Intercomparison of Mobility Particle Size Spectrometers

Project No.: OSIA-2015-1-2

Basic information:

Location of the quality assurance: Dresden-Nord

Delivery date: ----

Setup in the lab: ----

Comparison period: Dec 14, 2015 – Dec 17, 2015

Principal Investigator	Home Institution	Participant	Instrument
	Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft (BfUL) Altwahnsdorf 12, 01445 Radebeul Telefon: +49 351 8312-501 Telefax: +49 351 8312-509 www.smul.sachsen.de/bful	---	DE-BFUL MPSS Dresden-Nord (homemade) TSI CPC Modell 3010 # 2342 TSI UCPC Modell 3025 # 1321

Summary of Intercomparison:

Pre-status:
The DE-BFUL MPSS Dresden-Nord passed the quality standards of ACTRIS and GAW.

Final status:
The DE-BFUL MPSS Dresden-Nord passed the quality standards of ACTRIS and GAW.

IV. Qualitätssicherungsexperiment 2015
MPSS Dresden-Nord

1 Allgemeine Beschreibung

Beginn: 14.12.2015
Ende: 17.12.2015

Ort: Luftgütemessnetz Sachsen, Messstation Dresden-Nord

Letztes Qualitätssicherungsexperiment: OKT 2015

Prüfende Person: Dipl. –Met. Maik Merkel

Prüflinge: Partikelmobilitätsspektrometer (T)MPSS DD-Nord (Labview-Version: 2013; Software-Version: 5.7) mit neuer Funktionskontrolle (Prüf-CPC3772; Serien-Nr. 3772121101; letzte Kalibrierung: MAI 2015)
Gemeinsames Probenahmesystem: PM10-Einlass

Referenzgeräte: MPSS Nr.1 – Leibniz-Institut für Troposphärenforschung (mit CPC-Modell 3772; Serien-Nr. 3772141701; Labview-Version: 2013; Software-Version: 5.6)
Total-CPC Modell 3010, SN 2006
Messunsicherheit Vergl. Tabelle 1

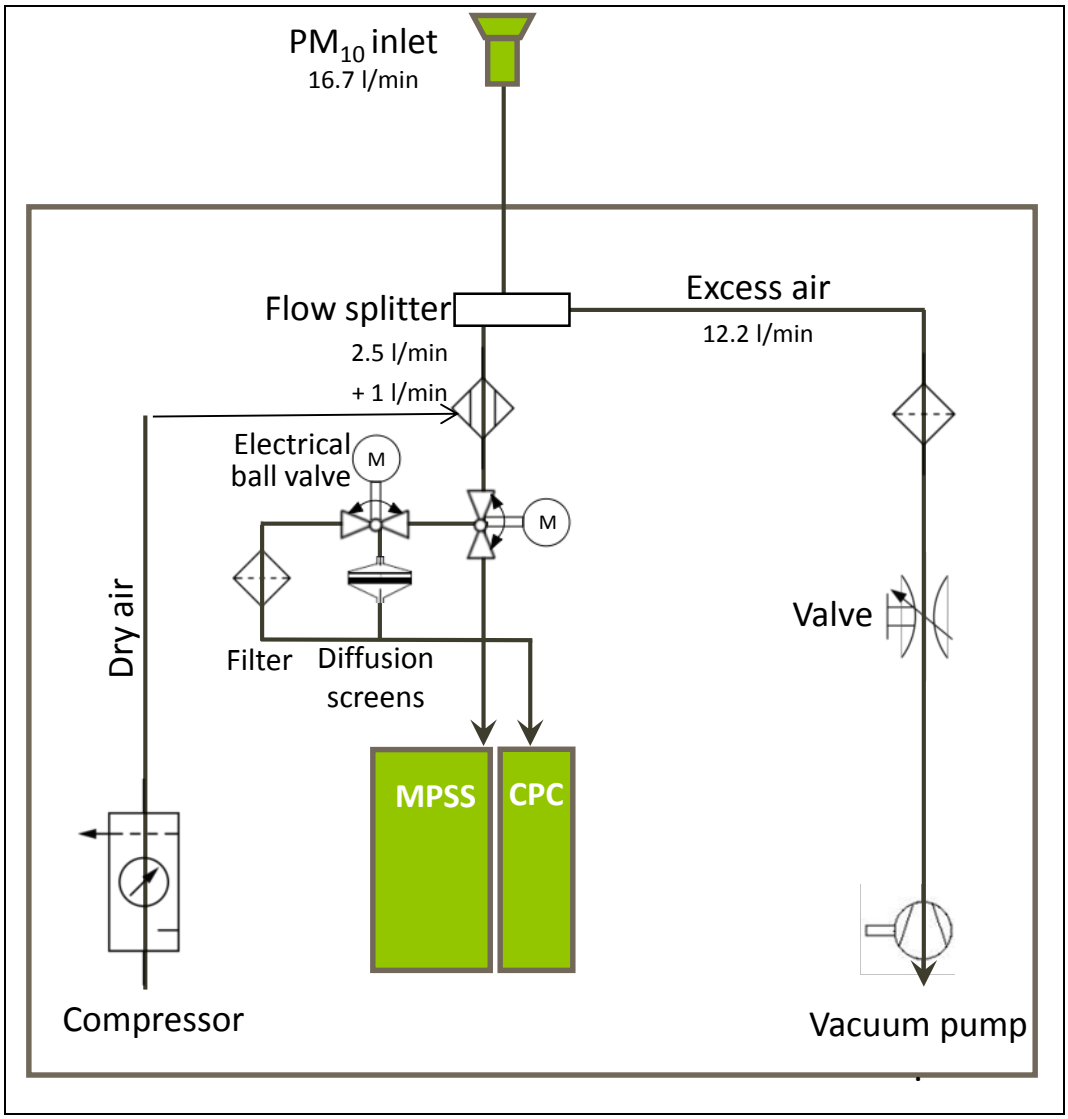
Hilfsmittel: Aerosolerzeugungseinheit Mobiler Aerosolstandard (PariBoy)
Nullfilter
Gilibrator (Gerät: T; letzte Kalibrierung: 2013)
Multimeter (Hersteller & Modell: Voltcraft Multimeter VC-220)
PSL 203 nm (Charge: 44294; Haltbarkeitsdatum: 03/2018)

Tabelle 1: Messunsicherheit der Prüfmittel von TROPOS in der Luftgüte-Messstation

Zertifiziertes Prüfmittel	Messunsicherheit	Messgröße	Bezugszeitraum
Referenz MPSS TROPOS	10 %	Anzahlkonzentration 30 – 200 nm	36 h
	20 %	Anzahlkonzentration 10 - 30 nm und 200 – 800nm	36 h
Referenz CPC TROPOS	5 %	Gesamtanzahlkonzentration bis 10.000 P/cm³	1 h
Partikelgrößenstandard PSL TROPOS	2 %	Latex, 203 nm	3 scans
Referenz MAAP TROPOS	5 %	BC	36 h

2 Vorbereitung der Prüfung

2.1 Dokumentation des aktuellen Messbetriebes in der Messstation



2.2 Eingangsprüfung für MPSS und Prüf-CPC der Messstation

2.2.1 Durchflüsse MPSS

Dauer: 14.12.2015, 13:20 – 14.12.2015, 13:25

Ergebnis: alle Anforderungen erfüllt
Der Nebenstrom wurde um 2 lpm auf 12.14 lpm gesenkt, da ein MPSS Referenz sowie ein Referenz-Partikelzähler am Einlass integriert wurden

Tabelle 2: Ergebnisse und Bewertung der Eingangsprüfung des MPSS DD-Nord

Messungen der Flussraten	Einheit	Ist-Wert	Soll-Wert	Anforderung	Bewertung	Korrektur (neuer Ist-Wert)
Nebenflussrate für Aerosolverteiler	l/min	14.14	14.17	± 0.10	erfüllt	12.14
Aerosolflussrate MPSS	l/min	2.506	2.500	± 0.10	erfüllt	-
Flussrate der CPCs	l/min	UCPC: 1.506 CPC: 1.003	UCPC: 1.500 CPC: 1.000	± 0.1/0.05	erfüllt	-
Flussrate der Schleierluft	l/min			± 0.50	erfüllt	-
Flussrate Schleierlufttrocknung	l/min	DMA: 5.079 UDMA: 15.20	Min 4.000 DMA Min 10.00 UDMA	+3.00	erfüllt	- -
Flussrate Trocknung Aerosol für MPSS	l/min	2.577	Min 1.500 Max 5.000		erfüllt	-

2.2.2 Statuswerte CPC vom MPSS DD-Nord

Ergebnis: Alle Statuswerte in Ordnung, kein Eingreifen erforderlich

Tabelle 3: Statuswerte CPC vom MPSS DD-Nord und Prüf-CPC

Status	SatT	Cond T	Optic T	CabT	Amb P	OrifP	Nozz P	LasC ur	LiqLvl	ANAI n1	ANAI n2	Flash St	USB St	FirmV
Einheit	°C	°C	°C	°C	kPa	kPa	kPa	mA		V	V			
Soll-Wert	39,0	22,0	40,0	20-35		70-88	1,9-3,2	15-88						
Anforderung	+/-0,1	+/-0,1	+/-0,2											
Ist-Wert UCPC MPSS	39,0	10,1	37,0	ok					Full					
Ist-Wert CPC MPSS	ok	ok	ok	ok					Full					
Ist-Wert Prüf-CPC	39,0	22,0	40,0	31,2	100,5	0,1	0,0	41	Full					
Bewertung	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok

2.2.3 Hochspannung MPSS

Ergebnis: Die Anforderungen wurden erfüllt.

Eingriff: Es erfolgte ein Eingriff in das Messsystem mit einer geringfügigen Korrektur der Hochspannungen

Bewertung der festgestellten Abweichung:
Die Abweichungen waren kleiner als das Kriterium für ungültige Daten.

Datenvalidierung:
Eine Streichung der Daten N2, N3 im Zeitraum von OKT 2015 bis DEZ 2015 ist nicht erforderlich.

Tabelle 4: Hochspannung des MPSS DD-Nord

12.5 kV – Hochspannungsversorgung:

Prüfpunkt	**Ist-Wert (Ausgangs-spannung)**	**Soll-Wert**		**Anforderung**	**Bewertung**	**korrigierter Wert**
		Eingangsspannung	**Ausgangsspannung**			
PP1 in V	7.0	0.005	6.25	25 %	erfüllt	6.25
PP2 in V	100.2	0.080	100.00	10 %	erfüllt	99.8
PP3 in V	1000.6	0.800	1000.00	1 %	erfüllt	-

3.5 kV – Hochspannungsversorgung:

Prüfpunkt	**Ist-Wert (Ausgangs-spannung)**	**Soll-Wert**		**Anforderung**	**Bewertung**	**korrigierter Wert**
		Eingangsspannung	**Ausgangsspannung**			
PP1 in V	3.60	0.010	3.5	25 %	erfüllt	
PP2 in V	28.0	0.080	28.00	10 %	erfüllt	
PP3 in V	280.0	0.800	280.00	10 %	erfüllt	

2.2.4 Nulltest MPSS

Dauer: 14.12.2015, 13:05 – 14.12.2015, 13:20 MEZ
Bemerkung: Beim Nulltest des MPSS DD-Nord wurde ein Nullfilter am Einlass des Größenspektrometers angebracht.
Anforderung: < 2 Partikel/cm³ in jedem Größenkanal nach dem 3. Durchlauf (beinhaltet Hin- und Rücklauf).
Ergebnis: Anforderungen erfüllt, keine undichten Stellen (siehe Tabelle 5).

Tabelle 5: Integrierte Gesamtpartikelanzahl (in cm^{-3}) beim Nulltest

	Prüf-CPC	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8
Scan 1 MPSS	0.0	0.0	0.1	0.3	0.2	0.3	0.2	0.1
Scan 2 MPSS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Scan 3 MPSS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

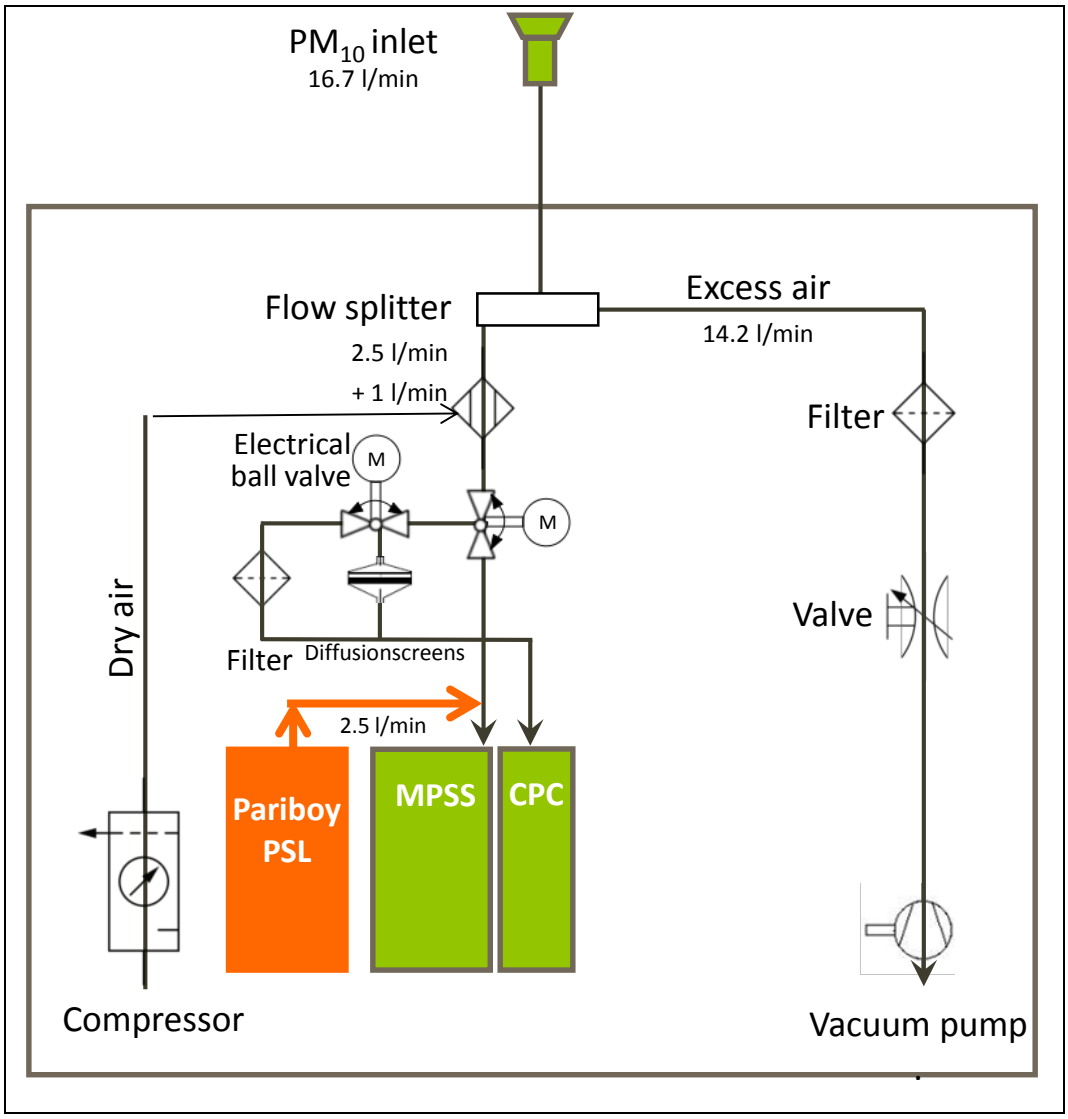
3 Durchführung von zwei Prüfungen

3.1 Prüfung der Partikelgrößenbestimmung des MPSS mit Latex-Standard

3.1.1 Durchführung

Zeitraum: 14.12.2015, 13:45 – 14.12.2015, 14:05

p = 1010 hPa und T = 20°C



3.1.2 Anforderung, Ergebnisse und Bewertung

Anforderung: +/-3 % für Soll-Partikelgröße 203 nm

Die Prüfung ergab einen Modaldurchmesser (MPSS DD-Nord): D_o = 201.63 nm
Die Abweichung in der Partikelgröße betrug -0.7 %. Die Abweichung war kleiner als die Unsicherheit des Prüfmittels.

Bewertung: Die Anforderung wurde erfüllt.

Handlungsempfehlung: keine

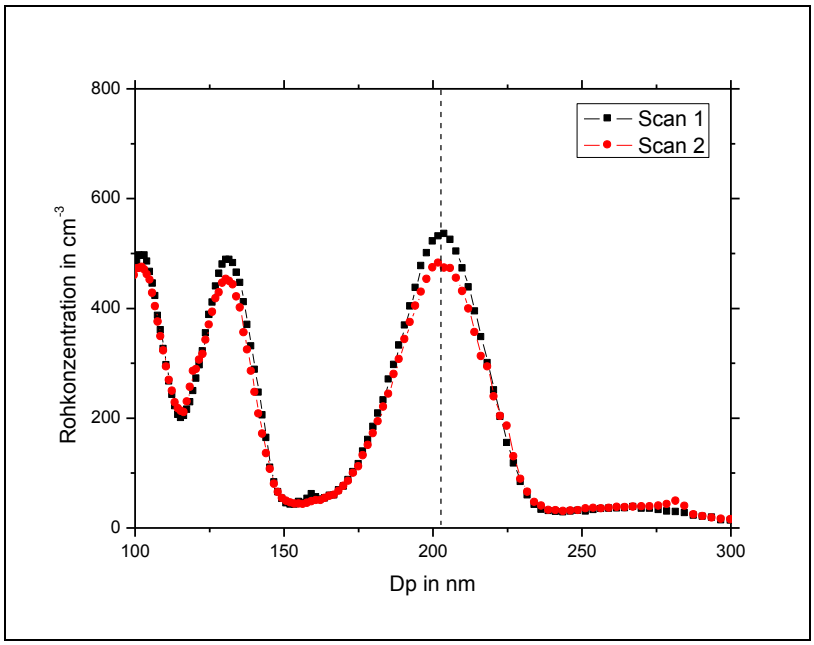
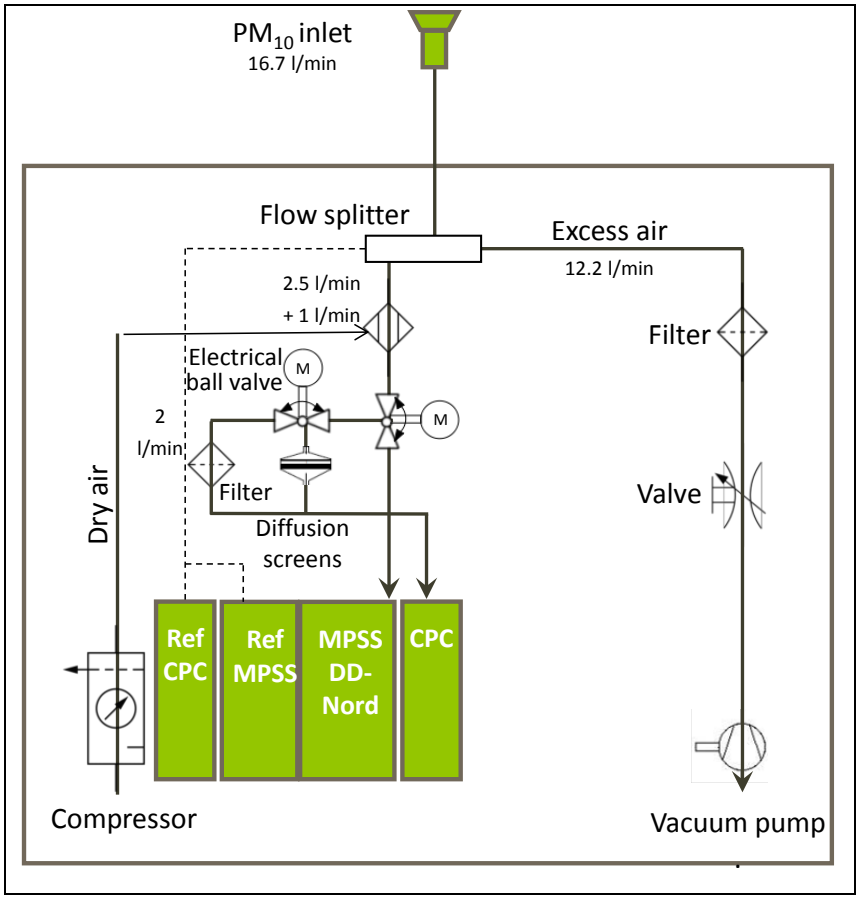


Abbildung 1: Rohkonzentrationsverteilung (in cm^{-3}) bei der Eingangsprüfung: Dargestellt sind zwei aufeinanderfolgende Latex-203 nm- Größenverteilungen (100-300 nm) für den Prüfling MPSS DD-Nord.

3.2 Prüfung der Bestimmung der Partikelgrößenverteilung des MPSS mit Außenluft

3.2.1 Durchführung

Zeitraum: 14.12.2015, 15:00 – 17.12.2015, 12:00



Bemerkung: Für den Vergleich beider Partikelgrößenspektrometer mit Außenluft über einen Zeitraum von 3 Tagen wurde das MPSS DD-Nord zum Referenz-Gerät verglichen. Um die Vergleichbarkeit der Geräte gewährleisten zu können, wurde darauf geachtet, dass

1. eine jeweils gleich lange Aerosolleitung zu verwenden und
2. die Trocknung beider Systeme erfolge durch ein im System eingebauten Nafiontrockner, der gewährleistet, dass die Feuchte unter 40 % liegt.

3.2.2 Anforderungen, Ergebnisse und Bewertung

Anforderungen: Zum Referenzgerät MPSS Referenz Nr. 1 wird eine Abweichung/Toleranz von +/- 10 % zugelassen, d.h. der Anstieg m der Regressionsgeraden für die Größenklassen N1 bzw. N2-N8 muss zwischen 0.9 und 1.1 liegen. Weiterhin muss das Bestimmtheitsmaß R^2 der Regressionsgeraden größer 0.9 sein.

Ergebnis: Das Ergebnis der Vergleichsmessung ist in Abbildung 3 im Zeitverlauf dargestellt. Das MPSS DD-Nord erfüllte für sechs von sieben Komponenten die Anforderungen des Anstiegs der linearen Regression.
Die Anforderungen im Bestimmtheitsmaß werden bei sieben von sieben Komponenten erfüllt (Tabelle 6).
Siehe auch Tabelle 8, Tabelle 8 sowie Abbildung 3.

Bewertung: Die Abweichungen waren für sechs von sieben Komponenten kleiner als die Unsicherheit des Prüfmittels (im Anstieg).

Handlungsempfehlung: keine

Tabelle 6: Abweichungen der Komponenten N0 bis N8

Komponente	m	R^2	Bewertung	Korrekturvorschlag
N0 (3-5nm)	-	-	-	-
N1 (5-10nm)	-	-	-	-
N2 (10-20nm)	0.94	0.974	erfüllt	-
N3 (20-30nm)	0.88	0.988	m nicht erfüllt	-
N4 (30-50nm)	0.92	0.989	erfüllt	-
N5 (50-70nm)	0.95	0.995	erfüllt	-
N6 (70-100nm)	0.95	0.995	erfüllt	-
N7 (100-200nm)	0.94	0.997	erfüllt	-
N8 (200-800nm)	0.94	0.999	erfüllt	-

Tabelle 7: Zusammenfassung der Ergebnisse aus den Berechnung der einzelnen Größenklassen: Anstieg und Bestimmtheitsmaß der Regressionsgeraden sowie Mittelwerte und Standardabweichungen der einzelnen Geräte über den gesamten Zeitraum

Größenklasse	Anstieg	R^2	Referenz	Referenz	DD-Nord	DD-Nord
			Mittelwert	*Stabw*	*Mittelwert*	*Stabw*
N2 (10-20 nm)	0.94	0.974	1742	1311	1657	1210
N3 (20-30 nm)	0.88	0.988	1230	868	1089	747
N4 (30-50 nm)	0.92	0.989	1436	839	1334	740
N5 (50-70 nm)	0.95	0.995	967	413	924	387
N6 (70-100 nm)	0.95	0.995	1079	344	1023	323
N7 (100-200 nm)	0.94	0.997	1560	485	1466	446
N8 (200-800 nm)	0.94	0.999	700	210	663	195

Tabelle 8: Prozentuale Abweichung des MPSS für Mittelwert, 75-Perzentil, Median und 25-Perzentil

Komponente	Mittelwert	75-Perzentil	Median	25-Perzentil
N1	---	---	---	---
N2	-4,9	-4,6	-2,8	-5,1
N3	-11,5	-13,5	-12,5	-16,9
N4	-7,1	-6,2	-2,5	-3,8
N5	-4,5	-4,6	-2,6	-4,9
N6	-5,2	-6,0	-4,5	-2,7
N7	-6,0	-6,2	-6,2	-5,5
N8	-5,4	-5,2	-5,3	-5,1

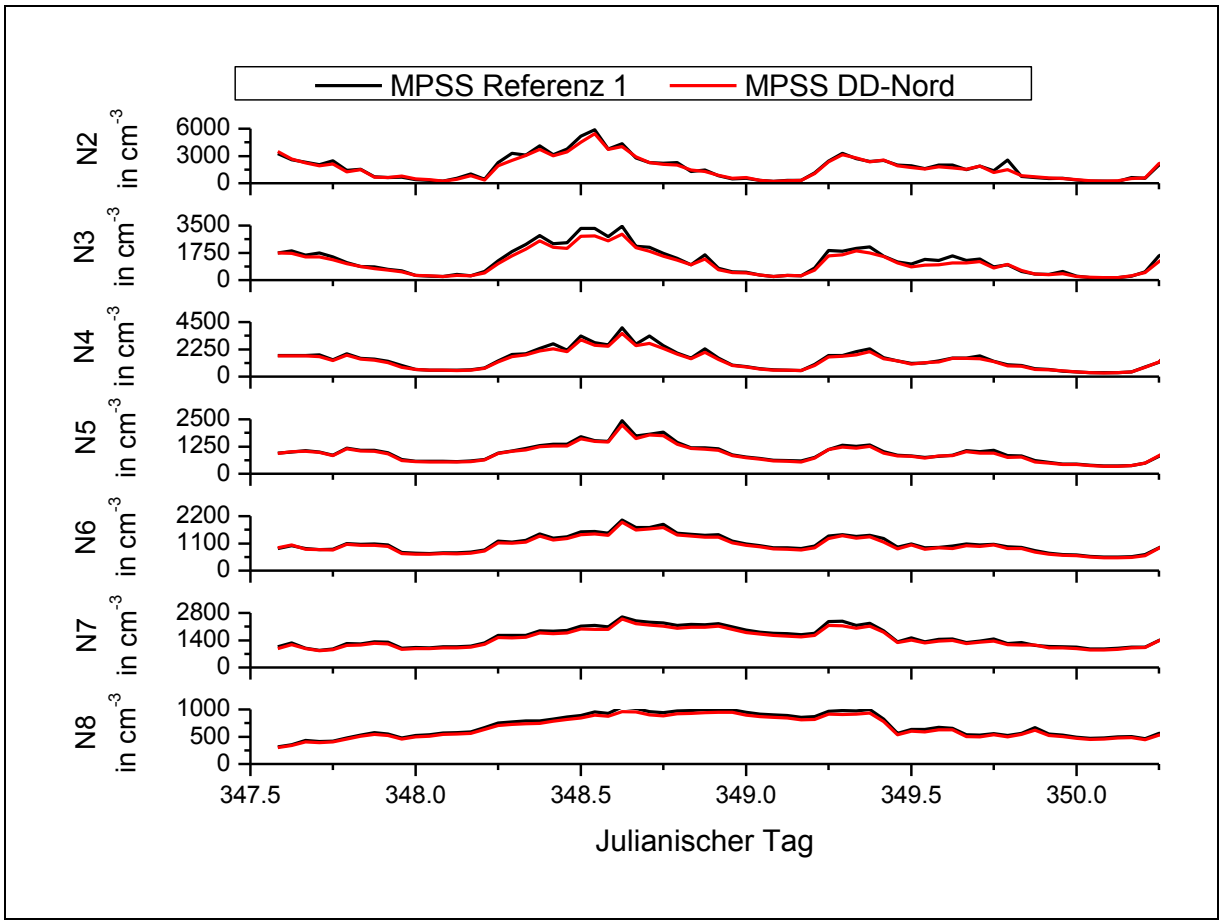


Abbildung 2: Zeitreihe der integrierten Gesamtpartikelanzahl für 7 Größenklassen (N2-N8), Stundenmittelwerte für einen Zeitraum von 3 Tagen: Vergleich von Referenzinstrument (MPSS Referenz 1) und Prüfling MPSS DD-Nord für Außenluft (Zeitraum: 14.12.2015, 15:00 – 17.12.2015, 12:00).

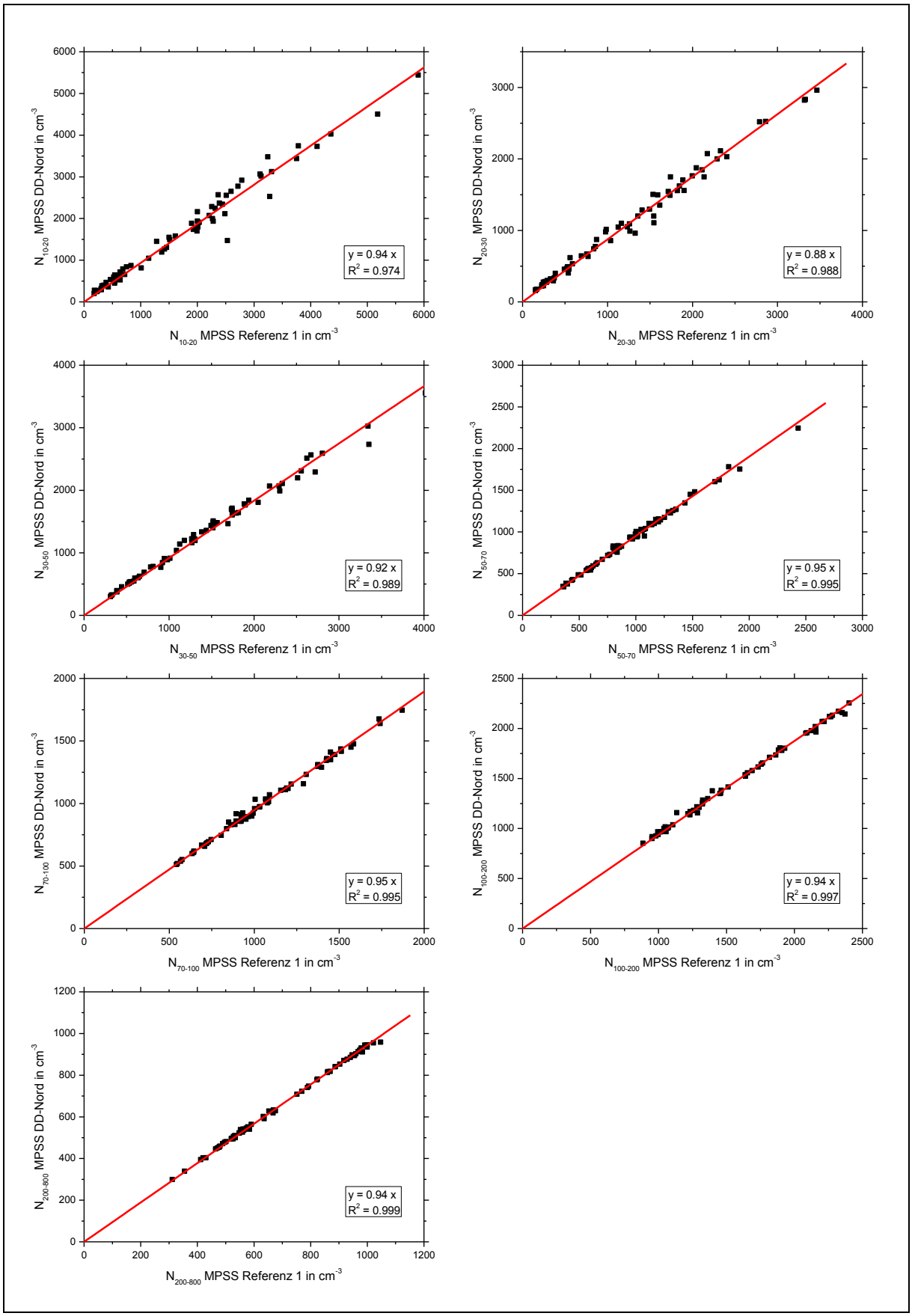


Abbildung 3: Regressionsgeraden zwischen Referenzinstrument (MPSS Referenz 1) und Prüfling (MPSS DD-Nord) für Außenluft (Zeitraum: 14.12.2015, 15:00 – 17.12.2015, 12:00) für die 7 Größenklassen N2-N8, (Stundenmittelwerte).

4 Vergleich der Partikelgrößenverteilung in Außenluft

Gesamter Zeitraum:

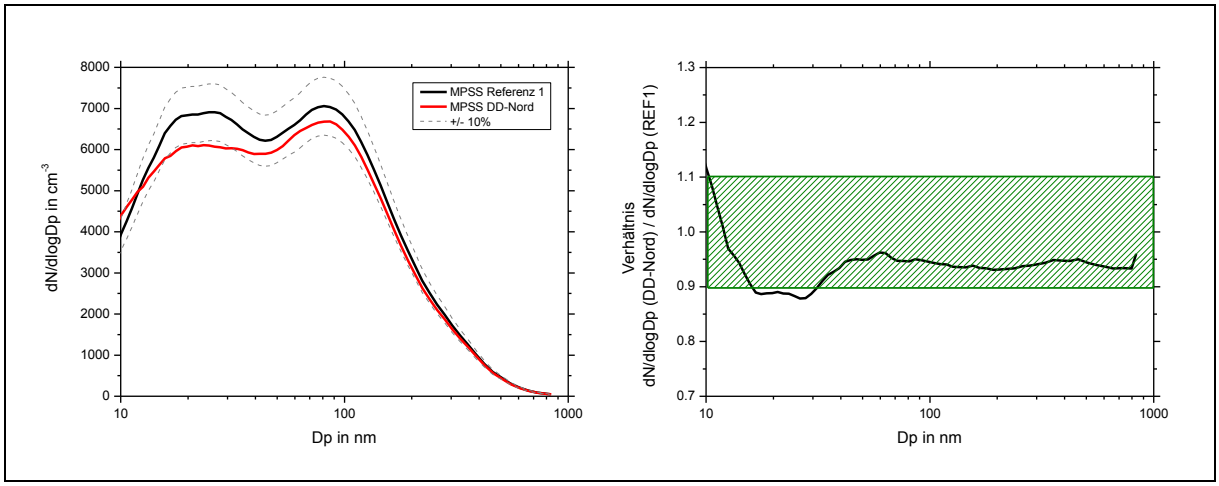


Abbildung 4: Vergleich der Partikelgrößenverteilung in Außenluft für die Größenspektrometer Referenzinstrument (MPSS Referenz 1) und Prüfling (MPSS DD-Nord); Zeitraum: 14.12.2015, 15:00 – 17.12.2015, 12:00; der Toleranzbereich von plus/minus 10 Prozent ist in grau dargestellt.

Zeitreihe der Gesamtpartikelanzahl:

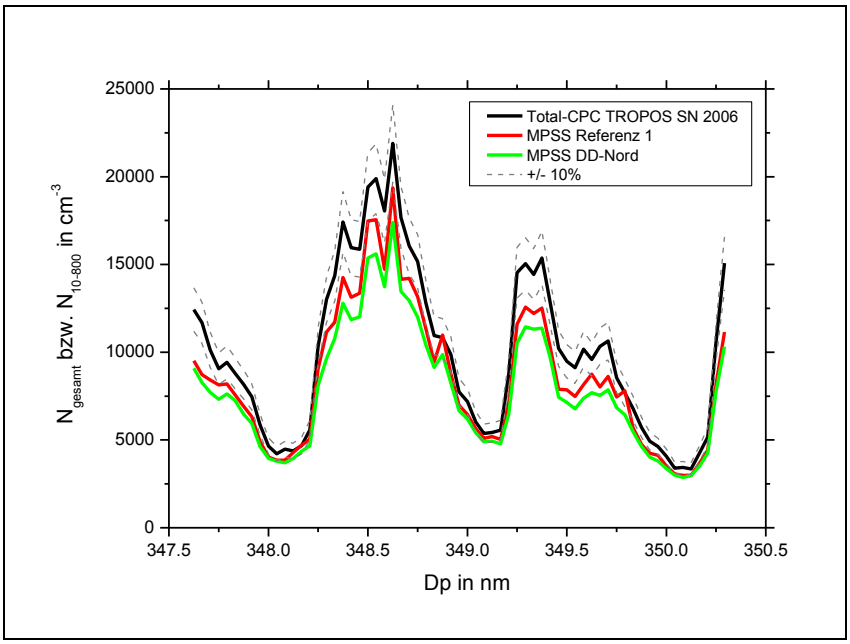


Abbildung 5: Vergleich der Gesamtpartikelanzahl für Außenluft zwischen Prüfling MPSS DD-Nord und dem Referenzinstrument (MPSS Referenz 1) sowie dem Referenz-Partikelzähler SN 2006; Zeitraum: 14.12.2015, 15:00 – 17.12.2015, 12:00; der Toleranzbereich von plus/minus 10 Prozent ist in grau dargestellt.

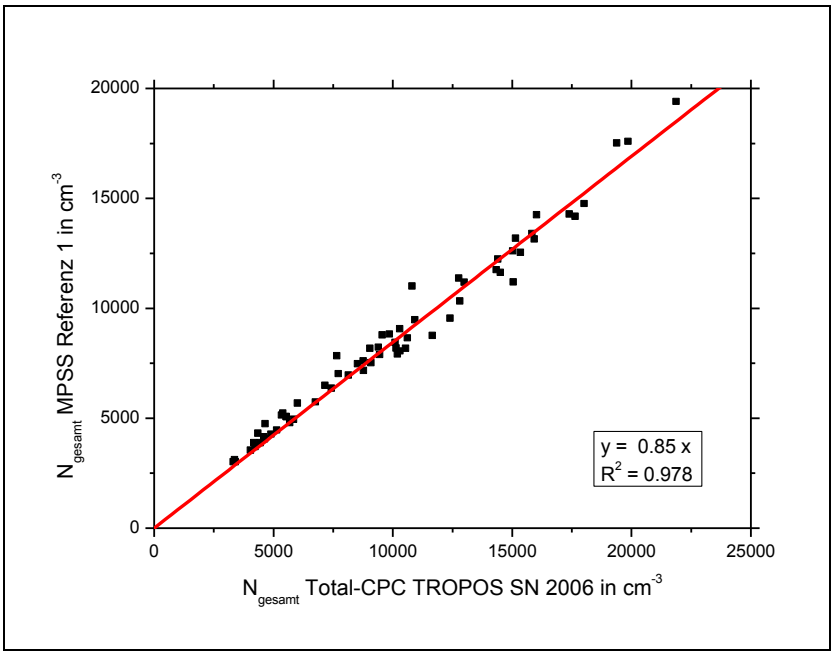


Abbildung 6: Lineare Regression für Außenluft zwischen Prüfling MPSS Referenz 1 und dem Referenz-Partikelzähler SN 2006; Zeitraum: 14.12.2015, 15:00 – 17.12.2015, 12:00; verfügbar waren 5-Minutenwerte.

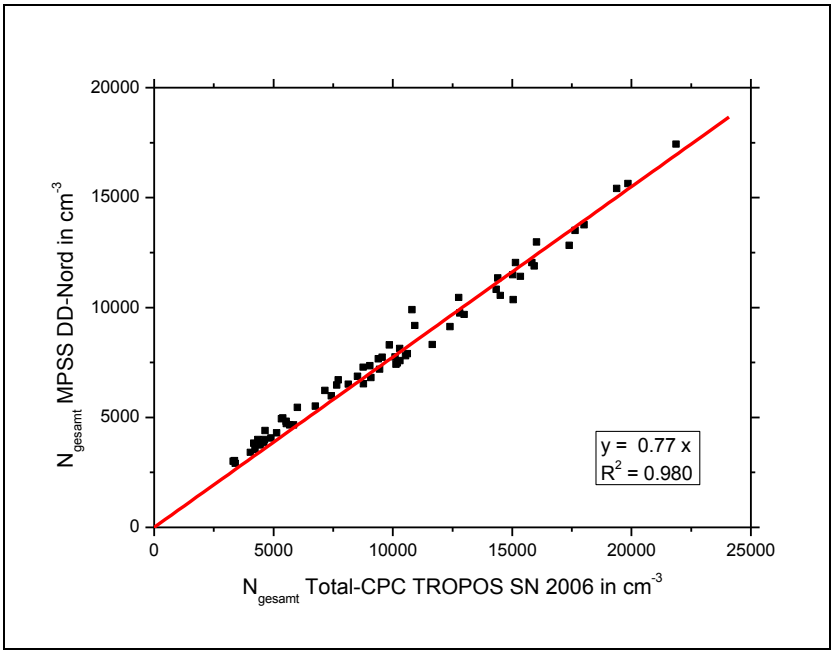


Abbildung 7: Lineare Regression für Außenluft zwischen Prüfling MPSS DD-Nord und dem Referenz-Partikelzähler SN 2006; Zeitraum: 14.12.2015, 15:00 – 17.12.2015, 12:00; verfügbar waren 5-Minutenwerte.

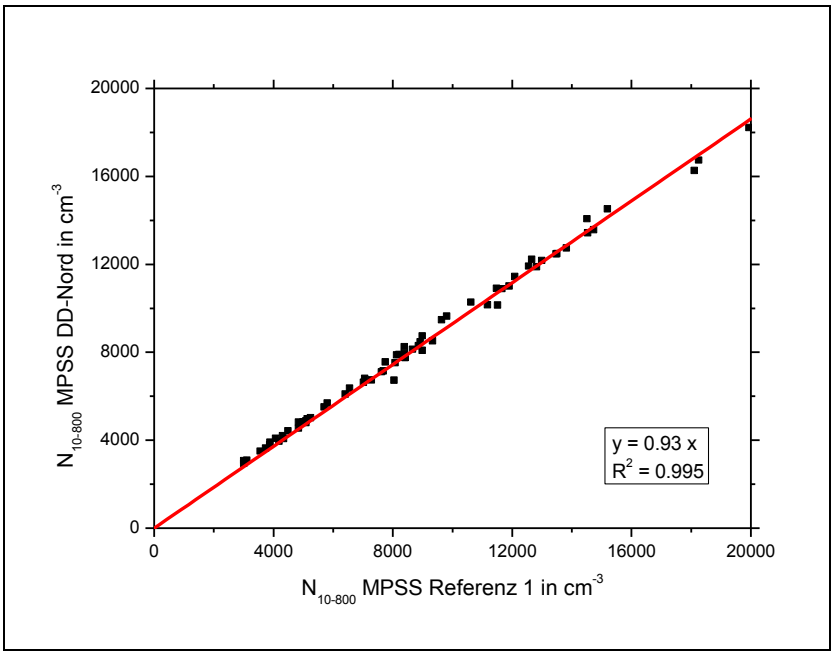


Abbildung 8: Lineare Regression für Außenluft zwischen Prüfling MPSS DD-Nord und dem MPSS Referenz 1; Zeitraum: 14.12.2015, 15:00 – 17.12.2015, 12:00; Stundenmittelwerte (verfügbar waren 5-Minutenwerte).