenzwert.

Tabelle 1.3: Immissionswerte, MIK-Werte und LAI-Zielwerte zur Beurteilung der Luftqualität

Luftverunreinigender Stoff und Zeitbezug	Dimension	Immissionswerte / MIK-Werte / LAI-Zielwerte	Vorschrift/ Richtlinie / Quelle
Blei im Schwebstaub Jahresmittelwert (I1) Jahresmittelwert Jahresmittelwert	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2,0 (IW1) 2,0 0,5	TA Luft 22. BImSchV (82/884/EWG) 1999/30/EG ¹⁾
Cadmium im Schwebstaub Jahresmittelwert (I1) Jahresmittelwert	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ ng/m^3	0,04 (IW1) 1,7	TA Luft LAI-Zielwert ²⁾
Arsen im Schwebstaub Jahresmittelwert	ng/m^3	5	LAI-Zielwert ²⁾
Nickel im Schwebstaub Jahresmittelwert	ng/m^3	10	LAI-Zielwert ^{2) 3)}
Benzol Jahresmittelwert Jahresmittelwert Jahresmittelwert	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2,5 10 5	LAI-Zielwert ³⁾ 23. BImSchV [9] 2000/69/EG ⁴⁾
Toluol Jahresmittelwert	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	30	Zielwert für die staatl. Luftreinhalteplanung [10]
Xylol Jahresmittelwert	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	30	Zielwert für die staatl. Luftreinhalteplanung [10]
Benzo[a]pyren im Schwebstaub Jahresmittelwert	ng/m^3	1,3	LAI-Zielwert ²⁾
2,3,7,8-TCDD ("Seveso"-Dioxin) im Schwebstaub Jahresmittelwert	fg/m^3	16	LAI-Zielwert ²⁾

- 1) EU-Richtlinie [6] ist bis zum 19. Juli 2001 in nationales Recht umzusetzen; für Blei ist der Grenzwert ab Januar 2005 einzuhalten; bis dahin gelten Toleranzmargen: + 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2000.
- 2) Von einer Arbeitsgruppe des Länderausschusses für Immissionsschutz erarbeitete "Beurteilungsmaßstäbe zur Begrenzung des Krebsrisikos durch Luftverunreinigungen" [8].
- 3) Gleichzeitig Orientierungswert der Sonderfallprüfung nach Nr. 2.2.1.3 TA Luft [11]
- 4) EU-Richtlinie ist bis zum 13. Dezember 2002 in nationales Recht umzusetzen; für Benzol ist der Grenzwert ab Januar 2010 einzuhalten; bis dahin gelten Toleranzmargen: + 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2000.

2. Messergebnisse

2.1. Messstandort

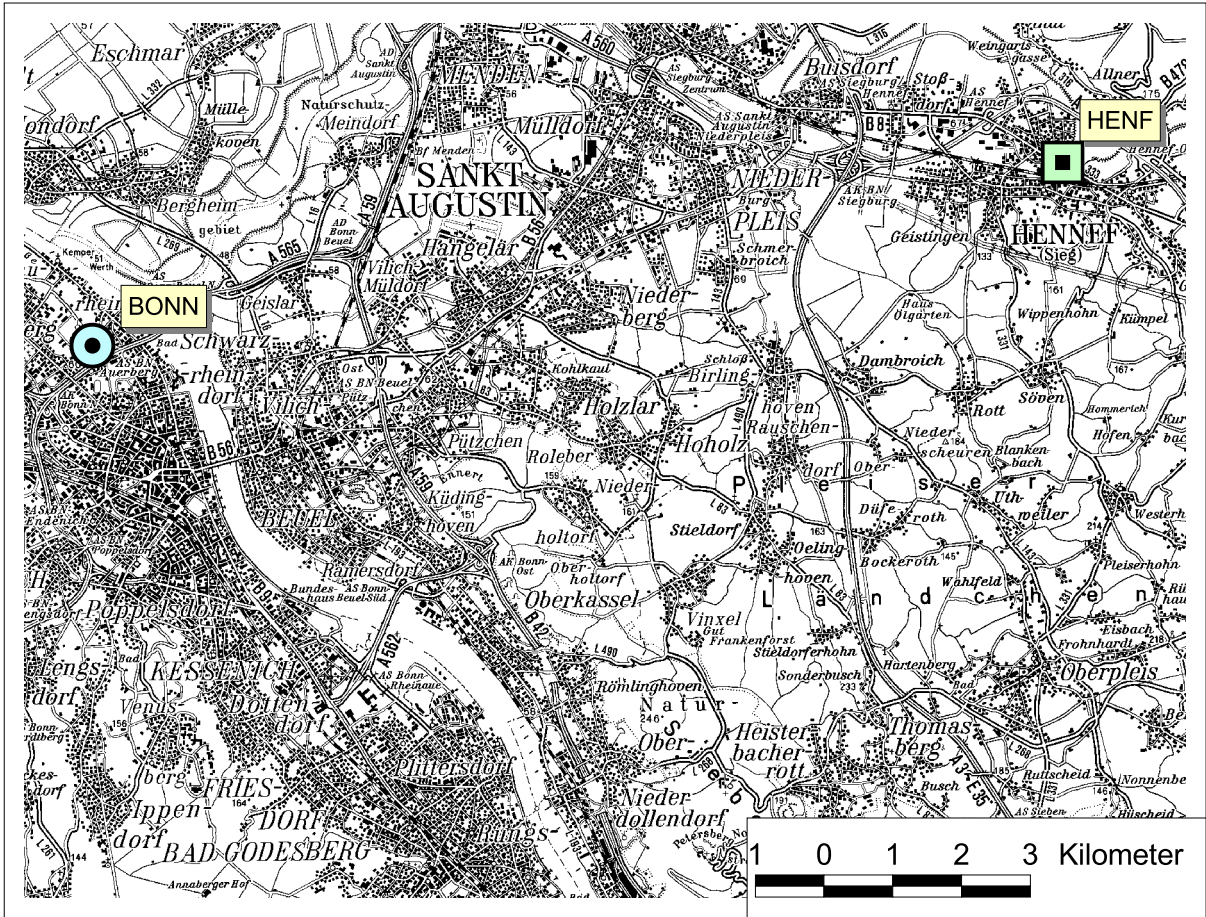
Die MILIS-Messung in Hennef wurde im Juli 2000 durchgeführt. Karte 2 b zeigt die Lage des MILIS-Messcontainers in 53773 Hennef. Der Messstandort hat im Gauß-Krüger-Netz die Koordinaten (Rechtswert/Hochwert) 2590,60/5627,45. Er liegt in einer Höhe von ca. 69 Metern über Normal-Null. In Karte 2 a ist zum Überblick neben der MILIS-Station auch die ortsfeste LUQS-Station in Bonn eingezeichnet.

Die MILIS-Station stand unmittelbar neben dem Rathaus, im Kreuzungsbereich Frankfurter Straße (Bundesstraße 8)/Dickstraße, etwa 15 Meter vom Straßenrand entfernt. In südlicher Richtung, etwa 200 Meter vom MILIS-Standort entfernt, liegt ein Gewerbegebiet. Nördlich, etwa 500 Meter vom Messort entfernt, verläuft von Südost nach Nordwest die Bundesautobahn 560.

2.2. Messprogramm

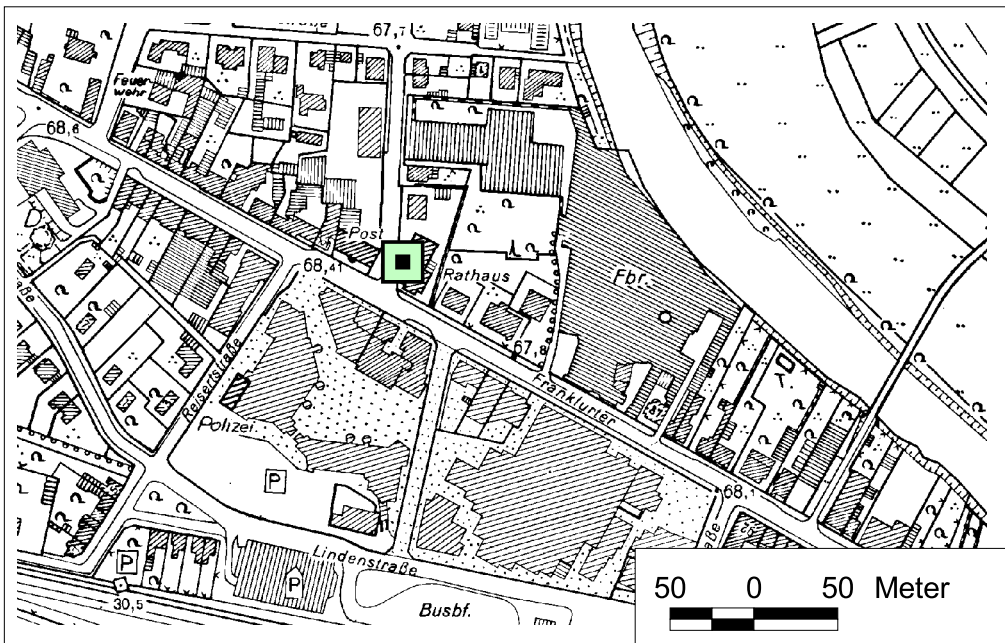
Die MILIS-Messung wurde von der Stadt Hennef beantragt. Vorrangig sollte der Einfluss des Straßenverkehrs auf die Immissionsituation am Messstandort in Hennef festgestellt werden. Aufgrund der geschilderten Belastungssituation lag der Schwerpunkt der Messungen in der Bestimmung der Schwebstaub-, der Kohlenmonoxid- und der Stickoxidkonzentration, der Bestimmung der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe sowie der leichtflüchtigen organischen Verbindungen (VOC). Routinemäßig wurde die Immissionsbelastung mit Schwefeldioxid und Ozon sowie Windrichtung und Windgeschwindigkeit bestimmt. Am gleichen Standort wurden im April 1994 und im August 1996 MILIS-Messungen durchgeführt. Im September 1998 wurde an der Theodor-Heuss-Allee, auf dem Parkstreifen vor der Feuerwehr, eine MILIS-Messung durchgeführt. Eine Gegenüberstellung der Messergebnisse aus August 1996, September 1998 und Juli 2000 wird am Ende der jeweiligen Berichtskapitel vorgenommen.

Karte 2 a: Lage der Messstationen in Hennef und Bonn



HENF: Hennef (MILIS)
 BONN: Bonn-Auerberg (ortsfeste LUQS-Station)

Karte 2 a: Lage der Messstationen in Hennef und Bonn



Karte 2 b: Lage der MILIS-Station in Hennef

2.3. Einzelwerte und Tageskenngrößen

Die Messergebnisse der kontinuierlich gemessenen anorganischen Stoffe und der VOC beziehen sich auf 20 °C und 1013 hPa. Für den kontinuierlich gemessenen Schwebstaub liegt der Temperaturbezug bei 0 °C. Sind mindestens zwei Drittel der möglichen Einzelwerte der Analysatoren vorhanden, werden für die weitere Auswertung und Beurteilung der Messergebnisse Halbstunden-Mittelwerte berechnet. Die Ozonkonzentration wird zusätzlich als Einstunden-Mittelwert, O₃G, angegeben. Aus messtechnischen Gründen wird die Schwebstaubkonzentration als gleitender Dreistunden-Mittelwert aufgeführt. Bei den anorganischen gasförmigen Stoffen, bei Schwebstaub und den VOC werden Messwerte, die unterhalb der Nachweisgrenze des jeweiligen Messsystems liegen, in den Listen als “<[Nachweisgrenze]“ angegeben. Liegt die vektoruell gemittelte Windgeschwindigkeit unter 0,2 m/s, wird die Windrichtung mit “W.St.“ (Windstille) gekennzeichnet.

2.4. Kenngrößen des Messzeitraums

Die Kenngrößen der Messung in Hennef, Mittelwerte im Messzeitraum, die höchsten Tagesmittelwerte und Tagesmaxima (höchster Halbstundenwert des Tages; O₃G: höchster Einstundenmittelwert; SSTR: höchster Dreistundenmittelwert) und das 98-Perzentil (der Wert der 98 % aller Messwerte einschließt) sind in Tabelle 2 aufgelistet.

Die Tabelle enthält auch die Mittelwerte aus den im Schwebstaub bestimmten Metall-, und PAK-Konzentrationen.

Tabelle 2: Kenngrößen der MILIS-Messung in Hennef im Messzeitraum Juli 2000

Stoff [Dimension]	Mittelwert im Mess- zeitraum	98% Summen- häufigkeit	Höchster Halbst. - mittelwert	Verfügbarkeit der Halbst.- mittelwerte [%]	Höchster Tages- mittelwert	Verfügbarkeit der Tages- mittel [%]
SO ₂ [µg/m ³]	<10	13	37	97	<10	100
NO [µg/m ³]	9	46	93	97	27	100
NO ₂ [µg/m ³]	22	46	70	94	39	97
CO [mg/m ³]	0,5	0,9	1,2	99	0,7	100
O ₃ [µg/m ³]	32	86	113	86	54	87
O ₃ G [µg/m ³]	32	85*	106*	83*	54	87
SSTR [µg/m ³]	35	108**	168**	95**	72	100
Benzol [µg/m ³]	1,1	2,9	6,0	96	1,9	100
Toluol [µg/m ³]	4,8	13,1	31,5	96	7,6	100
m/p-Xylol [µg/m ³]	1,2	3,9	30,8	96	3,1	100
o-Xylol [µg/m ³]	0,6	1,9	10,7	96	1,4	100
Ethylbenzol [µg/m ³]	0,8	2,6	9,8	96	1,7	100
Cyclohexan [µg/m ³]	<0,5	1,3	3,8	96	0,8	100
1,2,4-Trimethylbenzol [µg/m ³]	1,1	3,6	15,4	96	2,6	100
WGES [m/s]	1,0	2,6	3,6	100	1,8	100
Metalle						Proben
Blei [ng/m ³]	13	-	-	-	33	8
Cadmium [ng/m ³]	0,7	-	-	-	2,6	8
Nickel [ng/m ³]	3,4	-	-	-	7,1	8
Arsen [ng/m ³]	0,6	-	-	-	1,2	7
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe						Anzahl der Proben
Benzo(a)pyren [ng/m ³]	0,15	-	-	-	0,24	5
Benzo(e)pyren [ng/m ³]	0,32	-	-	-	0,45	5
Benzo(a)anthracen [ng/m ³]	0,13	-	-	-	0,23	5
Dibenzo(ah)anthracen [ng/m ³]	0,04	-	-	-	0,10	5
Benzo(ghi)perylene [ng/m ³]	0,29	-	-	-	0,46	5
Coronen [ng/m ³]	0,16	-	-	-	0,24	5

* Einstundenmittelwert

** Dreistundenmittelwert

2.5. Meteorologische Situation im Messzeitraum

Im Tagesverlauf des 01.07.2000 weitet sich von Frankreich ausgehend eine flache Tiefdruckrinne ostwärts aus. Mit einer starken südwestlichen Strömung wurde nun deutlich wärmere, aber auch feuchtere Luft in den Raum Hennef geführt. In der feucht-labilen Warmluft konnte sich sowohl am 01. als auch am 02.07.2000 wiederholt Gewitterfronten ausbilden. Auch in den folgenden Tagen bestimmte bei nur geringen Luftdruckgegensätzen schwül-warme Luft das Wettergeschehen. Von Frankreich her auf Nordrhein-Westfalen übergreifende flache Tiefs lösten in dieser Luftmasse wiederholt Gewitter und teils sehr ergiebige Regenfälle aus.

Ab dem 05.07.2000 strömte auf der Rückseite eines nach Polen abziehenden Tiefs allmählich kühlere Luft in unseren Raum. Es kam aber anfangs noch zu weiteren, teils gewittrigen Schauern. Am 06.07.2000 war es bei leichtem Zwischenhocheinfluss weitgehend sonnig und trocken. Danach wurde es wieder unbeständiger. Am 09.07.2000 griffen die Störungen eines über England in die Nordsee ziehenden Zentraltiefs auf Nordrhein-Westfalen über. An der Flanke dieses Tiefs, das bis zum 13.07.2000 seinen Schwerpunkt nach Skandinavien verlagerte, strömte ab dem 10.07.2000 kühle und wolkenreiche Meeresluft bis in den Raum Hennef. In dieser Luftmasse sorgten durchziehende Störungen häufig für Regen und Regenschauer. Teils traten auch Gewitter auf. Bei steigendem Luftdruck beruhigte sich das Wettergeschehen am 12.07.2000 vorübergehend etwas.

Mit der Passage einer neuen Störung wurde bereits am 13.07.2000 erneut ein unbeständiger Witterungsabschnitt eingeleitet. Rückseitig verblieb Nordrhein-Westfalen bis zum 16.07.2000 im Zustrom kalter Meeresluft polaren Ursprungs. Bei wenig sommerlichen Temperaturen kam es häufig zu Niederschlägen. Zwischen einem Hoch über den Britischen Inseln und einem Tiefkomplex über Skandinavien strömte am 17. und 18.07.2000 weiterhin kühle Nordseeluft in den Bereich Hennef. Dabei ließ die Niederschlagstätigkeit zunächst etwas nach.

Erst am 19.07.2000 sorgte ein südwärts ziehender Höhentrog verbreitet für Regen. Auf seiner Rückseite besserte sich das Wetter zunächst deutlich und die Temperaturen kletterten nach oben. Allerdings zogen von der Nordsee her immer wieder stärkere Wolkenfelder durch, die besonders am 22.07.2000 Regen und Sprühregen in den Raum Hennef brachten.

Am 23.07.2000 setzte sich Zwischenhocheinfluss durch. Dieses Zwischenhoch schwächte sich am Folgetag rasch ab. Gleichzeitig wurde mit dem Übergreifen eines flachen Tiefs von Frankreich her warme und zunehmend auch feuchtere Luft herangeführt. In der labil geschichteten Luftmasse kam es wiederholt zu gewittrigen Regenfällen. Nachdem das Tief nordostwärts über Nordrhein-Westfalen hinweg gezogen war, besserte sich rückseitig im Laufe des 26.07.2000 das Wetter vorübergehend. Bei nur geringen Luftdruckgegensätzen über Mitteleuropa sorgte ein weiteres Randtief in der einströmenden feuchten Meeresluft am 27.07.2000 aber wieder für unbeständiges Wetter.

Zum Monatsende bestimmte eine über Süddeutschland hinweg nach Osten ziehend Hochdruckzelle das Wetter in Nordrhein-Westfalen. Trotz Luftdruckanstiegs kam es anfangs noch zu einzelnen Schauern und Gewittern. Allerdings wurde nun deutlich wärmere Luft in den Raum Hennef geführt.

Da im Juli 2000 häufig kühle Luftmassen nach Nordrhein-Westfalen geführt wurden, lagen landesweit die Monatsmittel der Lufttemperatur mit Werten zwischen 13,4 und 15,8 °C um 1,6 bis 2,4 Kelvin unterhalb der langjährigen Mittel. Im Raum Hennef war es mit 16 °C um 2 Kelvin zu kalt. Am wärmsten wurde es am 02.07.2000 mit einem Maximum von 28 °C, als in einer starken südwestlichen Strömung maritime Warmluft aus dem Mittelmeerraum bis in den Raum Hennef transportiert wurde. Die 25 °C-Grenze wurde nur am 02.07.2000 überschritten sowie am 23. und 31.07.2000 knapp verfehlt. Normalerweise kann an 10 Tagen im Monat mit Sommertagen, d.h. mit dem Erreichen der 25 °C-Grenze, gerechnet werden. An keinem Tag des Juli 2000 wurde die 30 °C-Marke erreicht oder überschritten. Diese sogenannten heißen Tage treten üblicherweise drei Mal im Monat Juli auf. Am kältesten war die Nacht vom 12. zum 13.07.2000, als die Temperatur auf etwa 9 °C absank.

Da im Juli 2000 der Raum Hennef häufig von zyklonalem Wetterlagen geprägt war, gab es an 25 Tagen messbaren Niederschlag, d.h. mindestens 0,1 mm Niederschlag. Größere Niederschlagsmengen von mehr als 10,0 mm wurden an 6 Tagen gemessen.

Die Monatssummen des Niederschlages lagen insbesondere im Rheinland weit über dem Soll. Teils wurden neue Rekordmarken gesetzt, wie z.B. in Aachen. Mit Werten zwischen 117 mm in Bocholt und 217 mm in Aachen und Köln-Wahn wurden 135 bis 272 % des Mittelwertes 1961/90 erreicht. Die ausgeprägte Schauer- und Gewittertätigkeit führten auch im Raum Hennef zu einer sehr hohen Monatssumme der Niederschlagshöhe. So wurden hier mit 182,7 mm 204 % des langjährigen Mittels erreicht, also mehr als Doppelt soviel wie normal gewesen wäre. Wie es für konvektive (Schauer-)Niederschläge typisch ist, wichen auch die höchsten Tagesniederschlagssummen stark voneinander ab. So wurde z.B. in Köln-Wahn am 28.07.2000 mit 42,7 mm die größte Tagessumme im Umland von Hennef registriert, während es in Leverkusen am 24.07.2000 „nur“ 35,1 mm und in Hennef am 07.07.2000 auch „nur“ 28,2 mm waren.

Dementsprechend wenig schien auch die Sonne im Juli 2000. Landesweit wurden nur 65 bis 110 Stunden mit Sonnenschein registriert, das entspricht 38 bis 57 % der langjährigen Durchschnittswerte. In Köln-Wahn wurden z.B. mit 99 Sonnenscheinstunden nur die Hälfte der normalerweise zu erwartenden Sonnenscheinstunden erreicht. An nur 2 Tagen im Monat schien hier die Sonne mehr als 10 Stunden lang. Trotzdem war das Juliwetter 2000 im Raum Hennef nicht durchweg unfreundlich, denn immerhin nur 3 von 31 Tagen des Monats waren völlig ohne Sonnenschein. An den anderen 28 Tagen ließ sich die Sonne zwischen den einzelnen Schauern zumindest für kurze Zeit blicken.

Windrichtungsverteilung

Während der Messkampagne wurden in Hennef die höchsten Windrichtungsanteile bei Nordnordwestwind gemessen. In der Abbildung 2.1 ist auch das langjährige Mittel der Windrichtungsmessung in Bonn dargestellt. In Bonn wurden vorrangig Winde aus den Bereichen Südost und West bis Westnordwest registriert. Ein Vergleich der Windrichtungsverteilung zwischen den Stationen in Hennef und in Bonn ist wegen der Lage der Station Hennef in einem dicht bebauten Umfeld, unmittelbar neben dem Rathaus, nicht möglich.

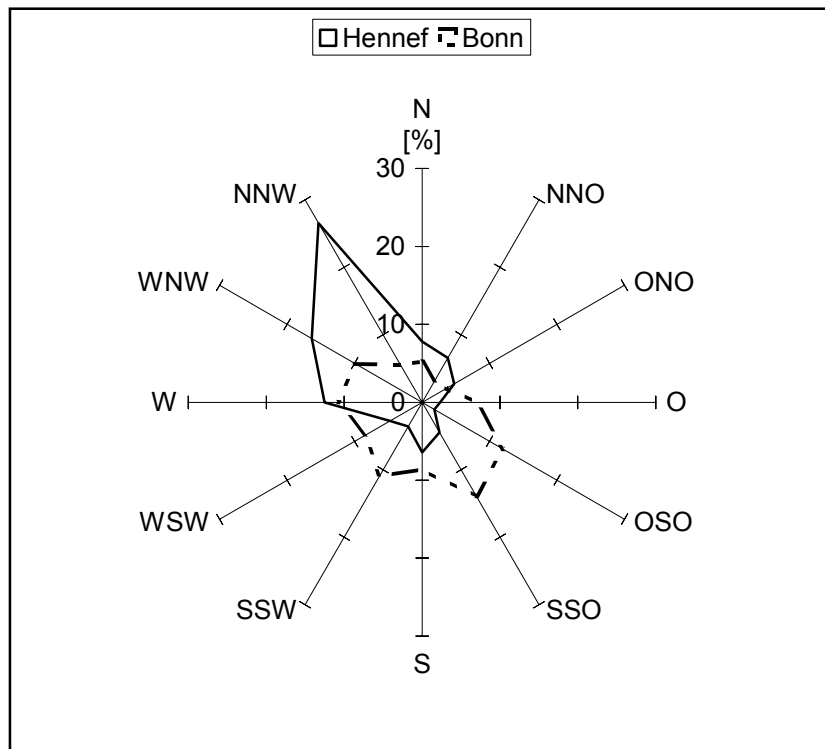


Abb. 2.1: Windrichtungsverteilung in 30 °-Klassen an der MILIS-Station in Hennef im Juli 2000 im Vergleich mit dem langjährigen Mittel (1990 bis November 2001) der LUQS-Station in Bonn

3. Bewertung der Messergebnisse

In den nachfolgenden Kapiteln werden die an der MILIS-Station gemessenen Immissionswerte der verschiedenen Stoffgruppen genauer analysiert und bewertet. Am Anfang eines jeden Kapitels steht soweit möglich ein Vergleich mit anderen Messorten in Nordrhein-Westfalen. Ziel dieser Vergleiche ist, die Besonderheiten der Belastungssituation am MILIS-Standort herauszustellen. Im weiteren Verlauf der Auswertungen werden dann nur solche Stoffe eingehender betrachtet, die Besonderheiten aufweisen oder durch deren weitere Analyse sich die Immissionssituation am Messort vor allem hinsichtlich Ursachen genauer charakterisieren lässt. Am Ende eines jeden Kapitels steht ein Vergleich der gemessenen Konzentrationen mit den in Tabelle 1.2 und 1.3 angegebenen Beurteilungsmaßstäben.

3. 1. Anorganische gasförmige Stoffe und Schwebstaub

3.1.1. Vergleich mit Ergebnissen anderer Standorte

In den nachfolgenden Abbildungen 3.1 – 3.6 sind die an den Stationen des LUQS-Messnetzes registrierten Immissionskonzentrationen der anorganische gasförmige Stoffe und Schwebstaub im gesamten Messzeitraum in absteigender Reihenfolge dargestellt. Dadurch ist eine schnelle Einschätzung der Belastungssituation am Messort in Hennef im Vergleich zu den anderen Stationen des LUQS-Messnetzes möglich. Zur Übersichtlichkeit sind die Stationen in Hennef, der Rhein-Ruhr-Mittelwert sowie die Sondermessstationen in Duisburg-Bruckhausen und Dortmund-Hörde besonders gekennzeichnet. Als ortnahe Vergleichsstation ist die Station in Bonn ebenfalls markiert.

Die am MILIS-Standort in Hennef gemessene Belastung mit Schwefeldioxid lag unterhalb der Nachweisgrenze des Messverfahrens. Bei der weiteren Beurteilung der Immissionssituation wird auf diesen Stoff daher nicht weiter eingegangen.

Die am Standort in Hennef im Messzeitraum ermittelten Immissionsbelastungen mit Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid lagen im mittleren Bereich der nach absteigender Immissionsbelastung angeordneten LUQS-Stationen. Die über den gesamten Messzeitraum gemittelte Schwebstaub- und Ozonbelastung in Hennef lag im unteren, der gemessene Kohlenmonoxidmittelwert im oberen Drittel der Belastungsskala.

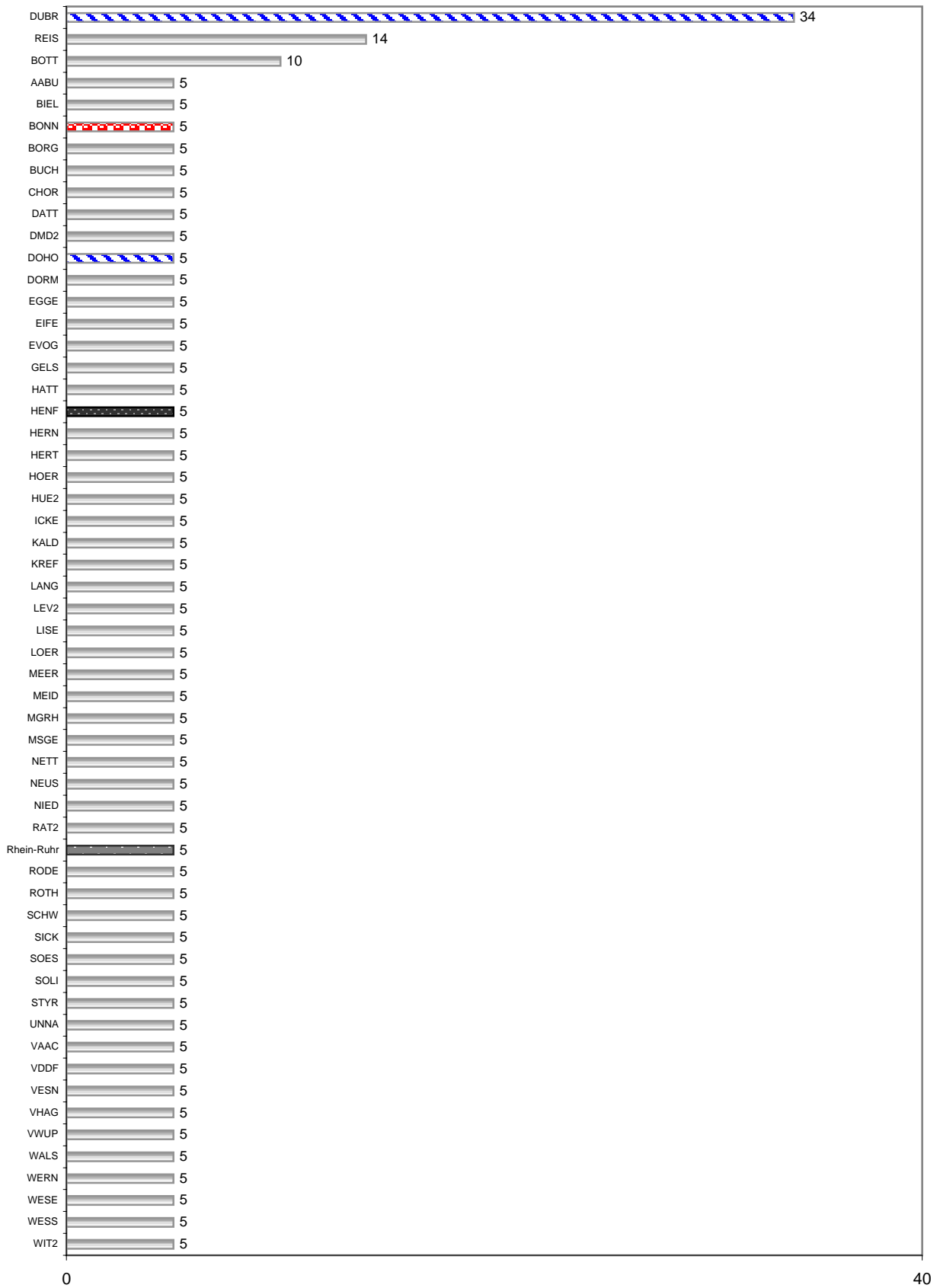


Abb. 3.1: Mittelwerte der Schwefeldioxidkonzentration in [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]; Rangfolge der Stationen im Messzeitraum Juli 2000

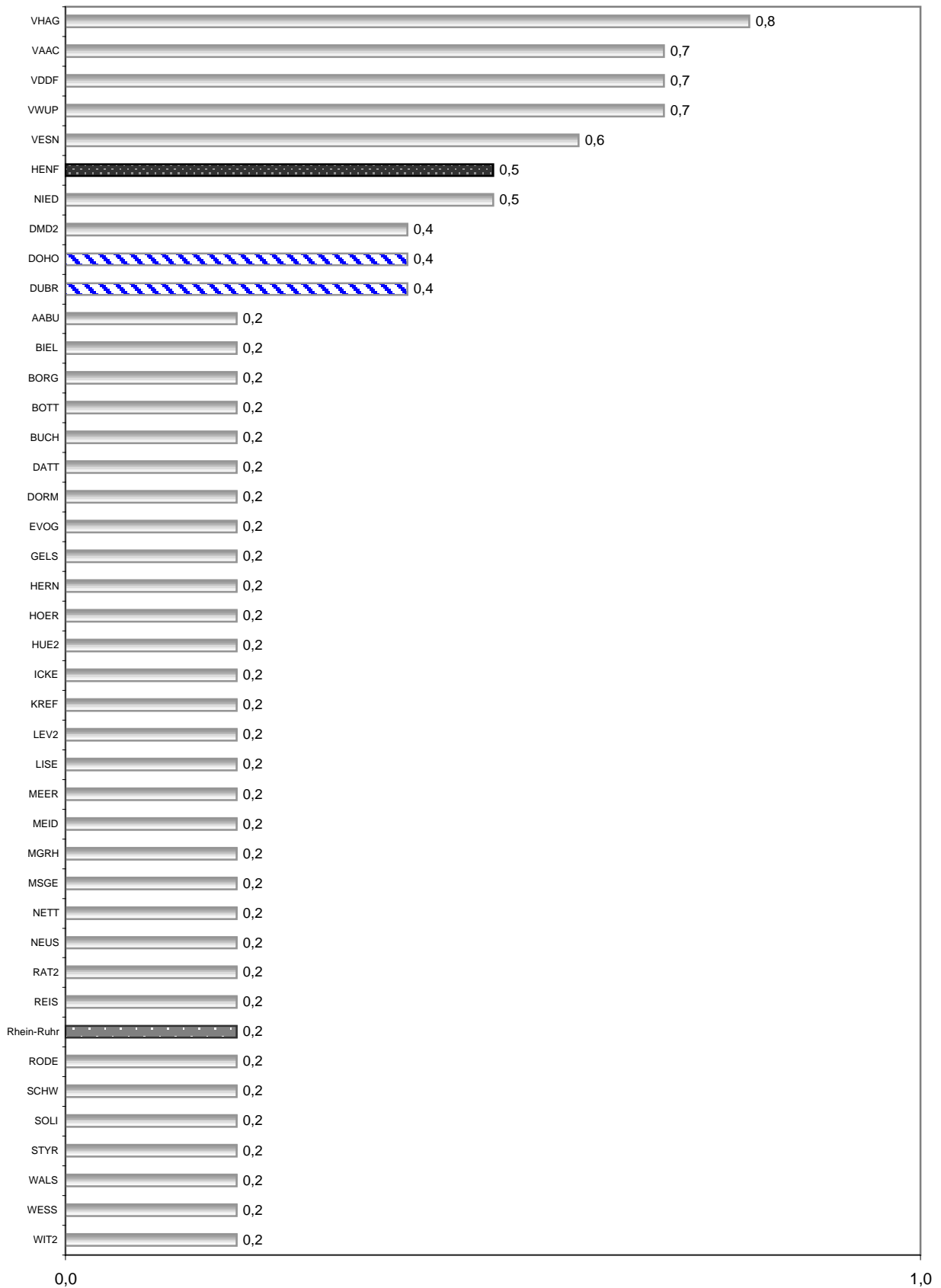


Abb. 3.2: Mittelwerte der Kohlenmonoxidkonzentration in [mg/m³];
Rangfolge der Stationen im Messzeitraum Juli 2000

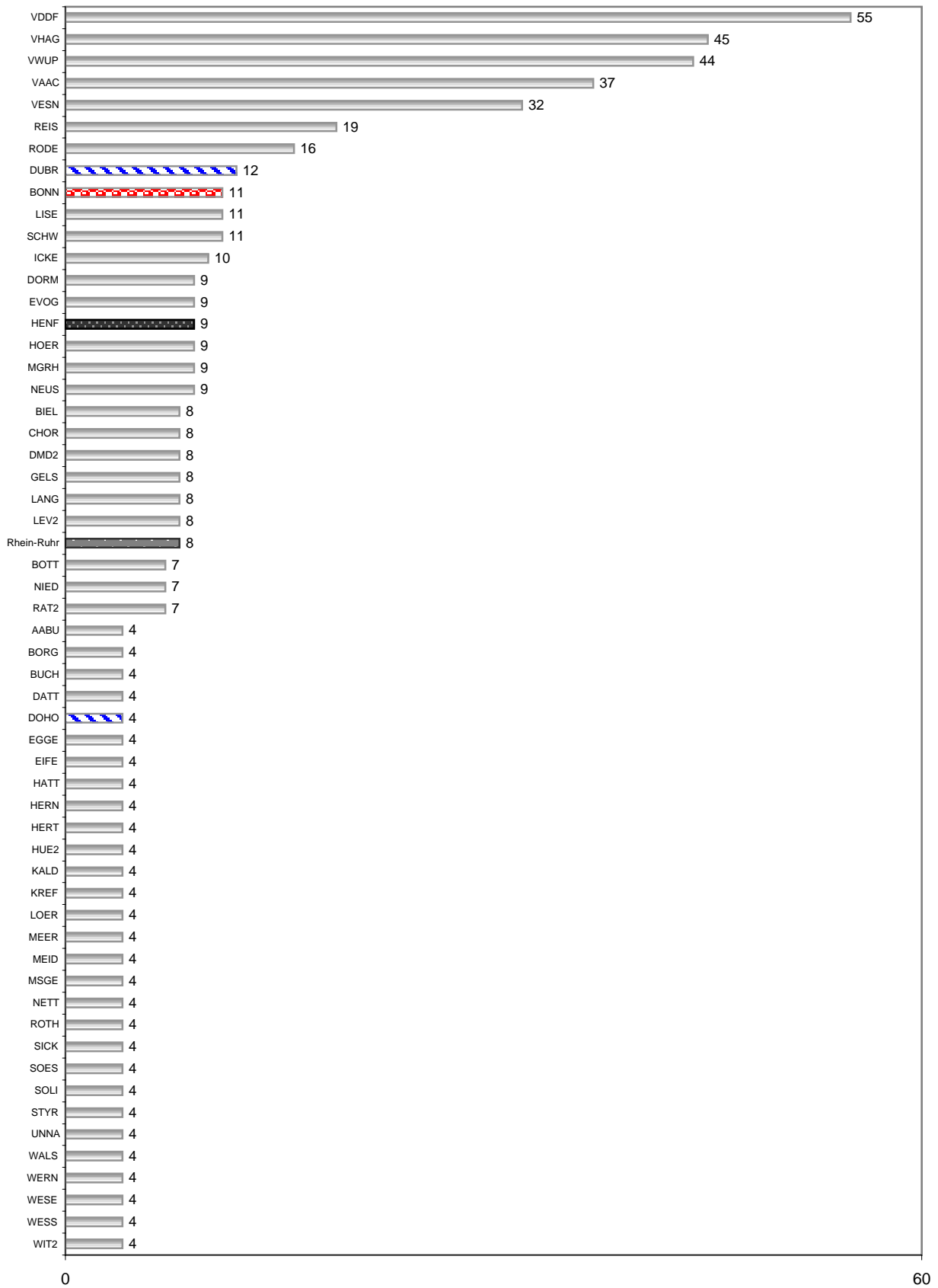


Abb. 3.3: Mittelwerte der Stickstoffmonoxidkonzentration in [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]; Rangfolge der Stationen im Messzeitraum Juli 2000

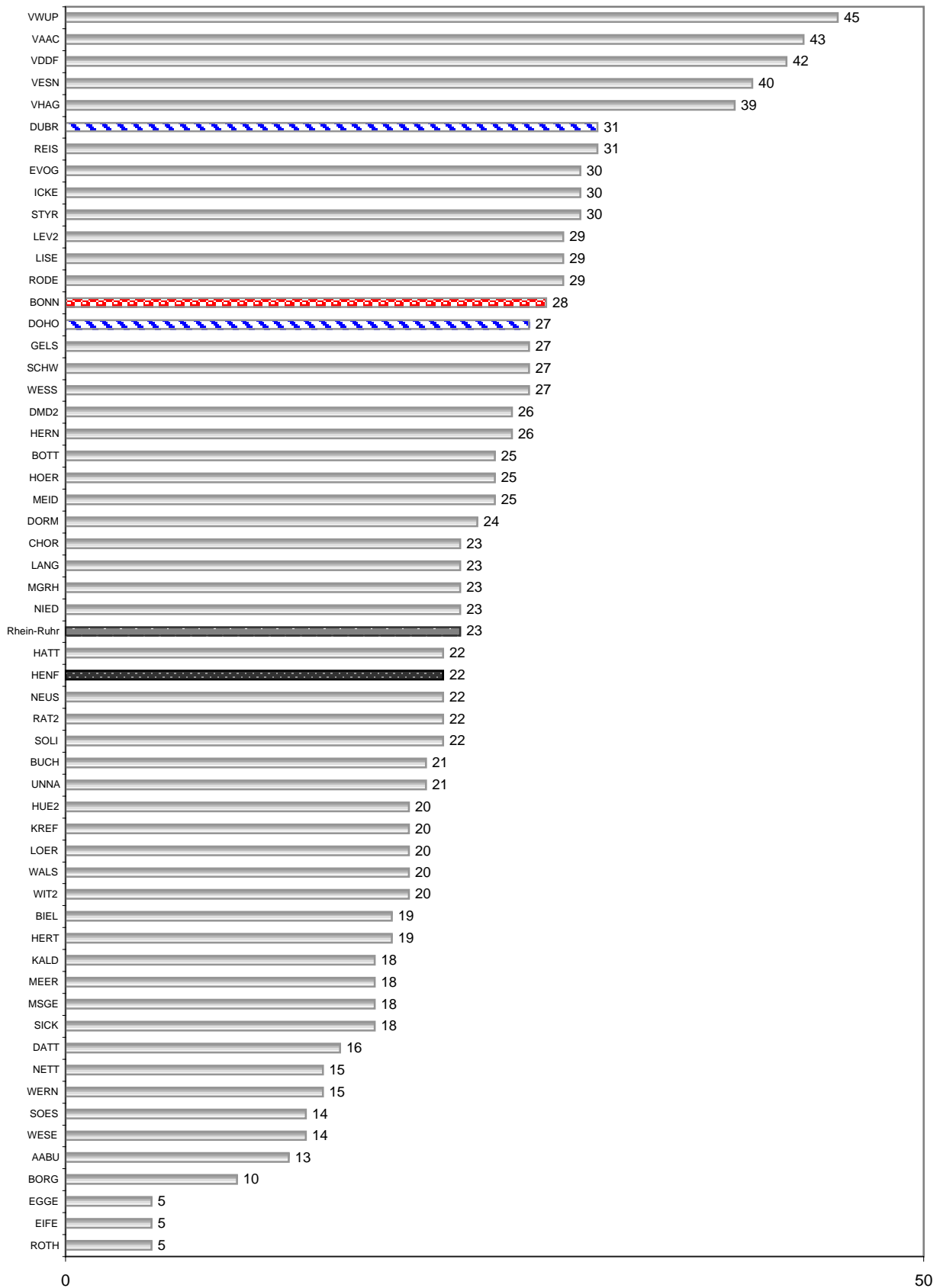


Abb. 3.4: Mittelwerte der Stickstoffdioxidkonzentration in [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]; Rangfolge der Stationen im Messzeitraum Juli 2000

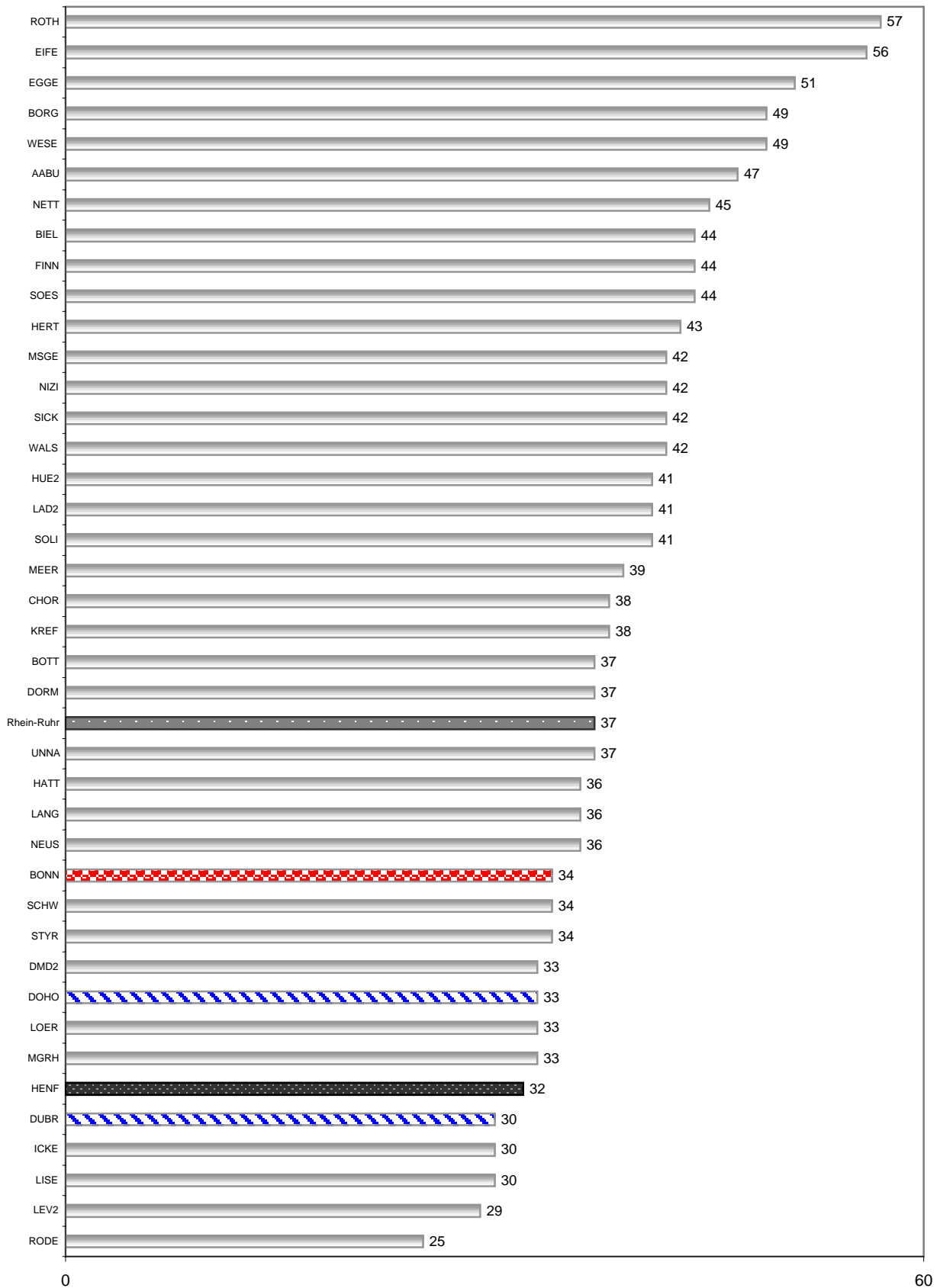


Abb. 3.5: Mittelwerte der Ozonkonzentration in [µg/m³];
Rangfolge der Stationen im Messzeitraum Juli 2000

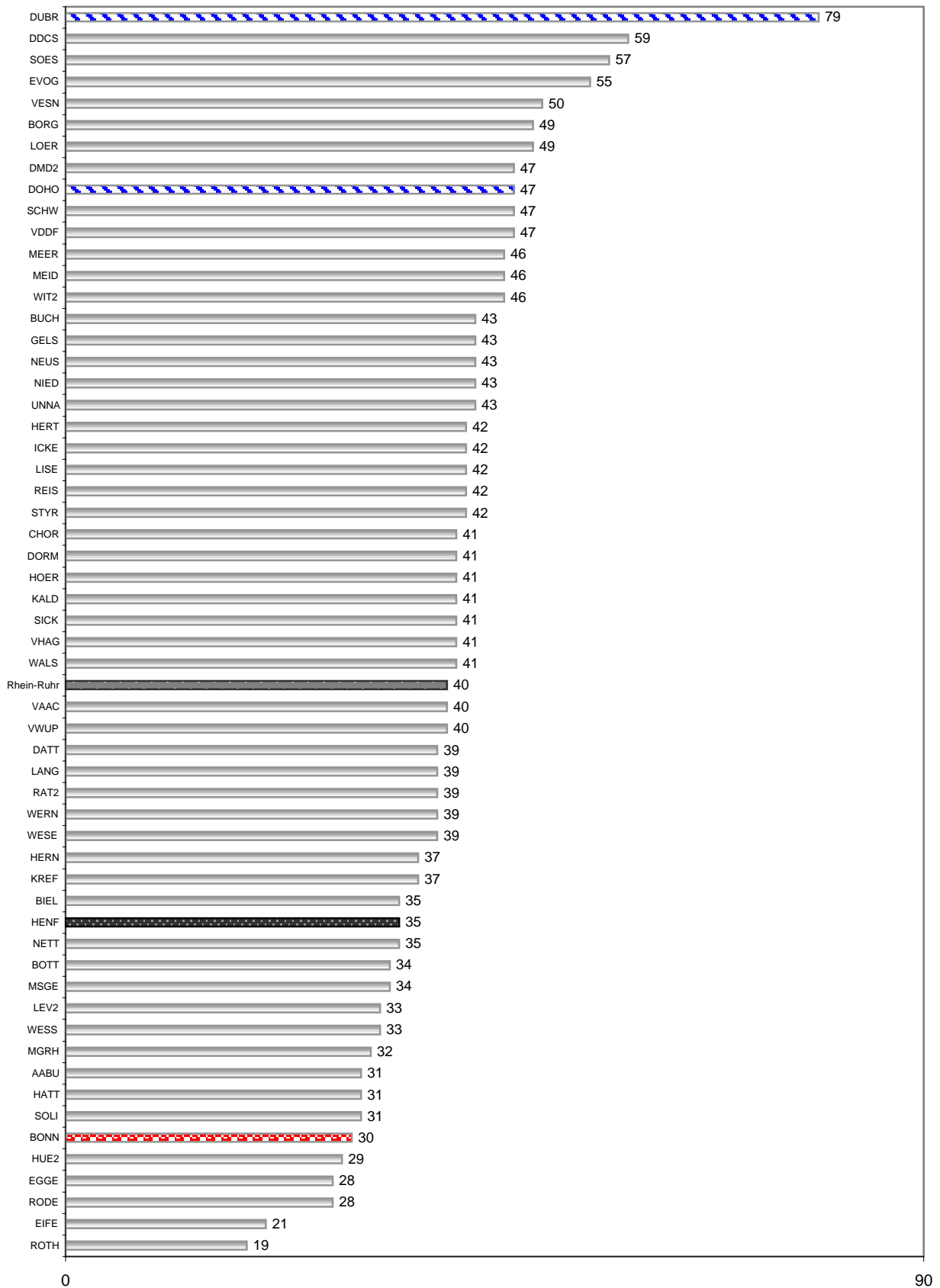


Abb. 3.6: Mittelwerte der Schwebstaubkonzentration in [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]; Rangfolge der Stationen im Messzeitraum Juli 2000

3.1.2. Tagesgang der Immissionskonzentration

Die Abhängigkeit der kontinuierlich gemessenen Konzentrationen von der Tageszeit lässt sich mit Hilfe von Tagesgängen erkennen. Emissionsereignisse, die vorrangig zur gleichen Tageszeit auftreten, beispielsweise Emissionen durch Kraftfahrzeuge zu den Hauptverkehrszeiten, lassen sich dadurch deutlich machen. Die folgenden Abbildungen zeigen den im Messzeitraum gefundenen 95 %-Wert und den Median je Halbstundenklasse der gemessenen Stoffe. Der 95 %-Wert ist der Wert, der nur noch von 5 % der Werte des Datenkollektivs überschritten wird. Als Median wird der Wert bezeichnet, der in der Mitte eines Datenkollektivs liegt.

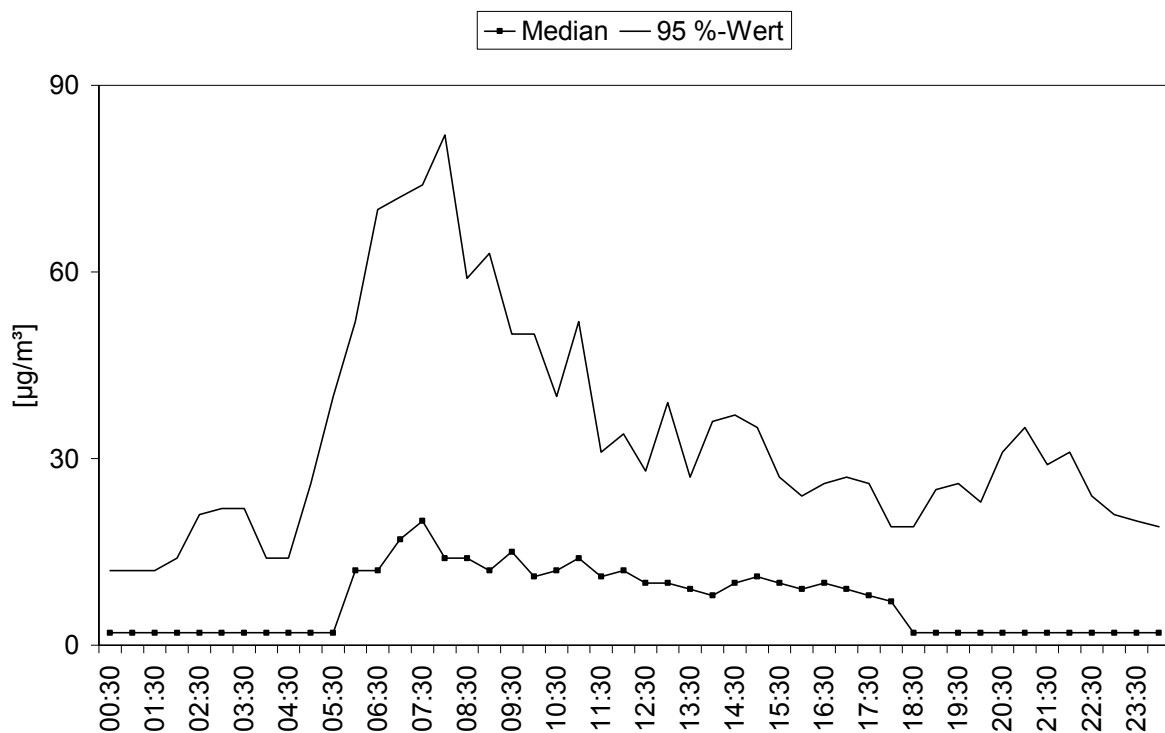


Abb. 3.7: Tagesgang der Stickstoffmonoxidkonzentration an der Station in Hennef im Juli 2000

Die Stickstoffmonoxidbelastung am MILIS-Standort in Hennef steigt in den frühen Morgenstunden, mit Einsetzen des Berufsverkehrs, deutlich an. Im Tagesverlauf nimmt die NO-Immissionsbelastung am MILIS-Standort, bis auf einen kurzzeitigen Konzentrationsanstieg am frühen Abend, konstant ab.

Der Tagesgang der Stickstoffdioxidimmission war während der Messkampagne in Hennef weniger deutlich ausgeprägt als der NO-Tagesgang. Die Belastung steigt im Tagesverlauf, abgesehen von geringen Konzentrationseinbrüchen in den Morgenstunden und am frühen Vormittag, gleichmäßig an. Ein Rückgang der NO_2 -Immission ist ab den späten Abendstunden zu erkennen.

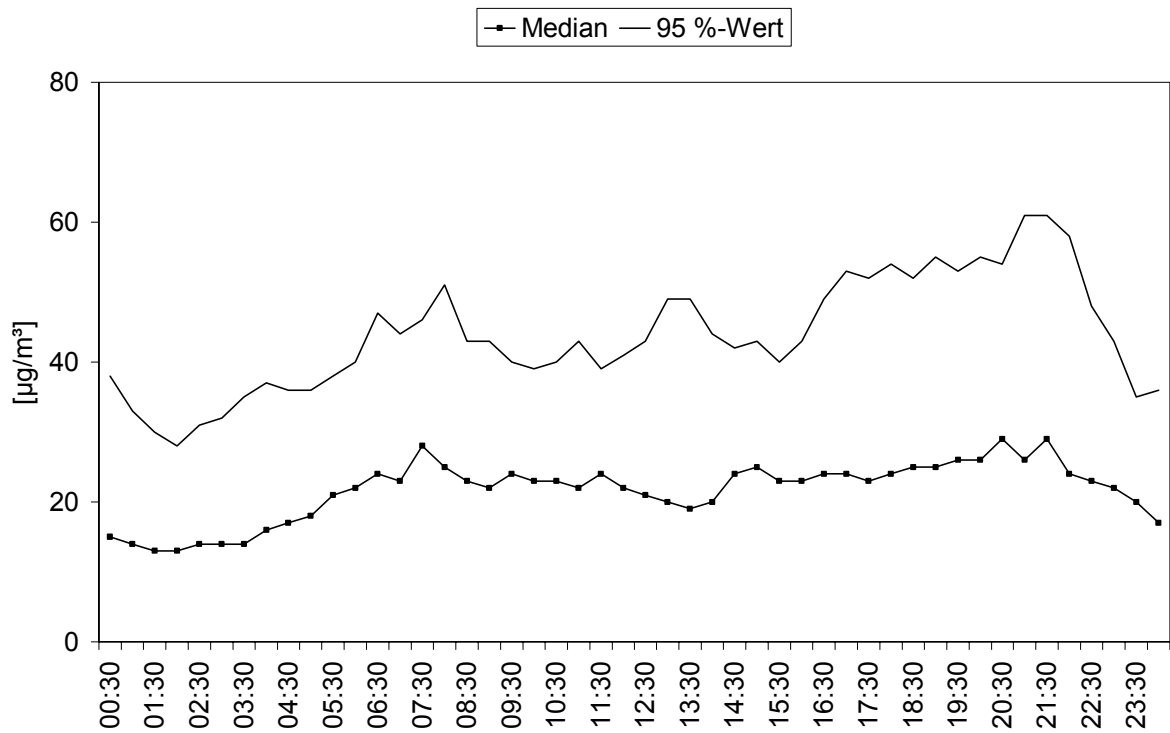


Abb. 3.8: Tagesgang der Stickstoffdioxidkonzentration an der Station in Hennef im Juli 2000

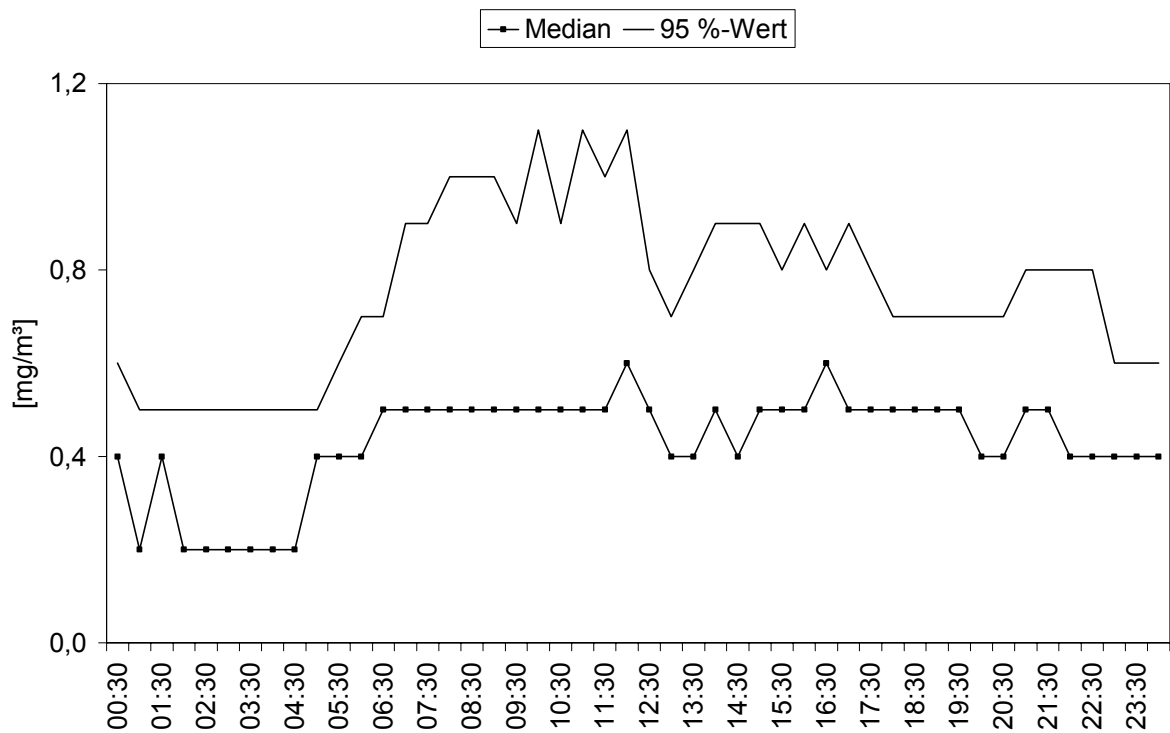


Abb. 3.9: Tagesgang der Kohlenmonoxidkonzentration an der Station in Hennef im Juli 2000

Die höchsten 95 %-Werte der Kohlenmonoxidbelastung wurden in Hennef während der MILIS-Messung am späten Vormittag registriert.

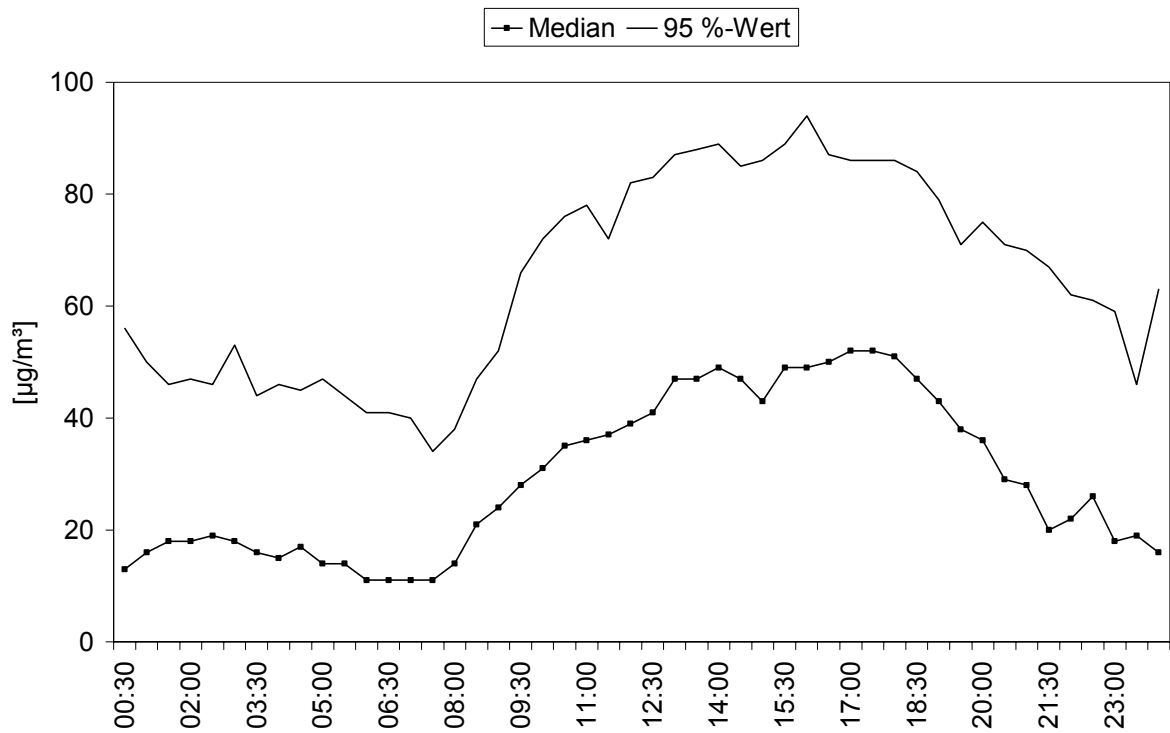


Abb. 3.10: Tagesgang der Ozonkonzentration an der Station in Hennef im Juli 2000

Der Tagesgang der Ozonkonzentration in Hennef weist den für einen Sommermonat typischen Verlauf mit den höchsten Werten am Nachmittag auf.

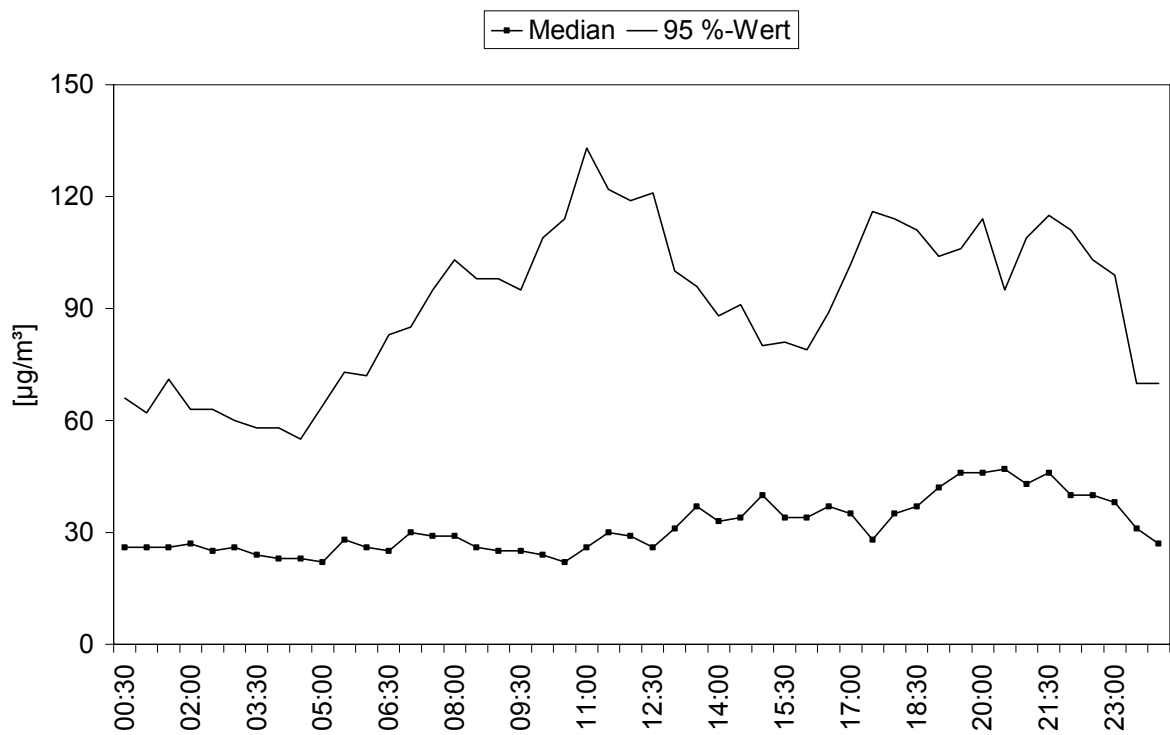


Abb. 3.11: Tagesgang der Schwebstaubkonzentration an der Station in Hennef im Juni 2000

Der Tagesgang der Schwebstaubimmissionen am Standort in Hennef weist zwei deutliche Konzentrationsanstiege, vom frühen Morgen bis zum Mittag und vom späten Nachmittag bis in die Nachtstunden hinein, auf.

3.1.3 Vergleich der Monatsmittelwerte

In den folgenden Diagrammen werden die am MILIS-Standort in Hennef ermittelten Monatsmittelwerte der anorganischen gasförmigen Stoffe mit den zeitgleich an den LUQS-Stationen in Bonn und der stark durch Kfz-Verkehr belasteten Station in Essen-Ost, sowie mit den an den LUQS-Stationen in der Rheinschiene Süd gefundenen Mittelwerten verglichen. Durch den Vergleich der am Standort in Hennef ermittelten Immissionsbelastungen mit der allgemeinen Immissionssituation in der Rheinschiene Süd und in Bonn werden eventuelle spezifische Belastungen am MILIS-Messort Hennef deutlich.

Die während der MILIS-Messung in Hennef gemessenen Konzentrationen der anorganischen gasförmigen Verbindungen sind gut mit den Belastungen durch diese Stoffe die an den LUQS-Stationen in der Rheinschiene Süd gemessen wurden, vergleichbar. Die in Hennef während der Messkampagne im Juli nachgewiesenen Immissionsbelastungen durch anorganische gasförmige Stoffe liegen deutlich unter den Konzentrationen, die an der Verkehrsstation in Essen-Ost nachgewiesen wurden.

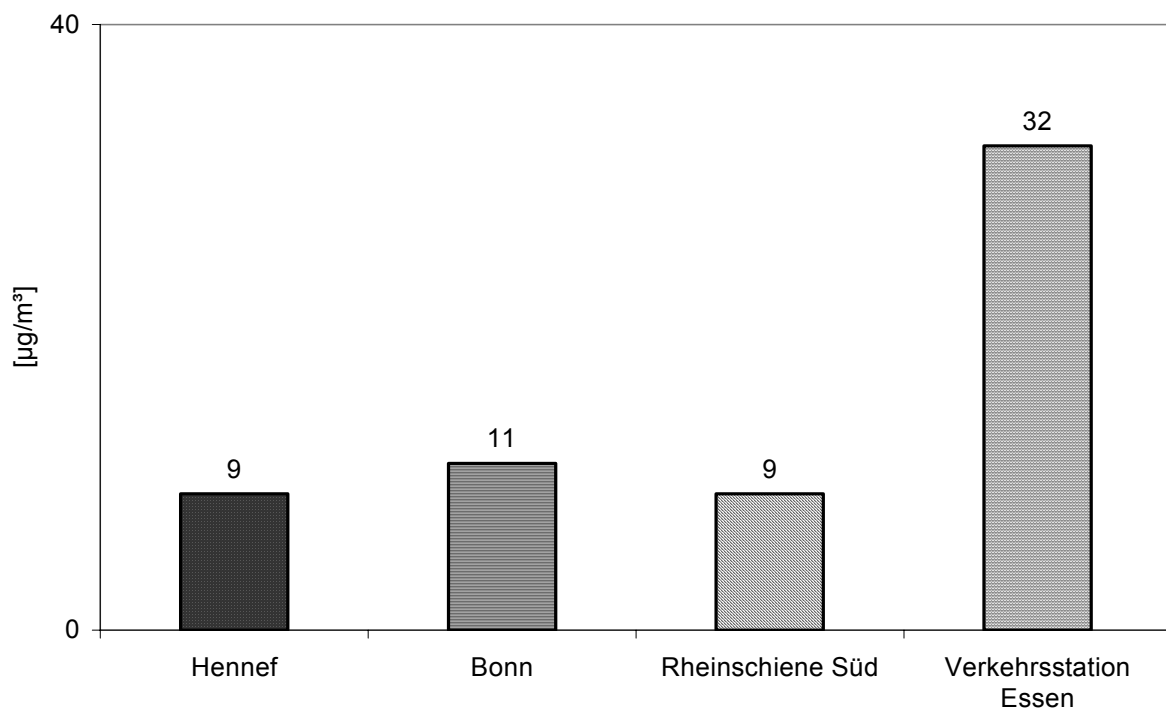


Abb. 3.12: Vergleich der Stickstoffmonoxidbelastung in Hennef mit Vergleichsstationen im Juli 2000

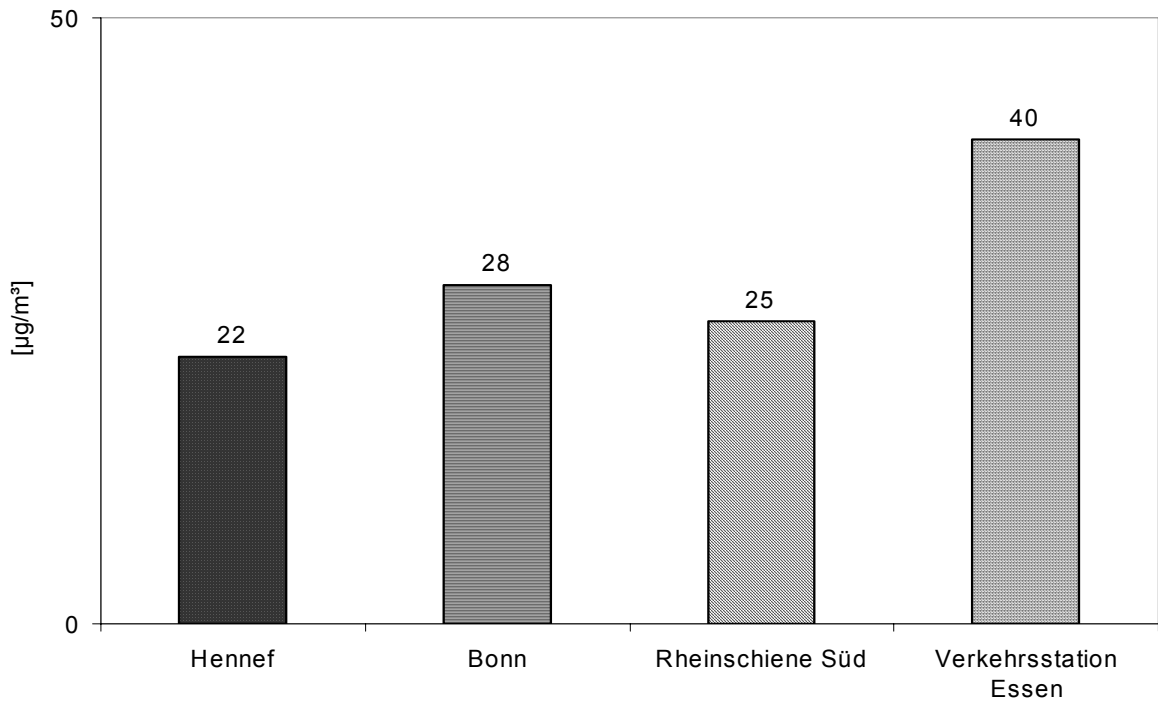


Abb. 3.13: Vergleich der Stickstoffdioxidbelastung in Hennef mit Vergleichsstationen im Juli 2000

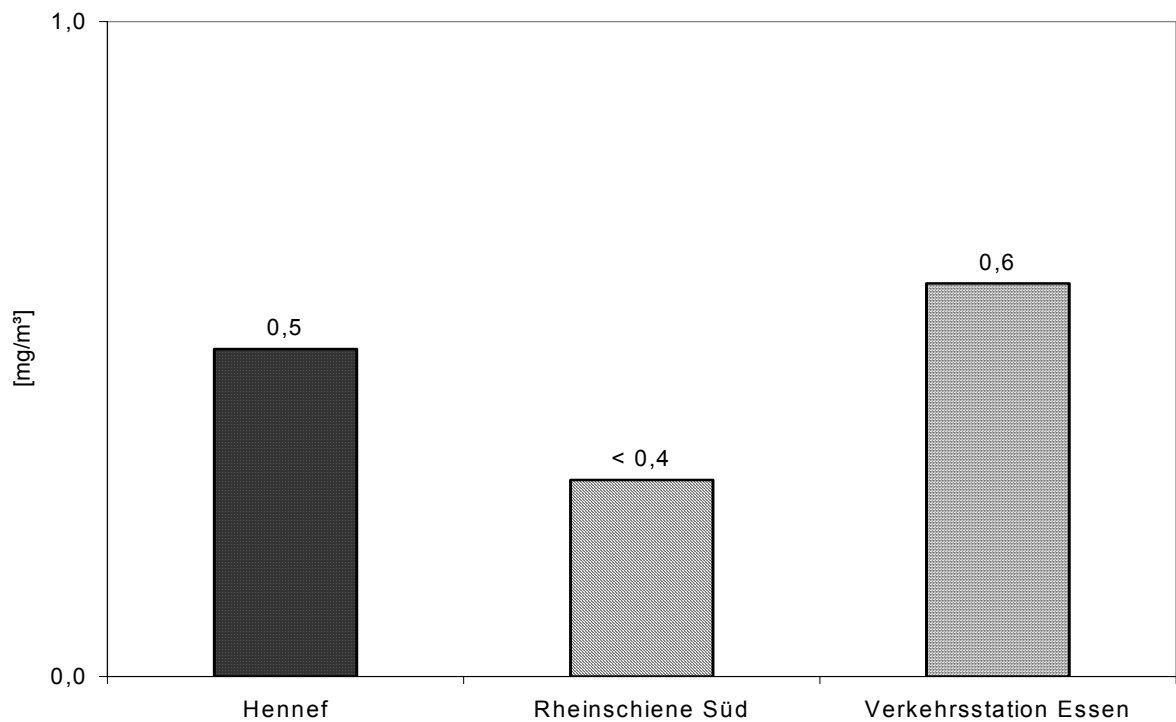


Abb. 3.14: Vergleich der Kohlenmonoxidbelastung in Hennef mit Vergleichsstationen im Juli 2000

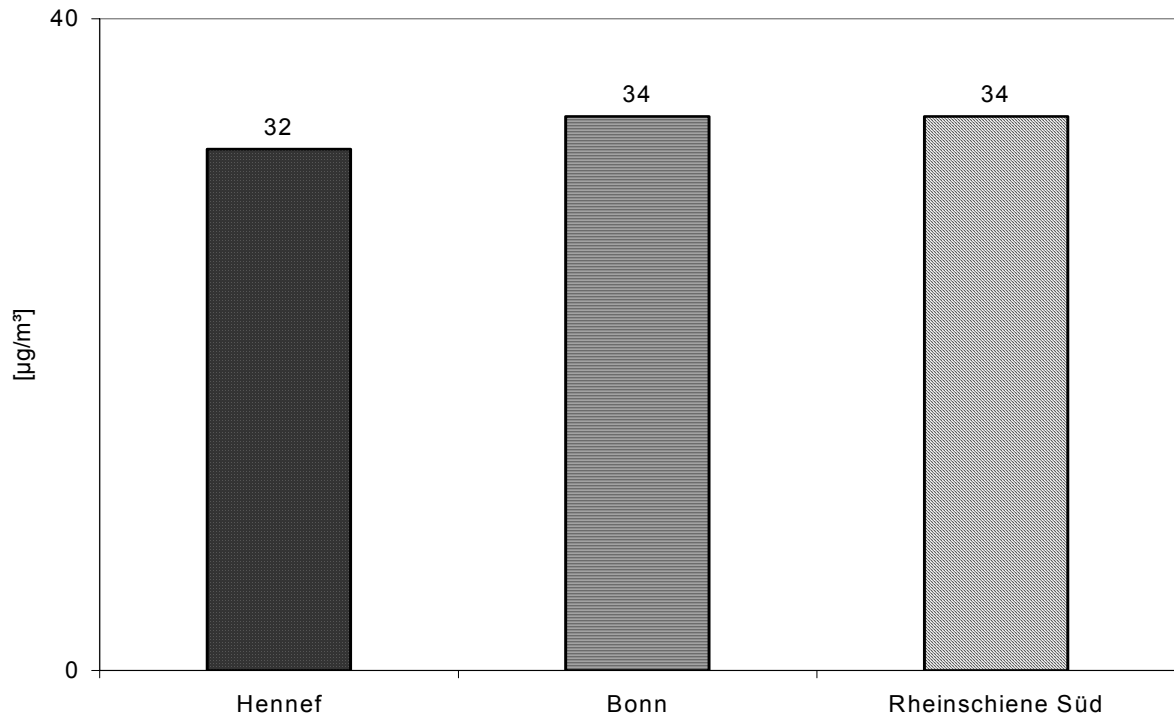


Abb. 3.15: Vergleich der Ozonbelastung in Hennef mit Vergleichsstationen im Juli 2000

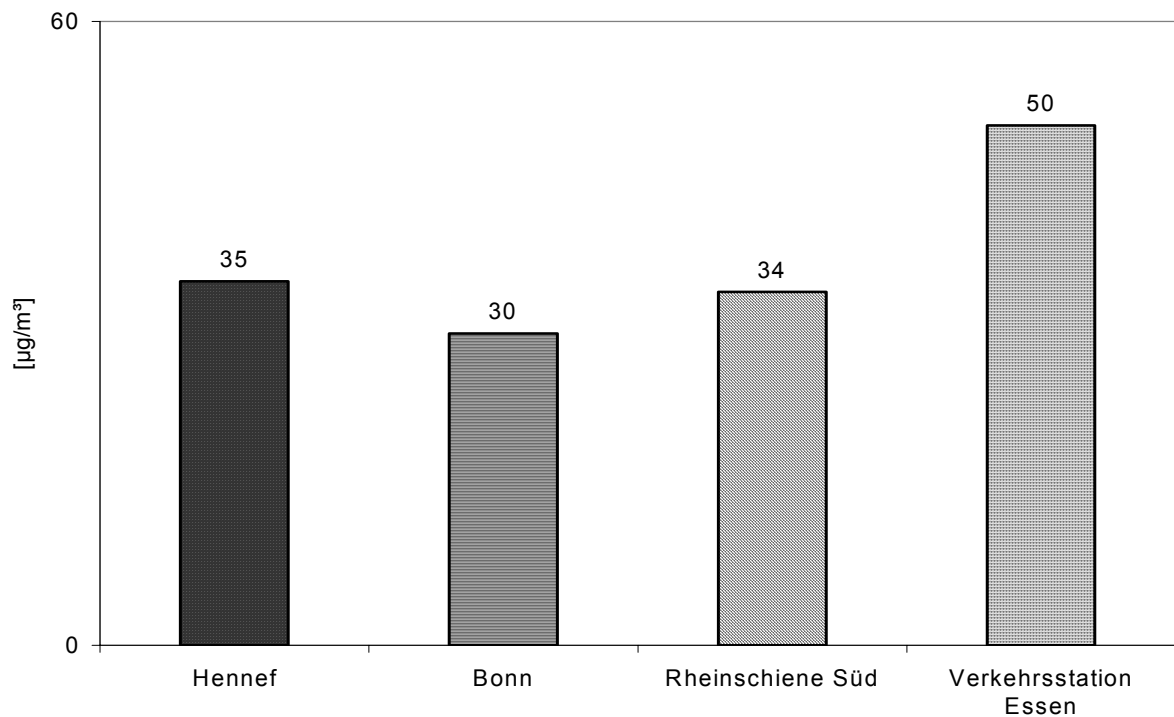


Abb. 3.16: Vergleich der Schwebstaubbelastung in Hennef mit Vergleichsstationen im Juli 2000

3.1.4. Windrichtungsabhängige Auswertung

Die Immissionen der anorganischen gasförmigen Verbindungen zeigen unauffällige Windrichtungsverteilungen. Aufgrund der sehr geschützten Lage des Messcontainers, unmittelbar an der Rathauswand, sind windrichtungsabhängige Auswertungen wenig aussagekräftig. Auf eine Darstellung der Konzentrationsverteilung in Abhängigkeit von der Windrichtung wird daher in diesem Bericht verzichtet.

3.1.5 Vergleich mit MIK-Werten

In der folgenden Tabelle 3.1 sind die am Messstandort in Hennef gemessenen maximalen Halbstunden- und Tagesmittelwerte aller gemessenen Komponenten und die entsprechenden MIK-Werte aufgeführt. Für die gemessenen anorganischen Verbindungen Stickstoffmonoxid, Stickstoffdioxid, Ozon und Schwebstaub ist ein prozentualer Vergleich zwischen Messwert und MIK-Wert (MIK-Wert = 100 %) in den anschließenden Abbildungen 3.17 und 3.18 dargestellt.

Tabelle 3.1: Vergleich der in Hennef gemessenen Maximalwerte mit MIK-Werten

Komponente	Max 0,5-h-Wert Hennef	0,5-h-MIK-Wert	Max 24-h-Wert Hennef	24-h-MIK-Wert
SO ₂ [µg/m ³]	37	1000	< 10	300
NO [µg/m ³]	93	1000	27	500
NO ₂ [µg/m ³]	70	200	39	100
CO [mg/m ³]	1,2	50	0,7	10
O ₃ [µg/m ³]	113	120	54	-
SSTR [µg/m ³]	168*	500**	72	250

*3-h-Mittelwert

**1-h-MIK-Wert

Aus messtechnischen Gründen wird die Schwebstaubbelastung als gleitender Dreistundenmittelwert angegeben und kann daher nicht direkt mit dem Einstunden-MIK-Wert verglichen werden. Eine Überschreitung des 1-h-MIK-Wertes ist angesichts der Differenz zwischen dem höchsten gemessenen Dreistundenwert und dem 1-h-MIK-Wert allerdings nicht zu erwarten.

Eine Überschreitung der MIK-Werte trat während der Messung in Hennef nicht auf. Für Ozon ist kein 24-h-MIK-Wert festgelegt. Die Schwellenwerte für den Einstundenwert von Ozon nach der 22. BImSchV zur Unterrichtung der Bevölkerung von 180 µg/m³, sowie der Alarmwert von 360 µg/m³ wurden im Messzeitraum nicht überschritten.

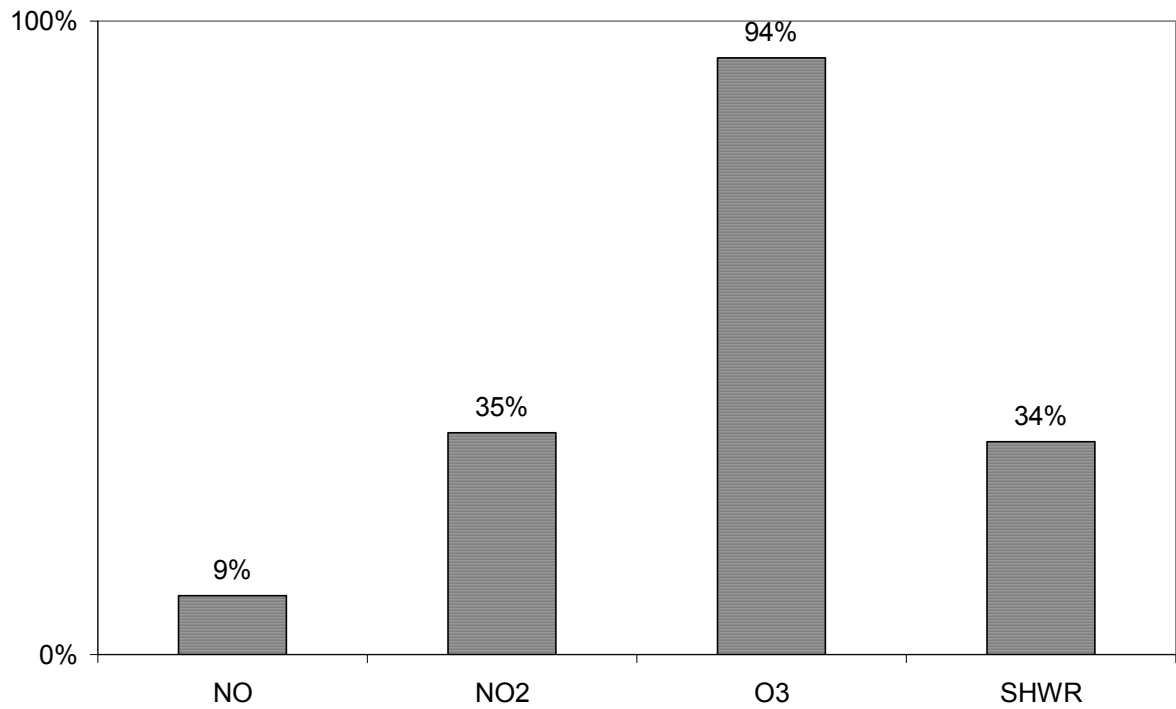


Abb. 3.17: Prozentualer Vergleich der maximalen 0,5-h-Mittelwerte aus Hennef mit 0,5-h-MIK-Werten. 100 % entsprechen dem jeweiligen MIK-Wert

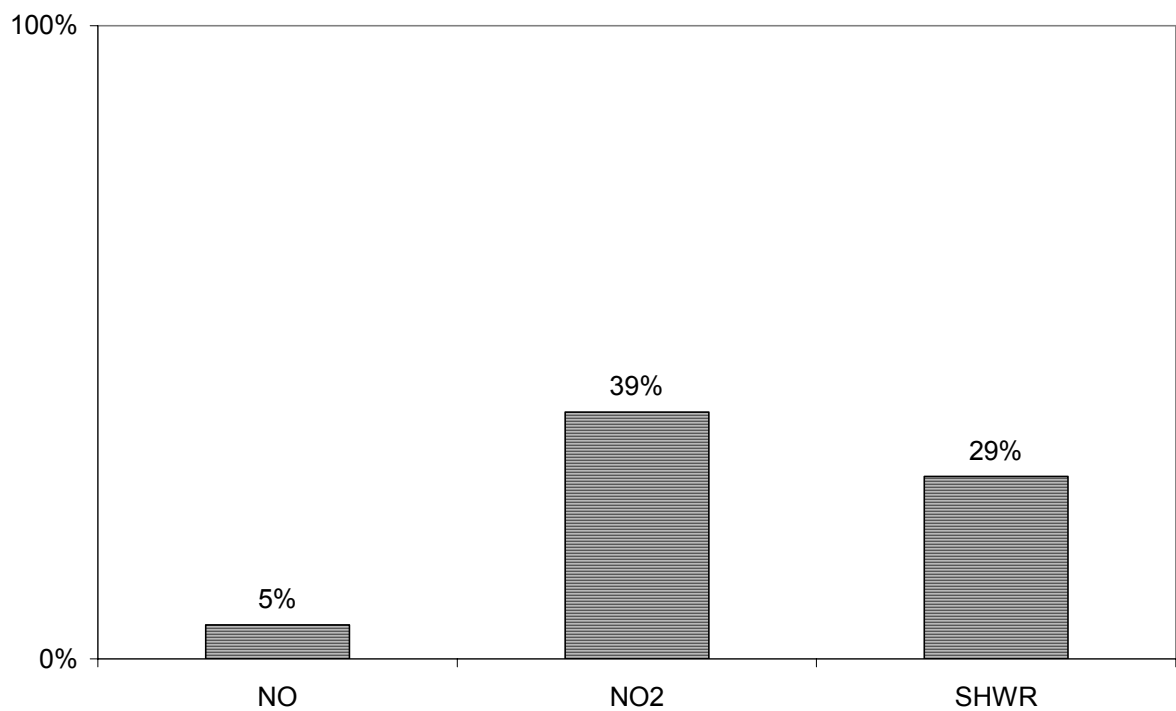


Abb. 3.18: Prozentualer Vergleich der maximalen 24-h-Mittelwerte aus Hennef mit 24-h-MIK-Werten. 100 % entsprechen dem jeweiligen MIK-Wert

3.1.6 Vergleich mit TA Luft Werten

Beim Vergleich mit den Immissionswerten der TA Luft, die sich auf ein gesamtes Messjahr beziehen, müssen bei zeitlich befristeten Messungen die jahreszeitlich bedingten Konzentrationsschwankungen der verschiedenen Schadstoffe berücksichtigt werden. Da bei der Erstellung dieses Berichtes der Jahrgang 2000 bereits vorlag, wurden aus den an den LUQS-Stationen gemessenen Immissionswerten, die sogenannten Belastungsfaktoren (Monatsmittelwert/Jahresmittelwert) bestimmt und zur Berechnung der Jahresmittelwerte für die MILIS-Station in Hennef herangezogen. In der Tabelle 3.2 sind die für den Standort in Hennef zu erwartenden Jahresmittelwerte der gemessenen anorganischen gasförmigen Verbindungen aufgelistet.

Tabelle 3.2: Berechnete Jahresmittelwerte für den MILIS-Standort in Hennef

Komponente	Berechnete Jahresmittelwerte
SO ₂ [µg/m ³]	< 10
NO [µg/m ³]	15
NO ₂ [µg/m ³]	28
CO [mg/m ³]	0,7
O ₃ [µg/m ³]	29
SSTR [µg/m ³]	34

Die folgende Abbildung zeigt den Vergleich der für den Standort Hennef berechneten Jahresmittelwerte der Stickstoffdioxid-, Kohlenmonoxid- und Schwebstaubbelastung mit den Jahresmittelwerten der TA Luft. Die TA Luft gibt für Stickstoffmonoxid und Ozon keinen Grenzwert an.

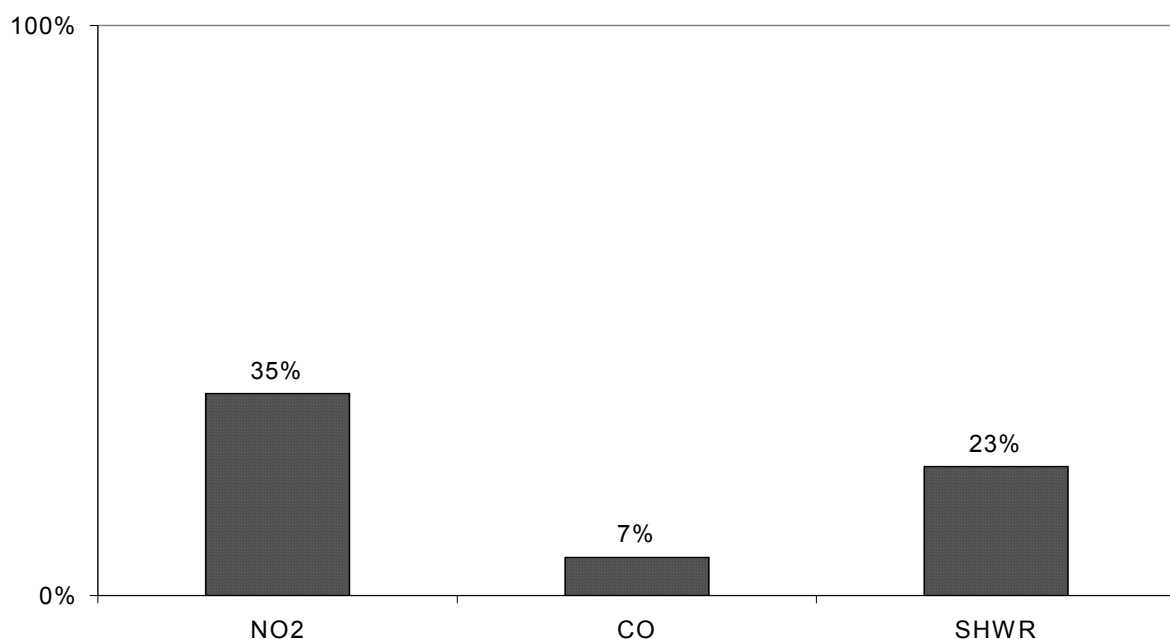


Abb. 3.19: Prozentualer Vergleich der berechneten Jahresmittelwerte aus Hennef mit den Grenzwerten der TA-Luft. 100 % beziehen sich auf den jeweiligen Grenzwert der TA-Luft.

Die berechneten Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid, Kohlenmonoxid und Schwebstaub liegen deutlich unter den von der TA Luft vorgegebenen Grenzwerten.

3.1.7 Vergleich mit den zukünftig einzuhaltenden EU-Grenzwerten

Ein Vergleich mit den zukünftig einzuhaltenden EU-Grenzwerten ist in Tabelle 3.3 gegeben. Für die Schwebstaubfraktion PM10 erfolgt eine gesonderte Betrachtung.

Tabelle 3.3: Vergleich der in Hennef gemessenen Maximalwerte mit den Grenzwerten der EU.

Komponente	Max 1-h-Wert Hennef	1-h-Wert/Anzahl zulässiger Überschreitungen	Toleranzmarge im Jahr 2000	Max 24-h-Wert Hennef	24-h- Wert/Anzahl zulässiger Überschreitungen	Toleranzmarge im Jahr 2000
SO ₂ [µg/m ³]	33	350 / 24	150	< 10	125 / 3	keine
NO ₂ [µg/m ³]	67	200 / 24	100	-	-	-
CO [mg/m ³]	0,9 ^{*)}	10 ^{*)}	6	-	-	-

*) stündlich gleitender 8-h-Wert

Es wurden im Messzeitraum in Hennef weder für Schwefeldioxid noch für Stickstoffdioxid oder Kohlenmonoxid Überschreitungen von Konzentrationswerten festgestellt.

Der für Stickstoffdioxid berechnete Jahresmittelwert von 28 µg/m³ (siehe Kapitel 3.1.6) beträgt 70 % des in der EU-Richtlinie festgelegten Jahresgrenzwert von 40 µg/m³, der bis zum Jahr 2010 einzuhalten ist.

An der MILIS-Station in Hennef wurden keine PM10-Messungen (Partikel mit einem Durchmesser kleiner 10 µm) durchgeführt, sondern Gesamtschwebstaubkonzentrationen bestimmt. Der mittlere PM10-Anteil am Gesamtschwebstaub beträgt nach derzeitigem Erkenntnisstand im Mittel etwa 85 %. Durch Multiplikation der ermittelten Schwebstaubdaten mit dem Faktor 0,85 lassen sich daher näherungsweise PM10-Werte errechnen. In Hennef ergibt sich durch so durchgeführte Abschätzungen, dass der Tagesmittelwert für PM10 von 50 µg/m³ drei mal überschritten wurde. Es ist daher davon auszugehen, dass die Anzahl der Überschreitungen am Standort in Hennef im Bereich der ab Januar 2005 geltenden, maximal zulässigen Grenzwertüberschreitungshäufigkeit von 35 Überschreitungen pro Jahr liegt. Unter Berücksichtigung der im Jahr 2000 geltenden Toleranzmarge von +25 µg/m³ wurden im Juli in Hennef keine Überschreitungen festgestellt.

Der in der EU-Richtlinie festgelegte Jahresgrenzwert für PM10 von 40 µg/m³, der bis zum Jahr 2005 einzuhalten ist, wird nach den ersten Abschätzungen in Hennef mit 29 µg/m³ bereits zum jetzigen Zeitpunkt eingehalten.

3.1.8 Vergleich mit den Ergebnissen vorheriger Messungen

In der Tabelle 3.4 sind die Daten der MILIS-Messungen vom August 1996, die ebenfalls am Standort Frankfurter Straße/Dickstraße durchgeführt wurde, die Ergebnisse der Messung vom September 1998, Standort Theodor-Heuss-Allee, und die im Juli 2000 ermittelten Immissionsergebnisse gegenübergestellt.

Tabelle 3.4: Vergleich der in Hennef gemessenen Kenngrößen mit den Ergebnissen früherer Messungen.

	August 1996		September 1998		Juli 2000	
	Mittelwert		Mittelwert	98 %-Wert	Mittelwert	98 %-Wert
SO ₂ [µg/m ³]	< 10	14	< 10	18	< 10	13
NO [µg/m ³]	14	60	33	113	9	46
NO ₂ [µg/m ³]	28	61	24	55	22	46
CO [mg/m ³]	0,5	1,6	0,7	1,5	0,5	0,9
O ₃ [µg/m ³]	39	115	24	60	32	86
SSTR [µg/m ³]	49	131*	37	83*	35	108*

* Dreistundenmittelwert

Ein direkter Vergleich der Immissionsergebnisse kann nur zwischen den am gleichem Standort durchgeführten MILIS-Messungen 1996 und 2000 vorgenommen werden. Da diese beiden Messungen jeweils in Sommermonaten durchgeführt wurden, sollte der jahreszeitliche Einfluss auf die Konzentrationen der Schadstoffe weitestgehend zu vernachlässigen sein.

Bezogen auf die im August 1996 in Hennef ermittelten Monatsmittelwerte der anorganischen gasförmigen Verbindungen ist bei der Julimessung 2000 eine Abnahme der vorrangig durch den Kfz-Verkehr verursachten Immissionen der Stickoxide und des Kohlenmonoxid sowie bei der Schwebstaubbelastung erkennbar. Diese Tendenz wird auch bei Betrachtung der 98 %-Werte deutlich. Der Vergleich der beiden unterschiedlichen Standorte zeigt höhere Ozon- und Schwebstaub-Werte am Standort Frankfurter Straße/Dickstraße. Hingegen wurden am Standort Theodor-Heuss-Allee höhere Stickstoffmonoxid- und Kohlenmonoxid-Konzentrationen gemessen. Die Schwefeldioxidimmissionen lagen bei allen drei MILIS-Messungen in Hennef unterhalb der Nachweisgrenze dieser Verbindung.

3.2. Leichtflüchtige organische Verbindungen

Außergewöhnliche Immissionsereignisse traten während der Messung in Hennef nicht auf. Auf die Darstellung der VOC-Monatsgänge wird deshalb verzichtet. Der Monatsmittelwert der Cyclohexanbelastung am Messort lag unterhalb der Nachweisgrenze. In den folgenden Auswertungen wird auf diese Komponente nicht weiter eingegangen.

3.2.1 Vergleich mit anderen Standorten

Im folgenden Diagramm sind die am Standort in Hennef ermittelten Benzol-, Toluol- und m/p-Xylol-Belastungen mit den zeitgleich an der LUQS-Station in Düsseldorf, Corneliusstraße, und den an den LUQS-Stationen in Nordrhein-Westfalen (34 Stationen) gemessenen VOC-Immissionen dargestellt. Bei der Station in Düsseldorf, Corneliusstraße, handelt es sich um einen sehr stark durch Kfz-Immissionen belasteten, in einer Straßenschlucht gelegenen Standort. Im Juli 2000 wurde hier an sechs Tagen der 24-h-Mittelwert mit Hilfe von Passivsammlern bestimmt.

Bei der Berechnung der im Juli 2000 an den Stationen in NRW gemessenen VOC-Mittelwerte wurden die an den Verkehrsstationen gemessenen Belastungen nicht berücksichtigt.

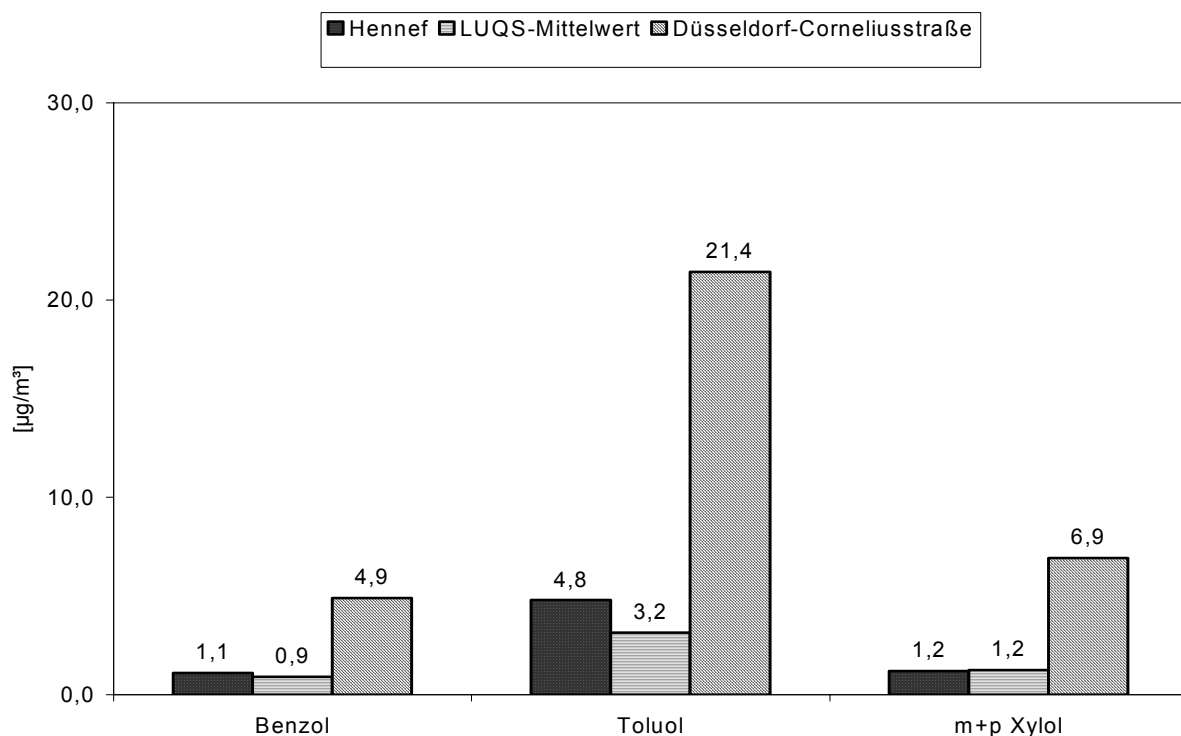


Abb. 3.20: Vergleich der im Juli 2000 am Standort in Hennef gemessenen VOC-Mittelwerte mit den zeitgleich an Vergleichsstandorten ermittelten Belastungen

Die am Standort Düsseldorf, Corneliusstraße, im Juli 2000 ermittelten VOC-Belastungen sind deutlich höher als die an den anderen Standorten gemessenen Immissionen. Die Benzol- und

die m/p-Xylol- Konzentration die in Hennef registriert wurde, ist mit den Julimittelwerten der Stationen in NRW vergleichbar. Die in Hennef bestimmte Toluolbelastung überragt den im Juli 2000 im Messgebiet NRW ermittelten Wert.

3.2.2 Tagesgang der VOC-Konzentrationen

Die Tagesgänge der am MILIS-Standort in Hennef registrierten leichtflüchtigen organischen Verbindungen zeigen einen deutlichen Konzentrationsanstieg in den frühen Morgenstunden. Im Vergleich zu den anderen VOC, bei denen die 95 %-Werte während dieser Zeit kontinuierlich ansteigen, ist bei Toluol ein sprunghafter Anstieg des 95 %-Wertes erkennbar. Die höchsten 95 %-Werte der Benzol- und Toluol-Belastung wurden am Morgen, die höchsten 95 %-Werte der Xylol-, Ethylbenzol- und 1,2,4-Trimethylbenzol-Konzentration am Nachmittag gemessen.

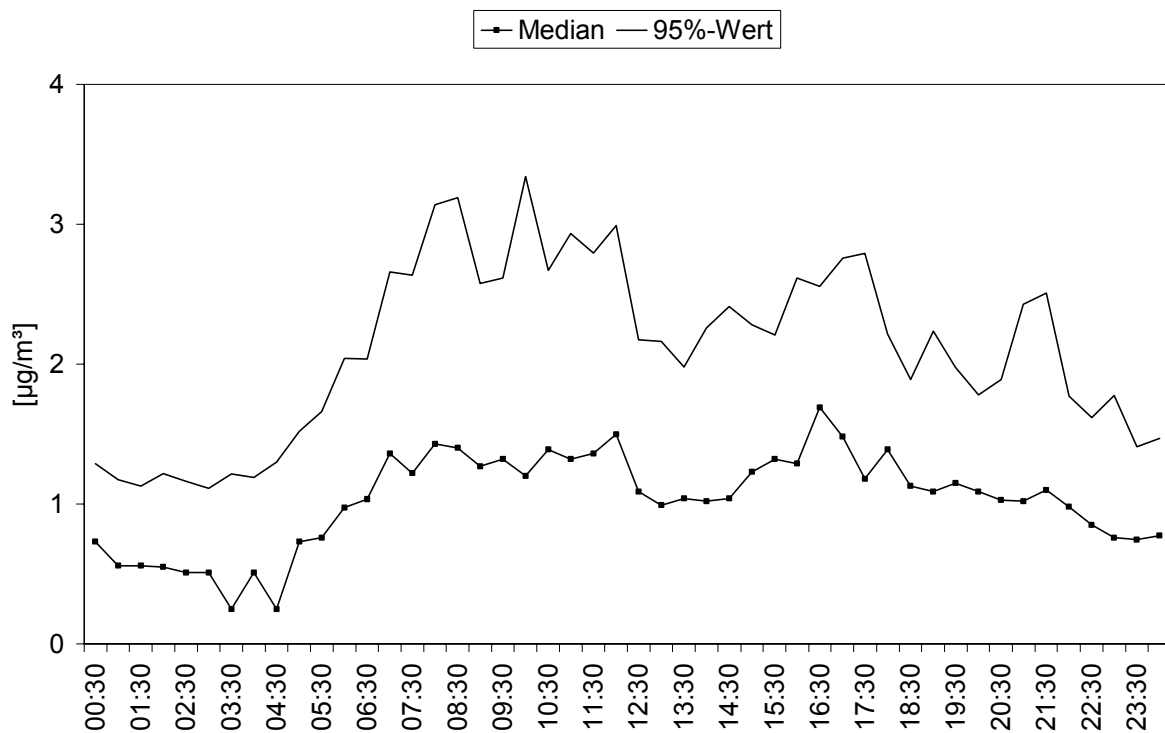


Abb. 3.21: Tagesgang der Benzolkonzentration am Standort in Hennef

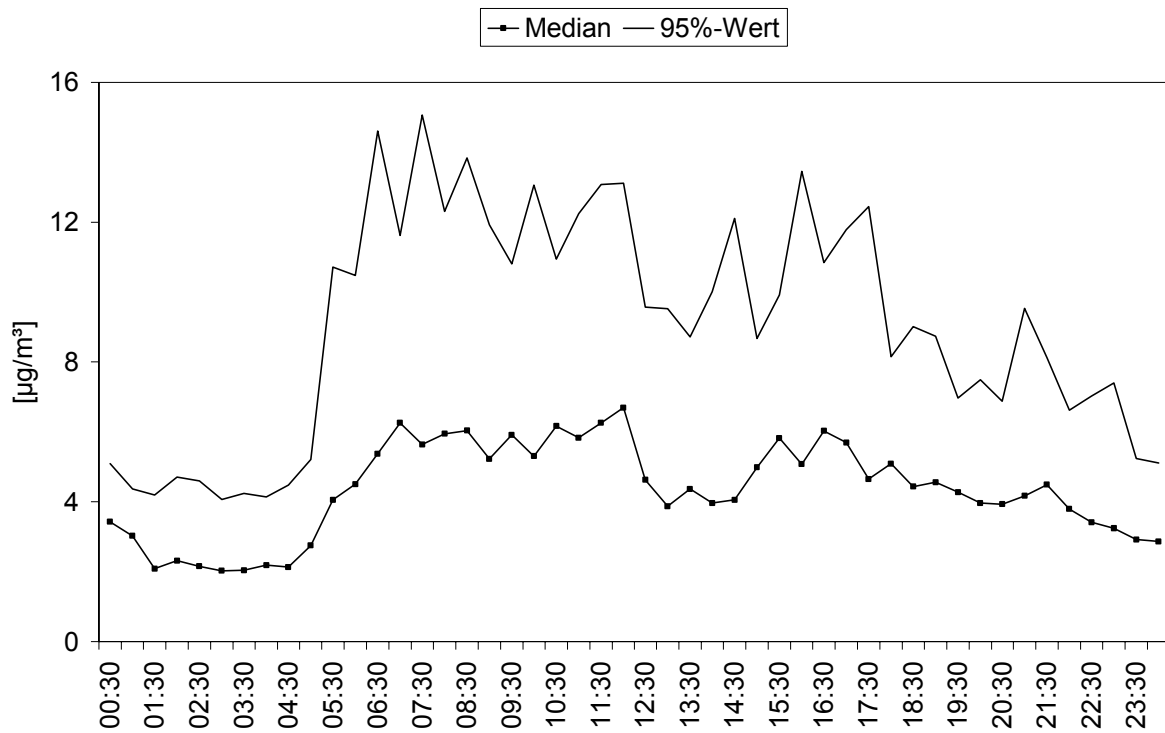


Abb. 3.22: Tagesgang der Toluolkonzentration am Standort in Hennef

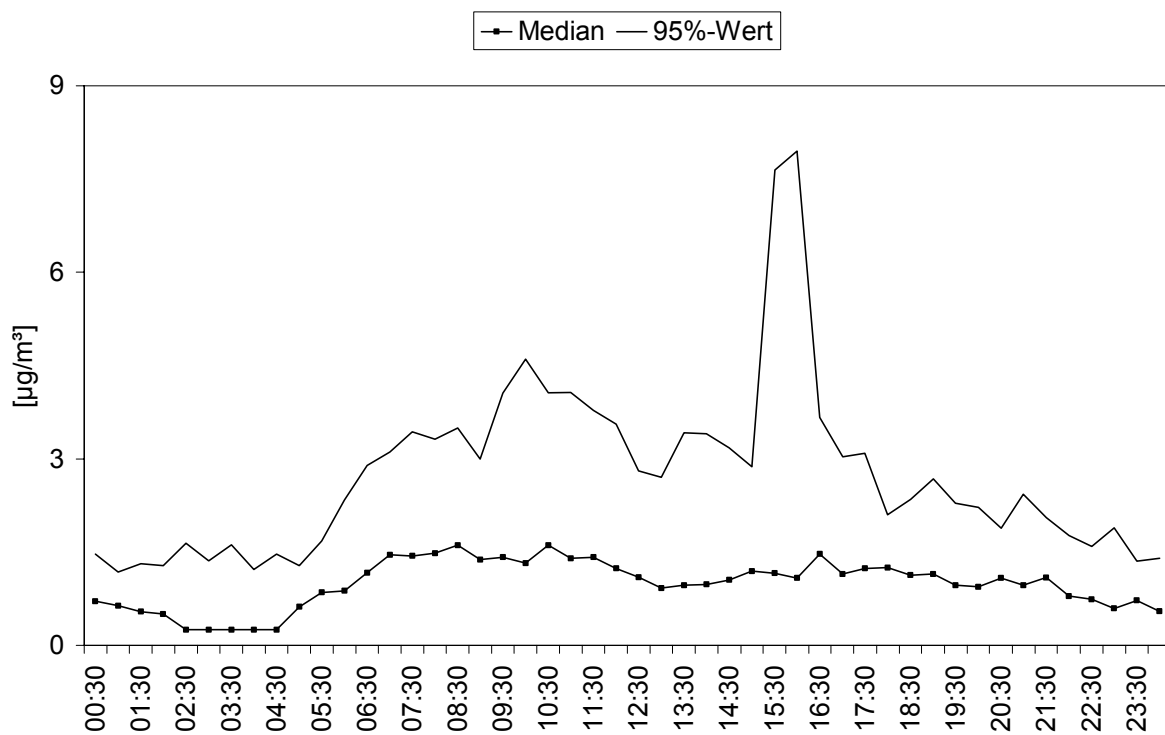


Abb. 3.23: Tagesgang der m/p-Xylolkonzentration am Standort in Hennef

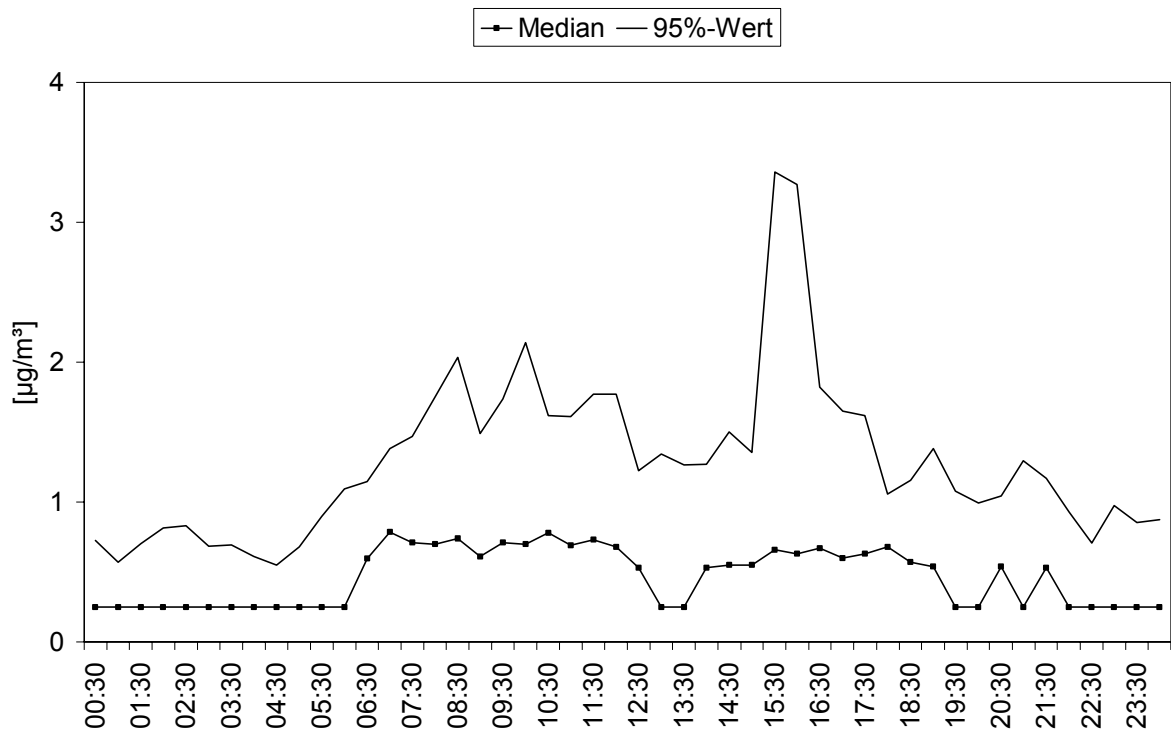


Abb. 3.24: Tagesgang der o-Xylolekonzentration am Standort in Hennef

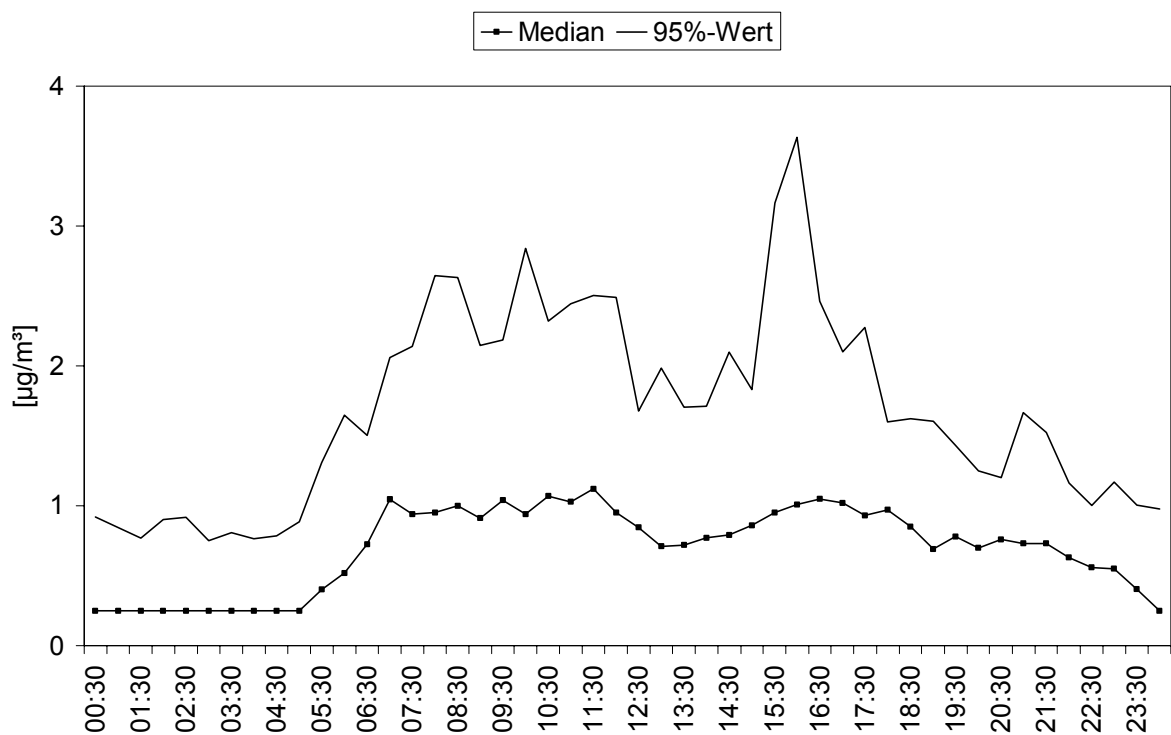


Abb. 3.25: Tagesgang der Ethylbenzolkonzentration am Standort in Hennef

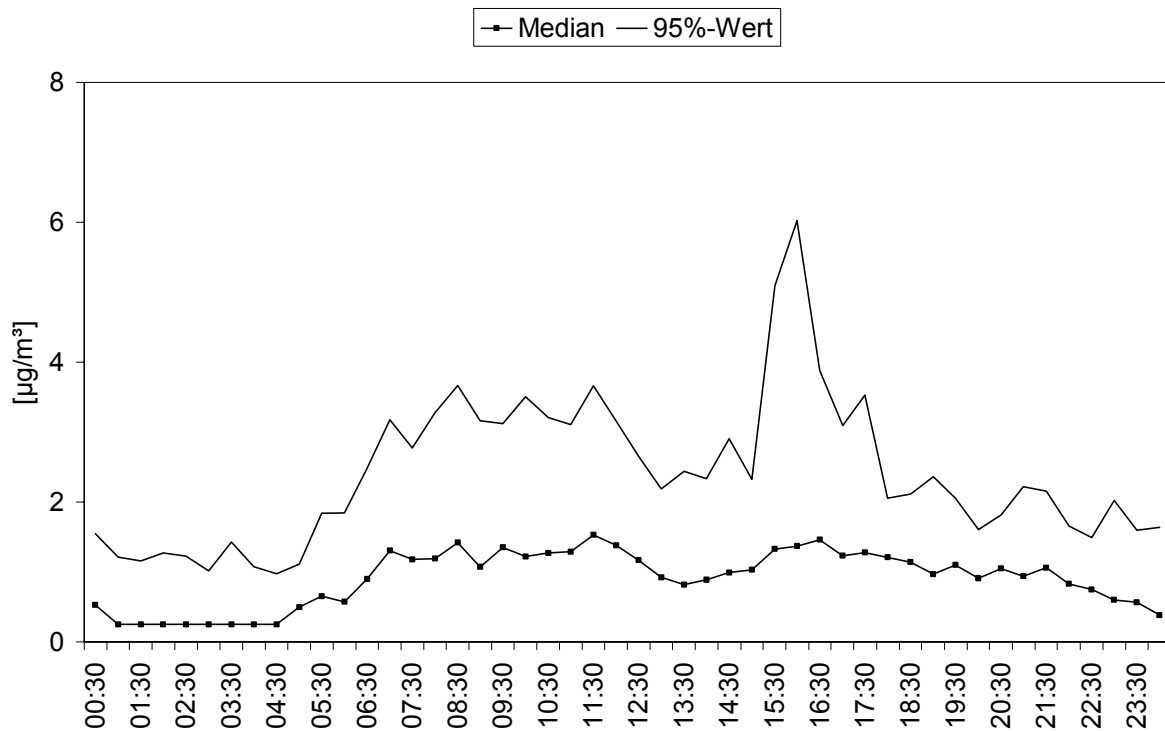


Abb. 3.26: Tagesgang der 1,2,4-Trimethylbenzolkonzentration am Standort in Hennef

3.2.4. Vergleich mit Zielwerten

Die in der Tabelle 1.3 genannten Grenz- und Zielwerte für Benzol, Toluol und Xylol gelten für Jahresmittelwerte. Ein Vergleich der in Hennef gemessenen Konzentrationen dieser Verbindungen kann daher nur mit den auf Jahresmittelwerte hochgerechneten Messdaten erfolgen.

Die folgende Tabelle 3.5 zeigt die auf Basis der Jahresgänge 1989 bis 2000 errechneten Jahresmittelwerte für Benzol, Toluol und Xylol (m/p- und o-Xylol) am Standort in Hennef.

Tabelle 3.5: Errechnete Jahresmittelwerte für Benzol, Toluol und Xylol am MILIS-Standort in Hennef

Komponente	errechneter Jahresmittelwert 2000
Benzol [µg/m³]	1,9
Toluol [µg/m³]	6,5
m/p-Xylol [µg/m³]	1,6
o-Xylol [µg/m³]	0,8

Der EU-Grenzwert für Benzol von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, der bis zum Jahr 2010 einzuhalten ist, wird demnach am MILIS-Standort in Hennef bereits im Jahr 2000 eingehalten.

In der folgenden Abbildung werden die berechneten Jahresmittelwerte am MILIS-Standort in Hennef mit dem LAI-Zielwert für Benzol von $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und den Zielwerten der staatlichen Luftreinhalteplanung für Toluol und Xylol (m/p-Xylol und o-Xylol) von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, verglichen. (siehe Tabelle 1.3).

Mit großer Wahrscheinlichkeit werden die Zielwerte für Benzol, Toluol und Xylol am MILIS-Standort in Hennef eingehalten.

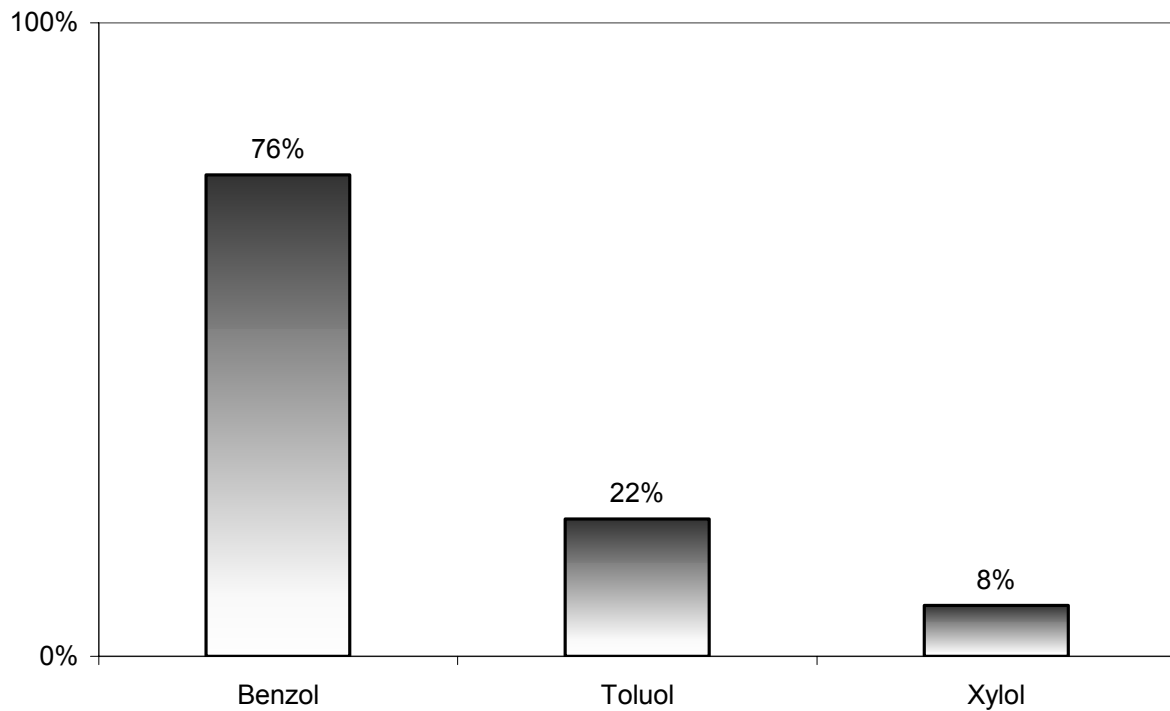


Abb. 3.27: Prozentualer Vergleich der berechneten VOC-Jahresmittelwerte der Station in Hennef mit Zielwerten. 100 % beziehen sich auf den jeweiligen Zielwert.

3.2.5. Weitere Auswertungen

Anhand der Konzentrationsverhältnisse verschiedener Stoffe zueinander lassen sich Rückschlüsse auf die Herkunft der Immissionen ziehen. [12] Die Verbindungen Benzol, Toluol und 1,2,4-Trimethylbenzol sind in erheblichen Anteilen in Kfz-Abgasen vorhanden. Diese Verbindungen weisen in der Atmosphäre eine unterschiedliche Reaktivität auf. Die Lebensdauer dieser Verbindungen in der Atmosphäre nimmt in der Reihenfolge Benzol \Rightarrow Toluol \Rightarrow 1,2,4-Trimethylbenzol ab. Je weiter diese Verbindungen also von der Emissionsquelle wegtransportiert werden, desto kleiner werden die Konzentrationsverhältnisse Toluol/Benzol und 1,2,4-Trimethylbenzol/Benzol. Messungen, die im unmittelbaren Einwirkungsbereich des Kfz-Verkehrs durchgeführt wurden, ergaben im Mittel ein Konzentrationsverhältnis Toluol/Benzol von 2,85 und 1,2,4-Trimethylbenzol/Benzol von 0,91. Die gefundenen Verhältnisse lagen dabei in einem Bereich von 2,77 bis 3,41 und von

0,85 bis 0,99. In der Tabelle 3.6 sind die in Hennef gemessenen Monatsmittelwerte dieser drei Komponenten und die Konzentrationsverhältnisse aufgeführt.

Tabelle 3.6: Monatsmittelwerte und Konzentrationsverhältnisse der MILIS-Messung in Hennef

Komponente	Monatsmittelwert	Konzentrationsverhältnis zum Benzol
Benzol [µg/m³]	1,1	-
Toluol [µg/m³]	4,8	4,4
1,2,4-Trimethylbenzol [µg/m³]	1,1	1

Die Konzentrationsverhältnisse von 4,4 und 1 zeigen deutlich, dass dem Kfz-Verkehr ein erheblicher Anteil an den VOC-Immissionen am Standort in Hennef zuzurechnen ist.

3.2.6. Vergleich mit den Ergebnissen vorheriger Messungen

In der Tabelle 3.7 sind Kenngrößen der bisher in Hennef durchgeführten MILIS-Messungen aufgeführt. Ein Vergleich der VOC-Immissionen wird nur zwischen den am gleichen Standort (Frankfurter Straße/Dickstraße) ermittelten Daten vorgenommen.

Tabelle 3.7: Vergleich der in Hennef gemessenen Kenngrößen mit den Ergebnissen früherer Messungen.

	August 1996		September 1998		Juli 2000	
	Mittelwert	98 %-Wert	Mittelwert	98 %-Wert	Mittelwert	98 %-Wert
Benzol [µg/m³]	3,3	10,5	2,3	6,7	1,1	2,9
Toluol [µg/m³]	11,2	37,4	8,0	24,7	4,8	13,1
m/p-Xylol [µg/m³]	4,4	12,8	2,3	6,4	1,2	3,9
o-Xylol [µg/m³]	2,0	5,7	1,0	3,1	0,6	1,9
Ethylbenzol [µg/m³]	2,2	6,5	1,4	4,4	0,8	2,6
1,2,4-Trimethylb. [µg/m³]	3,1	9,0	1,7	4,7	1,1	3,6

Im Vergleich mit dem August weist der Jahrgang der VOC-Immissionen im Juli generell geringere Konzentrationen auf. Ein Rückgang der Immissionsbelastung bei den leichtflüchtigen organischen Verbindungen am Standort Frankfurter Straße/Dickstraße ist jedoch auch unter Berücksichtigung der jeweiligen Belastungsfaktoren deutlich erkennbar.

3.3 Schwermetalle im Schwebstaub

3.3.1 Vergleich mit anderen Standorten

In der folgenden Abbildung sind die Monatsmittelwerte der am Standort in Hennef analysierten Schwermetalle im Schwebstaub und die zeitgleich ermittelten Daten der Messungen in Bonn, Wesseling und der Verkehrsstation in Hagen dargestellt. An der Verkehrsstation in Essen-Ost wurden im Juli 2000 keine Schwermetalle im Schwebstaub bestimmt.

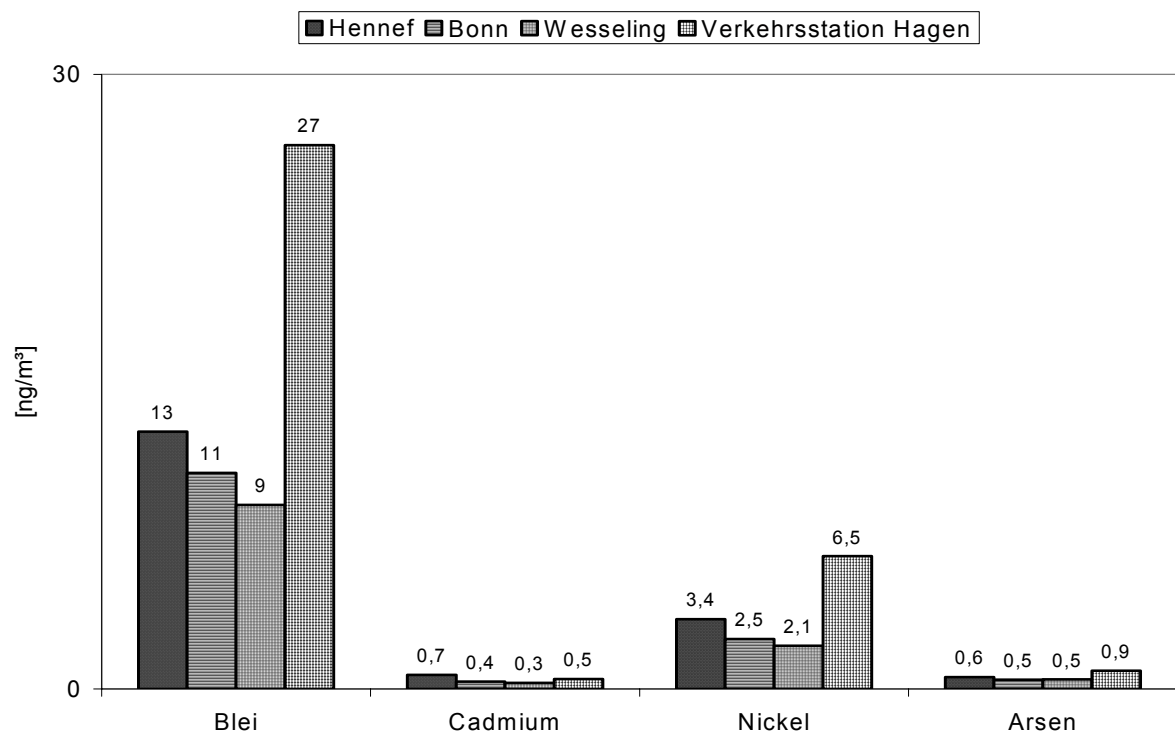


Abb. 3.28: Vergleich der Schwermetallbelastungen im Schwebstaub in Hennef mit Vergleichsstationen im Juli 2000

Die am Standort in Hennef im Messzeitraum Juli 2000 im Schwebstaub nachgewiesenen Schwermetallkonzentrationen werden, mit Ausnahme der Cadmiumbelastung, deutlich von den an der Verkehrsstation in Hagen analysierten Konzentrationen übertroffen. Die Schwermetallbelastungen in Hennef lagen im Messzeitraum in einer Größenordnung, die auch an anderen Stationen im Belastungsgebiet Rheinschiene Süd gemessen wurde.

3.3.2 Hochrechnung auf Jahresmittelwerte und Vergleich mit Ziel- und Grenzwerten

In Tabelle 3.8 sind die mit Hilfe der Belastungsfaktoren berechneten Jahresmittelwerte der Schwermetallbelastung im Schwebstaub am Messstandort in Hennef dargestellt. Die Schwermetallbelastung im Schwebstaub weist im allgemeinen innerhalb eines Jahres nur geringe Konzentrationsschwankungen und nur einen wenig ausgeprägten Jahresgang auf.

Tabelle 3.8: Errechnete Jahresmittelwerte der Schwermetallbelastung im Schwebstaub am MILIS-Standort in Hennef

Komponente	errechneter Jahresmittelwert 2000
Blei [ng/m ³]	15
Cadmium [ng/m ³]	0,9
Nickel [ng/m ³]	3,5
Arsen [ng/m ³]	0,7

In der folgenden Abbildung werden die für den Standort in Hennef berechneten Jahresmittelwerte der Schwermetallbelastung im Schwebstaub mit den an den LUQS-Stationen im Rhein-Ruhr-Gebiet im Jahr 2000 gemessenen Werten verglichen.

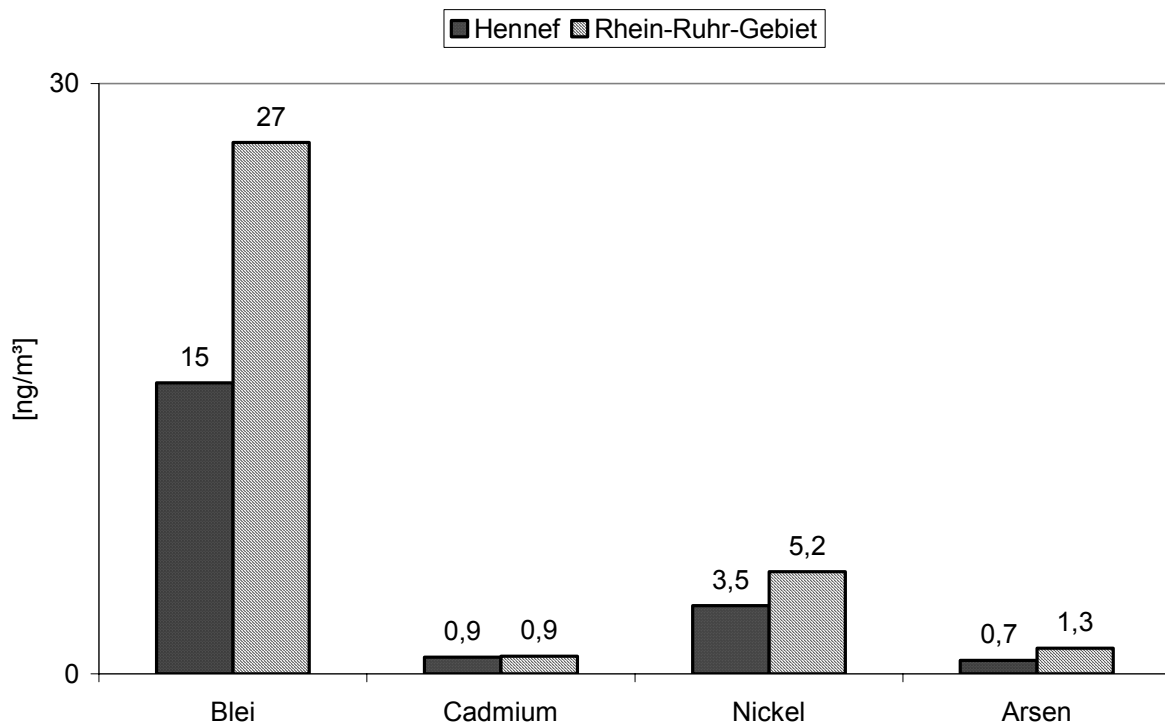


Abb. 3.29: Vergleich der für den Standort in Hennef zu erwartenden Jahresmittelwerte 2000 der Schwermetallbelastung im Schwebstaub mit dem Rhein-Ruhr-Jahresmittelwert 2000

Die am Standort in Hennef im Jahr 2000 zu erwartenden Schwermetallbelastungen im Schwebstaub rangieren in Bereichen, die auch im Jahresmittel 2000 an den Stationen des LUQS-Messnetzes registriert wurden.

Der in der Richtlinie 1999/30/EG ab dem Jahr 2005 einzuhaltende Grenzwert für Blei von 500 ng/m³ (Tabelle 1.3) wird am Standort in Hennef schon im Jahr 2000 eingehalten. Die vom LAI erarbeiteten Zielwerte der Cadmium-, Nickel- und Arsenbelastung (Tabelle 1.3) werden am Messstandort in Hennef ebenfalls deutlich unterschritten. In der Abbildung 3.30 werden die am MILIS-Standort in Hennef zu erwartenden Jahresmittelwerte der Schwermetallbelastung im Schwebstaub mit dem Wert der EG-Richtlinie 1999/30/EG, bzw. mit den LAI-Zielwerten verglichen.

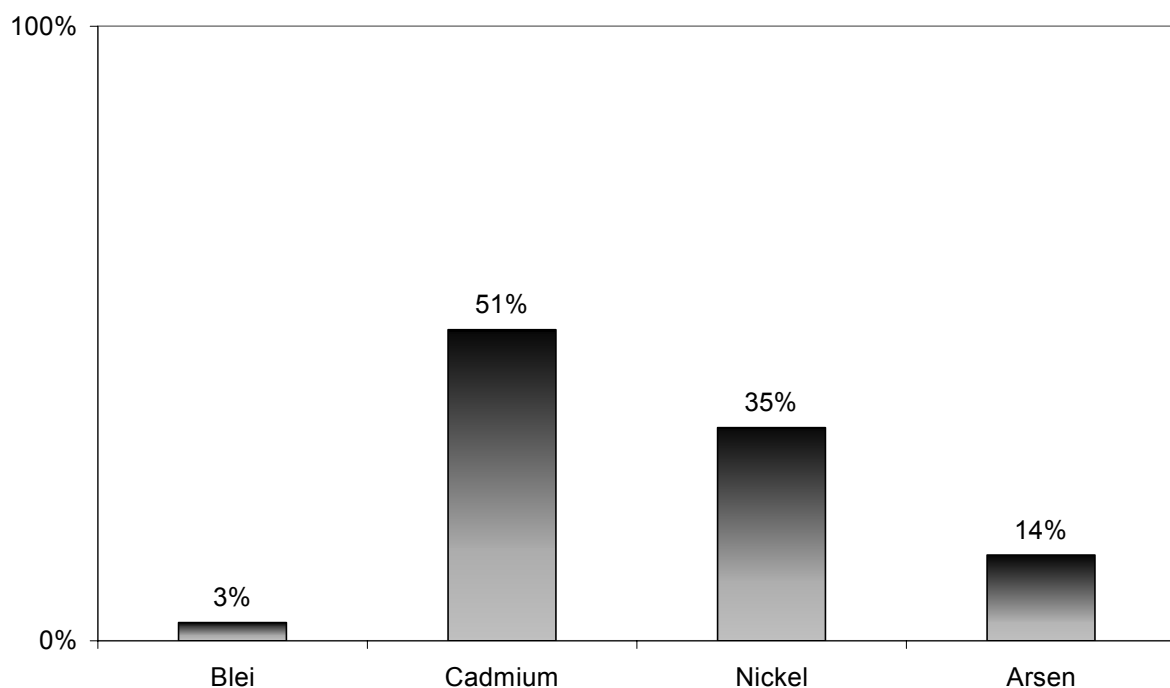


Abb. 3.30: Prozentualer Vergleich der in Hennef zu erwartenden Jahresmittelwerte der Schwermetallbelastung im Schwebstaub mit Zielwerten. 100 % beziehen sich auf den jeweiligen Zielwert.

Grenz- oder Zielwerte der Schwermetallbelastung im Schwebstaub werden am Standort in Hennef zu maximal 51 % ausgeschöpft.

3.3.3. Vergleich mit den Ergebnissen vorheriger Messungen

In der Tabelle 3.9 sind Mittelwerte und der höchste Tagesmittelwert der bisher in Hennef durchgeführten Schwermetallmessungen im Schwebstaub aufgeführt.

Tabelle 3.9: Vergleich der in Hennef gemessenen Schwermetallbelastungen im Schwebstaub mit den Ergebnissen früherer Messungen.

	August 1996		September 1998		Juli 2000	
	Mittelwert		Mittelwert	Max-Wert	Mittelwert	Max-Wert
Blei [µg/m³]	0,02	0,04	0,01	0,02	0,01	0,03
Cadmium [ng/m³]	0,4	0,8	1,3	9,80	0,7	2,6
Nickel [ng/m³]	4,1	7,9	2,5	4	3,4	7,1
Arsen [µg/m³]	0,001	0,003	< 0,001	0,002	0,001	0,001

Die im Schwebstaub nachgewiesenen Schwermetallgehalte der MILIS-Messungen von August 1996 und Juli 2000 weisen nur geringe Konzentrationsunterschiede auf.

3.4. Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe im Schwebstaub

3.4.1. Vergleich mit anderen Standorten

In der folgenden Abbildung 3.31 werden die am MILIS-Standort in Hennef gemessenen PAK-Konzentrationen mit den zeitgleich gemessenen Werten der LUQS-Stationen in Bonn, Wesseling und der Verkehrsstation in Hagen verglichen. Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) zeigen im allgemeinen einen ausgeprägten Jahresgang mit höheren PAK-Werten in den Wintermonaten. Ein Vergleich der in Hennef am MILIS-Standort ermittelten Daten mit den Jahresmittelwerten 2000 des Rhein-Ruhr-Gebietes erfolgt im anschließenden Kapitel 3.4.2..

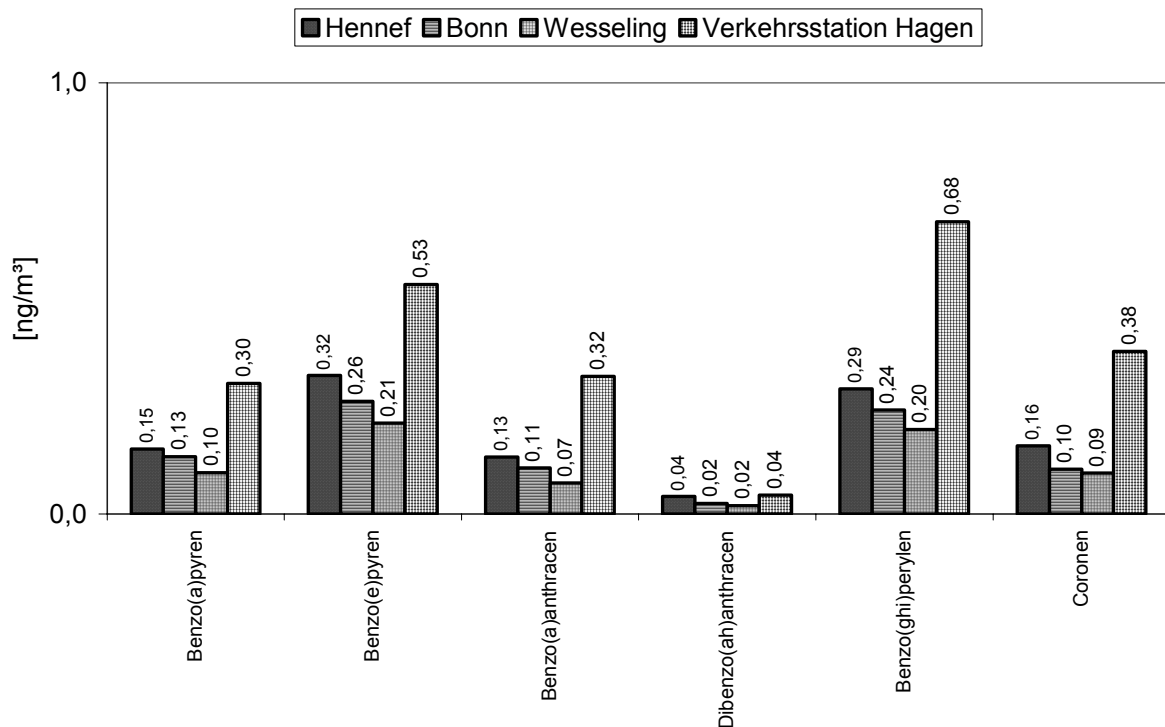


Abb. 3.31: Vergleich der PAK-Belastungen im Schwebstaub in Hennef mit Vergleichsstationen im Juli 2000

Die in Hennef im Juli 2000 gemessene Konzentrationen der bei unvollständiger Verbrennung entstehenden polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe sind etwas höher als die an den LUQS-Standorten in Bonn und Wesseling gefundenen Konzentrationen. Die PAK-Belastung am Messort ist aber deutlich geringer als die an der Verkehrsstation in Hagen ermittelte PAK-Belastung.

3.4.2. Hochrechnung auf Jahreswerte und Vergleich mit Zielwerten

In der Tabelle 3.10 sind die mit Hilfe der Belastungsfaktoren (siehe Kapitel 3.1.6) berechneten zu erwartenden Jahresmittelwerte der PAK-Belastung am MILIS-Standort in Hennef aufgeführt.

Tabelle 3.10: Berechnete Jahresmittelwerte der PAK im Schwebstaub für den MILIS-Standort in Hennef

Komponente		berechnete Jahresmittelwerte
Benzo(a)pyren	[ng/m ³]	0,47
Benzo(e)pyren	[ng/m ³]	0,78
Benzo(a)anthracen	[ng/m ³]	0,41
Dibenzo(ah)anthracen	[ng/m ³]	0,11
Benzo(ghi)perylen	[ng/m ³]	0,70
Coronen	[ng/m ³]	0,37

Für die Komponente Benzo(a)pyren existiert ein LAI-Zielwert von 1,3 ng/m³ (Jahresmittelwert). Dieser Zielwert wird durch die in Hennef zu erwartende Belastung zu 36 % ausgeschöpft.

Die Abbildung 3.32 zeigt die für den Messstandort in Hennef berechneten Jahresmittelwerte im Vergleich mit den Rhein-Ruhr-Jahresmittelwerten 2000.

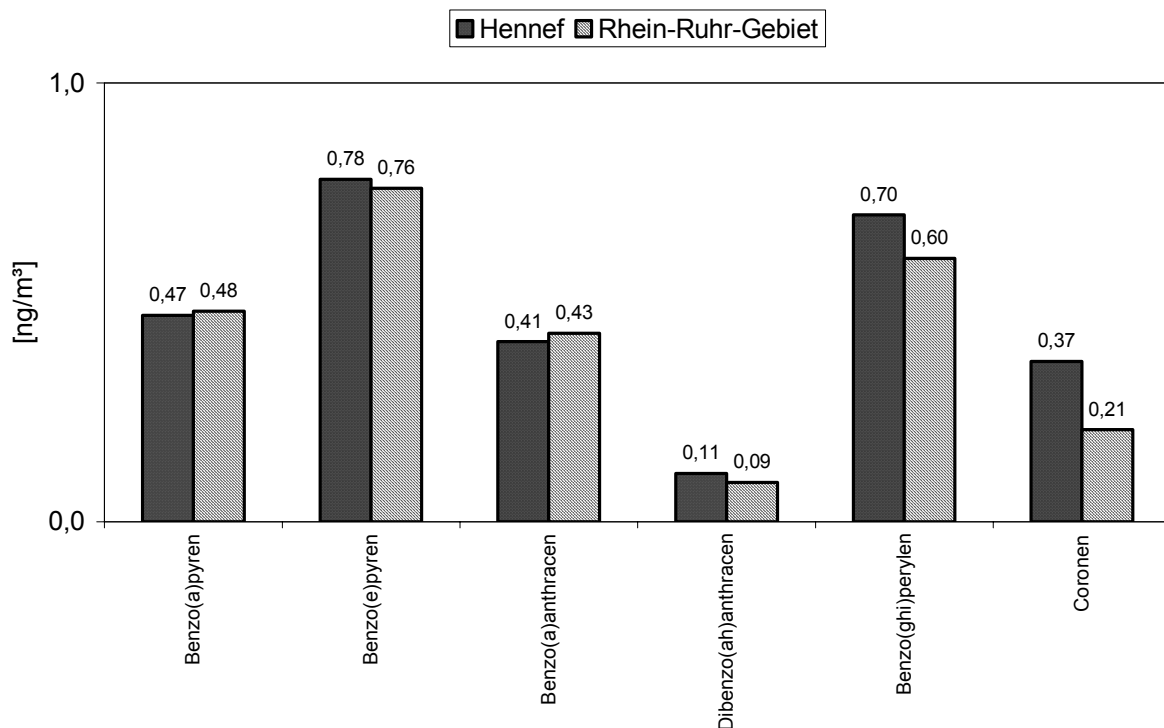


Abb. 3.32: Vergleich der am Standort in Hennef zu erwartenden Jahresmittelwerte der PAK-Belastung mit den im Jahre 2000 im Rhein-Ruhr-Gebiet gemessenen Jahresmittelwerte.

Die für den MILIS-Standort im Jahr 2000 berechneten Jahresmittelwerte der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe sind vergleichbar mit den im Jahr 2000 im Rhein-Ruhr-Gebiet gemessenen Immissionen. Im folgenden Kapitel wird auf den Einfluss des Kfz-Verkehrs auf die PAK-Immissionen eingegangen.

3.4.3. Weitere Auswertungen

Um Hinweise auf den Einfluss des Kfz-Verkehrs auf die PAK-Immissionen zu erhalten, können die Verhältnisse verschiedener PAK zueinander herangezogen werden. Dabei handelt es sich um die Konzentrationsverhältnisse von Benzo(a)pyren zu Coronen und von Benzo(a)pyren zu Benzo(ghi)perylen. Im Kraftfahrzeugabgas liegen die Quotienten von Benzo(a)pyren zu Coronen zwischen 0,42 und 1,73 und von Benzo(a)pyren zu Benzo(ghi)perylen im Bereich von 0,03 bis 0,81. [12] Dabei gilt: Je kleiner die Quotienten für die genannten Komponenten sind, um so größer ist der Verkehrseinfluss. Während der MILIS-Messung im Juli wurden in Hennef folgende Konzentrationsverhältnisse ermittelt:

Benzo(a)pyren/Coronen 0,94

Benzo(a)pyren/Benzo(ghi)perylen 0,55

Der Einfluss des Kfz-Verkehrs auf die PAK-Immissionen am Messstandort in Hennef ist anhand dieser Konzentrationsverhältnisse deutlich erkennbar.

3.4.4. Vergleich mit den Ergebnissen vorheriger Messungen

Die folgende Tabelle enthält die Mittel- und die Maximal-Werte der bisher in Hennef durchgeführten MILIS-Messungen.

Tabelle 3.11: Vergleich der in Hennef gemessenen PAK-Immissionen mit den Ergebnissen früherer Messungen.

			September 1998		Juli 2000	
	Mittelwert	Max-Wert	Mittelwert	Max-Wert	Mittelwert	Max-Wert
Benzo(a)pyren [ng/m ³]	0,17	0,23	0,19	0,38	0,15	0,24
Benzo(e)pyren [ng/m ³]	0,33	0,50	0,35	0,62	0,32	0,45
Benzo(a)anthracen [ng/m ³]	0,12	0,20	0,17	0,38	0,14	0,23
Dibenzo(ah)anthracen [ng/m ³]	0,02	0,03	0,02	0,04	0,04	0,10
Benzo(ghi)perylen [ng/m ³]	0,50	0,68	0,40	0,74	0,29	0,46
Coronen [ng/m ³]	0,28	0,39	0,21	0,41	0,16	0,24

Unter Berücksichtigung des Jahresganges, der bei den polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen stark ausgeprägt ist, ist auch für diese Stoffklasse ein Rückgang der Immissionsbelastung seit August 1996 erkennbar. Eine Ausnahme bildet allerdings die Verbindung Dibenzo(ah)anthracen. Vergleicht man den mit Hilfe der jeweiligen Belastungsfaktoren berechneten Jahresmittelwert, so ist ein Konzentrationsanstieg für diesen Stoff von 0,08 ng/m³ im Jahr 1996 auf 0,11 ng/m³ im Jahr 2000 zu verzeichnen.

4. Zusammenfassung

Auf Antrag der Stadt Hennef wurde im Juli 2000 eine MILIS-Messung im Kreuzungsbereich der Straßen Frankfurter Straße/Dickstraße durchgeführt. Der Messstandort hat im Gauß-Krüger-Netz die Koordinaten (Rechtswert/Hochwert) 2590,60/5627,45. Die Ergebnisse der MILIS-Messung sollen dazu beitragen, den Einfluss des Kfz-Verkehrs auf die Immissionsbelastung am Standort deutlich zu machen.

Die am Standort in Hennef gemessenen Monatsmittelwerte der anorganischen gasförmigen Verbindungen rangieren in Konzentrationsbereichen, die auch an den LUQS-Stationen in der Rheinschiene Süd im gleichen Zeitraum gemessen wurden. Die höchsten Stickstoffmonoxid-, Kohlenmonoxid- und Schwebstaub-Immissionen wurden am MILIS-Standort in den Morgen- und Vormittags-Stunden gemessen. Der Tagesgang der Ozonbelastung zeigt einen für Sommermonate typischen Verlauf mit den höchsten Belastungen am Nachmittag.

Die am Standort in Hennef gemessenen Benzol- und m/p-Xylol-Konzentrationen sind mit den im gleichen Zeitraum in NRW (ohne Berücksichtigung der an den Verkehrsstationen ermittelten Belastungen) gemessenen Konzentrationen vergleichbar. Die in Hennef gemessene Toluolbelastung ist höher als der im Juli an den LUQS-Stationen ermittelte Wert. Die Höhe der in Hennef gemessenen VOC-Immissionen und die Verhältnisse einiger leichtflüchtiger organischer Verbindungen zueinander unterstreichen den großen Einfluss des Kfz-Verkehrs auf die VOC-Immissionssituation am Messstandort. Ziel- und Grenzwerte für Benzol werden am MILIS-Standort in Hennef mit hoher Wahrscheinlichkeit eingehalten.

Die in Hennef im Schwebstaub nachgewiesenen Schwermetallkonzentrationen sind unauffällig. Die berechneten Jahresmittelwerte der Schwermetallbelastung im Schwebstaub sind geringer als die im Rhein-Ruhr-Gebiet im Jahr 2000 gemessenen Immissionen. Grenz- oder Zielwerte der EU oder des LAI wurden am MILIS-Standort in Hennef nicht überschritten.

Die Belastung mit polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen am Messstandort in Hennef ist mit den an den Stationen im Rhein-Ruhr-Gebiet gemessenen Konzentrationen vergleichbar. Der für die Verbindung Benzo(a)pyren vom LAI vorgegebene Zielwert von $1,3 \text{ ng/m}^3$ wird zu 36 % erreicht. Die Konzentrationsverhältnisse einiger PAK zueinander weisen auf einen erheblichen Anteil des Kfz-Verkehrs an den PAK-Immissionen in Hennef hin.

Der Einfluss des Kfz-Verkehrs auf die Immissionssituation am Standort in Hennef ist deutlich erkennbar. Außergewöhnliche Immissionsbelastungen waren während der Messung in Hennef nicht zu beobachten. Die im Rahmen der MILIS-Messung am Standort in Hennef ermittelten Immissionsbelastungen sind mit Konzentrationen, die an innerstädtischen Standorten des LUQS-Messnetzes gemessen wurden, vergleichbar. Im Vergleich mit einer früheren MILIS-Messung, die im August 1996 am gleichen Standort durchgeführt wurde, ist grundsätzlich ein Rückgang der Immissionsbelastung in Hennef zu erkennen.

5. Literatur

- [1] Berichte über die Luftqualität in Nordrhein-Westfalen.
LUQS - Jahresbericht 1997
Hrsg.: Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen 1999
- [2] Berichte über die Luftqualität in Nordrhein-Westfalen.
LUQS - Jahresbericht 1999
Hrsg.: Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen 2001
- [3a] VDI-Richtlinie 2310 Blatt 19:
Maximale Immissions-Konzentrationen für Schwebstaub
VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf 1992
- [3b] VDI-Richtlinie 2310 Blatt 11:
Maximale Immissions-Konzentrationen für Schwefeldioxid
VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf 1984
- [3c] VDI-Richtlinie 2310 Blatt 12:
Maximale Immissions-Konzentrationen für Stickstoffdioxid
VDI-Verlag, Düsseldorf 1985
- [3d] VDI-Richtlinie 2310 Blatt 15:
Maximale Immissions-Konzentrationen für Ozon (und photochemische Oxidantien)
VDI-Verlag, Düsseldorf 1987
- [3e] VDI-Richtlinie 2310
Maximale Immissions-Werte
VDI-Verlag, Düsseldorf 1974
- [4] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz
(Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft TA Luft) vom 27.02.1986
Gemeinsames Ministerialblatt, Nr. 7 (1986) S. 95 ff.
Hrsg.: Bundesminister des Inneren
- [5] Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutz-
gesetzes (Verordnung über Immissionswerte – 22. BImSchV) vom 26.10.1993
Bundesgesetzblatt 1993, S. 1819-1820
Verordnung zur Änderung der Verordnung über Immissionswerte vom 27.05.1994
Bundesgesetzblatt 1994, S. 1095-1096
- [6] Richtlinie 1999/30/EG des Rates vom 22. April 1999 über Grenzwerte für
Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid, Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft
Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 163/41 vom 29.06.1999

- [7] Richtlinie 2000/69/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 16. November 2000 über Grenzwerte für Benzol und Kohlenmonoxid in der Luft
Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 313/12 vom 13.12.2000
- [8] Krebsrisiko durch Luftverunreinigungen
Entwicklung von "Beurteilungsmaßstäben für kanzerogene Luftverunreinigungen"
im Auftrag der Umweltministerkonferenz
LAI - Länderausschuss für Immissionsschutz
Hrsg.: Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes
Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf 1992
- [9] Dreiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des
Bundes-Immissionsschutzgesetzes
(Verordnung über die Festlegung von Konzentrationswerten - 23. BImSchV)
- [10] Bewertung von Toluol- und Xylol-Immissionen
Bericht des Unterausschusses "Wirkungsfragen" des Länderausschusses für
Immissionsschutz
E. Schmidt, Berlin 1996
- [11] Durchführung der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft
Ministerialblatt NW, Nr. 35 vom 10. Juni 1999, S. 666
- [12] LIMES-Jahresbericht 1996
Reihe B: Schwebstaub und Inhaltsstoffe, Kohlewasserstoffe
Hrsg.: Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen 1997