

# Potenziale der Nachrüstung von Partikelfiltersystemen in Zürich



David Imhof

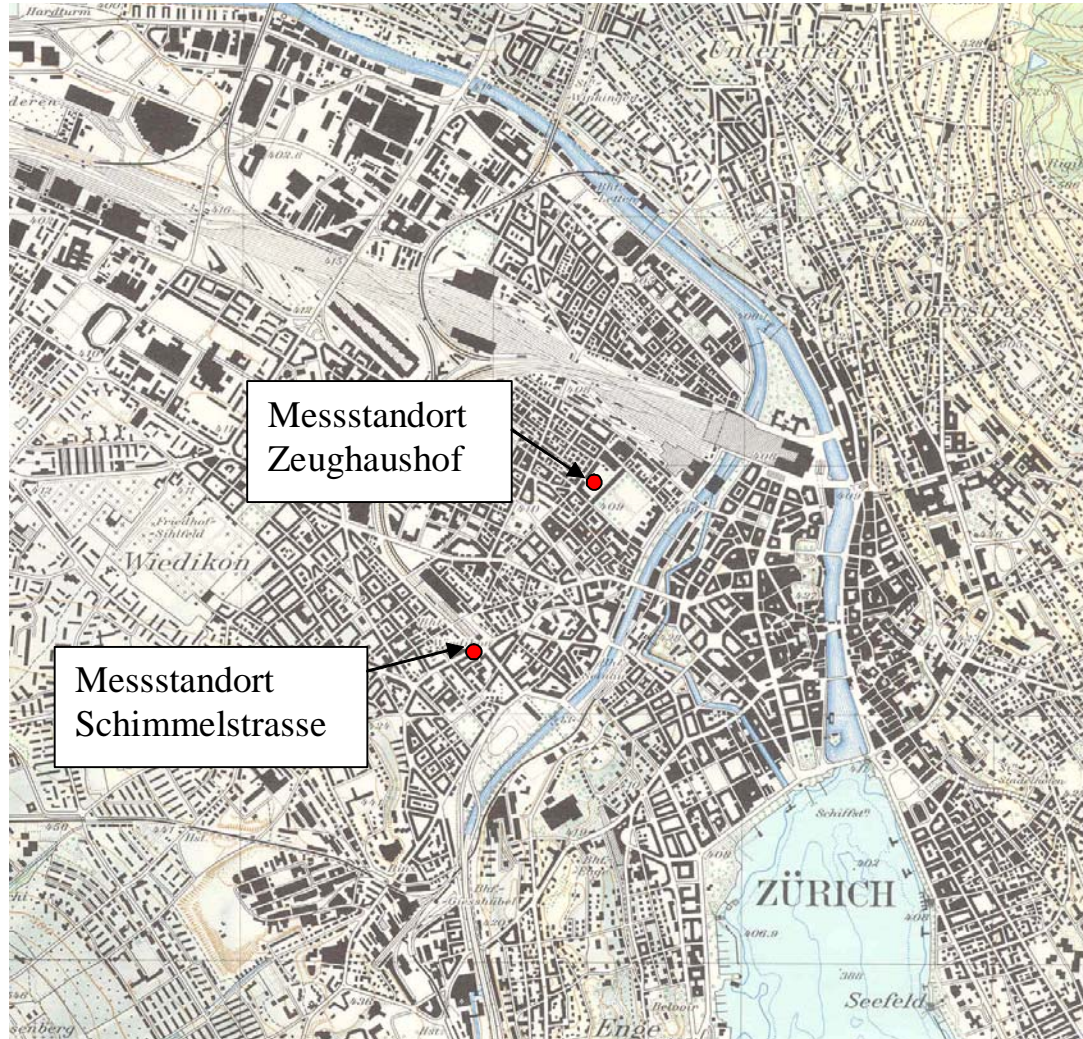


# Zielsetzung

Untersuchung der direkten Auswirkungen, die sich bezüglich der Luftqualität ergeben würden, wenn ein Partikelfilterobligatorium für alle Dieselfahrzeuge (sowohl für leichte als auch für schwere Motorfahrzeuge) eingeführt würde.

# Projekt Nanopartikel am Strassenrand

Messkampagne: Standorte in der Stadt Zürich



# Messstandorte in der Stadt Zürich

Schimmelstrasse



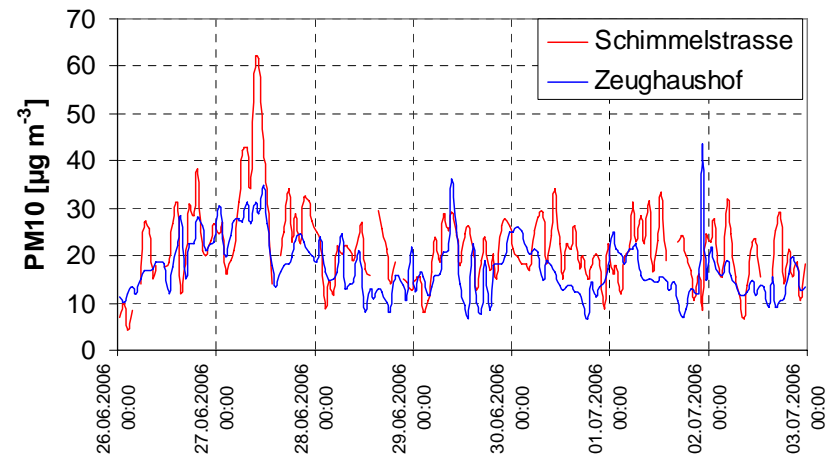
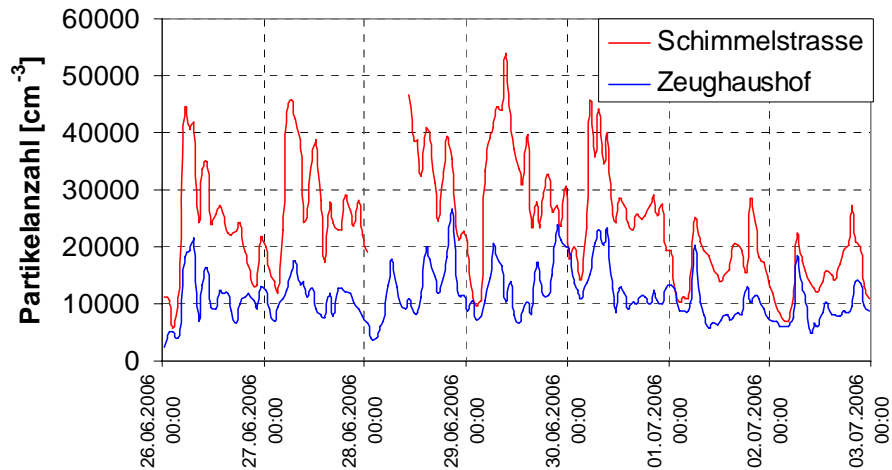
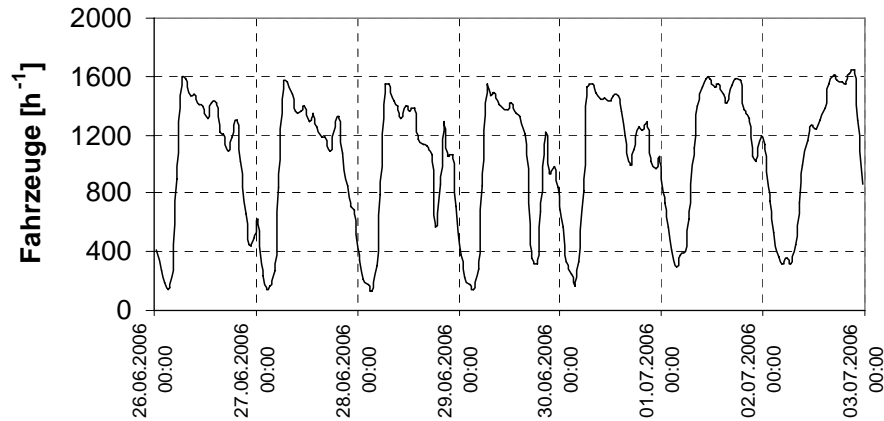
Zeughaushof



# Instrumentation

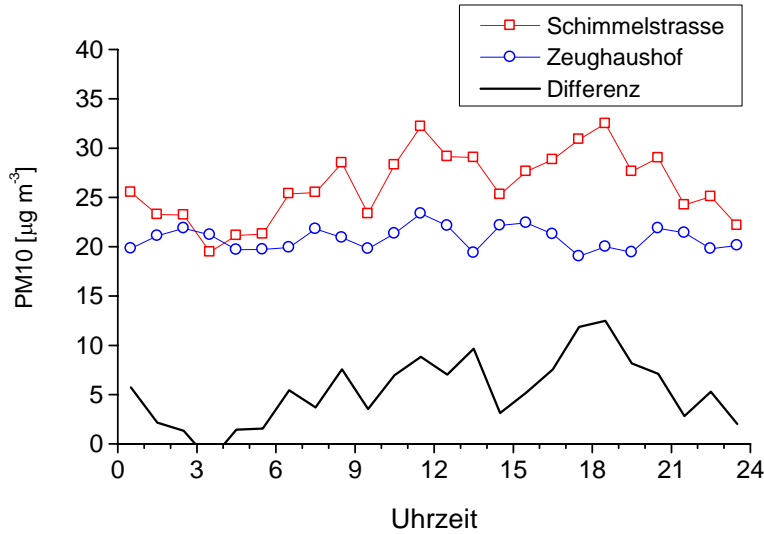
<b>Schimmelstrasse (Verkehrsstandort)</b>	<b>Zeughaushof (Hintergrundstandort)</b>
CPC: Gesamtpartikelanzahl	CPC: Gesamtpartikelanzahl
SMPS: Partikel-Anzahlgrößenverteilung	SMPS: Partikel-Anzahlgrößenverteilung
DISC: Anzahl und Grösse	DISC: Anzahl und Grösse
Betameter: PM10	Betameter: PM10
NO <sub>x</sub> -Analyzer: NO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub> -Analyzer: NO <sub>x</sub>
LI-COR: CO <sub>2</sub>	Ultramat 5E: CO <sub>2</sub>
Nanomet (PAS und DC)	Meteodaten
Verkehrszählung	

# Zeitreihen von Partikelanzahl und PM10

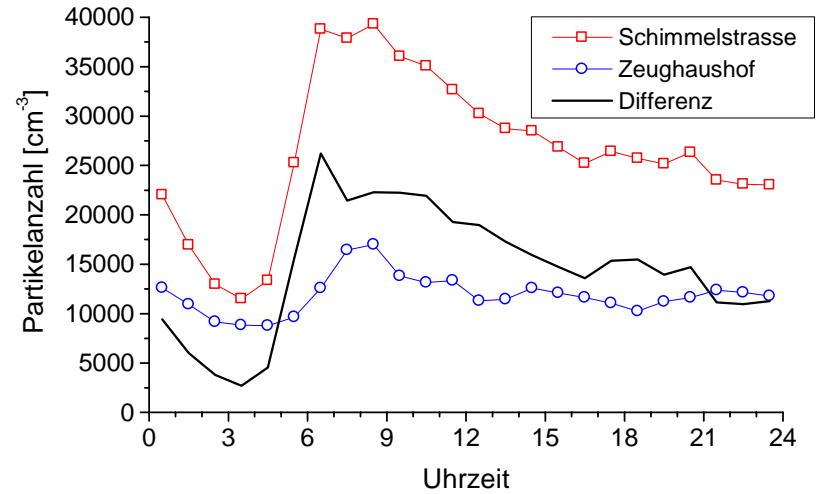


# Mittlere Tagesgänge

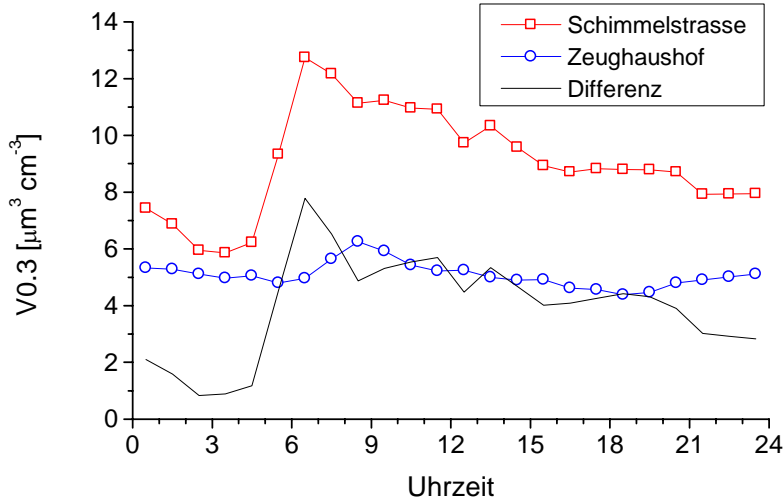
## PM10



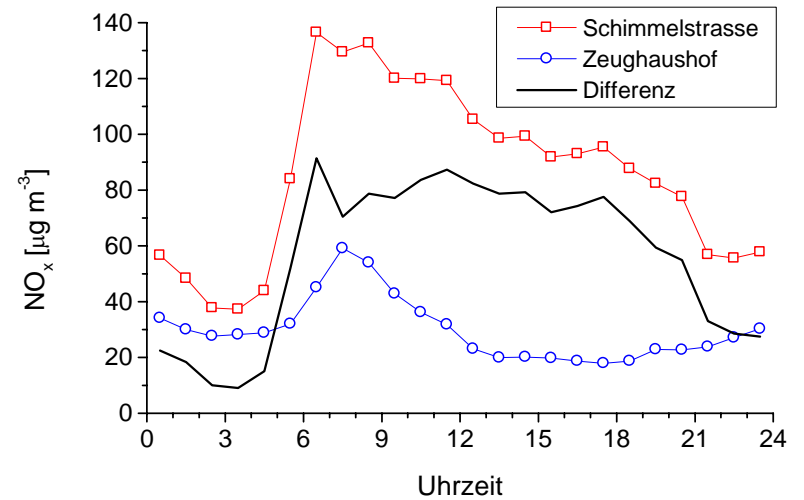
## Partikelanzahl



## Partikelvolumen V0.3 (D < 300 nm)

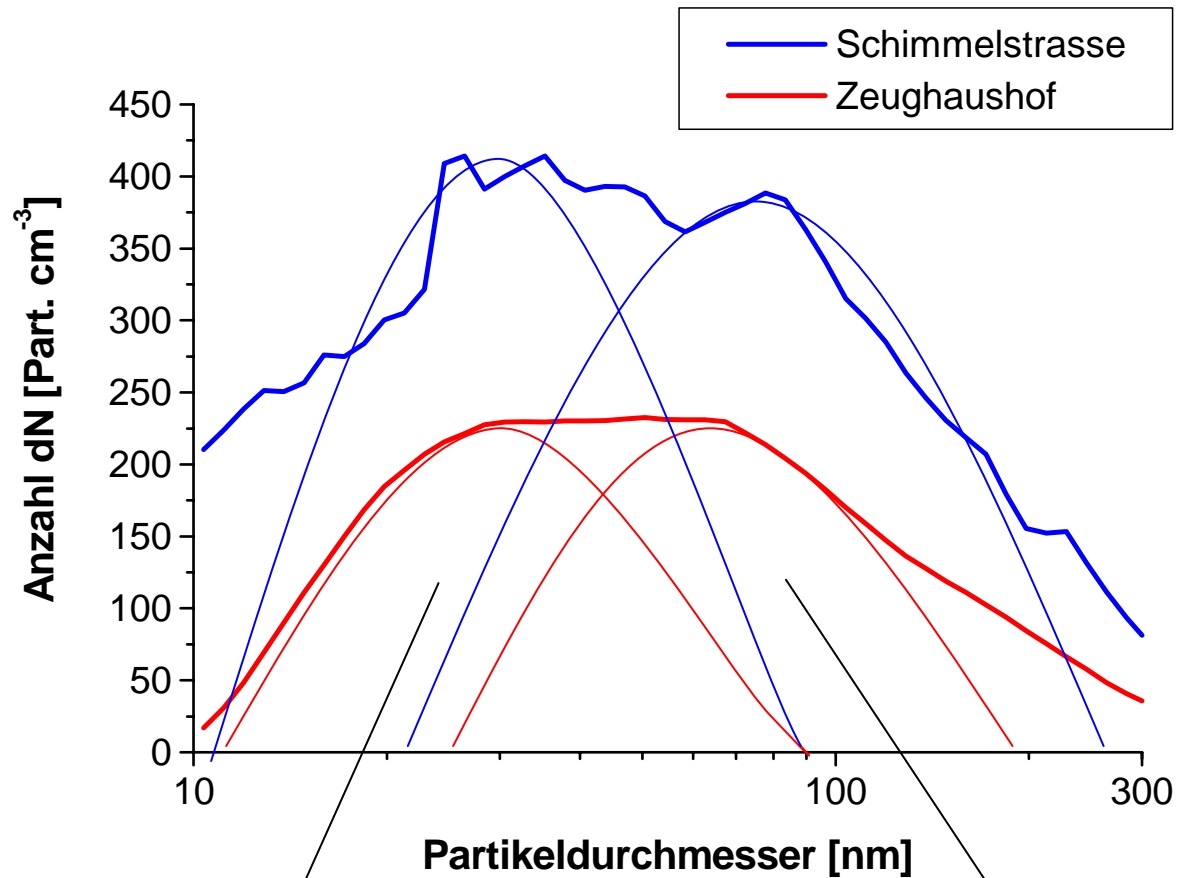


## Stickoxide (NO<sub>x</sub>)





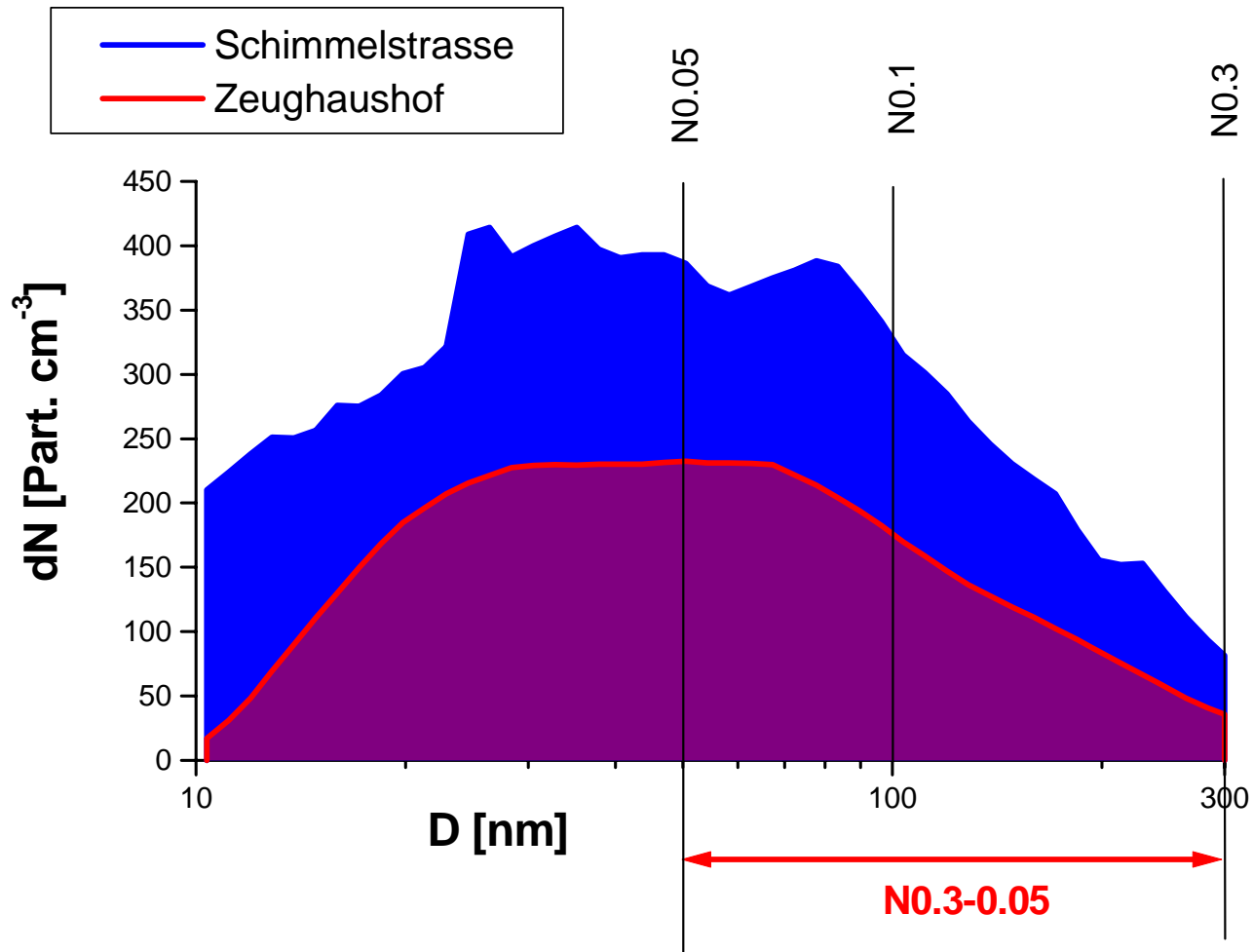
# Grössenspektren (SMPS)



Nukleationspartikel

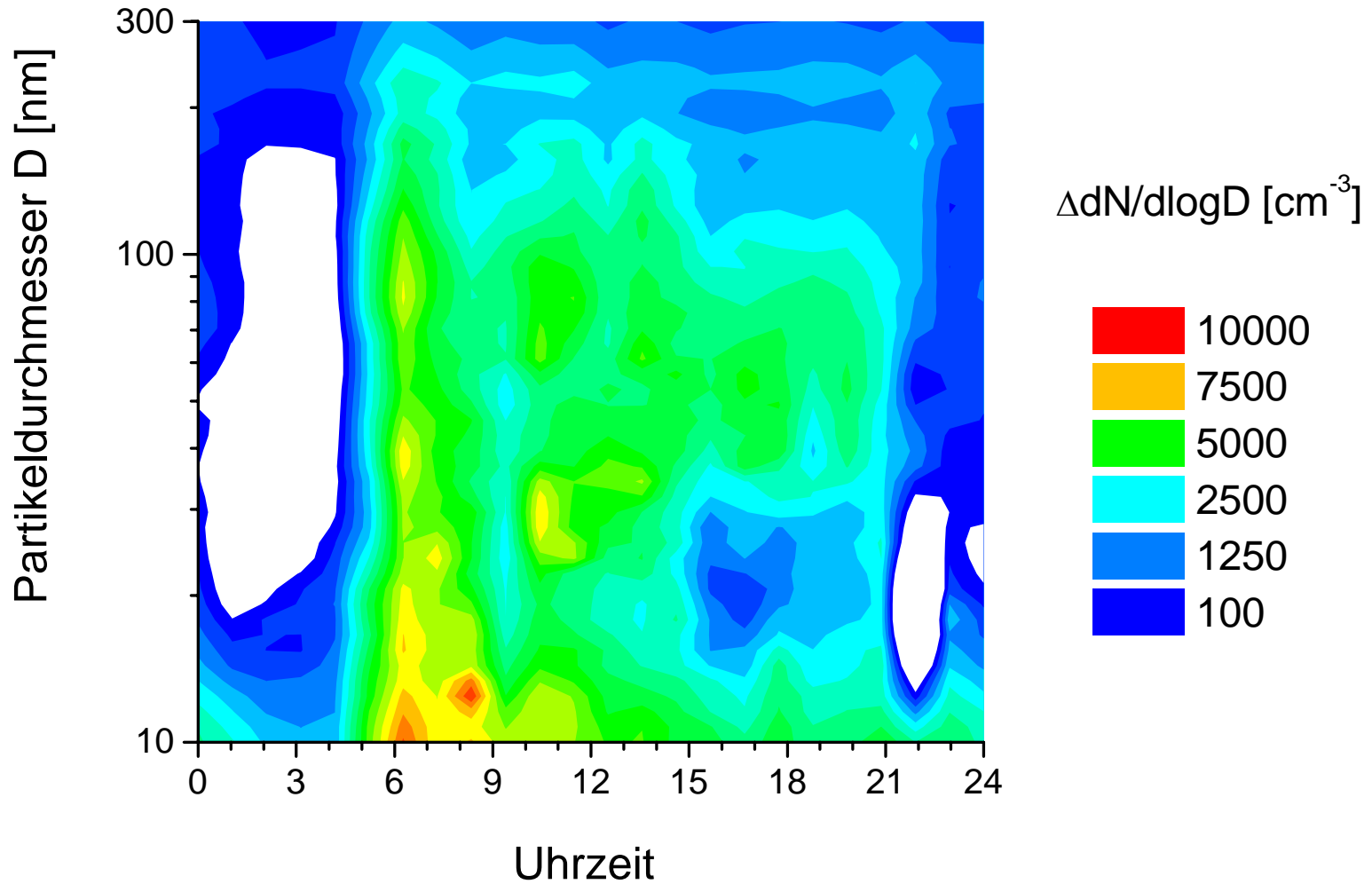
Russpartikel

# Definitionen



N0.x: Partikelanzahl  
V0.x: Partikelvolumen

# Tagesgang der Differenz der Partikelanzahlkonzentration



# Berechnung von Emissionsfaktoren

$$\Delta\text{NO}_x = \frac{\text{EF NO}_{x(\text{LDV})}}{D} \cdot n_{\text{LDV}} + \frac{\text{EF NO}_{x(\text{HDV})}}{D} \cdot n_{\text{HDV}}$$

$$D = \frac{\text{EF NO}_{x(\text{LDV})} \cdot n_{\text{LDV}} + \text{EF NO}_{x(\text{HDV})} \cdot n_{\text{HDV}}}{\Delta\text{NO}_x}$$

$$\Delta C_i = \frac{\text{EF}_{(\text{LDV})}}{D} \cdot n_{\text{LDV}} + \frac{\text{EF}_{(\text{HDV})}}{D} \cdot n_{\text{HDV}}$$

$\Delta\text{NO}_x$ : Konzentrationsdifferenz der Stickoxide ( $\text{NO}_x$ ) [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

$\text{EF}_{(\text{LDV})}$ : Emissionsfaktor von leichten Motorwagen [ $\text{mg}/\text{km}$ ]

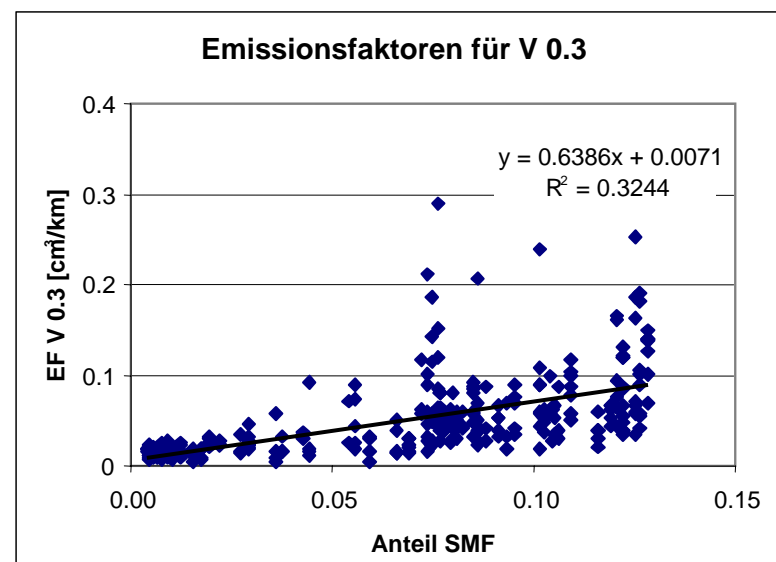
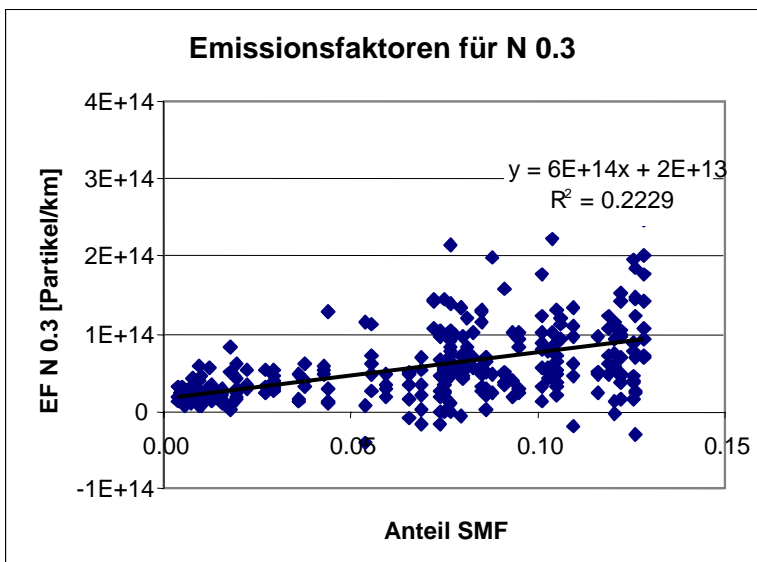
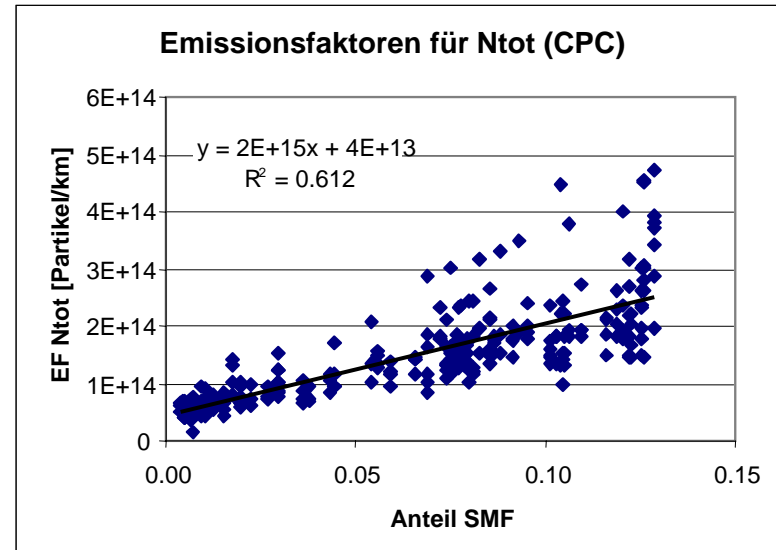
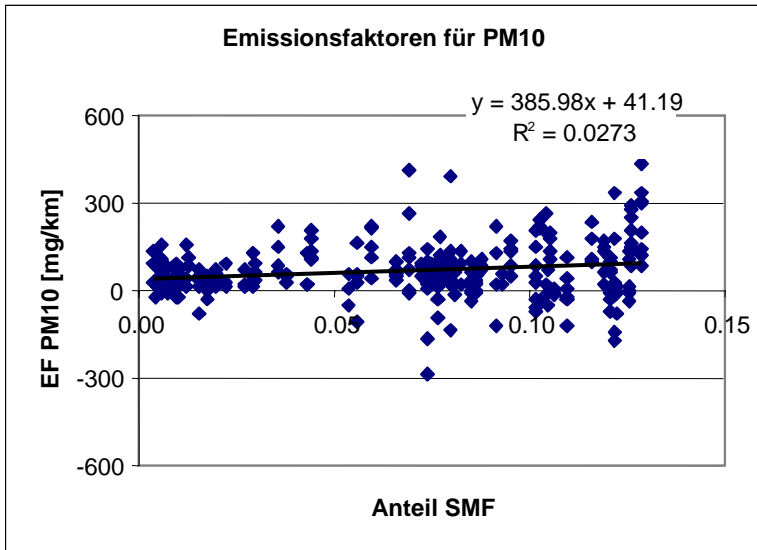
$\text{EF}_{(\text{HDV})}$ : Emissionsfaktor von schweren Motorwagen [ $\text{mg}/\text{km}$ ]

$n$ : Anzahl Fahrzeuge [ $1/\text{h}$ ]

$D$ : Verdünnung [ $\text{m}^2/\text{h}$ ]

$\Delta C_i$ : Konzentrationsdifferenz der Spezies  $i$  [ $\text{x}/\text{m}^3$ ]

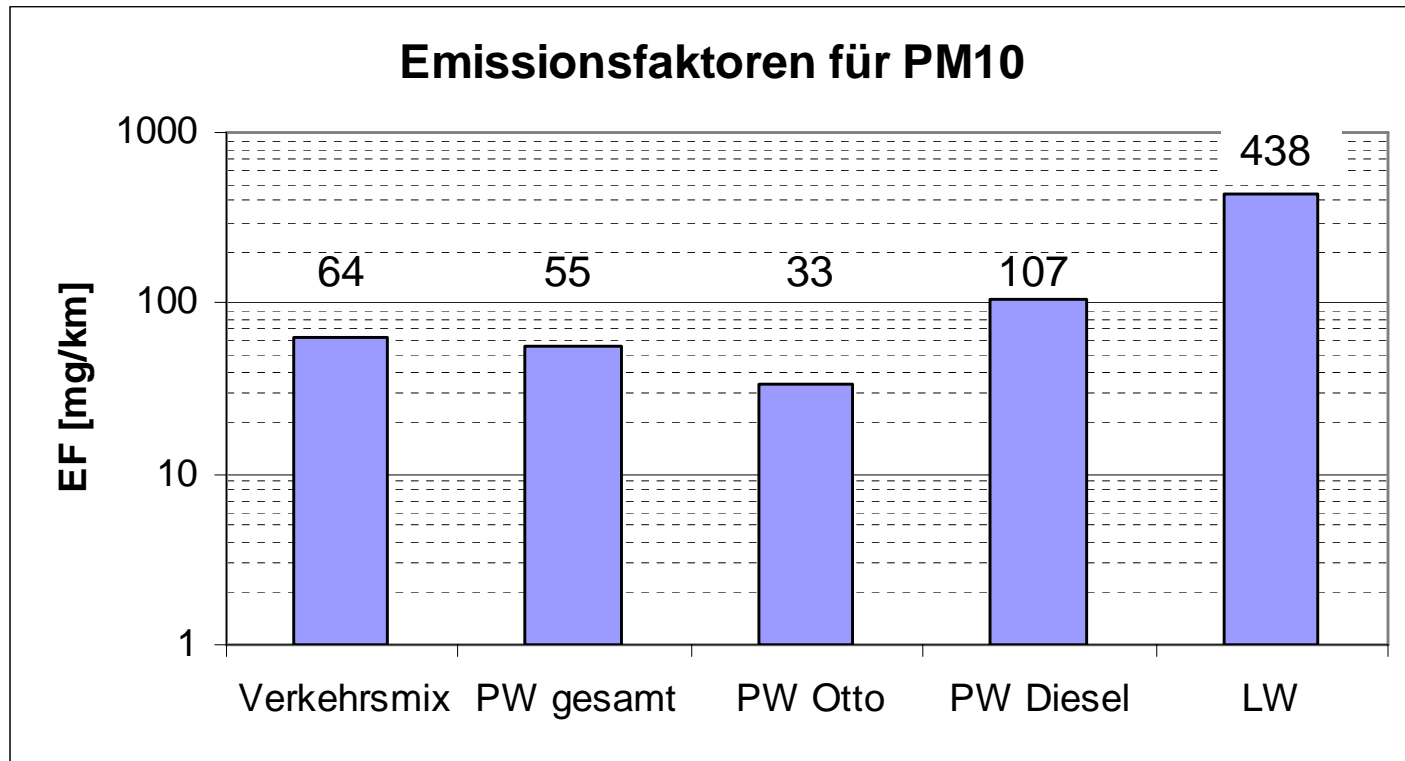
# Korrelation von Schwerververkehrsanteil und Emission pro Fahrzeug (Verkehrsmix)



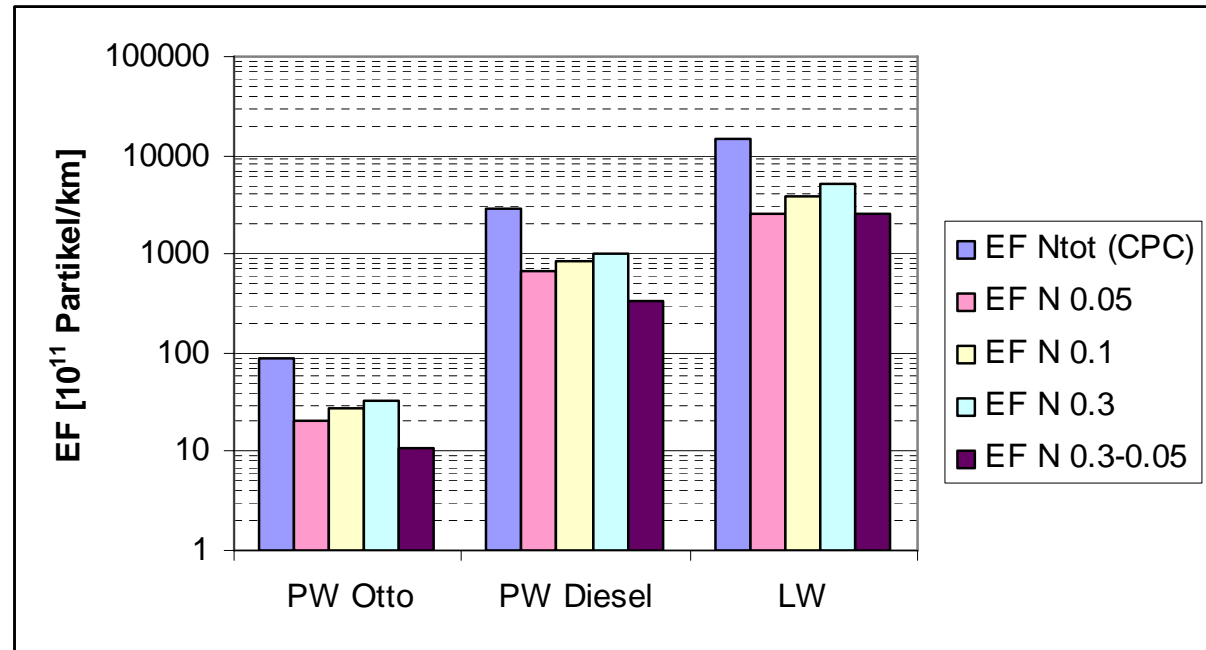
# Emissionsfaktoren pro Fahrzeugkilometer

	Einheit	Verkehrsmix	LMF gesamt	PW+LI Otto	PW+LI Diesel	SMF
<b>EF PM10</b>	mg/km	64	55	33.2	106.6	438
<b>EF Ntot (CPC)</b>	10 <sup>14</sup> Partikel/km	1.56	0.494	0.09	2.85	14.4
<b>EF Ntot (Disc)</b>	10 <sup>14</sup> Partikel/km	1.68	0.61	0.1	3.34	15.9
<b>EF N 0.05</b>	10 <sup>14</sup> Partikel/km	0.27	0.13	0.021	0.69	2.52
<b>EF N 0.1</b>	10 <sup>14</sup> Partikel/km	0.37	0.17	0.027	0.87	3.96
<b>EF N 0.3</b>	10 <sup>14</sup> Partikel/km	0.49	0.22	0.032	1.03	5.08
<b>EF N 0.3-0.05</b>	10 <sup>14</sup> Partikel/km	0.22	0.09	0.011	0.34	2.56
<b>EF V 0.05</b>	cm <sup>3</sup> /km	0.0003	0.0002	0.00003	0.001	0.0039
<b>EF V 0.1</b>	cm <sup>3</sup> /km	0.0026	0.001	0.0002	0.0054	0.032
<b>EF V 0.3</b>	cm <sup>3</sup> /km	0.052	0.01	0.0016	0.052	0.552
<b>EF V 0.3-0.05</b>	cm <sup>3</sup> /km	0.052	0.010	0.0016	0.051	0.548

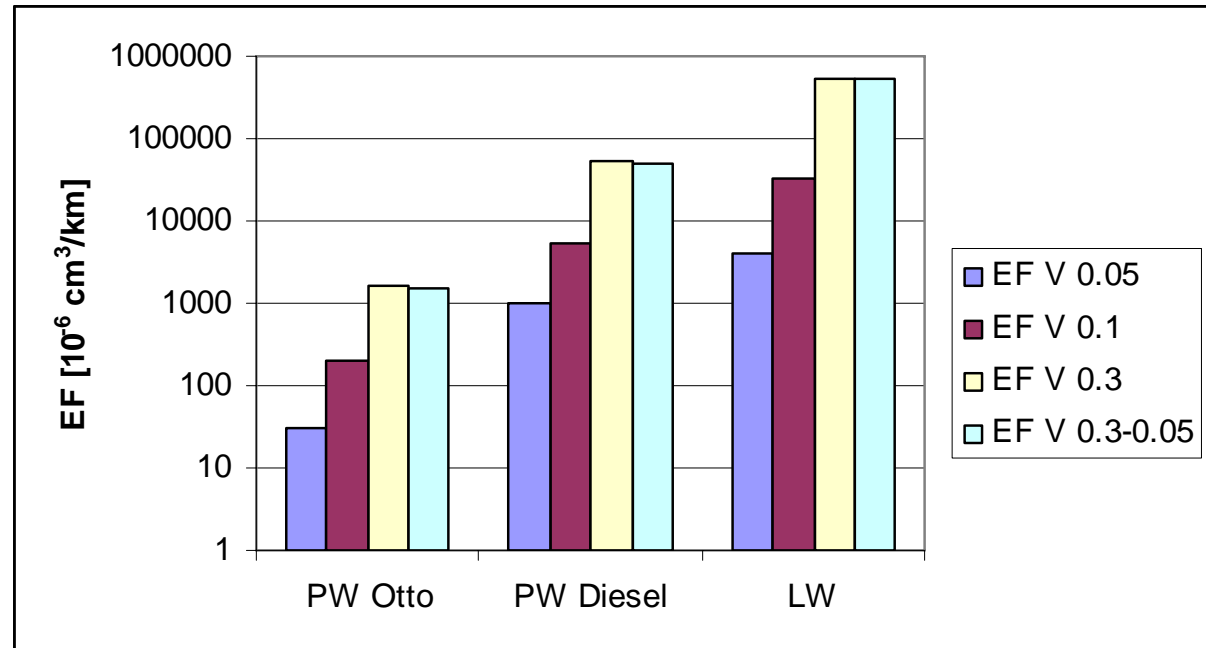
# PM10



## Partikelanzahl



## Partikelvolumen



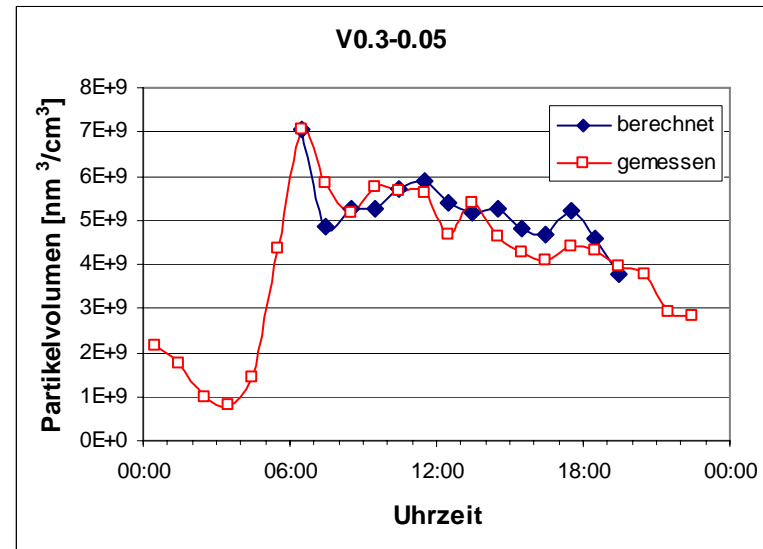
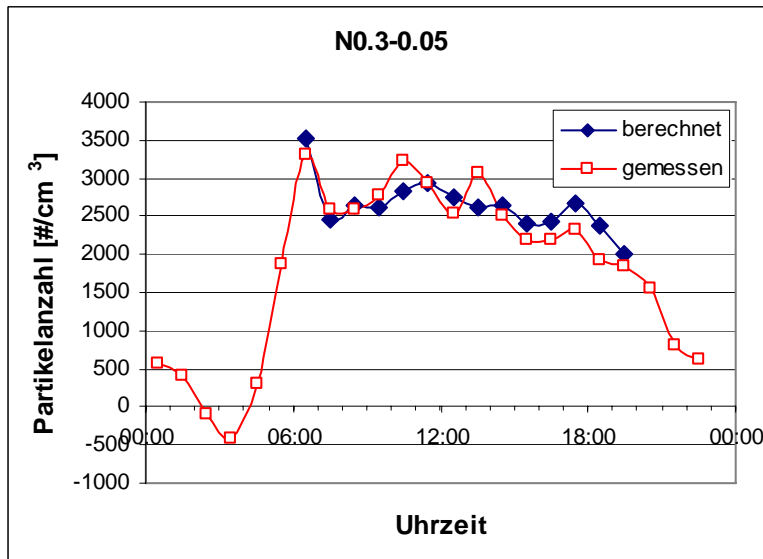
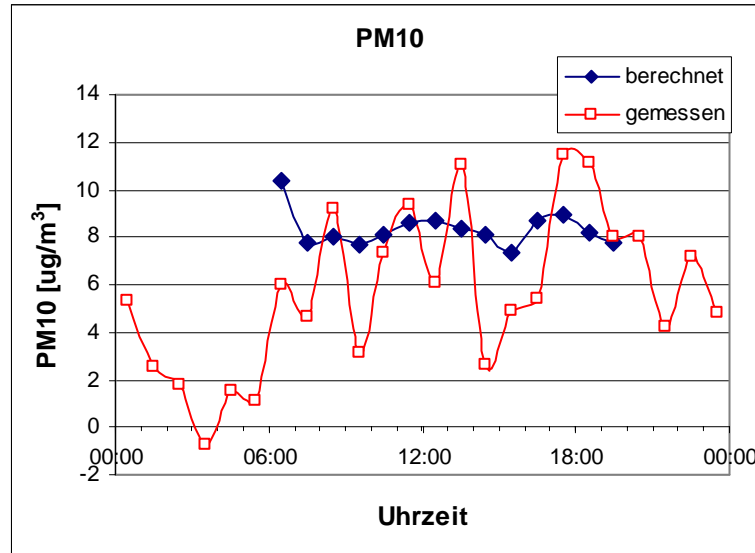


# Berechnungsmodell

$$E P_i = \alpha EF P_{i,Otto} \cdot n_{Otto} + \beta EF P_{i,Diesel} \cdot n_{Diesel} + \gamma EF P_{i,HDV} \cdot n_{HDV}$$

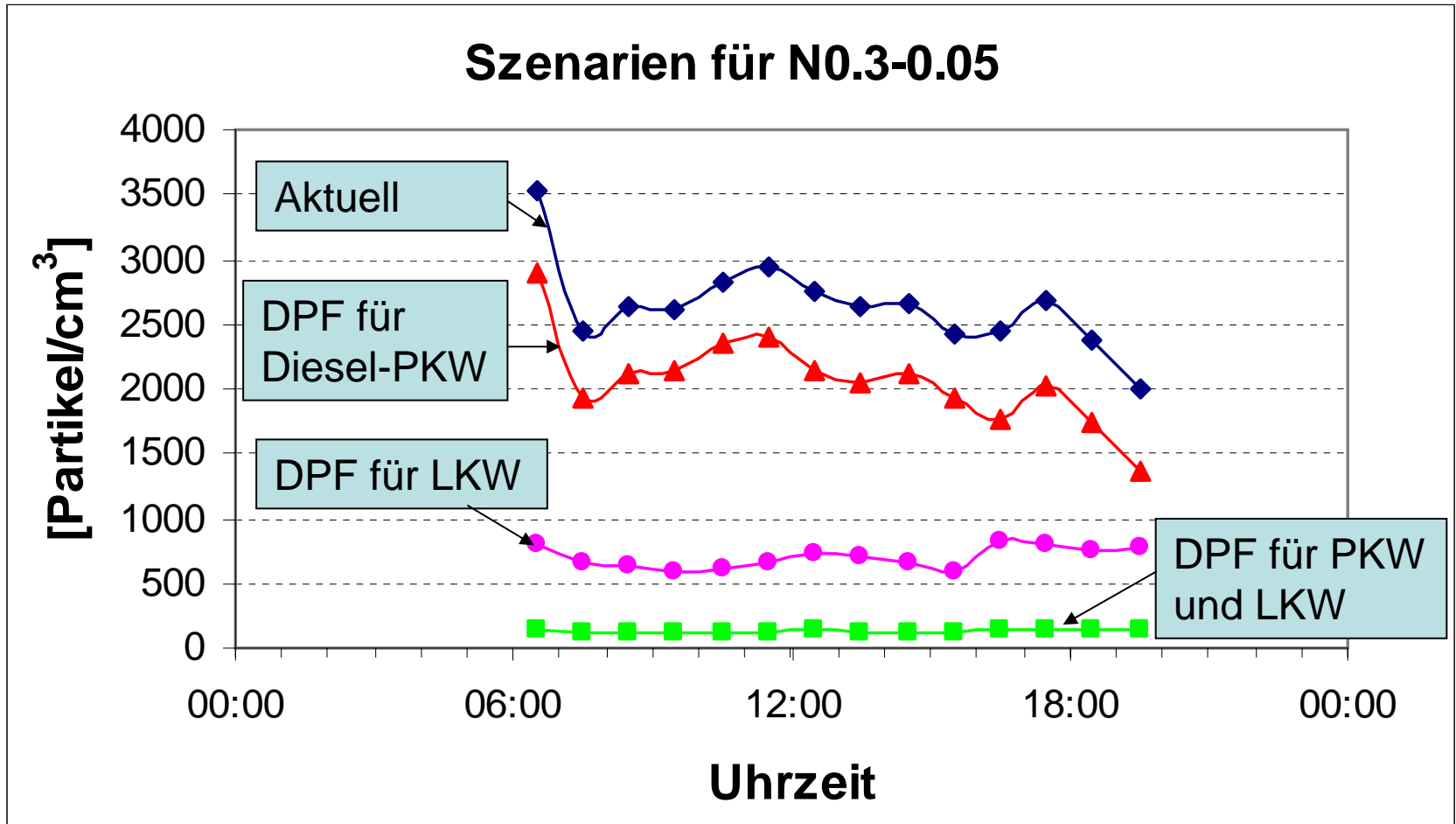
- $E P_i$ : Gesamtemission des Schadstoffs  $i$
- $EF P_i$ : Emissionsfaktor für Schadstoff  $i$  (von leichten Motorfahrzeugen mit Otto- und Dieselmotoren respektive schweren Motorfahrzeugen)
- $n$ : Anzahl Fahrzeuge (von leichten Motorfahrzeugen mit Otto- und Dieselmotoren respektive schweren Motorfahrzeugen)
- $\alpha$ : Faktor, der die Filterabscheideeffizienz von leichten Motorwagen mit Ottomotoren definiert
- $\beta$ : Faktor, der die Filterabscheideeffizienz von leichten Motorwagen mit Dieselmotoren definiert
- $\gamma$ : Faktor, der die Filterabscheideeffizienz von schweren Motorwagen definiert

# Verkehrsbeiträge: Gemessen und berechnet



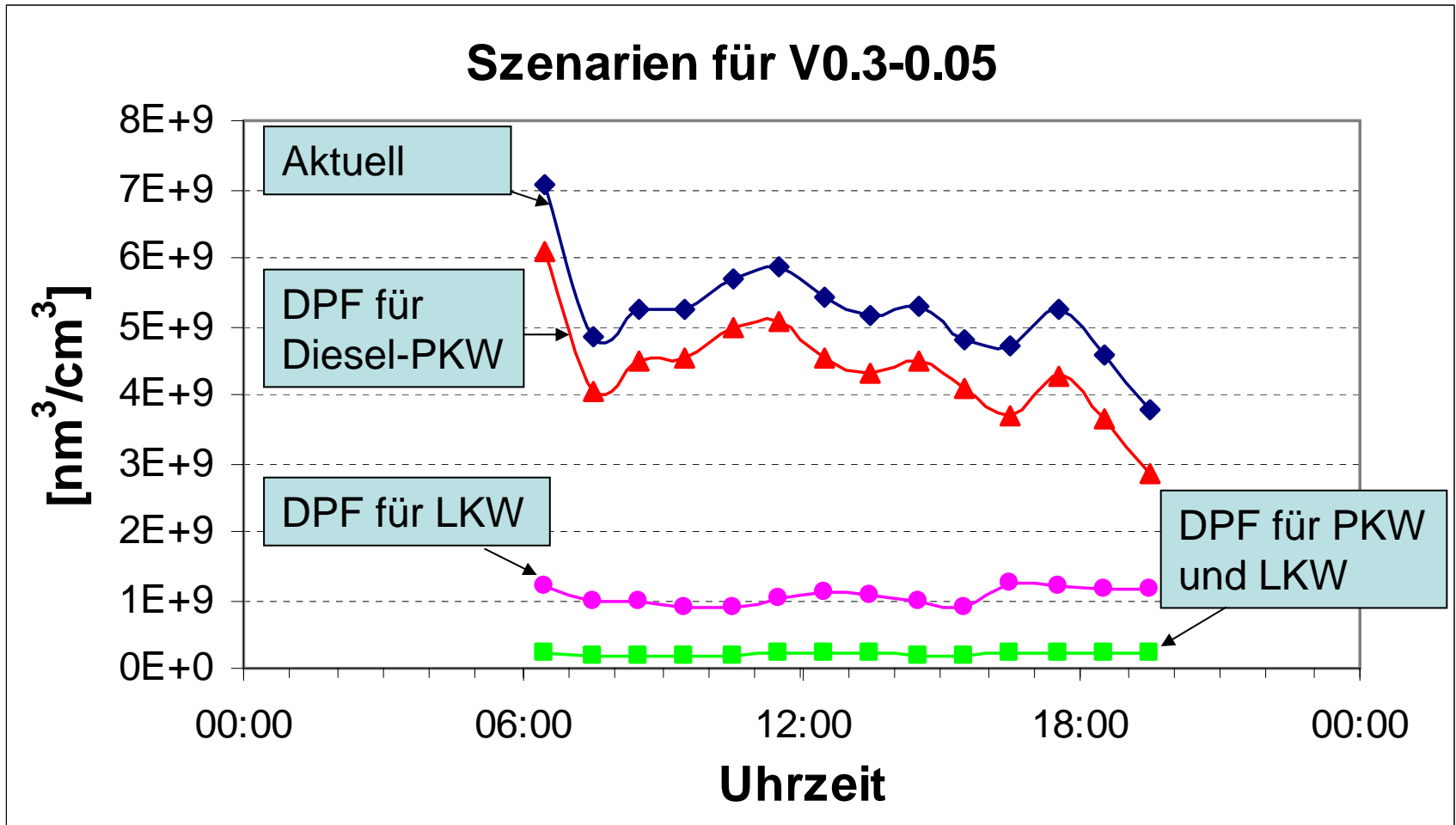
# Partikelanzahl

Grössenbereich  $50 \text{ nm} < D < 300 \text{ nm}$

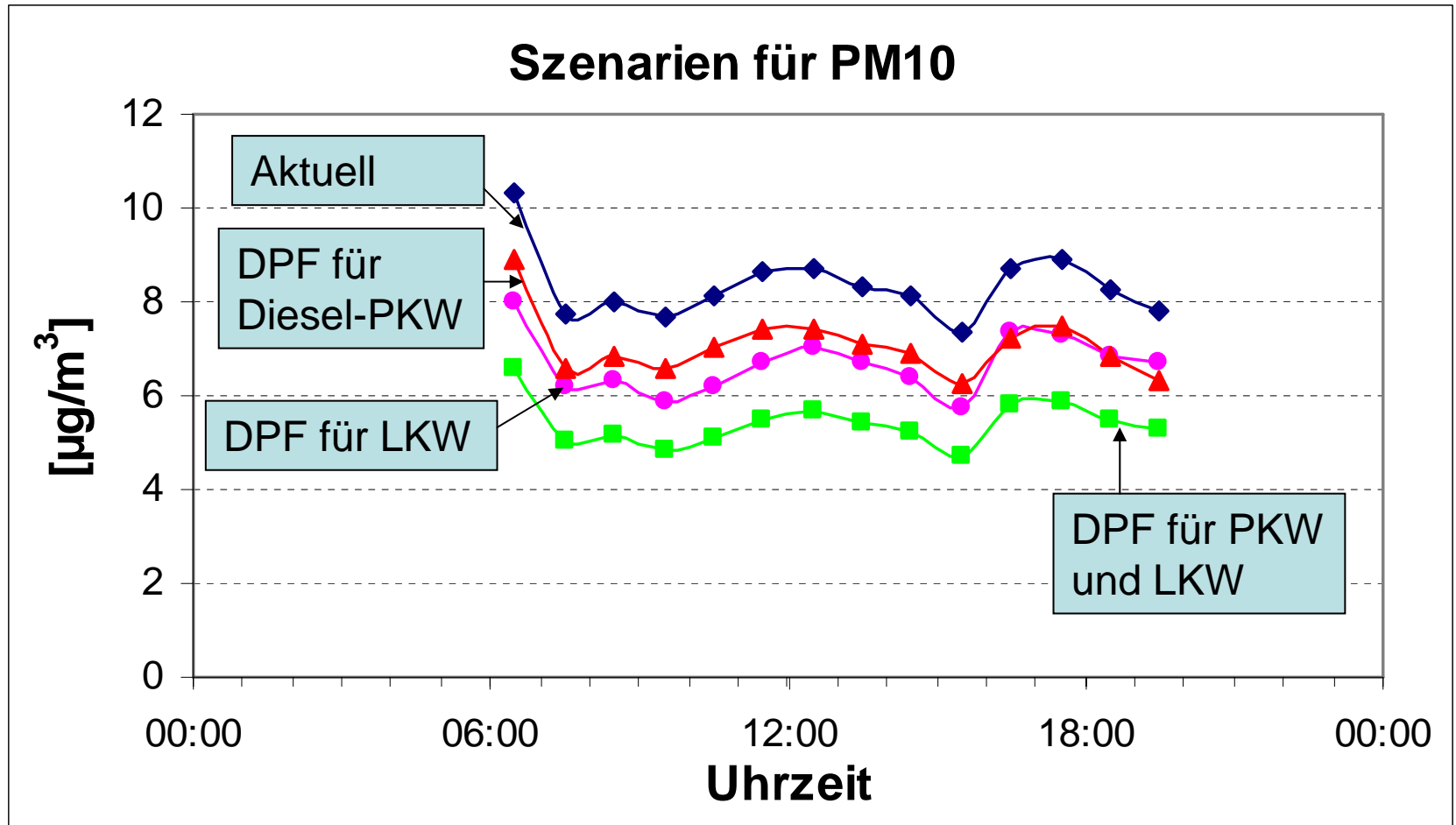


# Partikelvolumen

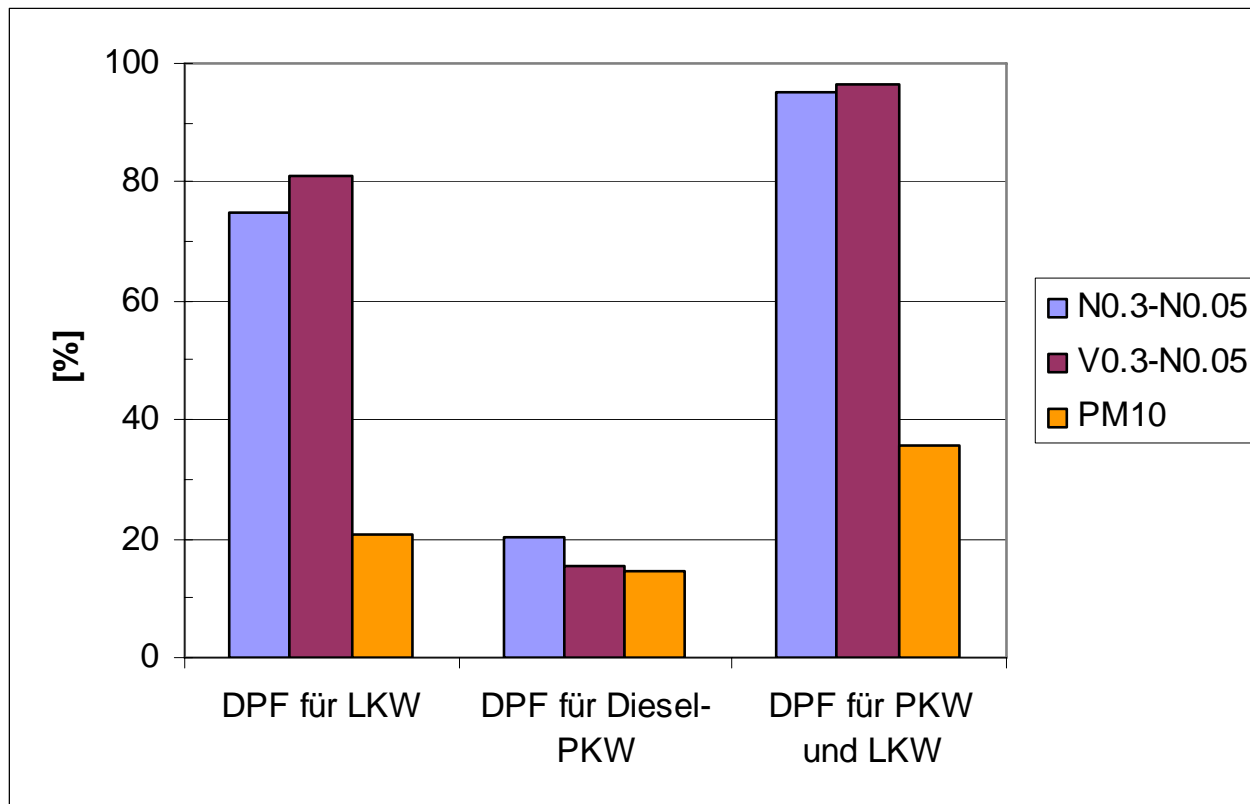
Grössenbereich  $50 \text{ nm} < D < 300 \text{ nm}$



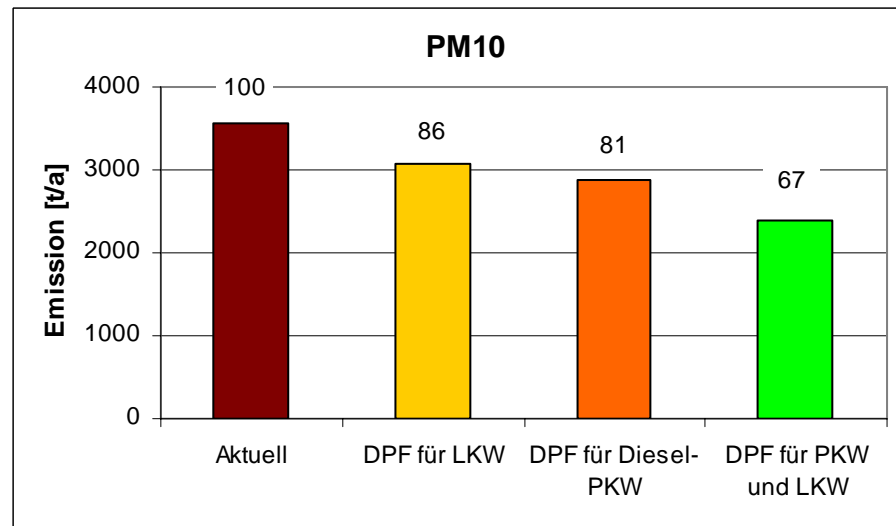
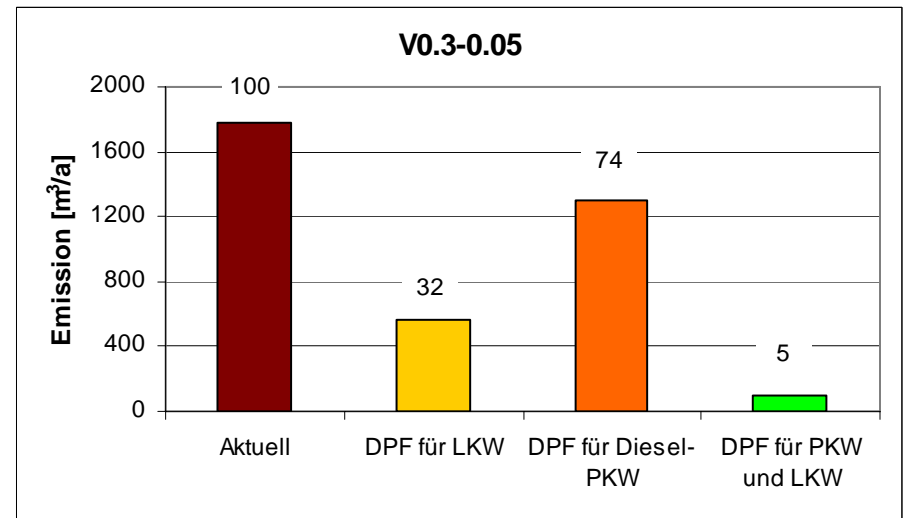
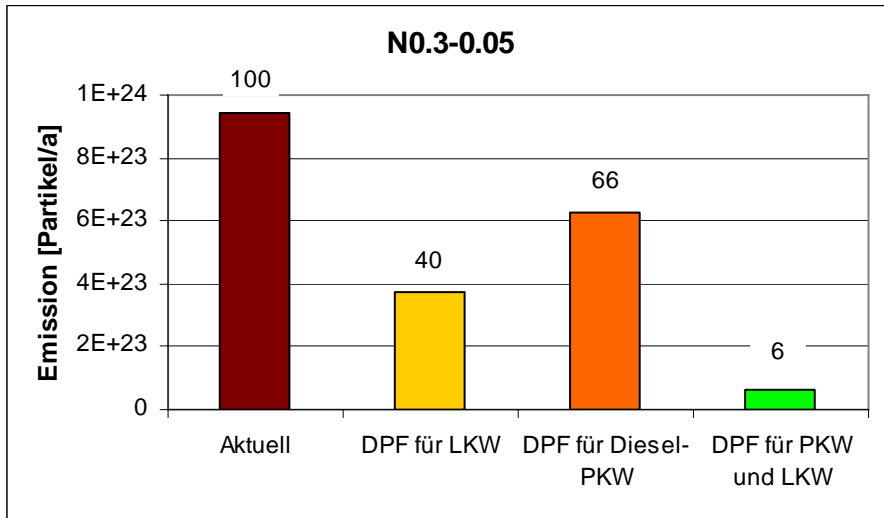
# PM10



# Erwarteter prozentualer Rückgang der Schadstoffemission mit Partikelfilter (Abscheidegrad 99 %)



# Wirkung des DPF gewichtet nach Fahrleistung



# Effekt des DPF am Strassenrand unter Berücksichtigung der Hintergrundkonzentration

	DPF für LKW	DPF für Diesel-PKW	DPF für PKW und LKW
N0.3-0.05	31.7	9.3	41.0
V0.3-0.05	40.7	8.3	49.0
PM10	5.3	4.0	9.2

Download: [www.akpf.org](http://www.akpf.org) => Publikationen => „Nanopartikel am Strassenrand“



# Schlussfolgerungen

- Verkehrsemissionen machen einen grossen Anteil (> 50 %) bei den Parametern Partikelanzahl und -volumen aus.
- PM10 weist neben dem Verkehr noch andere wichtige Emissionsquellen auf.
- Unterscheidung zwischen Nukleationspartikeln und Russpartikeln
- Mit dem DPF können in erster Linie die Russpartikel massiv reduziert werden (50 bis 300 nm).
- DPF für die LKW-Flotte reduziert Partikelanzahl und -volumen in diesem Bereich um 75 - 80 %. Eine Reduktion um weitere rund 15 % kommt hinzu, wenn die Flotte der Diesel-PKW's mit DPF ausgerüstet wird.
- Bezüglich PM10 kann wegen der Abriebs- und Aufwirbelungsemissionen maximal ein Rückgang von 35 % erwartet werden.