

## Gegenargumentation zum Argumentationspapier der Kollegen Prof. Bultjes, Dr. Reimer, Dr. Stern und Dr. Kerschbaumer

Meine Kernthese „An der Überschreitung des PM-Grenzwertes ist weder der Verkehr noch eine andere Berliner PM-Quelle beteiligt; stark überhöhte Schwebstaub-Werte sind ausschließlich durch Ferntransport bedingt“ lässt sich mit 100-%iger Sicherheit aus den Messdaten der Jahre 2001-2002 ableiten. Ich erweitere diese These dahingehend, dass alle überhöhten PM-Belastungen in Berlin nicht durch Quellen innerhalb Berlins sondern durch Transporte von Feinstaubquellen außerhalb Berlins in die Stadt bedingt sind.

Die o.g. Herren haben Recht mit Ihren beiden Thesen, nämlich

a) dass sich die PM-Belastung immer aus einer Überlagerung der regionalen Belastung, des städtischen Hintergrunds und der lokalen Belastung ergibt; ihre Zahlenwerte (die aber nur gültig sind für verkehrsreiche Straßen!) stimmen;

b) dass eine Absenkung der Feinstaubbelastung um  $2 \mu\text{g m}^{-3}$  eine bestimmte Anzahl (genau genommen 7 Tage für den betrachteten Messzeitraum für den Messstandort Frankfurter Allee) Überschreitungstage ( $50 \mu\text{g m}^{-3}$  Grenzwert) ergeben würde, da an diesen 7 Tagen die Belastung zwischen  $50,0$  und  $51,9 \mu\text{g m}^{-3}$  lag. Die Frage stellt sich, ob es lufthygienisch relevant ist, die Belastung von  $51,9$  auf  $49,9 \mu\text{g m}^{-3}$  zu senken. Eine Beantwortung erübrigt sich für jeden logisch denkenden Menschen (natürlich nicht für den Gesetzgeber).

Die og. Herren haben insoweit Recht mit Ihrer ersten These, dass es eine deutliche Abstufung der Tagesmittel  $> 50 \mu\text{g m}^{-3}$  in der Reihenfolge stark befahrener Straßen (V), städtischer Hintergrund (SH) und Stadtrand (SR) sowie Frohnauer Turm (FT) gibt. Sie haben aber unrecht mit der Behauptung, dass es eine derartige Abstufung nicht geben würde, wenn die erhöhten Feinstaubwerte nur durch Ferntransport bedingt wären.

*Anmerkung:* Es geht nicht um die Frage was Ferntransport ist, sondern um die Frage, welchen Anteil Berliner und Nichtberliner Quellen an der Berliner PM-Belastung haben.

Ich belege meine Aussagen (noch einmal) und widerlege die letzte Aussage der Gegengutachter mit folgenden experimentellen Daten.

Tab. 1: Mittlere  $\text{PM}_{10}$ -Werte an den charakteristischen Gebieten (in  $\mu\text{g m}^{-3}$ )

	PM	OC	EC	NH4+SO4+NO3	lösl. Rest <sup>a</sup>	unlösl. Rest
FT <sup>d</sup>	15,5	2,2	0,9	6,4	0,7	5,1
SR <sup>d</sup>	20,1	2,9	1,5	8,4	0,7	6,9
SH <sup>d</sup>	21,9	3,4	1,8	8,0	0,7	8,0
V <sup>d</sup>	34,5	4,3	4,3	9,8	1,5	14,3
V minus SH (in $\mu\text{g m}^{-3}$ ) <sup>b</sup>	12,6	0,9	2,5	1,8	0,8	6,3
V minus SH (in %) <sup>b</sup>	57	27	139	23	114	80

<sup>a</sup> Na, Cl, K, Mg, Ca

<sup>b</sup> lokale Zusatzbelastung an verkehrsreichen Straßen in Bezug auf städtischen Hintergrund

<sup>c</sup> in 324 m Höhe

<sup>d</sup> Stationen: SR = PA (Paulinenaue), SH = 27 (Marienfelde), V = 174 (Frankfurter Allee)

*Erstens* sieht man, dass am FT (außer „löslicher Rest“, was auf dessen großräumige und homogene Verteilung deutet) alle Komponenten geringere Konzentrationen aufweisen, was

aufgrund einer anzunehmenden vertikalen Konzentrationsabnahme plausibel ist (die Station FT repräsentiert ja am ehesten den Ferntransport und regionalen Hintergrund)

*Zweitens* sieht man, dass im städtischen Hintergrund die beiden Komponentengruppen „NH<sub>4</sub>+SO<sub>4</sub>+NO<sub>3</sub>“ und „löslicher Rest“ im Vergleich zum Umland/Stadtrand keine Erhöhung aufweisen, was eindeutig darauf hinweist, dass diese Substanzen nicht (nachweisbar) aus Berliner Quellen entstammen. Man sieht aber auch, dass die Stadt im Mittel ca. 10% (rund 2 µg m<sup>-3</sup>) diffuse Quellbeiträge (verteilt auf OC, EC und unlöslichen Rest) beiträgt (folgt aus der Differenz SH-SR).

*Drittens* sieht man, dass an verkehrsreichen Straßen eine erhebliche Erhöhung der PM-Belastung eintritt, die ohne Zweifel auf lokale Quellen zurückzuführen ist. Diese sind erstens eine direkte Partikelemission von Kfz (Ruß, Reifen- und Bremsenabrieb, ggf. Fahrbahnabrieb) und zweitens die Staubaufwirbelung von der Fahrbahn, verursacht durch den Kraftverkehr. Die unterschiedlichen %-Zahlen in Tab. 1 zeigen, dass diese Quellbeiträge verschieden stark sind in Bezug auf die Komponenten. Der Beitrag dieser Quellen an verkehrsreichen Straßen zur PM-Belastung ist besonders stark bei den Komponenten EC, unlöslicher und löslicher Rest.

*Zur lokalen Belastung:*

Staubaufwirbelung (Resuspension) trägt also zur lokalen Belastung erheblich bei; aus Tab. 1 kann ein Anteil von etwa 1/3 (ca. 10 µg m<sup>-3</sup>) abgeleitet werden; dieser Staubanteil besteht sowohl aus unlöslicher Substanz (OC, EC und unlöslicher Rest) als auch aus bereits abgelagerten löslichen Komponenten.

Die Daten zeigen, dass OC mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht durch lokale Verkehrsemissionen bestimmt ist (Resuspension und Hintergrund) bzw. nur in analytisch nicht nachweisbarer Konzentration auftritt.

Der unlösliche Rest (mineralischer Bodestaub aus unterschiedlichen Quellen) zeigt bemerkenswerte Unterschiede für Regen- und Nichtregentage (in µg m<sup>-3</sup>):

	n	PM10	unlös. Rest
FT-Regen	151	12,7	4,1
FT-Nichtregen	192	17,6	5,9
V-Regen	142	29,6	8,7
V-Nichtregen	180	38,1	16,3

Der Unterschied im PM-Wert am FT zwischen Nichtregen-Regen beträgt 4,9 hingegen im unlöslichen Rest nur 1,8 µg m<sup>-3</sup> (37%). Bei V wird die PM-Differenz von 8,5 (Nichtregen-Regen) fast zu 90% (7,6 µg m<sup>-3</sup>) durch den unlöslichen Rest bestimmt. Niederschläge waschen also Bodestaub effektiv weg.

Die Daten der Tab. 1 zeigen, dass der lokale Verkehr an der lokalen (!) PM-Belastung durch direkte Rußemission im Bereich 1-2 µg m<sup>-3</sup> beiträgt (die restlichen Rußanteile bestehen aus der Resuspension und dem Hintergrund). Alleine aus diesen Daten folgt, dass durch Verkehrsmaßnahmen (eine Absenkung der Resuspension würde eine drastische Reduzierung der Fahrzeuge von weit über 50% erfordern) der lokale PM-Wert um weniger als 2 µg m<sup>-3</sup> (ca. 5%) abgesenkt werden könnte, wenn eine Nullemission (!) von Ruß angenommen wird.

*Zusammenfassend tragen also städtische Quellen an der PM-Belastung bei:*

	in $\mu\text{g m}^{-3}$	in % am SH	in % an V
Hintergrund (außerhalb Berlins)	20	91	58
diffuse städt. Quellen	2	9	6
Kfz-Rußemission	1	-	3
Staubaufwirbelung	11,5	-	33

In den „diffusen städtischen Quellen“ ist selbstverständlich auch der (gesamte) Kraftverkehr Berlins enthalten.

*Meine Schlussfolgerung:*

Die Staubaufwirbelung (welche an V einen Anteil von ca. 1/3 hat) kann durch die Umweltzone nicht beeinflusst werden (nur durch permanente Straßenreinigung). Das Minderungspotenzial an verkehrsreichen Straßen durch Beeinflussung der Abgasemission liegt bei nur 1-2  $\mu\text{g m}^{-3}$  (Ruß), also 5% der lokalen (!) – nicht städtischen – PM-Belastung.

*Nun zu den Episoden mit Überschreitungen.*

Abb. 1 zeigt, dass es eine geophysikalisch erwartete „Normalverteilung“ für die Stationen gibt, die jedoch überlagert ist von einer Schiefverteilung zu erhöhten Werten. Die aus der „Normalverteilung“ ableitbaren „Mittelwerte“ (in  $\mu\text{g m}^{-3}$ ):

FT	10±4
SR (=PA)	12±6
SH (=27)	14±5
V (=174)	23±7.

Abb. 2 zeigt, dass die Stationen sich im Wesentlichen durch die additiven Größen „Hintergrund“, „städtischer Beitrag“ und „Verkehrsbeitrag“ unterscheiden. Die Kurvenform (welche den Verteilungstyp und damit die luftchemische Hintergrundcharakteristik bestimmt) ist ähnlich, was darauf deutet, dass alle Stationen bei allen Konzentrationsbereichen eine vergleichbare PM-Charakteristik besitzen (was man auch nachweisen kann, wenn man die relative chemische Zusammensetzung nach Konzentrationsklassen bestimmt).

Wir definieren (willkürlich) alle Tage mit einem Wert  $> 16 \mu\text{g m}^{-3}$   $\text{PM}_{10}$  am FT als „Verschmutzungsepisode“ (V) und sortieren alle Tageswerte aller Stationen dementsprechend in V- und „Nichtverschmutzungsperioden“ (N). Für die hier gewünschten Aussagen interessiert wieder nur die Differenz zwischen den Stationen, da diese Auskunft gibt zu lokalen Unterschieden (Tab. 2).

Man entnimmt Tab. 2, dass es für die N-Periode die bereits aufgeführten charakteristischen Gebietsunterschiede gibt, dass es aber sogar weniger (!) signifikante Unterschiede zwischen den Stationen gibt in der Verschmutzungsperiode (V). Das bedeutet natürlich, dass erhöhte PM-Belastungen (d.h. jenseits der „Normalverteilung“) NICHT von städtischen Quellen verursacht sind. Eine andere Frage (die aber nicht relevant ist bzgl. der Wirksamkeit der Umweltzone) ist die nach dem Anteil des Ferntransport und des „Nahtransport“ aus der Umgebung Berlins.

Tab. 2: Unterteilung der PM-Belastung in Verschmutzungsperioden (V) und Nichtverschmutzungsperioden (N)

Gebietsmittel	PM	OC	EC	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	lösl. Rest	unlösl. Rest
Δ Umgebung-FT (N)	3,8	0,7	0,4	1,0	0,8	0,4	0	0,5
Δ Stadt-Umgebung (N)	3,2	0,2	0,5	0,2	0	0,2	0,2	2,0
Δ Straße-Stadt (N)	10,5	1,0	2,5	0,5	0,4	0,1	0,6	5,9
Δ Umgebung-FT (V)	0,3	-0,4	0,4	0,4	0	0	0,1	-0,2
Δ Stadt-Umgebung (V)	4,9	0,3	0,7	1,4	0,2	0,2	0,1	3,6
Δ Straße-Stadt (V)	6,3	0,7	2,7	1,3	0,2	0,3	0	0,9

<sup>a</sup> Pm stellt nicht die Summe der in den anderen Spalten aufgelisteten Komponenten dar, da die Anzahl an Proben (n) für PM und die einzelnen Substanzen unterschiedlich ist (Analysendatenverfügbarkeit).

Häufigkeit (%)

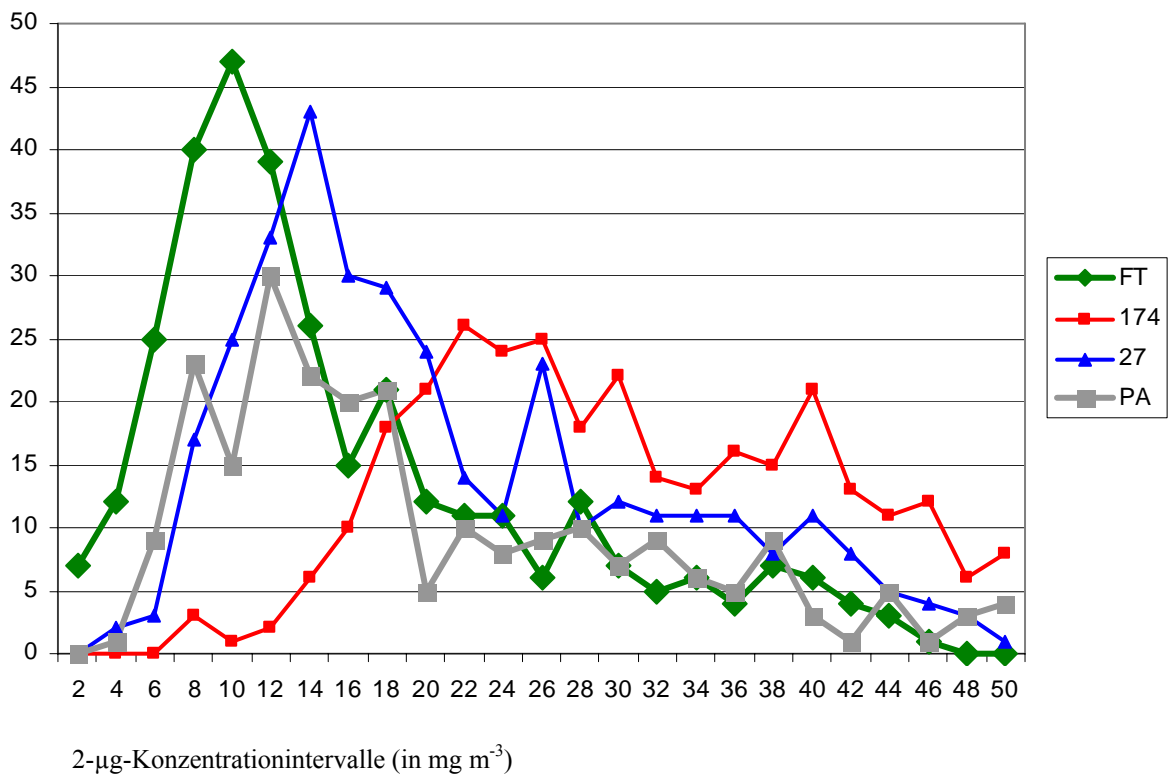


Abb. 1: Relative Häufigkeiten an verschiedenen Stationen (174 = V, 27 = SH, PA = SR)

Häufigkeit (%)

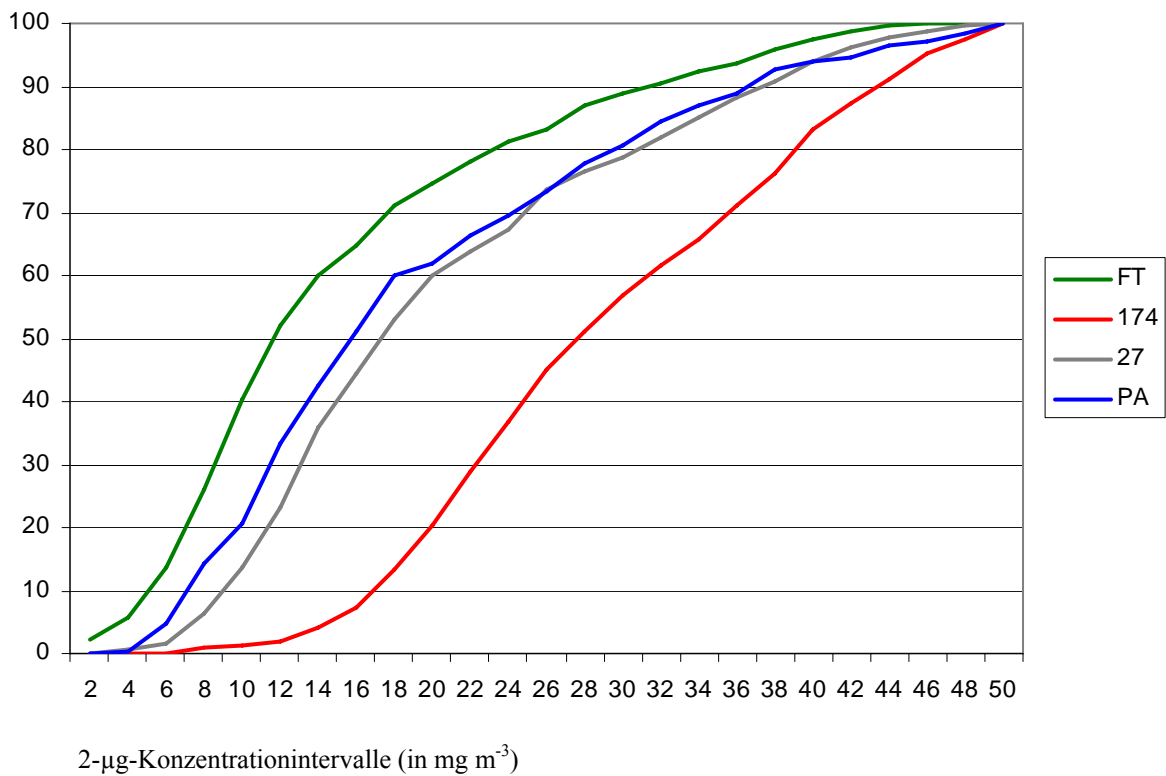


Abb. 1: Kumulative Häufigkeit von PM-Klassen (in 2 µg-Intervallen) an verschiedenen Stationen

*Endbemerkung:*

Ich tausche den Begriff „Ferntransport“ in meiner Kernthese durch „Transport außerhalb Berlins gelegener Quellen“ aus

Berlin, den 17.1.08

Prof. Dr. D. Möller, BTU Cottbus