Intercomparison of Mobility Particle Size Spectrometers

Project No.: OSIA-2015-1-10

Basic information:

Location of the quality assurance: Measurement Site Dresden-Winckelmannstr., Saxony, Germany

Delivery date: -

Setup at the site: December 11, 2015

Comparison period: December 11, 2015 – December 14, 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-Winckelmannstr. (homemade) TSI CPC Model 3772 # 70807232

Summary of Intercomparison:

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

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

IV. Qualitätssicherungsexperiment 2015
Dresden-Winckelmannstraße

1 Allgemeine Beschreibung

Beginn: 11.12.2015
Ende: 14.12.2015

Ort: Luftgütemessnetz Sachsen, Messstation Dresden-Winckelmannstraße

Letztes Qualitätssicherungsexperiment: SEP 2015

Prüfende Person: Dipl. –Met. Maik Merkel

Prüflinge: Partikelmobilitätsspektrometer MPSS DD-Wi (Labview-Version: 2013; Software-Version: 5.7) mit neuer Funktionskontrolle, Prüf-CPC Modell 3772, Serien-Nr. 3772130901;
Gemeinsames Probenahmesystem

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

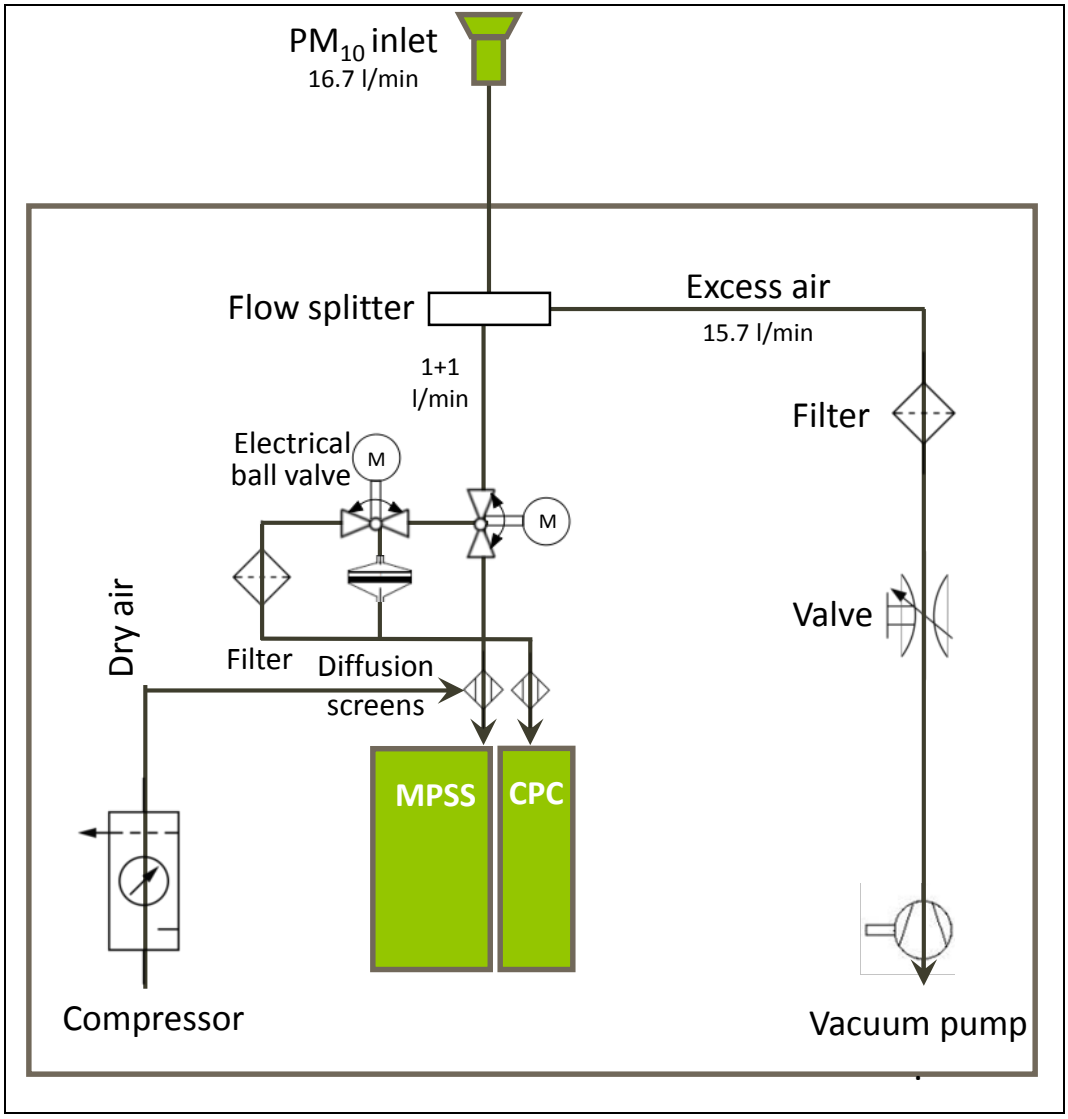
Hilfsmittel: Aerosolerzeugungseinheit PARI Boy mobile S
Nullfilter
Gilibrator (Gerät: S; letzte Kalibrierung: 2011)
Multimeter (Hersteller & Modell: Voltcraft Multimeter VC-220)
PSL 203 nm (Charge: ; Haltbarkeitsdatum: 12/2015)

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: 11.12.2015, 14:25 – 11.12.2015, 14:30

Ergebnis: alle Anforderungen erfüllt
Änderung des Nebenstromes auf etwa 13.7 lpm, da das MPSS Referenz sowie der Referenz-CPC mit je 1 lpm am Einlass integriert wurden
Schleierluft wurde nicht gemessen, da Kalibrierung auf Basis von PSL 203 nm erfolgt
Flussrate Prüf-CPC nicht gemessen, da dieser nur bei Funktionskontrolle läuft

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

Messungen der Flussraten	Einheit	Ist-Wert	Soll-Wert	Anforderung	Bewertung	Korrektur (neuer Ist-Wert)
Nebenflussrate für Aerosolverteiler	l/min	15.23	15.70	± 0.10	erfüllt	13.67
Aerosolflussrate MPSS	l/min	0.990	1.000	± 0.05	erfüllt	-
Flussrate des Prüf-CPCs	l/min	----	1.000	± 0.05	erfüllt	-
Flussrate der Schleierluft	l/min	----	4.667*	± 0.50	erfüllt	-
Flussrate Schleierlufttrocknung	l/min	5.119	Min 5.000	+3.00	erfüllt	-
Flussrate Trocknung Aerosol für MPSS	l/min	1.543	Min 1.500 Max 2.000		erfüllt	
Flussrate Trocknung Prüf-CPC	l/min	1.512	Min 1.500		erfüllt	

* Wert der letzten TROPOS-Messung

2.2.2 Statuswerte CPC vom MPSS DD-Wi und Prüf-CPC

Ergebnis: Alle Statuswerte in Ordnung, kein Eingreifen erforderlich

Tabelle 3: Statuswerte CPC vom MPSS DD-Wi 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	88-108	70-88	1,9-3,2	15-88						
Anforderung	+/- 0,1	+/- 0,1	+/- 0,2											
Ist-Wert CPC MPSS	39.0	22.0	39.9	30.0	101.2	86.5	3.1	46	Full	0,00	0,00	Remov	Disc.	2,12
Ist-Wert Prüf-CPC	39.0	22.0	40.0	31.3	100.5	0.1	0.0	41	Full	0,00	0,00	Remov	Disc.	2.12
Bewertung	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok

2.2.3 Hochspannung MPSS

Ergebnis: Die Anforderungen wurden **nicht** erfüllt.

Eingriff: Es erfolgte ein Eingriff in das Messsystem mit einer 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 SEP 2015 bis DEZ 2015 ist nicht erforderlich.

Tabelle 4: Hochspannung des MPSS DD-Wi

Prüfpunkt	**Ist-Wert (Ausgangs-spannung)**	**Soll-Wert**		**Anforderung**	**Bewertung**	**korrigierter Wert**
		Eingangsspannung	**Ausgangsspannung**			
PP1 in V	12.9	0.005	6.25	25 %	*nicht erfüllt*	6.25
PP2 in V	19.0	0.010	10.00	10 %	*nicht erfüllt*	12.55
PP3 in V	1008.2	0.800	1000.00	1 %	*nicht erfüllt*	1000.6

2.2.4 Nulltest MPSS

Dauer: 11.12.2015, 14:15 – 11.12.2015, 14:30 MEZ
Bemerkung: Beim Nulltest des MPSS DD-Wi wurde der Filter am Einlass des MPSS DD-Wi angebracht.
Anforderung: < 2 Partikel/cm³ in jedem Größenkanal nach dem 3. Durchlauf (beinhaltet Hin- und Rücklauf).
Ergebnis: Anforderungen erfüllt, keine undichten Stellen (siehe Tabelle 4).

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

	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8
Scan 1 MPSS	1.1	1.4	1.7	1.2	1.8	1.6	0.6
Scan 2 MPSS	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	0.1
Scan 3 MPSS	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Scan 1 Prüf-CPC	---						
Scan 2 Prüf-CPC	---						
Scan 3 Prüf-CPC	---						

3 Durchführung von drei Prüfungen

3.1 Prüfung der Partikelanzahlkonzentrationsbestimmung des Prüf-CPC mit reduzierter Außenluft

3.1.1 Durchführung

Zeitraum: 13.12.2015, 04:00 – 13.12.2015, 06:00

- Alle Zeiten des Plausibilitätstests wurden in dieser Berechnung berücksichtigt
- Bei der Berechnung wurden die jeweiligen Flussraten sowie das Koinzidenzverhalten des Partikelzählers berücksichtigt

3.1.2 Anforderungen, Ergebnisse und Bewertung

Anforderungen: Anstieg 0,90 bis 1,10

R^2 gleich/größer 0,90

Die Prüfung ergab einen Minderbefund von 4% für den Prüf-CPC des MPSS DD-Wi. Die Abweichung war kleiner als die Unsicherheit des Prüfmittels.

Beide Anforderungen wurden erfüllt.

Handlungsempfehlung: keine

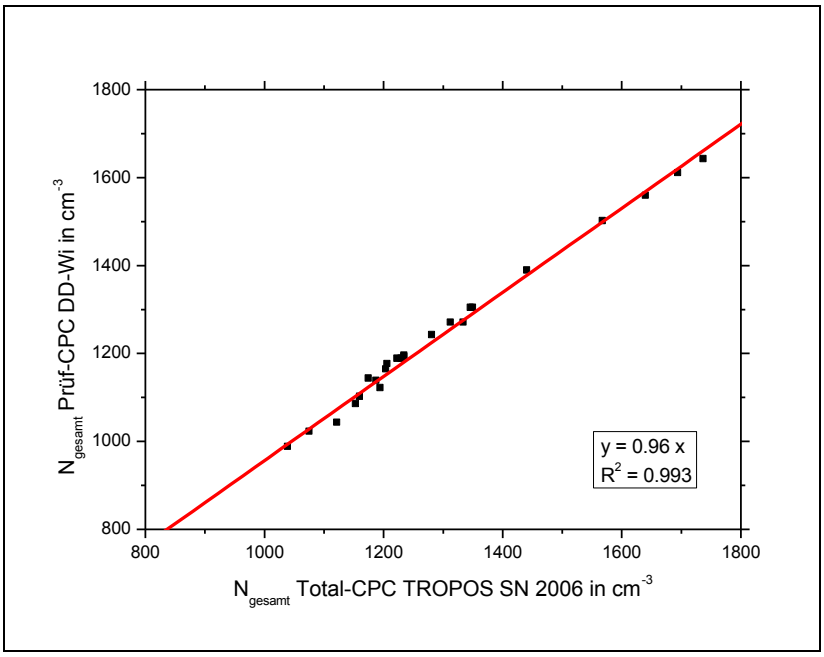


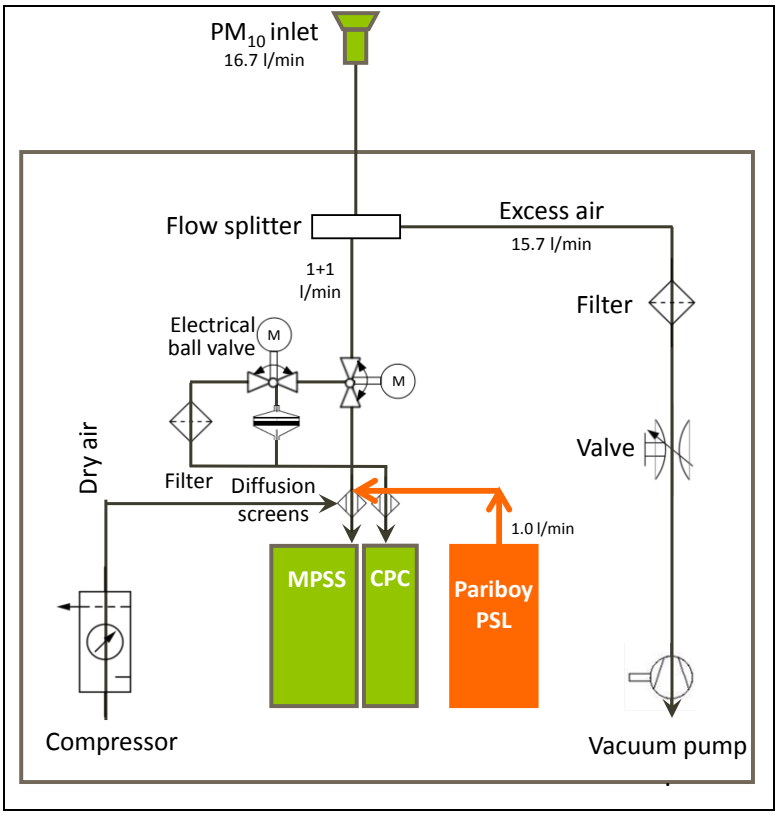
Abbildung 1: Lineare Regression zwischen Prüf-Partikelzähler (Prüf-CPC – SN 3772130901) und Total-CPC TROPOS SN 2006 für einen Zeitraum von 2 Stunden für die Zeiten der Messung von Außenluftaerosol (13.12.2015 04:00-06:00).

3.2 Prüfung der Partikelgrößenbestimmung des MPSS mit Latex-Standard

3.1.3 Durchführung

Zeitraum: 11.12.2015 14:40 – 11.12.2015 15:10

→ Skizze Versuchsanordnung mit Flussbild mit Flüssen



3.1.4 Anforderung, Ergebnisse und Bewertung

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

p = 1007 hPa; T = 20°C
Die Prüfung ergab einen Modaldurchmesser (MPSS DD-Wi): Do = 202.19 nm.
Die Abweichung in der Partikelgröße betrug minus 0.4 Prozent. Die Abweichung war kleiner als die Unsicherheit des Prüfmittels.

Bewertung: Die Anforderung wurde erfüllt.

Handlungsempfehlung: keine

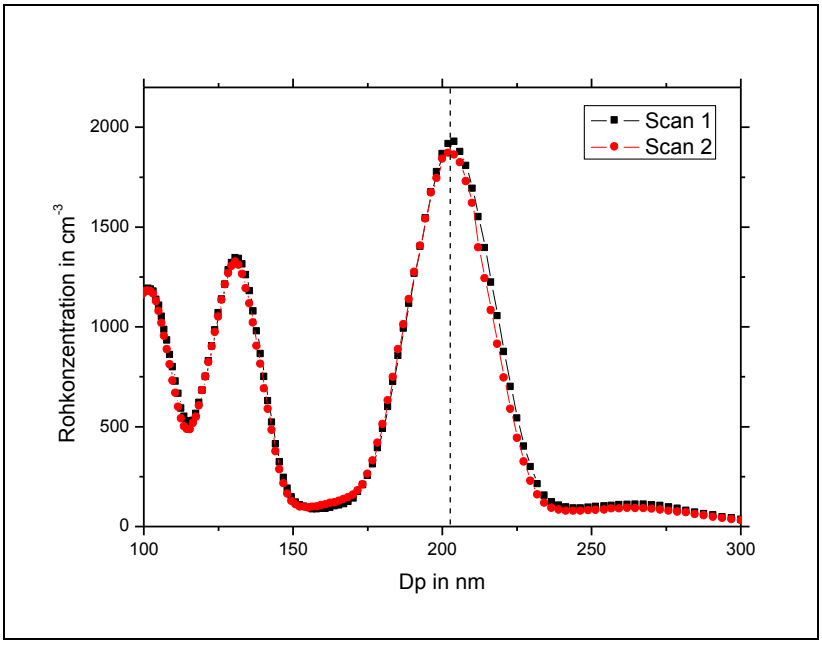


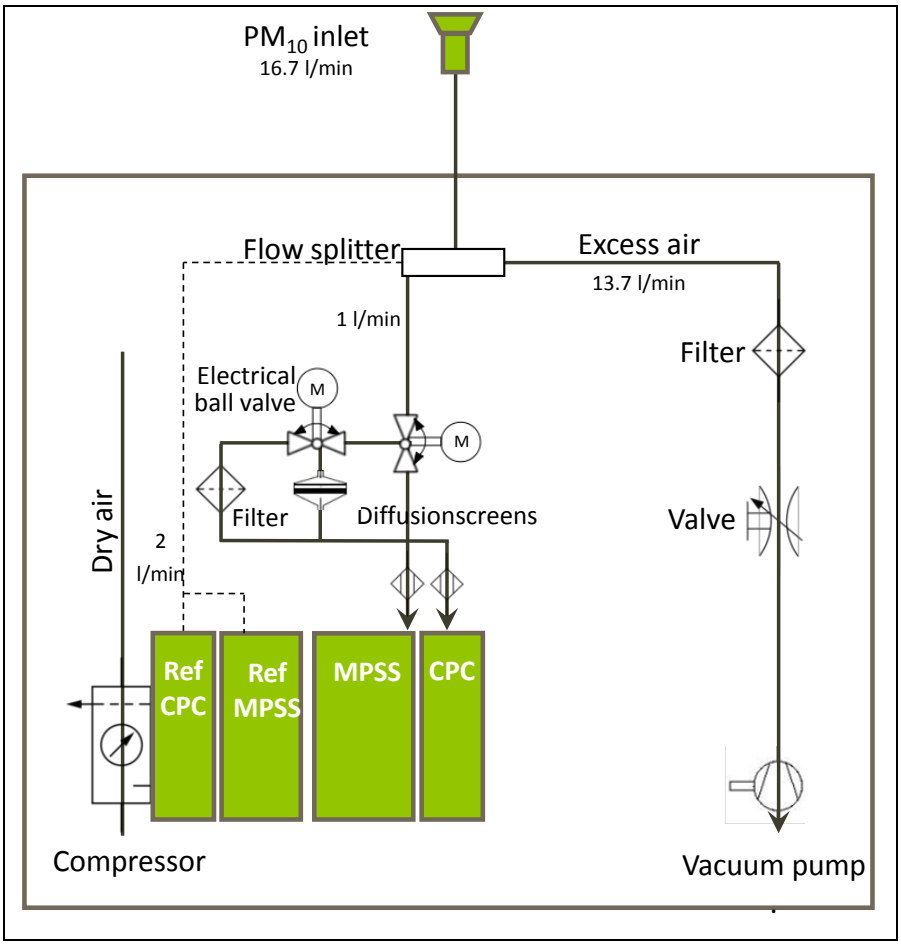
Abbildung 2: Rohkonzentrationsverteilung (in cm^{-3}) bei der Eingangsprüfung: Dargestellt sind zwei Latex 203 nm- Größenverteilungen (100-300 nm) für den Prüfling MPSS DD-Wi.

3.3 Prüfung der Bestimmung der Partikelgrößenverteilung des MPSS mit Außenluft

3.3.1 Durchführung

Zeitraum: 11.12.2015, 16:00 – 14.12.2015, 12:00

→ Skizze Versuchanordnung mit Flussbild mit Flüssen:



3.3.2 Anforderungen, Ergebnisse und Bewertung

Anforderungen: Zum Referenzgerät MPSS Referenz Nr. 1 wird eine Abweichung/Toleranz von +/- 10 % zu, 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-Wi erfüllte für sechs von sieben Komponenten die Anforderungen des Anstiegs.
Siehe auch Tabelle 7, 8 sowie Abbildung 4.

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

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)	0.88	0.998	m nicht erfüllt	-
N3 (20-30nm)	0.90	0.9998	erfüllt	-
N4 (30-50nm)	0.91	0.9998	erfüllt	-
N5 (50-70nm)	0.92	0.9999	erfüllt	-
N6 (70-100nm)	0.93	0.9999	erfüllt	-
N7 (100-200nm)	0.94	0.9994	erfüllt	-
N8 (200-800nm)	0.96	0.9993	erfüllt	-

Tabelle 7: Zusammenfassung der Ergebnisse aus den Berechnung der einzelnen Größenklassen: Anstieg und Bestimmtheitsmaß der Regressionsgeraden sowie Mittelwerte und Standardabweichungen der einzelnen Geräte für die ausgewählten Zeiträume

Größenklasse	Anstieg	R^2	Referenz	Referenz	DD-Wi	DD-Wi
			Mittelwert	*Stabw*	*Mittelwert*	*Stabw*
N2 (10-20 nm)	0.88	0.998	1154	833	1020	719
N3 (20-30 nm)	0.9	0.9998	788	599	710	537
N4 (30-50 nm)	0.91	0.9998	916	704	830	636
N5 (50-70 nm)	0.92	0.9999	520	457	477	419
N6 (70-100 nm)	0.93	0.9999	429	396	397	367
N7 (100-200 nm)	0.94	0.9994	517	349	486	327
N8 (200-800 nm)	0.96	0.9993	165	87	158	84

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

Komponente	Mittelwert	75-Perzentil	Median	25-Perzentil
N2 (10-20)	-11.7	-13.3	-9.8	-10.6
N3 (20-30)	-10.0	-9.6	-9.7	-9.2
N4 (30-50)	-9.4	-9.2	-8.4	-9.8
N5 (50-70)	-8.4	-8.3	-8.3	-8.6
N6 (70-100)	-7.7	-7.4	-7.2	-8.0
N7 (100-200)	-5.9	-5.8	-6.3	-4.9
N8 (200-800)	-4.5	-3.3	-4.7	-4.9

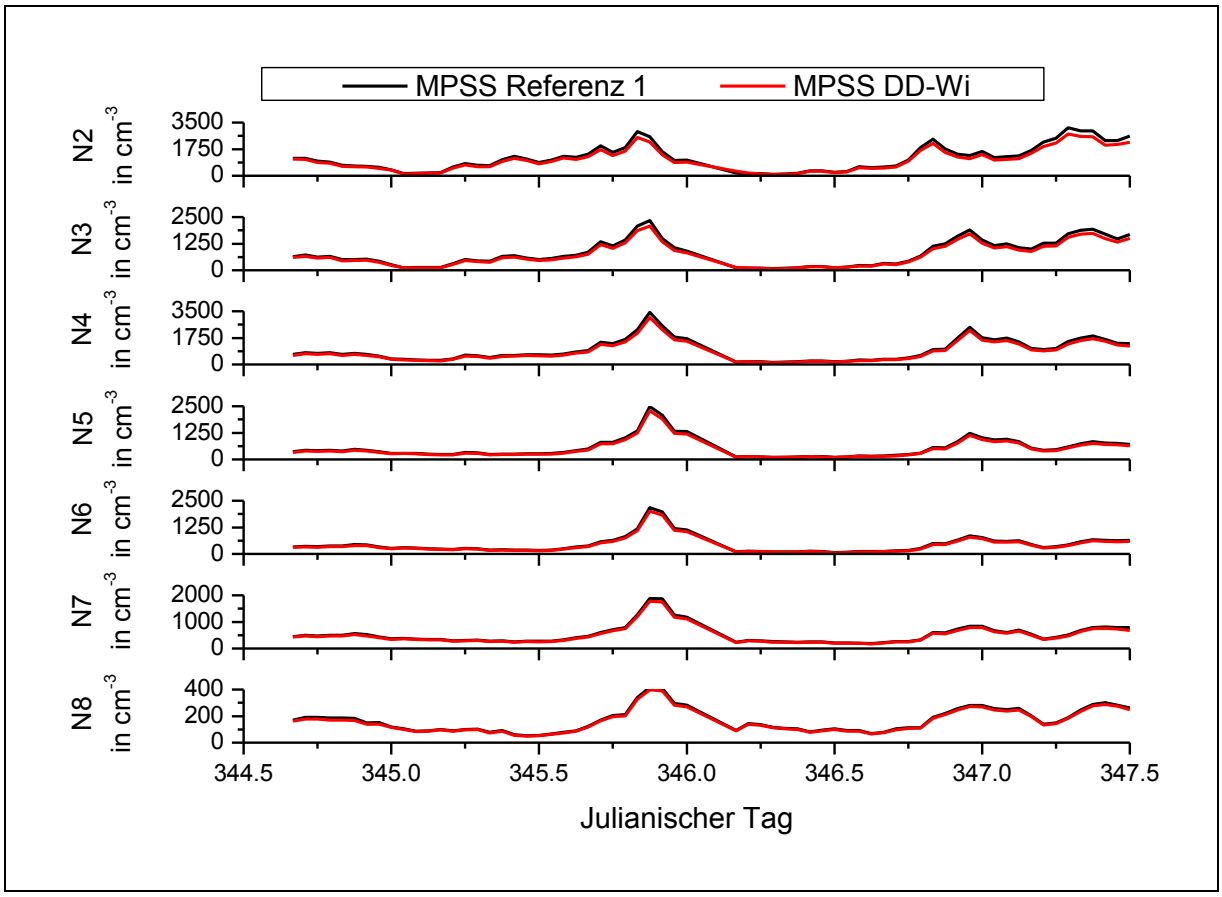


Abbildung 3: Zeitreihe der integrierten Gesamtpartikelanzahl für 7 Größenklassen (N2-N8), Stundenmittelwerte für einen Zeitraum von 3 Tagen: Vergleich von Referenzinstrument (MPSS Referenz No. 1) und Prüfling (MPSS DD-Wi) für Außenluft (Zeitraum: 11.12.2015, 16:00 – 14.12.2015, 12:00); verfügbar waren 5-Minutenwerte.

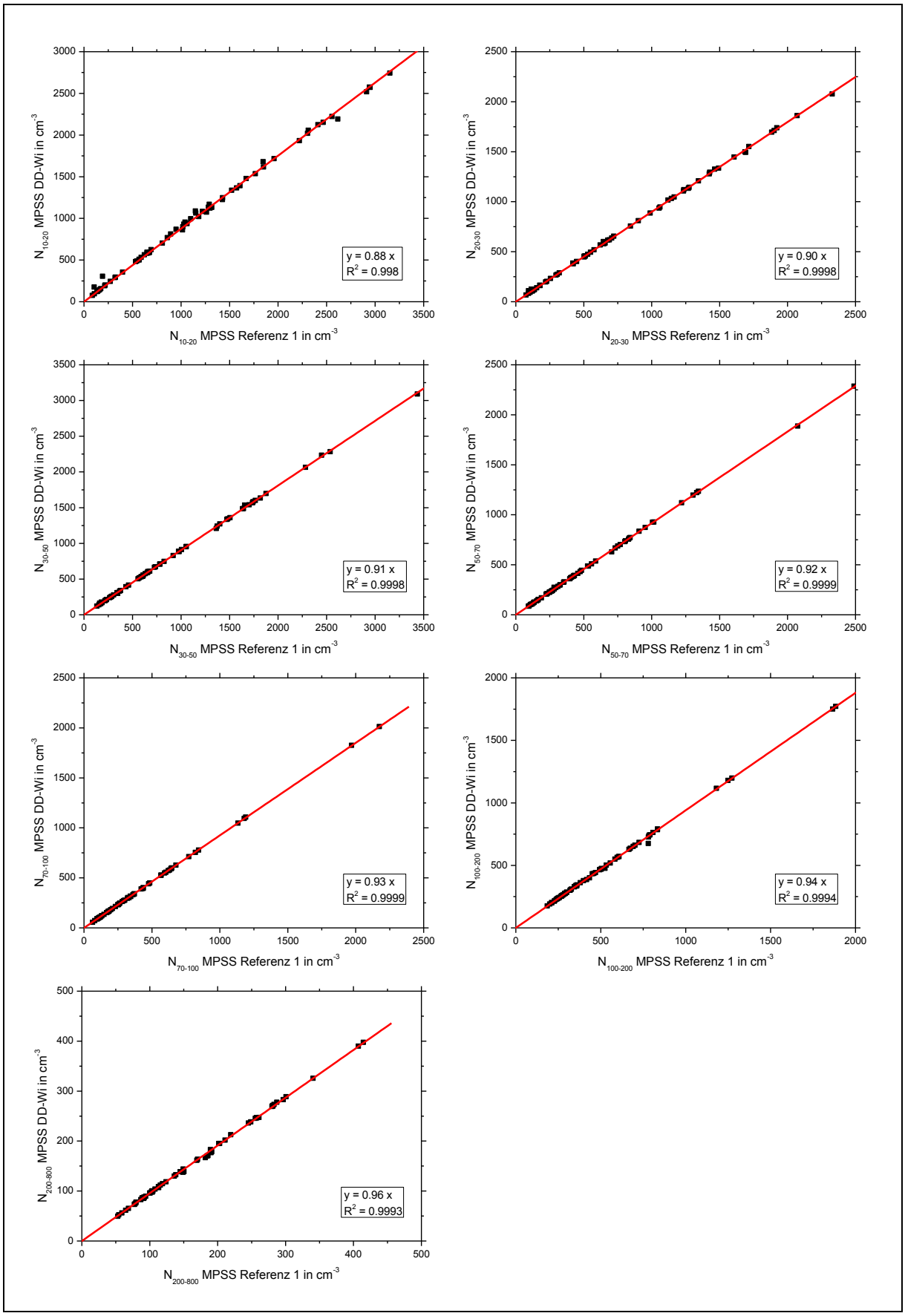


Abbildung 4: Regressionsgeraden zwischen Referenzinstrument (MPSS Referenz No. 1) und Prüfling (MPSS DD-Wi) für Außenluft (Zeitraum: 11.12.2015, 16:00 – 14.12.2015, 12:00) für die 7 Größenklassen N2-N8, Stundenmittelwerte (verfügbar waren 5-Minuten-Werte).

4 Zusammenfassung

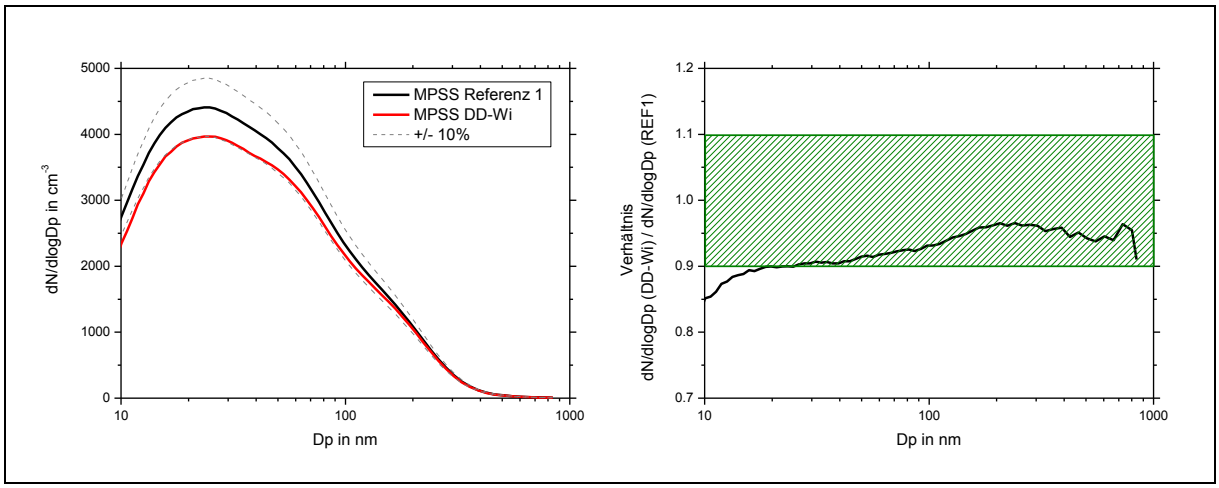


Abbildung 5: Vergleich der Partikelgrößenverteilung in Außenluft für die Größenspektrometer Referenzinstrument (MPSS Referenz 1) und Prüfling (MPSS DD-Wi) (links) sowie das Verhältnis beider Größenverteilungen (rechts) für den Zeitraum 11.12.2015, 16:00 – 14.12.2015, 12:00, (verfügbar waren 5-Minuten-Werte).

Zeitreihen der Gesamtanzahlkonzentration:

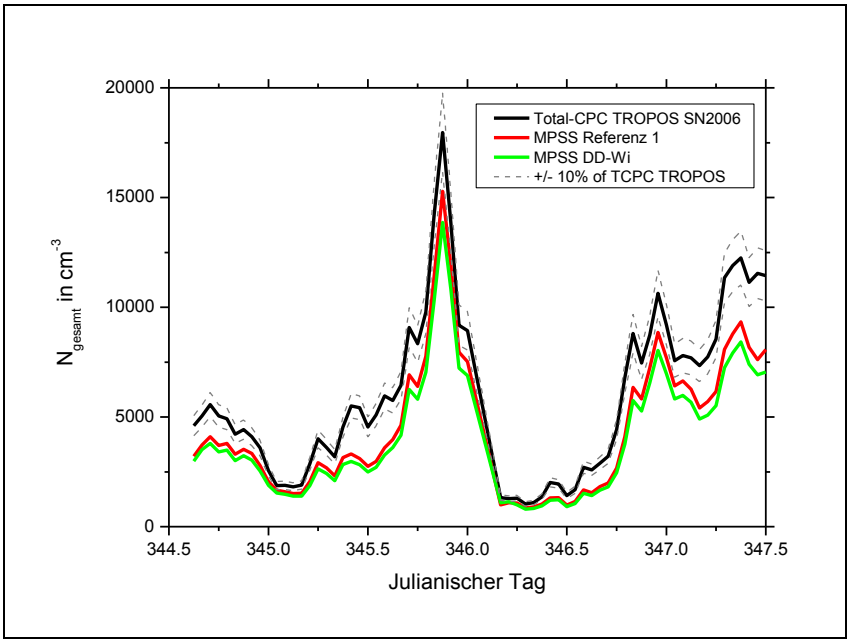


Abbildung 6: Zeitreihe der Gesamtanzahlkonzentration; dargestellt sind der Referenz-Totalpartikelzähler in schwarz, das MPSS Referenz 1 in rot und das MPSS DD-Wi in grün für den Zeitraum: 11.12.2015, 16:00 – 14.12.2015, 12:00, (verfügbar waren 5-Minuten-Werte); die zulässige Toleranz von 10 Prozent zum Totalzähler ist in grau dargestellt.

Lineare Regression der Gesamtpartikelanzahlkonzentration:

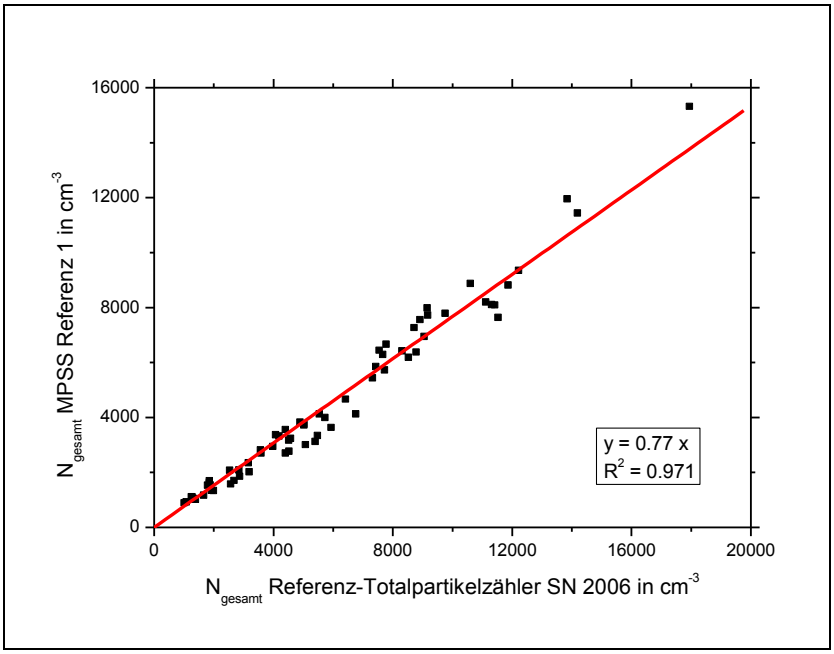


Abbildung 7: Lineare Regression der Anzahlkonzentration zwischen dem MPSS Referenz 1 und dem Referenz-Totalpartikelzähler des TROPOS (SN 2006) für den Zeitraum: 11.12.2015, 16:00 – 14.12.2015, 12:00, Stundenmittelwerte (verfügbar waren 5-Minuten-Werte).

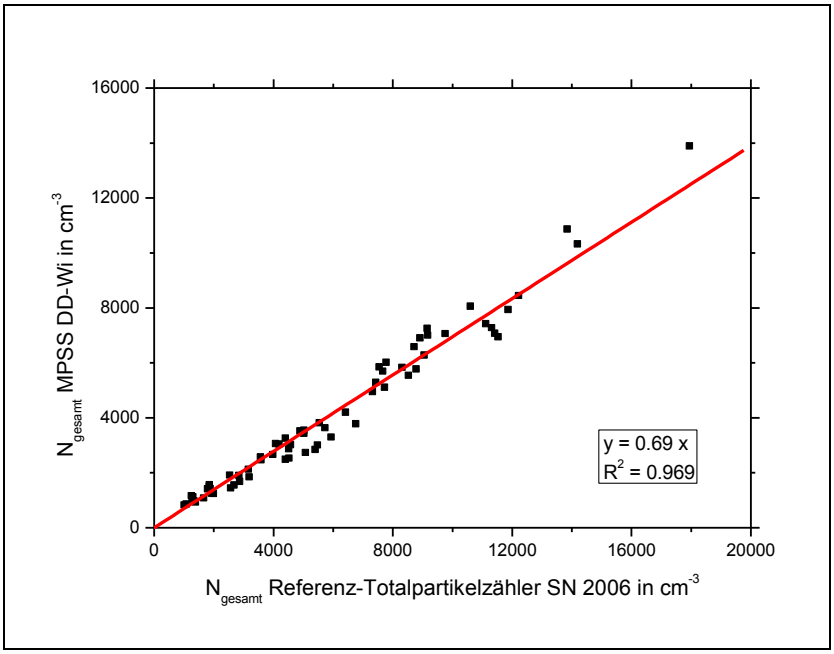


Abbildung 8: Lineare Regression der Anzahlkonzentration zwischen dem MPSS DD-Wi und dem Referenz-Totalpartikelzähler des TROPOS (SN 2006) für den Zeitraum: 11.12.2015, 16:00 – 14.12.2015, 12:00, Stundenmittelwerte (verfügbar waren 5-Minuten-Werte).

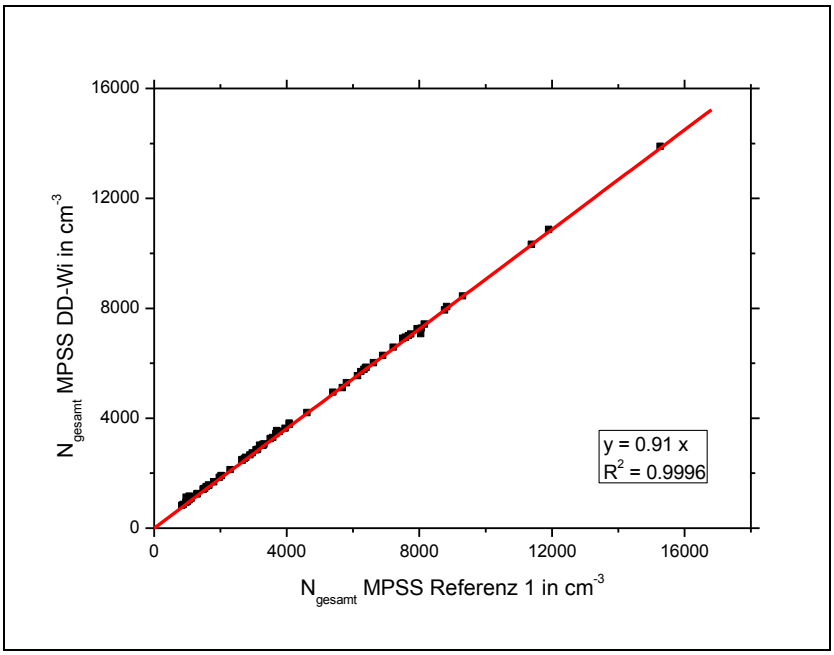


Abbildung 9: Lineare Regression der Anzahlkonzentration zwischen dem MPSS DD-Wi und dem MPSS Referenz 1 für den Zeitraum: 11.12.2015, 16:00 – 14.12.2015, 12:00, Stundenmittelwerte (verfügbar waren 5-Minuten-Werte).