Intercomparison of Mobility Particle Size Spectrometers

Project No.:	***OSIA-2016-2-8***
Principal Investigator:	
Home Institution:	*BfUL – Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft*
Participant:	
Candidate:	**DE-BFUL-Dresden-Winckelmannstraße**
Made by:	TROPOS
Counter (SN):	TSI CPC Model 3772, SN: 70807232
Software:	LabView Scan66, Version 6.1
Location of the quality assurance:	On-Site Intercomparison Dresden-Winckelmannstraße, Saxony, Germany
Comparison period:	September 06, 2016 – September 09, 2016
Last Intercomparison (with Project No.):	*MPSS-*

Summary of Intercomparison

Pre-Status:
The candidate passed the quality standards of ACTRIS and GAW during the incoming checks. The system is within the range of +/-10% of the TROPOS Reference MPSS.

Final Status:
The candidate passed the quality standards of ACTRIS and GAW.

III. Qualitätssicherungsexperiment 2016
Dresden-Winckelmannstraße

1 Allgemeine Beschreibung

Beginn: 06.09.2016
Ende: 09.09.2016

Ort: Luftgütemessnetz Sachsen, Messstation Dresden-Winckelmannstraße

Letztes Qualitätssicherungsexperiment: APR 2016

Prüfende Person: Dipl. –Met. Maik Merkel

Prüflinge: Partikelmobilitätsspektrometer MPSS DD-Winckelmann (Labview-Version: 2013; Software-Version: 5.7) mit neuer Funktionskontrolle, Prüf-CPC Modell 3772, Serien-Nr. 3772130901;
Probenahmesystem: PM1-Einlass

Referenzgeräte: MPSS Nr.2 – Leibniz-Institut für Troposphärenforschung (mit CPC-Modell 3772; Serien-Nr. 70835059; Labview-Version: 2013; Software-Version: 5.6);
Referenz-Partikelzähler Modell 3760A, Serien-Nr. 235
Messunsicherheit Vergl. Tabelle 1

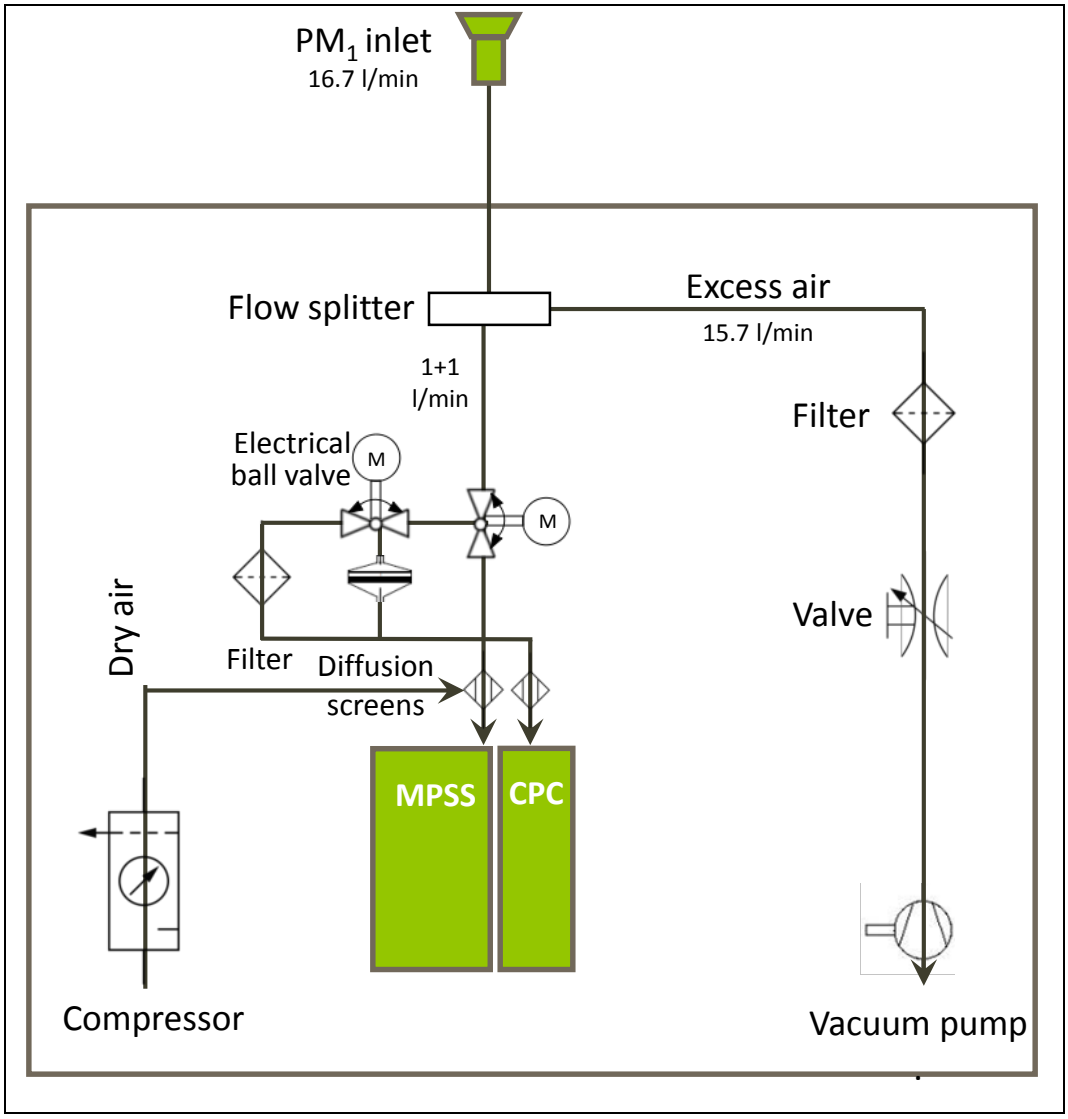
Hilfsmittel: Aerosolerzeugungseinheit PARI Boy mobile S
Nullfilter
Gilibrator (Gerät: T; letzte Kalibrierung: 2013)
Multimeter (Hersteller & Modell: Voltcraft Multimeter VC-220)
PSL 203 nm (Charge:44294 ; Haltbarkeitsdatum: 03/2018)

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: 06.09.2016, 08:15 – 06.09.2016, 08:20

Ergebnis: Anforderungen des Nebenstromes nicht erfüllt
Nebenstrom liegt bei nur 6.65 lpm trotz Sollwert von 15.67 lpm
Prüfung der Vakuumpumpe für Nebenstrom!
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-Winckelmann

Messungen der Flussraten	Einheit	Ist-Wert	Soll-Wert	Anforderung	Bewertung	Korrektur (neuer Ist-Wert)
Nebenflussrate für Aerosolverteiler	l/min	**6.65**	15.67	± 0.10	nicht erfüllt	
Aerosolflussrate MPSS	l/min	1.013	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	5.050	Min 5.000	+3.00	erfüllt	-
Flussrate Trocknung Aerosol für MPSS	l/min	1.573	Min 1.500 Max 2.000		erfüllt	-
Flussrate Trocknung Prüf-CPC	l/min	1.581	Min 1.500		erfüllt	-

* Wert der letzten TROPOS-Messung

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

Ergebnis: Alle Statuswerte in Ordnung, kein Eingreifen erforderlich

Tabelle 3: Statuswerte CPC vom MPSS DD-Winckelmann 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	38.9	22.0	40.0	32.1	101.5	86.5	3.1	47	Full	0,00	0,00	Remov	Disc.	2,12
Ist-Wert Prüf-CPC	39.0	22.0	40.0	35.3	100.9	0.2	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 APR 2016 bis SEP 2016 ist nicht erforderlich.

Tabelle 4: Hochspannung des MPSS DD-Winckelmann

Prüfpunkt	**Ist-Wert (Ausgangs-spannung)**	**Soll-Wert**		**Anforderung**	**Bewertung**	**korrigierter Wert**
		Eingangsspannung	**Ausgangsspannung**			
PP1 in V	6.50	0.004	5.00	25 %	*nicht erfüllt*	5.00
PP2 in V	14.40	0.010	12.50	10 %	*nicht erfüllt*	12.40
PP3 in V	1002.2	0.800	1000.00	1 %	*erfüllt*	998.3

2.2.4 Nulltest MPSS DD-Winckelmann

Dauer: 06.09.2016, 8:00 – 06.09.2016, 8:20 MEZ
Bemerkung: Beim Nulltest des MPSS DD-Winckelmann wurde der Filter am Einlass des MPSS DD-Winckelmann 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 SMPS	205.5	14.6	24.1	14.9	13.5	11.2	4.3
Scan 2 SMPS	0.8	0.5	1.3	1.0	0.9	0.5	0.3
Scan 3 SMPS	0.0	0.0	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
Scan 1 Prüf-CPC	---						
Scan 2 Prüf-CPC	---						
Scan 3 Prüf-CPC	---						

3 Durchführung von drei Prüfungen

3.1 Prüfung der Partikelanzahlkonzentrationsbestimmung mit reduzierter Außenluft

3.1.1 Durchführung

Zeitraum: 04.09.2016, 03:00 – 04.09.2016, 05:00

- Alle Zeiten der Funktionskontrolle (Messung mit Diffusion-Screens) 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 2% für das MPSS DD-Winckelmann. Die Abweichung war kleiner als die Unsicherheit des Prüfmittels.

Beide Anforderungen wurden erfüllt.

Handlungsempfehlung: keine

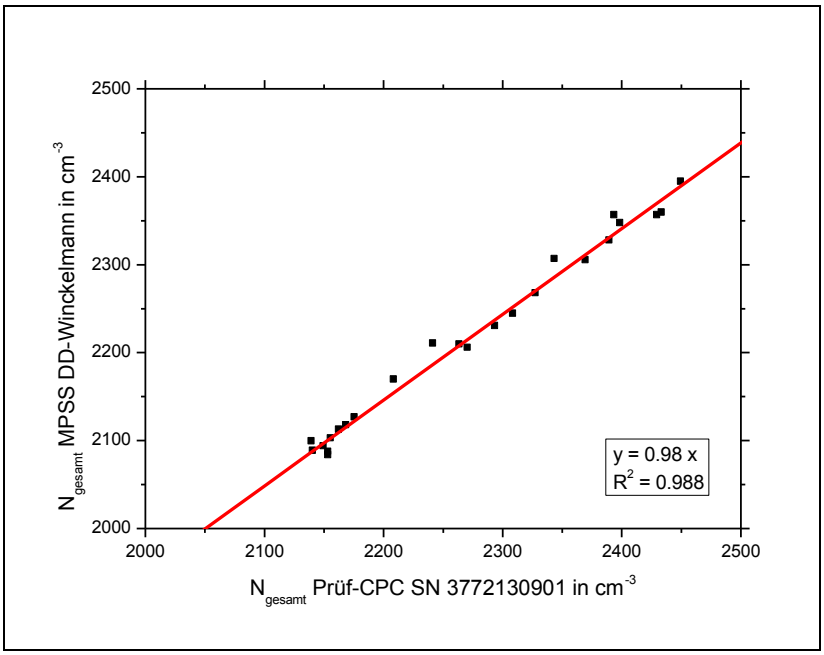


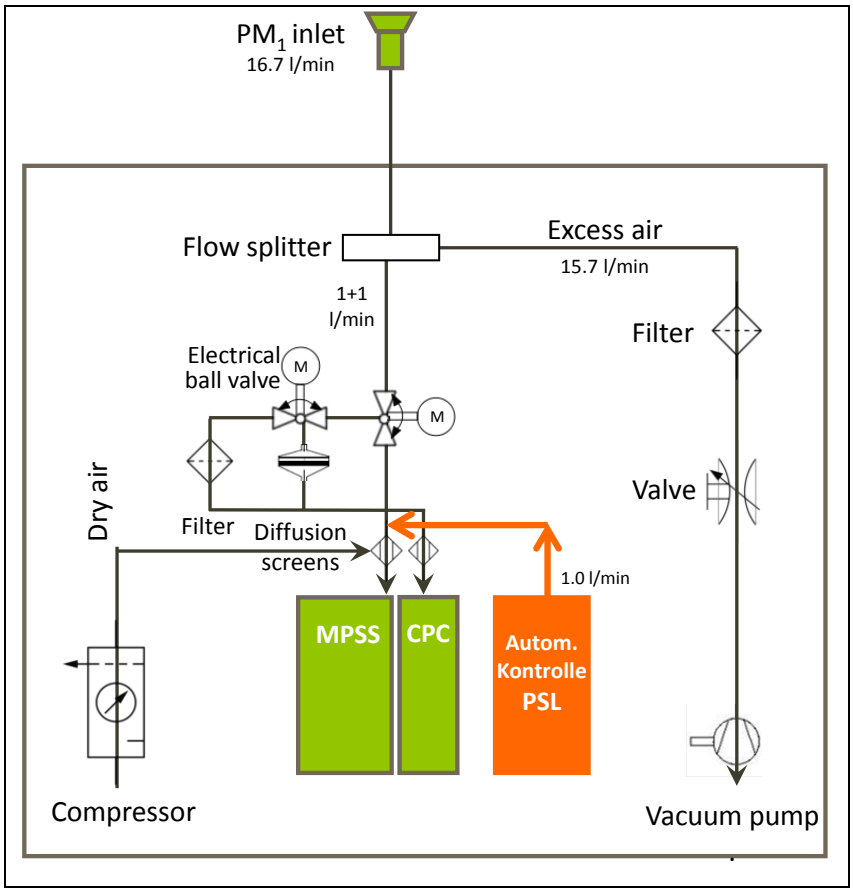
Abbildung 1: Lineare Regression zwischen MPSS DD-Winckelmann und Prüf-Partikelzähler (Prüf-CPC – SN 3772130901) für einen Zeitraum von 2 Stunden für die Zeiten der Messung von reduziertem Außenluftaerosol (04.09.2016 03:00-05:00).

3.2 Prüfung der Partikelgrößenbestimmung des MPSS mit Latex-Standard

3.1.3 Durchführung

Zeitraum: 06.09.2016 09:35 – 06.09.2016 09:45

→ Skizze Versuchsanordnung mit Flussbild mit Flüssen



3.1.4 Anforderung, Ergebnisse und Bewertung

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

p = 1000 hPa; T = 20°C
Die Prüfung ergab einen Modaldurchmesser (MPSS DD-Winckelmann): Do = 205.94 nm.
Die Abweichung in der Partikelgröße betrug plus 1.4 Prozent. Die Abweichung war kleiner als die Unsicherheit des Prüfmittels.

Bewertung: Die Anforderung wurde erfüllt.

Handlungsempfehlung: keine

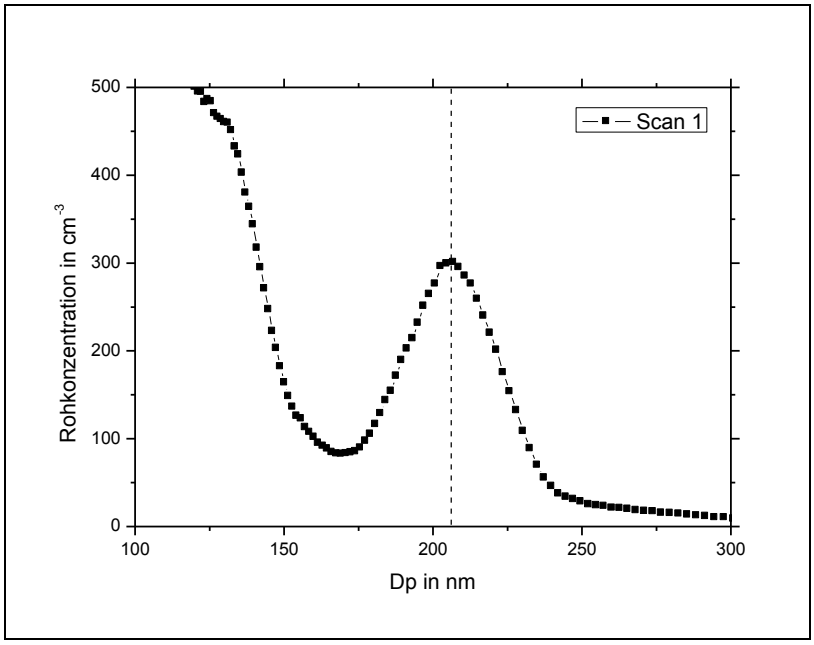
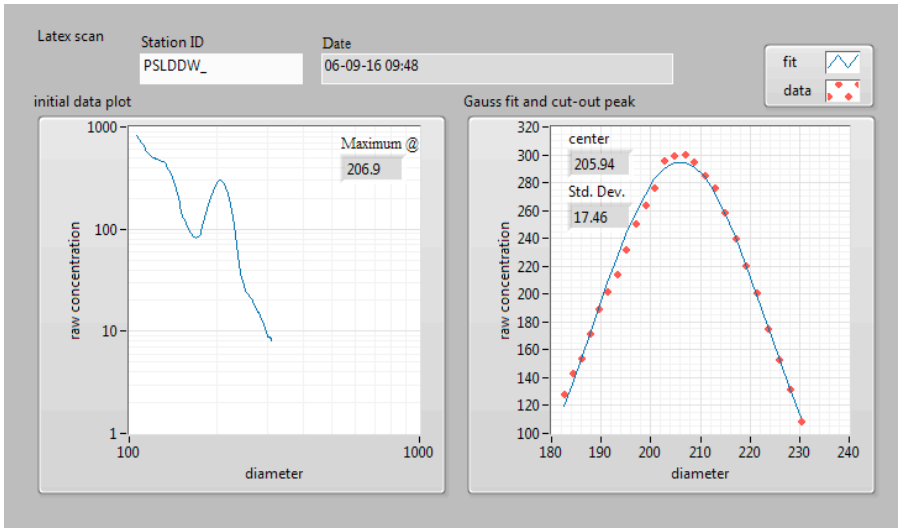


Abbildung 2: Rohkonzentrationsverteilung (in cm^{-3}) bei der Eingangsprüfung: Dargestellt ist eine Latex 203 nm- Größenverteilung (100-300 nm) für den Prüfling MPSS DD-Winckelmann.

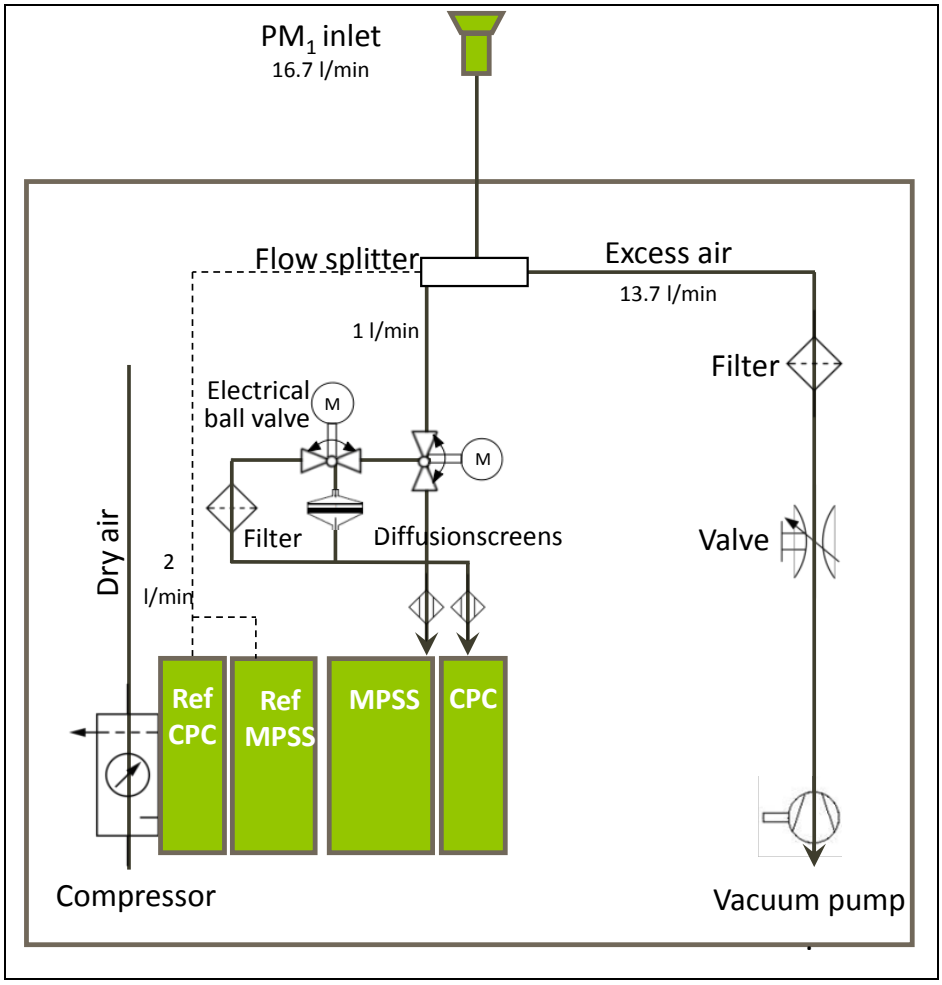


3.3 Prüfung der Bestimmung der Partikelgrößenverteilung des MPSS mit Außenluft

3.3.1 Durchführung

Zeitraum: 06.09.2016, 10:00 – 09.09.2016, 10:00

→ Skizze Versuchsanordnung mit Flussbild mit Flüssen:



3.3.2 Anforderungen, Ergebnisse und Bewertung

Anforderungen: Zum Referenzgerät Ref. MPSS Nr. 2 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-Winckelmann 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)	1.16	0.995	m nicht erfüllt	-
N3 (20-30nm)	1.05	0.997	erfüllt	-
N4 (30-50nm)	1.03	0.996	erfüllt	-
N5 (50-70nm)	1.00	0.997	erfüllt	-
N6 (70-100nm)	1.00	0.997	erfüllt	-
N7 (100-200nm)	0.98	0.994	erfüllt	-
N8 (200-800nm)	1.04	0.995	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-Winck**	**DD-Winck**
			Mittelwert	*Stabw*	*Mittelwert*	*Stabw*
N2 (10-20 nm)	1.16	0.995	1644	1555	1862	1843
N3 (20-30 nm)	1.05	0.997	1254	1125	1304	1206
N4 (30-50 nm)	1.03	0.996	1481	992	1507	1044
N5 (50-70 nm)	1.00	0.997	889	446	888	457
N6 (70-100 nm)	1.00	0.997	837	386	836	393
N7 (100-200 nm)	0.98	0.994	1140	367	1112	379
N8 (200-800 nm)	1.04	0.995	486	152	506	160

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

Komponente	Mittelwert	75-Perzentil	Median	25-Perzentil
N2 (10-20)	+13.2	+17.7	+11.9	+7.2
N3 (20-30)	+.40	+3.1	+2.5	+3.4
N4 (30-50)	+1.8	-3.4	+1.0	-1.1
N5 (50-70)	+/-0.0	-0.8	-1.1	-3.5
N6 (70-100)	-0.1	-2.8	+/-0.0	+0.3
N7 (100-200)	-2.5	-0.4	-4.0	-3.0
N8 (200-800)	+4.2	+3.8	+3.8	+7.4

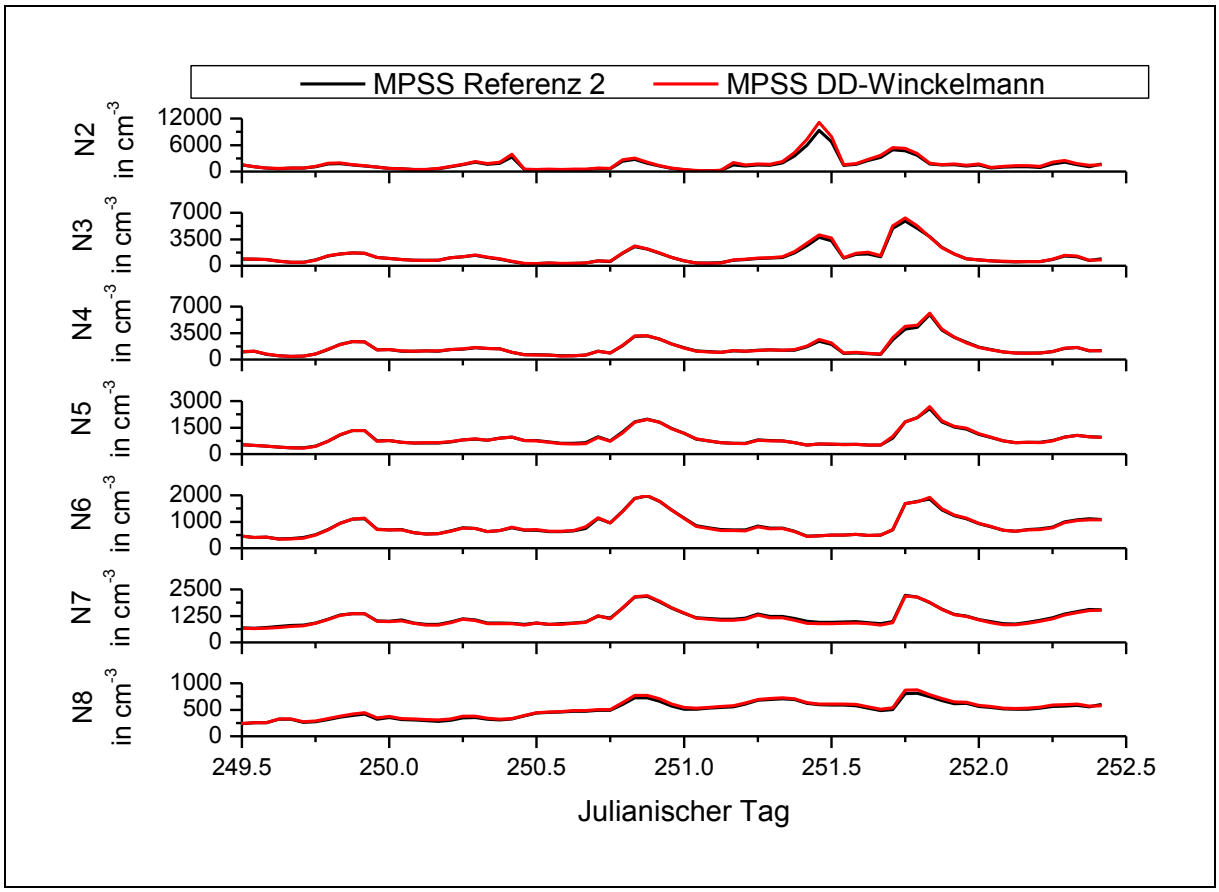


Abbildung 3: Zeitreihe der integrierten Gesamtpartikelanzahl für 7 Größenklassen (N2-N8), Stundenmittelwerte für einen Zeitraum von 4 Tagen: Vergleich von Referenzinstrument (MPSS Referenz 2) und Prüfling (MPSS DD-Winckelmann) für Außenluft (Zeitraum: 06.09.2016, 10:00 – 09.09.2016, 10:00); verfügbar waren 5-Minutenwerte.

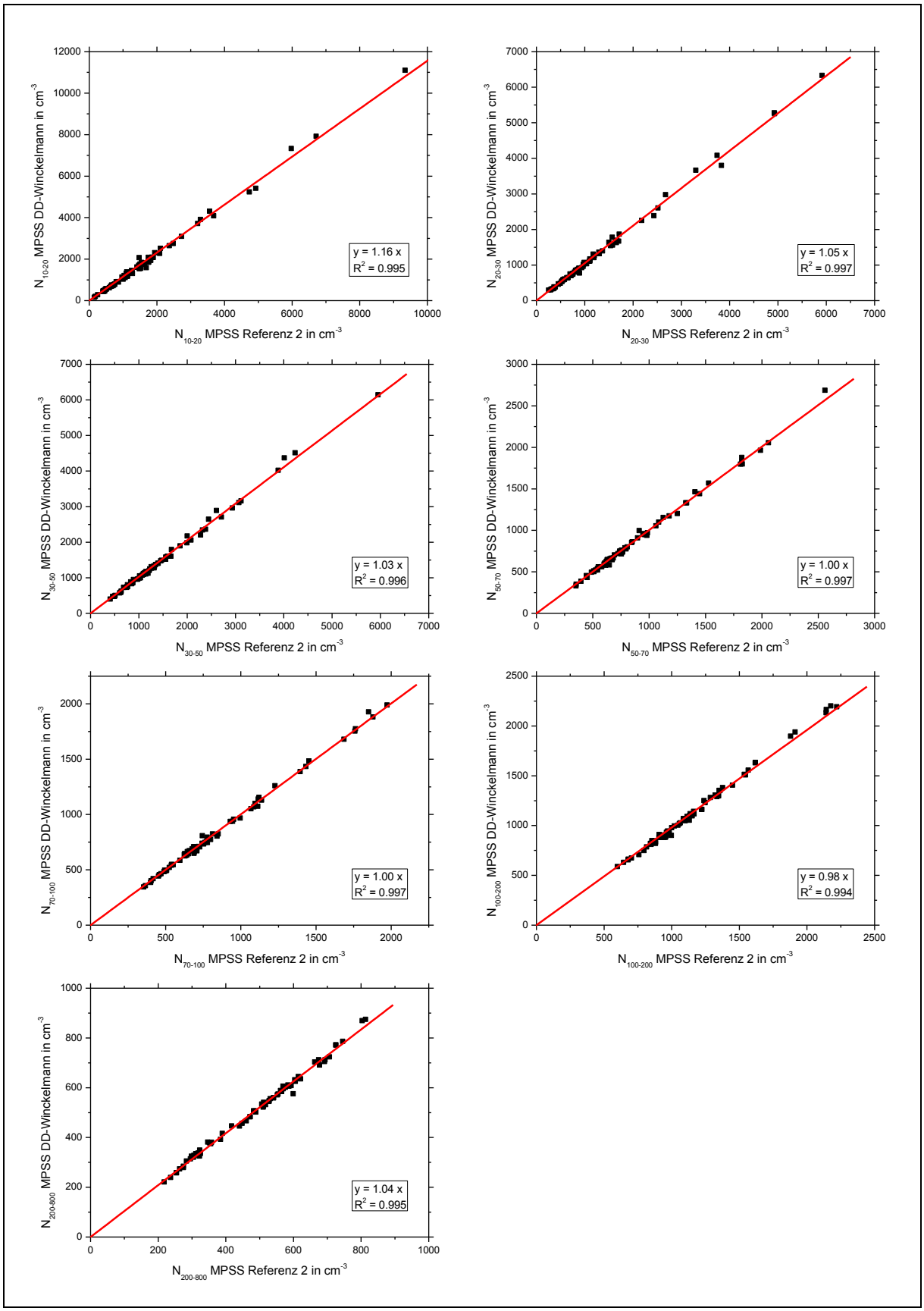


Abbildung 4: Regressionsgeraden zwischen Referenzinstrument (MPSS Referenz 2) und Prüfling (MPSS DD-Winckelmann) für Außenluft (Zeitraum: 06.09.2016, 10:00 – 09.09.2016, 10:00) für die 7 Größenklassen N2-N8, Stundenmittelwerte (verfügbar waren 5-Minuten-Werte).

4 Zusammenfassung

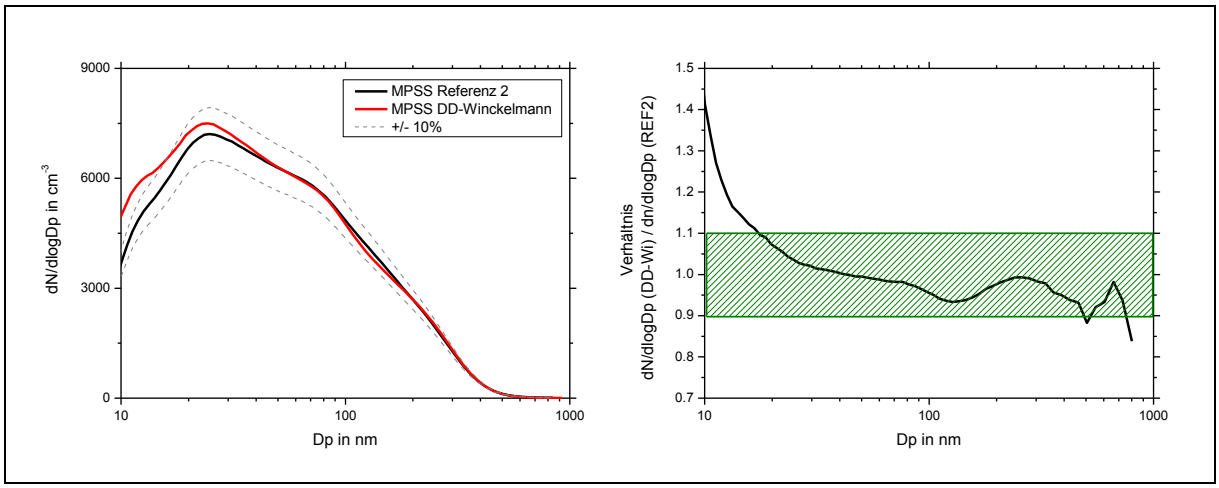


Abbildung 5: Vergleich der Partikelgrößenverteilung in Außenluft für die Größenspektrometer Referenzinstrument (MPSS Referenz 2) und Prüfling (MPSS DD-Winckelmann) (links) sowie das Verhältnis beider Größenverteilungen (rechts) für den Zeitraum 06.09.2016, 10:00 – 09.09.2016, 10:00, (verfügbar waren 5-Minuten-Werte).

Zeitreihen der Gesamtanzahlkonzentration:

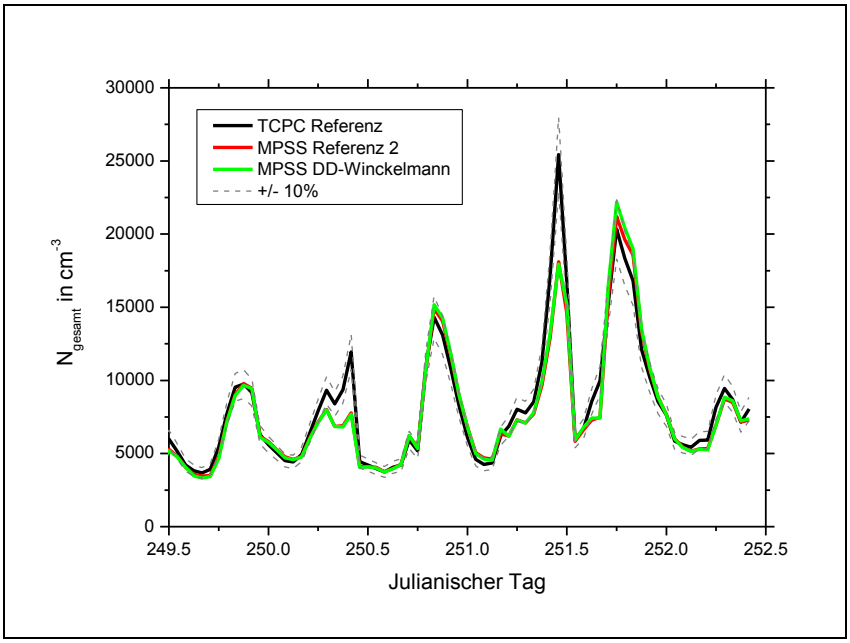


Abbildung 6: Zeitreihe der Gesamtanzahlkonzentration; dargestellt sind der Referenz-Partikelzähler vom TROPOS (SN 235) in schwarz, das MPSS Referenz No. 2 in rot und das MPSS DD-Winckelmann in grün für den Zeitraum: 06.09.2016, 10:00 – 09.09.2016, 10:00, (verfügbar waren 5-Minuten-Werte); die zulässige Toleranz von 10 Prozent zum Totalzähler ist in grau dargestellt.

Lineare Regression der Gesamtpartikelanzahlkonzentration:

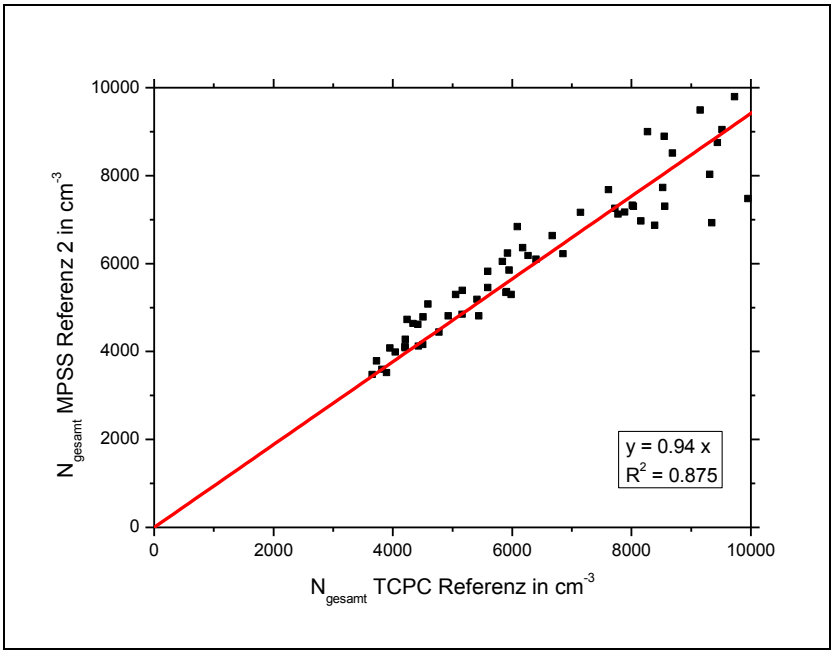


Abbildung 7: Lineare Regression der Anzahlkonzentration zwischen dem Referenz-Partikelzähler TROPOS SN 235 und dem MPSS Referenz 2 für den Zeitraum: 06.09.2016, 10:00 – 09.09.2016, 10:00, Stundenmittelwerte und Gesamtanzahlkonzentrationen kleiner als 10000 cm^{-3} (verfügbar waren 5-Minuten-Werte).

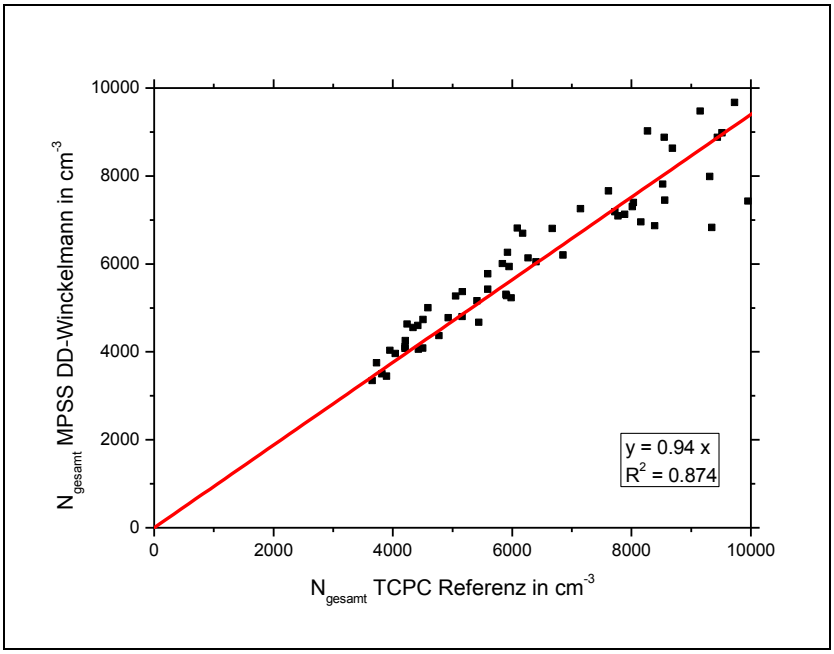


Abbildung 8: Lineare Regression der Anzahlkonzentration zwischen dem Referenz-Partikelzähler TROPOS SN 235 und dem MPSS DD-Winckelmann für den Zeitraum: 06.09.2016, 10:00 – 09.09.2016, 10:00, Stundenmittelwerte und Gesamtanzahlkonzentrationen kleiner als 10000 cm^{-3} (verfügbar waren 5-Minuten-Werte).

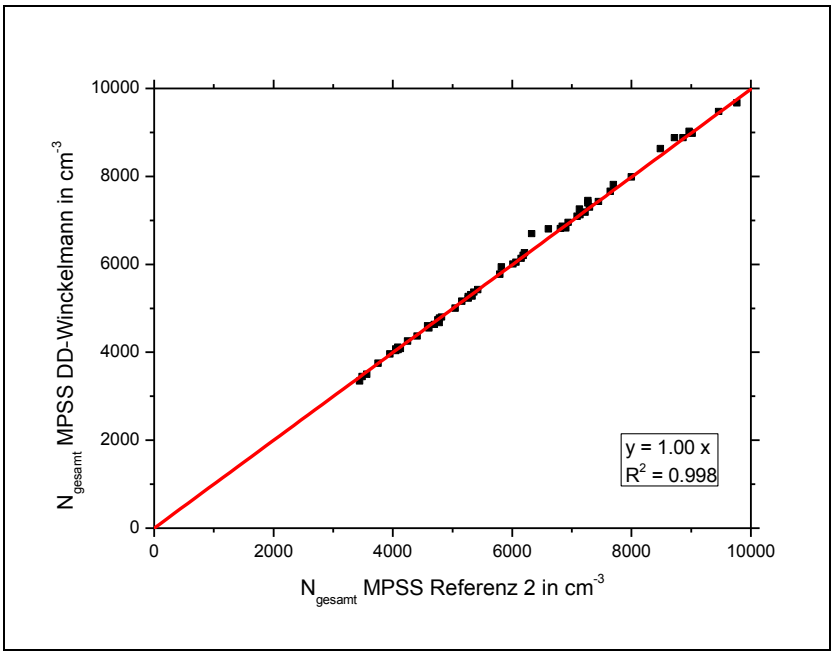


Abbildung 9: Lineare Regression der Anzahlkonzentration zwischen dem MPSS Referenz 2 und dem MPSS DD-Winckelmann für den Zeitraum: 06.09.2016, 10:00 – 09.09.2016, 10:00, Stundenmittelwerte und Gesamtanzahlkonzentrationen kleiner als 10000 cm^{-3} (verfügbar waren 5-Minuten-Werte).