Intercomparison of Mobility Particle Size Spectrometers

Project No.: MPSS-2016-2-2

Basic information:

Location of the quality assurance: TROPOS, lab: 118

Delivery date: April 01, 2016

Setup in the lab: April 04, 2016

Comparison period: April 04, 2016 – April 14, 2016

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 Model 3772 # 3772121101

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.

II. Qualitätssicherungsexperiment 2016
(T)MPSS Dresden-Nord (mit Jahreswartung)

1 Allgemeine Beschreibung

Beginn: 04.04.2016
Ende: 13.04.2016

Ort: TROPOS Leipzig

Letztes Qualitätssicherungsexperiment: FEB 2016

Prüfende Person: Dipl. –Met. Maik Merkel

Prüflinge: Partikelmobilitätsspektrometer (T)MPSS DDN (Labview-Version: 2013; Software-Version: 5.7; Partikelzähler Modell 3010, Serien-Nr. 3772121101, Ultrafeiner Partikelzähler Modell 3025, Serien-Nr. 1321) mit neuer Funktionskontrolle, Prüf-CPC Modell 3010, Serien-Nr. 2342; letzte Kalibrierung OKT 2015

Referenzgeräte: MPSS Nr.1 – Leibniz-Institut für Troposphärenforschung (mit CPC-Modell 3772; Serien-Nr. 3772141701; Labview-Version: 2013; Software-Version: 5.7);
MPSS Nr.2 – Leibniz-Institut für Troposphärenforschung (mit CPC-Modell 3772; Serien-Nr. 70835059; Labview-Version: 2013; Software-Version: 6.1);
Total-CPC Modell 3010 Serien-Nr. 2006;
Total-CPC Modell 3010 Serien-Nr. 2124
Messunsicherheit Vergl. Tabelle 1

Hilfsmittel: Aerosolerzeugungseinheit PARI Boy mobile S
Nullfilter (Durchlässigkeit: QA)
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 im WCCAP-Labor

Laboratory setup

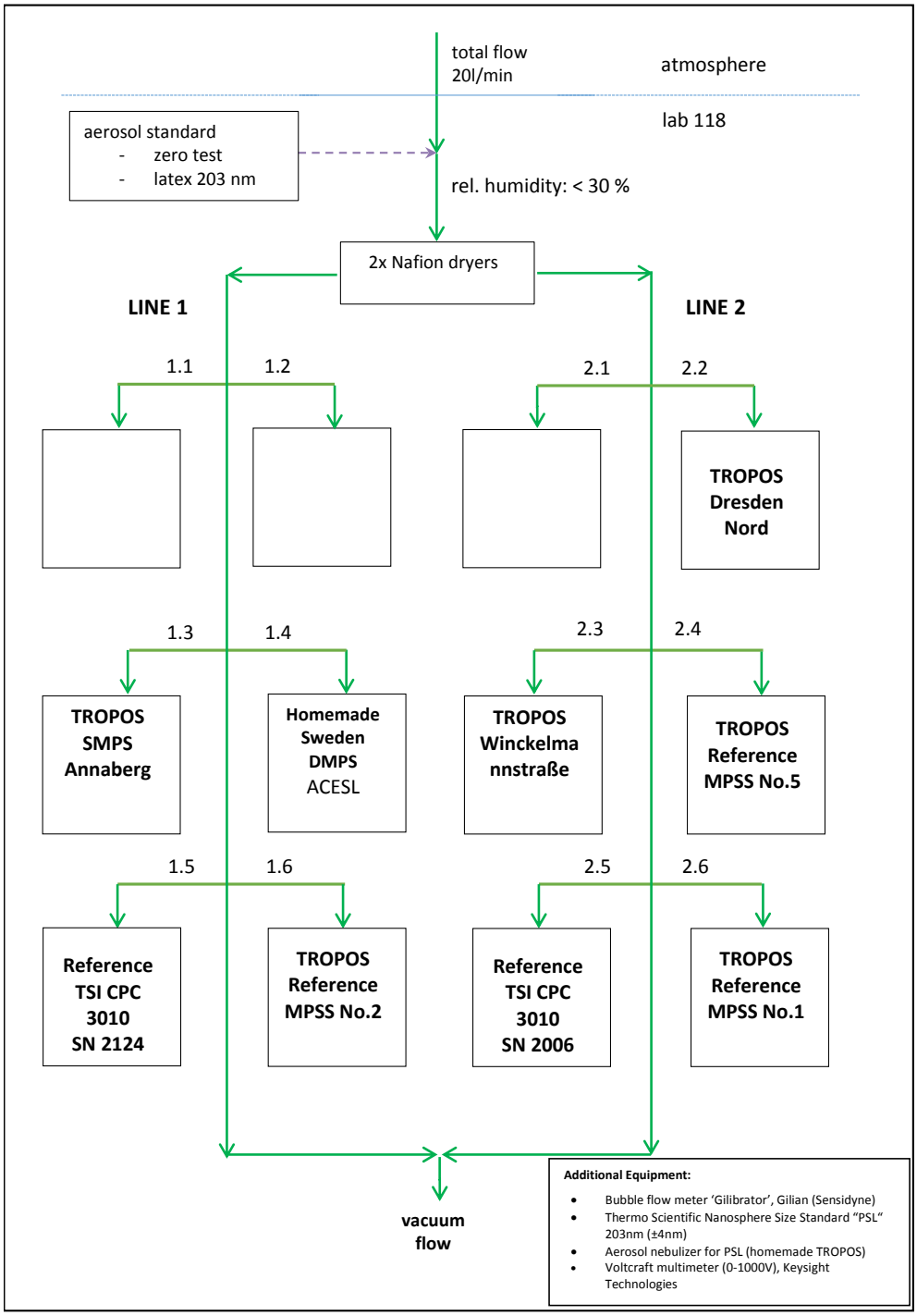


Abbildung 1: Messbetrieb im WCCAP-Labor im TROPOS Leipzig zur Qualitätssicherung.

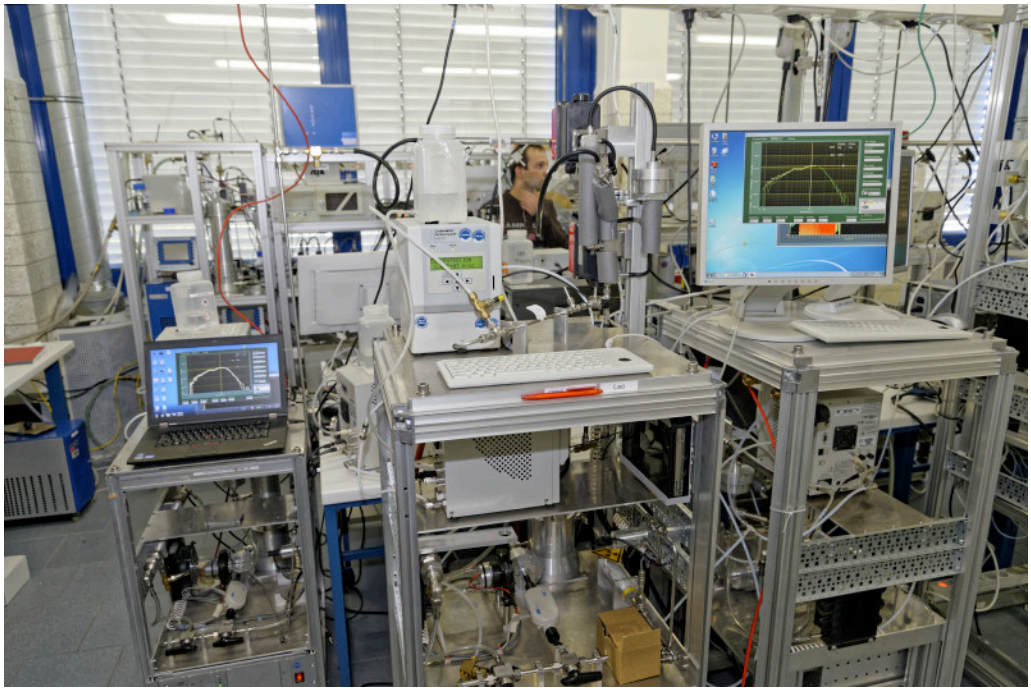


Abbildung 2: Anordnung der zu prüfenden Partikelgrößenspektrometer für die Jahreswartung im WCCAP-Labor des TROPOS Leipzig.

2.2 Eingangsprüfung für MPSS und Prüf-CPC

2.2.1 Durchflüsse MPSS und Prüf-Partikelzähler

Dauer: 04.04.2016, 11:10 – 04.04.2016, 11:20

Ergebnis: Anforderungen erfüllt, keine Korrektur erforderlich
Schleierluft wird auf den Peak von PSL 203 nm kalibriert, deshalb keine Messung

Tabelle 2: Ergebnisse und Bewertung der Abschlussprüfung des MPSS DDN

Messungen der Flussraten	Einheit	Ist-Wert	Soll-Wert	Anforderung	Bewertung	Korrektur (neuer Ist-Wert)
Nebenflussrate für Aerosolverteiler	l/min	---	---	± 0.10	erfüllt	-
Aerosolflussrate gesamt	l/min	2.486	2.500	± 0.05	erfüllt	-
Flussrate des Prüf-CPCs	l/min	1.004	1.000	± 0.05	erfüllt	-
Flussrate der Schleierluft	l/min	---	4.789*	± 0.50	erfüllt	-
Flussrate Schleierlufttrocknung	l/min	---	Min 5.000	+3.00	erfüllt	-
Flussrate Trocknung Aerosol für MPSS	l/min	---	Min 1.500 Max 2.000		erfüllt	
Flussrate UCPC	l/min	1.489	1.500	± 0.05	erfüllt	-
Flussrate CPC	l/min	0.996	1.000		erfüllt	

* Wert der letzten TROPOS-Messung

2.2.2 Statuswerte CPC vom MPSS DDN sowie Prüf-CPC

Ergebnis: Alle Statuswerte in Ordnung, kein Eingreifen erforderlich

Tabelle 3: Statuswerte CPC vom MPSS DDN

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	10,0	37,0	ok					Full					
Ist-Wert CPC MPSS	ok	ok	ok	ok					Full					
Ist-Wert Prüf-CPC	38,9	22,0	40,0	37,6	98,8	76,5	2,4	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 kein Eingriff in das Messsystem.

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

Datenvalidierung:
Eine Streichung der Daten N2, N3 … im Zeitraum von FEB 2016 bis APR 2016 ist nicht erforderlich.

Tabelle 4: Hochspannung des MPSS DDN

12.5 kV – Hochspannungsversorgung:

Prüfpunkt	**Ist-Wert (Ausgangs-spannung)**	**Soll-Wert**		**Anforderung**	**Bewertung**	**korrigierter Wert**
		Eingangsspannung	**Ausgangsspannung**			
PP1 in V	4.90	0.004	5.00	25 %	erfüllt	
PP2 in V	99.70	0.080	100.00	10 %	erfüllt	
PP3 in V	1000.1	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	1.75	0.005	1.75	25 %	erfüllt	
PP2 in V	27.9	0.080	28.00	10 %	erfüllt	
PP3 in V	279.9	0.800	280.00	10 %	erfüllt	

2.2.4 Nulltest MPSS

Dauer: 04.04.2016, 10:45 – 04.04.2016, 11:00 MEZ
Bemerkung: Für den Dichtheitstest des MPSS DDN wurde ein Filter am Einlass der Verteilerstrecke im WCCAP-Labor 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	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Scan 2 MPSS	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
Prüf-CPC							
Scan 1	0.0						
Scan 2	0.0						
Scan 3	0.0						

3 Durchführung von drei Prüfungen

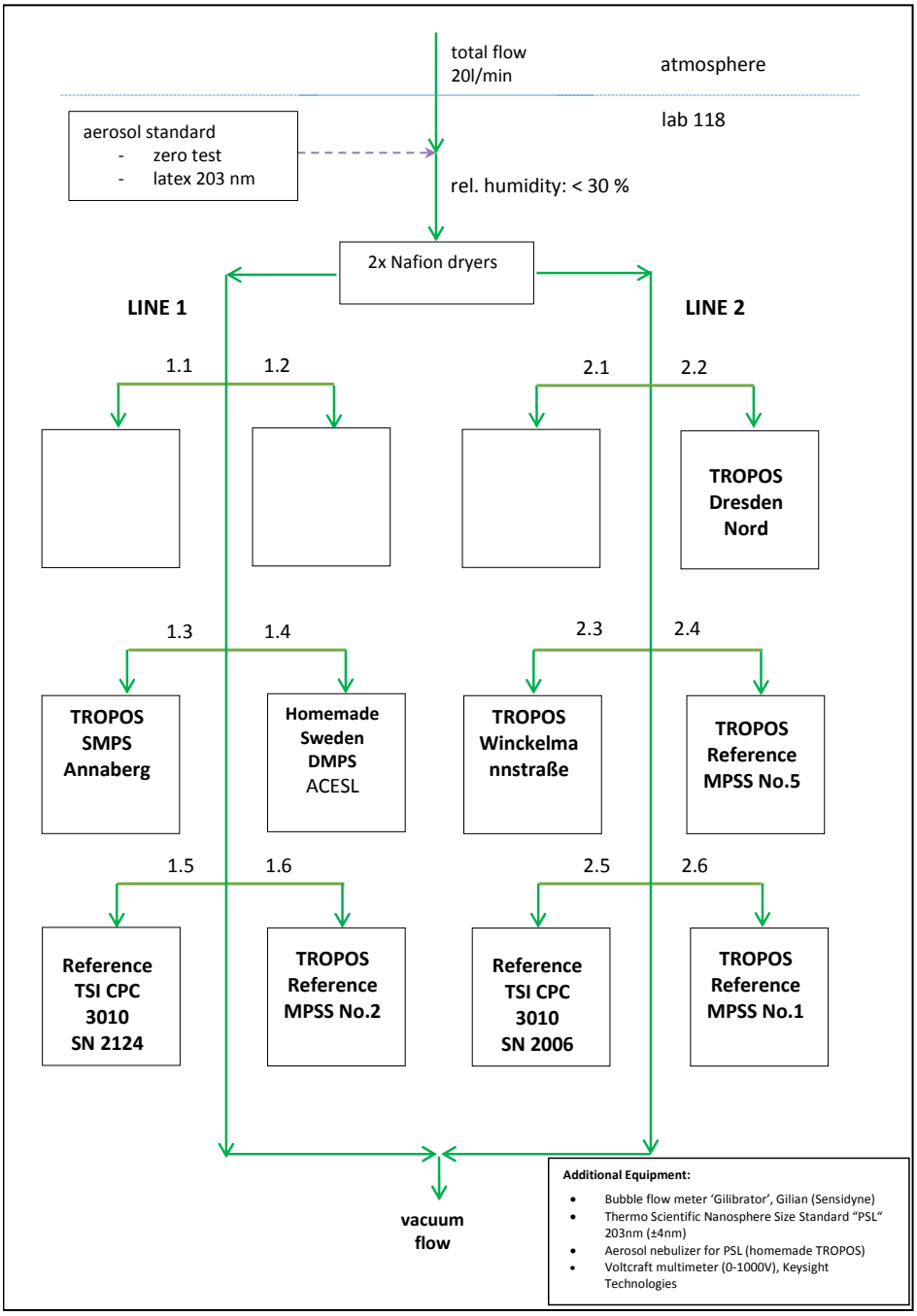
3.1 Prüfung der Partikelanzahlkonzentrationsbestimmung des Prüf-Partikelzählers

3.1.1 Durchführung

Zeitraum: 04.04.2016 – 05.04.2016

→ Auswertung der Bestimmung der Partikelanzahlkonzentration zwischen Prüf-Partikelzähler und Referenz-Gesamtpartikelzähler in reduzierter Außenluft

Laboratory setup



3.1.2 Anforderungen, Ergebnisse und Bewertung

Anforderungen: Anstieg 0,90 bis 1,10

R^2 gleich/größer 1,10

Die Prüfung ergab einen Minderbefund von 10% für die Bestimmung der Gesamtanzahlkonzentration des Prüf-CPC im Vergleich zum Referenz-CPC.

Die Abweichung war kleiner als die Unsicherheit des Prüfmittels.

Bewertung: Anforderung erfüllt

Handlungsempfehlung: keine

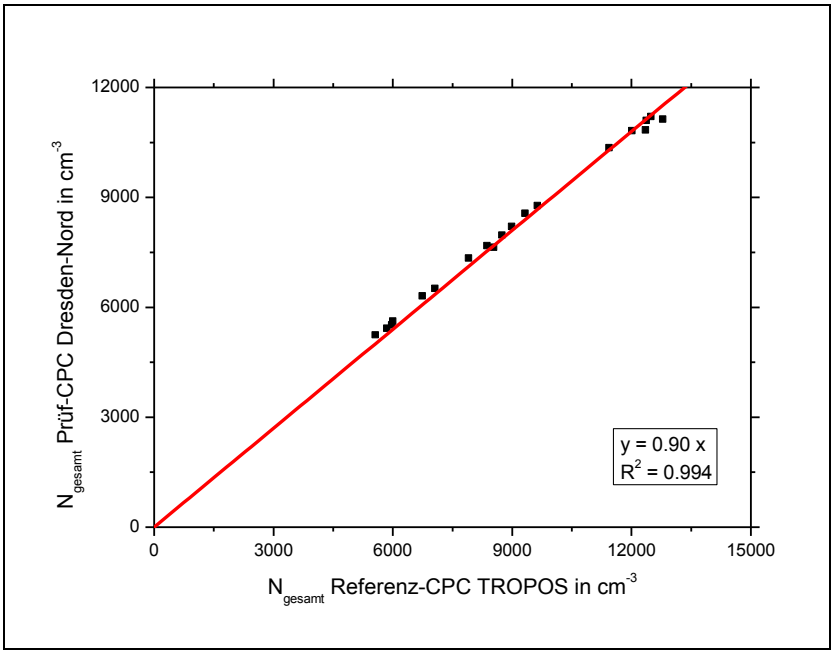


Abbildung 3: Lineare Regression der Gesamtanzahlkonzentrationen zwischen Prüf-Partikelzähler (SN 2342) und Referenz-Partikelzähler TROPOS (SN 2006) für einen Zeitraum des Eingangstests.

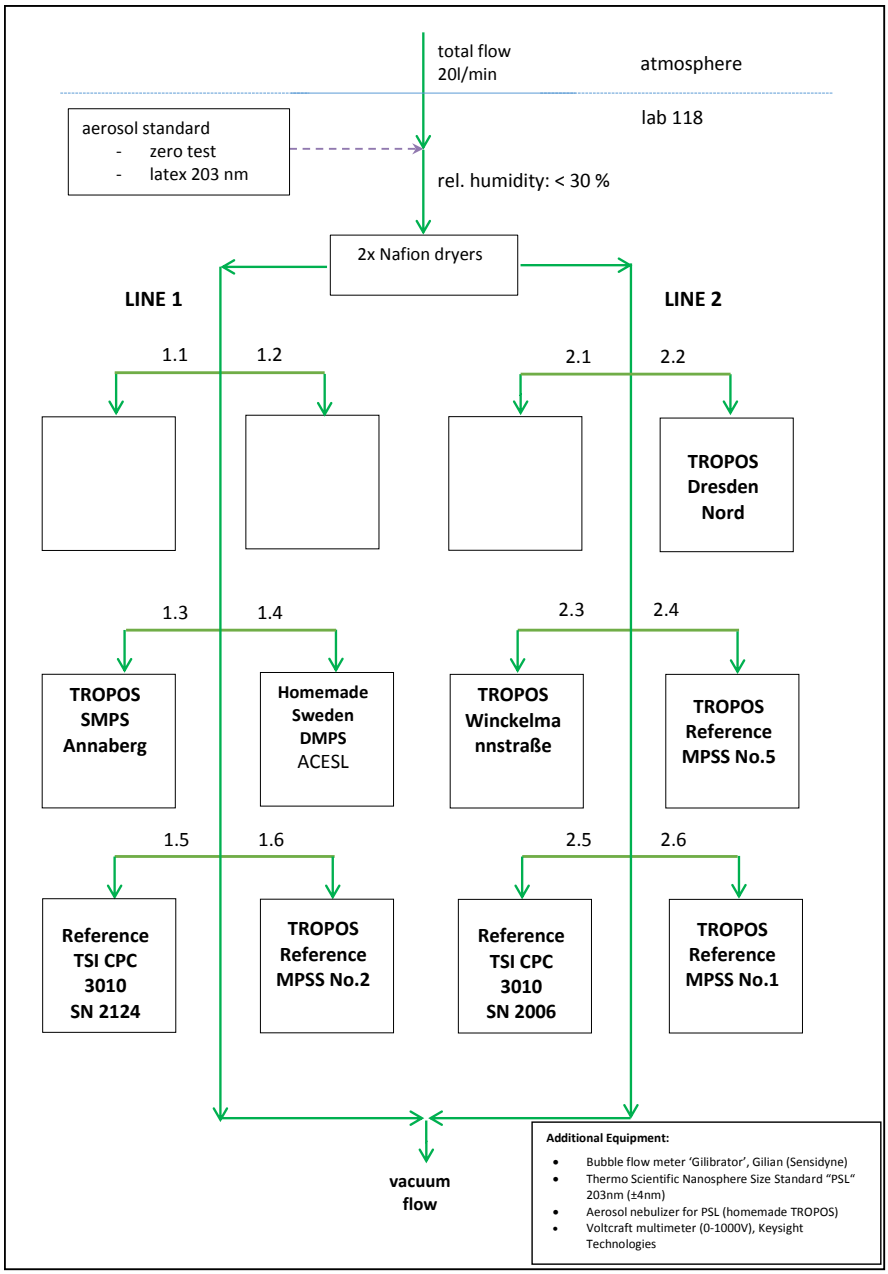
3.2 Prüfung der Partikelgrößenbestimmung des MPSS mit Latex-Standard

3.1.1 Durchführung

Zeitraum: 04.04.2016 12:30 – 04.04.2016 12:50

→ Skizze Versuchsanordnung mit Flussbild mit Flüssen

Laboratory setup



3.1.2 Anforderung, Ergebnisse und Bewertung

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

p = 991 hPa; T = 20°C
Die Prüfung ergab einen Modaldurchmesser (MPSS DDN): Do = 204.36 nm.
Die Abweichung in der Partikelgröße betrug plus 0.7 Prozent. Die Abweichung war kleiner als die Unsicherheit des Prüfmittels.

Bewertung: Die Anforderung wurde erfüllt.

Handlungsempfehlung: keine

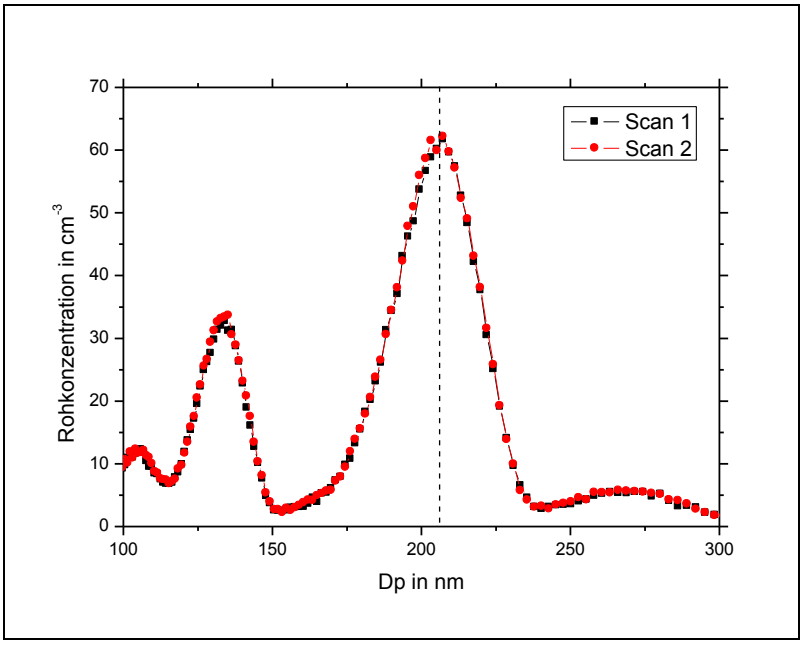


Abbildung 4: Rohkonzentrationsverteilung (in cm^{-3}) bei der Eingangsprüfung: Dargestellt sind zwei Latex 203 nm- Größenverteilungen (100-300 nm) für den Prüfling MPSS DDN.

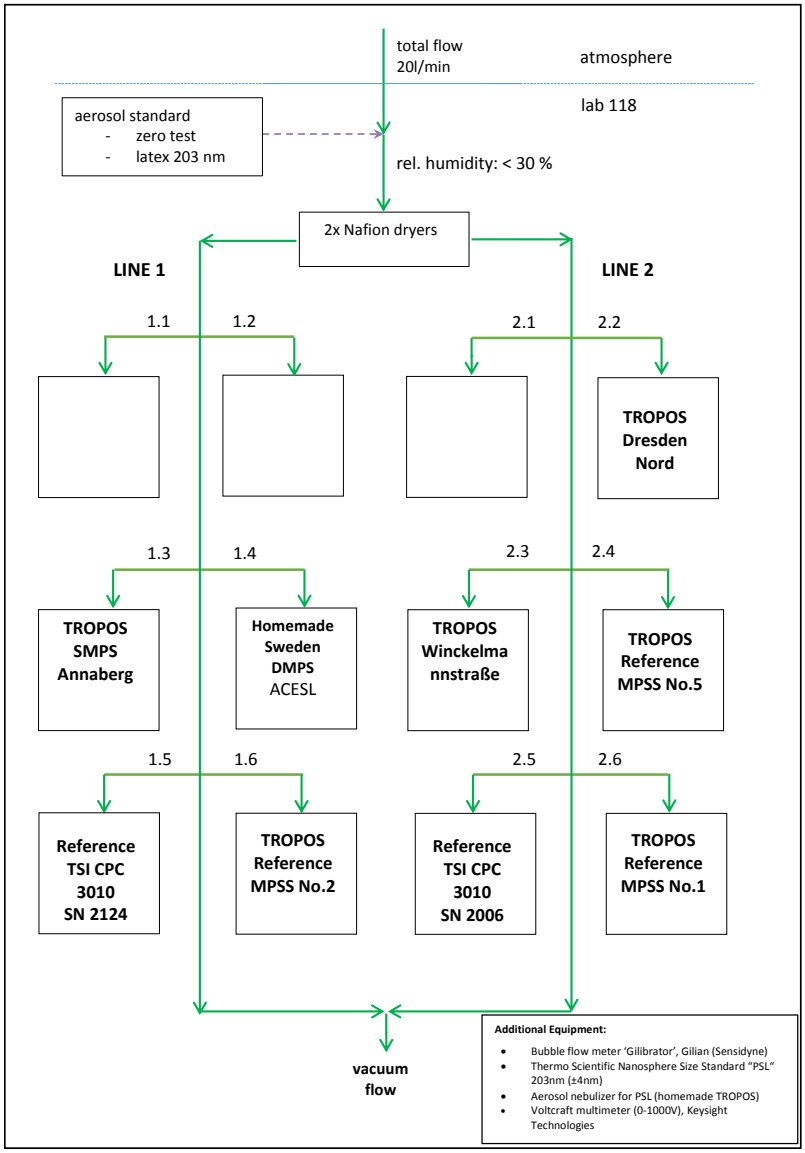
3.3 Prüfung der Bestimmung der Partikelgrößenverteilung des MPSS mit Außenluft

3.3.1 Durchführung

Zeitraum: 04.04.2016, 15:00 – 05.04.2016, 06:00

→ Skizze Versuchanordnung mit Flussbild mit Flüssen:

Laboratory setup



3.3.2 Anforderungen, Ergebnisse und Bewertung

Anforderungen: Zum Referenzgerät Ref. MPSS 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 6 im Zeitverlauf dargestellt. Das MPSS DDN erfüllte für sechs von sieben Komponenten die Anforderungen des Anstiegs (Tabelle 6).
Siehe auch Tabelle 8, Tabelle 8 sowie Abbildung 6.

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)	0.78	0.995	m nicht erfüllt	-
N3 (20-30nm)	0.90	0.997	erfüllt	-
N4 (30-50nm)	0.93	0.996	erfüllt	-
N5 (50-70nm)	0.94	0.999	erfüllt	-
N6 (70-100nm)	0.95	0.9991	erfüllt	-
N7 (100-200nm)	0.95	0.9997	erfüllt	-
N8 (200-800nm)	0.96	0.9996	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	Mittelwert	Stabw	Mittelwert	Stabw
			Referenz	*Referenz*	*DD-Nord*	*DD-Nord*
N2 (10-20 nm)	0.78	0.995	686	644	548	484
N3 (20-30 nm)	0.9	0.997	994	564	895	503
N4 (30-50 nm)	0.93	0.996	1503	582	1402	517
N5 (50-70 nm)	0.94	0.999	1078	481	1017	448
N6 (70-100 nm)	0.95	0.9991	1168	465	1106	436
N7 (100-200 nm)	0.95	0.9997	1812	645	1731	614
N8 (200-800 nm)	0.96	0.9996	631	230	607	219

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

Komponente	Mittelwert	75-Perzentil	Median	25-Perzentil
N2 (10-20)	-20,1	-18,3	-19,8	-21,8
N3 (20-30)	-9,9	-10,2	-8,8	-6,9
N4 (30-50)	-6,7	-7,0	-5,3	-5,1
N5 (50-70)	-5,6	-5,4	-4,6	-4,6
N6 (70-100)	-5,3	-5,1	-4,1	-5,5
N7 (100-200)	-4,5	-4,3	-4,2	-4,7
N8 (200-800)	-3,8	-4,7	-4,1	-2,2

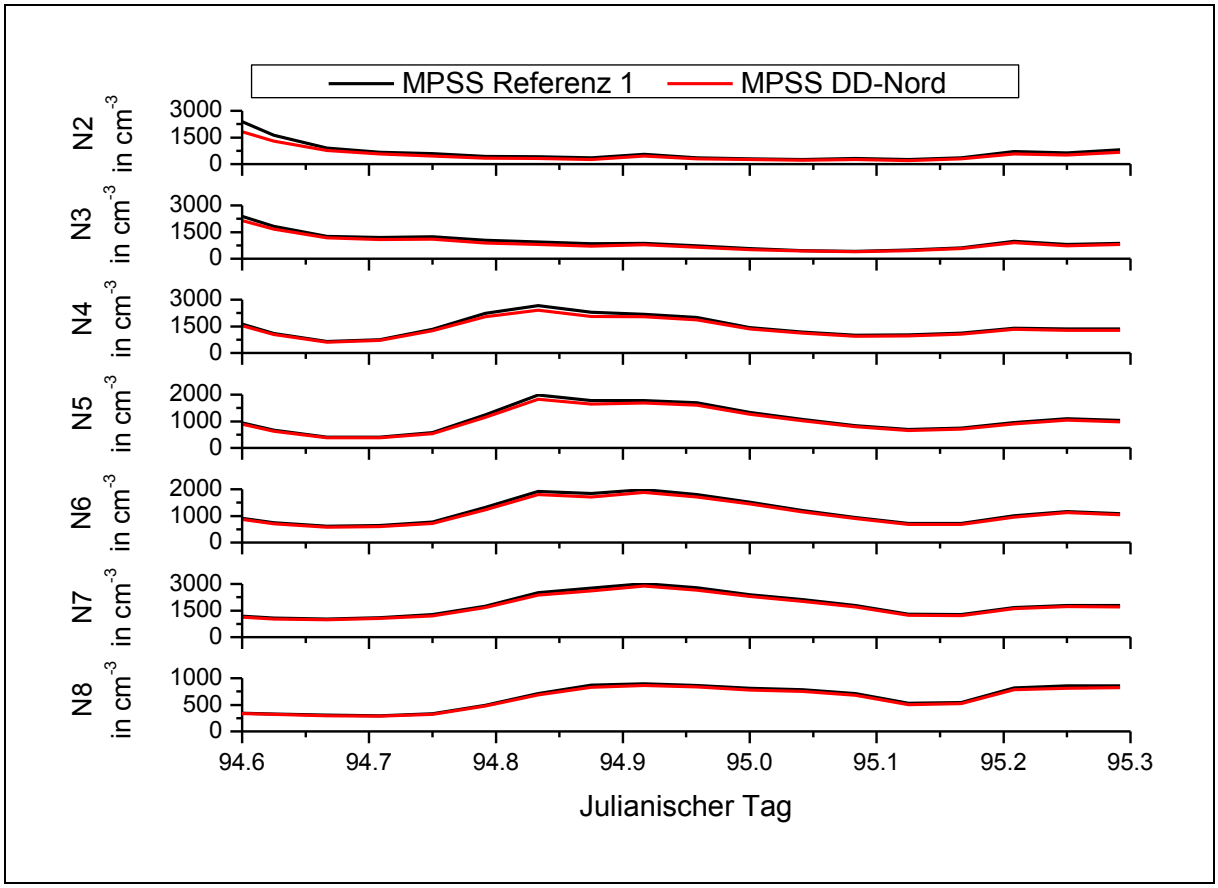


Abbildung 5: Zeitreihe der integrierten Gesamtpartikelanzahl für 7 Größenklassen (N2-N8), Stundenmittelwerte für einen Zeitraum des Eingangstests: Vergleich von Referenzinstrument (Ref. MPSS Nr. 1) und Prüfling (MPSS Dresden-Nord) für Außenluft (Zeitraum: 04.04.2016, 15:00 – 05.04.2016, 08:00); verfügbar waren 5-Minutenwerte.

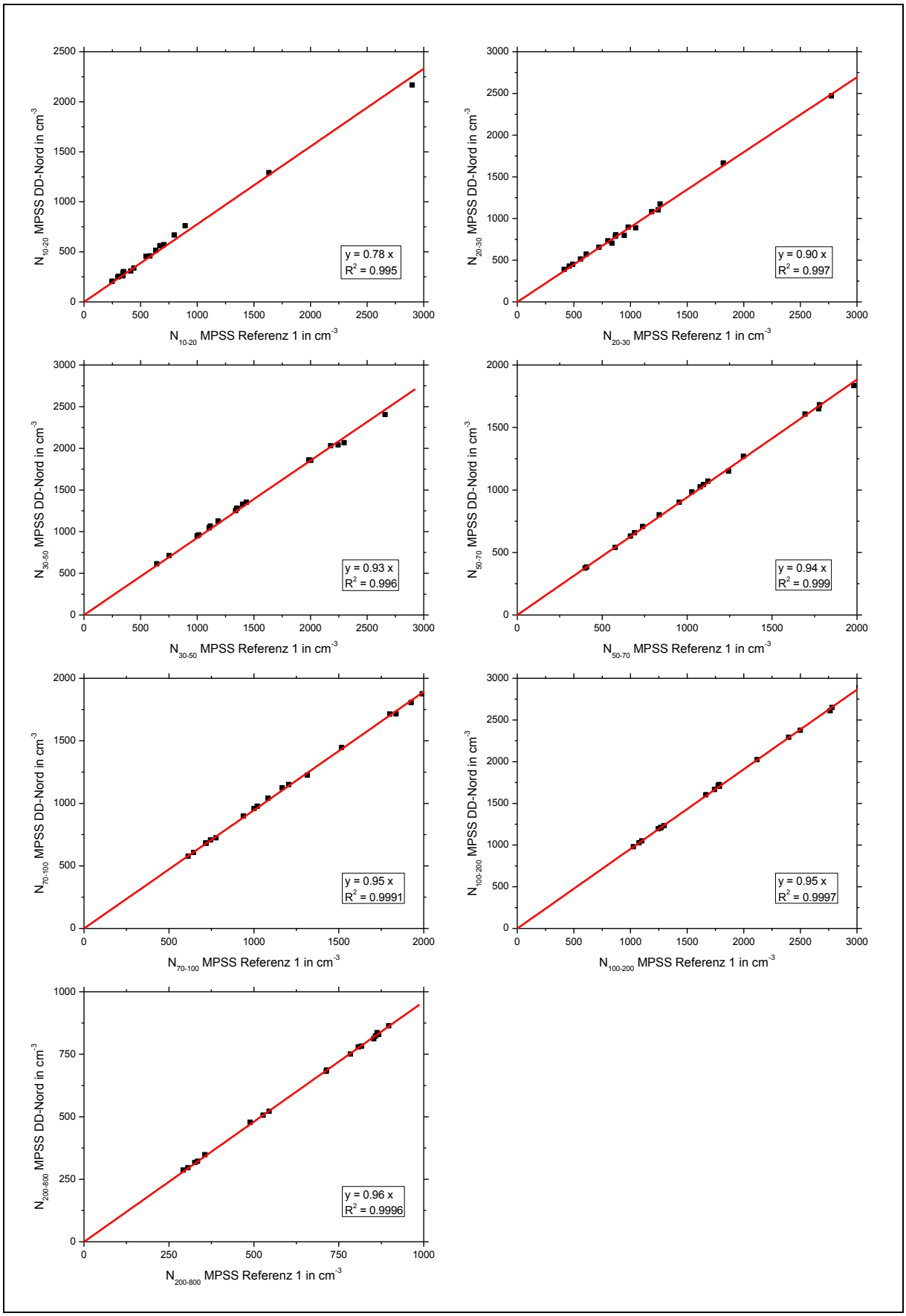


Abbildung 6: Regressionsgeraden zwischen Referenzinstrument (Ref. MPSS Nr. 1) und Prüfling (MPSS DD-Nord) für Außenluft (Zeitraum des Eingangstests: 04.04.2016, 15:00 – 05.04.2016, 08:00) für die 7 Größenklassen N2-N8, Stundenmittelwerte (verfügbar waren 5-Minutenwerte).

4 Zusammenfassung

Vergleich der Partikelgrößenverteilung:

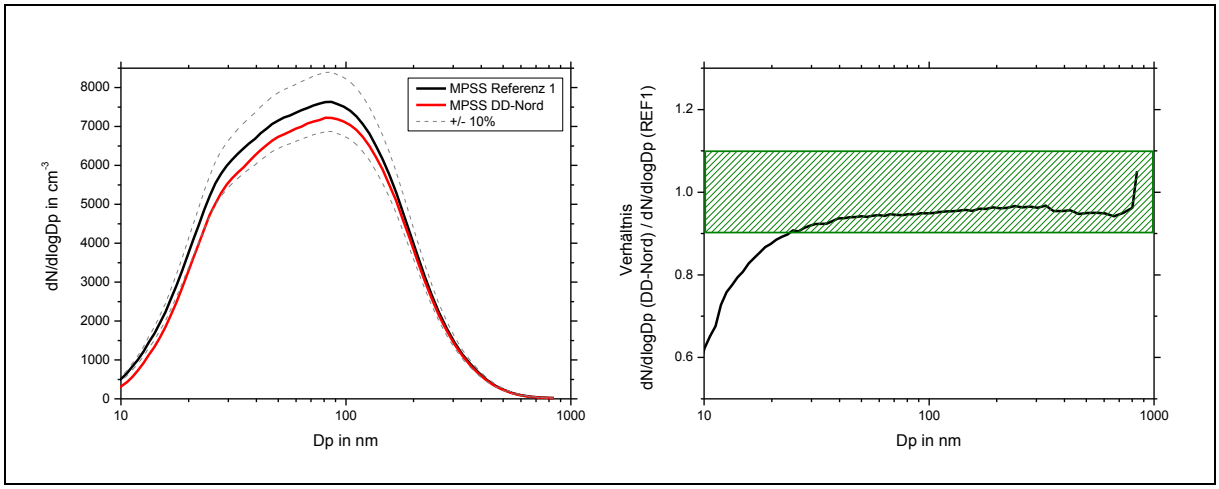


Abbildung 7: Vergleich der Partikelgrößenverteilung zwischen Referenzinstrument (Ref. MPSS Nr. 1) und Prüfling (MPSS Dresden-Nord) sowie das Verhältnis beider Partikelgrößenverteilung (rechtes Bild) für Außenluft für den Zeitraum des Eingangstests: 04.04.2016, 15:00 – 05.04.2016, 08:00 (verfügbar waren 5-Minutenwerte).

Zeitreihe

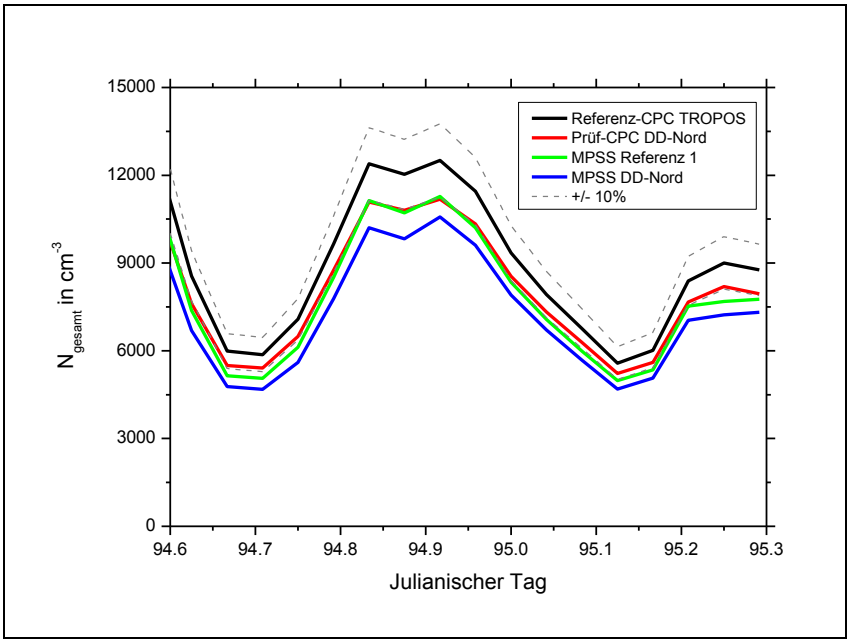


Abbildung 8: Zeitreihe der integrierten Anzahlkonzentration für die Instrumente Referenz-Partikelzähler TROPOS, Referenzgrößenspektrometer (Nr. 1) sowie die Prüflinge MPSS DD-Nord und Prüf-Partikelzähler DD-Nord für den Zeitraum 04.04.2016, 15:00 – 05.04.2016, 08:00; Stundenmittelwerte. Die zulässige Abweichung von +/- 10 Prozent zum Referenzzähler ist in grau dargestellt.

Linear Regression

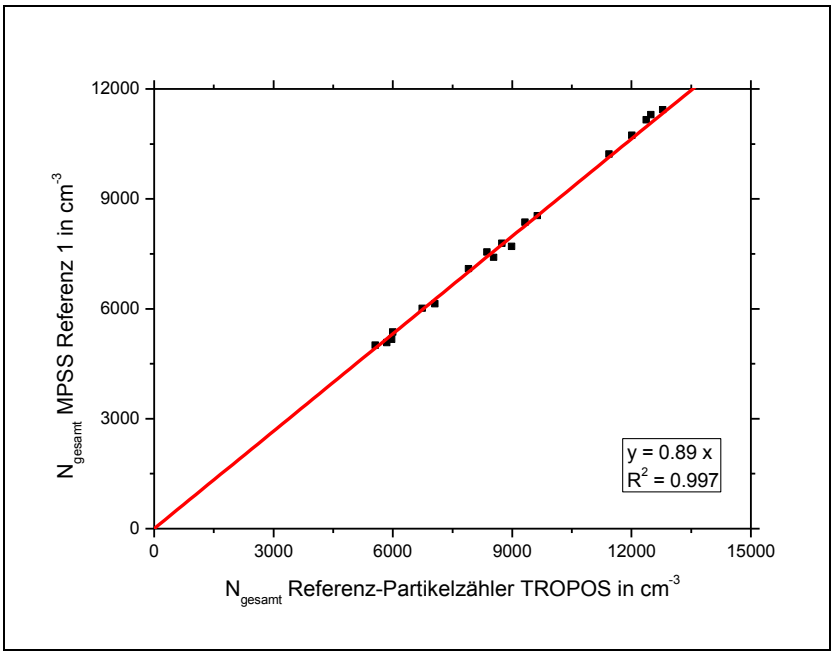


Abbildung 9: Lineare Regression zwischen Referenz-Partikelzähler TROPOS und Referenzgrößenspektrometer (Nr. 1) für den Zeitraum 04.04.2016, 15:00 – 05.04.2016, 08:00; Stundenmittelwerte.

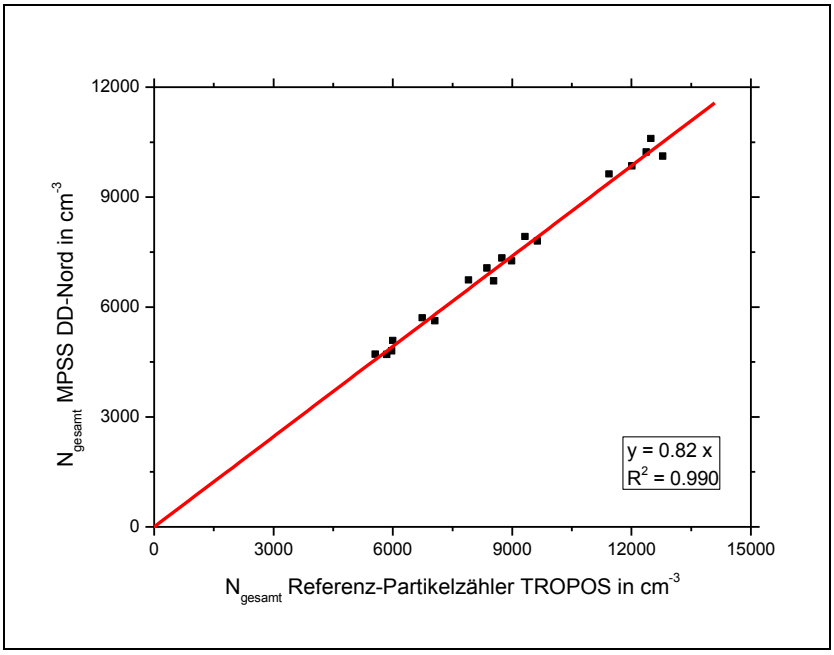


Abbildung 10: Lineare Regression zwischen Referenz-Partikelzähler TROPOS und Prüfling MPSS DD-Nord für den Zeitraum 04.04.2016, 15:00 – 05.04.2016, 08:00; Stundenmittelwerte.

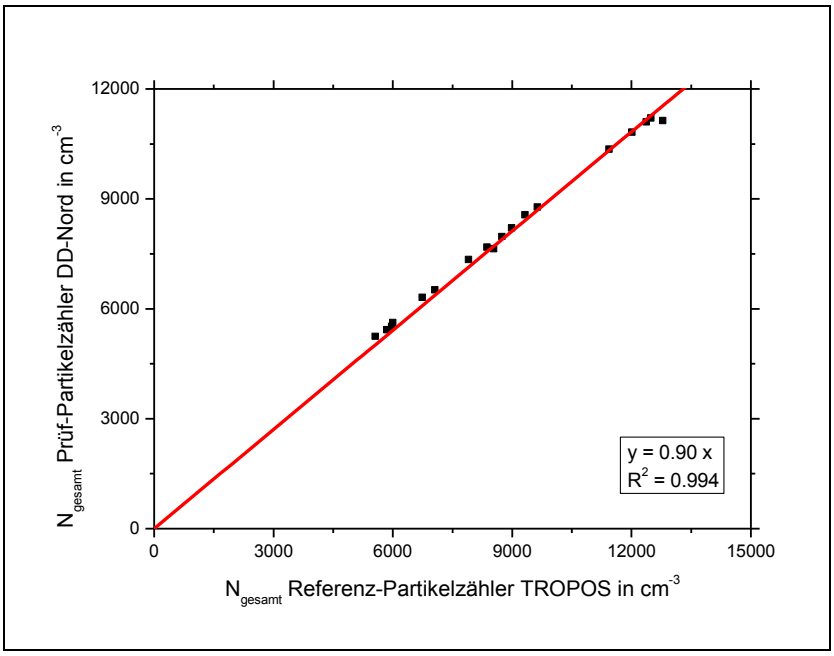


Abbildung 11: Lineare Regression zwischen Referenz-Partikelzähler und Prüf-CPC DD-Nord für den Zeitraum 04.04.2016, 15:00 – 05.04.2016, 08:00; Stundenmittelwerte.

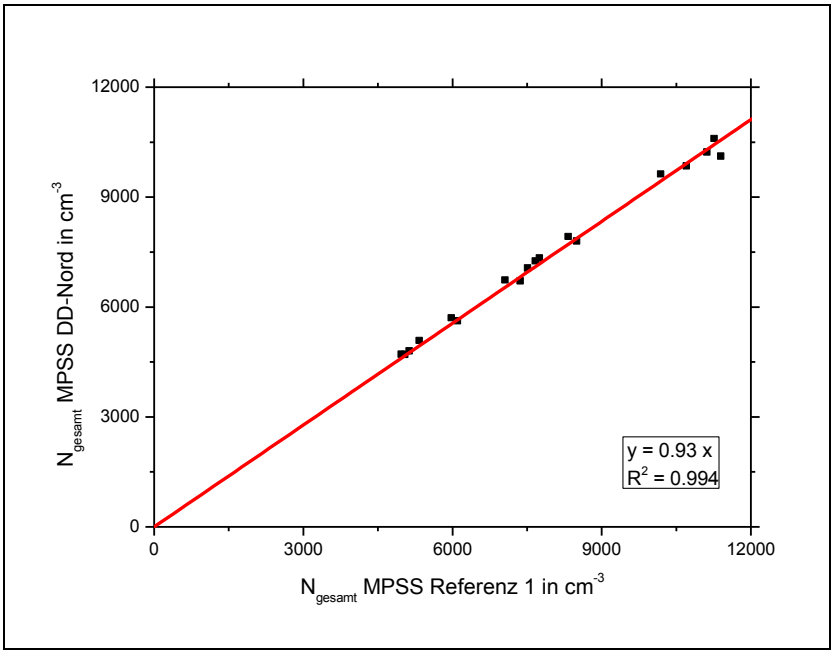


Abbildung 12: Lineare Regression zwischen MPSS Referenz 1 und Prüfling MPSS DD-Nord für den Zeitraum 04.04.2016, 15:00 – 05.04.2016, 08:00; Stundenmittelwerte.

5 Jahreswartung MPSS DD-Nord (Reinigung und Wartung der Komponenten) sowie abschließender Vergleich der Partikelgrößenspektrometer

5.1 Dokumentation der Komponentenprüfung im WCCAP-Labor

Reinigung der Differentiellen Mobilitätsanalysatoren (07.04.2016 10:00)

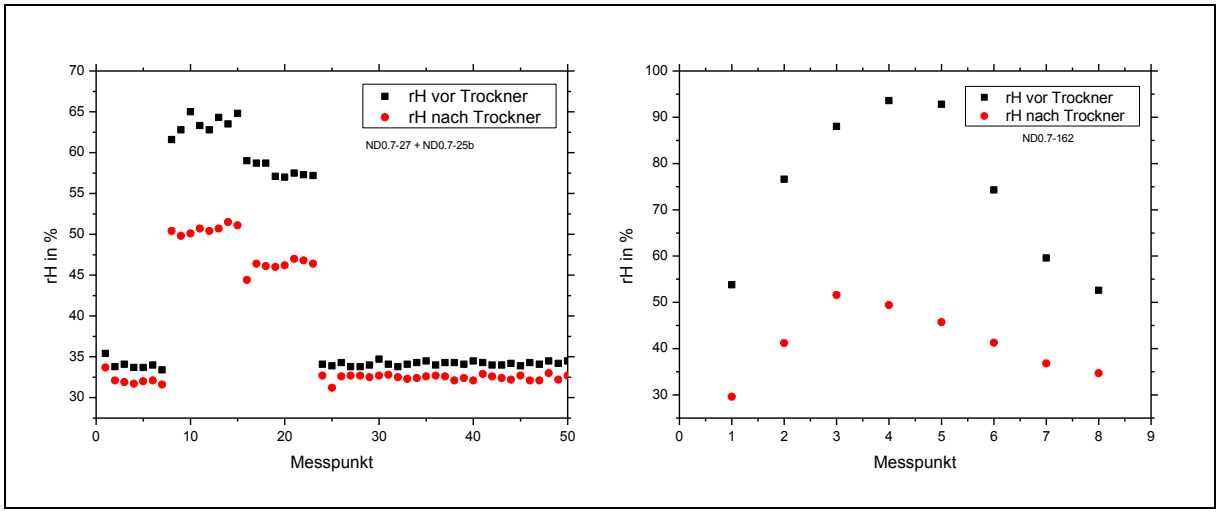
- Verschmutzungsgrad gering
- Keine Beanstandungen

Abbildung 13: Reinigung des Differentiellen Mobilitätsanalysators im WCCAP-Labor des TROPOS Leipzig.

Abbildung 14: Reinigung des Ultrafeinen Differentiellen Mobilitätsanalysators im WCCAP-Labor des TROPOS Leipzig.

Überprüfung Nafiontrockner:

- Nafiontrockner Schleierluft ND0.7-42 RH- und Leck-Test nicht bestanden, keine Trocknung mehr; neuer Trockner für die Schleierluft des DMA: ND0.7-21b
- Doppeltrockner Schleierluft UDMA ND0.7-27 und ND0.7-25b RH-Test und Leck-Test bestanden, 0P/5min
- Einlasstrockner ND0.7-162 RH-und Leck-Test bestanden, 3P/10 min



Reinigung der Diffusionsgitter:

- 06.04.2016 13 Uhr; 30 Stück im Ultraschallbad gereinigt
- Einheitlich werden an allen Stationen 25 Stück eingebaut

Überprüfung der Filter des MPSS Dresden-Nord:

Überprüfung Filter des MPSS	Counts in 5 min	Bewertung
Filter SheathAir DMA	1	ok
Filter ExcessAir DMA	2	ok
Filter SheathAir UDMA	1	ok
Filter ExcessAir UDMA	2	ok
Filter Funktionskontrolle	2	ok

Einbau eines Atomizers zur Automatischen Größenbestimmung mit PSL

- Erfolgte ebenso am 06.04.2016
- LabView-Programm erneuert, LV 2015, Software 6.6
- Dabei werden nun im Rahmen der Funktionskontrolle automatisch PSL-Messungen durchgeführt

Zeit	Test / Kalibrierung	Bemerkungen
01:00	*Start von PSL-Messungen*	dazu wird der Scan-Bereich verändert Messungen werden zwischen 100 und 300 nm durchgeführt 3 Scans PSL, danach erfolgt die Abschaltung des Atomizers und anschließende Spülung mit Nullluft Prüf-CPC ist nicht hinzugeschalten
02:00	*Nullmessungen*	Bestimmung des Nullpunktverhaltens
03:00	*Diffusionsgittermessungen*	Messungen von reduziertem Außenluftaerosol Vergleich zum Prüf-CPC
05:00	*Außenluftmessungen*	Umschaltung der Kugelventile auf Außenluftmessungen Prüf-CPC bleibt hinzugeschalten
07:00	*Außenluftmessungen*	Prüf-CPC wird abgeschalten Messungen mit dem MPSS laufen normal weiter

5.2 Abschlussprüfung für MPSS und Prüf-CPC

5.2.1 Durchflüsse MPSS sowie Prüf-Partikelzähler

Dauer: 08.04.2016, 08:45 – 08.04.2016, 08:50

Ergebnis: Anforderungen erfüllt, keine Korrektur erforderlich
Schleierluft wird auf den Peak von PSL 203 nm kalibriert, deshalb keine Messung

Tabelle 9: Ergebnisse und Bewertung der Eingangsprüfung des MPSS DDW

Messungen der Flussraten	Einheit	Ist-Wert	Soll-Wert	Anforderung	Bewertung	Korrektur (neuer Ist-Wert)
Nebenflussrate für Aerosolverteiler	l/min	---	---	± 0.10	erfüllt	-
Aerosolflussrate gesamt	l/min	2.502	2.500	± 0.05	erfüllt	-
Flussrate des Prüf-CPCs	l/min	1.013	1.000	± 0.05	erfüllt	-
Flussrate der Schleierluft	l/min	---	4.789*	± 0.50	erfüllt	-
Flussrate Schleierlufttrocknung	l/min	---	Min 5.000	+3.00	erfüllt	-
Flussrate Trocknung Aerosol für MPSS	l/min	---	Min 1.500 Max 2.000		erfüllt	
Flussrate UCPC	l/min	1.493	1.500	± 0.05	erfüllt	-
Flussrate CPC	l/min	1.021	1.000		erfüllt	

* Wert der letzten TROPOS-Messung

5.2.2 Statuswerte CPC vom MPSS DD-Nord sowie Prüf-CPC

Ergebnis: Messung vom 08.04.2016
Alle Statuswerte in Ordnung, kein Eingreifen erforderlich

Tabelle 10: Statuswerte CPC vom MPSS DD-Nord

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	10,0	37,0	ok					Full					
Ist-Wert CPC MPSS	ok	ok	ok	ok					Full					
Ist-Wert Prüf-CPC	39,0	22,0	40,0	35,3	99,2	75,0	2,4	41	Full					
Bewertung	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok

5.2.3 Hochspannung MPSS

Ergebnis: Die Anforderungen wurden erfüllt.

Eingriff: Es erfolgte kein Eingriff in das Messsystem.

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

Datenvalidierung:
Eine Streichung der Daten N2, N3 … im Zeitraum von FEB 2016 bis APR 2016 ist nicht erforderlich.

Tabelle 11: Hochspannung des MPSS Dresden-Nord

12.5 kV – Hochspannungsversorgung:

Prüfpunkt	**Ist-Wert (Ausgangs-spannung)**	**Soll-Wert**		**Anforderung**	**Bewertung**	**korrigierter Wert**
		Eingangsspannung	**Ausgangsspannung**			
PP1 in V	5.05	0.004	5.00	25 %	erfüllt	
PP2 in V	99.80	0.080	100.00	10 %	erfüllt	
PP3 in V	1000.5	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	1.50	0.004	1.50	25 %	erfüllt	
PP2 in V	28.0	0.080	28.00	10 %	erfüllt	
PP3 in V	279.9	0.800	280.00	10 %	erfüllt	

5.2.4 Nulltest MPSS

Dauer: 08.04.2016, 09:55 – 08.04.2016, 10:10 MEZ
Bemerkung: Für den Dichtheitstest des MPSS DD-Nord wurde ein Filter am Einlass der Verteilerstrecke im WCCAP-Labor 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 12: Integrierte Gesamtpartikelanzahl (in cm^{-3}) beim Nulltest

	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8
Scan 1 MPSS	1.0	1.5	1.7	0.3	0.0	0.3	0.3
Scan 2 MPSS	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
Scan 3 MPSS	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Prüf-CPC							
Scan 1	0.0						
Scan 2	0.0						
Scan 3	0.0						

6 Durchführung von zwei Prüfungen

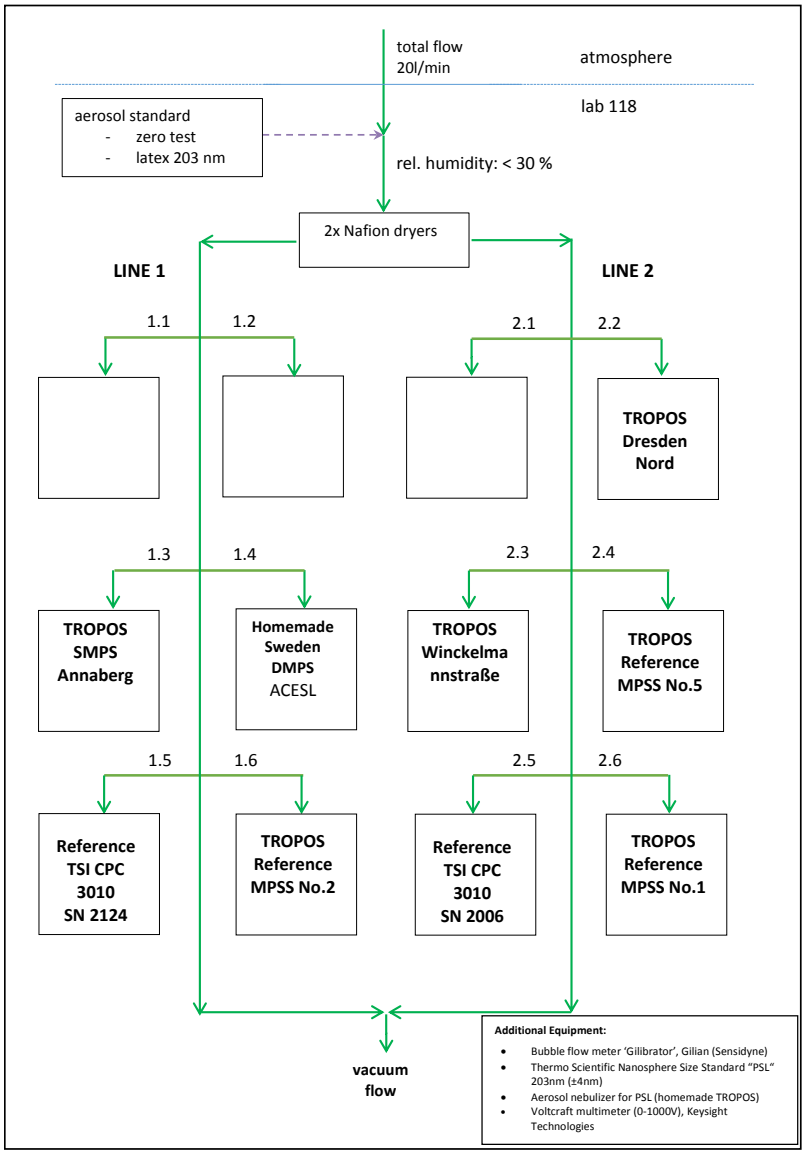
6.1 Prüfung der Partikelgrößenbestimmung des MPSS mit Latex-Standard

6.1.1 Durchführung

Zeitraum: 08.04.2016 09:00 – 08.04.2016 09:50

→ Skizze Versuchsanordnung mit Flussbild mit Flüssen

Laboratory setup



6.1.2 Anforderung, Ergebnisse und Bewertung

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

p = 1000 hPa; T = 20°C
Die Prüfung ergab einen Modaldurchmesser (MPSS DD-Nord): Do = 202.73 nm.
Die Abweichung in der Partikelgröße betrug minus 0.1 Prozent. Die Abweichung war kleiner als die Unsicherheit des Prüfmittels.

Bewertung: Die Anforderung wurde erfüllt.

Handlungsempfehlung: keine

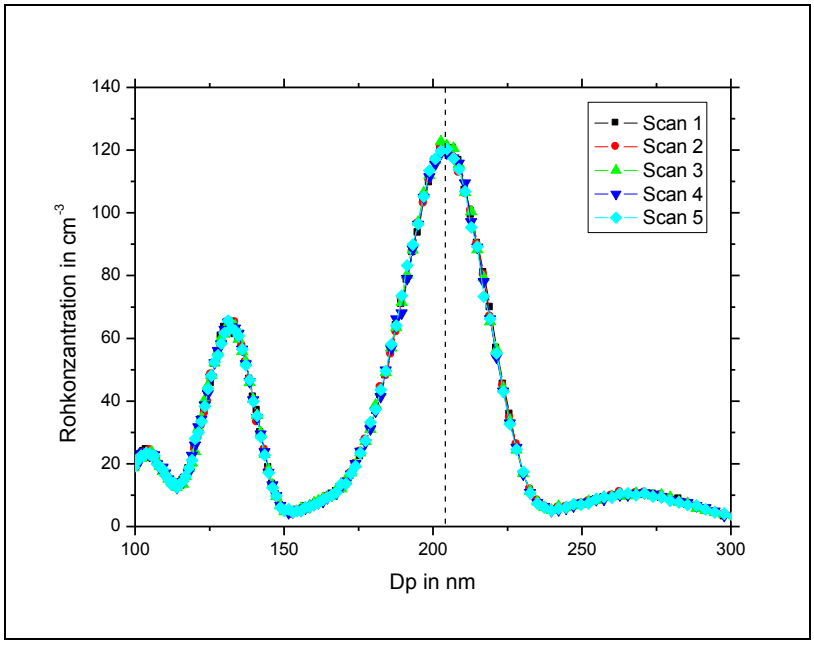


Abbildung 15: Rohkonzentrationsverteilung (in cm^{-3}) bei der Eingangsprüfung: Dargestellt sind fünf Latex 203 nm- Größenverteilungen (100-300 nm) für den Prüfling MPSS DD-Nord

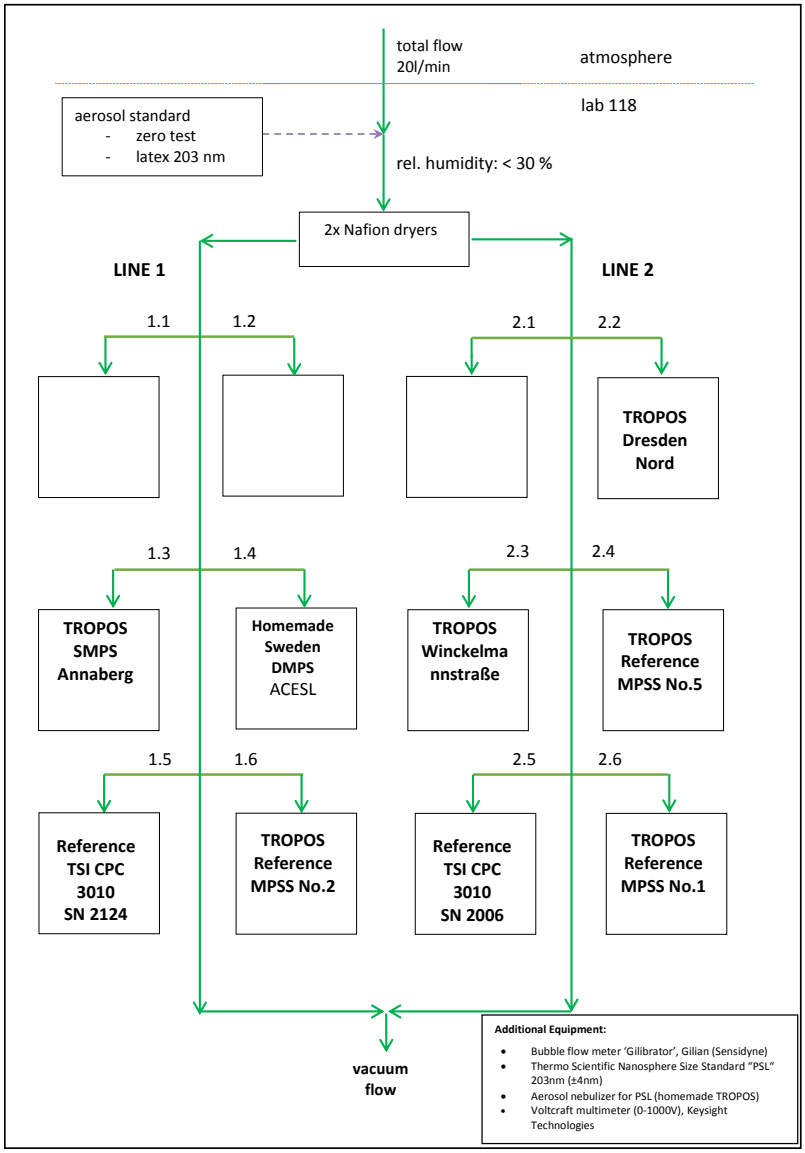
6.2 Prüfung der Bestimmung der Partikelgrößenverteilung des MPSS mit Außenluft

6.2.1 Durchführung

Zeitraum: 08.04.2016, 12:00 – 13.04.2016, 08:00

→ Skizze Versuchanordnung mit Flussbild mit Flüssen:

Laboratory setup



6.2.2 Anforderungen, Ergebnisse und Bewertung

Anforderungen: Zum Referenzgerät Ref. MPSS 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 15 im Zeitverlauf dargestellt. Das MPSS DD-Nord erfüllte für sechs von sieben Komponenten die Anforderungen des Anstiegs (13).
Siehe auch Tabelle 14, Tabelle 15 sowie Abbildung 16.

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

Handlungsempfehlung:
keine

Tabelle 13: Abweichungen der Komponenten N0 bis N8

Komponente	m	R^2	Bewertung	Korrekturvorschlag
N0 (3-5nm)	-	-	-	-
N1 (5-10nm)	-	-	-	-
N2 (10-20nm)	0.82	0.983	m nicht erfüllt	-
N3 (20-30nm)	0.91	0.981	erfüllt	-
N4 (30-50nm)	0.90	0.988	erfüllt	-
N5 (50-70nm)	0.92	0.997	erfüllt	-
N6 (70-100nm)	0.95	0.999	erfüllt	-
N7 (100-200nm)	0.96	0.999	erfüllt	-
N8 (200-800nm)	0.97	0.999	erfüllt	-

Tabelle 14: 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	Mittelwert	Stabw	Mittelwert	Stabw
			Referenz	*Referenz*	*DD-Nord*	*DD-Nord*
N2 (10-20 nm)	0.82	0.983	294	359	245	296
N3 (20-30 nm)	0.91	0.981	394	323	357	297
N4 (30-50 nm)	0.9	0.988	761	509	698	444
N5 (50-70 nm)	0.92	0.997	609	478	570	432
N6 (70-100 nm)	0.95	0.999	587	462	559	436
N7 (100-200 nm)	0.96	0.999	750	408	718	392
N8 (200-800 nm)	0.97	0.999	351	122	340	116

Tabelle 15: Prozentuale Abweichung des SMPS für Mittelwert, 75-Perzentil, Median und 25-Perzentil

Komponente	Mittelwert	75-Perzentil	Median	25-Perzentil
N2 (10-20)	-16,6	-15,2	-12,9	-13,8
N3 (20-30)	-9,3	-12,9	-1,6	-10,8
N4 (30-50)	-8,2	-8,0	-5,8	-6,3
N5 (50-70)	-6,4	-5,5	-8,7	-5,5
N6 (70-100)	-4,8	-4,4	-3,8	-2,1
N7 (100-200)	-4,2	-4,2	-3,6	-5,5
N8 (200-800)	-3,1	-3,4	-2,7	-3,7

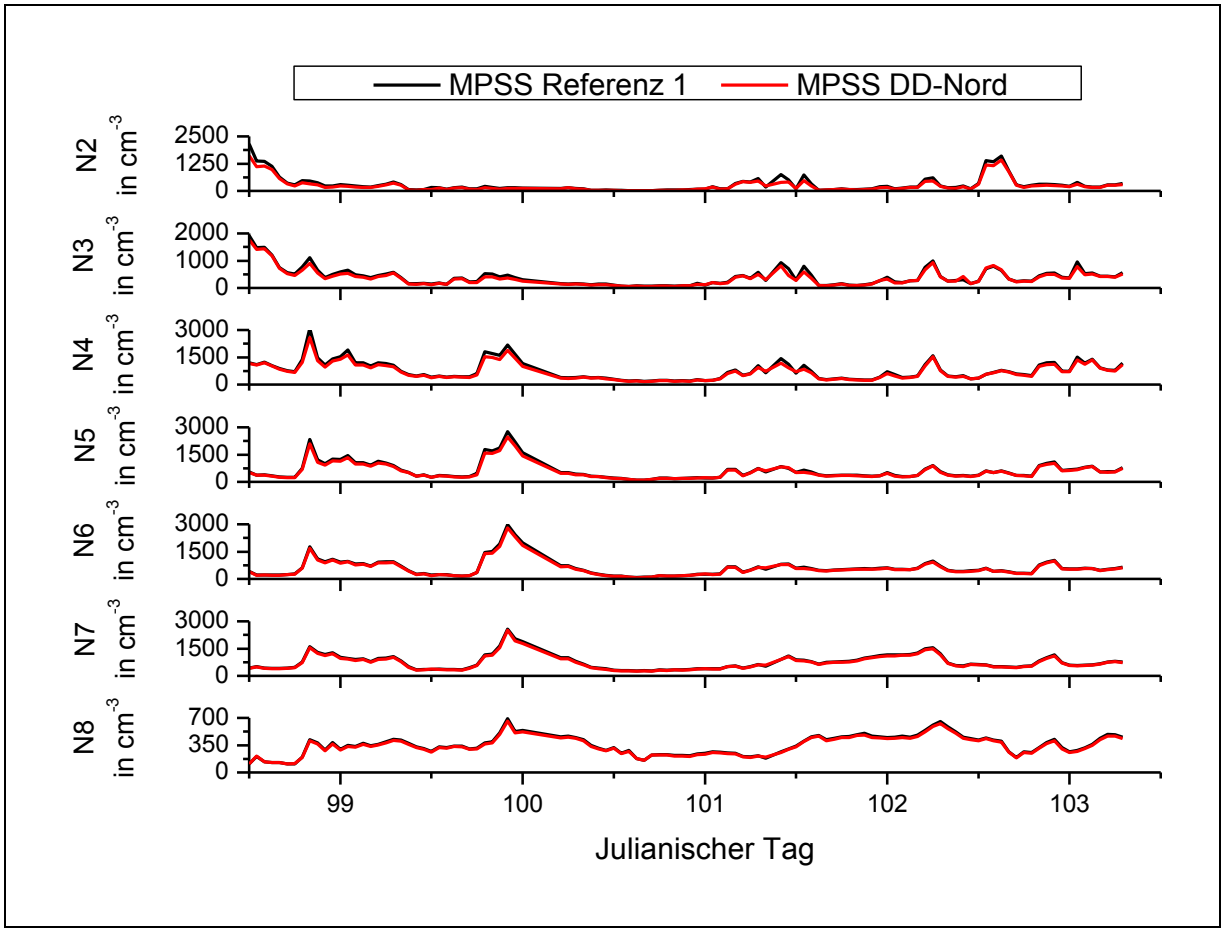


Abbildung 16: Zeitreihe der integrierten Gesamtpartikelanzahl für 7 Größenklassen (N2-N8), Stundenmittelwerte für einen Zeitraum von 4 Tagen: Vergleich von Referenzinstrument (Ref. MPSS Nr. 1) und Prüfling (MPSS DD-Nord) für Außenluft (Zeitraum: 08.04.2016, 12:00 – 13.04.2016, 08:00); verfügbar waren 5-Minutenwerte.

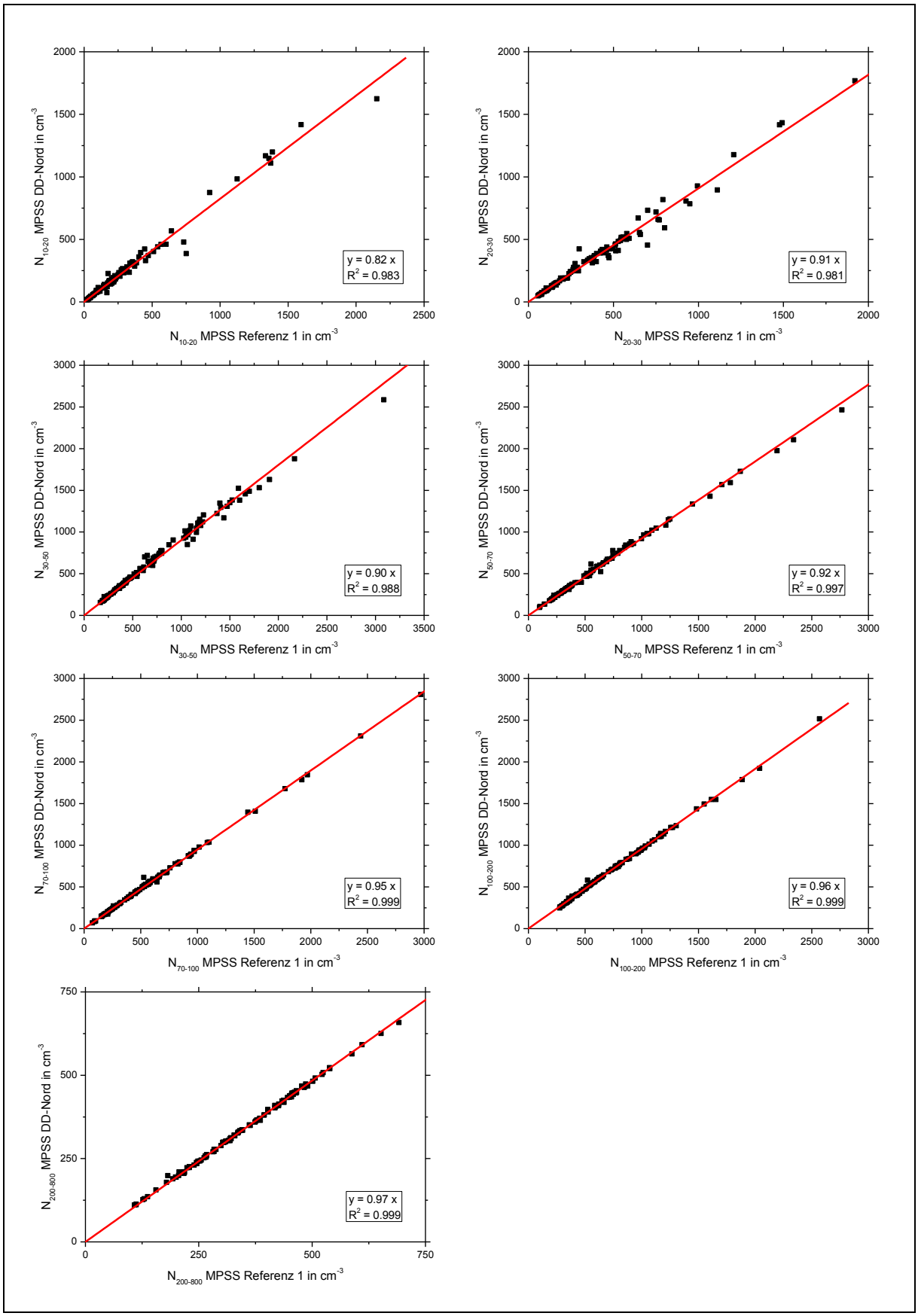


Abbildung 17: Regressionsgeraden zwischen Referenzinstrument (Ref. MPSS Nr. 1) und Prüfling (MPSS DD-Nord) für Außenluft (Zeitraum: 08.04.2016, 12:00 – 13.04.2016, 08:00) für die 7 Größenklassen N2-N8, Stundenmittelwerte (verfügbar waren 5-Minutenwerte).

7 Zusammenfassung

Vergleich der Partikelgrößenverteilung:

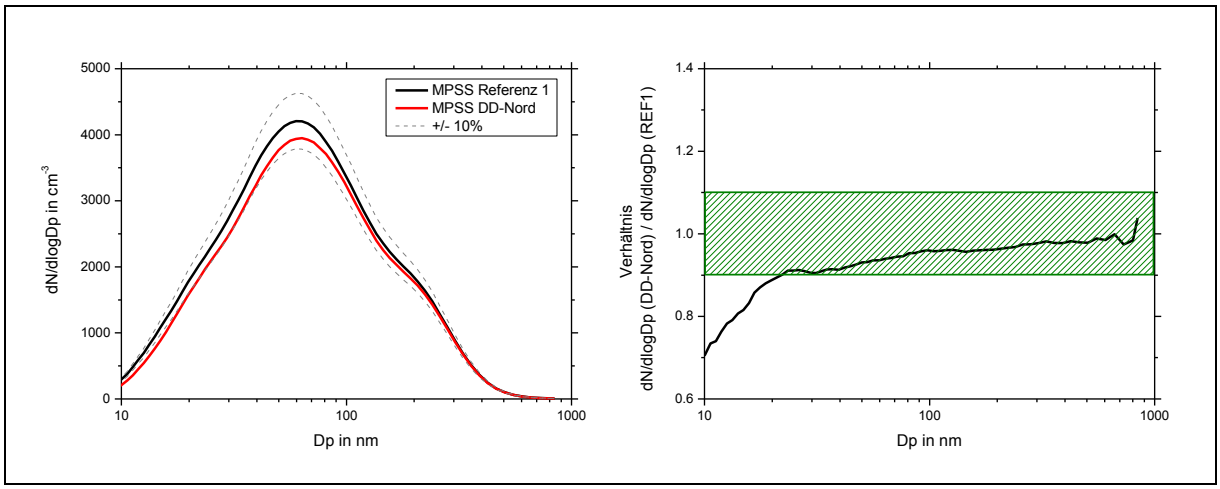


Abbildung 18: Vergleich der Partikelgrößenverteilung zwischen Referenzinstrument (Ref. MPSS Nr. 1) und Prüfling (MPSS DD-Nord) für Außenluft für den Zeitraum: 08.04.2016, 12:00 – 13.04.2016, 08:00 (verfügbar waren 5-Minutenwerte).

Zeitreihe

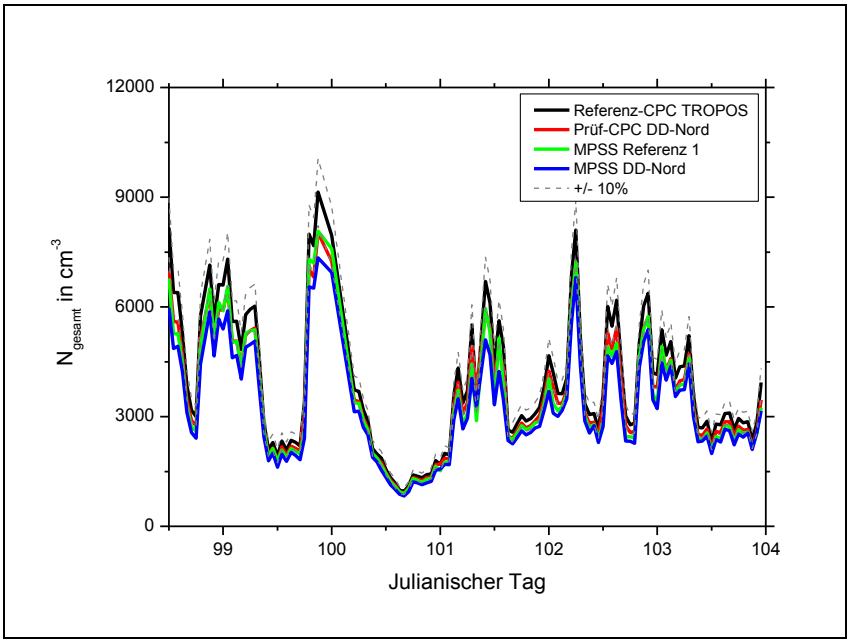


Abbildung 19: Zeitreihe der integrierten Anzahlkonzentration für die Instrumente Referenz-Partikelzähler TROPOS, Prüfpartikelzähler DD-Nord, Referenzgrößenspektrometer (Nr. 1) sowie des Prüflings MPSS DD-Nord für den Zeitraum 08.04.2016, 12:00 – 13.04.2016, 08:00; Stundenmittelwerte. Die zulässige Abweichung von +/- 10 Prozent zum Referenzzähler ist in grau dargestellt.

Linear Regression

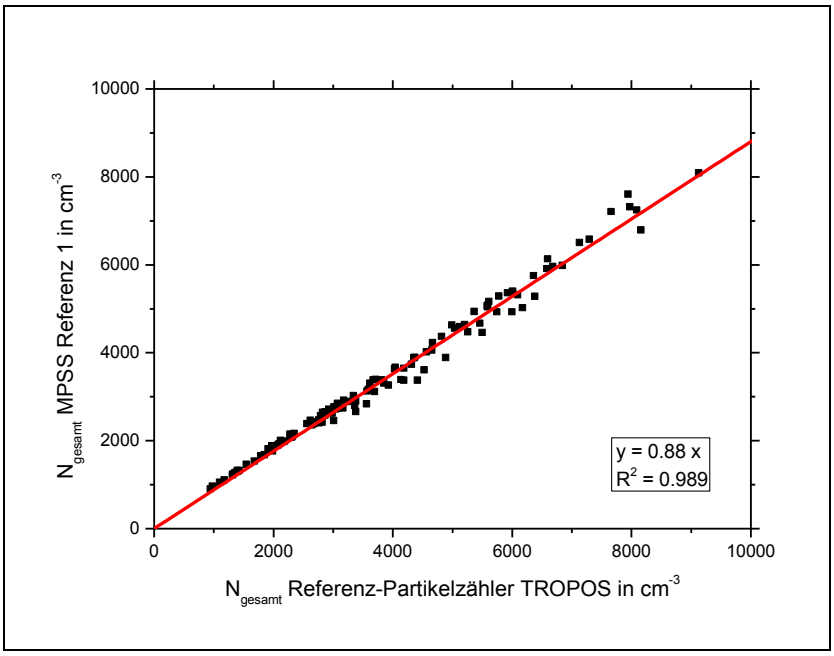


Abbildung 20: Lineare Regression zwischen Referenz-Partikelzähler TROPOS und Referenzgrößenspektrometer (Nr. 1) für den Zeitraum 08.04.2016, 12:00 – 13.04.2016, 08:00; Stundenmittelwerte.

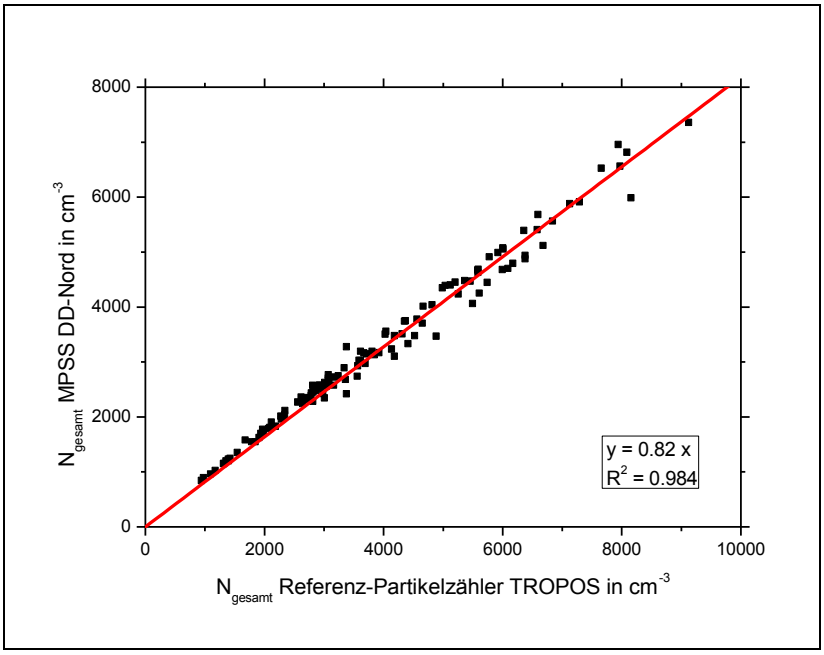


Abbildung 21: Lineare Regression zwischen Referenz-Partikelzähler TROPOS und Prüfling MPSS DD-Nord für den Zeitraum 08.04.2016, 12:00 – 13.04.2016, 08:00; Stundenmittelwerte.

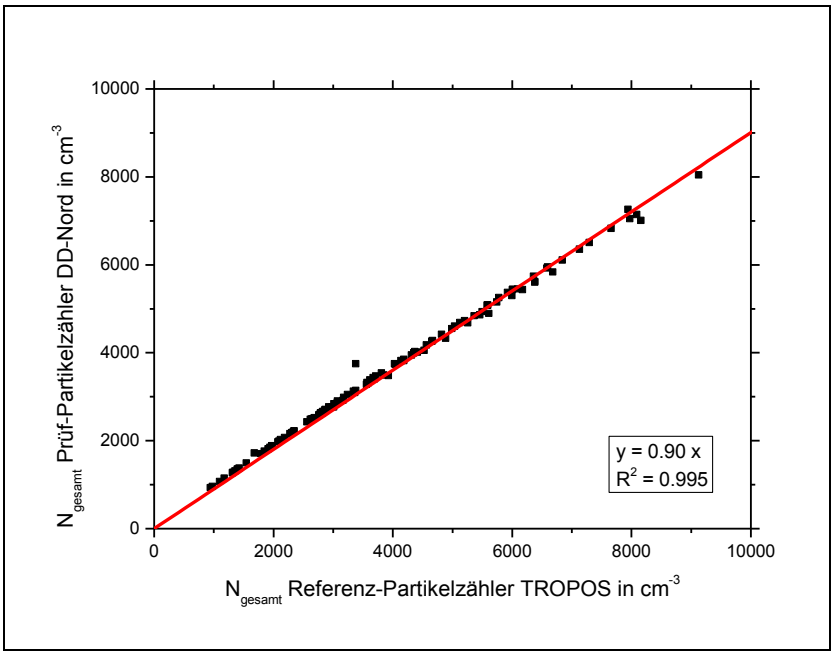


Abbildung 22: Lineare Regression zwischen Referenz-Partikelzähler und Prüf-CPC DD-Nord für den Zeitraum 08.04.2016, 12:00 – 13.04.2016, 08:00; Stundenmittelwerte.

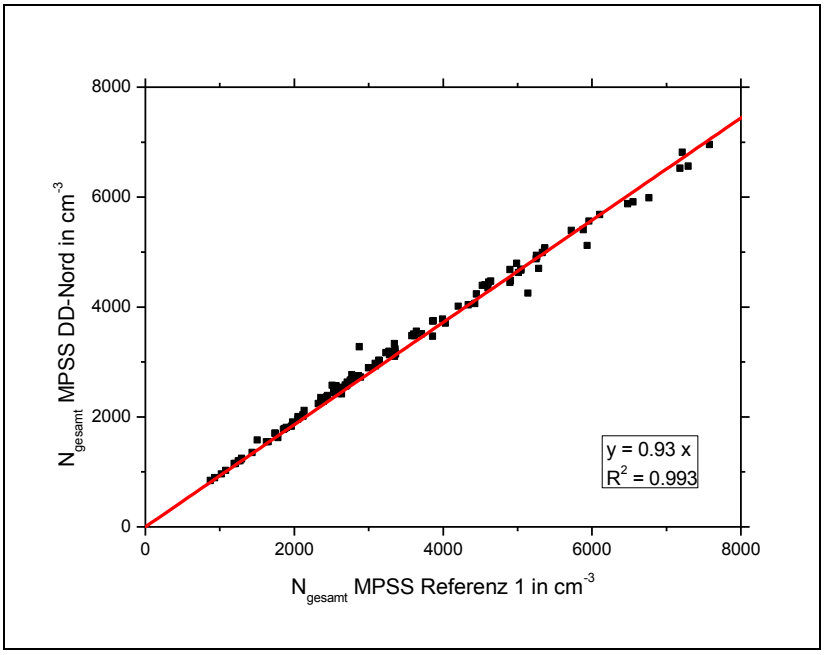


Abbildung 23: Lineare Regression zwischen MPSS Referenz 1 und Prüfling MPSS DD-Nord für den Zeitraum 08.04.2016, 12:00 – 13.04.2016, 08:00; Stundenmittelwerte.