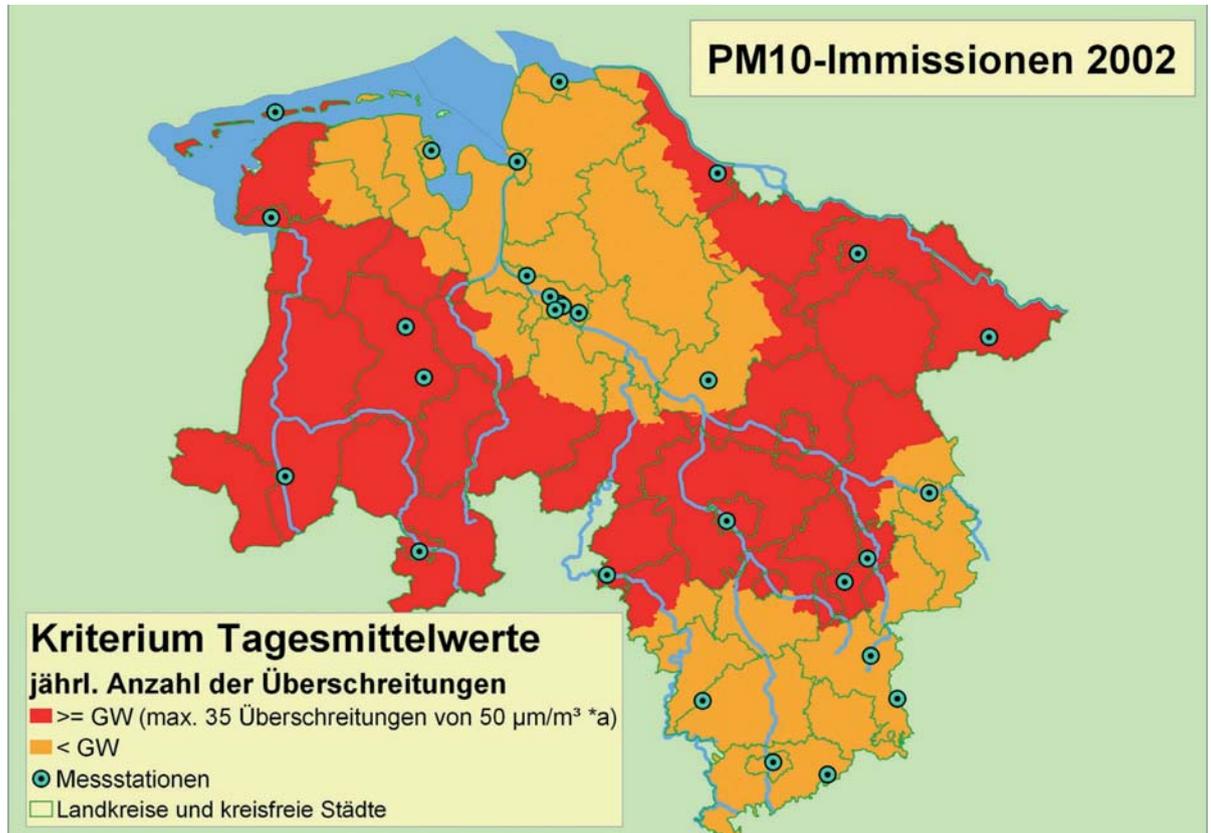




Niedersächsisches
Landesamt für
Ökologie



5. Materialband für Maßnahmenpläne
nach der EU-Richtlinie zur Luftqualität

**LÜN: Untersuchungen zur
Feinstaubbelastung PM_{10}**

Herausgeber:
Niedersächsisches Landesamt für Ökologie
An der Scharlake 39
31135 Hildesheim

Bearbeiter
Dr. B. Heits
Dr. K.-P. Giesen
E. Klasmeier
D. Haase
W.J. Müller
Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, NLÖ
Göttinger Straße 14
30449 Hannover

1. Auflage 2004, 300 Ex.
ISSN 0949-8265
Schutzgebühr 5,- € zzgl. Versandkostenpauschale z. Zt. 2,50 €

Titelbild: Karte von Niedersachsen, PM₁₀-Immissionen 2002

Bezug
Niedersächsisches Landesamt für Ökologie
An der Scharlake 39
31135 Hildesheim
www.luen-ni.de
e-mail: heinrich.klaholt@nloe.niedersachsen.de
bernd.heits@nloe.niedersachsen.de

Verzeichnis der bisher erschienenen Hefte s. S. 16

Inhaltsverzeichnis

Abstract	4
1 Einleitung	4
2 Projekte zur PM10-Messung	4
3 Ergebnisse der Digital-Messungen in Bremerhaven, Bösel, Hannover ..	6
4 Ergebnisse des Aerosolbudget-Programms	6
5 Vergleichsmessungen Digital mit kontinuierlichen Messungen mittels Betastaubmonitoren FH62I-N und FH62I-R	7
6 Qualitätssichernde Maßnahmen	9
7 Gleichmäßige PM₁₀-Belastung im Raum Westliches Niedersachsen während des Zeitraumes April 2002 bis März 2003	9
7.1 Datenbasis	10
7.2 Messunsicherheit	10
7.3 Vergleich mit anderen Messorten	12
8 Darstellung der flächendeckenden PM₁₀-Belastung in Niedersachsen .	12
9 Fazit	14
10 Literatur	14

Abstract

For reporting the PM_{10} data under the First Daughter Directive 1999/30/EC of the Air Quality Framework Directive 1996/62/EC the Member States have to establish their equivalence procedure for PM_{10} measurements. Working with monitors for continuous PM_{10} measurements (beta-attenuation techniques (e.g. FH62I) or TEOM) they have to carry out intercomparison exercises with a reference method. From these intercomparison experiments will result a default correction factor to fit the data of the continuous measurements (e.g. daily means) to the reference method.

The EC-Working Group on Particulate Matter recommends a default correction factor of 1,3 to minimize the risk to underestimate the PM_{10} concentrations.

In the frame of the Air Quality network of Lower Saxony (LÜN) several activities were started in the last years to establish correction factors for the FH62I-N and FH62I-R monitors operated in the continuously working measuring stations. The results of these investigations are documented in this paper. Although it is for us not possible to measure the true PM_{10} pollution (as resulting from using the reference method) it is demonstrated that we fulfil the requirements of the EC Directives.

1 Einleitung

Im Rahmen eines Thesenpapiers zur PM_{10} -Belastung in Deutschland traf das UBA u. a. folgende Feststellungen:

- Hohe PM_{10} -Tagesmittelwerte (TMW) mit Überschreitungen des Kurzzeitgrenzwertes von $TMW > 50 \mu g/m^3$ treten deutschlandweit gleichzeitig über größere Gebiete auf.
- Situationen mit flächigen, hohen PM_{10} -Belastungen treten periodisch auf. Im Jahr 2003 wurden z. B. 11 Episoden registriert, die eine Dauer von zwei bis 26 Tagen hatten.
- An extrem belasteten Stationen liegt die Zahl der Überschreitungen des Kurzzeitgrenzwertes um einen Faktor von ca. drei über den zulässigen 35 Überschreitungen (ca. 100 Überschreitungen pro Jahr z.B. an Verkehrsstationen; siehe auch Tab. 9).

In den folgenden Auswertungen von PM_{10} -Messungen, die im Rahmen des Lufthygienischen Überwachungssystems Niedersachsen, LÜN oder in Sonderprojekten unter Beteiligung des LÜN durchgeführt

wurden und werden, wird auf die ersten beiden Punkte eingegangen. Dabei liegt der Schwerpunkt dieser Ausarbeitung auf der Frage, wie belastbar die Ergebnisse der Messungen sind. Die Problematik der Messungen an hoch belasteten Punkten (hot spots), die in der Regel Verkehrsstationen in stark befahrenen Straßenschluchten sind, wurde in einem gesonderten Bericht diskutiert [9]. Zudem wird diese Fragestellung auch im Valium-Projekt, das während des Zeitraumes 2001 bis 2003 in der Göttinger Straße, Hannover durchgeführt wurde, behandelt. Der Abschlussbericht dieses Projektes liegt vor [14, 15, 16].

Auf der Basis der Daten der kontinuierlichen PM_{10} -Messungen an den Luftqualitätsmessstellen in Niedersachsen (LÜN und UBA) und grenznahen Stationen des Niederländischen Luftqualitätsmessnetzes (RIVM) kann die recht gleichmäßige PM_{10} -Belastung im Raum Westliches und Mittleres Niedersachsen demonstriert werden.

2 Projekte zur PM_{10} -Messung

An den Standorten der LÜN-Stationen Bösel und Hannover sowie der Station Bremerhaven des Bremer Luftmessnetzes BLUES wurden im Jahr 2003 PM_{10} -Messungen mit dem HiVol-Filter Sammler DIGITEL DHA80, der vom NLÖ als Referenzverfahren im Sinne der EN 12341 [1] betrachtet wird, durchgeführt. Da an allen drei Stationen auch kontinuierliche Messungen mit Beta-Staubmetern FH62I-N (Bösel, Hannover) bzw. FH62I-R (Bremerhaven) stattfanden, konnten Faktoren für die Umrechnung der Äquivalenzmessverfahren Beta-Staubmeter auf das Referenzverfahren gebildet werden.

Parallel zu diesen Messprogrammen nahm das LÜN an der PM_{10} -Vergleichsmessung der Ländermessnetze und des Umweltbundesamtes in Wiesbaden teil (Februar bis September 2003). Bei dem Vergleich mit den verschiedenen Messplätzen der anderen Messnetzen

der Bundesländer – zum Einsatz kamen LoVol-, HiVol-Filter Sammler und kontinuierlich arbeitende Geräte – konnte demonstriert werden, dass die vom NLÖ/LÜN betriebenen Geräte den Anforderungen der EU-Richtlinien genügen. Der Abschlussbericht zu diesem Vorhaben liegt im Entwurf vor [2].

Während des Zeitraumes April 2002 bis März 2003 wurde an den LÜN-Standorten Bösel und Hannover ein Untersuchungsprogramm zur Feinstaub-Problematik im ländlichen und städtischen Bereichen durchgeführt. Der Bericht über die Ergebnisse dieser Untersuchungen liegt als Kurz- und Langfassung [3] vor; auf die gute Übereinstimmung der Feinstaubbelastungen in den Bereichen Westliches und Mittleres Niedersachsen wurde hingewiesen [3a]. Die Zusammensetzung des Feinstaubes ist dabei jedoch regional unterschiedlich.

Seit Herbst 2003 wird an der Sondermessstation Billerstedt des Hamburger Luftmessnetzes HaLM eine Feinstaubvergleichsmessung mit dem Lufthygienischen Überwachungssystem Schleswig-Holstein LÜSH und dem LÜN mit folgenden Messeinrichtungen durchgeführt:

- HaLM: TEOM
 - LÜSH: DIGITEL DHA80
 - LÜN: FH62I-R (ab Januar 2004, vorher FH62I-N)
- Erste Auswertungen liegen vor und können mit

den anderen Messungen verglichen werden.

An der in der Nähe von Gifhorn gelegenen Messstation Waldhof des Umweltbundesamtes wurden im Jahr 2003 PM₁₀-Parallelmessungen mit einem DIGITEL DHA80 und einem FH62I-R durchgeführt. Es liegen vollständige Messreihen mit 365 Tagesmittelwerten vor, die vom UBA zur Verfügung gestellt werden [7].

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden in der Tab. 1 zusammengestellt und im folgenden Text diskutiert.

Tab. 1: PM₁₀-Messprogramme zur Absicherung des Referenzverfahrens DIGITEL DHA 80 und zum Abgleich des Äquivalenzverfahrens FH 62I mit dem Referenzverfahren

Programm	Zeitraum	Messort(e)	Gerät 1	Mittelwert µg/m ³	Gerät 2	Mittelwert µg/m ³	Faktor	Uncertainty %	R ²
Aerosolbudget NLÖ	4.2. – 3.3.	Hannover	DHA80/QF	32	DHA80/CNF	32		7,5	0,97
		Bösel	DHA80/QF	30	DHA80/CNF	30		4,6	0,99
		Hannover	DHA80	32	FH62I-N	25	1,28	13,4	0,94
		Bösel	DHA80	31	FH62I-N	28	1,08	11,4	0,95
		Bösel/Hannover	DHA80	30,4	DHA80	31,8		21,2	0,76
TTZ-Bremerhaven BLUES/LÜN	2003	Bremerhaven	DHA80	25,1	FH62I-R	18,4	1,37	15,0	0,89 0,50
PM10-NDS NLÖ	2003	BHV/Hannover	DHA80	29,6	DHA80	31,3		23,6	0,75
		BHV/Bösel	DHA80	29,3	DHA80	29,9		21,5	0,80
		Bösel/Hannover	DHA80	30,1	DHA80	31,2		21,7	0,78
		BHV/Waldhof	DHA80	26,6	DHA80	24,2		34,0	0,56
LAI-Wiesbaden	2. – 9.3.	Wiesbaden	DHA80	24,5	FH62I-N	23,7	1,03	7,9	0,95
Waldhof/UBA	2003	Waldhof	DHA80	24,2	FH62I-R	21,6	1,12	13,6	0,94
Hamburg HaLM/LÜSH/LÜN	10.2003 – 1.2004	HH-Billerstedt	DHA80	23,8	FH62I-R	20,0	1,19		0,83 0,92

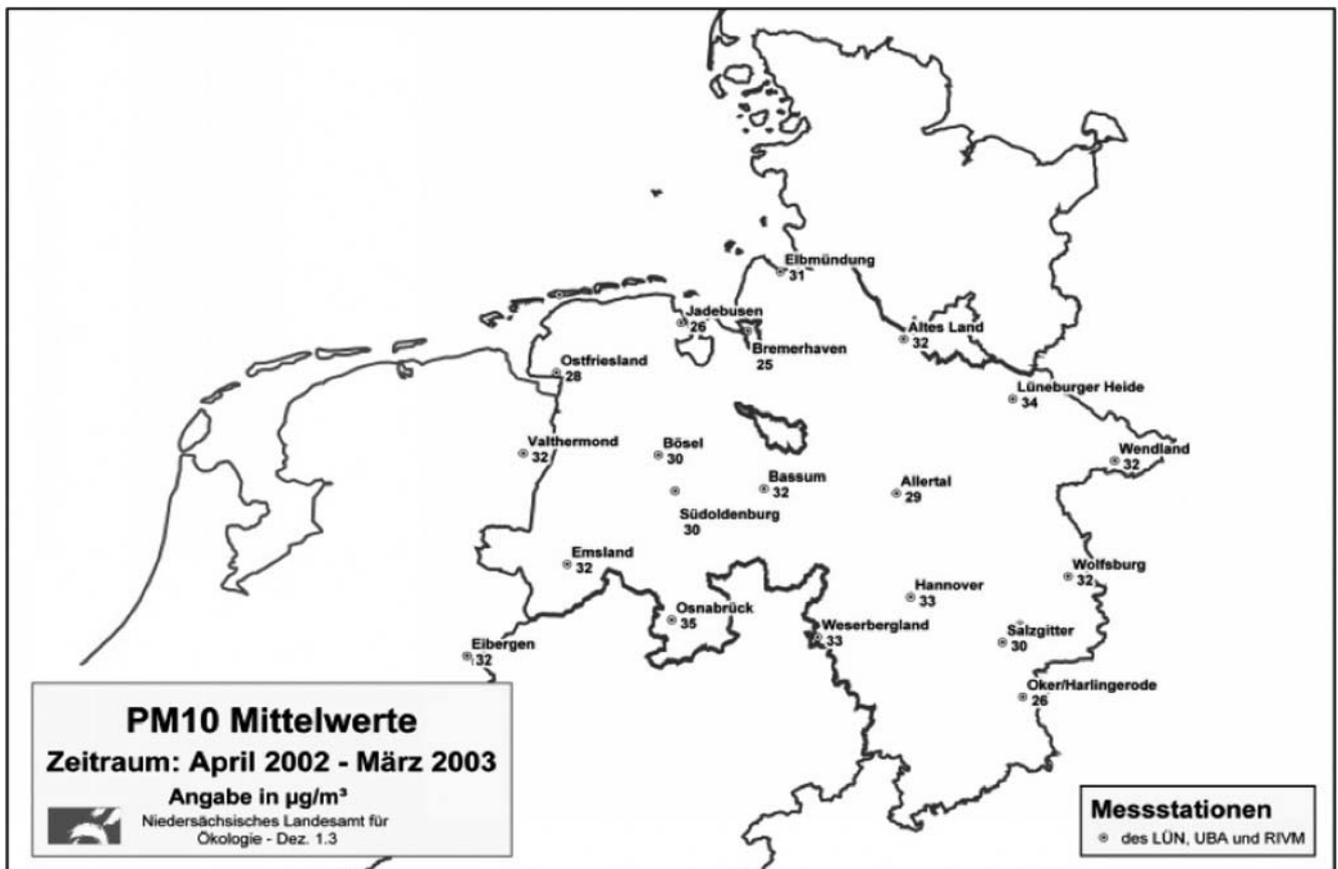


Abb. 1

3 Ergebnisse der Digital-Messungen in Bremerhaven, Bösel, Hannover

Die Digital-Messungen an den drei Orten Bremerhaven, Bösel, Hannover, die während des Zeitraumes Januar bis Dezember 2003 stattfanden, wurden an den Standorten Bösel und Hannover vom 01.01. bis 16.04.2003 täglich und ab dann jeden zweiten Tag durchgeführt; dabei konnten in Bösel 229 TMW und in Hannover 206 TMW ermittelt werden. In Bremerhaven wurde im Jahr 2003 eine vollständige Messreihe (364 TMW) mit dem Digital gewonnen [4]. Betrachtet man nur die Tage, an denen mindestens zwei Tagesmittelwerte von den möglichen drei vorliegen, so erhält man aus den Stichproben folgende Jahresmittelwerte (JMW). Dazu ist folgende Anmerkung zu machen: Die im Rahmen dieses Vergleiches bewerteten Stichproben von ca. 200 Tagesmittelwerten des Jahres 2003 überschätzen die PM_{10} -Belastung des Jahres, weil die recht hochbelasteten Monate Januar, Februar, März vollständig mit 90 Tagesmittelwerten eingehen. So ergeben die für Bremerhaven vorliegenden 364 Tagesmittelwerte einen Jahresmittelwert von $26,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, also um $2,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ niedriger als der Mittelwert der Stichprobe:

Bremerhaven	Mittelwert: $29,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Anzahl Tagesmittelwerte: 234 (64 %)
Bösel	Mittelwert: $29,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Anzahl Tagesmittelwerte: 229 (63 %)
Hannover	Mittelwert: $31,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Anzahl Tagesmittelwerte: 206 (56 %)

Im Rahmen der Messungenauigkeit (uncertainty) von 5 % des Messverfahrens und der unterschiedlichen Anzahl von Tagesproben kann die allgemeine Feinstaubbelastung PM_{10} an den drei Standorten als gleich angesehen werden. Während des Aerosolbudget-Programms wurde in Hannover eine etwas höhere Staubbelastung als in Bösel, gemessen ($31,8$ zu $30,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$); dies war im Jahr 2003 auf Basis der Stichprobenmessungen mit $31,1$ zu $29,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ähnlich.

Die Überschreitungshäufigkeiten eines Tagesmittelwertes von über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ betragen an den drei Messorten im Jahr 2003:

Bremerhaven	$30 / 0,64 = 47$ Tage
Bösel	$25 / 0,63 = 40$ Tage
Hannover	$24 / 0,56 = 43$ Tage

Dabei wurden die gemessene Anzahl der Überschreitungstage durch die Datenverfügbarkeit dividiert, um die vollständige Überwachung des Kurzzeitgrenzwertes zu simulieren. Diese Vorgehensweise ist im Prinzip plausibel, kann aber zu einer Fehleinschätzung der Belastungssituation führen. Die Anzahl der abgeschätzten Überschreitungstage ist für Hannover und Bösel in Übereinstimmung mit den Messergebnissen der Beta-Staubmeter [5] (Hannover 56, Bösel 42 Überschreitungstage). In Bremerhaven wurde das Digital-Gerät im Jahr 2003 täglich betrieben, so dass 364 Tagesmittelwerte vorliegen. Statt der aus der Stichprobe von 234 Tagesmittelwerten abgeschätzten Überschreitungszahl von 47 Tagen wurden tatsächlich nur 34 Überschreitungstage festgestellt. Dies liegt im wesentlichen an der Tatsache, dass während der ersten drei Monate, die vollständig mit Tagesproben erfasst wurden, eine große Anzahl von Überschreitungstagen (23 Tage mit $TMW > 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) auftraten, während in den restlichen neun Monaten nur noch 11 Überschreitungstage dazu kamen.

Eine Korrelationsrechnung der Vergleichsmessungen ergibt für die drei Messreihenpaare übereinstimmende Bestimmtheitsmaße (R^2) von 0,75, 0,78 und 0,80. In Kombination mit den fast gleichen Jahresmittelwerten kann festgestellt werden, dass die Feinstaubbelastungen PM_{10} an den drei untersuchten Orten bezüglich der Kenngrößen gemäß EU-Richtlinie 1999/30/EG (1. TRL) [8] sehr ähnlich ist.

Bremerhaven und Hannover:

Zeitraum Januar – Dezember 2003
Bestimmtheitsmaß: $R^2 = 0,75$; Steigung: 0,99

Bremerhaven und Bösel:

Zeitraum Januar – Dezember 2003
Bestimmtheitsmaß: $R^2 = 0,80$; Steigung: 0,96

Hannover und Bösel:

Zeitraum Januar – Dezember 2003
Bestimmtheitsmaß: $R^2 = 0,78$; Steigung: 1,00

4 Ergebnisse des Aerosolbudget-Programms

Während des Einjahreszeitraumes April 2002 bis März 2003 wurde an den Standorten Bösel und Hannover der Feinstaub und die Staubinhaltsstoffe intensiv untersucht. Der Abschlussbericht [3] mit der Dokumentation aller Ergebnisse liegt vor. Auch in diesem Programm ergab sich eine sehr gute Vergleichbarkeit der allgemeinen PM_{10} -Belastung an diesen beiden, ca. 140 km voneinander entfernt liegenden Orten. Als Beispiel für diese Aussage können die Ergebnisse der Korrelationen der beiden Versuchsreihen herangezogen werden:

Bösel – Hannover:

Zeitraum April 2002 – März 2003
Bestimmtheitsmaß: $R^2 = 0,75$, Steigung: 0,93

Auch die ermittelte Anzahl der Überschreitungstage des Kurzzeit-Grenzwertes PM_{10} (Tagesmittelwert $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) war mit 45 (Hannover) und 44 (Bösel) praktisch gleich.

Die Zusammensetzung des PM_{10} -Staubes an den Standorten Hannover und Bösel war sehr ähnlich. Es konnte ein identischer Anteil von 85 bis 90 % und ein standortspezifischer Anteil von 10 bis 15 % ermittelt werden. Der Abschlussbericht [3] enthält zu den Staubinhaltsstoffen eine detaillierte Zusammenstellung der Ergebnisse.

5 Vergleichsmessungen Digital mit kontinuierlichen Messungen mittels Betastaubmonitoren FH62I-N und FH62I-R

In den LÜN-Stationen Bösel, BLWW und Hannover, HRSW wurden bis Ende 2003 als kontinuierlich erfassende PM₁₀-Messgeräte Betastaubmeter FH62I-N betrieben [3]; in der BLUES-Station Bremerhaven wurde im Jahr 2003 neben dem TEOM-Messplatz des Bremer Messnetzes ein Betastaubmeter FH62I-R des LÜN eingesetzt [4]. Aus dem Vergleich der Betastaubmeter mit dem als Referenzverfahren betrachteten Digital DHA80, das vom TTZ Bremerhaven im Auftrag des NLÖ betrieben wurde, kann man einen Faktor bestimmen, mit dem die Tagesmittelwerte der kontinuierlichen Messungen an das Referenzverfahren angeglichen werden können (siehe auch [6]).

Folgende Faktoren wurden bestimmt:

Hannover: DIGITEL/FH62I-N Faktor: 1,28
 Bösel: DIGITEL/FH62I-N Faktor: 1,08
 Bremerhaven: DIGITEL/FH62I-R Faktor: 1,37

Die hier angegebenen Faktoren basieren auf dem Verhältnis von Jahresmittelwerten und umfassen damit den gesamten Konzentrationsbereich der Tagesmittelwerte von ca. 5 bis 140 µg/m³. In den Tab. 4 (Hannover) und 5 (Bösel) sind diese Faktoren auch für die unterschiedlichen Konzentrationsbereiche angegeben. In allen untersuchten Fällen wurde festgestellt, dass die Faktoren in den wichtigsten Konzentrationsbereichen mit TWM > 40 µg/m³ etwas kleiner sind, als sich

der für den Gesamtbereich ergebende Faktor. Nutzt man also den sich aus den Jahresmittelwerten resultierenden Faktor, so ist man bei der Berechnung der Überschreitungshäufigkeiten auf der sicheren Seite.

In den Tab. 2a,b werden die Digital/FH62I-N-Vergleichsmessungen des Aerosolbudgetprogramms, das nach seinem Abschluss im März 2003 mit Digital-Messungen alle zwei Tage im beschränkten Maße fortgeführt wurde, monatsweise ausgewertet. Mit den Monatsmittelwerten, ermittelt aus den Tagesmittelwerten der Digital- und FH62I-N-Messungen, können für jeden Monat die Anpassungsfaktoren berechnet werden. Diese Faktoren variieren in Bösel von 0,98 (Juni 2003) bis 1,28 (November 2003); die mittleren Faktoren für die Jahre 2002 und 2003 sind mit 1,10 und 1,07 aber recht gleich.

Bei den Messungen in Hannover ergibt sich bei der gleichen Auswertung jedoch ein anderes Bild. Während der Faktor für das Jahr 2002 1,29 beträgt, sinkt er im Jahr 2003 auf 1,14. Insbesondere während des heißen Sommers von Juni bis September lagen die monatlichen Faktoren teilweise deutlich unter dem Wert 1: 0,79 im Juni bis 0,99 im September.

Ein Grund für diese Schwankungen bei den monatlichen Faktoren, die während der Sommermonate 2002 nicht in einem solch starken Maße auftraten, könnte an den extrem heißen Temperaturen,

Tab. 2a: Vergleich DIGITEL DHA80 und FH62I-N Hannover, HRSW - April 2002 bis Dezember 2003

Monat 2002/2003	Mittelwert DIGITEL µg/m ³	Mittelwert FH62I-N µg/m ³	Faktor
April	39,3	29,2	1,35
Mai	28,6	19,6	1,45
Juni	21,3	18,5	1,15
Juli	22,1	18,5	1,19
August	34,4	29,3	1,18
September	23,0	18,8	1,22
Oktober	20,2	15,3	1,32
November	28,0	17,9	1,56
Dezember	43,0	34,3	1,25
Januar	26,6	18,4	1,45
Februar	47,6	38,5	1,24
März	48,0	40,4	1,19
April	30,3	28,7	1,06
Mai	20,2	16,0	1,26
Juni	21,1	26,8	0,79
Juli	20,5	25,3	0,81
August	26,1	29,6	0,88
September	25,0	25,2	0,99
Oktober	24,2	22,9	1,06
November	28,8	23,0	1,25
Dezember	21,0	16,4	1,28
Mittelwert	30,0	24,7	1,22
Mittel 2002	29,0	22,4	1,29
Mittel 2003	31,3	27,6	1,14

Tab. 2b: Vergleich DIGITEL DHA80 und FH62I-N Bösel, BLWW - April 2002 bis Dezember 2003

Monat 2002/2003	Mittelwert DIGITEL µg/m ³	Mittelwert FH62I-N µg/m ³	Faktor
April	39,9	38,0	1,05
Mai	26,0	23,0	1,13
Juni	21,9	20,2	1,08
Juli	24,7	24,0	1,03
August	29,4	26,8	1,10
September	20,1	18,0	1,12
Oktober	19,1	16,8	1,14
November	27,6	23,3	1,18
Dezember	40,4	36,1	1,12
Januar	26,1	23,0	1,13
Februar	49,0	46,6	1,05
März	41,8	41,4	1,01
April	29,8	32,5	0,92
Mai	22,7	19,1	1,19
Juni	20,6	20,9	0,98
Juli	20,2	20,1	1,00
August	18,3	14,4	1,26
September	22,9	18,9	1,21
Oktober	22,7	19,1	1,18
November	28,7	22,5	1,28
Dezember	25,1	24,1	1,04
Mittelwert	28,7	26,5	1,08
Mittel 2002	27,7	25,2	1,10
Mittel 2003	29,9	28,0	1,07

Tab. 3: Vergleichsmessungen DIGITEL DHA80 und FH62I – Zeitraum: April 2003 - September 2003

Programm	Messort	Gerät 1	Mittelwert µg/m³	Gerät 2	Mittelwert µg/m³	Faktor
TTZ-Bremerhaven	Bremerhaven	DHA80	19,9	FH62I-R	16,0	1,24
PM ₁₀ -NDS	Hannover	DHA80	24,8	FH62I-N	25,4	0,98
NLÖ	Bösel	DHA80	23,2	FH62I-N	22,3	1,04
LAI-Wiesbaden	Wiesbaden	DHA80	20,3	FH62I-N	20,6	0,99
UBA-Waldhof	Waldhof	DHA80	20,9	FH62I-R	17,5	1,19

Tab. 4a: HRSW: Vergleich DIGITEL/CNF zu FH62I-N (FH mit Faktor 1)

Klasse µg/m³	Anzahl	Mittel DIG µg/m³	Mittel FH µg/m³	Faktor
0 - 20	103	16	11	1,41
21 - 30	95	25	18	1,35
31 - 40	67	35	28	1,28
41 - 60	44	49	41	1,21
61 - 140	28	82	69	1,19
0 - 140	337	32	25	1,28

Tab. 5a: BLWW: Vergleich DIGITEL/CNF zu FH62I-N (FH mit Faktor 1)

Klasse µg/m³	Anzahl	Mittel DIG µg/m³	Mittel FH62I µg/m³	Faktor
0 - 20	118	15	13	1,16
21 - 30	104	25	22	1,13
31 - 40	63	35	34	1,05
41 - 60	44	49	48	1,03
61 - 140	26	81	76	1,07
0 - 140	355	31	28	1,08

Tab. 4b: HRSW: Vergleich DIGITEL/CNF zu FH62I-N (FH mit Faktor 1,3)

Klasse µg/m³	Anzahl	Mittel DIG µg/m³	Mittel FH62I µg/m³	U _a µg/m³	U _{rel} %
0 - 20	103	16	14	3,2	20,8
21 - 30	95	25	24	3,9	15,6
31 - 40	67	35	36	4,1	11,7
41 - 60	44	49	53	5,1	10,4
61 - 140	28	82	90	7,1	8,6
0 - 140	337	32	33	4,3	13,4
40 - 140	78	60	65	5,7	9,5

Tab. 5b: BLWW: Vergleich DIGITEL/CNF zu FH62I-N (FH mit Faktor 1,1)

Klasse µg/m³	Anzahl	Mittel DIG µg/m³	Mittel FH62I µg/m³	U _a µg/m³	U _{rel} %
0 - 20	118	15	14	2,4	16,1
21 - 30	104	25	25	3,4	13,5
31 - 40	63	35	37	4,0	11,2
41 - 60	44	49	53	3,2	6,5
61 - 132	26	81	84	6,3	7,7
0 - 140	355	31	31	3,5	11,4
40 - 140	77	59	62	4,6	7,7

Klasse: Konzentrationsklasse Feinstaub
 Anzahl: Anzahl zeitgleicher Tagesmittelwerte Digitel und FH62I
 Mittel DIG: Mittelwert der Tagesmittelwerte Digitel in der Konzentrationsklasse
 Mittel FH: Mittelwert der Tagesmittelwerte FH62I in der Konzentrationsklasse
 Faktor: Mittel DIG / Mittel FH62I
 U_a: absolute Messunsicherheit
 U_{rel}: relative Messunsicherheit

Klasse: Konzentrationsklasse Feinstaub
 Anzahl: Anzahl zeitgleicher Tagesmittelwerte Digitel und FH62I
 Mittel DIG: Mittelwert der Tagesmittelwerte Digitel in der Konzentrationsklasse
 Mittel FH: Mittelwert der Tagesmittelwerte FH62I in der Konzentrationsklasse
 Faktor: Mittel DIG / Mittel FH62I
 U_a: absolute Messunsicherheit
 U_{rel}: relative Messunsicherheit

Tab.6a: Vergleich DIGITEL/CNF HRSW und BLWW

Klasse µg/m³	Anzahl	Mittel HRSW µg/m³	Mittel BLWW µg/m³	Faktor
0 - 20	104	16	16	0,96
21 - 30	95	25	25	1,00
31 - 40	67	35	33	1,07
41 - 60	44	49	45	1,10
61 - 140	28	82	73	1,13
0 - 140	338	32	30	1,05

Klasse: Konzentrationsklasse Feinstaub
 Anzahl: Anzahl zeitgleicher Tagesmittelwerte Digitel BLWW und HRSW
 Mittel BLWW: Mittelwert der Tagesmittelwerte Digitel in der Konzentrationsklasse

Tab. 6b: Vergleich DIGITEL/CNF HRSW und BLWW

Klasse µg/m³	Anzahl	Mittel HRSW µg/m³	Mittel BLWW µg/m³	U _a µg/m³	U _{rel} %
0 - 20	104	16	16	3,6	22,9
21 - 30	95	25	25	5,4	21,5
31 - 40	67	35	33	7,1	20,0
41 - 60	44	49	45	7,5	15,2
61 - 140	28	82	73	14,2	17,3
0 - 140	338	32	30	6,8	21,2

Mittel HRSW: Mittelwert der Tagesmittelwerte FH62I in der Konzentrationsklasse
 Faktor: Mittel BLWW / Mittel HRSW
 U_a: absolute Messunsicherheit
 U_{rel}: relative Messunsicherheit

verbunden mit einer wochenlangen Trockenheit in einem nicht üblichen Ausmaß gelegen haben. Es ist bislang nicht ausreichend geklärt, welchen Einfluss stark abweichende Temperaturen zwischen Messung und Kalibrierung auf die Volumenstrommessung bzw. deren Regelung im Hinblick auf den Tagesmittelwert haben. Ein weiterer Grund liegt im Messobjekt selbst, insbesondere in der Frage der quantitativen Stabilität der Filterproben, beispielsweise bei der Lagerung und dem Transport. Bei Filterwechslern, die für die gravimetrische Auswertung eingesetzt werden, ist es üblich, dass die Filterproben bis zu einem Monat im Messgerät lagern.

Vergleichsmessungen zwischen Referenzmessverfahren PM_{10} und kontinuierlichen Messverfahren werden von den Luftqualitätsmessnetzen der Bundesländer und des Bundesumweltamtes an vielen verschiedenen Orten durchgeführt. Hier sei noch der in Niedersachsen am Standort der UBA-Messstation Waldhof (Nähe Gifhorn) durchgeführte Vergleich angeführt [7]:

Waldhof/UBA: Digital/FH62I-R Faktor: 1,12

Das NLÖ/LÜN nahm im Jahr 2003 von Februar bis September an einem Ringversuch der Ländermessnetze in Wiesbaden [2] teil. Auch hier konnten Digital- und Betastaubmeter verglichen werden. Vergleicht man die beiden vom NLÖ betriebenen Messeinrichtungen miteinander, so ergibt sich folgender Faktor:

Wiesbaden/NLÖ: Digital/FH62I-N Faktor: 1,03

Bei diesem Wert ist allerdings zu beachten, dass die Messungen überwiegend während der Sommermonate durchgeführt wurden, die überdurchschnittlich heiß waren, was zu den oben beschriebenen Problemen geführt haben könnte. Um diese These zu belegen, wurden von allen vorliegenden Messprogrammen der Zeitraum April bis September 2003 ausgewertet und in der Tab. 3 zusammengestellt. Die resultierenden Faktoren, die sich aus dem Verhältnis Mittelwert Digital zu Mittelwert FH62I ergeben, sind alle kleiner als bei dem Vergleich von Jahresmittelwerten in Tab. 1. In Hannover, Bösel und Wiesbaden sind die Faktoren im Rahmen der Messgenauigkeit mit einem Wert von etwa 1 gleich.

6 Qualitätssichernde Maßnahmen

FH62I-N/R: Die Kalibrierung der FH62I-Monitore werden mit Quarzfolien überprüft, die vom Herstellerwerk zertifiziert sind. Diese werden vom LÜN in regelmäßigen Abständen mit einem im NLÖ-Kalibrierlabor gepflegten Foliensatz (Urfoliensatz) verglichen. Der Urfoliensatz wiederum wird vom Nationalen Kalibrierlabor des LUA NRW, Essen überprüft.

Die Vergleichbarkeit der PM_{10} -Messungen im LÜN mit den Messungen des Niederländischen Luftqualitätsmessnetzes des RIVM, Bilthoven wurde im Jahr 2001 im Rahmen einer einjährigen Parallelmessung am Standort der LÜN-Station Osnabrück demonstriert [10]. Zusätzlich wurde die Messgenauigkeit (uncertainty) der PM_{10} -Messungen mittel FH62I-N im Sinne der 1. TRL, Annex VIII bestimmt. Für die FH62I-R-Monitore läuft ein entsprechendes Vergleichsprogramm seit Januar 2004 am Standort der RIVM-Station Valthermond.

Im Rahmen des Feinstaub-Projektes Göttinger Straße [9] wurden die FH62I-N-Messungen des LÜN mit Kleinfiltermessungen in Zusammenarbeit mit der

Universität Stuttgart verglichen. Dabei ergaben sich für den Standort HRSW als auch für die Verkehrsstationen die für solche Vergleichsmessungen üblichen Übereinstimmungen.

Digital DHA80: Die qualitätssichernden Maßnahmen für die Digital-Messungen wurden im Abschlussbericht des Aerosolbudget-Programms [3] dokumentiert. Für die an den Standorten Bösel und Hannover über ein Jahr parallel betrieben zwei Digital-Geräte wurden gemäß der EN 12341 [1] die Verfahrenskenngrößen bestimmt. Trotz des Einsatzes von unterschiedlichen Filtermaterialien (Quarzfaserfilter (QF) und Cellulosenitratfilter (CNF)) konnten die Anforderungen an die Vergleichbarkeit zweier unabhängiger Messverfahren (Doppelbestimmung) gemäß Punkt 5.2.3 der Richtlinie EN 12341 erfüllt werden.

Auch die achtmonatige Vergleichsmessung mehrerer Digital-Geräte bundesdeutscher Ländermessnetze am Standort der HfU, Wiesbaden [2] zeigte die hohe Qualität und gute Vergleichbarkeit der Digital-Messungen.

7 Gleichmäßige PM_{10} -Belastung im Raum Westliches Niedersachsen während des Zeitraumes April 2002 bis März 2003

Im Rahmen des LÜN werden an 21 Messorten in Niedersachsen Feinstaubmessungen mittels Betastaubmonitoren FH62I-N mit PM_{10} -Probenahme durchgeführt [11]. Die mit diesen Monitoren ermittelten Tagesmittelwerte werden in Anlehnung an die Empfehlungen der EC Working Group on Particulate Matter [6] und in Übereinstimmung mit der Vorgehensweise in dem Luftqualitätsmessnetz der Niederlande mit einem Faktor 1,33 multipliziert. Dies geschieht, um eine bessere

Vergleichbarkeit der Messwerte mit der in der EU-Tochterrichtlinie 1999/30/EG festgelegten Referenzmethode zur PM_{10} -Messung zu erreichen und für die jährliche EU-Auswertung des LÜN gemäß Tab. 8 [5] eine einheitliche Datenbasis zu schaffen.

Während der Einjahreszeiträume April 2002 bis März 2003 und Januar bis Dezember 2003 lagen die mit den FH62I-N-Monitoren gemessenen Mittelwerte im LÜN-Messnetz recht einheitlich im Bereich 30 bis

33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Diese Aussage gilt für die Bereiche Hannover, Braunschweig, Wolfsburg, Salzgitter, Emsland (Lingen), Süddoldenburg (Cloppenburg), Elbmündung (Cuxhaven), Altes Land (Jork), Lüneburger Heide (Lüneburg), Wendland (Lüchow), Weserbergland (Rinteln). Etwas geringer, mit Mittelwerten im Bereich 25 bis 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, waren die Staubbelastungen im südlichen Niedersachsen Oker/Harlingerode, Göttingen, Eichsfeld sowie an den Küstenstationen in Ostfriesland (Emden), Wesermündung (Bremerhaven) und Jadebusen (Wilhelmshaven). Die Abb. 1 gibt einen Überblick der Messstandorte und die dort gemessene PM_{10} -Belastung des Zeitraumes April 2002 bis März 2003. Die in Abb. 1 dargestellte Belastungssituation ergibt sich in ähnlicher Weise auch für die Mittelwerte PM_{10} über die letzten fünf Jahre. Hier ist besonders auffällig, dass der Bereich Jadebusen (LÜN-Station in Wilhelmshaven) mit 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ deutlich geringer belastet ist, als der mittlere Bereich Niedersachsens; hier wird an allen Stationen ein Mittelwert PM_{10} zwischen 28 bis 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen. Es erscheint gerechtfertigt, die Station Wilhelmshaven bezüglich der Feinstaubbelastung als Hintergrundstation für weite Teile Niedersachsens zu betrachten.

Die Messstation des Umweltbundesamtes in Niedersachsen Bassum (südlich von Bremen) sowie zwei benachbarte Stationen des Niederländischen Messnetzes des RIVM, Eibergen bei Enschede und Valthermond bei Emmen zeigten eine ähnliche Feinstaubbelastung mit Mittelwerten um 32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Messmethode: FH62I-R mit Faktor 1,33).

7.1 Datenbasis

Zum Nachweis der über weite Bereiche des Westlichen Niedersachsens gleichmäßigen Feinstaubbelastung werden Korrelationen zwischen den einzelnen Stationen auf der Basis zeitgleicher Tagesmittelwerte PM_{10} berechnet.

Als Datenbasis standen die Tagesmittelwerte des Zeitraumes April 2002 bis März 2003 zur Verfügung. Bei allen Daten der Messnetze UBA, RIVM und LÜN handelte es sich zum Zeitpunkt der Auswertung um vorläufige Daten, die noch nicht alle Validierungsschritte durchlaufen hatten; die endgültigen Daten werden üblicherweise mit den Jahresberichten bekannt gegeben.

Als Messgeräte werden an allen Stationen Beta-Staubmonitore des Typs FH62I-N eingesetzt. Da die RIVM-Daten und die LÜN-Daten der FH62-Monitore standardmäßig mit dem Faktor 1,33 multipliziert werden, wurden die Daten der UBA-Station entsprechend behandelt. Die PM_{10} -Daten der LÜN-Sonderstation Bösel wurden hier folgendermaßen modifiziert:

Für den betrachteten Zeitraum liegen für die LÜN-Stationen Bösel und Hannover PM_{10} -Filtermessungen mit Digital-Sammlern vor. Aus den jeweiligen Vergleichen mit den parallel betriebenen FH62-Monitoren lassen sich Faktoren bestimmen, mit denen die FH62-Messungen an das Digital-Messverfahren angepasst werden können. Die Tab. 4a und 5a zeigen diese Auswertungen klassiert für die beiden Standorte BLWW und HRSW. Als Faktoren über den gesamten Konzentrationsbereich der Tagesmittelwerte von 10 bis 140 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ergaben sich folgende Faktoren:

- Bösel: Digital / FH62I-N = 1,08
- Hannover: Digital / FH62I-N = 1,28

Für die weiteren Auswertungen wurde für Bösel ein Faktor von 1,1 und für Hannover der Standardfaktor 1,33 verwendet, mit dem die FH62I-N-Tagesmittelwerte multipliziert wurden. Nur für die im Kap. 7.2 Messunsicherheit gemachten Auswertungen wurde im Falle HRSW der Faktor 1,3 genommen, um die Diskrepanz zu dem experimentell ermittelten Faktor 1,28 zu reduzieren und ähnliche Abweichungen wie im Falle BLWW (Faktor 1,1 zu experimentell 1,08) zuzulassen.

7.2 Messunsicherheit

Die Messunsicherheit (uncertainty) wurde nach dem in [10] beschriebenen Verfahren bestimmt. Dabei wurden die Digital- und FH62I-Messungen an den beiden Standorten jeweils als Parallelmessungen gleicher Messgeräte betrachtet. Die FH62I-Tagesmittelwerte wurden mit den experimentell ermittelten, gerundeten Faktoren 1,1 (Bösel) und 1,3 (Hannover) umgerechnet. Bei dieser Vorgehensweise ergeben sich folgende relative Messunsicherheiten Urel (Tab. 4b, 5b):

- Bösel: Messunsicherheit Gesamtbereich: 11 %;
im Bereich um 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$: 8 %
- Hannover: Messunsicherheit Gesamtbereich: 13 %;
im Bereich um 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$: 10 %

Diese Ergebnisse sind deutlich besser als im oben genannten Bericht über die RIVM/NLÖ-Vergleichsmessung in Osnabrück [10]. Hier wurden beim Vergleich zweier FH62I-N Monitore der beiden Messnetze des RIVM/LML und NLÖ/LÜN eine Messunsicherheit von 15 % ermittelt. Bei einer Vergleichsmessung mit einem Referenzgerät (Digital DHA80) erwartet man eine höhere Messgenauigkeit; weil die FH62I-N Monitore für den Messnetzeinsatz vom Kalibrierlabor des NLÖ mit gravimetrischen Verfahren kalibriert wurden. Diese Kalibrierungen können aufgrund des hohen Personal- und Geräteaufwandes nicht an jedem Messort durchgeführt werden. Doch die mit besonderer Sorgfalt durchgeführten und dokumentierten Ergebnisse der Sonderuntersuchungen belegen die hohe Qualität der Messungen. Ein Resultat sind die erzielten geringen Messunsicherheiten für die Komponente PM_{10} . Die Messunsicherheit liegt damit im Bereich der in der EU-Richtlinie geforderten expanded uncertainty von 30 %.

Vergleicht man mit dem gleichen formalen Vorgehen die zeitgleichen Digital-Tagesmittelwerte von Bösel und Hannover miteinander (Tab. 6), so erhält man mit 21 % einen deutlich höheren Wert für die Messunsicherheit. Dieser ist aber bei Berücksichtigung der großen Entfernung zwischen den beiden Messorten von ca. 140 km erstaunlich gering. Dies kann somit als Indiz für eine recht gleichmäßige Feinstaubbelastung in dem betrachteten Raum interpretiert werden. Diese Aussage wird auch durch die Korrelation der zeitgleich ermittelten Digital-Werte an den Stationen HRSW und BLWW unterstützt.

Tab. 7: KORRELATIONSTABELLE – Bösel mit Stationen des LÜN, UBA, RIVM
Tagesmittelwerte FH62I-N (FH mit Faktor 1,33)
Zeitraum: 01.04.2002 - 31.03.2003

Bösel	Station	Mittelwert µg/m ³	R ²	Steigung	Achsenabschnitt µg/m ³
BLWW		31			
BLWW	CGCC	30	0,91	1,17	5,5
BLWW	LNCC	32	0,83	1,00	1,3
BLWW	BASS	32	0,85	0,93	4,3
BLWW	ENCC	28	0,77	0,93	0,1
BLWW	VATH	32	0,82	0,88	6,4
BLWW	HRSW	33	0,77	0,90	4,7
BLWW	EIBE	32	0,58	0,73	10,5

Abb. 8: JAHRESMITTELWERTE 2003 für PM₁₀
JTHW: Jahrestageshöchstwert
ÜT: Anzahl der Überschreitungstage mit TMW > 50 µg/m³
Messmethode: FH62I-N und FH62I-R mit Default Faktor 1,33

Stationen	Bez.	JMW µg/m ³	JTHW µg/m ³	ÜT	Verfügbarkeit %
RIVM-LML					
Eibergen	EIBE	32	117	41	97
Valthermond	VALT	31	129	46	93
Hellendoorn	HELL	29	73	35 ¹⁾	35
Barsbeek	BARS	30	86	29 ¹⁾	51
Balk	BALK	29	123	18 ¹⁾	56
Kollumerwaard	KOLL	30	93	36 ¹⁾	72
Groningen	GRON	32	90	26 ¹⁾	65
NLÖ-LÜN					
Ostfriesland	ENCC	28	141	34	99
Bösel ²⁾	BLWW	29	137	42	95
Emsland	LNCC	29	107	44	99
Ostfries. Inseln	NYNO	31	151	49	100
Jadebusen	WNCC	26	166	33	99
Elbmündung	CXSO	32	179	54	99
Altes Land	JKCC	31	151	47	97
BLUES					
Bremerhaven ³⁾	BHV1	27	119	23	98
UBA					
Bassum	BASS	30	139	34	99
Gittrup	GITT	27	81	17	85

¹⁾ Anzahl der Überschreitungstage hochgerechnet auf Verfügbarkeit 100 %

²⁾ FH62I-N mit Faktor 1,1 ³⁾ TEOM mit Faktor 1,3

Tab. 9: Auswertung Partikel (PM₁₀) 2001, 2002 und 2003 gemäß EU-Tochtrichtlinie 1999/30/EG
Jahresmittelwerte (JMW), Jahrestageshöchstwerte (JTHW) in µg/m³ ÜT: Anzahl der Überschreitungstage mit TMW > 50 µg/m³
Messmethode: FH 62I-N mit PM₁₀-Probenahme Umrechnungsfaktorauf Referenzmethode: 1,33

LÜN-Stationen		2001	2002	2003	V						
	JMW	JTHW	ÜT	JMW	JTHW	ÜT	JMW	JTHW	ÜT	%	
Ostfriesische Inseln	NYNO	35	112	65	30	195	43	31	151	49	100
Ostfriesland	ENCC	30	114	43	27	116	35	28	141	34	99
Jadebusen	WNCC	23	129	24	20	171	17	26	166	33	99
Elbmündung	CXSO	28	124	32	26	171	32	32	179	54	99
Altes Land	JKCC	31	147	39	26	94	39	31	151	47	97
Südoldenburg	CGCC	26	112	30	26	153	35	34	146	(36)	52 ³⁾
Emsland	LNCC	32	145	51	29	123	46	29	107	44	98
Osnabrück	OKCC	26	101	22	29	135	51	37	168	76	99
Lüneburger Heide	LGOO	28	140	33	27	128	43	33	163	57	100
Wendland	LWSO	25	137	30	26	139	41	30	152	44	98
Allertal	WASS	30	193	38	25	112	32	29	167	36	97
Wolfsburg	WGCC	30	100	33	28	145	31	31	173	47	99
Braunschweig	BGSW	25	87	23	26	123	37	33	192	48	100
Salzgitter	SRCC	27	85	29	28	141	42	30	73	(18)	46 ³⁾
Hannover	HRSW	27	103	28	29	118	42	34	158	56	98
Weserbergland	RNCC	27	92	29	29	110	45	31	117	49	98
Göttingen	GNCC	22	69	10	22	89	15	27	113	31	98
Eichsfeld	DUCC	23	87	19	24	119	29	29	116	42	100
Oker/Harlingerode	OGCC	23	91	20	23	109	31	25	115	28	100
Bösel ¹⁾	BLWW				28	106	36	29	137	42	95
Wesermündung ²⁾	BHV1				22	104	9	27	119	23	98
Solling	DLSW	16	57	2	16	73	9	18	102	9	97
Wurmberg	BRNN	14	118	6	15	78	12	15	90	9	99
LÜN-Verkehrsstationen											
Braunschweig	BGVS	41	105	85	40	141	93	47	224	126	99
Hannover	HRV1	43	108	105	43	139	102	49	175	138	100

¹⁾ in Bösel Messungen im Jahr 2002/2003 mit FH62 I-N und Umrechnungsfaktor 1,1

²⁾ in Wesermündung Messungen mit TEOM und Umrechnungsfaktor 1,3; ³⁾ HRV4 und CGCC bis Juni 2003; SRCC ab Juli 2003

7.3 Vergleich mit anderen Messorten

Um einen Überblick der Feinstaubbelastungen in dem Raume Westliches Niedersachsen zu bekommen, werden die Daten der LÜN-Stationen mit zwei benachbarten, grenznahen Stationen der Niederländischen Messnetzes RIVM, Eibergen und Valthermond, sowie einer Station des Umweltbundesamtes in Bassum verglichen. Als Datenbasis werden die Tagesmittelwerte genommen, die von den jeweiligen Messnetzzentralen zur Verfügung gestellt werden. Auf eventuelle lokale Besonderheiten wird keine Rücksicht genommen, ein Ausreißertest wird nicht durchgeführt. Man kann davon ausgehen, dass bei einer Datenmenge von etwa 330 zeitgleichen Tagesmittelwerten eine ausreichend gute Aussage über die Vergleichbarkeit der Belastungen gemacht werden kann.

Die Tab. 7 mit den Ergebnissen der Korrelationsberechnungen zwischen den einzelnen Stationen (Bestimmtheitsmaß, Steigung, Achsenabschnitt) zeigt in der Regel ein recht hohes Bestimmtheitsmaß zwischen 0,7 und 0,9. Dieses ist meistens um so größer, je näher die Stationen benachbart sind. Das höchste

Bestimmtheitsmaß tritt bei dem Vergleich von Bösel mit Cloppenburg auf. Diese Stationen sind ungefähr 25 km von einander entfernt. Am weitesten entfernt von Bösel ist die Station Eibergen; entsprechend ist das Bestimmtheitsmaß relativ gering. Die mittleren PM_{10} -Belastungen an allen Stationen sind mit 30 bis $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sehr ähnlich. Es ist erstaunlich, dass selbst die Station Hannover bezüglich der mittleren Belastung und auch der Korrelationsbeziehungen recht gut in dieses Bild passt.

Die Vergleiche der PM_{10} -Belastungen an LÜN-Stationen mit den Kenngrößen benachbarter Stationen anderer Messnetze wurde mit den Jahresmittelwerten 2003 weitergeführt. Vom Niederländischen Messnetz wurden hierzu alle vorliegenden Tagesmittelwerte des Jahres 2003 zur Verfügung gestellt [13]. Die Tab. 8 enthält die wichtigsten Ergebnisse. Das PM_{10} -Belastungsbild hat sich gegenüber dem in Abb. 1 dargestellten Zustand (April 2002 bis März 2003) nicht wesentlich geändert. Die im RIVM-Messnetz ermittelten Jahresmittelwerte liegen etwas höher als die Werte in Niedersachsen.

8 Darstellung der flächendeckenden PM_{10} -Belastung in Niedersachsen

Messungen können naturgemäß nur an einzelnen Orten eines Bundeslandes durchgeführt werden. Eine flächendeckende Aussage für das ganze Bundesland Niedersachsen ist nur mittels Modellrechnungen möglich. In der klassischen Ausbreitungsrechnung kann, ausgehend von den Schadstoffquellen wie Industrie, Verkehr, mittels meteorologischer Windfeldmodelle und anschließender Ausbreitungsmodelle eine Immissionskonzentration für alle Landesteile berechnet werden. In dem 2. Materialienband für Maßnahmepläne – MODMESS- Modellgestützte Analyse der PM – und Ozonbelastungen [12] sind derartige Rechnungen durchgeführt und dargestellt worden. Hier wird ausgehend von den PM_{10} -Messungen an den LÜN-Stationen eine Modellierung mittels einer Interpolationsmethode verwendet. Die Karte der PM_{10} -Verteilung in Niedersachsen wird aus den Registrierungen der LÜN-Stationen berechnet. Die Berechnungen erfolgen mit dem Programmsystem FLADIS- Niedersachsen unter Einsatz des HARDY Interpolationsverfahrens und mit dem Programmsystem Surfer nach der Kriging-Methode. Die beiden folgenden Abbildungen wurden nach

letzter Methode berechnet. Anschließend wird nach dem Flächenanteil der interpolierten Immissionsbelastung die jeweilige Gemeindefläche der jeweiligen Schadstoffbelastung zugeordnet.

Auf Basis der an den LÜN-Stationen mit Hilfe der FH62I-N ermittelten Tagesmittelwerte, korrigiert mit einem Faktor gemäß der vorangegangenen Beschreibung wurden entsprechend für die Jahre 2002 bis 2003 PM_{10} -Belastungskarten für Niedersachsen berechnet. Entsprechend den Grenzwerten der 1. Tochterrichtlinie [8] wurden Jahresmittelwerte und Überschreitungshäufigkeiten berechnet und dargestellt. Die resultierenden Karten für die Überschreitungshäufigkeit sind als Abbildungen Abb. 3 und 4 beigefügt.

Die aus den Messungen berechnete Immissionsbelastung für die Jahre 2002 und 2003 zeigt stabil im Westen und Nordosten des Landes großflächig eine erhöhte Kurzzeitbelastung für PM_{10} an. In weiten Teilen des Landes wurden an mehr als 35 Tagen mehr als $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ festgestellt. Dies bedeutet eine Überschreitung des ab 01. Januar 2005 gültigen Grenzwertes.

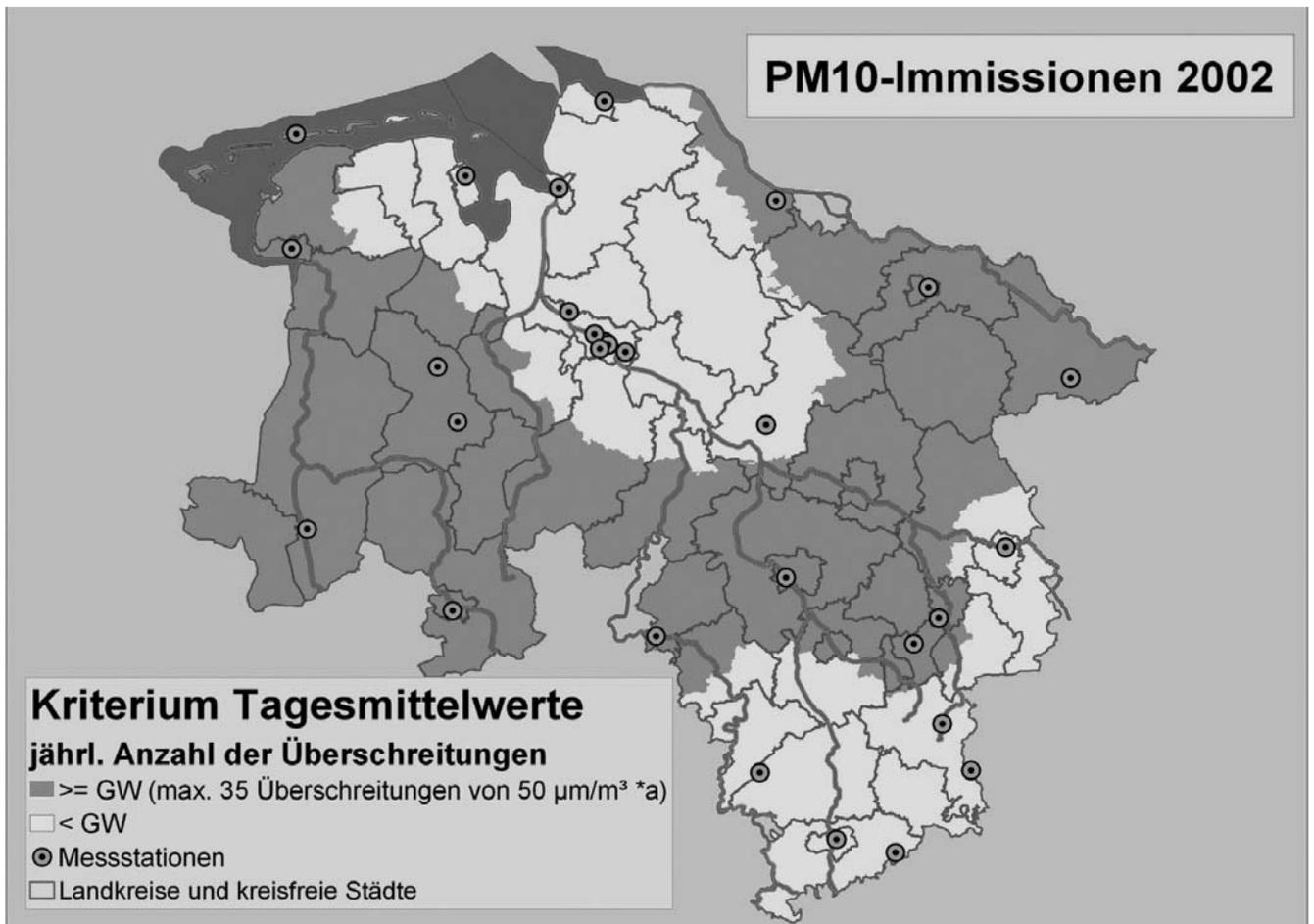


Abb. 3: Aus Messungen berechnete Immissionsbelastung für 2002

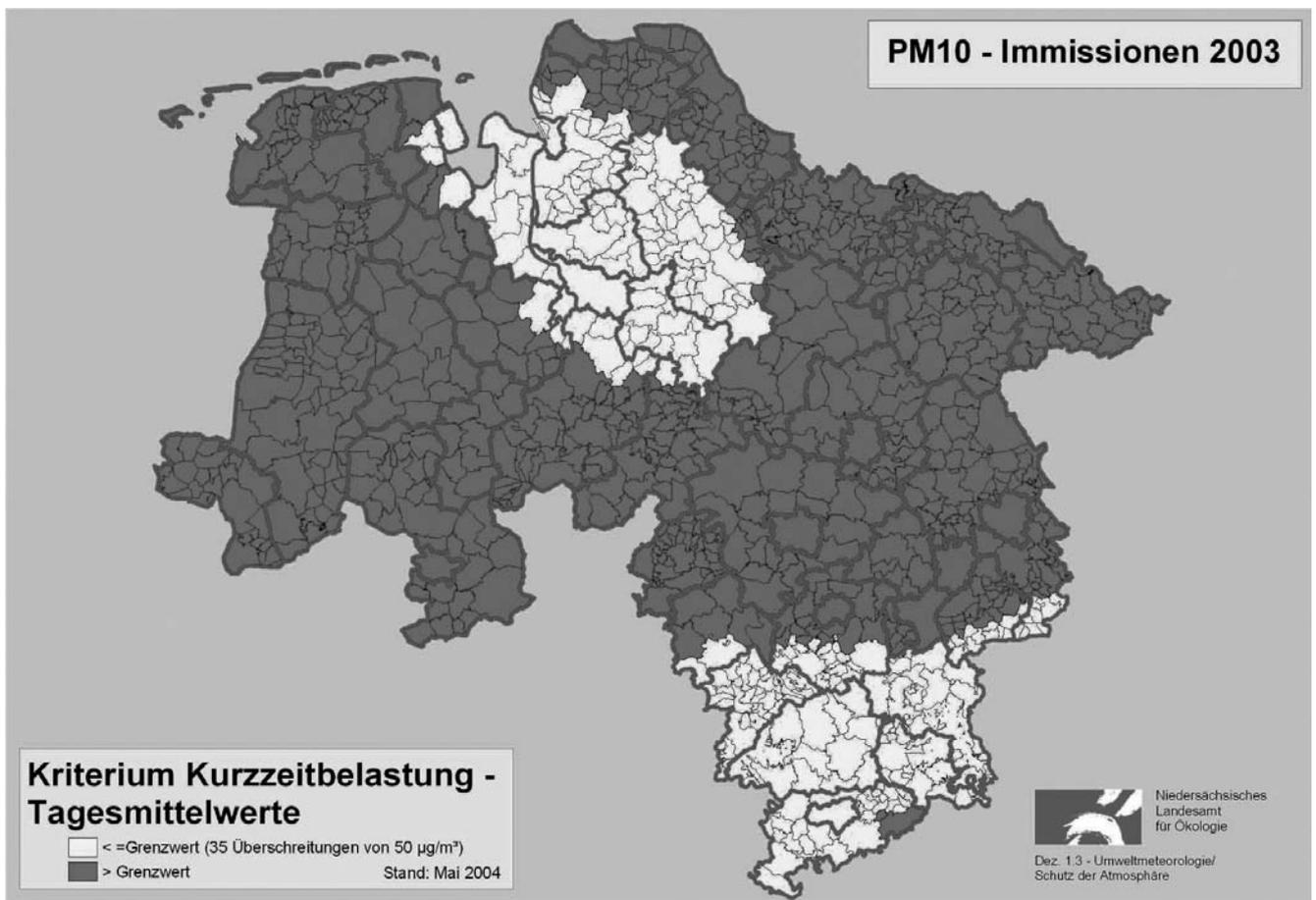


Abb. 4: Aus Messungen berechnete Immissionsbelastung für 2003

9 Fazit

Die Tab. 1 enthält eine Zusammenstellung der Ergebnisse, die in den Kap. 2-4 diskutiert wurden. Als Fazit dieser Vergleichsmessungen in Niedersachsen, Bremen und Hamburg ist festzustellen, dass das Ergebnis der EC Working Group on Particulate Matter [6] verifiziert werden konnte: Die Faktoren zur Anpassung der Betamonitore an die Referenzverfahren (hier: Digital) variieren von Standort zu Standort und zudem besteht eine jahreszeitliche Abhängigkeit. Von der WG wurde ein Anpassungsfaktor (default factor) von 1,3 vorgeschlagen. Dieser Wert wurde so gewählt, dass man bei der Angabe von Jahresmittelwerten und von saisonalen Mittelwerten auf der sicheren Seite ist. Damit wird in Kauf genommen, dass die Nutzung des Anpassungsfaktors in einigen Fällen zu einer Überschätzung der Feinstaubbelastung führt.

Die WG stellt aber auch fest, dass es zu der gesetzlichen Verantwortung der Mitgliedsstaaten gehört, die Äquivalenz der eingesetzten Feinstaubmessverfahren mit der Referenzmethode zu demonstrieren oder eine konstante Beziehung zwischen Messmethode und Referenzmethode am Einsatzort nachzuweisen.

Wie am Beispiel des Messstandortes Hannover während des Zeitraumes 2002 bis 2003 demonstriert wurde, schwankte der monatliche und der jährliche Faktor

- Monate:
von 0,79 (Juni 2003) bis 1,56 (November 2002)
- Jahre:
von 1,14 (Jahr 2003) bis 1,29 (Jahr 2002)

Der von der EU-Workinggroup vorgeschlagene Faktor von 1,3 für die Umrechnung der FH62I-N-Tagesmittelwerte führt damit zu einer Überschätzung der Feinstaubbelastung. Deutlich wird dies im Jahr 2003 am

Beispiel Hannover sowohl beim Jahresmittelwert als auch bei den Überschreitungshäufigkeiten:

Digital:

Jahresmittel: 31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Überschreitungshäufigkeit: 43 Tage

FH62I-N:

Jahresmittel: 34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Überschreitungshäufigkeit: 56 Tage

Da es in Niedersachsen zur Zeit aus personellen Gründen nicht möglich ist, an einer größeren Anzahl von LÜN-Stationen Digital-Geräte zu betreiben und auszuwerten, gibt es keine gesicherte Aussage über die tatsächliche mittlere Feinstaubbelastung (Grenzwert Jahresmittelwert). Auch die Angabe der Überschreitungshäufigkeiten (Kurzzeitgrenzwert Tagesmittelwert) ist mit großen Unsicherheiten behaftet. Im Falle von Hannover (und auch Bösel) sind diese Unsicherheiten nicht so gravierend, da der Kurzzeitgrenzwert von 35 erlaubten Überschreitungstagen/Jahr deutlich überschritten ist.

Wie schon bei der Modellierung der Feinstaubbelastung im Rahmen des MODMESS-Programmes [12] gezeigt wurde, sind die Feinstaubbelastungen im Bereich Westliches und Mittleres Niedersachsen recht einheitlich ausgeprägt. Die Jahresmittelwerte liegen im Bereich von 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und die Anzahl der Überschreitungstage mit Tagesmittelwerten PM_{10} von mehr als 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ist in der Regel deutlich größer als 35. Dieses Ergebnis basiert auch auf den Filtermessungen nach dem Referenzverfahren an den LÜN-Stationen Bösel und Hannover. Die Messungen, die von drei Messnetzen unabhängig voneinander durchgeführt aber nach gleichen Kriterien ausgewertet wurden, belegen eine sehr zufriedenstellende Übereinstimmung der Messergebnisse.

10 Literatur

- [1] DIN EN 12341: Deutsche Norm zur Ermittlung der PM_{10} -Fraktion von Schwebstaub – Referenzmethode und Feinstaubprüfverfahren zum Nachweis der Gleichwertigkeit von Messverfahren und Referenzmethode, Deutsche Fassung der EN 12341 von 1998, Beuth Verlag, Berlin
- [2] Bericht des LAI zum Ringversuch Wiesbaden (Entwurf), 2004
- [3] Bächlin W. et al.: Aerosolbudget in einem landwirtschaftlich geprägten Gebiet in Niedersachsen, NLÖ-Reihe Nachhaltiges Niedersachsen, Band 28, 2004, ISSN 0949-8265
- [3a] Heits B. et al.: Feinstaubbelastung PM_{10} im ländlichen Raum Niedersachsen, in: Bericht zum Workshop PM_x -Quellenidentifizierung als Grundlage für Maßnahmepläne, IUTA, Duisburg 22./23.01.2004
- [4] ttz Bremerhaven: PM_{10} -Messprogramm Bremerhaven 2003, NLÖ-Reihe Nachhaltiges Niedersachsen, Band 30, 2004, ISSN 0949-8265
- [5] LÜN-Jahresbericht 2003, veröffentlicht im Internet unter www.luen-ni.de
- [6] Williams M., Bruckmann P.: Final Report of the EC Working Group on Particulate Matter – Guidance to Member States on PM_{10} Monitoring and Inter-comparisons with the Reference Method, 22. January, 2002
- [7] Umweltbundesamt, Pilotstation Langen: Mitteilung und Datenbereitstellung, März 2004; Umweltbundesamt, Texte 89/03: Jahresbericht 2002 aus dem Messnetz des Umweltbundesamtes, ISSN 0722186X
- [8] Richtlinie 1999/30/EG des Rates vom 22. April 1999 über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickoxide, Partikel und Blei in der Luft, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 163/41 vom 29.06.1999
- [9] Bächlin W. et al.: Feinstaub- und Schadgasbelastungen in der Göttinger Straße, Hannover, NLÖ-Reihe Nachhaltiges Niedersachsen, Band 24, 2003, ISSN 0949-8265
- [10] Heits, B. et al.: Field Comparison of Air Monitoring Networks, NLÖ-Reihe Nachhaltiges Niedersachsen, Band 22, 2003, ISSN 0949-8265

- [11] Heits et al.: 20 Jahre Lufthygienisches Überwachungssystem Niedersachsen, LÜN 1978 – 1997, NLÖ-Reihe Nachhaltiges Niedersachsen, Band 7, 1998, ISSN 0949-8265
- [12] Müller, W.J. et al.: MODMESS – Modellgestützte Analyse der PM- und Ozonmessungen an den Stationen Bösel und Hannover, NLÖ-Reihe Nachhaltiges Niedersachsen, Band 27, 2004, ISSN 0949-8265
- [13] RIVM, Bilthoven: Mitteilung und Datenbereitstellung validierter Tagesmittelwerte PM₁₀, März 2004
- [14] Schäfer, K. et al.: Feldmessungen in einem Stadtquartier zur Erzeugung eines Validierungsdatensatzes; 6. Materialband für Maßnahmepläne nach der EU-Richtlinie zur Luftqualität; in Vorbereitung
- [15] Kühlwein, J. et al.: Berechnung hochaufgelöster Emissionsdaten für einen Ballungsraum und Straßenschluchten; 7. Materialband für Maßnahmepläne nach der EU-Richtlinie zur Luftqualität; in Vorbereitung
- [16] Bächlin, W. et al.: Erstellung eines auf Naturmessungen basierenden Validierungsdatensatzes zur Ausbreitung von Schadstoffen in Straßenschluchten, 8. Materialband für Maßnahmepläne nach der EU-Richtlinie zur Luftqualität; in Vorbereitung

Schriftenreihe Nachhaltiges Niedersachsen – Dauerhaft umweltgerechte Entwicklung –

- Heft 1 (1995): Expertenkolloquium Fließgewässerrenaturierung in der Praxis. 172 Seiten. Schutzgebühr: 10,- €
- Heft 2 (1995): Die landwirtschaftliche Verwertung von kommunalem Klärschlamm in Niedersachsen. Ein Beitrag zur Stoffstrombewirtschaftung. 128 Seiten. Schutzgebühr: 5,- €
- Heft 3 (1997): Baggergutmanagement. Hintergründe der Baggergutproblematik und aktuelle Situation in Niedersachsen. 95 Seiten. Schutzgebühr: 5,- €
- Heft 4 (1997): Stoffstrommanagement Gips als Beitrag zum nachhaltigen Ressourcenschutz in Niedersachsen. Vorstudie. Schutzgebühr: 5,- €
- Heft 5 (1998): Niedersächsisches Landesamt für Ökologie. Erster Umweltbericht 1997. Standort Hildesheim. 43 Seiten. Schutzgebühr: 2,50 €
- Heft 6 (1998): Durch Dialog zum Konsens. Am Beispiel der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung in Niedersachsen. Zwischenbericht. 25 Seiten. Schutzgebühr: 2,50 €
- Heft 7 (1998): 20 Jahre Lufthygienisches Überwachungssystem Niedersachsen. Datenkatalog zur Luftgüte in Niedersachsen 1978 - 1997. 450 Seiten. Schutzgebühr: 15,- €
- Heft 8 (1999): Workshop Umwelt- und Nachhaltigkeitsindikatoren 4. und 5. November 1998. 108 Seiten. Schutzgebühr: 2,50 €
- Heft 9 (2000): Mobilisierbarkeit von Schwermetallen und Arsen aus Schlacken, Gläsern und Gesteinen. Anwendung des pHStat-Verfahrens für Sonderfragenstellungen bei Verwertungsvorhaben. 130 Seiten. Schutzgebühr: 5,- €
- Heft 10 (2000): Landwirtschaftliche Klärschlammverwertung in Niedersachsen. Ein Beitrag zur umweltgerechten Stoffstrombewirtschaftung - Endbericht -. 164 Seiten. Schutzgebühr: 5,- €
- Heft 11 (2000): Endokrin Wirksame Schadstoffe (EWS) und pharmakologisch wirksame Stoffe in aquatischen Bereichen Niedersachsens - Statusbericht -. 40 Seiten. Schutzgebühr: 2,50 €
- Heft 12 (2000): Wattozon - Ozonbelastung im Bereich der Nordseeküste 1999. Abschlussbericht des Projektes Wattozon, 56 Seiten. Schutzgebühr: 10,- €
- Heft 13 (2000): Begleitforschung zur Freisetzung herbizidresistenter, transgener Rapspflanzen 1995-1999. Ein Beitrag zur biologischen Sicherheitsforschung - Endbericht -. 57 Seiten. Schutzgebühr: 5,- €
- Heft 14 (2000): Bilanzierung der Stickstoffemissionen in Niedersachsen. 86 Seiten. Schutzgebühr: 10,- €
- Heft 15 (2001): Leitfaden Umweltführer für Niedersächsische Landesbehörden in Anlehnung an die EG-Öko-Audit-Verordnung. 66 Seiten.
- Heft 16 (2001): Entwicklung eines kommunalen Entsigelungskonzeptes - dargestellt am Beispiel der Stadt Hildesheim. 52 Seiten, 13 Karten. Schutzgebühr: 10,- €
- Heft 17 (2001): Umfeld- und problemorientierte Strategien und Parameter für eine wirkungsbezogene Umweltüberwachung. Schutzgebühr der CD 5,- €
- Heft 18 (2002): Überwachung der Radioaktivität in Niedersachsen 1999 - 2000.
- Heft 19 (2002): Entwicklung von Umweltindikatoren für Niedersachsen. 103 Seiten. Schutzgebühr: 5,- €
- Heft 20 (2002): Niedersächsisches Landesamt für Ökologie. Zweiter Umweltbericht. Standort Hildesheim. 38 Seiten. Schutzgebühr: 2,50 €
- Heft 21 (2003): Wattozon II - Immissionssituation an der Nordseeküste 2001. Abschlußbericht des Projektes Wattozon II. 76 Seiten. Schutzgebühr: 10,- €
- Heft 22 (2003): Field Comparison of Air Monitoring Networks. 57 Seiten. Schutzgebühr: 10,- €.
- Heft 23 (2003): Bodenqualitätszielkonzept Niedersachsen. Teil 1: Bodenerosion und Bodenversiegelung. 49 Seiten. Schutzgebühr: 10,- €
- Heft 24 (2003): Feinstaub und Schadgasbelastungen in der Göttinger Straße, Hannover. 1. Materialband für Maßnahmenpläne nach der EU-Richtlinie zur Luftqualität. 19 Seiten. Schutzgebühr 5,- €.
- Heft 25 (2003): Schutzwürdige und schutzbedürftige Böden in Niedersachsen. 40 Seiten. Schutzgebühr: 7,50 €.
- Heft 26 (2003): Schleichende Umweltbelastung durch diffuse Einträge - ein Thema ökologischer Nachhaltigkeitspolitik. 76 Seiten. Schutzgebühr 5,- €.
- Heft 27 (2004): MODMESS - Modellgestützte Analyse der PM- und Ozonbelastungen an den Stationen Bösel und Hannover. 2. Materialband für Maßnahmenpläne nach der EU-Richtlinie zur Luftqualität. 79 Seiten. Schutzgebühr 10,- €.
- Heft 28 (2004): Aerosolbudget in einem landwirtschaftlich geprägten Gebiet in Niedersachsen - Kurzbericht. 3. Materialband für Maßnahmenpläne nach der EU-Richtlinie zur Luftqualität. 17 Seiten. Schutzgebühr 5,- €.
- Heft 29 (2004): Vom Brachflächenkataster zum Flächenmanagement. 24 Seiten. Schutzgebühr 5,- €.
- Heft 30 (2004): PM₁₀-Messprogramm Bremerhaven 2003 - Kurzbericht. 4. Materialband für Maßnahmenpläne nach der EU-Richtlinie zur Luftqualität. 11 Seiten. Schutzgebühr 5,- €.
- Heft 31 (2004): LÜN: Untersuchungen zur Feinstaubbelastung PM₁₀. 5. Materialband für Maßnahmenpläne nach der EU-Richtlinie zur Luftqualität. 15 Seiten. Schutzgebühr 5,- €.