

# TÜV RHEINLAND ENERGIE UND UMWELT GMBH



Bericht über die Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung 4500 MKIII der Firma Land Instruments International Ltd für die Komponente Staub

TÜV-Bericht Nr.: 936/21217693/A  
Köln, 21. März 2012

[www.umwelt-tuv.de](http://www.umwelt-tuv.de)



[luft@de.tuv.com](mailto:luft@de.tuv.com)

**Die TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH**  
ist mit der Abteilung Immissionsschutz für die Arbeitsgebiete:

- Bestimmung der Emissionen und Immissionen von Luftverunreinigungen und Geruchsstoffen,
- Überprüfung des ordnungsgemäßen Einbaus und der Funktion sowie Kalibrierung kontinuierlich arbeitender Emissionsmessgeräte einschließlich Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung.
- Eignungsprüfung von Messeinrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung der Emissionen und Immissionen sowie von elektronischen Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung

**nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert.**

Die Akkreditierung ist gültig bis 31-01-2013. DAkKS-Registriernummer: D-PL-11120-02-00.

Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichtes bedarf der schriftlichen Genehmigung.

**TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH**  
D- 51105 Köln, Am Grauen Stein, Tel: 0221 806-2756, Fax: 0221 806-1349

**Leerseite**

## Kurzfassung

Im Auftrag der Firma Land Instruments International Ltd führte die TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH die Ergänzungsprüfung zur Wartungsintervallverlängerung auf sechs Monate der Emissionsmesseinrichtung 4500 MKIII für die Komponente Staub entsprechend der Richtlinie DIN EN 15267-3 [2] durch.

Die Messeinrichtung wurde bereits für die genannte Komponente in den dokumentierten Messbereichen bekannt gegeben. Die Ergänzungsprüfung hatte das Ziel, das Wartungsintervall für die Messeinrichtung von drei Monate auf sechs Monate zu verlängern. Um dies zu erreichen, wurde die Messeinrichtung an der Feldmessstelle der Erstprüfung über einen Zeitraum von etwa 15 Monaten betrieben. Im Rahmen dieser Prüfung wurde der TÜV Rheinland, Bericht-Nr.: 936/21213182/A vom 31. März 2011 [9] und Bericht-Nr.: 936/21216966/A vom 15. September 2011 [10] diesbezüglich ergänzt. Insbesondere wurden im Kapitel 6 folgende Prüfpunkte aktualisiert bzw. neue Untersuchungsergebnisse dargestellt:

6c.4	[7.4	Wartungsintervall]	Seite 124
6c.5	[7.5	Nullpunkt- und Referenzpunktdrift]	Seite 126
6c.6	[7.6	Verfügbarkeit]	Seite 128
6d.1	[14	Messunsicherheit]	Seite 134

Die unverändert übernommenen Tabellen und Abbildungen der Erstprüfung [9] sind grau unterlegt.

Das Gerät wurde für den Einsatz an genehmigungsbedürftigen Anlagen und Anlagen der 27. BImSchV zur kontinuierlichen Emissionsüberwachung entwickelt.

Die Messeinrichtung 4500 MKIII ist eine Messeinrichtung die das Prinzip der Transmissionsmessung nutzt.

Der geprüfte Zertifizierungsbereich betrug:

Komponente	Messbereich
Staub	0 – 15 mg/m <sup>3</sup> $\hat{=}$ 0 - 0,2 Ext. (5 m Messweg)

Im Rahmen der manuellen Kalibrierung der Messeinrichtung ergab sich für die Messeinrichtung 4500 MKIII ein Messbereich von ca. 0 bis 15 mg/m<sup>3</sup> für die Transmissionsmessung im Messbereich 0 bis 0,2 Ext. bei 5 m Messweglänge. Bei der Eignungsprüfung wurden die Bedingungen der Mindestanforderungen erfüllt.

Im Rahmen der Untersuchungen wurden für die Messeinrichtung 4500 MK III die folgenden zusätzlichen Messbereiche untersucht:

<b>Komponente</b>	<b>Zusätzliche Messbereiche</b>	<b>Einheit</b>
Staub	0 – 0,1	Extinktion
Staub	0 – 0,4	Extinktion
Staub	0 – 1,2	Extinktion

Seitens der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH wird daher eine Veröffentlichung als eignungsgeprüfte Messeinrichtung zur laufenden Aufzeichnung der Emissionen von Staub für genehmigungsbedürftige Anlagen und Anlagen der 27. BImSchV vorgeschlagen.



Bericht über die Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung 4500 MKIII  
der Firma Land Instruments International Ltd für die Komponente  
Staub

<b>Geprüftes Gerät:</b>	4500 MKIII
<b>Hersteller:</b>	Land Instruments International Ltd, Dronfield, Großbritannien
<b>Prüfzeitraum:</b>	April 2010 bis März 2012
<b>Berichtsdatum:</b>	21. März 2012
<b>Berichtsnummer:</b>	936/21217693/A
<b>Bearbeiter:</b>	Guido Baum
<b>Fachlich Verantwortlicher:</b>	Dr. Peter Wilbring
<b>Berichtsumfang:</b>	Bericht: 139 Seiten Anhang ab Seite 140 Handbuch ab Seite 156 Handbuch mit 112 Seiten Gesamt 268 Seiten

**Leerseite**

## Inhaltsverzeichnis

1.	Allgemeines .....	13
1.1	Bekanntgabevorschlag.....	13
1.2	Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse .....	14
2.	Aufgabenstellung .....	20
2.1	Art der Prüfung.....	20
2.2	Zielsetzung .....	20
2.3	Bestimmung der Gesamtunsicherheit .....	20
3.	Beschreibung der geprüften Messeinrichtung .....	21
3.2	Aufbau der Messeinrichtung Land 4500 MK III.....	25
4.	Prüfprogramm .....	30
4.1	Laborprüfung .....	30
4.2	Feldtest.....	31
5.	Standardreferenzmessverfahren.....	32
5.1	Messverfahren (kontinuierliche Messverfahren).....	32
5.2	Messverfahren (diskontinuierliche Messverfahren) .....	33
6.	Prüfergebnisse.....	35
6a	Allgemeine Anforderungen.....	35
6a.1	[5.1 Anwendung der Mindestanforderung].....	35
6a.2	[5.2 Zu prüfende Bereiche].....	36
6a.3	[5.3 Herstellungsbeständigkeit und Änderung der Gerätekonfiguration] .....	39
6a.4	[5.4 Qualifikation der Prüflaboratorien] .....	40
6b	Laborprüfungen.....	41
6b.1	[6.1 Automatische Messeinrichtungen für die Prüfung].....	41
6b.2	[6.2 CE-Kennzeichnung] .....	43
6b.3	[6.3 Unbefugtes Verstellen] .....	45
6b.4	[6.4 Anzeigebereiche und Nullpunktlage] .....	46
6b.5	[6.5 zusätzliche Messwertausgänge].....	47
6b.6	[6.6 Anzeige von Statussignalen] .....	48
6b.7	[6.7 Vermeidung oder Kompensation der Verschmutzung optischer Grenzflächen] ..	49
6b.8	[6.8 Schutzarten durch Gehäuse].....	51
6b.9	[6.9 Einstellzeit im Labortest] .....	52
6b.10	[6.10 Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt].....	54
6b.11	[6.11 Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt] .....	56
6b.12	[6.12 Lack-of-fit im Labortest].....	58
6b.13	[6.13 Nullpunkt- und Referenzpunktdrift] .....	66
6b.14	[6.14 Einfluss der Umgebungstemperatur] .....	68
6b.15	[6.15 Einfluss des Probegasdrucks] .....	71
6b.16	[6.16/13.2 Einfluss des Probegasvolumenstroms für extraktive AMS] .....	72
6b.17	[6.17 Einfluss der Netzspannung].....	73
6b.18	[6.18 Einfluss von Schwingungen].....	76
6b.19	[6.19 Querempfindlichkeiten].....	85
6b.20	[6.20 Auswanderung des Messstrahls bei In-situ-AMS].....	86
6b.21	[6.21 Konverterwirkungsgrad für AMS zur Messung von NO <sub>x</sub> ] .....	103
6b.22	[6.22 Responsefaktoren] .....	103

6c	Feldprüfungen.....	104
6c.1	[7.1 Kalibrierfunktion] .....	104
6c.2	[7.2 Einstellzeit im Feldtest].....	118
6c.3	[7.3 Lack-of-fit im Feldtest].....	120
6c.4	[7.4 Wartungsintervall] .....	124
6c.5	[7.5 Nullpunkt- und Referenzpunktdrift] .....	126
6c.6	[7.6 Verfügbarkeit].....	128
6c.7	[7.7 Vergleichspräzision] .....	130
6c.8	[7.8 Verschmutzungskontrolle bei In-situ-Geräten].....	133
6d	Messunsicherheit .....	134
6d.1	[14 Messunsicherheit] .....	134
7.	Wartungsarbeiten, Funktionsprüfung (AST) und Kalibrierung (QAL2) .....	137
7.1	Funktionsprüfung und Kalibrierung.....	137
8.	Literatur.....	139
9.	Anhang .....	140
10.	Bedienungsanleitung.....	156



## Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 1:</b>	Ergebnisse der Verschmutzungsuntersuchungen bei Gerät 01, Messbereich 0 bis 0,2 Ext. ....	50
<b>Tabelle 2:</b>	Ergebnisse der Verschmutzungsuntersuchungen bei Gerät 02, Messbereich 0 bis 0,2 Ext. ....	50
<b>Tabelle 3:</b>	Einstellzeiten im Labortest (0 – 0,2 Ext.).....	53
<b>Tabelle 4:</b>	Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt Transmissionsmessung (0 – 0,2 Ext.).....	55
<b>Tabelle 5:</b>	Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt Transmissionsmessung (0 – 0,2 Ext.).....	57
<b>Tabelle 6:</b>	Lack-of-fit, 0 – 0,2 Ext. ....	59
<b>Tabelle 7:</b>	Darstellung der Ergebnisse des Lack-of-fit im Messbereich 0 – 0,2 Ext. bezogen auf einen Konzentrationsbereich vom 0 – 15 mg/m <sup>3</sup> Staub .....	60
<b>Tabelle 8:</b>	Lack-of-fit, 0 – 0,1 Ext. ....	61
<b>Tabelle 9:</b>	Lack-of-fit, 0 – 0,4 Ext. ....	63
<b>Tabelle 10:</b>	Lack-of-fit (Transmissionsmessung 0 – 1,2 Ext.).....	64
<b>Tabelle 11:</b>	Daten Temperaturprüfung Transmissionsmessung (0 – 0,2 Ext.).....	70
<b>Tabelle 12:</b>	Einfluss der Netzspannung bei 230 Volt Ausgangsspannung Transmissionsmessung (0 – 0,2 Ext.) .....	75
<b>Tabelle 13:</b>	Ergebnisse der Funktionsprüfungen nach der Schwingung der Sende- / Empfangseinheit sowie des Reflektors für alle Achsen .....	78
<b>Tabelle 14:</b>	Verschwenkungsuntersuchungen, Messkomponente Staub Gerät 1, Messbereich 0 bis 0,2 Ext. ....	87
<b>Tabelle 15:</b>	Verschwenkungsuntersuchungen, Messkomponente Staub Gerät 1, Messbereich 0 bis 0,2 Ext. ....	88
<b>Tabelle 16:</b>	Verschwenkungsuntersuchungen, Messkomponente Staub Gerät 1, Messbereich 0 bis 0,2 Ext. ....	89
<b>Tabelle 17:</b>	Verschwenkungsuntersuchungen, Messkomponente Staub Gerät 1, Messbereich 0 bis 0,2 Ext. ....	90
<b>Tabelle 18:</b>	Verschwenkungsuntersuchungen, Messkomponente Staub Gerät 1, Messbereich 0 bis 0,2 Ext. ....	91
<b>Tabelle 19:</b>	Verschwenkungsuntersuchungen, Messkomponente Staub Gerät 1, Messbereich 0 bis 0,2 Ext. ....	92
<b>Tabelle 20:</b>	Verschwenkungsuntersuchungen, Messkomponente Staub Gerät 1, Messbereich 0 bis 0,2 Ext. ....	93
<b>Tabelle 21:</b>	Verschwenkungsuntersuchungen, Messkomponente Staub Gerät 1, Messbereich 0 bis 0,2 Ext. ....	94
<b>Tabelle 22:</b>	Verschwenkungsuntersuchungen, Messkomponente Staub Gerät 2, Messbereich 0 bis 0,2 Ext. ....	95
<b>Tabelle 23:</b>	Verschwenkungsuntersuchungen, Messkomponente Staub Gerät 2, Messbereich 0 bis 0,2 Ext. ....	96
<b>Tabelle 24:</b>	Verschwenkungsuntersuchungen, Messkomponente Staub Gerät 2, Messbereich 0 bis 0,2 Ext. ....	97
<b>Tabelle 25:</b>	Verschwenkungsuntersuchungen, Messkomponente Staub Gerät 2, Messbereich 0 bis 0,2 Ext. ....	98
<b>Tabelle 26:</b>	Verschwenkungsuntersuchungen, Messkomponente Staub Gerät 2, Messbereich 0 bis 0,2 Ext. ....	99
<b>Tabelle 27:</b>	Verschwenkungsuntersuchungen, Messkomponente Staub Gerät 2, Messbereich 0 bis 0,2 Ext. ....	100
<b>Tabelle 28:</b>	Verschwenkungsuntersuchungen, Messkomponente Staub Gerät 2, Messbereich 0 bis 0,2 Ext. ....	101

<b>Tabelle 29:</b>	Verschwenkungsuntersuchungen, Messkomponente Staub Gerät 2, Messbereich 0 bis 0,2 Ext. ....	102
<b>Tabelle 30:</b>	Variabilitätsprüfung der 1. Kalibrierung, Gerät 01, Normalbedingungen Zertifizierungsbereich 0-15 mg/m <sup>3</sup> $\hat{=}$ 4-20 mA .....	106
<b>Tabelle 31:</b>	Variabilitätsprüfung der 1. Kalibrierung, Gerät 02, Normalbedingungen Zertifizierungsbereich 0-15 mg/m <sup>3</sup> $\hat{=}$ 4-20 mA .....	107
<b>Tabelle 32:</b>	Variabilitätsprüfung der 2. Kalibrierung, Gerät 01, Normalbedingungen Zertifizierungsbereich 0-15 mg/m <sup>3</sup> $\hat{=}$ 4-20 mA .....	109
<b>Tabelle 33:</b>	Variabilitätsprüfung der 2. Kalibrierung, Gerät 02, Normalbedingungen Zertifizierungsbereich 0-15 mg/m <sup>3</sup> $\hat{=}$ 4-20 mA .....	110
<b>Tabelle 34:</b>	Variabilitätstest der 2. Kalibrierung, Gerät 01, Staub unter Normalbedingungen, Zertifizierungsbereich 0–15 mg/m <sup>3</sup> $\hat{=}$ 4-20 mA, Vergleich der 1. und 2. Kalibrierung nach DIN EN 14181, Bewertung der Validität der Kalibrierkurve...	112
<b>Tabelle 35:</b>	Variabilitätstest der 2. Kalibrierung, Gerät 02, Staub unter Normalbedingungen, Zertifizierungsbereich 0–15 mg/m <sup>3</sup> $\hat{=}$ 4-20 mA, Vergleich der 1. und 2. Kalibrierung nach DIN EN 14181, Bewertung der Validität der Kalibrierkurve...	113
<b>Tabelle 36:</b>	Variabilitätsprüfung der gemeinsame Auswertung der 1. und 2. Kalibrierung in einer Kalibrierkurve Zertifizierungsbereich 0-15 mg/m <sup>3</sup> $\hat{=}$ 4-20 mA, Gerät 1 .....	115
<b>Tabelle 37:</b>	Variabilitätsprüfung der gemeinsame Auswertung der 1. und 2. Kalibrierung in einer Kalibrierkurve Zertifizierungsbereich 0-15 mg/m <sup>3</sup> $\hat{=}$ 4-20 mA, Gerät 2 .....	116
<b>Tabelle 38:</b>	Einstellzeiten am Beginn des Feldtests .....	119
<b>Tabelle 39:</b>	Einstellzeiten am Ende des Feldtests .....	119
<b>Tabelle 40:</b>	Ergebnisse der Linearitätsprüfung zu Beginn des Feldtests, Zertifizierungsbereich 0 – 0,2 Ext. ....	121
<b>Tabelle 41:</b>	Ergebnisse der Linearitätsprüfung am Ende des Feldtests, Zertifizierungsbereich 0 – 0,2 Ext. ....	122
<b>Tabelle 42:</b>	Daten der Driftkontrolle im Feldtest für beide Geräte Zertifizierungsbereich 0 – 0,2 Ext. (0 – 15 mg/m <sup>3</sup> $\hat{=}$ 4-20 mA) .....	127
<b>Tabelle 43:</b>	Verfügbarkeit während des Feldtests einschließlich der Wartungsintervallverlängerung .....	129
<b>Tabelle 44:</b>	Vergleichspräzision Transmission (0 – 0,2 Ext. $\hat{=}$ 0 bis 15 mg/m <sup>3</sup> ) .....	131
<b>Tabelle 45:</b>	Relative erweiterte Gesamtunsicherheit für Staub .....	135
<b>Tabelle 46:</b>	Gesamtunsicherheitsberechnung für Staub .....	136
<b>Tabelle 47:</b>	Daten der Linearitätsprüfung Gerät 1 (Extinktion 0 – 0,2 Ext) .....	144
<b>Tabelle 48:</b>	Daten der Linearitätsprüfung Gerät 2 (Extinktion 0 – 0,2 Ext) .....	144
<b>Tabelle 49:</b>	Daten der Linearitätsprüfung Gerät 1 (Extinktion 0 – 0,1 Ext) .....	145
<b>Tabelle 50:</b>	Daten der Linearitätsprüfung Gerät 2 (Extinktion 0 – 0,1 Ext) .....	145
<b>Tabelle 51:</b>	Daten der Linearitätsprüfung Gerät 1 (Extinktion 0 – 0,4 Ext) .....	146
<b>Tabelle 52:</b>	Daten der Linearitätsprüfung Gerät 2 (Extinktion 0 – 0,5 Ext) .....	146
<b>Tabelle 53:</b>	Daten der Linearitätsprüfung Gerät 1 (Extinktion 0 – 1,2 Ext) .....	147
<b>Tabelle 54:</b>	Daten der Linearitätsprüfung Gerät 2 (Extinktion 0 – 1,2 Ext) .....	147
<b>Tabelle 55:</b>	Daten der Klimaprüfung (Transmission 0 – 0,2 Ext.) .....	148
<b>Tabelle 56:</b>	Daten der Kalibrierungen Einzelwerte der Kalibrierung zu Beginn und Ende des Feldtests, Zertifizierungsbereich 0 - 15 mg/m <sup>3</sup> $\hat{=}$ 4 – 20 mA .....	149
<b>Tabelle 57:</b>	Daten der Kalibrierungen Einzelwerte der gemeinsamen Auswertung von 1. und 2. Kalibrierung Zertifizierungsbereich 0 - 15 mg/m <sup>3</sup> $\hat{=}$ 4 – 20 mA .....	150
<b>Tabelle 58:</b>	Einzelwerte der Linearitätsuntersuchung zu Beginn des Feldtests .....	151
<b>Tabelle 59:</b>	Einzelwerte der Linearitätsuntersuchung am Ende des Feldtests .....	152
<b>Tabelle 60:</b>	Daten der Standardabweichung am Nullpunkt .....	153
<b>Tabelle 61:</b>	Daten der Standardabweichung am Referenzpunkt .....	154

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Schematische Darstellung eines Zweistrahl Messsystems .....	23
Abbildung 2:	Baugruppen der Sende- und Empfangseinheit (Transceiver).....	24
Abbildung 3:	Einbauzeichnung der Messeinrichtung Land 4500 MKIII.....	28
Abbildung 4:	CE Zertifikat des Herstellers .....	44
Abbildung 5:	Schematische Darstellung der Prüfung der Einstellzeit .....	52
Abbildung 6:	Darstellung Lack-of-fit von Gerät 1, 0 – 0,2 Ext.....	59
Abbildung 7:	Darstellung Lack-of-fit von Gerät 2, 0 – 0,2 Ext.....	60
Abbildung 8:	Darstellung Lack-of-fit von Gerät 1, 0 – 0,1 Ext.....	61
Abbildung 9:	Darstellung Lack-of-fit von Gerät 2, 0 – 0,1 Ext.....	62
Abbildung 10:	Darstellung Lack-of-fit von Gerät 1, 0 – 0,4 Ext.....	63
Abbildung 11:	Darstellung Lack-of-fit von Gerät 2 Transmissionsmessung 0 – 0,4 Ext.....	64
Abbildung 12:	Darstellung Lack-of-fit von Gerät 1 (Transmissionsmessung 0 – 1,2 Ext.) ..	65
Abbildung 13:	Darstellung Lack-of-fit von Gerät 2 (Transmissionsmessung 0 – 1,2 Ext.) ..	65
Abbildung 14:	Lage der Achsen für die Sende / Empfangseinheit .....	77
Abbildung 15:	Einbaulage der Sende- / Empfangseinheit in der z-Achse .....	78
Abbildung 16:	Resonanzsuche der Sende- / Empfangseinheit auf der z-Achse.....	79
Abbildung 17:	Einbaulage des Reflektors in der z-Achse .....	79
Abbildung 18:	Resonanzsuche des Reflektors auf der z-Achse.....	80
Abbildung 19:	Einbaulage der Sende- / Empfangseinheit in der x-Achse .....	81
Abbildung 20:	Resonanzsuche der Sende- / Empfangseinheit auf der x-Achse.....	81
Abbildung 21:	Einbaulage des Reflektors in der x-Achse .....	82
Abbildung 22:	Resonanzsuche des Reflektors auf der x-Achse.....	82
Abbildung 23:	Einbaulage der Sende- / Empfangseinheit in der y-Achse .....	83
Abbildung 24:	Resonanzsuche der Sende- / Empfangseinheit auf der y-Achse.....	83
Abbildung 25:	Einbaulage des Reflektors in der y-Achse .....	84
Abbildung 26:	Resonanzsuche des Reflektors auf der y-Achse.....	84
Abbildung 27:	Darstellung der Ergebnisse der 1. Vergleichsmessung, Gerät 01, Kalibrierkurve nach DIN EN 14181, Zertifizierungsbereich 0 -15 mg/m <sup>3</sup> $\hat{=}$ 4-20 mA.....	108
Abbildung 28:	Darstellung der Ergebnisse der 1. Vergleichsmessung, Gerät 02, Kalibrierkurve nach DIN EN 14181, Zertifizierungsbereich 0 -15 mg/m <sup>3</sup> $\hat{=}$ 4-20 mA.....	108
Abbildung 29:	Darstellung der Ergebnisse der 2. Vergleichsmessung, Gerät 01, Kalibrierkurve nach DIN EN 14181, Zertifizierungsbereich 0 -15 mg/m <sup>3</sup> $\hat{=}$ 4-20 mA.....	111
Abbildung 30:	Darstellung der Ergebnisse der 2. Vergleichsmessung, Gerät 02, Kalibrierkurve nach DIN EN 14181, Zertifizierungsbereich 0 -15 mg/m <sup>3</sup> $\hat{=}$ 4-20 mA.....	111
Abbildung 31:	Darstellung der Ergebnisse beider Vergleichsmessungen, Gerät 01, Zertifizierungsbereich 0-15 mg/m <sup>3</sup> $\hat{=}$ 4-20 mA .....	114
Abbildung 32:	Darstellung der Ergebnisse beider Vergleichsmessungen, Gerät 02, Zertifizierungsbereich 0-15 mg/m <sup>3</sup> $\hat{=}$ 4-20 mA .....	114
Abbildung 33:	Darstellung der Ergebnisse beider Vergleichsmessungen ausgewertet als eine Kalibrierung, Gerät 01, Zertifizierungsbereich 0-15 mg/m <sup>3</sup> $\hat{=}$ 4-20 mA.....	117
Abbildung 34:	Darstellung der Ergebnisse beider Vergleichsmessungen ausgewertet als eine Kalibrierung, Gerät 02, Zertifizierungsbereich 0-15 mg/m <sup>3</sup> $\hat{=}$ 4-20 mA.....	117
Abbildung 35:	Graphische Darstellung der Linearität zu Beginn des Feldtests Gerät 1 ...	121
Abbildung 36:	Graphische Darstellung der Linearität zu Beginn des Feldtests Gerät 2 ...	122
Abbildung 37:	Graphische Darstellung der Linearität am Ende des Feldtests Gerät 1 .....	123

Abbildung 38:	Graphische Darstellung der Linearität am Ende des Feldtests Gerät 2 .....	123
Abbildung 39:	Darstellung der Vergleichspräzision .....	132
Abbildung 40:	Akkreditierungs-Urkunde nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 .....	140
Abbildung 41:	Akkreditierungs-Urkunde nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 – Seite 2 ....	141
Abbildung 42:	Bekanntgabertext aus dem deutschen Bundesanzeiger vom 29. Juli 2011 (Banz. Nr. 113, Seite 2725, Kapitel I Nr. 1.1) für die Erstprüfung der Messeinrichtung 4500 MKIII .....	142
Abbildung 43:	Bekanntgabertext aus dem deutschen Bundesanzeiger vom 23. Februar 2012 (Banz. Nr. 36, Seite 920ff,) für die Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung 4500 MKIII.....	143
Abbildung 44:	Anzeige der aktuellen Software-Version .....	155

## 1. Allgemeines

### 1.1 Bekanntgabevorschlag

Aufgrund der erzielten positiven Ergebnisse wird folgende Empfehlung für die Bekanntgabe als eignungsgeprüfte Messeinrichtung ausgesprochen:

**Messeinrichtung:**

4500 MKIII für Staub

**Hersteller:**

Land Instruments International Ltd, Dronfield, Großbritannien

**Eignung:**

für genehmigungsbedürftige Anlagen und Anlagen der 27. BImSchV

**Messbereiche in der Eignungsprüfung:**

Komponente	Zertifizierungs- bereich	zusätzliche Messbereiche			Einheit
Staub	0 - 0,2	0 – 0,1	0 – 0,4	0 – 1,2	Ext.

0 – 0,2 Ext.  $\hat{=}$  15 mg/m<sup>3</sup> Staub bei 5 m Messweglänge

**Softwareversionen:**

Control Software Version: 01.03.01, HI Software Version: 01.02.01

**Einschränkungen:**

Die Messeinrichtung kann nur eingesetzt werden, wenn eine Unterschreitung des Taupunktes ausgeschlossen werden kann.

**Hinweise:**

1. Die Staubkonzentration wird im feuchten Abgas unter Betriebsbedingungen gemessen.
2. Das Wartungsintervall beträgt sechs Monate.
3. Durch die Messweglänge von 5 m und dem bei der Kalibrierung ermittelten Messbereich von 15 mg/m<sup>3</sup> ergibt sich ein Produkt von 75 mg m/m<sup>3</sup> an der Feldtestanlage.
4. Die Anforderungen bei der Eignungsprüfung nach DIN EN 15267-3 an den Korrelationskoeffizienten R<sup>2</sup> der Kalibrierfunktion wurde nicht erfüllt.
5. Ergänzungsprüfung (Wartungsintervallverlängerung) zur Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 15. Juli 2011 (BAnz. S. 2725, Kapitel I Nr. 1.1)
6. Ergänzungsprüfung (Wartungsintervallverlängerung) zur Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 23. Februar 2012 (BAnz. Nr. 36, S 920ff)

**Prüfbericht:**

TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH, Köln  
Bericht-Nr.: 936/21217693/A vom 21. März 2012

## 1.2 Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Mindestanforderung	Ergebnis	Urteil	Seite
<b>Legende:</b>	Mindestanforderung erfüllt	+	
	Mindestanforderung nicht erfüllt	-	
	Mindestanforderung nicht relevant	X	
<b>Allgemeine Anforderungen</b>			
<b>5.1 Anwendung der Mindestanforderung</b> Das Prüflaboratorium muss mindestens zwei identische Messeinrichtungen (AMS) prüfen. Alle geprüften AMS müssen die in diesem Dokument festgelegten Mindestanforderungen sowie die in den jeweiligen rechtlichen Regelungen festgelegten Anforderungen an die Messunsicherheit einhalten.	Während der Eignungsprüfung wurden vier identische Messeinrichtungen geprüft. Die Messeinrichtungen erfüllen die Mindestanforderungen zur Überwachung von Emissionen aus stationären Quellen sowie die geforderte Messunsicherheit.	+	35
<b>5.2 Zu prüfende Bereiche</b> Der Zertifizierungsbereich, in dem die AMS zu prüfen ist, muss durch Angabe der unteren und der oberen Grenze des Bereiches festgelegt werden. Der Bereich muss für die vorgesehene Anwendung der AMS geeignet sein.  Der/Die Zertifizierungsbereich(e) und die für jeden Bereich geprüften Mindestanforderungen müssen im Zertifikat angegeben werden.	Der Zertifizierungsbereich beträgt das 1,5 fache des Emissionsgrenzwertes für den Tagesmittelwert für Anlagen gemäß 17. BImSchV. Die Messeinrichtung ist in der Lage das 2-fache der oberen Grenze des Zertifizierungsbereiches zu messen.  Es wurden zusätzliche Messbereiche definiert. Für diese Bereiche wurden einige zusätzliche Prüfungen durchgeführt. Die Ergebnisse zu diesen Zusatzprüfungen befinden sich in den jeweiligen Unterpunkten in den Kapiteln 6b und 6c.  Die untere Grenze des Zertifizierungsbereiches liegt für die Komponente Staub bei Null.  Der Zertifizierungsbereich beträgt 0 bis 15 mg/m <sup>3</sup> bei einer Weglänge von 5 m. Es ergibt sich somit ein Produkt von 0 bis 75 mg m/m <sup>3</sup> . Die während des Feldtests verwendete Weglänge betrug 5 m.	+	36
<b>5.3 Herstellungsbeständigkeit und Änderung der Gerätekonfiguration</b> Die Zertifizierung einer AMS gilt nur für das Prüfmuster, das die Eignungsprüfung durchlaufen hat. Nachfolgende Änderungen der Gerätekonfiguration, die Einfluss auf das Leistungsvermögen der AMS haben könnten, können dazu führen, dass die Zertifizierung ungültig wird.	Die durchgeführten Prüfungen wurden mit den in Kapitel 3 ausführlich beschriebenen Messeinrichtungen durchgeführt. Die Prüfergebnisse in diesem Prüfbericht und im zugehörigen Zertifikat beziehen sich nur auf Messeinrichtungen, die den geprüften Prüfmustern entsprechen. Der Hersteller wurde darauf hingewiesen, dass jegliche Änderung an der Messeinrichtung mit dem Prüfinstitut abgesprochen werden muss und zu Nach- oder Neuprüfungen der Messeinrichtung führen kann.	+	39

Mindestanforderung	Ergebnis	Urteil	Seite
<b>5.4 Qualifikation der Prüflaboratorien</b> Prüflaboratorien müssen über eine Akkreditierung nach EN ISO/IEC 17025 verfügen. Weiterhin müssen sie für die Durchführung der in dieser Europäischen Norm festgelegten Prüfungen akkreditiert sein. Prüflaboratorien müssen die Unsicherheiten der einzelnen in der Eignungsprüfung verwendeten Prüfprozeduren kennen.	Das Prüfinstitut TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH ist nach DIN EN ISO/IEC 17025 für Funktionsprüfungen, Kalibrierungen, Emissionsmessungen und Eignungsprüfungen bis zum 31-01-2013 akkreditiert.	+	40

<b>Labortest:</b>			
<b>6.1 Automatische Messeinrichtungen für die Prüfung</b> Für die Prüfung müssen zwei vollständige baugleiche Messeinrichtungen vorhanden sein.	Die eignungsgeprüfte Ausführung umfasst die vollständige Messeinrichtung.	+	41
<b>6.2 CE-Kennzeichnung</b> Der Hersteller muss einen nachvollziehbaren Nachweis erbringen dass die festgelegten Anforderungen eingehalten werden.	Das Zertifikat über die CE-Kennzeichnung lag dem Prüfinstitut vor.	+	43
<b>6.3 Unbefugtes Verstellen</b> Die Messeinrichtung muss über eine Sicherung gegen unbefugtes Verstellen der Justierung verfügen.	Die Sicherung der Justierung ist durch einen Passwortschutz gewährleistet.	+	45
<b>6.4 Anzeigebereiche und Nullpunktlage</b> Die Messeinrichtung muss über einen Messsignalausgang mit lebendem Nullpunkt verfügen, so dass negative und positive Messsignale angezeigt werden können. Die AMS muss über eine Geräteanzeige verfügen, die das Messsignal anzeigt.	Die Lage des Nullpunktes war auf 4 mA eingestellt. Die Lage des Referenzpunktes (Kontrollwerte des geräteinternen Zyklus) liegt bei 70 % des Messbereiches.	+	46
<b>6.5 zusätzliche Messwertausgänge</b> Die automatische Messeinrichtung muss über einen zusätzlichen Messwertausgang verfügen, der den Anschluss eines zusätzlichen Anzeige- und Registriergerätes erlaubt.	Der Anschluss von zusätzlichen Mess- und Peripheriegeräten ist über entsprechende Anschlüsse an den Geräten möglich. Zusätzlich können die Anschlussmöglichkeiten über eine Hilfsfunktionseinheit (AFU) erweitert werden.	+	47
<b>6.6 Anzeige von Statussignalen</b> Die automatische Messeinrichtung muss den Betriebszustand anzeigen. Weiterhin muss die AMS in der Lage sein, den Betriebszustand an eine Datenerfassungseinrichtung zu übermitteln.	Die Statusmeldungen wurden korrekt ausgegeben.	+	48
<b>6.7 Verschmutzung optischer Grenzflächen</b> Beruht das Messprinzip auf optischen Verfahren, so muss die Messeinrichtung eine Vorrichtung besitzen, die eine Verschmutzung der optischen Grenzflächen vermeidet und / oder kompensiert.	Das Messgerät ist in der Lage Verschmutzungen zu kompensieren. Bei erhöhten Verschmutzungen zeigt die Messeinrichtung ein Störsignal an.	+	49

Mindestanforderung	Ergebnis	Urteil	Seite
<p><b>6.8 Schutzarten durch Gehäuse</b></p> <p>Geräte, deren Einbau auf belüftete Räume und Messschränke beschränkt ist, wo die Geräte vor Niederschlägen geschützt sind, müssen mindestens der Schutzart IP 40 entsprechen.</p> <p>Geräte, deren Einbau auf Orte mit Schutz vor Niederschlägen beschränkt ist, jedoch Niederschlägen aufgrund von Wind ausgesetzt sein können, müssen mindestens der Schutzart IP54 nach EN 60529 entsprechen.</p> <p>Geräte, die zur Verwendung in Außenbereichen ohne jeglichen Wetterschutz vorgesehen sind, müssen mindestens der Schutzart IP65 nach EN 60529 entsprechen.</p>	Das Gerät entspricht der Schutzart IP 65.	+	51
<p><b>6.9 Einstellzeit im Labortest</b></p> <p>Die Messeinrichtung muss die Mindestanforderung von <math>\leq 200</math> s einhalten.</p>	Die Einstellzeit der Messeinrichtung wird unter Zuhilfenahme von Prüffiltern bestimmt. Die Einstellzeit beträgt ca. 10 s mit dem Referenzmaterial.	+	52
<p><b>6.10 Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt</b></p> <p>Die Messeinrichtung muss die Mindestanforderung von <math>\leq 2,0</math> % vom ZB einhalten.</p>	Der Maximalwert der Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt betrug 0,1 % für die Transmissionsmessung.	+	54
<p><b>6.11 Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt</b></p> <p>Die Messeinrichtung muss die Mindestanforderung von <math>\leq 5,0</math> % vom TGW einhalten.</p>	Der Maximalwert der Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt betrug 0,045 mg/m <sup>3</sup> für die Transmissionsmessung.	+	56
<p><b>6.12 Lack-of-fit im Labortest</b></p> <p>Die Messeinrichtung zur Ermittlung partikelförmiger Emissionen muss mit geeigneten Referenzmaterialien ein lineares Signal liefern und die Mindestanforderung von <math>\leq 3,0</math> % vom ZB einhalten.</p>	Die relativen Residuen liegen bei maximal -1,0 % im Zertifizierungsbereich 0 bis 0,2 Ext.	+	58



Mindestanforderung	Ergebnis	Urteil	Seite
<p><b>6.13 Nullpunkt- und Referenzpunktdrift</b></p> <p>Der Hersteller muss eine Beschreibung der von der automatischen Messeinrichtung verwendeten Technik zur Ermittlung und Kompensation der zeitlichen Änderung des Null- und Referenzpunktes liefern.</p> <p>Das Prüflaboratorium muss überprüfen, dass das gewählte Referenzmaterial, in der Lage ist, alle relevanten Änderungen der AMS-Anzeigewerte, die nicht auf Änderungen der Messkomponente oder Abgasbedingungen zurückzuführen sind, festzustellen.</p> <p>Die AMS muss die Aufzeichnung der zeitlichen Änderung des Null- und Referenzpunktes erlauben.</p> <p>Falls die AMS in der Lage ist, Verschmutzungen automatisch zu kompensieren und eine Kalibrierung und Justierung der zeitlichen Änderungen des Null- und Referenzpunktes vorzunehmen, und diese Justierungen den normalen Betriebszustand der AMS nicht herstellen können, muss die AMS ein entsprechendes Statussignal ausgeben.</p>	<p>Eine Aufzeichnung der Null- und Referenzpunktdrift ist möglich und entspricht den Anforderungen der QAL3 nach DIN EN 14181. Das Gerät ist mit einer automatischen Driftkorrektur ausgestattet. Bei Erreichen der Grenzen der Driftkorrektur wird eine Fehlermeldung ausgegeben.</p>	+	66
<p><b>6.14 Einfluss der Umgebungstemperatur</b></p> <p>Die Abweichungen der AMS-Anzeigewerte am Null- und Referenzpunkt müssen die Mindestanforderungen von <math>\leq 5,0\%</math> vom ZB einhalten.</p> <p>Dies gilt für die folgenden Prüfbereiche der Umgebungstemperatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• von <math>-20\text{ °C}</math> bis <math>+50\text{ °C}</math> für Einrichtungen mit Installation im Außenbereich;</li> <li>• von <math>+5\text{ °C}</math> bis <math>+40\text{ °C}</math> für Einrichtungen mit Installation in Innenräumen.</li> </ul> <p>Der Gerätehersteller darf größere Bereiche für die Umgebungstemperatur als die oben angegebenen festlegen.</p>	<p>Die maximale Abweichung beträgt <math>1,6\%</math>. Der Maximalwert des Empfindlichkeitskoeffizienten beträgt <math>0,0002</math> für die Transmissionsmessung.</p>	+	68
<p><b>6.15 Einfluss des Probegasdrucks</b></p>	<p>Hier nicht notwendig</p>	X	
<p><b>6.16/13.2 Einfluss des Probegasvolumenstroms für extraktive AMS</b></p> <p>Bei extraktiven Staubmesseinrichtungen mit isokinetischer Probenahme muss die Teilstromentnahme den Anforderungen der EN 13284-1 genügen. Bei Messeinrichtungen mit nicht isokinetischer Teilstromentnahme muss das Prüflaboratorium den Einfluss von wechselnden Volumenströmen beurteilen.</p> <p>Für AMS, die die Masse direkt bestimmen, ist der Teilvolumenstrom mit einer Unsicherheit von höchstens <math>2,0\%</math> zu messen.</p>	<p>Dieser Prüfpunkt trifft für In-Situ-Staubmessgeräte nicht zu.</p>	X	72

Mindestanforderung	Ergebnis	Urteil	Seite
<b>6.17 Einfluss der Netzspannung</b> Die Abweichungen der AMS-Anzeigewerte am Nullpunkt und am Referenzpunkt müssen die folgende Mindestanforderung an den Einfluss der Netzspannung einhalten, wenn die Versorgungsspannung der AMS von -15 % vom Sollwert unterhalb bis +10 % vom Sollwert oberhalb des Sollwertes der Versorgungsspannung geändert wird: ≤ 2,0 % vom ZB.  Die AMS muss den Betrieb bei einer Netzspannung, die den Anforderungen der EN 50160 entspricht, zulassen.	Die größte Abweichung beträgt am Nullpunkt - 0,3 % für die Transmissionsmessung. Am Referenzpunkt beträgt sie 0,1 % für die Transmissionsmessung. Der größte Wert des Empfindlichkeitskoeffizienten beträgt am Nullpunkt und am Referenzpunkt 0,0 für die Transmissionsmessung.	+	73
<b>6.18 Einfluss von Schwingungen</b> Die Abweichungen der AMS-Anzeigewerte am Nullpunkt und am Referenzpunkt auf Grund von Schwingungen, die üblicherweise an industriellen Anlagen auftreten, müssen die folgende Mindestanforderung an den Einfluss von Schwingungen einhalten: ≤ 2,0 % vom ZB.	Bei den Vibrationsuntersuchungen wurden keine mechanischen Beschädigungen der Prüflinge beobachtet. Nach den jeweiligen Versuchen wurden keine signifikanten Abweichungen von den Startwerten beobachtet.  Die größte Abweichung beträgt für den Nullpunkt 0,1 % und für den Referenzpunkt 0,2 %.	+	76
<b>6.19 Querempfindlichkeiten</b>	Hier nicht notwendig.	X	
<b>6.20 Auswanderung des Messstrahls bei In-situ-AMS</b> Bei Auswanderung des Messstrahls von optischen AMS müssen die Abweichungen der AMS-Anzeigewerte am Nullpunkt und am Referenzpunkt die folgende Mindestanforderung für die maximal vom Hersteller erlaubte Winkelabweichung einhalten: ≤ 2,0 % vom ZB.  Der Winkel muss mindestens 0,3° betragen.	Bei den Verschwenkungsuntersuchungen für die Messeinrichtung konnte im Winkelbereich von + 0,3° ein Einfluss auf das Messsignal festgestellt werden. Die maximale Abweichung des Messsignals lag in diesem Bereich bei bis zu 1,97 % bezogen auf den Messbereich. Somit wird der maximale Verschwenkungsbereich auf + 0,3° eingeschränkt.	+	86
<b>6.21 Konverterwirkungsgrad für AMS zur Messung von NOx</b>	Hier nicht notwendig.	X	
<b>6.22 Responsefaktoren</b>	Hier nicht notwendig.	X	

<b>Feldtest</b>			
<b>7.1 Kalibrierfunktion</b> Die Kalibrierfunktion ist durch Vergleichsmessungen mit einem Standardreferenzmessverfahren zu ermitteln. Der Korrelationskoeffizient $R^2$ der Kalibrierfunktion muss mindestens 0,90 betragen. Die nach EN 14181 ermittelte und zur Kalibrierfunktion gehörende Variabilität muss die in den entsprechenden rechtlichen Regelungen festgelegte maximal zulässige Messunsicherheit einhalten.	Die Korrelationskoeffizienten $R^2$ der Kalibrierfunktion liegen bei separater Betrachtungsweise zwischen 0,41 und 0,62. Die Geräte haben die Variabilitätsprüfung bestanden. Bei einer gemeinsamen Auswertung beider Kalibrierungen in einer Kalibrierkurve werden Korrelationskoeffizienten von 0,92 für Gerät 1 und 0,94 für Gerät 2 ermittelt. Ein statistischer Zusammenhang zwischen AMS und SRM konnte nachgewiesen werden.	+	104
<b>7.2 Einstellzeit im Feldtest</b> Die automatische Messeinrichtung muss die für den Labortest festgelegte Mindestanforderung an die Einstellzeit einhalten.	Es ergibt sich im Feldtest eine Einstellzeit von max. 10 s.	+	118

Mindestanforderung	Ergebnis	Urteil	Seite
<p><b>7.3 Lack-of-fit im Feldtest</b></p> <p>Die AMS muss die für den Labortest festgelegte Mindestanforderung an den Lack-of-fit einhalten.</p>	Die relativen Residuen liegen bei maximal 1 % des Zertifizierungsbereiches.	+	120
<p><b>7.4 Wartungsintervall</b></p> <p>Die automatische Messeinrichtung muss ein Wartungsintervall von min. 8 Tage haben.</p>	Das Wartungsintervall beträgt sechs Monate.	+	124
<p><b>7.5 Nullpunkt- und Referenzpunktdrift</b></p> <p>Die automatische Messeinrichtung muss die folgenden festgelegten Mindestanforderungen an die zeitliche Änderung des Null- und Referenzpunktes einhalten: <math>\leq 3,0</math> % vom ZB.</p> <p>Prüfstandards zur Kontrolle des Referenzpunktes müssen so gewählt werden, dass ein Messsignal zwischen 70 % und 90 % des Zertifizierungsbereiches erzeugt wird.</p>	Die Nullpunktdrift liegt über den gesamten Zeitraum unterhalb von 1,1 %. Die Referenzpunktdrift liegt bei maximal -2,5 %. Im Prüfzeitraum waren keine Justierarbeiten notwendig.	+	126
<p><b>7.6 Verfügbarkeit</b></p> <p>Die automatische Messeinrichtung muss die Anforderungen der entsprechenden rechtlichen Regelungen an die Verfügbarkeit einhalten. In jedem Fall müssen die folgenden festgelegten Mindestanforderungen an die Verfügbarkeit eingehalten werden: <math>\geq 95</math> %.</p>	Die Verfügbarkeit beträgt 99,7 %.	+	128
<p><b>7.7 Vergleichspräzision</b></p> <p>Die automatische Messeinrichtung muss die folgende Mindestanforderung an die Vergleichspräzision unter Feldbedingungen für Staubkonzentrationen einhalten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>&gt;20</math> mg/m<sup>3</sup> -&gt; <math>\leq 2,0</math> % vom ZB</li> <li>- <math>\leq 20</math> mg/m<sup>3</sup> -&gt; <math>\leq 3,3</math> % vom ZB.</li> </ul>	Die Vergleichspräzision liegt für die Transmissionsmessung bei 1,4 %. Das entspricht einem RD-Wert von 69 für die Transmissionsmessung (nach VDI 4203).	+	130
<p><b>7.8 Verschmutzungskontrolle bei In-situ-Geräten</b></p> <p>Der Einfluss der Verschmutzung auf die automatische Messeinrichtung ist im Feldtest durch Sichtprüfungen und beispielsweise durch Ermittlung der Abweichungen der Messsignale von ihren Sollwerten zu bestimmen.</p> <p>Falls notwendig, ist die AMS mit empfohlenen Spülluftsystemen für die Dauer von drei Monaten als Teil des Feldtests auszustatten. Am Ende der Prüfung ist der Einfluss der Verschmutzung zu ermitteln. Die Ergebnisse für die gereinigten und die verschmutzten optischen Grenzflächen dürfen um maximal 2 % der oberen Grenze des Zertifizierungsbereiches voneinander abweichen.</p>	Relevante Abweichungen durch Verschmutzungseffekte wurden nicht beobachtet.	+	133
<b>Messunsicherheit</b>			
<p><b>14 Messunsicherheit</b></p> <p>Die im Labortest und im Feldtest ermittelten Messunsicherheiten sind zur Berechnung der kombinierten Standardunsicherheit der AMS-Messwerte nach EN ISO 14956 zu verwenden.</p>	Die ermittelten erweiterten Gesamtmessunsicherheiten liegen für Staub mit 6,8 % für die Transmissionsmessung unterhalb des maximal zulässigen Wertes und erfüllt somit die Anforderungen.	+	134

## **2. Aufgabenstellung**

### **2.1 Art der Prüfung**

Im Auftrag der Firma Land Instruments International Ltd wurde von der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH eine Ergänzungsprüfung entsprechend den Richtlinien für kontinuierliche Emissionsmessungen für die Messeinrichtung vorgenommen. Der am 29.12.2010 gestartete Feldtest wurde im Rahmen der Wartungsintervallverlängerung bis zum 20.03.2012 an der gleichen Anlage wie bei der Erstprüfung fortgeführt. Die Ergänzungsprüfung basiert auf der Erstprüfung mit der Berichtsnummer 936/21213182/A vom 31. März 2011 [9] und der ersten Wartungsintervallverlängerung Bericht-Nr.: 936/21216966/A vom 15. September 2011 [10].

### **2.2 Zielsetzung**

Die Messeinrichtung 4500 MKIII bestimmt über eine Transmissionsmessung den Gehalt an Staub im Abgas. Der Einsatzbereich des 4500 MKIII umfasst alle Messungen für genehmigungsbedürftige Anlagen und Anlagen der 27. BImSchV.

Es wurden Messbereiche geprüft, die das weite Leistungsspektrum der Messeinrichtung abbilden.

Die Eignungsprüfung der Messeinrichtung erfolgte unter Anwendung der deutschen und europäischen Richtlinien über die Mindestanforderungen zur Prüfung und Zulassung von Emissionsmeseinrichtungen. Hierzu gehören insbesondere:

- [1] Bundeseinheitliche Praxis bei der Überwachung der Emissionen; Richtlinien über:
  - die Eignungsprüfung von Mess- und Auswerteeinrichtungen für kontinuierliche Emissionsmessungen und die kontinuierliche Erfassung von Bezugs- bzw. Betriebsgrößen zur fortlaufenden Überwachung der Emissionen besonderer Stoffe,
  - den Einbau, die Kalibrierung, die Wartung von kontinuierlich arbeitenden Mess- und Auswerteeinrichtungen
  - die Auswertung von kontinuierlichen Emissionsmessungen,  
RdSchr. d. BMU vom 13.6.2005-IG I 2-45 053/5 und vom 4.8.2010 - IG I 2-51 134/0.
- [2] Richtlinie DIN EN 15267-03:2008  
Luftbeschaffenheit -Zertifizierung von automatischen Messeinrichtungen -  
Teil 3: Mindestanforderungen und Prüfprozeduren für automatische Messeinrichtungen zur Überwachung von Emissionen aus stationären Quellen
- [3] Richtlinie VDI 4203 Blatt 1, Oktober 2001,  
Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen, Grundlagen
- [4] Richtlinie DIN EN 14181, September 2004,  
Emissionen aus stationären Quellen - Qualitätssicherung für automatische Messeinrichtungen

### **2.3 Bestimmung der Gesamtunsicherheit**

Nach Abschluss des Labor- und Feldtests wurde anhand der im Labor und Feld ermittelten Daten die erweiterte Gesamtunsicherheit bestimmt. Siehe Prüfpunkt [6d Messunsicherheit].

### 3. Beschreibung der geprüften Messeinrichtung

Die folgenden Kapitel beschreiben den Aufbau und die Funktionsweise der Messeinrichtung 4500 MKIII.

#### 3.1 Messprinzip

Die Messeinrichtung 4500 MKIII ist zur Bestimmung des Staubgehalts in emittierenden Anlagen konzipiert. Das zugrunde liegende Prinzip ist die Messung der optischen Transmission.

Das mathematische Verhältnis zwischen dem in einem Medium übertragenen Licht und dem Grad der im Medium vorhandenen Verschmutzung wird als Lambert-Beer'sches Gesetz bezeichnet. Es kann folgendermaßen dargestellt werden:

$$\tau = \frac{I_o}{I} = e^{-acL}$$

wobei:

$\tau$  = Transmissionsgrad

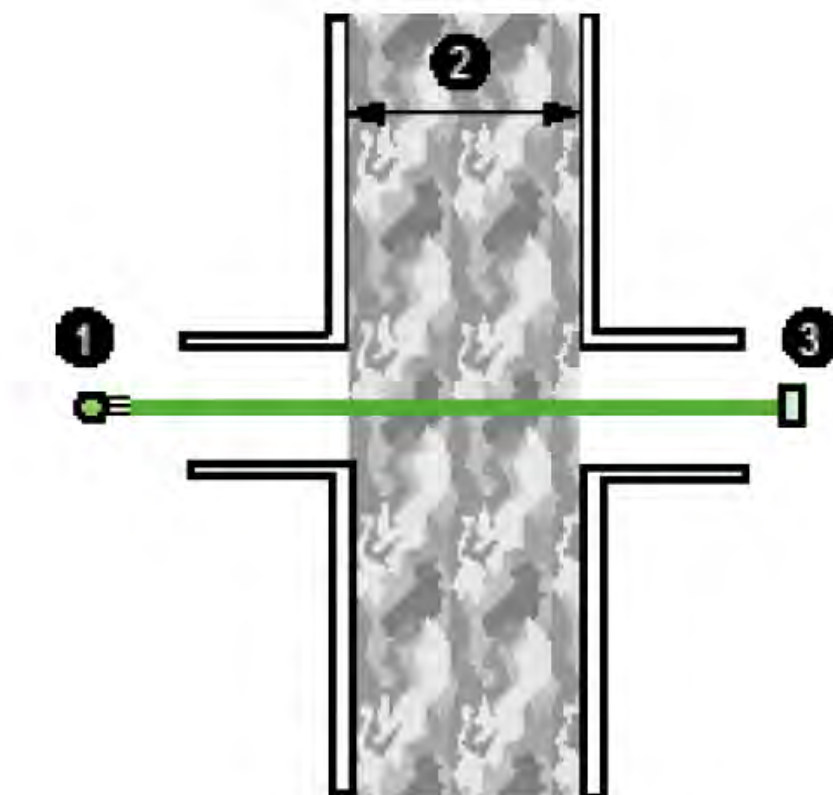
$I_o$  = Intensität des eingestrahlt Lichts (siehe 1 unten)

$I$  = Intensität des transmittierten Lichts (siehe 3 unten)

$a$  = Absorptionskoeffizient

$c$  = Partikelkonzentration

$L$  = Weglänge des Lichtstrahls durch das Medium (siehe 2 unten)



Die Trübung ( $Op$ ) =  $1 - \tau$  ergibt sich für die Gleichung oben:

$$(1 - Op) = e^{-acL} \quad \text{oder} \quad Op = 1 - e^{-acL}$$

Es muss beachtet werden, dass die Quantität  $c$  die Menge des Staubs im Strahlengang angibt. Optische Dichte (oder Extinktion) ist definiert als:

$$OD = -\log_{10} \tau$$

$$= -acL / 2,303$$

$$c = k * OD$$

$$\text{wobei } k = \frac{-2,303}{aL}$$

Durch Vergleichen einer Reihe von optischen Dichtemessungen mit gleichzeitig vorgenommenen gravimetrischen Staubmessungen kann der Wert von  $k$  ermittelt werden.

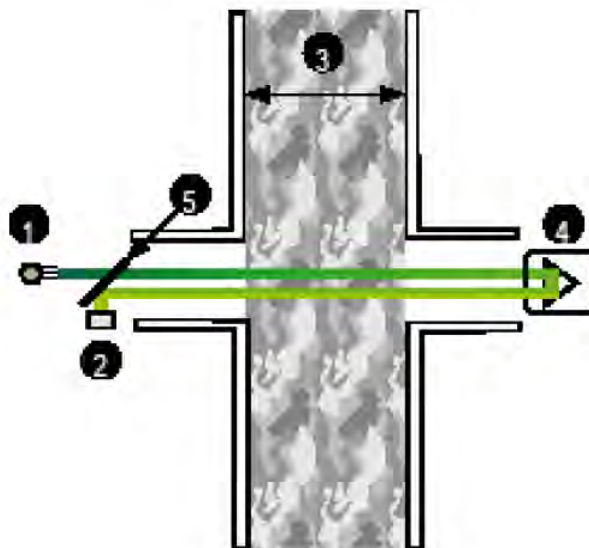
### **Weglängen-Korrekturfaktor (PLCF)**

Als letztes muss die Tatsache berücksichtigt werden, dass Dichtemessgeräte nicht immer an der Schornsteinmündung montiert sind. Da ein Beobachter nach Ringelmann stets die Trübung an der Schornsteinmündung beobachtet, muss ein Korrekturfaktor für die Differenz zwischen dem Lichtweg am Ort der Messung und dem Durchmesser der Schornsteinmündung eingeführt werden. Es muss außerdem bemerkt werden, dass das Staub- und Trübungsmessgerät Modell 4500 MkIII von Land ein Zweistrahl-Gerät ist. Das bedeutet, dass der Lichtstrahl das Medium zweimal durchquert und so der doppelten Absorption ausgesetzt ist, wie unten dargestellt. Auch dies muss vom System entsprechend korrigiert werden.

Der Weglängenkorrekturfaktor (PLCF) spielt nur bei Trübungsmessungen eine Rolle. Er gibt das Verhältnis zwischen den Schornsteindurchmessern an der Mündung und am Einbauort des Geräts wieder. Für einen geraden Schornstein beträgt der PLCF 1. Bei einem Schornstein, der sich zur Mündung hin verjüngt, ist der PLCF kleiner als 1.

Das Lichtwegverhältnis (OPLR) ist das Verhältnis zwischen dem Durchmesser der Schornsteinmündung und der Weglänge des Lichtstrahls durch die Abgase. Bei einem Doppelpass-Gerät entspricht das OPLR dem halben PLCF d. h.

$$OPLR = \frac{PLCF}{2}$$



### Legende

- |   |                   |
|---|-------------------|
| 1. Lichtquelle $I_0$                                  | 4. Reflektor      |
| 2. Detektor   | 5. Strahlenteiler |
| 3. Weglänge des Lichtstrahls durch das Medium ( $L$ ) |                   |

**Abbildung 1:** Schematische Darstellung eines Zweistrahl Messsystems

Mit den vorstehenden Formeln kann man die Trübung am Schornsteinausgang messen, wenn der Weglängen-Korrekturfaktor (PLCF) definiert wird;

$$PLCF = \frac{L_e}{L_m}$$

Wobei  $L_e$  = Weglänge an der Mündung

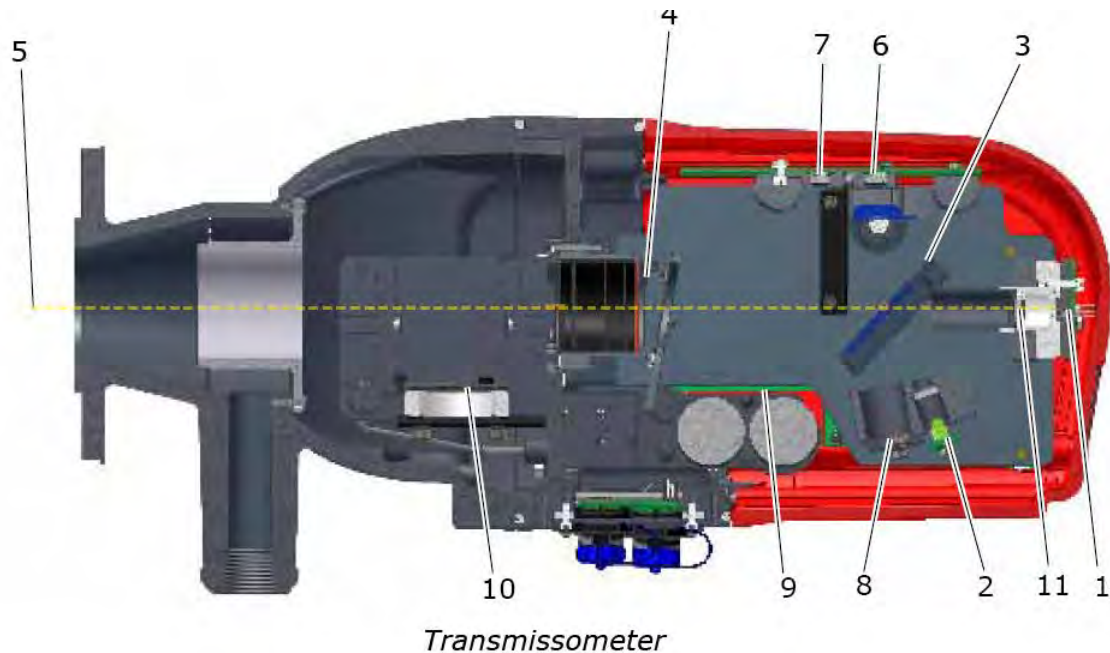
$L_m$  = Weglänge am Ort der Messung

$$OPLR = \frac{PLCF}{2}$$

$$Ope = 1 - 10^{-OD * OPLR}$$

Das Modell 4500 MkIII von Land ist eine Weiterentwicklung des Modells 4500 MkII+. Als Hauptlichtquelle werden drei grüne LED in einer besonderen Konfiguration eingesetzt (zum Patent angemeldet), um höchste Homogenität über den gesamten ausgesendeten Lichtstrahl zu erzielen. Die Lichtquelle wird mit einer Frequenz von 1 kHz moduliert, um elektrische Störungen zu reduzieren und Fehler aufgrund von Umgebungslicht auszuschließen. Mit einer zweiten Lichtquelle, der patentierten "Flut-LED" wird der Effekt der Temperaturdrift in den Detektoren auf ein kaum noch messbares Niveau verringert.

Mit der elektronischen Modulation wird ein mechanischer Zerhacker überflüssig, sodass als einzige bewegliche Teile die Motoren des Kalibrierungssystems verbleiben. Diese Motoren haben einen äußerst niedrigen Tastgrad und sind sehr zuverlässig.



### Legende

- |                         |                     |
|-------------------------|---------------------|
| 1. LED-Lichtquelle      | 7. Referenzdetektor |
| 2. Flut-LED             | 8. Konkavspiegel    |
| 3. Strahlenteiler 50/50 | 9. Upscale-Filter   |
| 4. Kollimationslinse    | 10. Nullreflektor   |
| 5. Kollimierter Strahl  | 11. Diffusor        |
| 6. Messdetektor         |                     |

### Abbildung 2: Baugruppen der Sende- und Empfangseinheit (Transceiver)

Der Transceiver ist oben dargestellt. Das Licht von LED1 (1) durchquert den Diffusor (11) und den 50/50-Strahlenteiler (3). Der weitergeleitete Anteil gelangt zum Kollimator (4), der einen genau definierten, kollimierten Lichtstrahl (5) über den Messweg bis zum Retroreflektor am gegenüberliegenden Ende schickt. Das vom Retroreflektor zurückgesendete Licht wird von der Linse (4) auf den Messdetektor (6) fokussiert. Der vom Strahlenteiler (3) reflektierte Lichtanteil fällt auf den Konkavspiegel (8), der das Licht auf den Referenzdetektor (7) fokussiert. Aus dem Verhältnis der Signale von beiden Detektoren kann der Trübungswert errechnet werden.

Dies gilt jedoch nur so lange, wie die Empfindlichkeit der beiden Detektoren (6 und 7) und die Verstärkungsleistung der jeweiligen Elektronik konstant bleiben. In der Praxis kann dies aufgrund von Temperaturschwankungen und Alterung der Komponenten nicht garantiert werden. Das Modell 4500 MkIII bedient sich einer innovativen Methode zur Kompensation solcher Abweichungen. Dabei wird die Flut-LED (2) zur Beleuchtung beider Detektoren (6 und 7) eingesetzt. Da keine optischen Bauteile zur Fokussierung verwendet werden, können keine Einstellungsfehler auftreten und jede relative Abweichung der Empfindlichkeit zwischen beiden Detektoren (6 und 7) wird sich als Unterschied des von der Flut-LED (2) empfangenen Signals auswirken. Da sich die Lichtquellen (1) und (2) abwechseln, findet der Normalisierungsprozess fortlaufend statt.



Der Mikroprozessor führt die Berechnungen für die Normalisierung und für die bedarfsweise Umrechnung der Trübungsmesswerte in optische Dichte oder Staubbichte aus.

### Kalibrierkontrolle

Der Transceiver führt periodisch eine zweistufige Justierkontrolle durch. In der ersten Stufe wird ein außerhalb des Transceivers angebrachter Null-Reflektor (10) in den Strahlengang gebracht. In der zweiten Stufe wird der Upscale-Filter (9) ebenfalls in den Strahlengang gebracht. Das Messgerät erfasst die Differenz der Signalstärke zwischen dem aktuellen Wert und dem bei der letzten Justierung mit freiem Schornstein ermittelten Wert und berechnet einen Korrekturwert für eine eventuelle Verschmutzung der Linse. Der Trübungswert des Upscale-Filters (9) erscheint auf dem Kalibrierzertifikat, das dem Gerät beiliegt. Am Ende der Kalibrierkontrolle gibt das Modell 4500 MkIII nach den Bestimmungen von ASTM D6216-07 für 90 Sekunden den PLCF-Wert (zwischen 0 und 10) aus.

### 3.2 Aufbau der Messeinrichtung Land 4500 MK III

Das Gerät zur kontinuierlichen Trübungsmessung (Continuous Opacity Monitoring System = COMS) Modell 4500 MkIII von Land Instruments International misst die Trübung anhand des Durchgangs eines Lichtstrahls durch Rauchgase. Ein interner Mikroprozessor berechnet die Staubbichte und andere Parameter. Das Gerät besteht aus folgenden Komponenten: Dem Transceiver, der sämtliche optischen und elektro-optischen Bauteile enthält, dem Retroreflektor mit einem Glasreflektor sowie dem Luftspülsystem.

Das Luftspülsystem steht abhängig von den örtlichen Erfordernissen in unterschiedlichen Varianten zur Verfügung. Es gibt elektrische Gebläse in einfacher oder doppelter Ausführung sowie mit Druckluft betriebene Geräte. Eine kontinuierliche Versorgung mit Spülluft ist erforderlich, um zu verhindern, dass Staub und korrosive Gase das optische System beeinträchtigen. Als vorläufiger Schutz bei einem Ausfall der Luftspülung können automatische Schnellschlussklappen angebracht werden.

Das Messsystem besteht im Wesentlichen aus den folgenden Bauteilen:

- Transceiver:** Enthält alle wichtigen elektronischen und elektro-optischen Bauteile.
- Retroreflektor:** Enthält einen Winkelreflektor.
- Luftspülsystem:** Eine kontinuierliche Versorgung mit Spülluft ist erforderlich, um zu verhindern, dass Staub und korrosive Gase das optische System beeinträchtigen. Für spezifische Anforderungen sind elektrische Einzel- und Doppelgebläse oder mit Druckluft betriebene Geräte lieferbar. Als vorläufiger Schutz bei einem Ausfall der Luftspülung können automatische Schnellschlussklappen angebracht werden.

Zudem werden zur laufenden Qualitätssicherung im Rahmen der QAL3 Tätigkeiten nach EN 14181 entsprechende Prüffilter und eine staubfreie Messstrecke benötigt. Es können entsprechende Montageböcke oder ein Nullrohr für diesen Zweck verwendet werden. Während der Eignungsprüfung wurden zum Messbereich passende Prüffilter des Herstellers Cal Check von der Firma Land geliefert.



### **Stromversorgung**

Das Modell 4500 MkIII wird mit 24 V Gleichspannung betrieben.

### **Analogausgang**

Das Staub- und Trübungsmessgerät Modell 4500 MkIII verfügt über einen Stromschleifenausgang, der auf eine der folgenden vier Funktionen eingestellt werden kann:

Opacity (Trübung), Dust (Staub)

Constant Current (Konstantstrom), Optical Density (Optische Dichte)

Die Ausgabe kann auf 'TRACK' (Fortführen) oder 'HOLD' (Beibehalten) des Messsignals während der Messprogramme eingestellt werden. Wenn 'TRACK' eingestellt ist, wird das Messsignal während der Kalibrierung fortlaufend ausgegeben. Wenn 'HOLD' eingestellt ist, verharrt das Messsignal auf dem letzten vor der Kalibrierung aufgezeichneten Wert, bis die Kalibrierung abgeschlossen ist.

### **Relaisausgänge**

Auf dem Bedienfeld des 4500 MkIII befinden sich drei LEDs, die den Betrieb der folgenden Relaisausgänge anzeigen:

SYSTEM OK

CALIBRATION (Kalibrierung)

ALARMS (Alarmer)

### **Betrieb mit Computer**

Das Staub- und Trübungsmessgerät Modell 4500 MkIII kann über eine RS232- oder eine RS485-Modbus-Schnittstelle an einen Computer oder ein Datenerfassungssystem angeschlossen werden.

Zusätzlich zu den oben beschriebenen Komponenten der Messeinrichtung kann das Analysensystem um eine so genannte Hilfsfunktionseinheit (AFU) erweitert werden. Diese Hilfsfunktionseinheit ist ein Erweiterungsmodul in einem separaten Gehäuse und wird mit einem mehradrigen Kabel mit der Sende- und Empfangseinheit verbunden. Diese Hilfsfunktionseinheit bietet zusätzliche Kommunikationsmöglichkeiten mit der eigentlichen Messeinrichtung wie beispielsweise der Möglichkeit der Fernsteuerung, zusätzliche Datenein- und Ausgänge

sowie Überwachungsfunktionen z.B. für das Spülluftgebläse. Im Folgenden sind die Zusatzfunktionen der AFU stichpunktartig aufgeführt:

### Hilfsfunktionseinheit (AFU)

#### Datenkommunikation

Datenanschluss: Modbus RS232 oder RS485. Zwei oder vier Leiter, 9600 oder 19200 Baud, ungerade, gerade oder keine Parität. Trübung, Optische Dichte, Staubdichte und Statusinformationen verfügbar. Fernsteuerung.

Steuerungsanschluss: Modbus RS232 oder RS485. Zwei oder vier Leiter, 9600 oder 19200 Baud, ungerade, gerade oder keine Parität. Fernsteuerung und Diagnoseinformation.

#### Prozess-I/O-Option

Analoge Ausgänge: 2 Stromschleifenausgänge, 4-20 mA, isoliert, einzeln konfigurierbar für Trübung, Optische Dichte oder Staubdichte. Aktiver oder passiver Betrieb wählbar.

Relaisausgänge: System OK, Maintenance (Wartung) (Daten nicht gültig), Zero Calibrating (Nullpunktjustierung), Upscale Calibrating (Referenzpunktjustierung), 2 Alarmrelais, einzeln konfigurierbar für Trübung, Optische Dichte oder Staubdichte. 48 V 1 A max.

Gebläseüberwachung Vier Logikeingänge zur Überwachung von bis zu zwei Spülluftgebläsen.

#### Schnellschluss-

klappensteuerung: Vier Logikeingänge und zwei Logikausgänge zur Überwachung und Steuerung von bis zu zwei Schnellschlussklappen.

Fernkalibrierungs-Trigger: Logikeingang für externe potenzialfreie Kontakte. Löst einen Justierkontrollzyklus aus.

Brennstoff-Fernauswahl: Zwei Logikeingänge für externe potenzialfreie Kontakte. Wählt einen aus drei Sätzen von Konstanten zur Staubdichte-Kalibrierung, die verschiedenen Brennstoffen oder Betriebsbedingungen entsprechen.

#### Leistungsaufnahme

Gleichstrom: 24 V  $\pm$ 10 %; 4 A

#### Betriebsumgebung

Betriebstemperatur: -40 bis 55 °C

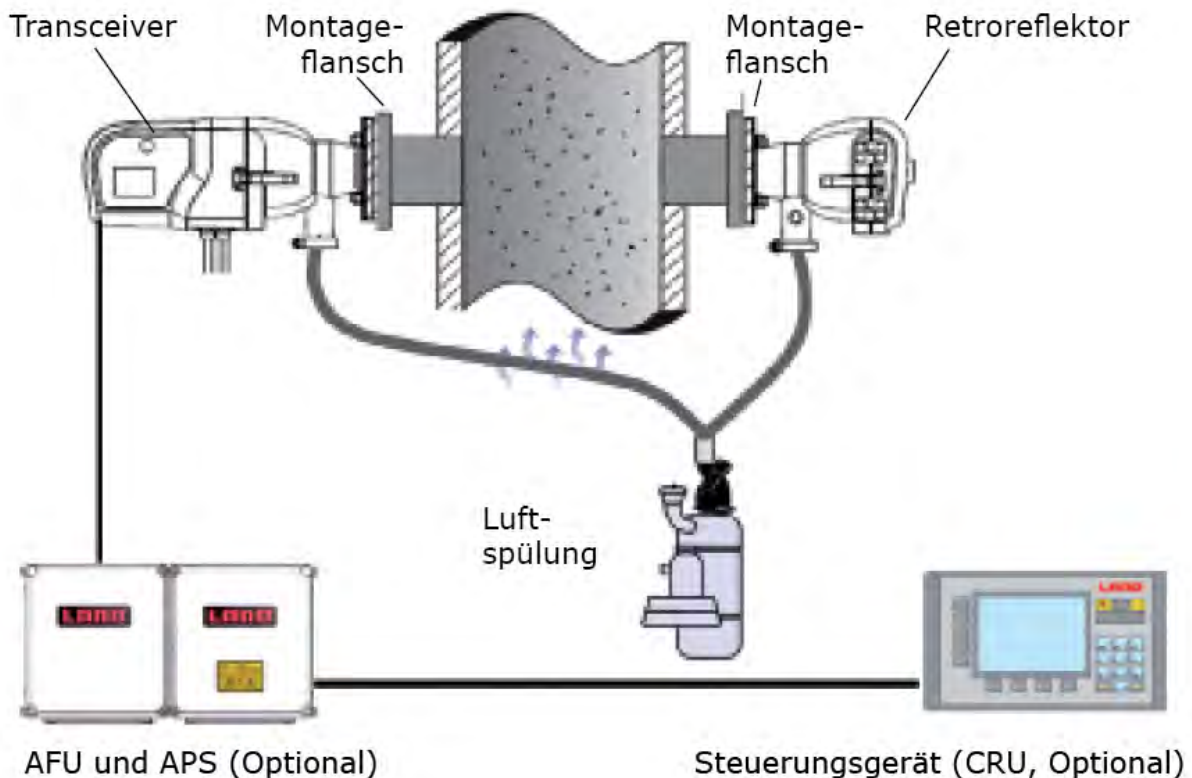
Schutzart: IP65 / NEMA4X

#### Konformität

EMV: erfüllt EN 50081 und EN 50082

#### Gewicht

AFU 2,5 kg



**Abbildung 3:** Einbauzeichnung der Messeinrichtung Land 4500 MKIII

Da die Messeinrichtung Land 4500 MKIII über eine 24 Volt Versorgungsspannung betrieben wird ist es notwendig, die am Installationsort vorhandene Netzspannung auf die von der Messeinrichtung verwendete Niederspannung herunter zu transformieren. Dies geschieht mittels einer Hilfsstromversorgung (APS).

### Hilfsstromversorgung (APS)

Ausgangsleistung

Gleichstrom: 24 V  $\pm$ 10 %; 4 A.

Leistungsaufnahme

Wechselstrom (APS1): 90-132 oder 187-264 V 50-60 Hz Wechselspannung (Automatische Umschaltung) 0,2 kVA

Wechselstrom (APS2): 110 V  $\pm$ 10 % oder 230 V  $\pm$ 10 % 50-60 Hz

## **Zubehör für Geräteüberprüfung**

### Prüfmittel für Linearitätstest

Die korrekte Funktion der Transmissionsmessung kann durch einen Linearitätstest überprüft werden. Dazu werden Filtergläser mit definierten Transmissionswerten in den Strahlengang gesetzt und die Werte mit den vom Messgerät gemessenen verglichen. Bei Übereinstimmung innerhalb der zulässigen Toleranz arbeitet das Messsystem korrekt.

### Justierhalter für Normierung

Zur Überprüfung der Transmissionsmessung auf staubfreier Messstrecke stehen Justierhalter des Herstellers zur Verfügung, die mit angebaute Sende-/Empfangseinheit und Reflektor in einem definierten Abstand zueinander aufgestellt und so ausgerichtet werden, dass die optischen Achsen übereinstimmen. Der dabei ermittelte Transmissionswert wird zu 100 % gesetzt und stellt die Norm für die Messung in der mit Staub beladenen Strecke dar.

### Nullrohr für Normierung

An Stelle der Justierhalter kann das Messsystem auch an einem Rohr mit definierter Länge normiert werden. Aufbau und Ausrichtung von Sende-/Empfangseinheit und Reflektor auf rauchfreier Strecke sind damit einfacher und genauer. Das Nullrohr wird bei Nichtbenutzung durch Endkappen verschlossen, so dass kein Staub eindringen kann. Das Nullrohr ist besonders zu empfehlen, wenn für die Normierung keine staubfreie Umgebung gewährleistet werden kann.

## 4. Prüfprogramm

Die Untersuchungen erfolgten mit zwei vollständigen Messeinrichtungen des Typs Land 4500 MKIII. Ergänzend zu dem im Bericht der Erstprüfung beschriebenen Labortest sowie dem dreimonatigen Feldtest wurde der Feldtest im Rahmen der Wartungsintervallverlängerung auf über 15 Monate Gesamtbetriebszeit ausgedehnt. Die Feldtestprüfungen wurden an der gleichen kommunalen Müllverbrennungsanlage wie die Erstprüfung ohne Unterbrechung durchgeführt.

### 4.1 Laborprüfung

Die Laborprüfung wurde mit zwei vollständigen, identischen Geräten des Typs 4500 MKIII bestehend aus Sende-/Empfangseinheit, Reflektoreinheit und Hilfsstromversorgung durchgeführt. Die Seriennummern lauten wie folgt:

	<b>Gerät 1:</b>	<b>Gerät 2:</b>
Sende/Empfangseinheit	SN 150854 83	SN 154891 91
Reflektoreinheit (801525)	SN 150854 83	SN 154891 91

Gemäß Richtlinie wurde das folgende Testprogramm für den Labortest festgelegt:

- Überprüfung der vollständigen Messsysteme,
- Überprüfung der CE-Kennzeichnung,
- Überprüfung der Sicherung der Justierung,
- Überprüfung der Anzeigebereiche und Nullpunktlage,
- Überprüfung der zusätzlichen Messwertausgänge,
- Überprüfung der Anzeige von Statussignalen,
- Überprüfung der Verschmutzung optischer Grenzflächen,
- Überprüfung der Schutzarten durch Gehäuse,
- Überprüfung der Einstellzeit,
- Überprüfung der Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt,
- Überprüfung der Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt,
- Überprüfung der Linearität (Lack-of-fit),
- Überprüfung der Null- und Referenzpunktdrift,
- Überprüfung des Einflusses der Umgebungstemperatur,
- Überprüfung des Einflusses der Netzspannung,
- Überprüfung des Einflusses von Schwingungen,
- Überprüfung der Auswanderung des Messstrahls (*für In-Situ-AMS*).

Der Labortest erfolgte im April / Mai 2010. Die Geräte waren währenddessen wie folgt eingestellt:

Transmissionsmessung: 0,2 Ext. (zusätzliche Bereiche 0 – 0,1 Ext., 0 – 0,4 Ext. und 0 – 1,2 Ext.) Kontrollzyklus manuell abgerufen.

## 4.2 Feldtest

Der Feldtest erfolgte im Abgas einer kommunalen Hausmüllverbrennungsanlage im Rohgaskanal nach E-Filter mit zwei baugleichen Messeinrichtungen des Typs 4500 MKIII. Dies waren:

	<b>Gerät 1:</b>	<b>Gerät 2:</b>
Sende/Empfangseinheit	SN 150854 83	SN 154891 91
Reflektoreinheit (801525)	SN 150854 83	SN 154891 91
Art der Anlage:	Kommunale Siedlungsabfallverbrennungsanlage	
Abgasreinigungsanlage (vor Messstelle):	E-Filter	
Einbausituation der Messgeräte:	Die Messeinrichtungen waren in einem vertikalen Abgaskanal installiert. Die Einlaufstrecke ist > 5 d und die Auslaufstrecke ist > 3 d. Der Kanal hat einen rechteckigen Querschnitt von ca. 0,8 m Tiefe und 5 m Breite. Der hydraulische Durchmesser beträgt 1,4 m. Die Messstrecken befanden sich im Abstand von ca. 1m übereinander im Abgaskanal über die 5 m Strecke. Die optische Messweglänge betrug 5,0 m.	
Abgasrandbedingungen:		
Feuchte:	12 – 20 Vol.-% f <sub>r</sub>	
Temperatur:	190 bis 220 °C	
Staubgehalt:	< 20 mg/m <sup>3</sup>	

Der Dauertest wurde zunächst im Juli 2010 begonnen, jedoch musste der Feldtest im August 2010 aufgrund technischer Probleme an der Feldtestanlage und damit verbundenem Stillstand unterbrochen werden. Die Anlage ging dann wieder Ende Dezember 2010 in Betrieb, so dass der Dauertest ab dem 29.12.2010 bis zum 30.03.2011 durchgeführt werden konnte. Zusätzlich wurde der Feldtest im Rahmen der Wartungsintervallverlängerung an der gleichen Anlage bis zum 20.03.2012 ausgedehnt. Im Rahmen der der Wartungsintervallverlängerung in Oktober / November 2011 sowie im Januar /Februar 2012 hat es verschiedene Ausfälle der Feldtestanlage gegeben. Während dieser Zeit wurden die geprüften Messeinrichtungen weiter betrieben und die Driftuntersuchungen fortgeführt. Für die Verlängerung des Wartungsintervalls auf sechs Monate sind zwölf Monate Feldtest nach DIN EN 15267-3 gefordert. Um eine repräsentative Bewertung des Driftverhaltens durchführen zu können wurde der Feldtest aufgrund der Anlagenausfälle auf fast 15 Monate ausgedehnt. Die Geräte waren währenddessen wie folgt eingestellt:

Transmissionsmessung: 0 bis 0,2 Ext., Kontrollzyklus alle 24 Stunden.

Die vorgenommenen Einstellungen entsprechen einem Messbereich von ca. 0 bis 15 mg/m<sup>3</sup> Staub am Feldteststandort, ermittelt auf Basis der Ergebnisse der manuellen Kalibrierung.

- Funktionsprüfung der Geräte,
- Überprüfung der Einstellzeit,
- Überprüfung der Linearität (Lack-of-fit),
- Überprüfung der Kalibrierfunktion,
- Überprüfung des Wartungsintervalls,
- Überprüfung der Null- und Referenzpunktdrift,
- Überprüfung der Verfügbarkeit,
- Überprüfung der Vergleichspräzision,
- Überprüfung der Verschmutzungskontrolle (*In-situ-AMS*).

## 5. Standardreferenzmessverfahren

### 5.1 Messverfahren (kontinuierliche Messverfahren)

<b>Messobjekt:</b>	Sauerstoff (O <sub>2</sub> )
<b>Messverfahren / VDI-Richtlinie:</b>	Paramagnetismus / -
<b>Analysator:</b>	TÜV-Messeinrichtung
<b>Hersteller:</b>	Servomex / 570 A
<b>Eingestellter Messbereich:</b>	0 - 25 Vol.-%
<b>Gerätetyp eignungsgeprüft:</b>	ja
<b>Messplatzaufbau:</b>	
<b>Entnahmesonde:</b>	beheizt durch Abgas
<b>Staubfilter:</b>	beheizt durch Abgas
<b>Entnahmerohr:</b>	unbeheizt
<b>Probengasleitung vor Gasaufbereitung, Länge in m:</b>	unbeheizt 5
<b>Probengasleitung nach Gasaufbereitung, Länge in m:</b>	1
<b>Werkstoff der gasführenden Teile:</b>	Titan, Edelstahl, PTFE
<b>Messgasaufbereitung:</b>	Trockenflasche
<b>Trockenmittel:</b>	Silikagel
<b>Überprüfung der Geräte Kennlinie mit folgenden Prüfgasen:</b>	
<b>Nullgas:</b>	N <sub>2</sub>
<b>Prüfgas:</b>	Luft, 21 Vol.-%
<b>90%-Einstellzeit des gesamten Messaufbaus in s:</b>	< 60
<b>Registrierung der Messwerte:</b>	Aufzeichnung mit Endres und Hauser Datenaufnehmer Memograph



## 5.2 Messverfahren (diskontinuierliche Messverfahren)

<b>Messobjekt:</b>	Gesamtstaub
<b>Messverfahren:</b>	Richtlinie DIN EN 13284, Teil 1, April 2002
Grundlage des Verfahrens:	gravimetrische Bestimmung
<b>Messplatzaufbau:</b>	
Filtergerät:	Planfilterkopfgerät
Anordnung:	Instack, beheizt durch Abgas
Material:	Titan, unbeheizt
Abscheidemedium (Planfilter):	Quarzfaser Whatman, 1851
Filterdurchmesser:	50 mm
Abscheidegrad:	> 99 %
Transport und Lagerung:	in Rundbehältern aus Polystyrol
<b>Behandlung des Abscheidemediums:</b>	
Trocknungstemperatur / -zeit vor der Beaufschlagung:	300 °C mind. 1 h
nach der Beaufschlagung:	260 °C mind. 1 h
Rückgewinnung von Ablagerungen vor dem Filter:	nach jeder Messreihe (mindestens einmal pro Tag)
Behandlung der Spüllösung:	Eindampfen, Trocknen
Konditionierung im Wägeraum (vor / nach):	24 h / 24 h (klimatisierter Wägeraum)
Waage / Hersteller:	für 50 mm Filter: MC 210P / Sartorius
Genauigkeit:	0,01 mg
<b>Verfahrenskenngrößen:</b>	siehe Tabelle Messunsicherheit am Ende der Seite

### Maßnahmen zur Qualitätssicherung:

Maßnahmen zur Qualitätssicherung:	<b>Probenahme:</b> Dichtheitsprüfung
	<b>Analysenwaage:</b> jährliche Wartung (Hersteller), vor jeder Wägeserie Überprüfung mit Eichge- wichten
Bestimmungsgrenze Quarzfaser:	0,3 mg

Messunsicherheit (U)	Mittelwert, mg/m <sup>3</sup>	U (95 %), mg/m <sup>3</sup>	Probengasvolumen, m <sup>3</sup>
Quarzfaser, trockene Gase	7,3	1,42	1

### **Ermittlung der Abgasrandbedingungen**

<b>Differenz-Druck im Abgaskamin:</b>	Manometer unter Berücksichtigung der entsprechenden Anschlüsse
<b>Statischer Druck im Abgaskamin:</b>	Manometer unter Berücksichtigung der entsprechenden Anschlüsse
<b>Luftdruck in Höhe der Probenahmestelle:</b>	Lufft, Dosenbarometer
Letzte Überprüfung / Kalibrierung:	halbjährig
<b>Abgastemperatur:</b>	NiCr-Ni-Thermoelement, Typ K
Temperaturmessgerät, Fabrikat, Typ:	BEHA GmbH / 93449
<b>Wasserdampfanteil im Abgas (Abgasfeuchte):</b>	Adsorption an Silikagel und nachfolgende gravimetrische Bestimmung
<b>Abgasdichte:</b>	berechnet unter Berücksichtigung der Abgasbestandteile an Sauerstoff (O <sub>2</sub> ), Kohlendioxid (CO <sub>2</sub> ), Stickstoff (mit 0,933 % Argon), Abgasfeuchte (Wasserdampfanteil im Abgas) sowie der Abgastemperatur und Druckverhältnisse im Kanal

Die Ermittlung der aufgeführten Abgasrandbedingungen war notwendig zur Bestimmung eines repräsentativen Messpunktes für die Vergleichsmessungen gemäß EN 15259.

### **Während der Prüfung benutzte Referenzfilter:**

(Die bezeichneten Filter umfassen alle während der Prüfung eingesetzten )

Referenzfilter	Grauglasfilter Firma Cal Check
----------------	--------------------------------

Für die Prüfungen wird nur Material und Gerät eingesetzt, das zum Zeitpunkt der Prüfung dem Qualitätsmanagement der TEU nach DIN EN 17025 entsprochen hat.

## 6. Prüfergebnisse

### 6a Allgemeine Anforderungen

#### 6a.1 [5.1 Anwendung der Mindestanforderung]

*Das Prüflaboratorium muss mindestens zwei identische automatische Messeinrichtungen (AMS) prüfen. Alle geprüften AMS müssen die in diesem Dokument festgelegten Mindestanforderungen sowie die in den jeweiligen rechtlichen Regelungen festgelegten Anforderungen an die Messunsicherheit einhalten.*

#### Bewertung

Während der Eignungsprüfung wurden vier identische Messeinrichtungen geprüft. Die Messeinrichtungen erfüllen die Mindestanforderungen zur Überwachung von Emissionen aus stationären Quellen sowie die geforderte Messunsicherheit.

Die Prüfungen und Ergebnisse sind in den entsprechenden Kapiteln 6a, 6b und 6c dargestellt. Die Darstellung der Ergebnisse zu der geforderten Messunsicherheit befindet sich im Kapitel 6d.

## 6a.2 [5.2 Zu prüfende Bereiche]

### 5.2.1 Zertifizierungsbereich

*Der Zertifizierungsbereich, in dem die AMS zu prüfen ist, muss durch Angabe der unteren und der oberen Grenze des Bereiches festgelegt werden. Der Bereich muss für die vorgesehene Anwendung der AMS geeignet sein. Der Zertifizierungsbereich ist wie folgt festzulegen:*

- a) *für Abfallverbrennungsanlagen als Bereich von null, falls die AMS Null messen kann, bis zum maximal 1,5-fachen des Emissionsgrenzwertes (ELV) für den Tagesmittelwert;*
- b) *für Großfeuerungsanlagen als Bereich von null, falls die AMS Null messen kann, bis zum maximal 2,5-fachen des Emissionsgrenzwertes (ELV) für den Tagesmittelwert;*
- c) *für andere Anlagen unter Berücksichtigung des jeweiligen Emissionsgrenzwertes oder jeder anderen Anforderung in Bezug auf die vorgesehene Anwendung.*

*Zur Bildung von Halbstundenwerten muss die automatische Messeinrichtung Momentanwerte in einem Bereich messen können, der mindestens das Zweifache der oberen Grenze des Zertifizierungsbereiches beträgt. Wenn zur Erfüllung dieser Anforderung Bereichsumschaltungen der AMS notwendig sind, erfordern die zusätzlichen Bereiche weitere Prüfungen (siehe 5.2.2).*

*Der/Die Zertifizierungsbereich(e) und die für jeden Bereich geprüften Mindestanforderungen müssen im Zertifikat angegeben werden.*

*Das Prüflaboratorium sollte für den Feldtest eine industrielle Anlage mit erkennbar schwierigen Randbedingungen auswählen. Dies bedeutet, dass die automatische Messeinrichtung dann auch bei weniger schwierigen Messbedingungen eingesetzt werden kann.*

### Bewertung

Der Zertifizierungsbereich beträgt das 1,5 fache des Emissionsgrenzwertes für den Tagesmittelwert für Anlagen gemäß 17. BImSchV. Die Messeinrichtung ist in der Lage das 2-fache der oberen Grenze des Zertifizierungsbereiches zu messen.

Die Zertifizierungsbereiche und die für jeden Bereich geprüften Mindestanforderungen sind im Zertifikat angegeben.

Der Ausgewählte Standort des Feldtests ist bereits in Kapitel 4.2 näher beschrieben.

### **5.2.2 Zusätzliche Bereiche**

*Falls ein Hersteller den Nachweis der Einhaltung der Anforderungen in einem zusätzlichen Bereich oder in mehreren zusätzlichen Bereichen wünscht, die größer als der Zertifizierungsbereich sind, dann sind einige ausgewählte, zusätzliche Prüfungen für alle zusätzlichen Bereiche notwendig. Diese zusätzlichen Prüfungen müssen mindestens die Untersuchung der Einstellzeit und des Lack-of-fit beinhalten. Die Querempfindlichkeit ist für Störkomponenten, die sich bei der Prüfung im Zertifizierungsbereich als relevant erwiesen haben, zu prüfen.*

*Zusätzliche Bereiche und die für diese Bereiche geprüften Mindestanforderungen sind im Zertifikat anzugeben.*

#### **Bewertung**

Es wurden zusätzliche Messbereiche definiert. Für diese Bereiche wurden einige zusätzliche Prüfungen durchgeführt. Die Ergebnisse zu diesen Zusatzprüfungen befinden sich in den jeweiligen Unterpunkten in den Kapiteln 6b und 6c.

Die zusätzlichen zu prüfenden Bereiche sind im Zertifikat aufgeführt.

### **5.2.3 Untere Grenze der Bereiche**

*Die untere Grenze des Zertifizierungsbereiches ist üblicherweise Null.*

#### **Bewertung**

Die untere Grenze des Zertifizierungsbereiches liegt für die Komponente Staub bei Null.

#### **5.2.4 Angabe von bereichsbezogenen Mindestanforderungen**

*Die festgelegten Mindestanforderungen werden für alle Messkomponenten mit Ausnahme von Sauerstoff als prozentualer Anteil der oberen Grenze des Zertifizierungsbereiches angegeben. Für Sauerstoff werden die Mindestanforderungen als Volumenkonzentration angegeben. Eine bereichsbezogene Mindestanforderung entspricht der größten Abweichung, die in einer Prüfung zulässig ist, wobei das Vorzeichen der in der Prüfung ermittelten Abweichung nicht von Belang ist.*

#### **Bewertung**

Für alle Prüfungen werden die Abweichungen als prozentualer Anteil der oberen Grenze des Zertifizierungsbereiches angegeben.

#### **5.2.5 Bereiche für optische In-situ-AMS mit variabler optischer Länge**

*Der Zertifizierungsbereich für optische In-situ-AMS mit variabler optischer Länge muss in Einheiten festgelegt werden, die sich als Produkt aus der Konzentration der Messkomponente und der optischen Weglänge ergeben.  
Die bei der Prüfung verwendete Weglänge ist im Zertifikat anzugeben.*

#### **Bewertung**

Der Zertifizierungsbereich beträgt 0 bis 15 mg/m<sup>3</sup> bei einer Weglänge von 5 m. Es ergibt sich somit ein Produkt von 0 bis 75 mg m/m<sup>3</sup>. Die während des Feldtests verwendete Weglänge betrug 5 m.

### 6a.3 [5.3 Herstellungsbeständigkeit und Änderung der Gerätekonfiguration]

*Die Zertifizierung einer AMS gilt nur für das Prüfmuster, das die Eignungsprüfung durchlaufen hat. Nachfolgende Änderungen der Gerätekonfiguration, die Einfluss auf das Leistungsvermögen der AMS haben könnten, können dazu führen, dass die Zertifizierung ungültig wird.*

*Die Herstellungsbeständigkeit und Änderungen der Gerätekonfiguration werden in der DIN EN 15267-2 behandelt.*

#### **Bewertung**

Die durchgeführten Prüfungen wurden mit den in Kapitel 3 ausführlich beschriebenen Messeinrichtungen durchgeführt. Die Prüfergebnisse in diesem Prüfbericht und im zugehörigen Zertifikat beziehen sich nur auf Messeinrichtungen, die den geprüften Prüfmustern entsprechen. Der Hersteller wurde darauf hingewiesen, dass jegliche Änderung an der Messeinrichtung mit dem Prüfinstitut abgesprochen werden muss und zu Nach- oder Neuprüfungen der Messeinrichtung führen kann.

Bei Änderungen an der Gerätekonfiguration für Hard- und/oder Software ist der Fortbestand der Gültigkeit der Zertifizierung nicht garantiert.

#### **6a.4 [5.4 Qualifikation der Prüflaboratorien]**

*Prüflaboratorien müssen über eine Akkreditierung nach EN ISO/IEC 17025 verfügen. Weiterhin müssen sie für die Durchführung der in dieser Europäischen Norm festgelegten Prüfungen akkreditiert sein. Prüflaboratorien müssen die Unsicherheiten der einzelnen in der Eignungsprüfung verwendeten Prüfprozeduren kennen. CEN/TS 15675 ergänzt die Norm EN ISO/IEC 17025 hinsichtlich der Durchführung von Emissionsmessungen. Diese Ergänzungen sollten bei der Verwendung der im Anhang A festgelegten Standardreferenzmessverfahren berücksichtigt werden.*

#### **Bewertung**

Das Prüfinstitut TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH ist nach DIN EN ISO/IEC 17025 für Funktionsprüfungen, Kalibrierungen, Emissionsmessungen und Eignungsprüfungen bis zum 31-01-2013 akkreditiert.

Im Anhang ist als Abbildung 40 und Abbildung 41 die Akkreditierungs-Urkunde beigefügt.



## 6b Laborprüfungen

### 6b.1 [6.1 Automatische Messeinrichtungen für die Prüfung]

*Alle für die Prüfung bereit gestellten automatischen Messeinrichtungen müssen vollständig sein. Die Anforderungen gelten nicht für Einzelkomponenten einer AMS. Der Prüfbericht muss für eine festgelegte AMS unter Angabe aller Einzelkomponenten angefertigt werden.*

*Automatische Messeinrichtungen mit extraktiver Probenahme müssen geeignete Vorrichtungen zur Filterung von Feststoffen, zur Vermeidung von chemischen Reaktionen in der Probenahmeinrichtung, zur Vermeidung von Mitnahmeeffekten und zur effektiven Kontrolle von Wasserkondensat besitzen.*

*Messeinrichtungen, die über unterschiedlich lange Probenahmeleitungen verfügen, müssen mit einer Probenahmeleitung geprüft werden, deren Länge zwischen dem Prüflaboratorium und dem Hersteller vereinbart wird. Die Länge der Probenahmeleitung ist im Prüfbericht anzugeben.*

*Das Prüflaboratorium muss den Typ der Probenahmeinrichtung im Prüfbericht beschreiben.*

#### Gerätetechnische Ausstattung

Die Prüfung wurde mit zwei vollständigen und baugleichen Messeinrichtungen vom Typ 4500 MKIII durchgeführt.

#### Durchführung der Prüfung

Die Messeinrichtungen und das Handbuch wurden auf Vollständigkeit überprüft.

Fotos der beiden Messeinrichtungen wurden sowohl vor der Messung als auch während der einzelnen Testpunkte gemacht.

#### Auswertung

Die beiden Messeinrichtungen waren baugleich und bestehen aus folgenden Teilen:

- Sende-/Empfangseinheit,
- Reflektor,
- Spülluftgebläse (Verwendung während des Feldtests),
- Hilfsstromversorgung,
- Bedienungsanleitung in deutscher Sprache,
- Software Version: Control Software Version: 01.03.01, HI Software Version: 01.02.01.

#### Bewertung

Die eignungsgeprüfte Ausführung umfasst die vollständige Messeinrichtung.

Damit werden die Bedingungen der Mindestanforderungen erfüllt.

### **Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse**

Das geprüfte Messsystem besteht aus folgenden Bestandteilen:

- Sende-/Empfangseinheit,
- Reflektor,
- Spülluftgebläse,
- Hilfsstromversorgung,
- Bedienungsanleitung in deutscher Sprache,
- Software Version: Control Software Version: 01.03.01, HI Software Version: 01.02.01.

Abbildungen sind in Kapitel 4.3 dargestellt.

Eine Kopie des Handbuches befindet sich im Anhang ab Seite 156.

## 6b.2 [6.2 CE-Kennzeichnung]

*Die automatische Messeinrichtung muss die Anforderungen der anzuwendenden EG-Richtlinien an die CE-Kennzeichnung einhalten. Dazu gehören beispielsweise*

- *die Richtlinie 89/336/EWG über die elektromagnetische Verträglichkeit und ihre Änderung durch die Richtlinien 92/31/EWG und 93/68/EWG*
- *und die Richtlinie 72/23/EWG über elektrische Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen und ihre Änderung durch die Richtlinie 93/68/EWG.*

*Hersteller oder Anbieter von automatischen Messeinrichtungen müssen einen überprüf- und nachvollziehbaren Nachweis erbringen, dass die in den für die Geräte geltenden EG-Richtlinien festgelegten Anforderungen eingehalten werden.*

### **Gerätetechnische Ausstattung**

Nicht notwendig für diesen Prüfpunkt.

### **Durchführung der Prüfung**

Der Hersteller legte die CE-Bescheinigung und Prüfunterlagen vor.

### **Auswertung**

Es lagen dem Prüfinstitut folgende Unterlagen vor:

CE-Bescheinigung


### **Bewertung**

[Das Zertifikat über die CE-Kennzeichnung lag dem Prüfinstitut vor.](#)

Damit werden die Bedingungen der Mindestanforderungen erfüllt.

### **Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse.**

Das Herstellerzertifikat über die CE-Deklaration ist in **Abbildung 4** ersichtlich. Zusätzlich wurden vom Gerätehersteller verschiedenste Prüfberichte über die CE Zertifizierung übergeben.

<p><b>LAND</b> instruments international</p> <p><b>CE</b></p> <p><b>DECLARATION OF CONFORMITY</b></p> <p>We</p> <p><b>Land Instruments International Ltd</b> <b>Dronfield S18 1DJ, England</b></p> <p>declare under our sole responsibility that the products listed below to which this declaration relates</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"><p><b>4500 MkIII</b></p></div> <p>are in conformity with the standards listed below:</p> <p><b>EN61326-1:2006</b></p> <p><b>Electrical equipment for measurement, control and laboratory use - EMC requirements</b></p> <p>following the provisions of EMC Directive <b>89/336/EEC</b></p> <p>19 June 2009 Certificate No. GB 108</p> <p style="text-align: right;"> Ian Ridley Technical Director</p>
--

**Abbildung 4:** CE Zertifikat des Herstellers

### **6b.3 [6.3 Unbefugtes Verstellen]**

*Die automatische Messeinrichtung muss über eine Sicherung gegen unbefugtes Verstellen der Justierung verfügen.*

#### **Gerätetechnische Ausstattung**

Hier nicht notwendig.

#### **Durchführung der Prüfung**

Die Bedienung und Parametrierung der Messeinrichtung 4500 MKIII erfolgt standardmäßig über das am Messgerät befindliche Display und den dazugehörigen Tasten. Zudem kann die Messeinrichtung mittels eines PC's und der entsprechenden Software angesteuert werden. Am Display kann man auf der allgemeinen Benutzerebene nur Daten einsehen und beispielsweise Fehler ablesen. Um Änderungen in der Gerätekonfiguration vorzunehmen, benötigt man ein Passwort. Die Funktionsweise des Passwortschutzes ist im Herstellerhandbuch unter dem Begriff „Supervisor-Code“ ersichtlich. Alle messwertrelevanten Bedienungsebenen sind daher gegen unbefugtes und unbeabsichtigtes Verstellen gesichert.

#### **Auswertung**

Die Justierung bzw. ein unberechtigter Eingriff in die Messeinrichtung ist nicht möglich ohne die Kenntnis des relevanten Passworts (Supervisor-Code) der Messeinrichtung.

#### **Bewertung**

*Die Sicherung der Justierung ist durch einen Passwortschutz gewährleistet.*

Damit werden die Bedingungen der Mindestanforderungen erfüllt.

#### **Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse**

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

#### **6b.4 [6.4 Anzeigebereiche und Nullpunktlage]**

*Die automatische Messeinrichtung muss über einen Messsignalausgang mit lebendem Nullpunkt (z. B. 4 mA) verfügen, so dass negative und positive Messsignale angezeigt werden können.*

*Die AMS muss über eine Geräteanzeige verfügen, die das Messsignal anzeigt. Die Geräteanzeige darf sich außerhalb der AMS befinden.*

*Das Prüflaboratorium hat zu überprüfen, ob die Anzeigebereiche der automatischen Messeinrichtung eingestellt werden können und ob diese Anzeigebereiche für die jeweilige Messaufgabe geeignet sind.*

*Die mit der AMS zu überwachenden Grenzwerte sollten dokumentiert werden. Weiterhin sollte die Eignung der Anzeigebereiche der AMS für geltende EG-Richtlinien und andere vorgesehene Anwendungen beschrieben werden.*

*Das Prüflaboratorium muss mit Hilfe von Referenzmaterialien überprüfen, ob der Anzeigebereich mindestens doppelt so groß wie der Zertifizierungsbereich ist.*

#### **Gerätetechnische Ausstattung**

Zur Prüfung der Lage der Null- und Referenzpunkte wurden Grauglasfilter mit unterschiedlicher Lichtdurchlässigkeit verwendet. Zur Aufnahme des Ausgangssignals der Messeinrichtung wurde ein Multimeter eingesetzt.

#### **Durchführung der Prüfung**

Durch Aufnahme der Analogsignale bei Null- und Referenzpunktanzeigen wurde überprüft, ob die zu prüfenden Messbereiche für beide Messmodi eingestellt sind und den Anforderungen entsprechen. Darüber hinaus wurde der geräteinterne Kontrollzyklus in die Prüfung mit einbezogen.

#### **Auswertung**

Der Nullpunkt liegt mit 4 mA bei 20 % des analogen Geräteausgangs. Der Referenzpunkt des geräteinternen Kontrollzyklus liegt mit etwa 15 mA entsprechend 70 % der Messspanne im geforderten Bereich.

#### **Bewertung**

Die Lage des Nullpunktes war auf 4 mA eingestellt. Die Lage des Referenzpunktes (Kontrollwerte des geräteinternen Zyklus) liegt bei 70 % des Messbereiches.

Damit werden die Bedingungen der Mindestanforderung erfüllt.

#### **Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse**

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## **6b.5 [6.5 zusätzliche Messwertausgänge]**

*Die automatische Messeinrichtung muss über einen zusätzlichen Messwertausgang verfügen, der den Anschluss eines zusätzlichen Anzeige- und Registriergerätes erlaubt, also einen Ausgang für das Datenerfassungssystem und einen zusätzlichen Ausgang für die Durchführung der QAL2, QAL3 und AST nach EN 14181.*

*Das Prüflaboratorium muss anschließend überprüfen, ob die Messsignale an dem zusätzlichen Messwertausgang mit denen der AMS übereinstimmen. Das Prüflaboratorium muss die Funktionsweise des zusätzlichen Messwertausganges im Prüfbericht beurteilen und beschreiben.*

### **Gerätetechnische Ausstattung**

Die Prüfung erfolgte unter Verwendung eines Digital-Multimeters.

### **Durchführung der Prüfung**

Das Multimeter wurde nacheinander an die Analogausgänge der Messeinrichtung angeschlossen. Die Prüfung erfolgte durch Vergleich des aufgenommenen Messsignals mit dem Sollwert bei der manuellen Kontrolle der Messeinrichtung. Während der gesamten Prüfung wurden die Messwerte über die Analogausgänge ausgegeben und registriert. Die Anschlüsse für die Analogsignale der Messeinrichtung befinden sich in einem mehrpoligen Stecker an der Unterseite der Sende- und Empfangseinheit.

### **Auswertung**

Die aufgenommenen Messwerte entsprachen den erwarteten Werten.

Der Anschluss eines zusätzlichen Datenerfassungssystems ist möglich.

### **Bewertung**

Der Anschluss von zusätzlichen Mess- und Peripheriegeräten ist über entsprechende Anschlüsse an den Geräten möglich. Zusätzlich können die Anschlussmöglichkeiten über eine Hilfsfunktionseinheit (AFU) erweitert werden.

Damit werden die Bedingungen der Mindestanforderung erfüllt.

### **Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse**

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## **6b.6 [6.6 Anzeige von Statussignalen]**

*Die automatische Messeinrichtung muss den Betriebszustand anzeigen.  
Weiterhin muss die AMS in der Lage sein, den Betriebszustand an eine Datenerfassungseinrichtung zu übermitteln.*

### **Gerätetechnische Ausstattung**

Die vorhandenen Staussignale wurden mit Hilfe eines Multimeters geprüft.

### **Durchführung der Prüfung**

Die Betriebszustände Wartung und Störung wurden durch Eingriff in die Messeinrichtung erzeugt. Es wurde überprüft, ob die jeweiligen Statusmeldungen vom Gerät korrekt gemeldet wurden. Die entsprechenden Anschlüsse befinden sich in einem mehrpoligen Stecker an der Unterseite der Sende- und Empfangseinheit.

### **Auswertung**

Die Statussignale werden korrekt über entsprechende Relaiskontakte ausgegeben.

### **Bewertung**

*Die Statusmeldungen wurden korrekt ausgegeben.*

Damit werden die Bedingungen der Mindestanforderung erfüllt.

### **Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse**

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.



## 6b.7 [6.7 Vermeidung oder Kompensation der Verschmutzung optischer Grenzflächen]

*Beruhet das Messprinzip auf optischen Verfahren, so muss die Messeinrichtung eine Vorrichtung besitzen, die eine Verschmutzung der optischen Grenzflächen vermeidet und/oder kompensiert.*

*Für Geräte mit einer eingebauten Verschmutzungskompensation darf die Absorption durch das optische Filter vom Gerätehersteller festgelegt werden und mehr als 10 % betragen, um so eine umfassendere Prüfung der Kompensation zu ermöglichen. Der Einfluss einer Verschmutzung der optischen Grenzflächen auf das Messsignal ist unter Berücksichtigung der physikalischen Zusammenhänge zu ermitteln und nach Möglichkeit durch Messungen zu quantifizieren.*

*Das geräteinterne Verfahren zur Verschmutzungskontrolle muss vom Gerätehersteller nachvollziehbar beschrieben sein. Diese Funktion muss bei eingebauter Messeinrichtung im laufenden Betrieb verfügbar sein. Die AMS muss den Betrieb der Funktion anzeigen.*

### Gerätetechnische Ausstattung

Für die Transmissionsmessung wurden sowohl zur Referenzpunkterzeugung als auch für die Simulation der Verschmutzung optische Filter eingesetzt.

### Durchführung der Prüfung

Es wurden unterschiedliche Verschmutzungen in Form von Grauglasfiltern in den Strahlengang eingebracht. Nach durchgeführter Kompensation wurde das Messsignal mit dem Referenzpunktsignal ohne Verschmutzung verglichen.

### Auswertung

Für beide Messeinrichtungen wurde das Referenzpunktsignal ohne Verschmutzung mit dem Referenzpunktsignal bei unterschiedlichen Verschmutzungen verglichen. Es wurde jeweils eine Abweichung bezogen auf den Messbereichsendwert berechnet.

### Bewertung

Das Messgerät ist in der Lage Verschmutzungen zu kompensieren. Bei erhöhten Verschmutzungen zeigt die Messeinrichtung ein Störsignal an.

Damit werden die Bedingungen der Mindestanforderung erfüllt.

## Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

**Tabelle 1:** Ergebnisse der Verschmutzungsuntersuchungen bei Gerät 01, Messbereich 0 bis 0,2 Ext.

Gerät 01	mA	Abw. in % MBE
Messwert ohne Verschmutzung	17,66	-
Verschmutzung vor Kompensation	> 20	-
Messwert nach Kompensation	17,72	+ 0,5

**Tabelle 2:** Ergebnisse der Verschmutzungsuntersuchungen bei Gerät 02, Messbereich 0 bis 0,2 Ext.

Gerät 02	mA	Abw. in % MBE
Messwert ohne Verschmutzung	19,22	-
Verschmutzung vor Kompensation	> 20	-
Messwert nach Kompensation	19,19	- 0,2

## 6b.8 [6.8 Schutzarten durch Gehäuse]

*Geräte, deren Einbau auf belüftete Räume und Messschränke beschränkt ist, wo die Geräte vor Niederschlägen geschützt sind, müssen mindestens der Schutzart IP40 nach EN 60529 entsprechen.*

*Geräte, deren Einbau auf Orte mit Schutz vor Niederschlägen beschränkt ist, beispielsweise Orte mit Vordächern, wo die Geräte jedoch Niederschlägen auf Grund von beispielsweise Wind ausgesetzt sein können, müssen mindestens der Schutzart IP54 nach EN 60529 entsprechen.*

*Geräte, die zur Verwendung in Außenbereichen ohne jeglichen Wetterschutz vorgesehen sind, müssen mindestens der Schutzart IP65 nach EN 60529 entsprechen.*

### Gerätetechnische Ausstattung

Prüfbericht bereitgestellt durch den Hersteller.

### Durchführung der Prüfung

Der Hersteller der AMS legte dem Prüflaboratorium den Bericht über die Prüfung des Gehäuses nach EN 60529 vor. Die Einhaltung der angegebenen Schutzart wurde überprüft.

### Auswertung

Das Gerät entspricht der Schutzart IP65 / NEMA4X. Da das Gerät zur Installation im Freien gegebenenfalls mit einer geeigneten Wetterschutzhaube bestimmt ist, ist die Schutzklasse den Einsatzbedingungen entsprechend angemessen.

### Bewertung

Das Gerät entspricht der Schutzart IP 65.

Damit werden die Bedingungen der Mindestanforderung erfüllt.

### Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Für diesen Prüfpunkt nicht notwendig.

## 6b.9 [6.9 Einstellzeit im Labortest]

Die automatische Messeinrichtung muss die folgenden Mindestanforderungen an die Einstellzeit einhalten.

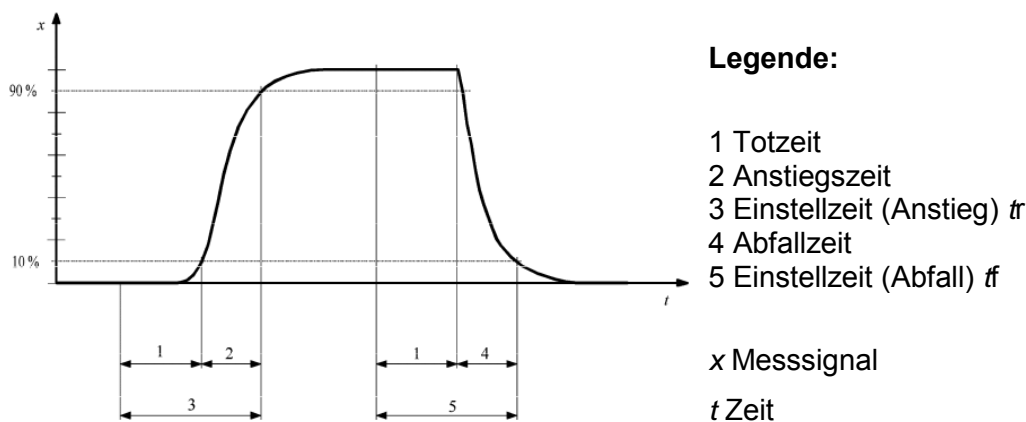
Die Einstellzeit der Messeinrichtung darf nicht mehr als 200 s betragen.

### Gerätetechnische Ausstattung

Die Prüfung erfolgte mit Prüffiltern zur Referenzpunktdarstellung.

### Durchführung der Prüfung

Die Messeinrichtung liefert kontinuierlich Messwerte. Die Bewertung erfolgte unter Zuhilfenahme von Prüffiltern. Es wurde die zeitliche Änderung des Messsignals bei einer sprunghaften Änderung von Null- auf Referenzpunkt bewertet.



**Abbildung 5:** Schematische Darstellung der Prüfung der Einstellzeit

### Auswertung

Die Messeinrichtung arbeitet normalerweise direkt im Abgaskanal. Zur Prüfung wurde die Messeinrichtung auf eine staubfreie Messstrecke installiert und es wurden Grauglasfilter in die Sende- und Empfangseinheit eingesteckt. Die Dauer des Einbringens der Filter dauert bedingt durch das Öffnen und Schließen des Gehäuses länger als der eigentliche Anstieg des Messsignals. Es wurde die Zeitspanne zwischen der sprunghaften Änderung der Prüfwertvorgabe bis zum Erreichen von 90 % des Erwartungswertes der Geräteanzeige bestimmt bzw. abgeschätzt.

Es ergeben sich  $t_{90}$ -Zeiten im Bereich 10 s.

Die relative Differenz der Einstellzeiten wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$t_d = \left| \frac{t_r - t_f}{t_r} \right|$$

Dabei ist

- $t_d$  die relative Differenz zwischen den Einstellzeiten des Anstiegs- und Abfallmodus;
- $t_r$  die im Anstiegsmodus ermittelte Einstellzeit;
- $t_f$  die im Abfallmodus ermittelte Einstellzeit.

### Bewertung

Die Einstellzeit der Messeinrichtung wird unter Zuhilfenahme von Prüffiltern bestimmt. Die Einstellzeit beträgt ca. 10 s mit dem Referenzmaterial.

Damit werden die Bedingungen der Mindestanforderung erfüllt.

## Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

**Tabelle 3:** Einstellzeiten im Labortest (0 – 0,2 Ext.)

**Messgerät:** 4500 MKIII im Labortest  
**Komponente:** Staub (Zertifizierungsbereich = 0 - 0,2 Ext.)

Staub, trocken	Gerät 1	Gerät 2
$t_{90}$ für den Anstieg	$t_r = 10 \text{ sec}$	$t_r = 10 \text{ sec}$
$t_{90}$ für den Abfall	$t_f = 10 \text{ sec}$	$t_f = 10 \text{ sec}$
rel. Differenz der $t_{90}$	$t_d = 0,0 \%$	$t_d = 0,0 \%$
Einstellzeit	$t_{90} = 10 \text{ sec}$	$t_{90} = 10 \text{ sec}$

Die Einstellzeit für die zusätzlichen Messbereiche wurde im Rahmen der Linearitätsprüfung mit dem gleichen Typ Prüffiltern mit entsprechenden Trübungswerten getestet. Die resultierende Einstellzeit liegt ebenfalls im Bereich von 10 Sekunden und ist vergleichbar mit der Einstellzeit für den Messbereich 0 – 0,2 Ext. Hier ist ebenfalls die Zeit für das Einlegen der Prüffilter die bestimmende Größe für die Dauer der Einstellzeit. Abschätzungsweise kann eine Zeit von ca. 7 s -8 s für das Öffnen und Schließen des Gehäuses und das Einlegen der Filter angesetzt werden und 2 s – 3 s als reine Einstellzeit der Messeinrichtung gewertet werden. Es konnte bei den weiteren Messbereichen kein messbarer Unterschied bei der Einstellzeit im Vergleich zum Messbereich 0 – 0,2 Ext festgestellt werden.

### **6b.10 [6.10 Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt]**

*Die automatische Messeinrichtung muss folgende Mindestanforderungen an die Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt einhalten.*

*Die Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt darf 2,0 % vom Zertifizierungsbereichsendwert nicht überschreiten.*

*Die Nachweisgrenze ist gleich der doppelten Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt.  
Die Bestimmungsgrenze ist gleich der vierfachen Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt.*

#### **Gerätetechnische Ausstattung**

Die Prüfung wird auf einer staubfreien Messstrecke durchgeführt. Zur Aufnahme des Analsignals der Messeinrichtung wurde eine Datenerfassung eingesetzt.

#### **Durchführung der Prüfung**

Die Messsignale der AMS am Nullpunkt auf staubfreier Strecke wurden nach einer Wartezeit, entsprechend der vierfachen Einstellzeit, durch 20 aufeinander folgende einzelne Ableisungen im Abstand von jeweils der einfachen Einstellzeit der Geräteanzeige ermittelt. Der Wert ist jeweils über die Einstellzeit zu mitteln.

#### **Auswertung**

Anhand der ermittelten Messsignale wurde die Wiederholstandardabweichung mit folgender Gleichung berechnet.

$$s_r = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

mit:

$s_r$  die Wiederholstandardabweichung;  
 $x_i$  das  $i$ -te Messsignal;  
 $\bar{x}$  der Mittelwert der Messsignale  $x_i$ ;  
 $n$  die Anzahl der Messungen,  $n = 20$ .

## Bewertung

Der Maximalwert der Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt betrug 0,1 % für die Transmissionsmessung.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

**Tabelle 4:** Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt Transmissionsmessung  
(0 – 0,2 Ext.)

**Messgerät:** 4500 MKIII im Labortest  
**Komponente:** Staub (Zertifizierungsbereich = 0 - 0,2 Ext.)

Nullpunkt		Gerät 1	Gerät 2
Anzahl Punkte		20	20
Mittelwert	Ext.	0,0009	0,0031
<b>Standardabweichung <math>s_r</math></b>	<b>Ext.</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0001</b>
Mindestanforderung $s_r \leq$	Ext.	0,0040	
<b>Standardabweichung <math>s_r</math></b>	% ZB	0,0	0,1
Mindestanforderung $s_r \leq$	% ZB	2,0	
Nachweisgrenze	Ext.	0,0001	0,0002
Bestimmungsgrenze	Ext.	0,0003	0,0004

## Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Ergebnisse zur Bestimmung der Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt sind im Anhang in **Tabelle 60** dargestellt.

### 6b.11 [6.11 Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt]

*Die automatische Messeinrichtung muss folgende Mindestanforderungen an die Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt einhalten.*

*Die Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt darf 5,0 % vom Emissionsgrenzwert nicht überschreiten.*

#### Gerätetechnische Ausstattung

Die Prüfung wird auf einer staubfreien Messstrecke durchgeführt. Zur Simulation von Messwerten werden Referenzfilter benutzt. Zur Aufnahme des Analogsignals der Messeinrichtung wurde eine Datenerfassung eingesetzt.

#### Durchführung der Prüfung

Die Messsignale der AMS am Referenzpunkt wurden nach Aufgabe des Referenzmaterials und einer Wartezeit, entsprechend der vierfachen Einstellzeit, durch 20 aufeinander folgende einzelne Ablesungen im Abstand von jeweils der einfachen Einstellzeit der Geräteanzeige ermittelt. Der Wert ist jeweils über die Einstellzeit zu mitteln.

#### Auswertung

Anhand der ermittelten Messsignale wurde die Wiederholstandardabweichung mit folgender Gleichung berechnet.

$$s_r = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

mit:

- $s_r$  die Wiederholstandardabweichung;
- $x_i$  das  $i$ -te Messsignal;
- $\bar{x}$  der Mittelwert der Messsignale  $x_i$ ;
- $n$  die Anzahl der Messungen,  $n = 20$ .



## Bewertung

Der Maximalwert der Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt betrug 0,045 mg/m<sup>3</sup> für die Transmissionsmessung.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Für die Unsicherheitsberechnung in Kapitel 6d wird der Wert von 0,0006 Ext. entsprechend 0,045 mg/m<sup>3</sup> verwendet.

**Tabelle 5:** Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt Transmissionsmessung  
(0 – 0,2 Ext.)

**Messgerät:** 4500 MKIII im Labortest  
**Komponente:** Staub (Zertifizierungsbereich = 0 - 0,2 Ext.)

Referenzpunkt		Gerät 1	Gerät 2
Anzahl Punkte		20	20
Mittelwert	Ext.	0,1533	0,1595
<b>Standardabweichung <math>s_r</math></b>	<b>Ext.</b>	<b>0,0005</b>	<b>0,0006</b>
	<b>mg/m<sup>3</sup></b>	<b>0,038</b>	<b>0,045</b>
Mindestanforderung $s_r \leq$	Ext.	0,0100	
<b>Standardabweichung <math>s_r</math></b>	% TG	0,0	0,0
Mindestanforderung $s_r \leq$	% TG	5,0	

## Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Ergebnisse zur Bestimmung der Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt sind im Anhang in **Tabelle 61** dargestellt.

## **6b.12 [6.12 Lack-of-fit im Labortest]**

*Die automatische Messeinrichtung muss ein lineares Messsignal liefern und folgende Mindestanforderungen an den Lack-of-fit einhalten.*

*Die Abweichung darf nicht größer als 3,0 % vom Zertifizierungsbereichsendwert sein.*

*Die Linearität der Geräteanzeige ist mit mindestens vier verschiedenen Referenzmaterialien, zu denen auch die Konzentration Null gehört, zu überprüfen.*

*Diese Referenzmaterialien müssen vom Messgerätehersteller zur Verfügung gestellt werden.*

### **Gerätetechnische Ausstattung**

Die Linearitätsuntersuchungen erfolgten mit Hilfe von verschiedenen zertifizierten optischen Filtern (Grauglasfilter) die den kompletten Transmissionsbereich abdeckten. Durch Kombination der Filter konnten alle relevanten Messbereiche geprüft werden.

### **Durchführung der Prüfung**

Die Gerätekenlinie stellt den Zusammenhang zwischen dem Messwert und der vorgegebenen Quantität des Messobjektes dar. Zu diesem Zweck wurden mit Hilfe der Prüfmittel verschiedene Messbereiche geprüft.

Transmissionsmessung: Bei der Transmissionsmessung wurden für die verschiedenen Messbereiche jeweils geeignete Grauglasfilter in die Halterung am Sende/Empfangskopf eingesetzt. Zur Prüfung wird die Messeinrichtung auf eine staubfreie Messstrecke montiert. Dies geschieht unter Verwendung von Montageböcken oder einem Nullrohr.

### **Auswertung**

Die Abweichung der Ist-Werte von den Soll-Werten wurde in den relevanten Messbereichen für die Transmissionsmessung ermittelt.

### **Bewertung**

Die relativen Residuen liegen bei maximal -1,0 % im Zertifizierungsbereich 0 bis 0,2 Ext.

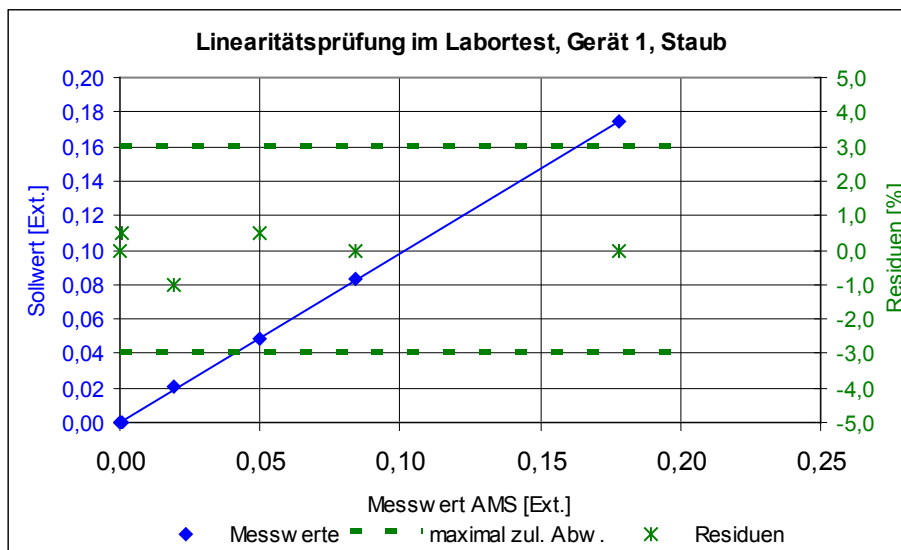
Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Für die Unsicherheitsberechnung in Kapitel 6d wird der Wert von -0,081 mg/m<sup>3</sup> wie in **Tabelle 7** ersichtlich verwendet.

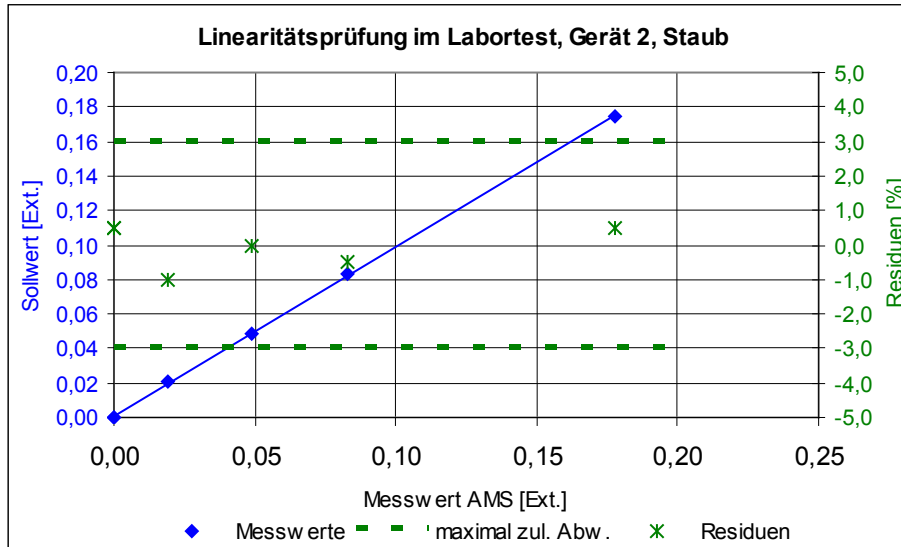
**Tabelle 6:** Lack-of-fit, 0 – 0,2 Ext.

**Messgerät:** 4500 MKIII im Labortest  
**Komponente:** Staub (Zertifizierungsbereich = 0 - 0,2 Ext.)

Gerät 1				Gerät 2			
Sollwert Ext.	Messwert Ext.	Regression Ext.	d <sub>c,rel</sub> %	Sollwert Ext.	Messwert Ext.	Regression Ext.	d <sub>c,rel</sub> %
0,000	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000	-0,001	0,50
0,021	0,019	0,021	-1,00	0,021	0,019	0,021	-1,00
0,049	0,050	0,049	0,50	0,049	0,049	0,049	0,00
0,083	0,084	0,084	0,00	0,083	0,083	0,084	-0,50
0,175	0,178	0,178	0,00	0,175	0,178	0,177	0,50
0,000	0,001	0,000	0,50	0,000	0,000	-0,001	0,50
<b>maximaler Wert</b>		<b>d<sub>c,rel</sub></b>	<b>-1,00</b>				<b>-1,00</b>



**Abbildung 6:** Darstellung Lack-of-fit von Gerät 1, 0 – 0,2 Ext.



**Abbildung 7:** Darstellung Lack-of-fit von Gerät 2, 0 – 0,2 Ext.

**Tabelle 7:** Darstellung der Ergebnisse des Lack-of-fit im Messbereich 0 – 0,2 Ext. bezogen auf einen Konzentrationsbereich vom 0 – 15 mg/m<sup>3</sup> Staub

**Messgerät:** 4500 MKIII im Labortest  
**Komponente:** Staub (Zertifizierungsbereich = 0 - 15 mg/m<sup>3</sup>)

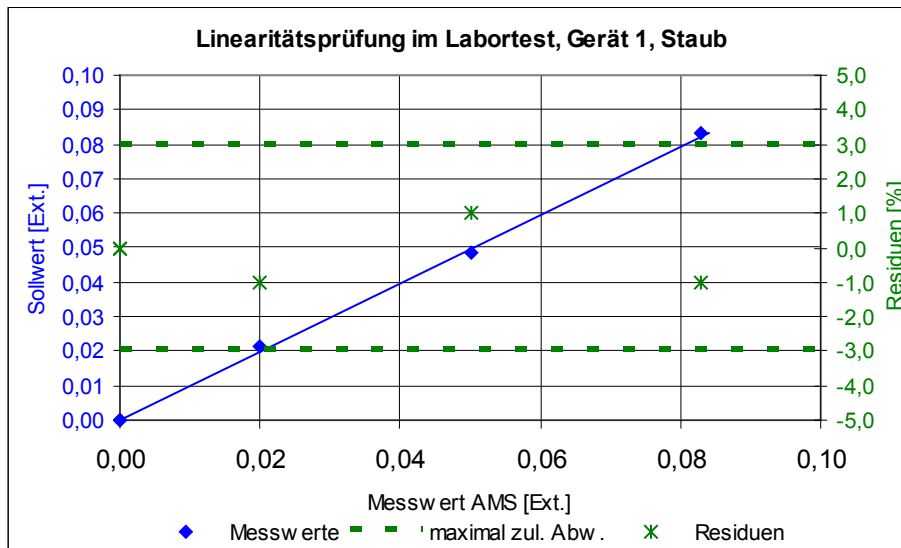
Gerät 1				Gerät 2			
Sollwert mg/m <sup>3</sup>	Messwert mg/m <sup>3</sup>	Regression mg/m <sup>3</sup>	d <sub>c,rel</sub> %	Sollwert mg/m <sup>3</sup>	Messwert mg/m <sup>3</sup>	Regression mg/m <sup>3</sup>	d <sub>c,rel</sub> %
0,00	0,02	-0,03	0,33	0,00	0,01	-0,06	0,47
1,60	1,46	1,60	-0,93	1,60	1,43	1,57	-0,93
3,66	3,75	3,70	0,33	3,66	3,70	3,67	0,20
6,25	6,27	6,34	-0,47	6,25	6,23	6,30	-0,47
13,1	13,4	13,3	0,67	13,1	13,3	13,3	0,00
0,00	0,05	-0,03	0,53	0,00	0,01	-0,06	0,47
<b>maximaler Wert</b>			<b>d<sub>c,rel</sub></b>				<b>-0,93</b>

**maximale Unsicherheit**  $u = -0,081 \text{ mg/m}^3 = \max(d_{c,rel}) \cdot ZB / \sqrt{3} \text{ (D.6)}$

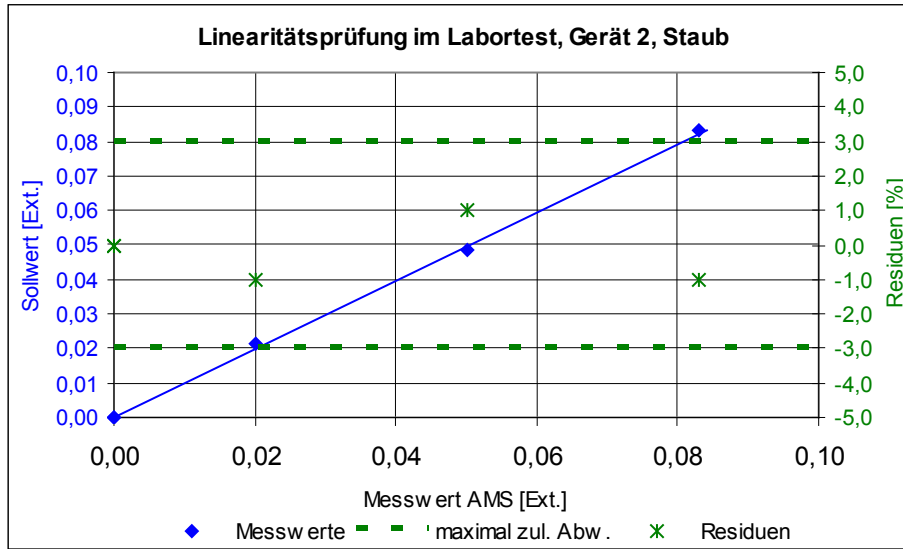
**Tabelle 8:** Lack-of-fit, 0 – 0,1 Ext.

**Messgerät:** 4500 MKIII im Labortest  
**Komponente:** Staub (Zertifizierungsbereich = 0 - 0,1 Ext.)

Gerät 1				Gerät 2			
Sollwert Ext.	Messwert Ext.	Regression Ext.	d <sub>c,rel</sub> %	Sollwert Ext.	Messwert Ext.	Regression Ext.	d <sub>c,rel</sub> %
0,000	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000	0,000	0,00
0,021	0,020	0,021	-1,00	0,021	0,020	0,021	-1,00
0,049	0,050	0,049	1,00	0,049	0,050	0,049	1,00
0,083	0,083	0,084	-1,00	0,083	0,083	0,084	-1,00
0,000	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000	0,000	0,00
<b>maximaler Wert</b>		<b>d<sub>c,rel</sub></b>	<b>1,00</b>				<b>1,00</b>



**Abbildung 8:** Darstellung Lack-of-fit von Gerät 1, 0 – 0,1 Ext.

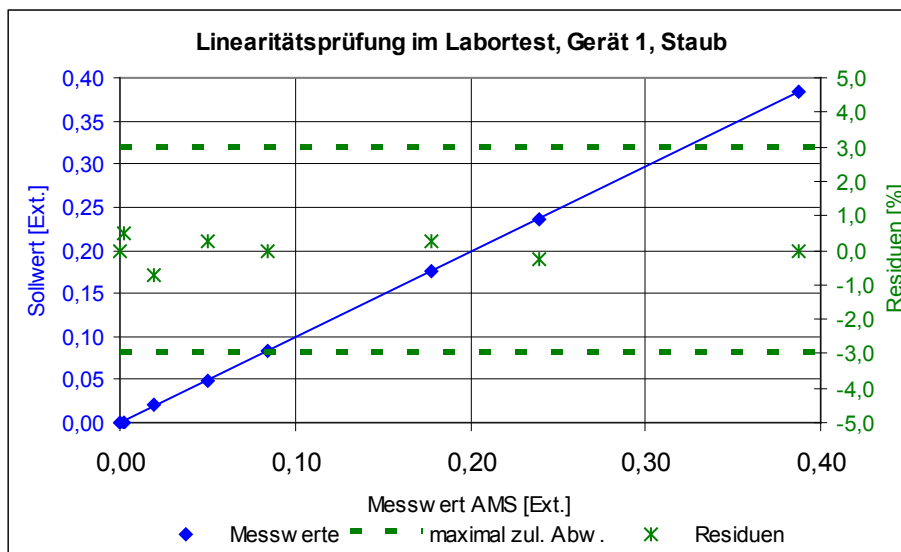


**Abbildung 9:** Darstellung Lack-of-fit von Gerät 2, 0 – 0,1 Ext.

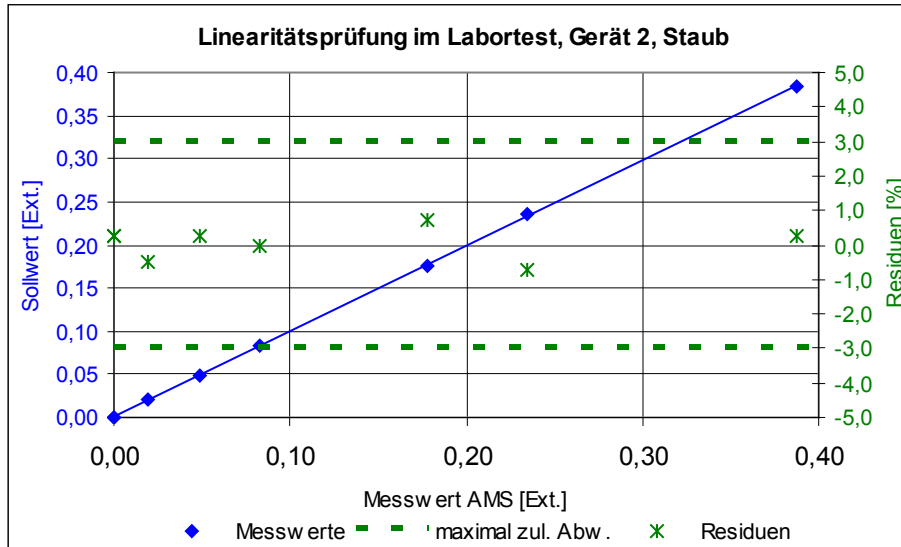
**Tabelle 9:** Lack-of-fit, 0 – 0,4 Ext.

**Messgerät:** 4500 MKIII im Labortest  
**Komponente:** Staub (Zertifizierungsbereich = 0 - 0,4 Ext.)

Gerät 1				Gerät 2			
Sollwert Ext.	Messwert Ext.	Regression Ext.	d <sub>c,rel</sub> %	Sollwert Ext.	Messwert Ext.	Regression Ext.	d <sub>c,rel</sub> %
0,000	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000	-0,001	0,25
0,021	0,019	0,022	-0,75	0,021	0,019	0,021	-0,50
0,049	0,050	0,049	0,25	0,049	0,049	0,048	0,25
0,083	0,084	0,084	0,00	0,083	0,083	0,083	0,00
0,175	0,178	0,177	0,25	0,175	0,178	0,175	0,75
0,237	0,239	0,240	-0,25	0,237	0,235	0,238	-0,75
0,383	0,388	0,388	0,00	0,383	0,387	0,386	0,25
0,000	0,002	0,000	0,50	0,000	0,000	-0,001	0,25
<b>maximaler Wert</b>		<b>d<sub>c,rel</sub></b>	<b>-0,75</b>				<b>0,75</b>



**Abbildung 10:** Darstellung Lack-of-fit von Gerät 1, 0 – 0,4 Ext.



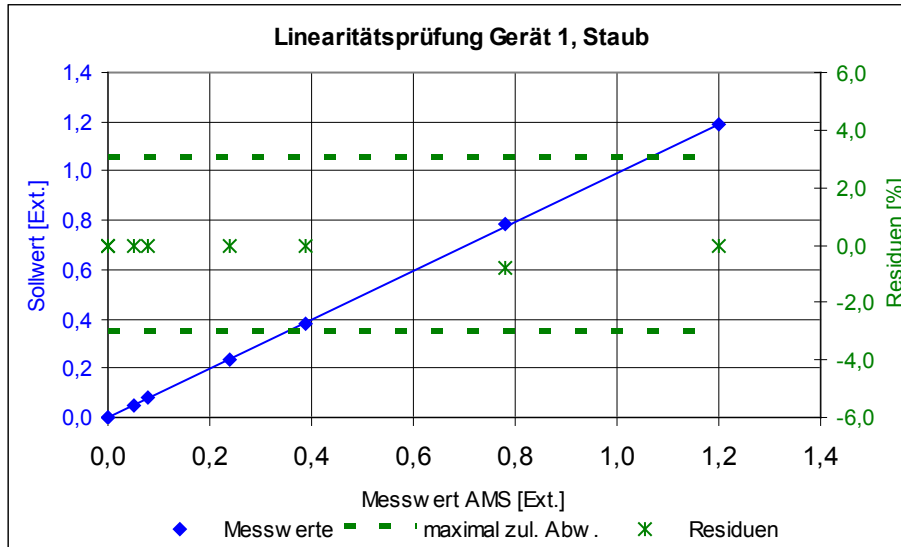
**Abbildung 11:** Darstellung Lack-of-fit von Gerät 2 Transmissionsmessung 0 – 0,4 Ext.

**Tabelle 10:** Lack-of-fit (Transmissionsmessung 0 – 1,2 Ext.)

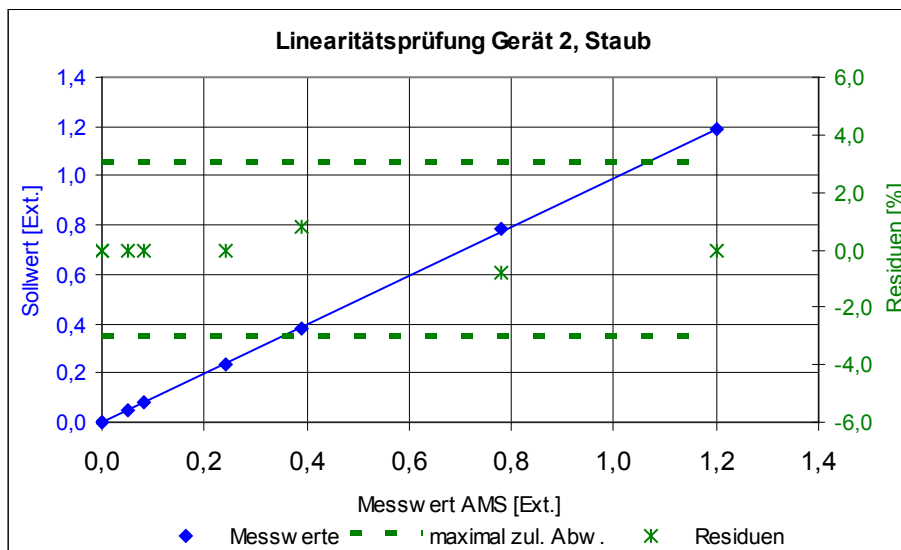
**Messgerät:** 4500 MKIII im Labortest  
**Komponente:** Staub (Zertifizierungsbereich = 0 - 1,2 Ext.)

Gerät 1				Gerät 2			
Sollwert Ext.	Messwert Ext.	Regression Ext.	d <sub>c,rel</sub> %	Sollwert Ext.	Messwert Ext.	Regression Ext.	d <sub>c,rel</sub> %
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,05	0,05	0,05	0,00	0,05	0,05	0,05	0,00
0,08	0,08	0,08	0,00	0,08	0,08	0,08	0,00
0,24	0,24	0,24	0,00	0,24	0,24	0,24	0,00
0,38	0,39	0,39	0,00	0,38	0,39	0,38	0,83
0,78	0,78	0,79	-0,83	0,78	0,78	0,79	-0,83
1,19	1,20	1,20	0,00	1,19	1,20	1,20	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>maximaler Wert</b>		<b>d<sub>c,rel</sub></b>	<b>-0,83</b>				<b>0,83</b>





**Abbildung 12:** Darstellung Lack-of-fit von Gerät 1 (Transmissionsmessung 0 – 1,2 Ext.)



**Abbildung 13:** Darstellung Lack-of-fit von Gerät 2 (Transmissionsmessung 0 – 1,2 Ext.)

### Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Ergebnisse zur Prüfung des Lack-of-fit sind im Anhang in **Tabelle 47** bis **Tabelle 54** dargestellt.

### **6b.13 [6.13 Nullpunkt- und Referenzpunktdrift]**

*Der Hersteller muss eine Beschreibung der von der automatischen Messeinrichtung verwendeten Technik zur Ermittlung und Kompensation der zeitlichen Änderung des Null- und Referenzpunktes liefern. Die Beschreibung darf für Messeinrichtungen, deren Messprinzip auf optischen Verfahren beruht, nicht auf eine Erklärung der Kompensation des Einflusses der Verschmutzung der optischen Grenzflächen beschränkt sein.*

*Das Prüflaboratorium muss überprüfen, dass das gewählte Referenzmaterial, das der AMS zur unabhängigen Überprüfung ihrer Funktion angeboten wird, in der Lage ist, alle relevanten Änderungen der AMS-Anzeigewerte, die nicht auf Änderungen der Messkomponente oder Abgasbedingungen zurückzuführen sind, festzustellen.*

*Die AMS muss die Aufzeichnung der zeitlichen Änderung des Null- und Referenzpunktes erlauben. Der Hersteller muss die Ermittlung der Null- und Referenzpunktwerte beschreiben. Die verwendete Technik sollte die Kompensation der zeitlichen Änderungen für möglichst alle aktiven Komponenten der Messeinrichtung berücksichtigen.*

*Falls die AMS in der Lage ist, Verschmutzungen automatisch zu kompensieren und eine Kalibrierung und Justierung der zeitlichen Änderungen des Null- und Referenzpunktes vorzunehmen, und diese Justierungen den normalen Betriebszustand der AMS nicht herstellen können, dann muss die AMS ein entsprechendes Statussignal ausgeben.*

*Falls die AMS nicht in der Lage ist, den Wert Null zu messen, ist die zeitliche Änderung an der unteren Grenze des Zertifizierungsbereiches zu ermitteln.*

#### **Gerätetechnische Ausstattung**

Die Prüfung wird auf einer staubfreien Messstrecke durchgeführt. Zur Simulation von Messwerten werden Referenzfilter benutzt. Zur Aufnahme des Analogsignals der Messeinrichtung wurde eine Datenerfassung eingesetzt.

Darüber hinaus ist die Messeinrichtung mit einer automatischen Kontrolleinrichtung zur Bestimmung von Null und Referenzpunkt ausgestattet und verfügt über eine automatische Verschmutzungskompensation (siehe Pkt. 6b.7).

#### **Durchführung der Prüfung**

Die automatische Bestimmung des Null- und Referenzpunktes findet bei der Messeinrichtung 4500 MKIII wie folgt statt:

Der Transmissometer führt periodisch eine Justierprüfung in zwei Schritten durch. Im ersten Schritt wird ein Nullpunktreфлектор (10), der in der Luftpülung des Transceivers montiert ist, in die optische Achse gebracht. Im zweiten Schritt wird der Upscale-Filter (9) ebenfalls in den Lichtweg gebracht. Das Messgerät liest die Lichtdifferenz zwischen dem aktuellen Nullpunkt und dem Nullpunkt, der während der letzten Justierung bei staubfreier Messstrecke bestimmt wurde, und zeichnet diesen Wert als Summe aus Drift und Aufbau von optischem Staub auf.

Bei größeren Abweichungen generiert das Messsystem ein Fehlersignal (Fehler 15: Linsenverschmutzungsgrenze).

Darüber hinaus ist bei der manuellen Überprüfung von Null- und Referenzpunkt der Einsatz von entsprechenden optischen Filtern möglich.

Die Messeinrichtung führt lediglich eine automatische Kompensation der Verschmutzung durch. Eine automatische Null- und Referenzpunktkompensation findet nicht statt. Die Verschmutzungskompensation wurde geprüft (siehe Pkt. 6b.7).

Die Ergebnisse der automatischen Kontrolle von Nullpunkt und Referenzpunkt können über den Analogausgang der Messeinrichtung aufgezeichnet werden. Im Rahmen der Eignungsprüfung war ein Zyklus von 24 h für die Durchführung des Kontrollzyklus eingestellt.

### **Auswertung**

Die Messeinrichtung verfügt über die Einrichtungen zur Kontrolle von zeitlichen Änderungen von Nullpunkt und Referenzpunkt. Wenn Null- oder Referenzpunkt außerhalb des spezifizierten Bereichs liegen, wird eine Fehlermeldung ausgegeben. Darüber hinaus steht die Möglichkeit der manuellen Überprüfung von Null- und Referenzpunkt zur Verfügung.

Für die Arbeiten im Wartungsintervall (QAL 3) ist der Einsatz des automatischen Zyklus ausreichend. Bei Nullpunktproblemen ist eine Überprüfung des Nullpunktes auf staubfreier Strecke erforderlich. Im Rahmen der jährlichen Funktionsprüfung (AST) ist die Untersuchung der Messeinrichtung auf einer staubfreien Messstrecke obligatorisch.

### **Bewertung**

Eine Aufzeichnung der Null- und Referenzpunktdrift ist möglich und entspricht den Anforderungen der QAL3 nach DIN EN 14181. Das Gerät ist mit einer automatischen Driftkorrektur ausgestattet. Bei Erreichen der Grenzen der Driftkorrektur wird eine Fehlermeldung ausgegeben.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

### **Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse**

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## 6b.14 [6.14 Einfluss der Umgebungstemperatur]

*Die Abweichungen der AMS-Anzeigewerte am Nullpunkt und am Referenzpunkt müssen die folgenden Mindestanforderungen einhalten.*

*Der Einfluss der Umgebungstemperatur am Null- und Referenzpunkt darf 5 % vom Zertifizierungsbereichsendwert nicht überschreiten. Für O<sub>2</sub> darf er 0,5 Vol.-% nicht überschreiten.*

*Dies gilt für folgende Prüfbereiche der Umgebungstemperatur:*

- von -20 °C bis +50 °C für Einrichtungen mit Installation im Außenbereich;
- von +5 °C bis +40 °C für Einrichtungen mit Installation in Innenräumen, wo die Temperaturen nicht unter +5 °C fallen oder über +40 °C steigen.

*Der Gerätehersteller darf größere Bereiche für die Umgebungstemperatur als die oben angegebenen festlegen.*

### Gerätetechnische Ausstattung

Die Prüfung wird auf einer staubfreien Messstrecke durchgeführt. Zur Simulation von Messwerten werden Referenzfilter benutzt. Zur Aufnahme des Analogsignals der Messeinrichtung wurde eine Datenerfassung eingesetzt.

Die Prüfung wird in einer Klimakammer mit regelbarem Temperaturbereich von -40 °C bis +80 °C und regelbarem Feuchtegehalt durchgeführt. Der Feuchtegehalt in der Klimakammer wurde auf 60 % rel. eingestellt.

### Durchführung der Prüfung

Die Prüfung erfolgte im zulässigen Temperaturbereich von -20 °C bis 50 °C in folgender Reihenfolge:

20 °C → 0 °C → -20 °C → 20 °C → 50 °C → 20 °C.

Die relative Feuchte der Umgebungsluft wurde auf ca. 60 % (relativ) konstant gehalten. Bei jeder Temperatureinstellung wurden Nullpunkt und Referenzpunkt jeweils dreimal bestimmt.

Für die Referenzpunktbestimmung wurde auf die automatisch generierten Werte des geräteinternen Kontrollzyklus zurückgegriffen. Die Nullpunktswerte entsprechen dem Messwert im Messmodus.

Die Messeinrichtung war über die gesamte Versuchsdauer eingeschaltet.

### Auswertung

Die Abweichungen der Messsignale der einzelnen Temperaturstufen wurden ermittelt. Der Maximalwert des Empfindlichkeitskoeffizienten wurde anhand folgender Gleichung ermittelt.

$$b_i = \frac{(x_i - x_{i-1})}{(T_i - T_{i-1})}$$

mit:

- $b$  der Empfindlichkeitsfaktor der Umgebungstemperatur;  
 $x_i$  der Mittelwert der Messsignale bei der Temperatur  $T_i$ ;  
 $x_{i-1}$  der Mittelwert der Messsignale bei der Temperatur  $T_{i-1}$ ;  
 $T_i$  die momentane Temperatur in dem Prüfzyklus;  
 $T_{i-1}$  die vorherige Temperatur in dem Prüfzyklus.

## **Bewertung**

Die maximale Abweichung beträgt 1,6 %. Der Maximalwert des Empfindlichkeitskoeffizienten beträgt 0,0002 für die Transmissionsmessung.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Für die Unsicherheitsberechnung in Kapitel 6d wird der Wert von 0,03 mg/m<sup>3</sup> für die Transmissionsmessung verwendet.

## Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

**Tabelle 11: Daten Temperaturprüfung Transmissionsmessung (0 – 0,2 Ext.)**

**Messgerät:** 4500 MKIII im Labortest  
**Komponente:** Staub (Zertifizierungsbereich = 0 - 0,2 Ext.)

Temperatur °C	Gerät 1					
	Messwert Ext.	Nullpunkt		b <sub>t</sub>	Referenzpunkt	
		Abweichung % (Ø 20°)			Messwert Ext.	Abweichung % (Ø 20°)
Ø 20°	0,0001	-			0,1243	-
20	0,0001	0,0	-		0,1235	-0,4
0	0,0001	0,0	0,0000		0,1248	0,3
-20	0,0000	-0,1	0,0000		0,1249	0,3
20	0,0003	0,1	0,0000		0,1247	0,2
50	0,0020	1,0	0,0001		0,1245	0,1
20	0,0000	-0,1	0,0001		0,1247	0,2
<b>maximaler Wert</b>		<b>1,0</b>	<b>0,0001</b>			<b>-0,4</b>
X <sub>i,adj</sub>				0,1243		
X <sub>imax</sub>				0,1249		
X <sub>imin</sub>				0,1235		
u				0,000		

Temperatur °C	Gerät 2					
	Messwert Ext.	Nullpunkt		b <sub>t</sub>	Referenzpunkt	
		Abweichung % (Ø 20°)			Messwert Ext.	Abweichung % (Ø 20°)
Ø 20°	-0,0017	-			0,1417	-
20	0,0000	0,9	-		0,1416	0,0
0	-0,0010	0,4	0,0001		0,1418	0,1
-20	-0,0026	-0,5	0,0001		0,1418	0,1
20	-0,0006	0,6	0,0001		0,1418	0,1
50	0,0015	1,6	0,0001		0,1416	0,0
20	-0,0044	-1,4	0,0002		0,1416	0,0
<b>maximaler Wert</b>		<b>1,6</b>	<b>0,0002</b>			<b>0,1</b>
X <sub>i,adj</sub>				0,1417		
X <sub>imax</sub>				0,1418		
X <sub>imin</sub>				0,1416		
u				0,000		

**maximale Unsicherheit am Referenzpunkt u = 0,0004 Ext.**  
**maximale Unsicherheit am Referenzpunkt u = 0,03 mg/m<sup>3</sup>**

Bezogen auf einen theoretischen Messbereich von 0 – 15 mg/m<sup>3</sup> Staub würde die maximale Unsicherheit am Referenzpunkt von 0,0004 Ext. Bei einem Messbereich von 0 – 0,2 Ext. einen Wert von 0,03 mg/m<sup>3</sup> ergeben.

### **6b.15 [6.15 Einfluss des Probegasdrucks]**

*Die Abweichungen der AMS-Anzeigewerte am Referenzpunkt müssen die folgenden Mindestanforderungen an den Einfluss des Probegasdrucks bei Änderung von 3 kPa über und unter den Umgebungsluftdruck einhalten.*

*Der Einfluss des Probegasdrucks am Referenzpunkt darf höchstens 2,0 % vom Zertifizierungsbereichsendwert betragen.*

*Diese Anforderung gilt typischerweise für In-situ-AMS, aber nicht für extraktive AMS, da dort das Probegas aufbereitet und üblicherweise nicht durch signifikante Änderungen der Temperatur und des Drucks beeinflusst wird, sobald es den Analysator erreicht hat.*

#### **Gerätetechnische Ausstattung**

Ist bei diesem Prüfpunkt nicht erforderlich.

#### **Durchführung der Prüfung**

Ist bei diesem Prüfpunkt nicht erforderlich.

#### **Auswertung**

Die Messeinrichtung Land 4500 MKIII ist eine in-situ arbeitende Staubmesseinrichtung und bestimmt den Gehalt an Staub unter Kanalbedingungen, d.h. im betriebsfeuchten Abgas bei Kanaltemperatur und Kanaldruck. Dadurch ist natürlich eine Abhängigkeit des Messsignals von Kanaldruck gegeben, wenn man eine Umrechnung auf trockenes Abgas unter Normbedingungen vornimmt.

Zur Berechnung des Staubgehaltes bezogen auf trockenes Abgas unter Normalbedingungen ist die Kenntnis der Kanaltemperatur, des Kanaldrucks und des Feuchtegehalts im Abgas erforderlich. Die Berechnung erfolgt üblicherweise im Emissionswerterechner, wo die entsprechenden Daten vorliegen.

#### **Bewertung**

Die Messeinrichtung Land 4500 MKIII bestimmt Staubgehalt unter Kanalbedingungen. Zur Berechnung des Staubgehaltes bezogen auf trockenes Abgas unter Normalbedingungen ist die Kenntnis der Kanaltemperatur, des Kanaldrucks und des Feuchtegehalts im Abgas erforderlich.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Für die Unsicherheitsberechnung in Kapitel 6d wird dieser Punkt nicht berücksichtigt.

#### **Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse**

Ist bei diesem Prüfpunkt nicht erforderlich.

#### **6b.16 [6.16/13.2 Einfluss des Probegasvolumenstroms für extraktive AMS]**

*Bei extraktiven Staubmesseinrichtungen mit isokinetischer Probenahme muss die Teilstromentnahme den Anforderungen der DIN EN 13284-1 genügen. Bei Messeinrichtungen mit nicht isokinetischer Teilstromentnahme muss das Prüflaboratorium diesen Einfluss an einer Anlage mit wechselnden Volumenströmen oder in einem Windkanal untersuchen und beurteilen. Für AMS, die die Masse direkt bestimmen, ist der Teilvolumenstrom mit einer Unsicherheit von höchstens 2,0 % zu messen.*

#### **Gerätetechnische Ausstattung**

Dieser Prüfpunkt trifft für in-situ messende Staubmessgeräte nicht zu.

#### **Durchführung der Prüfung**

Dieser Prüfpunkt trifft für in-situ messende Staubmessgeräte nicht zu.

#### **Auswertung**

Dieser Prüfpunkt trifft für in-situ messende Staubmessgeräte nicht zu.

#### **Bewertung**

Dieser Prüfpunkt trifft für In-Situ-Staubmessgeräte nicht zu.

Damit wurde die Mindestanforderung nicht relevant.

#### **Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse**

Ist hier nicht erforderlich.



### 6b.17 [6.17 Einfluss der Netzspannung]

*Die Abweichungen der AMS-Anzeigewerte am Nullpunkt und am Referenzpunkt müssen folgende Mindestanforderung an den Einfluss der Netzspannung einhalten, wenn die Versorgungsspannung der AMS von –15 % vom Sollwert unterhalb bis +10 % vom Sollwert oberhalb des Sollwertes der Versorgungsspannung geändert wird.*

*Der Einfluss der Netzspannung darf 2,0 % vom Zertifizierungsbereichsendwert nicht überschreiten.*

*Die AMS muss den Betrieb bei einer Netzspannung, die den Anforderungen der EN 50160 entspricht, zulassen.*

#### Gerätetechnische Ausstattung

Die Prüfung wird auf einer staubfreien Messstrecke durchgeführt. Zur Simulation von Messwerten werden Referenzfilter benutzt. Zur Aufnahme des Analogsignals der Messeinrichtung wurde eine Datenerfassung eingesetzt. Zur Prüfung wird ein Regeltransformator eingesetzt.

#### Durchführung der Prüfung

Die AMS wurden über einen Regeltransformator an die Versorgungsspannung angeschlossen.

Für jede Spannungsstufe wurden die Messsignale der AMS am Nullpunkt und am Referenzpunkt ermittelt. Die Abweichungen zwischen den Mittelwerten der Geräteanzeigen bei den einzelnen Spannungsstufen und dem Mittelwert der Geräteanzeigen beim Sollwert der Versorgungsspannung wurde ermittelt.

#### Auswertung

Die Abweichungen der Messsignale der einzelnen Spannungsstufen zum Messwert am Beginn der Prüfung wurden ermittelt.

Des Weiteren wurde der Empfindlichkeitskoeffizient der Versorgungsspannung nach folgender Gleichung ermittelt.

$$b_{sv} = \frac{(x_2 - x_1)}{(U_2 - U_1)}$$

mit:

$b_{sv}$	der Empfindlichkeitsfaktor der Versorgungsspannung.
$x_1$	der Mittelwert der Messsignale bei der Spannung $U_1$ ,
$x_2$	der Mittelwert der Messsignale bei der Spannung $U_2$ ,
$U_1$	die niedrigere Versorgungsspannung,
$U_2$	die höhere Versorgungsspannung.

## **Bewertung**

Die größte Abweichung beträgt am Nullpunkt -0,3 % für die Transmissionsmessung. Am Referenzpunkt beträgt sie 0,1 % für die Transmissionsmessung. Der größte Wert des Empfindlichkeitskoeffizienten beträgt am Nullpunkt und am Referenzpunkt 0,0 für die Transmissionsmessung.

Damit wurde die Mindestanforderung eingehalten.

Bezogen auf einen theoretischen Messbereich von 0 – 15 mg/m<sup>3</sup> Staub würde die maximale Unsicherheit bei der Netzspannungsvariation von 0,0003 Ext. bei einem Messbereich von 0 – 0,2 Ext. einen Wert von 0,0225 mg/m<sup>3</sup> ergeben.

Für die Unsicherheitsberechnung in Kapitel 6d wird der Wert von 0,0225 mg/m<sup>3</sup> verwendet.

## Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

**Tabelle 12:** Einfluss der Netzspannung bei 230 Volt Ausgangsspannung Transmissionsmessung (0 – 0,2 Ext.)

**Messgerät:** 4500 MK III im Labortest

**Komponente:** Staub (Zertifizierungsbereich = 0 - 0,2 Ext.)

Spannung Volt	Gerät 1					
	Nullpunkt			Referenzpunkt		
	Messwert Ext.	Abweichung %	b <sub>v</sub>	Messwert Ext.	Abweichung %	b <sub>v</sub>
230	-0,0001	-		0,1655	-	
242	-0,0001	0,0	0,0000	0,1656	0,0	0,0000
253	-0,0002	-0,1	0,0000	0,1657	0,1	0,0000
219	-0,0004	-0,2	0,0000	0,1657	0,1	0,0000
207	-0,0003	-0,1	0,0000	0,1657	0,1	0,0000
196	-0,0001	0,0	0,0000	0,1657	0,1	0,0000
<b>maximaler Wert</b>		<b>-0,2</b>	<b>0,0000</b>	<b>-</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0000</b>
<b>b<sub>v</sub> (253/196 Volt)</b>			<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>		
X <sub>i,adj</sub>	-0,0001			0,1655		
X <sub>imax</sub>	-0,0001			0,1657		
X <sub>imin</sub>	-0,0004			0,1656		
u	0,000			0,000		

Spannung Volt	Gerät 2					
	Nullpunkt			Referenzpunkt		
	Messwert Ext.	Abweichung %	b <sub>v</sub>	Messwert Ext.	Abweichung %	b <sub>v</sub>
230	0,0004	-		0,1658	-	
242	0,0003	-0,1	0,0000	0,1656	-0,1	0,0000
253	0,0001	-0,2	0,0000	0,1658	0,0	0,0000
219	0,0000	-0,2	0,0000	0,1657	-0,1	0,0000
207	0,0001	-0,2	0,0000	0,1660	0,1	0,0000
196	-0,0001	-0,3	0,0000	0,1659	0,0	0,0000
<b>maximaler Wert</b>		<b>-0,3</b>	<b>0,0000</b>	<b>-</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0000</b>
<b>b<sub>v</sub> (253/196 Volt)</b>			<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>		
X <sub>i,adj</sub>	0,0004			0,1658		
X <sub>imax</sub>	0,0003			0,1660		
X <sub>imin</sub>	-0,0001			0,1656		
u	0,000			0,000		

**maximale Unsicherheit u = 0,0003 Ext.**

**maximale Unsicherheit u = 0,0225 mg/m<sup>3</sup>**

### **6b.18 [6.18 Einfluss von Schwingungen]**

*Die Abweichungen der AMS-Anzeigewerte am Nullpunkt und am Referenzpunkt auf Grund von Schwingungen, die üblicherweise an industriellen Anlagen auftreten, müssen folgende Mindestanforderungen an den Einfluss von Schwingungen einhalten.*

*Die Abweichungen dürfen 2,0 % vom Zertifizierungsbereichsendwert nicht überschreiten.*

*Falls die vom Hersteller spezifizierten Anwendungsbedingungen einen Schwingungstest erfordern, ist die AMS im Labor und im Feld dahingehend zu untersuchen, ob übliche Schwingungen das Leistungsvermögen der Messeinrichtung beeinflussen.*

*Diese Prüfung ist nur für Messeinrichtungen erforderlich die direkt am Abgaskanal arbeiten.*

#### **Gerätetechnische Ausstattung**

Die Prüfung wird auf einer staubfreien Messstrecke durchgeführt. Zur Simulation von Messwerten werden Referenzfilter benutzt. Zur Aufnahme des Analogsignals der Messeinrichtung wurde eine Datenerfassung eingesetzt. Die Prüfung wird auf einem Vibrationsteststand durchgeführt.

#### **Durchführung der Prüfung**

Eine AMS wurde zur Überprüfung des Einflusses von Schwingungen auf dem Teststand installiert. Bevor das Gerät den Schwingungen ausgesetzt wurde, wurde eine Funktionskontrolle durchgeführt und der Null- und Referenzpunkt aufgenommen. In jeder Achslage wurde das Gerät im Frequenzbereich von 0 Hz bis 150 Hz geschwungen. Die Beschleunigung betrug während der Tests 1g. Wurden Resonanzen beobachtet, wurde bei diesen Frequenzen das Gerät im Anschluss noch einmal jeweils über eine Dauer von 2 Minuten auf dem Teststand überprüft. Die Beschleunigung von 1g wurde beibehalten. Nach Beenden des Testdurchlaufs wurde die Funktionstüchtigkeit des Geräts überprüft und erneut Null- und Referenzpunkt aufgenommen. Die Messsignale wurden mit denen zu Beginn des Tests gemessenen verglichen.

Die Untersuchungen wurden mit einer Messeinrichtung des Typs 4500 MKIII durchgeführt (S.-Nr. 169411 02).

Für alle drei zu prüfenden Achsen wurde das gleiche Testprogramm durchlaufen.

#### **Auswertung**

Die Abweichungen der Messsignale nach Überprüfen der einzelnen Achsen wurden ermittelt.

## Bewertung

Bei den Vibrationsuntersuchungen wurden keine mechanischen Beschädigungen der Prüflinge beobachtet. Nach den jeweiligen Versuchen wurden keine signifikanten Abweichungen von den Startwerten beobachtet.

Die größte Abweichung beträgt für den Nullpunkt 0,1 % und für den Referenzpunkt 0,2 %.  
Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

## Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse



**Abbildung 14:** Lage der Achsen für die Sende / Empfangseinheit

**Tabelle 13:** Ergebnisse der Funktionsprüfungen nach der Schwingung der Sende- / Empfangseinheit sowie des Reflektors für alle Achsen

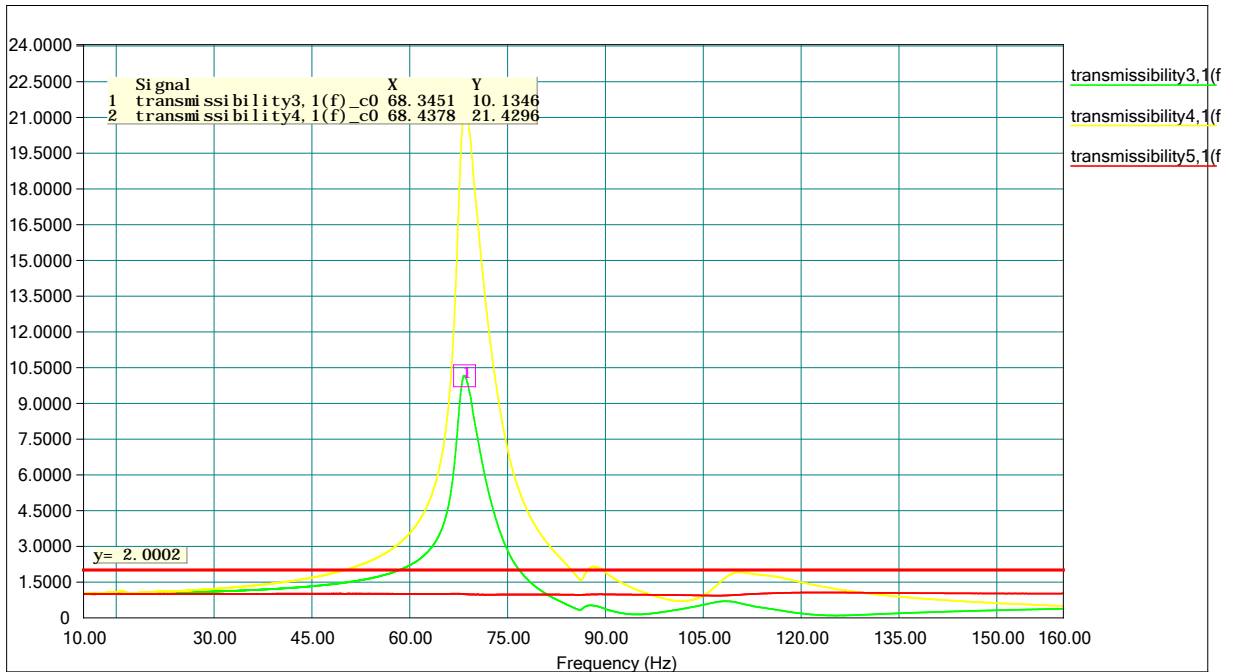
**Messgerät:** 4500 MKIII im Labortest  
**Komponente:** Staub (Zertifizierungsbereich = 0 - 0,2 Ext.)

Gerät 1	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	Mittel		Abw. %
					mA	Ext.	
<b>Nullpunkt</b>							
vor Test	13:12	4,01	4,01	4,03	4,02	0,00	-
nach z - Achse	14:15	4,03	4,04	4,02	4,03	0,00	0,1
nach x - Achse	14:49	4,00	4,03	4,03	4,02	0,00	0,0
nach y - Achse	16:19	4,01	4,04	4,02	4,02	0,00	0,0
<b>Referenzpunkt</b>							
vor Test	13:19	16,65	16,61	16,63	16,63	0,16	-
nach z - Achse	14:22	16,62	16,67	16,65	16,65	0,16	0,1
nach x - Achse	14:56	16,65	16,65	16,67	16,66	0,16	0,2
nach y - Achse	16:26	16,60	16,62	16,62	16,61	0,16	-0,1

<b>maximale Abweichung</b>	<b>0,2</b>	<b>%</b>
----------------------------	------------	----------



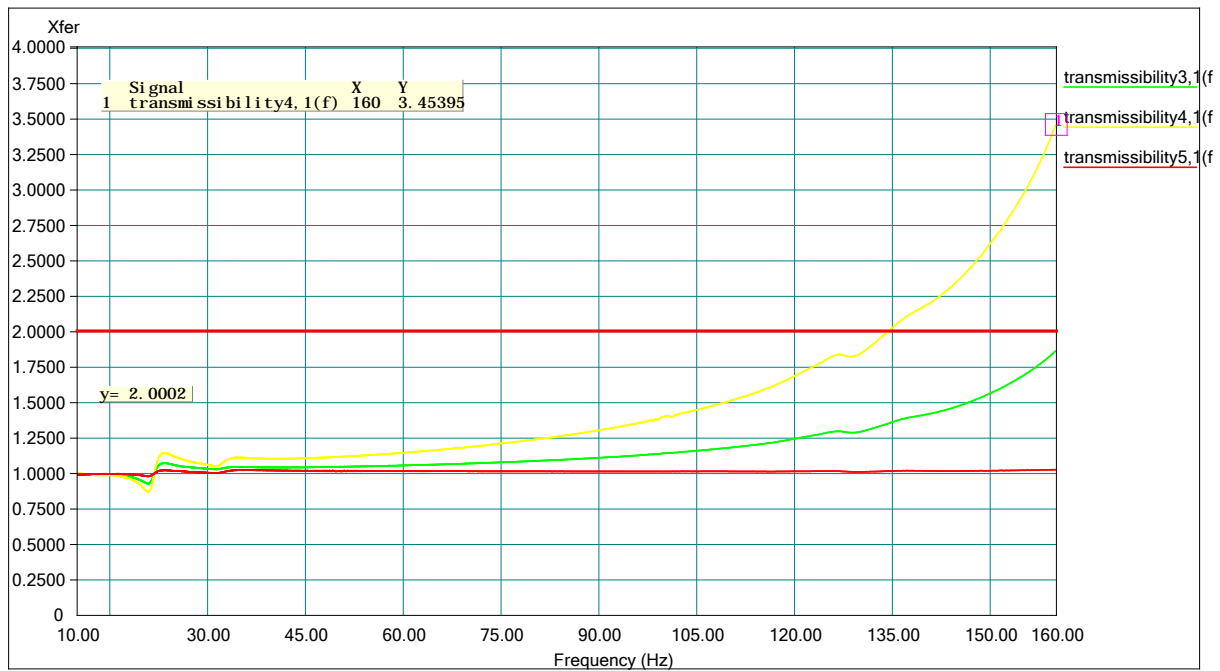
**Abbildung 15:** Einbaulage der Sende- / Empfangseinheit in der z-Achse



**Abbildung 16:** Resonanzsuche der Sende- / Empfangseinheit auf der z-Achse



**Abbildung 17:** Einbaulage des Reflektors in der z-Achse



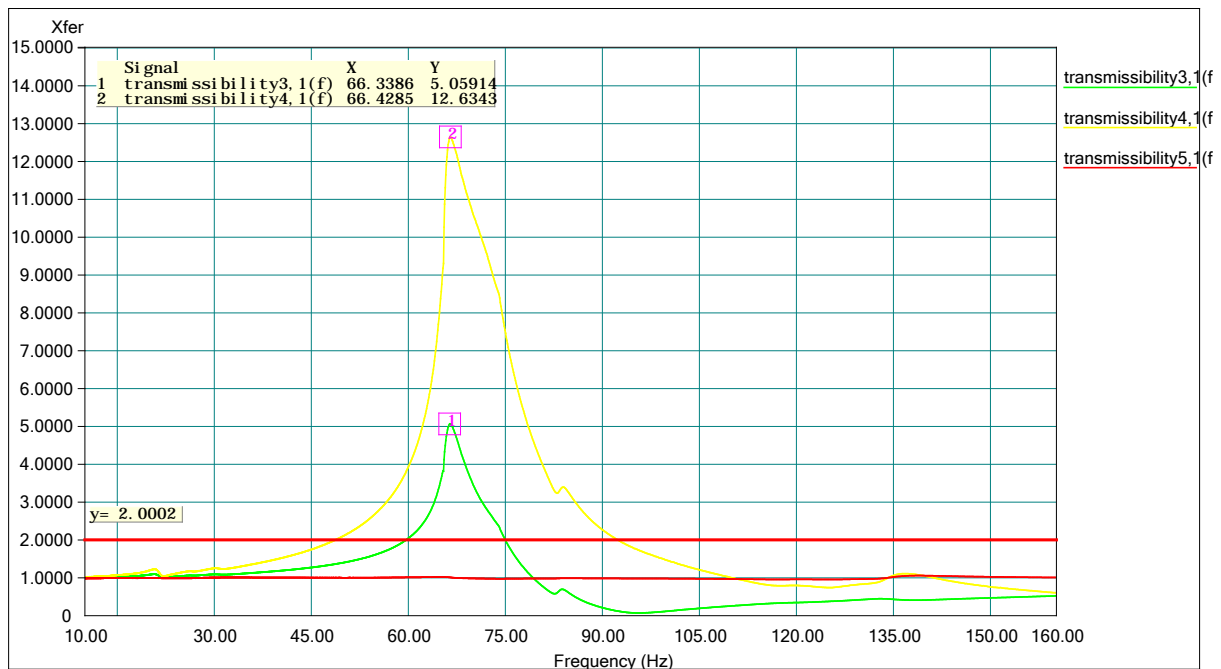
**Abbildung 18:** Resonanzsuche des Reflektors auf der z-Achse

Bei der Resonanzsuche auf der z-Achse wurden für die Sende und Empfangseinheit die Resonanzfrequenz 68,4 Hz und 160 Hz für den Reflektor vorgefunden. Anschließend wurden die Sende- und Empfangseinheit sowie der Reflektor über 2 Minuten mit den oben genannten Frequenzen mit einer Beschleunigung von 1 g geschwungen. Die Ergebnisse der anschließenden Funktionskontrolle sind in **Tabelle 13** ersichtlich.





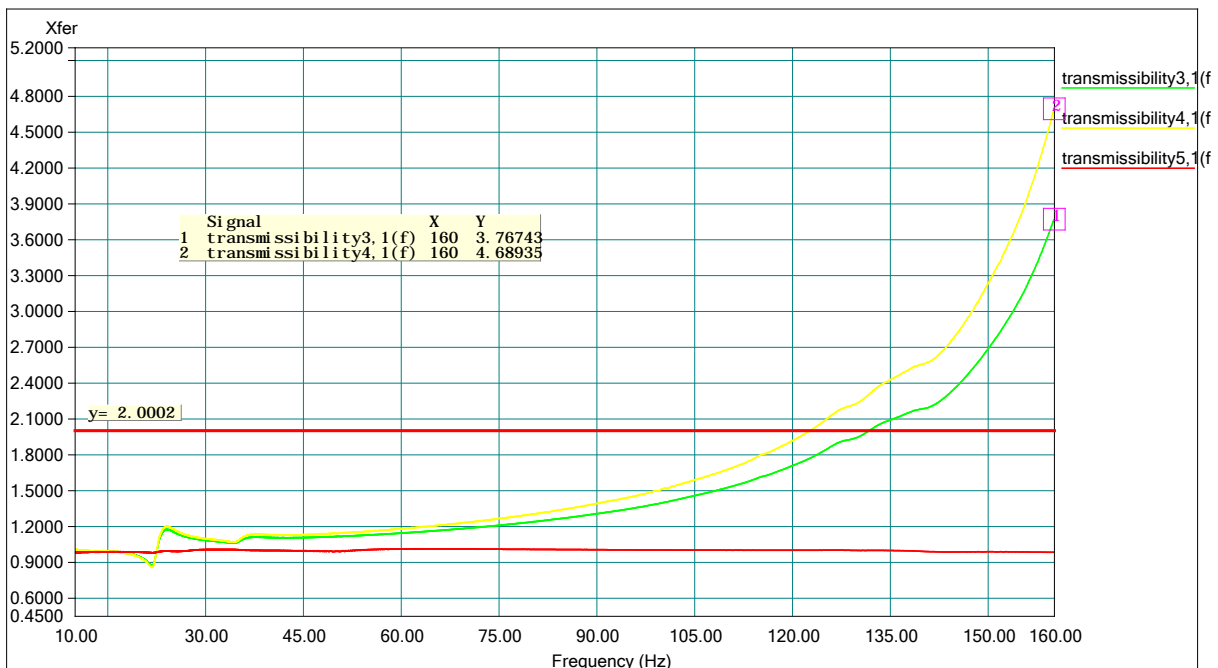
**Abbildung 19:** Einbaulage der Sende- / Empfangseinheit in der x-Achse



**Abbildung 20:** Resonanzsuche der Sende- / Empfangseinheit auf der x-Achse



**Abbildung 21:** Einbaulage des Reflektors in der x-Achse



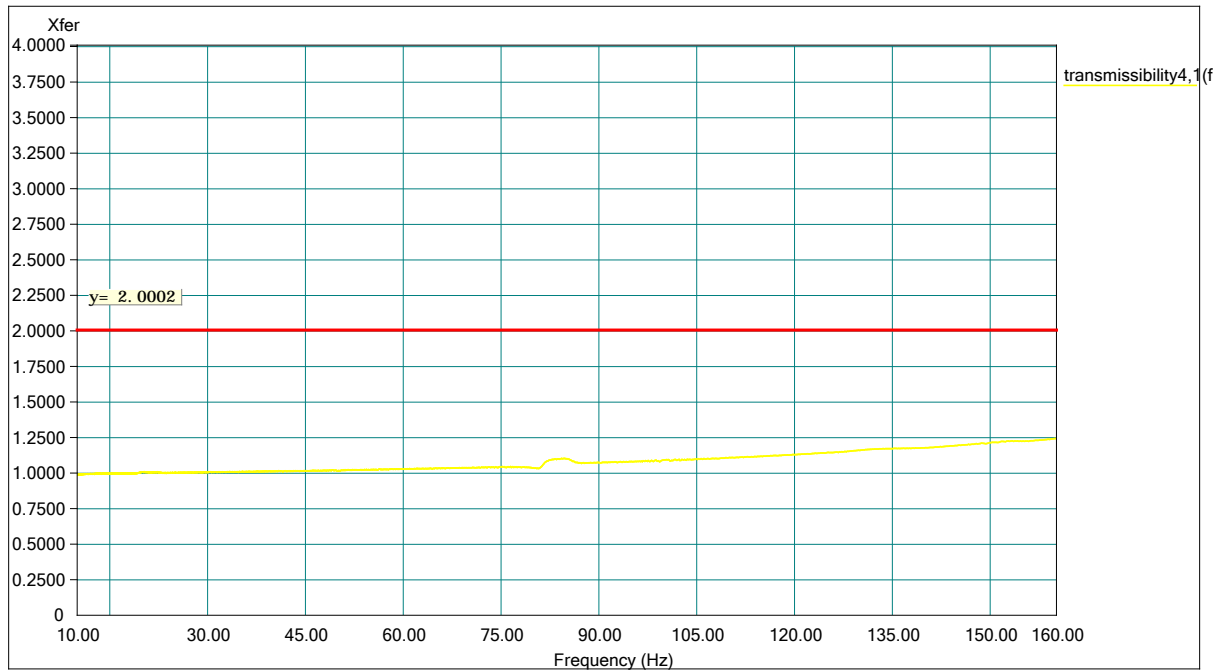
**Abbildung 22:** Resonanzsuche des Reflektors auf der x-Achse

Bei der Resonanzsuche auf der x-Achse wurden für die Sende und Empfangseinheit die Resonanzfrequenz 66,4 Hz und 160 Hz für den Reflektor vorgefunden. Anschließend wurden die Sende- und Empfangseinheit sowie der Reflektor über 2 Minuten mit den oben genannten Frequenzen mit einer Beschleunigung von 1g geschwungen. Die Ergebnisse der anschließenden Funktionskontrolle sind in **Tabelle 13** ersichtlich.

Bericht über die Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung 4500 MKIII  
der Firma Land Instruments International Ltd für die Komponente  
Staub, Bericht: 936/21217693/A



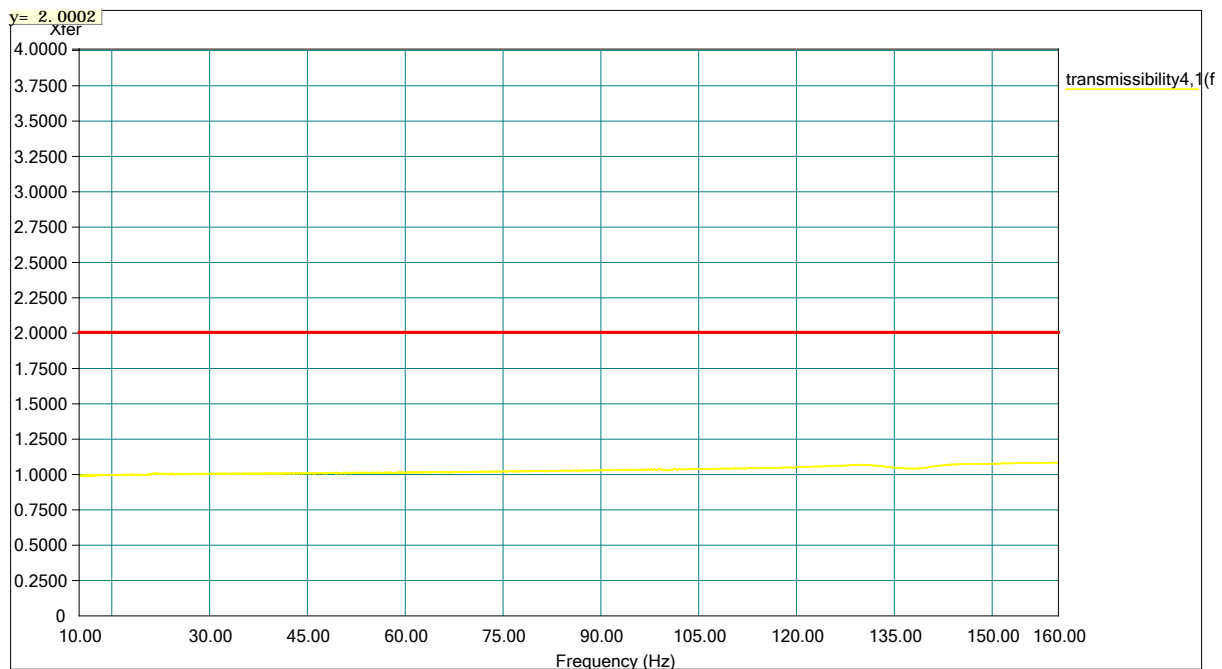
**Abbildung 23:** Einbaulage der Sende- / Empfangseinheit in der y-Achse



**Abbildung 24:** Resonanzsuche der Sende- / Empfangseinheit auf der y-Achse



**Abbildung 25:** Einbaulage des Reflektors in der y-Achse



**Abbildung 26:** Resonanzsuche des Reflektors auf der y-Achse

Bei der Resonanzsuche auf der y-Achse wurden für die Sende und Empfangseinheit sowie für den Reflektor keine signifikanten Resonanzfrequenzen vorgefunden. Beide Baugruppen wurden ersatzweise über 2 Minuten mit 25 Hz mit einer Beschleunigung von 1g geschwungen. Die Ergebnisse der anschließenden Funktionskontrolle sind in **Tabelle 13** ersichtlich.

#### **6b.19 [6.19 Querempfindlichkeiten]**

*Der Hersteller muss jeden bekannten Störeinfluss beschreiben. Prüfungen für Störeinflüsse, die nicht auf gasförmige Störkomponenten zurückzuführen sind, oder Prüfungen für Gase, die nicht im Anhang B der DIN EN 15267-3 aufgeführt sind, müssen mit dem Prüflaboratorium vereinbart werden.*

Dieser Prüfpunkt wird für Staubmessgeräte nicht angewendet.

## **6b.20 [6.20 Auswanderung des Messstrahls bei In-situ-AMS]**

*Bei Auswanderung des Messstrahls von optischen AMS müssen die Abweichungen der AMS-Anzeigewerte am Nullpunkt und am Referenzpunkt folgende Mindestanforderung für die maximal vom Hersteller erlaubte Winkelabweichung einhalten. Dieser Winkel muss mindestens  $0,3^\circ$  betragen.*

*Die Abweichungen der Messsignale bei Auswanderung des Messstrahls darf 2,0 % des Zertifizierungsbereichsendwerts nicht überschreiten.*

### **Gerätetechnische Ausstattung**

Die Prüfung wird auf einer staubfreien Messstrecke durchgeführt. Zur Simulation von Messwerten werden Referenzfilter benutzt. Zur Aufnahme des Analogsignals der Messeinrichtung wurde eine Datenerfassung eingesetzt. Die Prüfung wird mit Hilfe einer optischen Bank durchgeführt.

### **Durchführung der Prüfung**

Die Untersuchungen wurden für die beiden Messweglängen 3 m und 5 m durchgeführt. Zu Beginn der jeweiligen Prüfpunkte wurde die Messeinrichtung optimal ausgerichtet. Es wurden jeweils Sender und Empfänger im Bereich von mindestens  $\pm 0,3^\circ$  verschwenkt. Die Prozedur wurde am Nullpunkt und am Referenzpunkt durchgeführt.

### **Auswertung**

Zu Beginn jeder Messreihe wurde die Messeinrichtung optimal ausgerichtet und es wurde der jeweilige Startwert (Nullpunkt oder Referenzpunkt) aufgenommen. Anschließend wurde die Messeinrichtung systematisch verschwenkt. Die Abweichung zum Startwert wurde ermittelt und als Abweichung bezogen auf den Messbereich angegeben.

Die Messeinrichtung 4500 MKIII verfügt über keine automatische Justiereinrichtung. Bei den Verschwenkungsuntersuchungen für die Messeinrichtung konnte im Winkelbereich von  $\pm 0,3^\circ$  ein Einfluss bis zu 2 % vom Messbereich auf das Messsignal festgestellt werden. dass der mögliche Verschwenkungsbereich auf  $\pm 0,3^\circ$  eingeschränkt wird. Damit wird diese Mindestanforderung erfüllt.

### **Bewertung**

Bei den Verschwenkungsuntersuchungen für die Messeinrichtung konnte im Winkelbereich von  $\pm 0,3^\circ$  ein Einfluss auf das Messsignal festgestellt werden. Die maximale Abweichung des Messsignals lag in diesem Bereich bei bis zu 1,97 % bezogen auf den Messbereich. Somit wird der maximale Verschwenkungsbereich auf  $\pm 0,3^\circ$  eingeschränkt.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Für die Unsicherheitsberechnung in Kapitel 6d wird der Wert von 1,97 % verwendet. Bezogen auf den Messbereich von 0 – 15 mg/m<sup>3</sup> entspricht dies einem Betrag von 0,3 mg/m<sup>3</sup>. Die daraus resultierende Unsicherheit  $u = 0,173$  mg/m<sup>3</sup>.

## Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

**Tabelle 14:** Verschwenkungsuntersuchungen, Messkomponente Staub Gerät 1, Messbereich 0 bis 0,2 Ext.

Nullpunkt				
Zulässiger Bereich vertikal:		0,3° bis -0,3°		
Zulässiger Bereich horizontal:		0,3° bis -0,3°		
Verschwenkungsuntersuchungen Land 4500 MKIII Transmission				
Gerät 1		Weglänge: 3,0 m		Verschwenkung Optikkopf
Messbereich 0,0 bis 0,2 Ext.				
Verschwenkung (°)		Sollwert	Istwert	Abweichung
Vertikal	Horizontal	mA	mA	% vom MBE
0,00	0,00	4,03	4,03	0,00
0,05	0,00	4,03	4,04	0,06
0,10	0,00	4,03	4,06	0,19
0,15	0,00	4,03	4,08	0,31
0,20	0,00	4,03	4,15	0,75
0,25	0,00	4,03	4,22	1,19
0,30	0,00	4,03	4,24	1,31
0,00	0,00	4,01	4,01	0,00
-0,05	0,00	4,01	4,00	-0,06
-0,10	0,00	4,01	3,96	-0,31
-0,15	0,00	4,01	3,96	-0,31
-0,20	0,00	4,01	3,94	-0,44
-0,25	0,00	4,01	3,93	-0,50
-0,30	0,00	4,02	3,83	-1,19
0,00	0,00	4,02	4,02	0,00
0,00	0,05	4,02	4,04	0,13
0,00	0,10	4,02	4,03	0,06
0,00	0,15	4,02	4,06	0,25
0,00	0,20	4,02	4,08	0,38
0,00	0,25	4,02	4,10	0,50
0,00	0,30	4,02	4,20	1,13
0,00	0,00	4,01	4,01	0,00
0,00	-0,05	4,01	3,96	-0,31
0,00	-0,10	4,01	3,95	-0,37
0,00	-0,15	4,01	3,88	-0,81
0,00	-0,20	4,01	3,84	-1,06
0,00	-0,25	4,01	3,82	-1,19
0,00	-0,30	4,01	3,75	-1,63
0,00	0,00	4,01	4,02	0,06

**Tabelle 15:** Verschwenkungsuntersuchungen, Messkomponente Staub Gerät 1 (, Messbereich 0 bis 0,2 Ext.

Nullpunkt				
Zulässiger Bereich vertikal:		0,3° bis -0,3°		
Zulässiger Bereich horizontal:		0,3° bis -0,3°		
Verschwenkungsuntersuchungen Land 4500 MKIII Transmission				
Gerät 1	Weglänge: 3,0 m		Verschwenkung Reflektor	
Messbereich 0,0 bis 0,2 Ext.				
Verschwenkung (°)		Sollwert	Istwert	Abweichung
Vertikal	Horizontal	mA	mA	% vom MBE
0,00	0,00	4,02	4,02	0,00
0,05	0,00	4,02	4,09	0,44
0,10	0,00	4,02	4,09	0,44
0,15	0,00	4,02	4,11	0,56
0,20	0,00	4,02	4,16	0,88
0,25	0,00	4,02	4,17	0,94
0,30	0,00	4,02	4,24	1,38
0,00	0,00	4,05	4,05	0,00
-0,05	0,00	4,05	4,00	-0,31
-0,10	0,00	4,05	3,89	-1,00
-0,15	0,00	4,05	3,87	-1,13
-0,20	0,00	4,05	3,88	-1,06
-0,25	0,00	4,05	3,84	-1,31
-0,30	0,00	4,05	3,82	-1,44
0,00	0,00	4,00	4,00	0,00
0,00	0,05	4,00	4,05	0,31
0,00	0,10	4,00	4,05	0,31
0,00	0,15	4,00	4,11	0,69
0,00	0,20	4,00	4,16	1,00
0,00	0,25	4,00	4,18	1,13
0,00	0,30	4,00	4,25	1,56
0,00	0,00	4,06	4,06	0,00
0,00	-0,05	4,06	3,99	-0,44
0,00	-0,10	4,06	3,95	-0,69
0,00	-0,15	4,06	3,91	-0,94
0,00	-0,20	4,06	3,90	-1,00
0,00	-0,25	4,06	3,86	-1,25
0,00	-0,30	4,06	3,84	-1,38
0,00	0,00	4,06	4,07	0,06



**Tabelle 16:** Verschwenkungsuntersuchungen, Messkomponente Staub Gerät 1, Messbereich 0 bis 0,2 Ext.

Referenzpunkt				
Zulässiger Bereich vertikal:		0,3° bis -0,3°		
Zulässiger Bereich horizontal:		0,3° bis -0,3°		
Verschwenkungsuntersuchungen Land 4500 MKIII Transmission				
Gerät 1		Weglänge: 3,0 m		Verschwenkung Optikkopf
Messbereich 0,0 bis 0,2 Ext.				
Verschwenkung (°)		Sollwert	Istwert	Abweichung
Vertikal	Horizontal	mA	mA	% vom MBE
0,00	0,00	16,58	16,55	-0,19
0,05	0,00	16,58	16,59	0,06
0,10	0,00	16,58	16,61	0,19
0,15	0,00	16,58	16,61	0,19
0,20	0,00	16,58	16,64	0,38
0,25	0,00	16,58	16,68	0,63
0,30	0,00	16,58	16,73	0,94
0,00	0,00	16,47	16,47	0,00
-0,05	0,00	16,47	16,48	0,06
-0,10	0,00	16,47	16,45	-0,12
-0,15	0,00	16,47	16,41	-0,37
-0,20	0,00	16,47	16,35	-0,75
-0,25	0,00	16,47	16,35	-0,75
-0,30	0,00	16,47	16,30	-1,06
0,00	0,00	16,50	16,50	0,00
0,00	0,05	16,50	16,50	0,00
0,00	0,10	16,50	16,52	0,12
0,00	0,15	16,50	16,58	0,50
0,00	0,20	16,50	16,57	0,44
0,00	0,25	16,50	16,60	0,63
0,00	0,30	16,50	16,63	0,81
0,00	0,00	16,55	16,55	0,00
0,00	-0,05	16,55	16,57	0,12
0,00	-0,10	16,55	16,50	-0,31
0,00	-0,15	16,55	16,46	-0,56
0,00	-0,20	16,55	16,42	-0,81
0,00	-0,25	16,55	16,42	-0,81
0,00	-0,30	16,55	16,32	-1,44
0,00	0,00	16,55	16,53	-0,12

**Tabelle 17:** Verschwenkungsuntersuchungen, Messkomponente Staub Gerät 1, Messbereich 0 bis 0,2 Ext.

Referenzpunkt				
Zulässiger Bereich vertikal:		0,3° bis -0,3°		
Zulässiger Bereich horizontal:		0,3° bis -0,3°		
Verschwenkungsuntersuchungen Land 4500 MKIII Transmission				
Gerät 1	Weglänge: 3,0 m		Verschwenkung Reflektor	
Messbereich 0,0 bis 0,2 Ext.				
Verschwenkung (°)		Sollwert	Istwert	Abweichung
Vertikal	Horizontal	mA	mA	% vom MBE
0,00	0,00	16,49	16,49	0,00
0,05	0,00	16,49	16,52	0,19
0,10	0,00	16,49	16,59	0,63
0,15	0,00	16,49	16,48	-0,06
0,20	0,00	16,49	16,59	0,63
0,25	0,00	16,49	16,63	0,88
0,30	0,00	16,49	16,75	1,63
0,00	0,00	16,53	16,53	0,00
-0,05	0,00	16,53	16,50	-0,19
-0,10	0,00	16,53	16,51	-0,12
-0,15	0,00	16,53	16,44	-0,56
-0,20	0,00	16,53	16,41	-0,75
-0,25	0,00	16,53	16,40	-0,81
-0,30	0,00	16,53	16,24	-1,81
0,00	0,00	16,58	16,58	0,00
0,00	0,05	16,58	16,58	0,00
0,00	0,10	16,58	16,64	0,38
0,00	0,15	16,58	16,69	0,69
0,00	0,20	16,58	16,72	0,88
0,00	0,25	16,58	16,77	1,19
0,00	0,30	16,58	16,85	1,69
0,00	0,00	16,45	16,45	0,00
0,00	-0,05	16,45	16,42	-0,19
0,00	-0,10	16,45	16,42	-0,19
0,00	-0,15	16,45	16,37	-0,50
0,00	-0,20	16,45	16,30	-0,94
0,00	-0,25	16,45	16,22	-1,44
0,00	-0,30	16,45	16,21	-1,50
0,00	0,00	16,45	16,47	0,12

**Tabelle 18:** Verschwenkungsuntersuchungen, Messkomponente Staub Gerät 1, Messbereich 0 bis 0,2 Ext.

Nullpunkt				
Zulässiger Bereich vertikal:		0,3° bis -0,3°		
Zulässiger Bereich horizontal:		0,3° bis -0,3°		
Verschwenkungsuntersuchungen Land 4500 MKIII Transmission				
Gerät 1		Weglänge: 5,0 m		Verschwenkung Optikkopf
Messbereich 0,0 bis 0,2 Ext.				
Verschwenkung (°)		Sollwert	Istwert	Abweichung
Vertikal	Horizontal	mA	mA	% vom MBE
0,00	0,00	4,07	4,07	0,00
0,05	0,00	4,07	4,01	-0,38
0,10	0,00	4,07	4,00	-0,44
0,15	0,00	4,07	3,94	-0,81
0,20	0,00	4,07	3,91	-1,00
0,25	0,00	4,07	3,91	-1,00
0,30	0,00	4,07	3,87	-1,25
0,00	0,00	4,02	4,02	0,00
-0,05	0,00	4,02	4,05	0,19
-0,10	0,00	4,02	4,06	0,25
-0,15	0,00	4,02	4,10	0,50
-0,20	0,00	4,02	4,16	0,88
-0,25	0,00	4,02	4,19	1,06
-0,30	0,00	4,02	4,19	1,06
0,00	0,00	4,05	4,05	0,00
0,00	0,05	4,05	4,00	-0,31
0,00	0,10	4,05	3,99	-0,37
0,00	0,15	4,05	3,94	-0,69
0,00	0,20	4,05	3,91	-0,87
0,00	0,25	4,05	3,93	-0,75
0,00	0,30	4,05	3,86	-1,19
0,00	0,00	4,05	4,05	0,00
0,00	-0,05	4,05	4,08	0,19
0,00	-0,10	4,05	4,08	0,19
0,00	-0,15	4,05	4,15	0,63
0,00	-0,20	4,05	4,13	0,50
0,00	-0,25	4,05	4,31	1,63
0,00	-0,30	4,05	4,26	1,31
0,00	0,00	4,05	4,03	-0,12

**Tabelle 19:** Verschwenkungsuntersuchungen, Messkomponente Staub Gerät 1, Messbereich 0 bis 0,2 Ext.

Nullpunkt				
Zulässiger Bereich vertikal:		0,3° bis -0,3°		
Zulässiger Bereich horizontal:		0,3° bis -0,3°		
Verschwenkungsuntersuchungen Land 4500 MKIII Transmission				
Gerät 1		Weglänge: 5,0 m		Verschwenkung Reflektor
Messbereich 0,0 bis 0,2 Ext.				
Verschwenkung (°)		Sollwert	Istwert	Abweichung
Vertikal	Horizontal	mA	mA	% vom MBE
0,00	0,00	4,06	4,06	0,00
0,05	0,00	4,06	4,00	-0,37
0,10	0,00	4,06	3,95	-0,69
0,15	0,00	4,06	3,94	-0,75
0,20	0,00	4,06	3,91	-0,94
0,25	0,00	4,06	3,86	-1,25
0,30	0,00	4,06	3,84	-1,38
0,00	0,00	4,06	4,06	0,00
-0,05	0,00	4,06	4,07	0,06
-0,10	0,00	4,06	4,09	0,19
-0,15	0,00	4,06	4,11	0,31
-0,20	0,00	4,06	4,12	0,38
-0,25	0,00	4,06	4,23	1,06
-0,30	0,00	4,06	4,28	1,38
0,00	0,00	4,03	4,03	0,00
0,00	0,05	4,03	4,01	-0,13
0,00	0,10	4,03	4,01	-0,13
0,00	0,15	4,03	3,94	-0,56
0,00	0,20	4,03	3,90	-0,81
0,00	0,25	4,03	3,83	-1,25
0,00	0,30	4,03	3,83	-1,25
0,00	0,00	4,01	4,01	0,00
0,00	-0,05	4,01	4,06	0,31
0,00	-0,10	4,01	4,05	0,25
0,00	-0,15	4,01	4,09	0,50
0,00	-0,20	4,01	4,20	1,19
0,00	-0,25	4,01	4,21	1,25
0,00	-0,30	4,01	4,26	1,56
0,00	0,00	4,01	4,00	-0,06

**Tabelle 20:** Verschwenkungsuntersuchungen, Messkomponente Staub Gerät 1, Messbereich 0 bis 0,2 Ext.

Referenzpunkt				
Zulässiger Bereich vertikal:		0,3° bis -0,3°		
Zulässiger Bereich horizontal:		0,3° bis -0,3°		
Verschwenkungsuntersuchungen Land 4500 MKIII Transmission				
Gerät 1	Weglänge: 5,0 m		Verschwenkung Optikkopf	
Messbereich 0,0 bis 0,2 Ext.				
Verschwenkung (°)		Sollwert	Istwert	Abweichung
Vertikal	Horizontal	mA	mA	% vom MBE
0,00	0,00	16,34	16,34	0,00
0,05	0,00	16,34	16,39	0,31
0,10	0,00	16,34	16,42	0,50
0,15	0,00	16,34	16,49	0,94
0,20	0,00	16,34	16,43	0,56
0,25	0,00	16,34	16,52	1,13
0,30	0,00	16,34	16,55	1,31
0,00	0,00	16,40	16,40	0,00
-0,05	0,00	16,40	16,38	-0,12
-0,10	0,00	16,40	16,37	-0,19
-0,15	0,00	16,40	16,29	-0,69
-0,20	0,00	16,40	16,27	-0,81
-0,25	0,00	16,40	16,35	-0,31
-0,30	0,00	16,40	16,21	-1,19
0,00	0,00	16,35	16,35	0,00
0,00	0,05	16,35	16,37	0,12
0,00	0,10	16,35	16,47	0,75
0,00	0,15	16,35	16,41	0,37
0,00	0,20	16,35	16,44	0,56
0,00	0,25	16,35	16,51	1,00
0,00	0,30	16,35	16,58	1,44
0,00	0,00	16,37	16,37	0,00
0,00	-0,05	16,37	16,30	-0,44
0,00	-0,10	16,37	16,34	-0,19
0,00	-0,15	16,37	16,27	-0,63
0,00	-0,20	16,37	16,30	-0,44
0,00	-0,25	16,37	16,21	-1,00
0,00	-0,30	16,37	16,14	-1,44
0,00	0,00	16,37	16,39	0,12

**Tabelle 21:** Verschwenkungsuntersuchungen, Messkomponente Staub Gerät 1, Messbereich 0 bis 0,2 Ext.

Referenzpunkt				
Zulässiger Bereich vertikal:		0,3° bis -0,3°		
Zulässiger Bereich horizontal:		0,3° bis -0,3°		
Verschwenkungsuntersuchungen Land 4500 MKIII Transmission				
Gerät 1	Weglänge: 5,0 m		Verschwenkung Reflektor	
Messbereich 0,0 bis 0,2 Ext.				
Verschwenkung (°)		Sollwert	Istwert	Abweichung
Vertikal	Horizontal	mA	mA	% vom MBE
0,00	0,00	16,57	16,57	0,00
0,05	0,00	16,57	16,60	0,19
0,10	0,00	16,57	16,58	0,06
0,15	0,00	16,57	16,67	0,63
0,20	0,00	16,57	16,69	0,75
0,25	0,00	16,57	16,64	0,44
0,30	0,00	16,57	16,75	1,13
0,00	0,00	16,60	16,60	0,00
-0,05	0,00	16,60	16,55	-0,31
-0,10	0,00	16,60	16,54	-0,38
-0,15	0,00	16,60	16,50	-0,63
-0,20	0,00	16,60	16,43	-1,06
-0,25	0,00	16,60	16,49	-0,69
-0,30	0,00	16,60	16,35	-1,56
0,00	0,00	16,52	16,52	0,00
0,00	0,05	16,52	16,50	-0,12
0,00	0,10	16,52	16,58	0,37
0,00	0,15	16,52	16,54	0,12
0,00	0,20	16,52	16,64	0,75
0,00	0,25	16,52	16,62	0,63
0,00	0,30	16,52	16,70	1,13
0,00	0,00	16,59	16,59	0,00
0,00	-0,05	16,59	16,62	0,19
0,00	-0,10	16,59	16,54	-0,31
0,00	-0,15	16,59	16,49	-0,63
0,00	-0,20	16,59	16,45	-0,88
0,00	-0,25	16,59	16,44	-0,94
0,00	-0,30	16,59	16,36	-1,44
0,00	0,00	16,59	16,61	0,12

**Tabelle 22:** Verschwenkungsuntersuchungen, Messkomponente Staub Gerät 2, Messbereich 0 bis 0,2 Ext.

Nullpunkt				
Zulässiger Bereich vertikal:		0,3° bis -0,3°		
Zulässiger Bereich horizontal:		0,3° bis -0,3°		
Verschwenkungsuntersuchungen Land 4500 MKIII Transmission				
Gerät 2	Weglänge: 3,0 m	Verschwenkung Optikkopf		
Messbereich 0,0 bis 0,2 Ext.				
Verschwenkung (°)		Sollwert	Istwert	Abweichung
Vertikal	Horizontal	mA	mA	% vom MBE
0,00	0,00	4,05	4,05	0,00
0,05	0,00	4,05	4,08	0,19
0,10	0,00	4,05	4,08	0,19
0,15	0,00	4,05	4,13	0,50
0,20	0,00	4,05	4,19	0,88
0,25	0,00	4,05	4,20	0,94
0,30	0,00	4,05	4,17	0,75
0,00	0,00	4,02	4,02	0,00
-0,05	0,00	4,02	3,99	-0,19
-0,10	0,00	4,02	3,99	-0,22
-0,15	0,00	4,02	4,00	-0,12
-0,20	0,00	4,02	4,01	-0,09
-0,25	0,00	4,02	3,90	-0,75
-0,30	0,00	4,02	3,81	-1,31
0,00	0,00	4,02	4,02	0,00
0,00	0,05	4,02	4,02	-0,03
0,00	0,10	4,02	4,09	0,44
0,00	0,15	4,02	4,10	0,47
0,00	0,20	4,02	4,14	0,75
0,00	0,25	4,02	4,15	0,78
0,00	0,30	4,02	4,16	0,88
0,00	0,00	4,00	4,00	0,00
0,00	-0,05	4,00	3,99	-0,09
0,00	-0,10	4,00	3,91	-0,59
0,00	-0,15	4,00	3,78	-1,41
0,00	-0,20	4,00	3,74	-1,63
0,00	-0,25	4,00	3,73	-1,72
0,00	-0,30	4,00	3,71	-1,81
0,00	0,00	4,00	4,01	0,06

**Tabelle 23:** Verschwenkungsuntersuchungen, Messkomponente Staub Gerät 2, Messbereich 0 bis 0,2 Ext.

Nullpunkt				
Zulässiger Bereich vertikal:		0,3° bis -0,3°		
Zulässiger Bereich horizontal:		0,3° bis -0,3°		
Verschwenkungsuntersuchungen Land 4500 MKIII Transmission				
Gerät 2		Weglänge: 3,0 m		Verschwenkung Reflektor
Messbereich 0,0 bis 0,2 Ext.				
Verschwenkung (°)		Sollwert	Istwert	Abweichung
Vertikal	Horizontal	mA	mA	% vom MBE
0,00	0,00	4,19	4,19	0,00
0,05	0,00	4,19	4,27	0,50
0,10	0,00	4,19	4,29	0,59
0,15	0,00	4,19	4,30	0,66
0,20	0,00	4,19	4,33	0,84
0,25	0,00	4,19	4,38	1,16
0,30	0,00	4,19	4,49	1,88
0,00	0,00	4,17	4,17	0,00
-0,05	0,00	4,17	4,13	-0,25
-0,10	0,00	4,17	4,07	-0,62
-0,15	0,00	4,17	4,05	-0,78
-0,20	0,00	4,17	4,01	-1,03
-0,25	0,00	4,17	3,93	-1,53
-0,30	0,00	4,17	3,87	-1,88
0,00	0,00	4,06	4,06	0,00
0,00	0,05	4,06	4,12	0,38
0,00	0,10	4,06	4,19	0,81
0,00	0,15	4,06	4,29	1,44
0,00	0,20	4,06	4,32	1,63
0,00	0,25	4,06	4,34	1,72
0,00	0,30	4,06	4,38	1,97
0,00	0,00	4,05	4,05	0,00
0,00	-0,05	4,05	3,97	-0,53
0,00	-0,10	4,05	3,87	-1,16
0,00	-0,15	4,05	3,84	-1,34
0,00	-0,20	4,05	3,80	-1,56
0,00	-0,25	4,05	3,78	-1,69
0,00	-0,30	4,05	3,74	-1,97
0,00	0,00	4,05	4,04	-0,06



**Tabelle 24:** Verschwenkungsuntersuchungen, Messkomponente Staub Gerät 2, Messbereich 0 bis 0,2 Ext.

Referenzpunkt				
Zulässiger Bereich vertikal:		0,3° bis -0,3°		
Zulässiger Bereich horizontal:		0,3° bis -0,3°		
Verschwenkungsuntersuchungen Land 4500 MKIII Transmission				
Gerät 2	Weglänge: 3,0 m	Verschwenkung Optikkopf		
Messbereich 0,0 bis 0,2 Ext.				
Verschwenkung (°)		Sollwert	Istwert	Abweichung
Vertikal	Horizontal	mA	mA	% vom MBE
0,00	0,00	16,09	16,09	0,00
0,05	0,00	16,09	16,12	0,16
0,10	0,00	16,09	16,13	0,22
0,15	0,00	16,09	16,15	0,34
0,20	0,00	16,09	16,22	0,78
0,25	0,00	16,09	16,24	0,91
0,30	0,00	16,09	16,22	0,81
0,00	0,00	16,07	16,07	0,00
-0,05	0,00	16,07	16,08	0,03
-0,10	0,00	16,07	16,05	-0,16
-0,15	0,00	16,07	16,08	0,03
-0,20	0,00	16,07	16,05	-0,12
-0,25	0,00	16,07	15,99	-0,50
-0,30	0,00	16,07	15,92	-0,97
0,00	0,00	16,17	16,17	0,00
0,00	0,05	16,17	16,19	0,12
0,00	0,10	16,17	16,21	0,22
0,00	0,15	16,17	16,24	0,44
0,00	0,20	16,17	16,32	0,94
0,00	0,25	16,17	16,35	1,09
0,00	0,30	16,17	16,48	1,94
0,00	0,00	16,15	16,15	0,00
0,00	-0,05	16,15	16,14	-0,06
0,00	-0,10	16,15	16,09	-0,41
0,00	-0,15	16,15	15,96	-1,22
0,00	-0,20	16,15	15,91	-1,53
0,00	-0,25	16,15	15,88	-1,69
0,00	-0,30	16,15	15,84	-1,97
0,00	0,00	16,15	16,14	-0,06

**Tabelle 25:** Verschwenkungsuntersuchungen, Messkomponente Staub Gerät 2, Messbereich 0 bis 0,2 Ext.

Referenzpunkt				
Zulässiger Bereich vertikal:		0,3° bis -0,3°		
Zulässiger Bereich horizontal:		0,3° bis -0,3°		
Verschwenkungsuntersuchungen Land 4500 MKIII Transmission				
Gerät 2		Weglänge: 3,0 m		Verschwenkung Reflektor
Messbereich 0,0 bis 0,2 Ext.				
Verschwenkung (°)		Sollwert	Istwert	Abweichung
Vertikal	Horizontal	mA	mA	% vom MBE
0,00	0,00	16,36	16,36	0,00
0,05	0,00	16,36	16,42	0,38
0,10	0,00	16,36	16,48	0,72
0,15	0,00	16,36	16,52	1,00
0,20	0,00	16,36	16,58	1,34
0,25	0,00	16,36	16,61	1,56
0,30	0,00	16,36	16,67	1,91
0,00	0,00	16,38	16,38	0,00
-0,05	0,00	16,38	16,35	-0,22
-0,10	0,00	16,38	16,28	-0,66
-0,15	0,00	16,38	16,21	-1,09
-0,20	0,00	16,38	16,17	-1,34
-0,25	0,00	16,38	16,13	-1,59
-0,30	0,00	16,38	16,07	-1,94
0,00	0,00	16,25	16,25	0,00
0,00	0,05	16,25	16,32	0,41
0,00	0,10	16,25	16,34	0,53
0,00	0,15	16,25	16,43	1,09
0,00	0,20	16,25	16,49	1,47
0,00	0,25	16,25	16,51	1,63
0,00	0,30	16,25	16,56	1,91
0,00	0,00	16,20	16,20	0,00
0,00	-0,05	16,20	16,12	-0,50
0,00	-0,10	16,20	16,09	-0,69
0,00	-0,15	16,20	16,04	-1,03
0,00	-0,20	16,20	15,97	-1,47
0,00	-0,25	16,20	15,93	-1,72
0,00	-0,30	16,20	15,89	-1,94
0,00	0,00	16,20	16,21	0,03

**Tabelle 26:** Verschwenkungsuntersuchungen, Messkomponente Staub Gerät 2, Messbereich 0 bis 0,2 Ext.

Nullpunkt				
Zulässiger Bereich vertikal:		0,3° bis -0,3°		
Zulässiger Bereich horizontal:		0,3° bis -0,3°		
Verschwenkungsuntersuchungen Land 4500 MKIII Transmission				
Gerät 2		Weglänge: 5,0 m		Verschwenkung Optikkopf
Messbereich 0,0 bis 0,2 Ext.				
Verschwenkung (°)		Sollwert	Istwert	Abweichung
Vertikal	Horizontal	mA	mA	% vom MBE
0,00	0,00	3,99	3,99	0,00
0,05	0,00	3,99	4,01	0,12
0,10	0,00	3,99	4,04	0,31
0,15	0,00	3,99	4,09	0,62
0,20	0,00	3,99	4,12	0,81
0,25	0,00	3,99	4,15	1,00
0,30	0,00	3,99	4,18	1,16
0,00	0,00	4,01	4,01	0,00
-0,05	0,00	4,01	3,99	-0,12
-0,10	0,00	4,01	4,00	-0,09
-0,15	0,00	4,01	3,97	-0,25
-0,20	0,00	4,01	4,01	-0,03
-0,25	0,00	4,01	4,00	-0,09
-0,30	0,00	4,01	3,95	-0,41
0,00	0,00	4,03	4,03	0,00
0,00	0,05	4,03	4,11	0,47
0,00	0,10	4,03	4,15	0,72
0,00	0,15	4,03	4,23	1,22
0,00	0,20	4,03	4,28	1,53
0,00	0,25	4,03	4,34	1,94
0,00	0,30	4,03	4,33	1,88
0,00	0,00	4,05	4,05	0,00
0,00	-0,05	4,05	4,03	-0,12
0,00	-0,10	4,05	4,00	-0,34
0,00	-0,15	4,05	3,93	-0,78
0,00	-0,20	4,05	3,83	-1,38
0,00	-0,25	4,05	3,74	-1,94
0,00	-0,30	4,05	3,76	-1,81
0,00	0,00	4,05	4,05	-0,03

**Tabelle 27:** Verschwenkungsuntersuchungen, Messkomponente Staub Gerät 2, Messbereich 0 bis 0,2 Ext.

Nullpunkt				
Zulässiger Bereich vertikal:		0,3° bis -0,3°		
Zulässiger Bereich horizontal:		0,3° bis -0,3°		
Verschwenkungsuntersuchungen Land 4500 MKIII Transmission				
Gerät 2		Weglänge: 5,0 m		Verschwenkung Reflektor
Messbereich 0,0 bis 0,2 Ext.				
Verschwenkung (°)		Sollwert	Istwert	Abweichung
Vertikal	Horizontal	mA	mA	% vom MBE
0,00	0,00	3,98	3,98	0,00
0,05	0,00	3,98	4,01	0,19
0,10	0,00	3,98	4,04	0,38
0,15	0,00	3,98	4,07	0,56
0,20	0,00	3,98	4,11	0,78
0,25	0,00	3,98	4,13	0,94
0,30	0,00	3,98	4,15	1,03
0,00	0,00	3,97	3,97	0,00
-0,05	0,00	3,97	4,00	0,16
-0,10	0,00	3,97	4,02	0,28
-0,15	0,00	3,97	4,05	0,50
-0,20	0,00	3,97	4,08	0,69
-0,25	0,00	3,97	4,11	0,88
-0,30	0,00	3,97	4,15	1,09
0,00	0,00	3,97	3,97	0,00
0,00	0,05	3,97	3,95	-0,16
0,00	0,10	3,97	3,88	-0,56
0,00	0,15	3,97	3,87	-0,66
0,00	0,20	3,97	3,82	-0,94
0,00	0,25	3,97	3,78	-1,22
0,00	0,30	3,97	3,75	-1,38
0,00	0,00	3,96	3,96	0,00
0,00	-0,05	3,96	3,99	0,16
0,00	-0,10	3,96	4,02	0,37
0,00	-0,15	3,96	4,03	0,41
0,00	-0,20	3,96	4,02	0,37
0,00	-0,25	3,96	4,04	0,50
0,00	-0,30	3,96	4,02	0,34
0,00	0,00	3,96	3,98	0,09

**Tabelle 28:** Verschwenkungsuntersuchungen, Messkomponente Staub Gerät 2, Messbereich 0 bis 0,2 Ext.

Referenzpunkt				
Zulässiger Bereich vertikal:		0,3° bis -0,3°		
Zulässiger Bereich horizontal:		0,3° bis -0,3°		
Verschwenkungsuntersuchungen Land 4500 MKIII Transmission				
Gerät 2	Weglänge: 5,0 m	Verschwenkung Optikkopf		
Messbereich 0,0 bis 0,2 Ext.				
Verschwenkung (°)		Sollwert	Istwert	Abweichung
Vertikal	Horizontal	mA	mA	% vom MBE
0,00	0,00	16,22	16,22	0,00
0,05	0,00	16,22	16,25	0,16
0,10	0,00	16,22	16,29	0,44
0,15	0,00	16,22	16,32	0,59
0,20	0,00	16,22	16,36	0,88
0,25	0,00	16,22	16,40	1,09
0,30	0,00	16,22	16,40	1,13
0,00	0,00	16,26	16,26	0,00
-0,05	0,00	16,26	16,24	-0,13
-0,10	0,00	16,26	16,22	-0,25
-0,15	0,00	16,26	16,21	-0,34
-0,20	0,00	16,26	16,28	0,09
-0,25	0,00	16,26	16,27	0,03
-0,30	0,00	16,26	16,21	-0,31
0,00	0,00	16,42	16,42	0,00
0,00	0,05	16,42	16,44	0,12
0,00	0,10	16,42	16,50	0,47
0,00	0,15	16,42	16,58	0,97
0,00	0,20	16,42	16,73	1,94
0,00	0,25	16,42	16,73	1,94
0,00	0,30	16,42	16,71	1,78
0,00	0,00	16,30	16,30	0,00
0,00	-0,05	16,30	16,29	-0,09
0,00	-0,10	16,30	16,24	-0,38
0,00	-0,15	16,30	16,16	-0,88
0,00	-0,20	16,30	16,12	-1,13
0,00	-0,25	16,30	16,00	-1,88
0,00	-0,30	16,30	16,11	-1,19
0,00	0,00	16,30	16,32	0,09

**Tabelle 29:** Verschwenkungsuntersuchungen, Messkomponente Staub Gerät 2, Messbereich 0 bis 0,2 Ext.

Referenzpunkt				
Zulässiger Bereich vertikal:		0,3° bis -0,3°		
Zulässiger Bereich horizontal:		0,3° bis -0,3°		
Verschwenkungsuntersuchungen Land 4500 MKIII Transmission				
Gerät 2		Weglänge: 5,0 m		Verschwenkung Reflektor
Messbereich 0,0 bis 0,2 Ext.				
Verschwenkung (°)		Sollwert	Istwert	Abweichung
Vertikal	Horizontal	mA	mA	% vom MBE
0,00	0,00	16,16	16,16	0,00
0,05	0,00	16,16	16,19	0,16
0,10	0,00	16,16	16,21	0,31
0,15	0,00	16,16	16,24	0,47
0,20	0,00	16,16	16,27	0,69
0,25	0,00	16,16	16,30	0,84
0,30	0,00	16,16	16,35	1,16
0,00	0,00	16,13	16,13	0,00
-0,05	0,00	16,13	16,11	-0,16
-0,10	0,00	16,13	16,05	-0,50
-0,15	0,00	16,13	16,03	-0,66
-0,20	0,00	16,13	15,99	-0,91
-0,25	0,00	16,13	15,97	-1,00
-0,30	0,00	16,13	15,90	-1,47
0,00	0,00	16,42	16,42	0,00
0,00	0,05	16,42	16,39	-0,19
0,00	0,10	16,42	16,37	-0,31
0,00	0,15	16,42	16,33	-0,56
0,00	0,20	16,42	16,27	-0,94
0,00	0,25	16,42	16,25	-1,06
0,00	0,30	16,42	16,22	-1,25
0,00	0,00	16,43	16,43	0,00
0,00	-0,05	16,43	16,47	0,22
0,00	-0,10	16,43	16,50	0,41
0,00	-0,15	16,43	16,50	0,44
0,00	-0,20	16,43	16,52	0,56
0,00	-0,25	16,43	16,51	0,47
0,00	-0,30	16,43	16,52	0,53
0,00	0,00	16,43	16,44	0,06

**6b.21 [6.21 Konverterwirkungsgrad für AMS zur Messung von NO<sub>x</sub>]**

*Hersteller, die die Zertifizierung einer NO<sub>x</sub>-Messeinrichtung anstreben, müssen angeben, ob die Zertifizierung für die Messung von Stickstoffmonoxid (NO) und/oder Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) gelten soll.*

Dieser Prüfpunkt wird für Staubmessgeräte nicht angewendet.

**6b.22 [6.22 Responsefaktoren]**

*Automatische Messeinrichtungen zur Messung von Gesamt-Kohlenstoff (TOC) müssen die folgenden Mindestanforderungen einhalten.  
Der O<sub>2</sub>-Einfluss darf 2,0 % vom Zertifizierungsbereichsendwert nicht überschreiten.*

Dieser Prüfpunkt wird für Staubmessgeräte nicht angewendet.

## 6c Feldprüfungen

### 6c.1 [7.1 Kalibrierfunktion]

*Die Kalibrierfunktion ist durch Vergleichsmessungen mit einem Standardreferenzmessverfahren zu ermitteln.*

*Der Korrelationskoeffizient  $R^2$  der Kalibrierfunktion muss mindestens 0,90 betragen. Die nach DIN EN 14181 ermittelte und zur Kalibrierfunktion gehörende Variabilität muss die in den entsprechenden rechtlichen Regelungen festgelegte maximal zulässige Messunsicherheit einhalten.*

*Die Kalibrierfunktion muss nach DIN EN 14181 auf der Basis von mindestens 15 Messungen ermittelt werden. Die Kalibrierfunktion ist zweimal zu ermitteln, einmal zu Beginn und einmal am Ende des Feldtests.*

#### Gerätetechnische Ausstattung

Standardreferenzmessverfahren für Staub siehe Punkt 5.

#### Durchführung der Prüfung

Die Kalibrierfunktion wurde einmal zu Beginn und einmal am Ende des Feldversuches bestimmt. Für die Berechnung der Kalibrierfunktion wurden für die AMS und das Standardreferenzmessverfahren die gleichen Abgasrandparameter verwendet. Wie in DIN EN 14181 beschrieben wurden jeweils 15 Messungen über drei Tage verteilt durchgeführt.

Die Messpunkte wurden nach DIN EN 15259 ausgewählt.

#### Auswertung

Die Kalibrierfunktionen wurden nach DIN EN 14181 anhand von jeweils 15 Messungen ermittelt. Bei den einzelnen Kalibrierungen haben sich folgende Korrelationskoeffizienten  $R^2$  ergeben:

<b>1. Kalibrierung</b>	<b>Korrelationskoeffizient <math>R^2</math></b>
Gerät 1	0,44
Gerät 2	0,41
<b>2. Kalibrierung</b>	
Gerät 1	0,56
Gerät 2	0,62

Die Korrelationskoeffizienten waren bei den einzelnen Kalibrierungen recht niedrig. Grund für diesen Sachverhalt war die recht stabile Arbeitsweise der Anlage. Während der einzelnen Kalibrierungen lag die gemessene Staubkonzentration bei einem stabilen Niveau und wies über die Messtage eine geringe Konzentrationsstreuung auf. Im Vergleich der ersten mit der zweiten Kalibrierung zeigt sich, dass das Konzentrationsniveau bei der zweiten Kalibrierung höher war als bei der ersten Kalibrierung.



Um eine Ermittlung des Korrelationskoeffizienten bei einer breiteren Streubreite der Staubgehalte zu erhalten, wurden die Messergebnisse beider Kalibrierung als eine gemeinsame Kalibrierung mit insgesamt 30 Messungen ausgewertet. Die Ergebnisse sind in **Tabelle 36** und **Tabelle 37** dargestellt. Wie in **Abbildung 33** und **Abbildung 34** ersichtlich ist, weist diese Kalibrierkurve eine höhere Streuung im vorgefundenen Staubniveau vor. Die ermittelten Korrelationskoeffizienten  $R^2$  lauten für die gemeinsame Kalibrierkurve wie folgt:

	Korrelationskoeffizient $R^2$
Gerät 1	0,93
Gerät 2	0,94

Die Ergebnisse der gemeinsamen Betrachtungsweise zeigen, dass die vorgefundenen Korrelationskoeffizienten größer sind als das in der Mindestanforderung geforderte  $R^2$  von 0,9.

### Bewertung

Die Korrelationskoeffizienten  $R^2$  der Kalibrierfunktion liegen bei separater Betrachtungsweise zwischen 0,41 und 0,62. Die Geräte haben die Variabilitätsprüfung bestanden. Bei einer gemeinsamen Auswertung beider Kalibrierungen in einer Kalibrierkurve werden Korrelationskoeffizienten von 0,92 für Gerät 1 und 0,94 für Gerät 2 ermittelt. Ein statistischer Zusammenhang zwischen AMS und SRM konnte nachgewiesen werden.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Die Ergebnisse sind in den folgenden Abbildungen und Tabellen dargestellt. Eine gemeinsame Auswertung der 1. und 2. Kalibrierung ist in **Tabelle 36** und **Tabelle 37** sowie in **Abbildung 33** und **Abbildung 34** demonstriert.

### Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Einzeldaten der Kalibrierungen sind im Anhang in **Tabelle 56** und **Tabelle 57** dargestellt.

**Tabelle 30:** Variabilitätsprüfung der 1. Kalibrierung, Gerät 01, Normalbedingungen Zertifizierungsbereich 0-15 mg/m<sup>3</sup>  $\hat{=}$  4-20 mA

**4500 MKIII im Feldtest: Parameter Gerät 1, 1. Kalibrierung**

Komponente	Staub
Gaszustand Messgerät	tpf
Messbereich	0 - 11 mg/m <sup>3</sup>
Zertifizierungsbereich	0 - 15 mg/m <sup>3</sup>
Rechenmethode *)	Gerade durch alle Punkte
Steigung b	0,688 mg/m <sup>3</sup> / mA
Achsenabschnitt a	-2,782 mg/m <sup>3</sup>
Standardabweichung s <sub>D</sub>	0,73 mg/m <sup>3</sup>
Korrelationskoeffizient R <sup>2</sup>	0,4359
Emissionsgrenzwert (E)	10 mg/m <sup>3</sup>
Konfidenzintervall	30 % des Grenzwertes
Konfidenzintervall	3 mg/m <sup>3</sup>
15 % des Grenzwertes	1,5 mg/m <sup>3</sup>
Differenz y <sub>smax</sub> - y <sub>smin</sub>	3,7 mg/m <sup>3</sup>

 \*) Differenz y<sub>smax</sub> - y<sub>smin</sub> ist größer oder gleich 15 % des Grenzwertes

**Variabilitätsprüfung Gerät 1**

Nr	Vergleichs- Verfahren mg/m <sup>3</sup> (ntr)	Messwerte AMS mg/m <sup>3</sup> (ntr)	Differenz D <sub>i</sub> mg/m <sup>3</sup>	Differenz D <sub>i</sub> - D <sub>Mittel</sub> mg/m <sup>3</sup>	Differenz (D <sub>i</sub> - D <sub>Mittel</sub> ) <sup>2</sup> mg/m <sup>3</sup>
1	5,10	4,73	0,37	0,38	0,14
2	3,47	4,13	-0,66	-0,65	0,42
3	4,24	5,25	-1,01	-1,00	1,00
4	5,25	4,66	0,59	0,60	0,36
5	4,07	3,54	0,53	0,54	0,29
6	4,76	4,40	0,36	0,37	0,14
7	5,09	4,30	0,79	0,80	0,64
8	4,07	3,56	0,51	0,52	0,27
9	4,12	4,12	0,00	0,01	0,00
10	4,03	4,20	-0,17	-0,16	0,03
11	4,59	5,45	-0,86	-0,85	0,72
12	4,89	5,33	-0,44	-0,43	0,19
13	6,53	5,13	1,40	1,41	1,99
14	2,79	3,62	-0,83	-0,82	0,67
15	2,94	3,66	-0,72	-0,71	0,51
Mittelwert			-0,01		
Summe					7,36
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung	s <sub>D</sub> =	0,73 mg/m <sup>3</sup>
geforderte Messunsicherheit σ <sub>0</sub>	= 30% x E / 1,96 =	1,5 mg/m <sup>3</sup>
k <sub>V</sub>		0,9761
Prüfung	s <sub>D</sub> ≤ σ <sub>0</sub> x k <sub>V</sub>	s <sub>D</sub> ≤ 1,5
<b>Gerät 1 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.</b>		

**Tabelle 31:** Variabilitätsprüfung der 1. Kalibrierung, Gerät 02, Normalbedingungen Zertifizierungsbereich 0-15 mg/m<sup>3</sup>  $\hat{=}$  4-20 mA

**4500 MKIII im Feldtest: Parameter Gerät 2, 1. Kalibrierung**

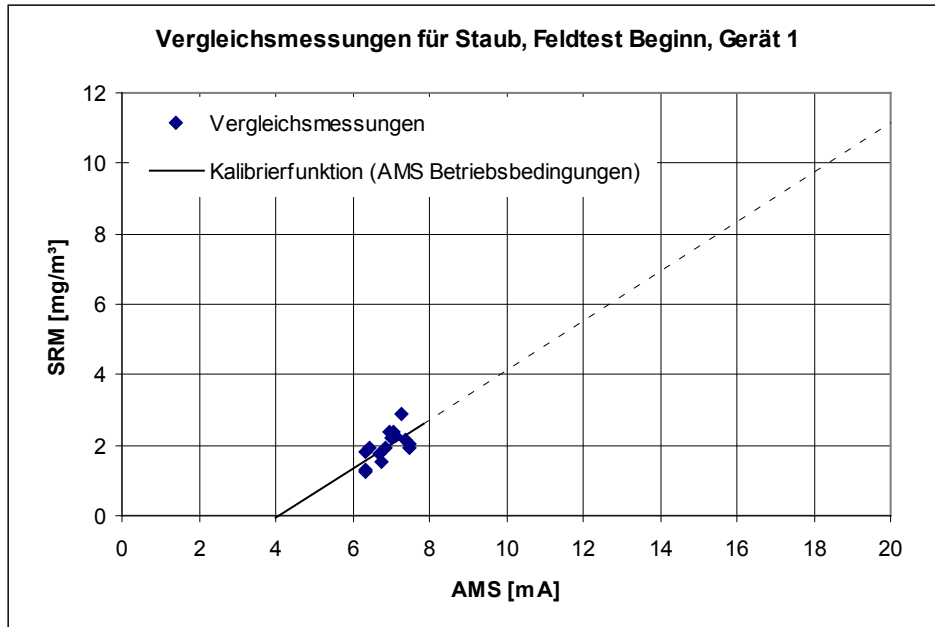
Komponente	Staub
Gaszustand Messgerät	tpf
Messbereich	0 - 10,6 mg/m <sup>3</sup>
Zertifizierungsbereich	0 - 15 mg/m <sup>3</sup>
Rechenmethode *)	Gerade durch alle Punkte
Steigung b	0,657 mg/m <sup>3</sup> / mA
Achsenabschnitt a	-2,532 mg/m <sup>3</sup>
Standardabweichung s <sub>D</sub>	0,74 mg/m <sup>3</sup>
<b>Korrelationskoeffizient R<sup>2</sup></b>	<b>0,4117</b>
Emissionsgrenzwert (E)	10 mg/m <sup>3</sup>
Konfidenzintervall	30 % des Grenzwertes
Konfidenzintervall	3 mg/m <sup>3</sup>
15 % des Grenzwertes	1,5 mg/m <sup>3</sup>
Differenz y <sub>smax</sub> - y <sub>smin</sub>	3,7 mg/m <sup>3</sup>

\*) Differenz y<sub>smax</sub> - y<sub>smin</sub> ist größer oder gleich 15 % des Grenzwertes

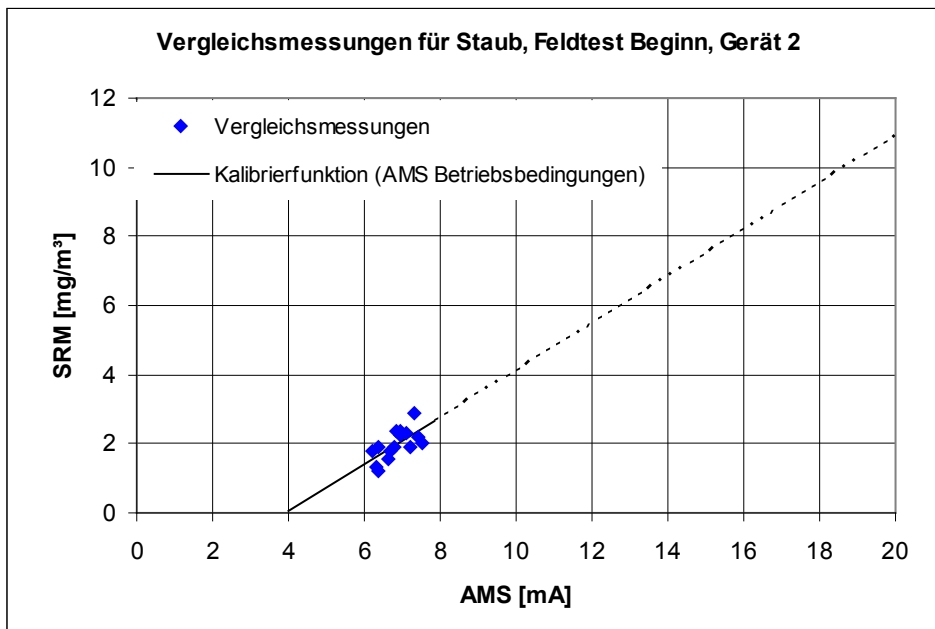
**Variabilitätsprüfung Gerät 2**

Nr	Vergleichs- Verfahren mg/m <sup>3</sup> (ntr)	Messwerte AMS mg/m <sup>3</sup> (ntr)	Differenz D <sub>i</sub> mg/m <sup>3</sup>	Differenz D <sub>i</sub> - D <sub>Mittel</sub> mg/m <sup>3</sup>	Differenz (D <sub>i</sub> - D <sub>Mittel</sub> ) <sup>2</sup> mg/m <sup>3</sup>
1	5,10	4,73	0,37	0,38	0,15
2	3,47	4,11	-0,64	-0,63	0,40
3	4,24	4,92	-0,68	-0,67	0,45
4	5,25	4,55	0,70	0,71	0,51
5	4,07	3,48	0,59	0,60	0,36
6	4,76	4,32	0,44	0,45	0,20
7	5,09	4,24	0,85	0,86	0,74
8	4,07	3,51	0,56	0,57	0,33
9	4,12	4,13	-0,01	0,00	0,00
10	4,03	4,30	-0,27	-0,26	0,07
11	4,59	5,56	-0,97	-0,96	0,92
12	4,89	5,44	-0,55	-0,54	0,29
13	6,53	5,26	1,27	1,28	1,64
14	2,79	3,82	-1,03	-1,02	1,04
15	2,94	3,74	-0,80	-0,79	0,62
Mittelwert			-0,01		
Summe					7,70
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung	s <sub>D</sub> =	0,74 mg/m <sup>3</sup>
geforderte Messunsicherheit σ <sub>0</sub>	= 30% x E / 1,96 =	1,5 mg/m <sup>3</sup>
k <sub>V</sub>		0,9761
Prüfung	s <sub>D</sub> ≤ σ <sub>0</sub> x k <sub>V</sub>	s <sub>D</sub> ≤ 1,5
<b>Gerät 2 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.</b>		



**Abbildung 27:** Darstellung der Ergebnisse der 1. Vergleichsmessung, Gerät 01, Kalibrierkurve nach DIN EN 14181, Zertifizierungsbereich 0 -15 mg/m<sup>3</sup>  $\hat{=}$  4-20 mA



**Abbildung 28:** Darstellung der Ergebnisse der 1. Vergleichsmessung, Gerät 02, Kalibrierkurve nach DIN EN 14181, Zertifizierungsbereich 0 -15 mg/m<sup>3</sup>  $\hat{=}$  4-20 mA

**Tabelle 32:** Variabilitätsprüfung der 2. Kalibrierung, Gerät 01, Normalbedingungen Zertifizierungsbereich 0-15 mg/m<sup>3</sup>  $\hat{=}$  4-20 mA

**4500 MKIII im Feldtest: Parameter Gerät 1, 2. Kalibrierung**

Komponente	Staub
Gaszustand Messgerät	tpf
Messbereich	0 - 9,5 mg/m <sup>3</sup>
Zertifizierungsbereich	0 - 15 mg/m <sup>3</sup>
Rechenmethode *)	Gerade durch alle Punkte
Steigung b	0,553 mg/m <sup>3</sup> / mA
Achsenabschnitt a	-1,528 mg/m <sup>3</sup>
Standardabweichung s <sub>D</sub>	1,36 mg/m <sup>3</sup>
<b>Korrelationskoeffizient R<sup>2</sup></b>	<b>0,5613</b>
Emissionsgrenzwert (E)	10 mg/m <sup>3</sup>
Konfidenzintervall	30 % des Grenzwertes
Konfidenzintervall	3 mg/m <sup>3</sup>
15 % des Grenzwertes	1,5 mg/m <sup>3</sup>
Differenz y <sub>smax</sub> - y <sub>smin</sub>	7,1 mg/m <sup>3</sup>

\*) Differenz y<sub>smax</sub> - y<sub>smin</sub> ist größer oder gleich 15 % des Grenzwertes

**Variabilitätsprüfung Gerät 1**

Nr	Vergleichs- Verfahren mg/m <sup>3</sup> (ntr)	Messwerte AMS mg/m <sup>3</sup> (ntr)	Differenz D <sub>i</sub> mg/m <sup>3</sup>	Differenz D <sub>i</sub> - D <sub>Mittel</sub> mg/m <sup>3</sup>	Differenz (D <sub>i</sub> - D <sub>Mittel</sub> ) <sup>2</sup> mg/m <sup>3</sup>
1	13,17	10,97	2,20	2,19	4,805
2	15,66	12,23	3,43	3,42	11,710
3	12,95	13,45	-0,50	-0,51	0,258
4	12,24	12,55	-0,31	-0,32	0,101
5	16,77	15,74	1,03	1,02	1,044
6	13,65	12,56	1,09	1,08	1,171
7	9,69	10,96	-1,27	-1,28	1,633
8	11,72	12,68	-0,96	-0,97	0,937
9	12,46	13,27	-0,81	-0,82	0,669
10	14,01	14,26	-0,25	-0,26	0,067
11	11,88	12,87	-0,99	-1,00	0,996
12	11,30	11,42	-0,12	-0,13	0,016
13	9,64	10,18	-0,54	-0,55	0,300
14	11,02	12,46	-1,44	-1,45	2,097
15	9,71	10,15	-0,44	-0,45	0,201
Mittelwert			0,01		
Summe					26,005
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung	s <sub>D</sub> =	1,36 mg/m <sup>3</sup>
geforderte Messunsicherheit σ <sub>0</sub>	= 30% x E / 1,96 =	1,5 mg/m <sup>3</sup>
k <sub>v</sub>		0,9761
Prüfung	s <sub>D</sub> ≤ σ <sub>0</sub> x k <sub>v</sub>	s <sub>D</sub> ≤ 1,5
<b>Gerät 1 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.</b>		

**Tabelle 33:** Variabilitätsprüfung der 2. Kalibrierung, Gerät 02, Normalbedingungen Zertifizierungsbereich 0-15 mg/m<sup>3</sup>  $\hat{=}$  4-20 mA

**4500 MKIII im Feldtest: Parameter Gerät 2, 2. Kalibrierung**

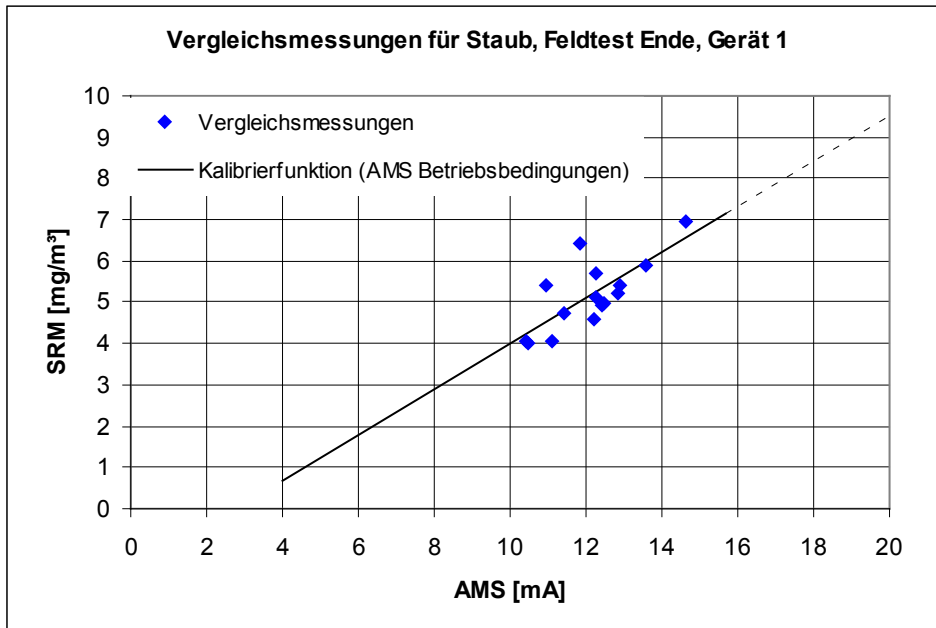
Komponente	Staub
Gaszustand Messgerät	tpf
Messbereich	0 - 9,9 mg/m <sup>3</sup>
Zertifizierungsbereich	0 - 15 mg/m <sup>3</sup>
Rechenmethode *)	Gerade durch alle Punkte
Steigung b	0,590 mg/m <sup>3</sup> / mA
Achsenabschnitt a	-1,907 mg/m <sup>3</sup>
Standardabweichung s <sub>D</sub>	1,26 mg/m <sup>3</sup>
Korrelationskoeffizient R <sup>2</sup>	0,6241
Emissionsgrenzwert (E)	10 mg/m <sup>3</sup>
Konfidenzintervall	30% des Grenzwertes
Konfidenzintervall	3 mg/m <sup>3</sup>
15 % des Grenzwertes	1,5 mg/m <sup>3</sup>
Differenz y <sub>smax</sub> - y <sub>smin</sub>	7,1 mg/m <sup>3</sup>

 \*) Differenz y<sub>smax</sub> - y<sub>smin</sub> ist größer oder gleich 15 % des Grenzwertes

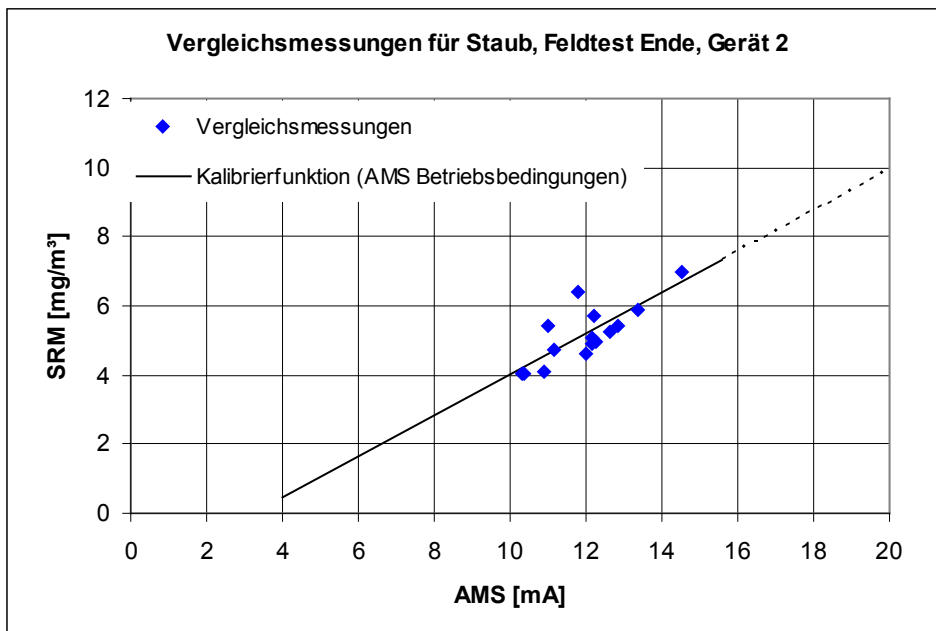
**Variabilitätsprüfung Gerät 2**

Nr	Vergleichs- Verfahren mg/m <sup>3</sup> (ntr)	Messwerte AMS mg/m <sup>3</sup> (ntr)	Differenz D <sub>i</sub> mg/m <sup>3</sup>	Differenz D <sub>i</sub> - D <sub>Mittel</sub> mg/m <sup>3</sup>	Differenz (D <sub>i</sub> - D <sub>Mittel</sub> ) <sup>2</sup> mg/m <sup>3</sup>
1	13,17	11,16	2,01	2,00	4,005
2	15,66	12,37	3,29	3,28	10,767
3	12,95	13,58	-0,63	-0,64	0,408
4	12,24	12,66	-0,42	-0,43	0,184
5	16,77	16,04	0,73	0,72	0,520
6	13,65	12,71	0,94	0,93	0,867
7	9,69	10,74	-1,05	-1,06	1,121
8	11,72	12,57	-0,85	-0,86	0,737
9	12,46	13,22	-0,76	-0,77	0,591
10	14,01	14,22	-0,21	-0,22	0,048
11	11,88	12,80	-0,92	-0,93	0,862
12	11,30	11,20	0,10	0,09	0,008
13	9,64	10,05	-0,41	-0,42	0,175
14	11,02	12,38	-1,36	-1,37	1,873
15	9,71	10,04	-0,33	-0,34	0,115
Mittelwert			0,01		
Summe					22,283
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung	s <sub>D</sub> =	1,26 mg/m <sup>3</sup>
geforderte Messunsicherheit σ <sub>0</sub>	= 30% x E / 1,96 =	1,5 mg/m <sup>3</sup>
k <sub>V</sub>		0,9761
Prüfung	s <sub>D</sub> ≤ σ <sub>0</sub> x k <sub>V</sub>	s <sub>D</sub> ≤ 1,5
<b>Gerät 2 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.</b>		



**Abbildung 29:** Darstellung der Ergebnisse der 2. Vergleichsmessung, Gerät 01, Kalibrierkurve nach DIN EN 14181, Zertifizierungsbereich 0 -15 mg/m³  $\hat{=}$  4-20 mA



**Abbildung 30:** Darstellung der Ergebnisse der 2. Vergleichsmessung, Gerät 02, Kalibrierkurve nach DIN EN 14181, Zertifizierungsbereich 0 -15 mg/m³  $\hat{=}$  4-20 mA

**Tabelle 34:** Variabilitätstest der 2. Kalibrierung, Gerät 01,  
Staub unter Normalbedingungen, Zertifizierungsbereich 0 – 15 mg/m<sup>3</sup>  $\hat{=}$  4-20 mA,  
Vergleich der 1. und 2. Kalibrierung nach DIN EN 14181, Bewertung der Va-  
lidität der Kalibrierkurve

**Variabilitätsprüfung Gerät 1 für Staub:  
2. Kalibrierung als Funktionsprüfung**

Nr	Vergleichs- Verfahren mg/m <sup>3</sup> (ntr)	Gerät 1 mg/m <sup>3</sup> (ntr)	Differenz D <sub>i</sub> mg/m <sup>3</sup> (ntr)	Differenz D <sub>i</sub> - D <sub>Mittel</sub> mg/m <sup>3</sup> (ntr)	Differenz (D <sub>i</sub> - D <sub>Mittel</sub> ) <sup>2</sup> mg/m <sup>3</sup> (ntr)
1	13,17	11,52	1,65	2,56	6,560
2	15,66	13,07	2,59	3,50	12,259
3	12,95	14,63	-1,68	-0,77	0,591
4	12,24	13,51	-1,27	-0,36	0,129
5	16,77	17,47	-0,70	0,21	0,045
6	13,65	13,53	0,12	1,03	1,064
7	9,69	11,55	-1,86	-0,95	0,900
8	11,72	13,68	-1,96	-1,05	1,100
9	12,46	14,42	-1,96	-1,05	1,100
10	14,01	15,65	-1,64	-0,73	0,531
11	11,88	13,91	-2,03	-1,12	1,251
12	11,30	12,11	-0,81	0,10	0,010
13	9,64	10,56	-0,92	-0,01	0,000
14	11,02	13,41	-2,39	-1,48	2,186
15	9,71	10,52	-0,81	0,10	0,010
Mittelwert			-0,91		
Summe					27,736
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung	$s_D =$	1,4 mg/m <sup>3</sup>
geforderte Messunsicherheit $\sigma_0$	$= 30\% \times E / 1,96 =$	1,5 mg/m <sup>3</sup>
$k_V$		0,9761
Prüfung	$s_D \leq 1,5 \times \sigma_0 \times k_V$	$s_D \leq$ 2,2
<b>Gerät 1 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.</b>		
$t_{0,95 (N-1)}$		2,1448
Differenzenmittelwert	$ D  =$	0,9 mg/m <sup>3</sup>
Prüfung	$ D  \leq$	2,3
<b>Die Kalibrierfunktion ist gültig</b>		

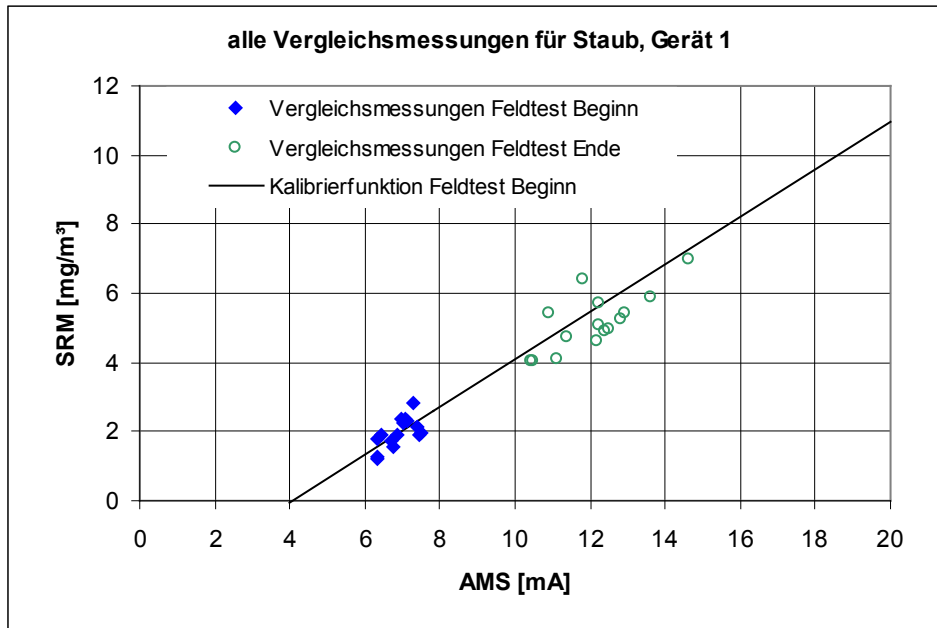


**Tabelle 35:** Variabilitätstest der 2. Kalibrierung, Gerät 02,  
Staub unter Normalbedingungen, Zertifizierungsbereich 0 – 15 mg/m<sup>3</sup>  $\hat{=}$  4-20 mA,  
Vergleich der 1. und 2. Kalibrierung nach DIN EN 14181, Bewertung der Va-  
lidity der Kalibrierkurve

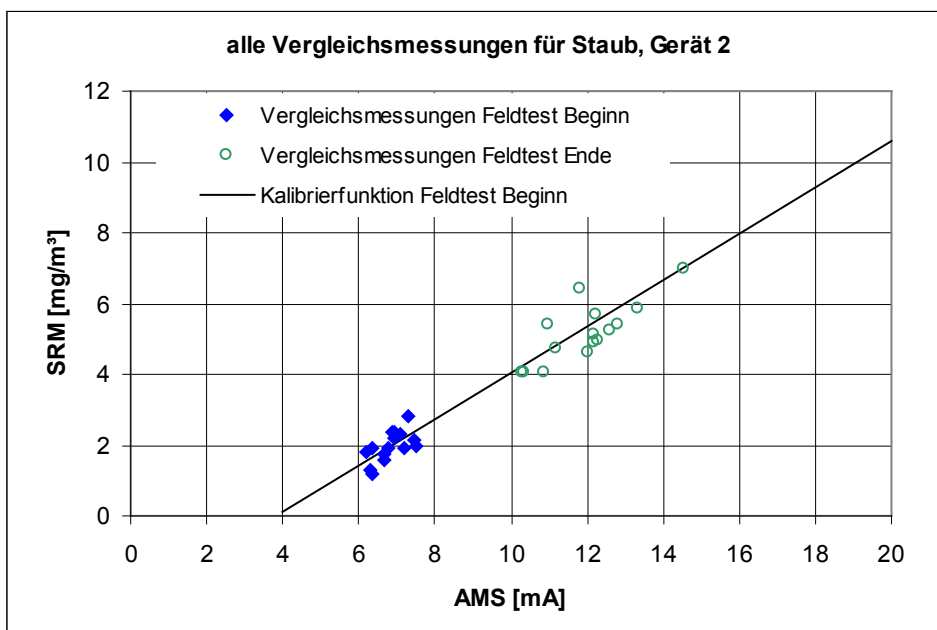
**Variabilitätsprüfung Gerät 2 für Staub:  
2. Kalibrierung als Funktionsprüfung**

Nr	Vergleichs- Verfahren mg/m <sup>3</sup> (ntr)	Gerät 2 mg/m <sup>3</sup> (ntr)	Differenz D <sub>i</sub> mg/m <sup>3</sup> (ntr)	Differenz D <sub>i</sub> - D <sub>Mittel</sub> mg/m <sup>3</sup> (ntr)	Differenz (D <sub>i</sub> - D <sub>Mittel</sub> ) <sup>2</sup> mg/m <sup>3</sup> (ntr)
1	13,17	11,41	1,76	2,16	4,660
2	15,66	12,75	2,91	3,31	10,947
3	12,95	14,12	-1,17	-0,77	0,595
4	12,24	13,10	-0,86	-0,46	0,213
5	16,77	16,86	-0,09	0,31	0,095
6	13,65	13,16	0,49	0,89	0,790
7	9,69	10,97	-1,28	-0,88	0,777
8	11,72	13,00	-1,28	-0,88	0,777
9	12,46	13,72	-1,26	-0,86	0,742
10	14,01	14,84	-0,83	-0,43	0,186
11	11,88	13,26	-1,38	-0,98	0,963
12	11,30	11,48	-0,18	0,22	0,048
13	9,64	10,20	-0,56	-0,16	0,026
14	11,02	12,79	-1,77	-1,37	1,881
15	9,71	10,19	-0,48	-0,08	0,007
Mittelwert			-0,40		
Summe					22,705
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung	$s_D =$	1,3 mg/m <sup>3</sup>
geforderte Messunsicherheit $\sigma_0$	$= 30\% \times E / 1,96 =$	1,5 mg/m <sup>3</sup>
$k_V$		0,9761
Prüfung	$s_D \leq 1,5 \times \sigma_0 \times k_V$	$s_D \leq 2,2$
<b>Gerät 2 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.</b>		
$t_{0,95 (N-1)}$		2,1448
Differenzenmittelwert	$ D  =$	0,4 mg/m <sup>3</sup>
Prüfung	$ D  \leq$	2,3
<b>Die Kalibrierfunktion ist gültig</b>		



**Abbildung 31:** Darstellung der Ergebnisse beider Vergleichsmessungen, Gerät 01, Zertifizierungsbereich 0-15 mg/m³  $\hat{=}$  4-20 mA



**Abbildung 32:** Darstellung der Ergebnisse beider Vergleichsmessungen, Gerät 02, Zertifizierungsbereich 0-15 mg/m³  $\hat{=}$  4-20 mA

**Tabelle 36:** Variabilitätsprüfung der gemeinsame Auswertung der 1. und 2. Kalibrierung  
in einer Kalibrierkurve Zertifizierungsbereich 0-15 mg/m<sup>3</sup>  $\hat{=}$  4-20 mA, Gerät 1

**4500 MKIII im Feldtest: Parameter Gerät 1, 1. + 2. Kalibrierung gemeinsam**

Komponente	Staub
Gaszustand Messgerät	tpf
Messbereich	0 - 10 mg/m <sup>3</sup>
Zertifizierungsbereich	0 - 15 mg/m <sup>3</sup>
Rechenmethode *)	Gerade durch alle Punkte
Steigung b	0,610 mg/m <sup>3</sup> / mA
Achsenabschnitt a	-2,233 mg/m <sup>3</sup>
Standardabweichung s <sub>D</sub>	1,08 mg/m <sup>3</sup>
Korrelationskoeffizient R <sup>2</sup>	0,9334
Emissionsgrenzwert (E)	10 mg/m <sup>3</sup>
Konfidenzintervall	30% des Grenzwertes
Konfidenzintervall	3 mg/m <sup>3</sup>
15 % des Grenzwertes	1,5 mg/m <sup>3</sup>
Differenz y <sub>smax</sub> - y <sub>smin</sub>	14,0 mg/m <sup>3</sup>

\*) Differenz y<sub>smax</sub> - y<sub>smin</sub> ist größer oder gleich 15 % des Grenzwertes

**Variabilitätsprüfung Gerät 1**

Nr	Vergleichs- Verfahren mg/m <sup>3</sup> (ntr)	Messwerte AMS mg/m <sup>3</sup> (ntr)	Differenz D <sub>i</sub> mg/m <sup>3</sup>	Differenz D <sub>i</sub> - D <sub>Mittel</sub> mg/m <sup>3</sup>	Differenz (D <sub>i</sub> - D <sub>Mittel</sub> ) <sup>2</sup> mg/m <sup>3</sup>
1	5,10	4,72	0,38	0,38	0,14
2	3,47	4,19	-0,72	-0,72	0,52
3	4,24	5,18	-0,94	-0,94	0,88
4	5,25	4,65	0,60	0,60	0,36
5	4,07	3,66	0,41	0,41	0,17
6	4,76	4,40	0,36	0,36	0,13
7	5,09	4,31	0,78	0,78	0,61
8	4,07	3,66	0,41	0,41	0,17
9	4,12	4,16	-0,04	-0,04	0,00
10	4,03	4,27	-0,24	-0,24	0,06
11	4,59	5,37	-0,78	-0,78	0,61
12	4,89	5,27	-0,38	-0,38	0,14
13	6,53	5,09	1,44	1,44	2,07
14	2,79	3,75	-0,96	-0,96	0,92
15	2,94	3,79	-0,85	-0,85	0,72
16	13,17	10,78	2,39	2,39	5,71
17	15,66	12,16	3,50	3,50	12,25
18	12,95	13,53	-0,58	-0,58	0,34
19	12,24	12,54	-0,30	-0,30	0,09
20	16,77	16,05	0,72	0,72	0,52
21	13,65	12,55	1,10	1,10	1,21
22	9,69	10,79	-1,10	-1,10	1,21
23	11,72	12,69	-0,97	-0,97	0,94
24	12,46	13,34	-0,88	-0,88	0,78
25	14,01	14,43	-0,42	-0,42	0,18
26	11,88	12,90	-1,02	-1,02	1,04
27	11,30	11,29	0,01	0,01	0,00
28	9,64	9,93	-0,29	-0,29	0,08
29	11,02	12,45	-1,43	-1,43	2,05
30	9,71	9,89	-0,18	-0,18	0,03
Mittelwert			0,00		
Summe					33,93
Anzahl Messungen					30

Standardabweichung	s <sub>D</sub> =	1,08 mg/m <sup>3</sup>
geforderte Messunsicherheit σ <sub>0</sub>	= 30% x E / 1,96 =	1,5 mg/m <sup>3</sup>
k <sub>V</sub>		0,9885
Prüfung	s <sub>D</sub> ≤ σ <sub>0</sub> x k <sub>V</sub>	s <sub>D</sub> ≤ 1,5
<b>Gerät 1 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.</b>		

**Tabelle 37:** Variabilitätsprüfung der gemeinsame Auswertung der 1. und 2. Kalibrierung  
 in einer Kalibrierkurve Zertifizierungsbereich 0-15 mg/m<sup>3</sup>  $\hat{=}$  4-20 mA, Gerät 2

**4500 MKIII im Feldtest: Parameter Gerät 2, 1. Kalibrierung**

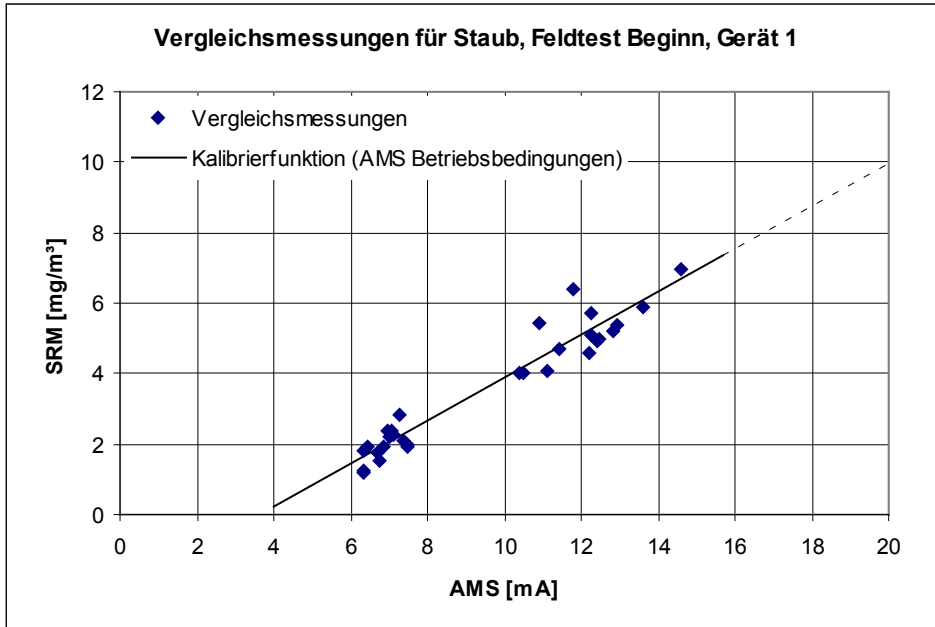
Komponente	Staub
Gaszustand Messgerät	tpf
Messbereich	0 - 10,1 mg/m <sup>3</sup>
Zertifizierungsbereich	0 - 15 mg/m <sup>3</sup>
Rechenmethode *)	Gerade durch alle Punkte
Steigung b	0,621 mg/m <sup>3</sup> / mA
Achsenabschnitt a	-2,282 mg/m <sup>3</sup>
Standardabweichung s <sub>D</sub>	1,02 mg/m <sup>3</sup>
Korrelationskoeffizient R <sup>2</sup>	0,9405
Emissionsgrenzwert (E)	10 mg/m <sup>3</sup>
Konfidenzintervall	30 % des Grenzwertes
Konfidenzintervall	3 mg/m <sup>3</sup>
15 % des Grenzwertes	1,5 mg/m <sup>3</sup>
Differenz y <sub>smax</sub> - y <sub>smin</sub>	14,0 mg/m <sup>3</sup>

 \*) Differenz y<sub>smax</sub> - y<sub>smin</sub> ist größer oder gleich 15 % des Grenzwertes

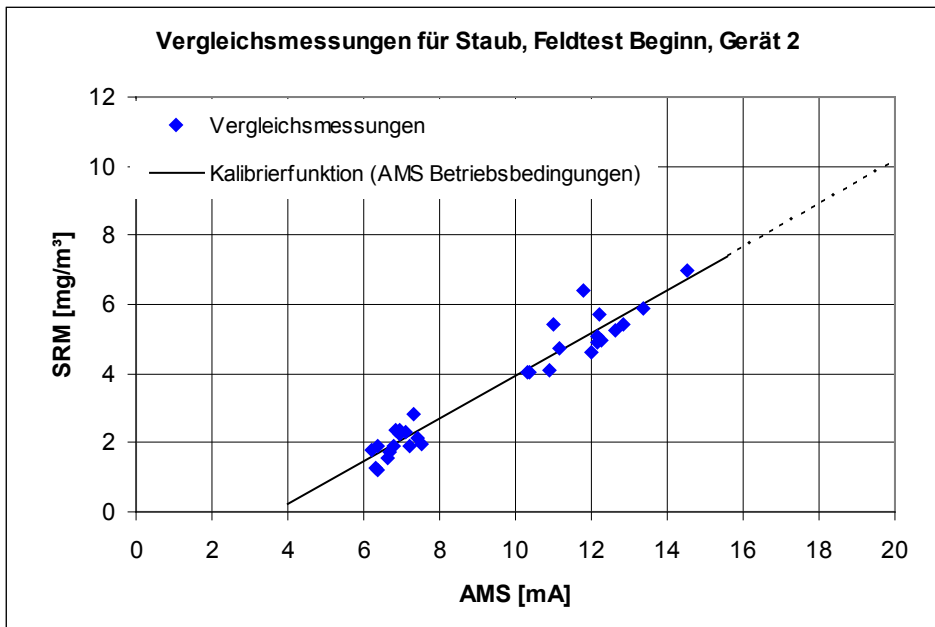
**Variabilitätsprüfung Gerät 2**

Nr	Vergleichs- Verfahren mg/m <sup>3</sup> (ntr)	Messwerte AMS mg/m <sup>3</sup> (ntr)	Differenz D <sub>i</sub> mg/m <sup>3</sup>	Differenz D <sub>i</sub> - D <sub>Mittel</sub> mg/m <sup>3</sup>	Differenz (D <sub>i</sub> - D <sub>Mittel</sub> ) <sup>2</sup> mg/m <sup>3</sup>
1	5,10	4,72	0,38	0,38	0,15
2	3,47	4,14	-0,67	-0,67	0,45
3	4,24	4,91	-0,67	-0,67	0,45
4	5,25	4,56	0,69	0,69	0,48
5	4,07	3,55	0,52	0,52	0,27
6	4,76	4,33	0,43	0,43	0,19
7	5,09	4,25	0,84	0,84	0,71
8	4,07	3,56	0,51	0,51	0,26
9	4,12	4,15	-0,03	-0,03	0,00
10	4,03	4,33	-0,30	-0,30	0,09
11	4,59	5,52	-0,93	-0,93	0,86
12	4,89	5,40	-0,51	-0,51	0,26
13	6,53	5,24	1,29	1,29	1,67
14	2,79	3,87	-1,08	-1,08	1,16
15	2,94	3,79	-0,85	-0,85	0,72
16	13,17	11,07	2,10	2,10	4,42
17	15,66	12,34	3,32	3,32	11,03
18	12,95	13,63	-0,68	-0,68	0,46
19	12,24	12,66	-0,42	-0,42	0,18
20	16,77	16,21	0,56	0,56	0,32
21	13,65	12,72	0,93	0,93	0,87
22	9,69	10,64	-0,95	-0,95	0,90
23	11,72	12,57	-0,85	-0,85	0,72
24	12,46	13,25	-0,79	-0,79	0,62
25	14,01	14,31	-0,30	-0,30	0,09
26	11,88	12,81	-0,93	-0,93	0,86
27	11,30	11,13	0,17	0,17	0,03
28	9,64	9,92	-0,28	-0,28	0,08
29	11,02	12,37	-1,35	-1,35	1,82
30	9,71	9,91	-0,20	-0,20	0,04
Mittelwert			0,00		
Summe					30,13
Anzahl Messungen					30

Standardabweichung	s <sub>D</sub> =	1,02 mg/m <sup>3</sup>
geforderte Messunsicherheit σ <sub>0</sub>	= 30% x E / 1,96 =	1,5 mg/m <sup>3</sup>
k <sub>v</sub>		0,9885
Prüfung	s <sub>D</sub> ≤ σ <sub>0</sub> x k <sub>v</sub>	s <sub>D</sub> ≤ 1,5
<b>Gerät 2 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.</b>		



**Abbildung 33:** Darstellung der Ergebnisse beider Vergleichsmessungen ausgewertet als eine Kalibrierung, Gerät 01, Zertifizierungsbereich 0-15 mg/m³  $\hat{=}$  4-20 mA



**Abbildung 34:** Darstellung der Ergebnisse beider Vergleichsmessungen ausgewertet als eine Kalibrierung, Gerät 02, Zertifizierungsbereich 0-15 mg/m³  $\hat{=}$  4-20 mA

## **6c.2 [7.2 Einstellzeit im Feldtest]**

*Die automatische Messeinrichtung muss die für den Labortest festgelegte Mindestanforderung an die Einstellzeit einhalten.*

*Die Prüfung ist mindestens einmal zu Beginn und einmal am Ende des Feldtests durchzuführen.*

### **Gerätetechnische Ausstattung**

Die Prüfung wird auf einer staubfreien Messstrecke durchgeführt. Zur Simulation von Messwerten werden Referenzfilter benutzt. Zur Aufnahme des Analogsignals der Messeinrichtung wurde ein Multimeter eingesetzt.

### **Durchführung der Prüfung**

Die Einstellzeit wird für den Anstieg auf 90 % und für den Abfall auf 10 % des Referenzpunktes ermittelt. Die Prüfung wird mit Referenzmaterialien durchgeführt.

Der Wechsel zwischen Nullpunkt und Referenzpunkt erfolgt mit Hilfe eines Referenzfilters, der in den Strahlengang eingebracht wird.

Die sprunghafte Änderung wird durch ein möglichst schnelles Einbringen des Referenzfilters realisiert. Dieser Vorgang wird zeitlich erfasst und bildet den Startzeitpunkt der Einstellzeit im Anstiegsmodus. Nach der Stabilisierung der Geräteanzeige wird wieder der Nullpunkt geprüft. Dieser Vorgang bildet den Startzeitpunkt für die Einstellzeit im Abfallmodus. Der Zyklus ist vollständig, wenn die Geräteanzeige einen stabilen Wert bei Null erreicht hat.

### **Auswertung**

Es wurde für jede Messkomponente die Zeitspanne zwischen der sprunghaften Änderung der Prüfgasaufgabe und Erreichen von 90 % des Referenzpunktes für den Anstiegs- und 10 % des Referenzpunktes für den Abfallmodus bestimmt.

Der Mittelwert der Einstellzeiten im Anstiegsmodus und der Mittelwert der Einstellzeiten im Abfallmodus werden berechnet. Der größere der beiden Mittelwerte der Einstellzeiten im Anstiegsmodus und im Abfallmodus wird als Einstellzeit der AMS verwendet.

Die Messeinrichtung arbeitet normalerweise direkt im Abgaskanal. Zur Prüfung wurde die Messeinrichtung auf eine staubfreie Messstrecke installiert und es wurden Grauglasfilter in die Sende- und Empfangseinheit eingesteckt. Die Dauer des Einbringens der Filter dauert bedingt durch das Öffnen und Schließen des Gehäuses länger als der eigentliche Anstieg des Messsignals. Es wurde die Zeitspanne zwischen der sprunghaften Änderung der Prüfwertvorgabe bis zum Erreichen von 90 % des Erwartungswertes der Geräteanzeige bestimmt bzw. abgeschätzt.

## Bewertung

Es ergibt sich im Feldtest eine Einstellzeit von max. 10 s.

Damit werden die Bedingungen der Mindestanforderung erfüllt.

## Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

**Tabelle 38:** Einstellzeiten am Beginn des Feldtests

**Messgerät:** 4500 MKIII zu Beginn des Feldtests  
**Komponente:** Staub (Zertifizierungsbereich = 0 - 0,2 Ext.)

Staub, trocken	Gerät 1	Gerät 2
$t_{90}$ für den Anstieg	$t_r = 10 \text{ sec}$	$t_r = 10 \text{ sec}$
$t_{90}$ für den Abfall	$t_f = 10 \text{ sec}$	$t_f = 10 \text{ sec}$
rel. Differenz der $t_{90}$	$t_d = 0,0 \%$	$t_d = 0,0 \%$
Einstellzeit	$t_{90} = 10 \text{ sec}$	$t_{90} = 10 \text{ sec}$

**Tabelle 39:** Einstellzeiten am Ende des Feldtests

**Messgerät:** 4500 MKIII am Ende des Feldtests  
**Komponente:** Staub (Zertifizierungsbereich = 0 - 0,2 Ext.)

Staub, trocken	Gerät 1	Gerät 2
$t_{90}$ für den Anstieg	$t_r = 10 \text{ sec}$	$t_r = 10 \text{ sec}$
$t_{90}$ für den Abfall	$t_f = 10 \text{ sec}$	$t_f = 10 \text{ sec}$
rel. Differenz der $t_{90}$	$t_d = 0,0 \%$	$t_d = 0,0 \%$
Einstellzeit	$t_{90} = 10 \text{ sec}$	$t_{90} = 10 \text{ sec}$

### **6c.3 [7.3 Lack-of-fit im Feldtest]**

*Die AMS muss die für den Labortest festgelegte Mindestanforderung an den Lack-of-fit einhalten.*

*Der Lack-of-fit ist mindestens zweimal während des Feldtests zu ermitteln.*

#### **Gerätetechnische Ausstattung**

Die Prüfung wird auf einer staubfreien Messstrecke durchgeführt. Zur Simulation von Messwerten werden Referenzfilter benutzt. Zur Aufnahme des Analogsignals der Messeinrichtung wurde eine Datenerfassung eingesetzt.

#### **Durchführung der Prüfung**

Die Linearität (Lack-of-fit) der Messeinrichtungen wurde mit verschiedenen vom Messgerätehersteller zur Verfügung gestellten Referenzfiltern geprüft.

Die Referenzfilter wurden in folgender Reihenfolge angewandt (ungefähre Konzentrationen der oberen Grenze des Zertifizierungsbereiches):

0 % → 18 % → 30 % → 55 % → 100 % → 0 %.

Da die Filter unabhängig voneinander eingeschwenkt werden und nach jedem Filter wieder eine Nullpunktsanzeige kommt, sind Hystereseeffekte nicht zu erwarten und die Reihenfolge der Prüffilter ist beliebig.

Nach jedem Wechsel der Konzentration wurden die Messsignale der AMS nach einer Wartezeit, entsprechend der vierfachen Einstellzeit, durch drei aufeinander folgende einzelne Ablesungen im Abstand von jeweils der einfachen Einstellzeit ermittelt. Die Werte wurden jeweils über eine Einstellzeit gemittelt.

#### **Auswertung**

Die Bestimmung des Zusammenhangs zwischen den Werten der AMS und den Werten der Referenzmaterialien wurde entsprechend Anhang C der DIN EN 15267-3 durchgeführt. Hierzu wurde mit den Werten der AMS (x-Werte) und den Werten des Referenzmaterials (c-Werte) eine Regressionsrechnung durchgeführt. Anschließend wurden die Mittelwerte der Geräteanzeigen der AMS für jede Konzentrationsstufe und der Abstand (Residuum) dieser Mittelwerte zur Regressionsgerade berechnet.

#### **Bewertung**

**Die relativen Residuen liegen bei maximal 1 % des Zertifizierungsbereiches.**

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

#### **Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse**

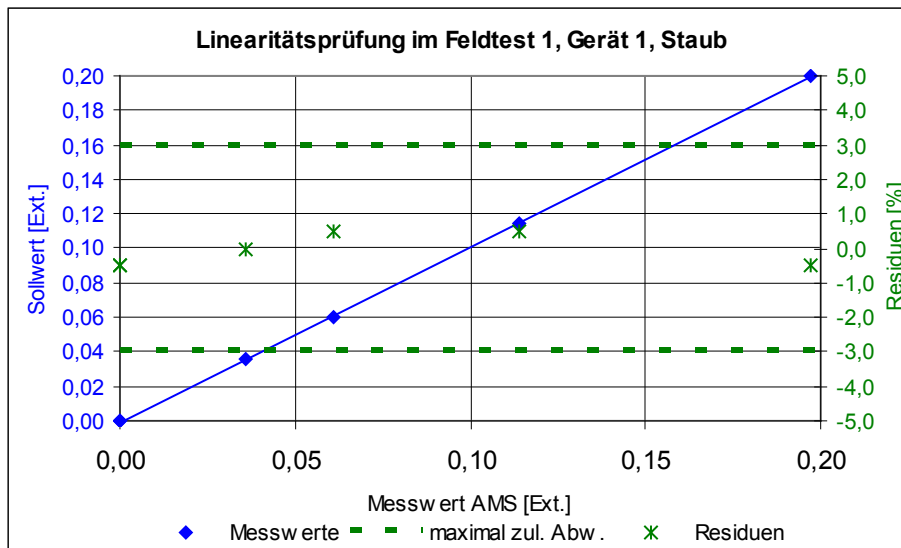
Die Ergebnisse zur Prüfung des Lack-of-fit sind in den folgenden Tabellen sowie im Anhang in **Tabelle 58** und **Tabelle 59** dargestellt.



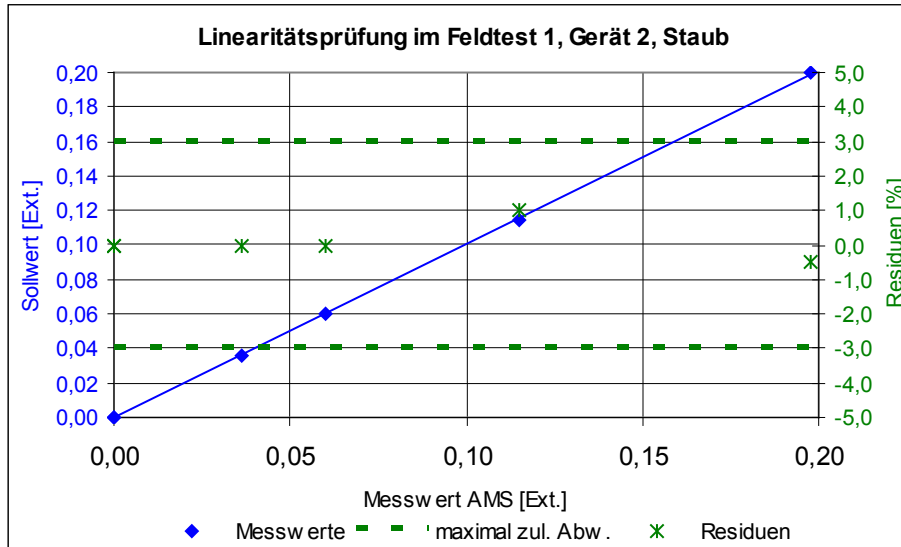
**Tabelle 40:** Ergebnisse der Linearitätsprüfung zu Beginn des Feldtests, Zertifizierungsbereich 0 – 0,2 Ext.

**Messgerät:** 4500 MKIII im Feldtest 1  
**Komponente:** Staub (Zertifizierungsbereich = 0 - 0,2 Ext.)

Gerät 1				Gerät 2			
Sollwert Ext.	Messwert Ext.	Regression Ext.	d <sub>c,rel</sub> %	Sollwert Ext.	Messwert Ext.	Regression Ext.	d <sub>c,rel</sub> %
0,000	0,000	0,001	-0,50	0,000	0,000	0,000	0,00
0,036	0,036	0,036	0,00	0,036	0,036	0,036	0,00
0,060	0,061	0,060	0,50	0,060	0,060	0,060	0,00
0,114	0,114	0,113	0,50	0,114	0,115	0,113	1,00
0,200	0,197	0,198	-0,50	0,200	0,198	0,199	-0,50
0,000	0,000	0,001	-0,50	0,000	0,000	0,000	0,00
<b>maximaler Wert</b>			<b>d<sub>c,rel</sub></b>				<b>1,00</b>



**Abbildung 35:** Graphische Darstellung der Linearität zu Beginn des Feldtests Gerät 1



**Abbildung 36:** Graphische Darstellung der Linearität zu Beginn des Feldtests Gerät 2

**Tabelle 41:** Ergebnisse der Linearitätsprüfung am Ende des Feldtests, Zertifizierungsbereich 0 – 0,2 Ext.

**Messgerät:** 4500 MKIII im Feldtest 2  
**Komponente:** Staub (Zertifizierungsbereich = 0 - 0,2 Ext.)

Gerät 1				Gerät 2			
Sollwert Ext.	Messwert Ext.	Regression Ext.	d <sub>c,rel</sub> %	Sollwert Ext.	Messwert Ext.	Regression Ext.	d <sub>c,rel</sub> %
0,000	0,000	0,000	0,00	0,000	0,001	0,001	0,00
0,036	0,036	0,036	0,00	0,036	0,037	0,036	0,50
0,060	0,059	0,059	0,00	0,060	0,059	0,060	-0,50
0,114	0,113	0,113	0,00	0,114	0,114	0,112	1,00
0,200	0,198	0,198	0,00	0,200	0,196	0,196	0,00
0,000	0,000	0,000	0,00	0,000	0,001	0,001	0,00
<b>maximaler Wert</b>			<b>d<sub>c,rel</sub></b>				<b>0,00</b>
							<b>1,00</b>

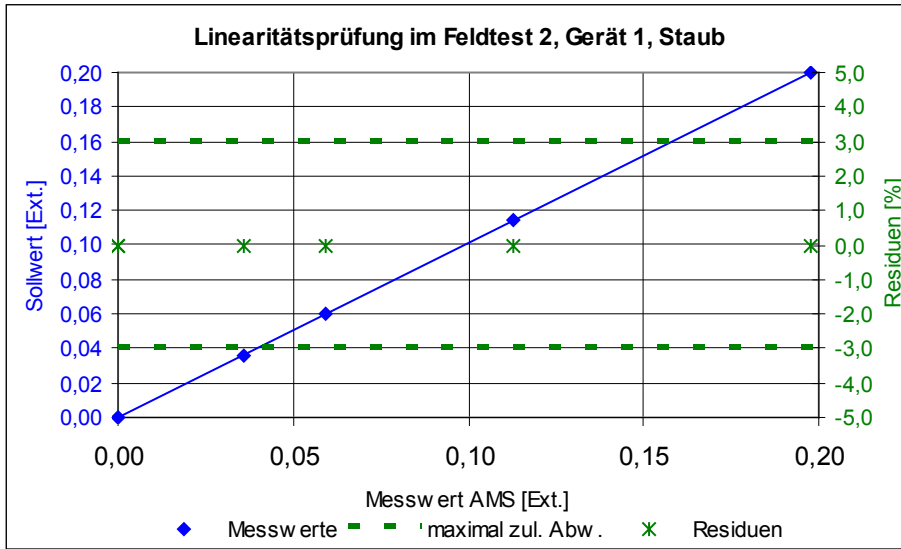


Abbildung 37: Graphische Darstellung der Linearität am Ende des Feldtests Gerät 1

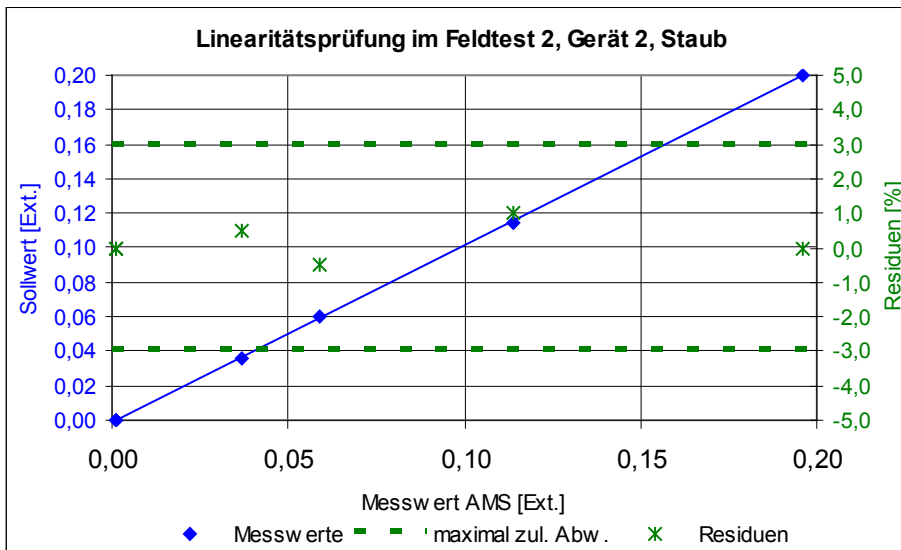


Abbildung 38: Graphische Darstellung der Linearität am Ende des Feldtests Gerät 2

#### **6c.4 [7.4 Wartungsintervall]**

*Das Prüflaboratorium muss feststellen, welche Wartungsarbeiten für die einwandfreie Funktion der Messeinrichtung erforderlich sind und in welchen Zeitabständen diese Arbeiten durchzuführen sind. Die Empfehlungen des Geräteherstellers sollten dabei berücksichtigt werden.*

*Das Wartungsintervall muss mindestens 8 Tage betragen.*

#### **Gerätetechnische Ausstattung**

Während des Feldtests wurden alle Messwerte der Messeinrichtung mit einem Datenerfassungssystem aufgezeichnet. Zusätzliche Geräte wurden hier nicht benötigt.

#### **Durchführung der Prüfung**

Das Wartungsintervall wurde anhand des Driftverhaltens bestimmt. Während des Feldtests wurden Null- und Referenzpunkt regelmäßig mit Referenzfiltern überprüft.

Bei der Bestimmung des Wartungsverhaltens wurden neben der Auswertung der regelmäßigen manuellen Null- und Prüfgasaufgaben auch das Betriebsverhalten der Messeinrichtung und die Wartungsvorschriften des Herstellers berücksichtigt. Der Feldtest der Eignungsprüfung einschließlich der Wartungsintervallverlängerung wurde durchgehend an einer kommunalen Müllverbrennungsanlage im Zeitraum vom 29.12.2010 bis zum 20.03.2012 durchgeführt.

#### **Auswertung**

Zur Bestimmung des Wartungsintervalls wurden die Daten der regelmäßigen Überprüfungen mit den Einstellungen zu Beginn des Feldtests verglichen und die Abweichungen bestimmt. Des Weiteren wurden das Betriebsverhalten der Messeinrichtung sowie die Wartungsvorschriften ausgewertet.

#### **Bewertung**

**Das Wartungsintervall beträgt sechs Monate.**

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Die im Folgenden beschriebenen Arbeiten müssen in den angegebenen Abständen durchgeführt werden.

Allgemeine Wartungsarbeiten:

- Sichtprüfung der Messeinrichtung,
- Kontrolle von Sende/ Empfangseinheit sowie Reflektor durch Abklappen, Sichtprüfung und ggf. Reinigung der optischen Grenzflächen,
- Prüfung des Null- und Referenzpunkts auf staubfreier Messtrecke beispielsweise mittels Montageböcke oder Nullrohr,
- Kontrolle der Spülluftversorgung.

- Durchführung Kontrollzyklus mit Kontrolle von Nullpunkt und Referenzpunkt sowie Verschmutzung.

Die Messeinrichtung verfügt über einen internen Kontrollzyklus. Dieser kann manuell oder automatisch ausgelöst werden. Die Häufigkeit des automatischen Kontrollzyklus war während der Eignungsprüfung auf 24 h eingestellt. Es wird im Messbetrieb empfohlen den automatischen Kontrollzyklus zu aktivieren um Abweichungen zwischen den manuellen Überprüfungen im Rahmen der QAL3 rechtzeitig zu erkennen.

Sollten im Rahmen des Kontrollzyklus zu große Abweichungen (Statussignal wird automatisch gesetzt) festgestellt werden bzw. bei der Auswertung gemäß QAL 3 der Richtlinie DIN EN 14181 die zulässigen Toleranzen überschritten werden, ist die Überprüfung der Messeinrichtung mit Hilfe der Prüfmittel für den Linearitätstest auf staubfreier Messstrecke durchzuführen. Es wird empfohlen, diese Überprüfungen durch qualifiziertes Fachpersonal durchführen zu lassen.

- Im Übrigen sind die Anweisungen des Herstellers zu beachten.

### **Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse**

Die Ergebnisse der Null-, Referenzpunkt und Verschmutzungschecks während des Feldtests sind in Kapitel 6c.5 dargestellt.

### **6c.5 [7.5 Nullpunkt- und Referenzpunktdrift]**

*Die automatische Messeinrichtung muss die in Abschnitt 8 festgelegten Mindestanforderungen an die zeitliche Änderung des Null- und Referenzpunktes einhalten. Prüfstandards (beispielsweise Prüfgase) zur Kontrolle des Referenzpunktes müssen so gewählt werden, dass durch die Prüfstandards ein Messsignal zwischen 70 % und 90 % des Zertifizierungsbereiches erzeugt wird. Die Drift im Wartungsintervall für Null- und Referenzpunkt darf 3,0 % vom Zertifizierungsbereichsendwert nicht überschreiten.*

#### **Gerätetechnische Ausstattung**

Während des Feldtests wurden alle Messwerte der Messeinrichtung mit einem Datenerfassungssystem aufgezeichnet.

Die Prüfung erfolgte auf einem Nullrohr dessen Länge der Messweglänge der Messeinrichtungen im Abgaskanal entspricht. Es wurden manuell Grauglasfilter in die dafür vorgesehene Aufnahme in der Sende- und Empfangseinheit gesteckt.

#### **Durchführung der Prüfung**

Die Überprüfung wurde mit den zwei baugleichen Messeinrichtungen im Rahmen des Feldtests im kleinsten geprüften Messbereich durchgeführt.

Die Lage von Null- und Referenzpunkt wurde während des insgesamt über 15-monatigen Feldtests 19-mal auf staubfreier Messtrecke mit Hilfe der von der Firma Land gelieferten Grauglasfilter (Hersteller Cal Check) überprüft. Die vorgefundenen Drifteffekte lagen über die gesamte Feldtestdauer unterhalb der geforderten 3 % vom Messbereich. Es war keine Justierung der Messeinrichtung notwendig. Zur Durchführung der Prüfung wurden die Sende- und Empfangseinheit sowie der Reflektor vom Kanal abgebaut und an das Nullrohr angebaut. Anschließend erfolgte die Ausrichtung der beiden Teile der Messeinrichtung mit Hilfe der eingebauten Justieroptik. Die Vorgehensweise ist im Handbuch des Herstellers beschrieben. Nach der Ausrichtung der Messeinrichtung wird der Nullpunkt aufgezeichnet. Durch öffnen der Sende- und Empfangseinheit an den Schnellverschlüssen ist es möglich in die dafür vorgesehene Führung Referenzfilter in den Strahlengang einzubringen. Nach dem Einlegen des jeweiligen Filters und schließen des Gehäuses kann der Messwert am Referenzpunkt aufgenommen werden.

#### **Auswertung**

Über nahezu 15 Monate Feldtest haben die Geräte die zulässigen Driften eingehalten. Über den Beobachtungszeitraum war keine Justierung der Messeinrichtung notwendig.

#### **Bewertung**

Die Nullpunktdrift liegt über den gesamten Zeitraum unterhalb von 1,1 %. Die Referenzpunktdrift liegt bei maximal -2,5 %. Im Prüfzeitraum waren keine Justierarbeiten notwendig.

Damit ist die Mindestanforderung erfüllt

Für die Unsicherheitsberechnung in Kapitel 6d wird der maximale Unsicherheitsbeitrag von 0,095 mg/m<sup>3</sup> für die Nullpunktdrift und von -0,219 mg/m<sup>3</sup> für die Referenzpunktdrift eingesetzt. Im gesamten Zeitrahmen der Erstprüfung sowie der Wartungsintervallverlängerung war keine Nachjustierung der Messeinrichtung notwendig, da die Driften innerhalb der Grenzen der Mindestanforderung lagen. Für die die Berechnung der Gesamtunsicherheit der Messeinrichtung ergibt sich aus den Driftwerten der Wartungsintervallverlängerung kein Einfluss, da die höchsten Driften im Zeitraum der Erstprüfung aufgetreten sind.

### Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Ergebnisse der Driftuntersuchung für Null- und Referenzpunkt sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

**Tabelle 42:** Daten der Driftkontrolle im Feldtest für beide Geräte Zertifizierungsbereich 0 – 0,2 Ext. (0 – 15 mg/m<sup>3</sup> ≙ 4-20 mA)

**Messgerät:** Land 4500 MKIII  
**Komponente:** Staub  
**Messdatum:** vom 29.12.2010 bis 20.03.2012

Nr.	Datum	Gerät 1				Gerät 2			
		Nullpunkt		Referenzpunkt		Nullpunkt		Referenzpunkt	
		Wert mg/m <sup>3</sup>	Abw. %	Wert mg/m <sup>3</sup>	Abw. %	Wert mg/m <sup>3</sup>	Abw. %	Wert mg/m <sup>3</sup>	Abw. %
1	29.12.2010	-0,03	-	14,85	-	0,08	-	14,97	-
2	06.01.2011	-0,07	-0,2	14,70	-1,0	0,13	0,4	14,95	-0,1
3	11.01.2011	0,02	0,3	14,80	-0,3	0,00	-0,5	14,85	-0,8
4	19.01.2011	0,07	0,7	14,82	-0,2	0,24	1,1	15,05	0,5
5	26.01.2011	-0,05	-0,1	14,70	-0,9	-0,01	-0,6	14,77	-1,3
6	08.02.2011	0,01	0,3	14,86	0,1	0,05	-0,2	14,84	-0,8
7	17.02.2011	0,00	0,2	14,77	-0,5	-0,07	-0,9	14,80	-1,1
8	10.03.2011	0,00	0,2	14,82	-0,2	0,07	-0,1	14,67	-2,0
9	17.03.2011	0,08	0,7	14,77	-0,5	0,16	0,6	14,93	-0,2
10	24.03.2011	0,00	0,2	14,78	-0,5	0,09	0,1	14,93	-0,2
11	30.03.2011	0,04	0,5	14,76	-0,6	0,06	-0,1	14,83	-0,9
12	12.04.2011	0,05	0,6	14,84	-0,1	0,01	-0,4	14,91	-0,4
13	25.05.2011	0,00	0,2	14,79	-0,3	0,03	-0,3	14,74	-1,5
14	01.07.2011	0,04	0,5	14,79	-0,3	0,13	0,3	14,83	-0,9
15	10.08.2011	0,03	0,4	14,78	-0,4	0,03	-0,3	14,72	-1,6
16	24.10.2011	-0,01	0,1	14,65	-1,3	0,01	-0,4	14,59	-2,5
17	08.12.2011	0,04	0,5	14,80	-0,3	0,02	-0,4	14,76	-1,4
18	10.02.2012	0,04	0,5	14,82	-0,2	0,00	-0,5	14,71	-1,7
19	20.03.2012	0,11	0,9	14,76	-0,6	0,06	-0,1	14,73	-1,6

**maximaler Wert am Nullpunkt** 1,1 % u = 0,095 mg/m<sup>3</sup>  
**maximaler Wert am Referenzpunkt** -2,5 % u = -0,219 mg/m<sup>3</sup>

## 6c.6 [7.6 Verfügbarkeit]

*Die automatische Messeinrichtung muss die Anforderungen der entsprechenden rechtlichen Regelungen an die Verfügbarkeit einhalten. In jedem Fall muss die Verfügbarkeit mindestens 95 % betragen.*

*Die AMS kann auf Grund von Störungen, Wartung und Nullpunkt- und Referenzpunktkontrollen und deren Korrekturen nicht verfügbar sein. Zeitspannen, in denen der zu überwachende Prozess nicht im Betrieb ist, werden nicht betrachtet.*

### Gerätetechnische Ausstattung

Während des Feldtests wurden alle Messwerte der Messeinrichtung mit einem Datenerfassungssystem Typ Yokogawa aufgezeichnet. Zusätzliche Geräte wurden hier nicht benötigt.

### Durchführung der Prüfung

Der Feldtest erfolgte vom 29.12.2010 bis zum 20.03.2012. Dies entspricht einer Gesamtzeit von 9163 Stunden.

Die Justier- und Wartungsarbeiten im Rahmen der Eignungsprüfung an den Messsystemen nahmen insgesamt 26 Stunden in Anspruch.

Gerätестörungen wurden nicht beobachtet. Zur Beurteilung der Verfügbarkeit gemäß den Anforderungen der 13. und 17. BImSchV wurde der Zeitbedarf für Wartungsarbeiten im Wartungsintervall abgeschätzt und die entsprechende Ausfallzeit errechnet. Diese wurde dann mit den Anforderungen verglichen.

Bei Revisionsarbeiten in der Feldtestanlage wurde versehentlich zwischen dem 07.03.2011 und 10.03.2011 die Stromversorgung für die Datenaufzeichnung unterbrochen. Der Fehler fiel bei der regelmäßigen Driftkontrolle am 10.03.2011 auf und die Stromversorgung wurde wieder hergestellt. Die Ausfallzeit ist durch Fremdverschulden entstanden und kann nicht zu Ungunsten der Verfügbarkeit der Messeinrichtung gewertet werden. Zudem hat es im Rahmen der der Wartungsintervallverlängerung in Oktober / November 2011 sowie im Januar / Februar 2012 verschiedene Ausfälle der Feldtestanlage gegeben. Während dieser Zeit wurden die geprüften Messeinrichtungen weiter betrieben und die Driftuntersuchungen fortgeführt. Für die Verlängerung des Wartungsintervalls auf sechs Monate sind zwölf Monate Feldtest nach DIN EN 15267-3 gefordert. Um eine repräsentative Bewertung des Driftverhaltens durchführen zu können wurde der Feldtest aufgrund der Anlagenausfälle auf fast 15 Monate ausgedehnt.

### Auswertung

Die Verfügbarkeit  $V$  in Prozent ist nach folgender Gleichung zu ermitteln:

$$V = \frac{t_{\text{tot}} - t_{\text{out}}}{t_{\text{tot}}} \times 100\%$$

Mit:	
$V$	Verfügbarkeit in %
$t_{\text{tot}}$	Gesamtbetriebszeit
$t_{\text{out}}$	Ausfallzeiten

Die Auswertung erfolgte auf Basis von Halbstundenmittelwerten unter Anwendung der 2/3-Regel, d.h. geräteinterne Zyklen, die im Rahmen der Integrationszeit weniger als 10 min in Anspruch nehmen, werden nicht als Ausfallzeiten gewertet. Der geräteinterne Kontrollzyklus nimmt im Normalfall eine Zeit von ca. 5 min in Anspruch und wird daher nicht als Ausfallzeit gewertet.



Die im Normalbetrieb notwendigen Kontroll- und Justierarbeiten führen zu Ausfällen pro Gerät von ca. 1,5 h am Stück (Ausbau der Messgeräte, Überprüfung NP / RP sowie eventuelle Reinigungsarbeiten, Einbau). Werden diese Arbeiten an einem Tag ohne Unterbrechung durchgeführt, so kommt es zu 3 bis 4 ungültigen Halbstundenmittelwerten.

Neben der prozentualen Verfügbarkeit wird in der 13. und 17. BImSchV auch noch eine Verfügbarkeit für den laufenden Tag bestimmt.

Gemäß 13. BImSchV wird der Tagesmittelwert für ungültig erklärt, wenn mehr als 6 Halbstundenmittelwerte wegen Störung oder Wartung des kontinuierlichen Messsystems ungültig sind.

Gemäß Richtlinie 2000/76/EG (maßgeblich für Anlagen der 17. BImSchV) wird der Tagesmittelwert für ungültig erklärt, wenn mehr als 5 Halbstundenmittelwerte wegen Störung oder Wartung des kontinuierlichen Messsystems ungültig sind.

Fallen mehr als 10 ungültige Tage an, so sind geeignete Maßnahmen einzuleiten, um die Zuverlässigkeit des kontinuierlichen Überwachungssystems zu verbessern.

## Bewertung

Die Verfügbarkeit beträgt 99,7 %.

Damit lag sie im Rahmen der Eignungsprüfung über dem geforderten Wert von 95 %. Die Anzahl der maximal erzeugten, ungültigen Halbstundenmittelwerte aufgrund der im Normalbetrieb notwendigen Kontroll- und Justierarbeiten liegt unter der maximal erlaubten Anzahl an ungültigen Halbstundenmittelwerten gemäß den Anforderungen für Anlagen der 13. BImSchV wie auch der 17. BImSchV. Damit ist diese Mindestanforderung erfüllt.

Damit ist die Mindestanforderung erfüllt.

## Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

**Tabelle 43:** Verfügbarkeit während des Feldtests einschließlich der Wartungsintervallverlängerung

**Messgerät:** 4500 MKIII im Feldtest  
**Komponente:** Staub (Zertifizierungsbereich = 0 - 15 mg/m<sup>3</sup>)

			Gerät 1	Gerät 2
Gesamtbetriebszeit	$t_{\text{tot}}$	h	9163	9163
Ausfallzeit	$t_0$			
- Geräteinterne Einstellzeiten		h	0	0
- Gerätestörungen und Reparaturen		h	0	0
- Wartung und Justierung		h	26	26
Verfügbarkeit	V	%	99,7	99,7

## 6c.7 [7.7 Vergleichspräzision]

*Die automatische Messeinrichtung muss für Staubkonzentrationen  $\leq 20 \text{ mg/m}^3$  eine Vergleichspräzision  $R_{\text{field}}$  von kleiner gleich 3,3 % des Zertifizierungsbereichesendwertes unter Feldbedingungen einhalten. Für Staubkonzentrationen  $> 20 \text{ mg/m}^3$  muss eine Vergleichspräzision  $R_{\text{field}}$  von kleiner gleich 2,0 % des Zertifizierungsbereichesendwertes unter Feldbedingungen einhalten werden.*

*Die Vergleichspräzision ist während des dreimonatigen Feldtests aus zeitgleichen, fortlaufenden Messungen mit zwei baugleichen Messeinrichtungen am selben Messpunkt (Doppelbestimmungen) zu bestimmen.*

### Gerätetechnische Ausstattung

Während des Feldtests wurden alle Messwerte der Messeinrichtung mit einem Datenerfassungssystem aufgezeichnet. Zusätzliche Geräte wurden hier nicht benötigt.

### Durchführung der Prüfung

Die Vergleichspräzision wurde während des Feldtests in der Zeit vom 29.12.2010 bis 30.03.2011 ermittelt. Bei Revisionsarbeiten in der Feldtestanlage wurde versehentlich zwischen dem 07.03.2011 und 10.03.2011 die Stromversorgung für die Datenaufzeichnung unterbrochen. Der Fehler fiel bei der regelmäßigen Driftkontrolle am 10.03.2011 auf und die Stromversorgung wurde wieder hergestellt.

Die ermittelten Minutenmittelwerte der AMS wurden zu Halbstundenmittelwerten zusammengefasst. Jeder Halbstundenmittelwert war durch mindestens 20 Einzelwerte abgedeckt. Werte die während Störungen, Wartungsarbeiten oder Nullpunkt- und Referenzpunktkontrollen gewonnen wurden, wurden bei der Auswertung nicht berücksichtigt.

Die Ergebnisse sind im Folgenden dargestellt.

### Auswertung

Die Vergleichspräzision wurde auf Basis aller gültigen Messwertpaare nach folgenden Gleichungen für eine statistische Sicherheit von 95 % für eine zweiseitige t-Verteilung berechnet. Zusätzlich wurde die Vergleichspräzision für den Bereich der Messwerte oberhalb von 30 % des Grenzwertes für den Tagesmittelwert berechnet.

$$s_D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_{1,i} - x_{2,i})^2}{2n}}$$

$$R_{\text{field}} = t_{n-1; 0,95} \times s_D$$

mit

$x_{1,i}$

das i-te Messergebnis der ersten Messeinrichtung,

$x_{2,i}$

das i-te Messergebnis der zweiten Messeinrichtung,

$n$

die Anzahl der Doppelbestimmungen.

$s_D$

die Standardabweichung der aus Doppelbestimmungen ermittelten Differenzen,

$t_{n-1, 0,95}$

der Student-Faktor (zweiseitige Abgrenzung, Vertrauensniveau von 95 %, Anzahl der Freiheitsgrade von n-1),

$R_{\text{field}}$

Die Vergleichspräzision unter Feldbedingungen.

## Bewertung

Die Vergleichspräzision liegt für die Transmissionsmessung bei 1,4 %. Das entspricht einem  $R_D$ -Wert von 69 für die Transmissionsmessung (nach VDI 4203).

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

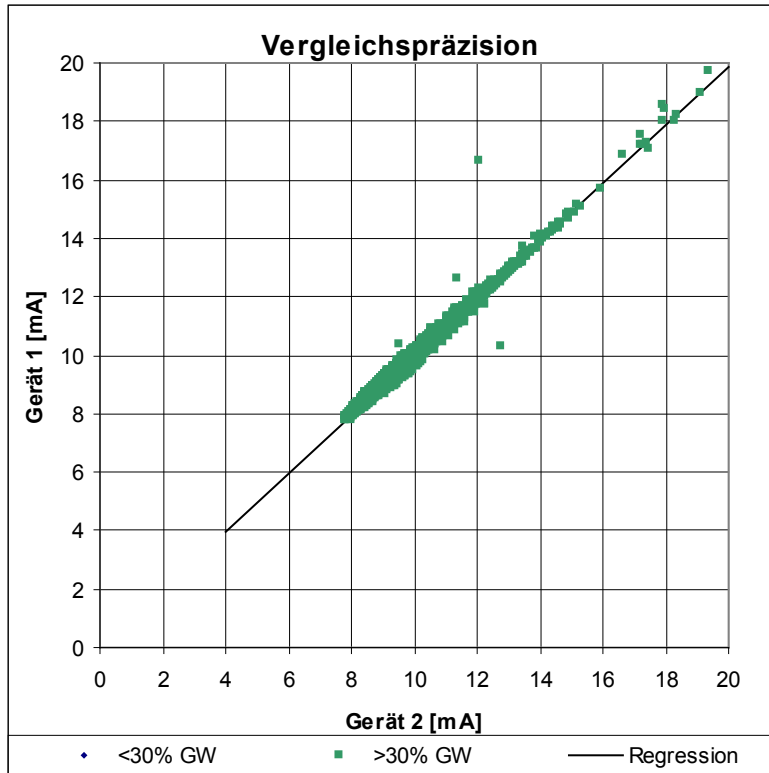
Für die Unsicherheitsberechnung in Kapitel 6d wird der Wert der Standardabweichung aus Doppelbestimmungen  $R_f$  von 0,11 mg/m<sup>3</sup> für die Transmissionsmessung verwendet.

Die Ergebnisse der Vergleichspräzision sind in **Tabelle 44** und **Abbildung 39** dargestellt.

## Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

**Tabelle 44:** Vergleichspräzision Transmission (0 – 0,2 Ext.  $\hat{=}$  0 bis 15 mg/m<sup>3</sup>)

<b>Komponente:</b>	Staub		
<b>Messgerät:</b>	4500 MKIII		
<b>Messdatum:</b>	29.12.2010 bis 30.03.2011		
Zertifizierungsbereich	ZB	=	0 - 15 mg/m <sup>3</sup>
Emissionsgrenzwert	GW	=	10 mg/m <sup>3</sup>
Konzentrationsbereich	Gerät 1	=	3,6 - 22,6 mg/m <sup>3</sup>
Konzentrationsbereich	Gerät 2	=	3,5 - 24,4 mg/m <sup>3</sup>
Mittelwert	Gerät 1	=	5,36 mg/m <sup>3</sup>
Mittelwert	Gerät 2	=	5,31 mg/m <sup>3</sup>
y = b* x + c	Steigung	b	= 0,9945
	Ordinatenabstand	c	= 0,0029 mg/m <sup>3</sup>
Korrelationskoeffizient	r	=	0,9944
Stichprobenumfang	n	=	4135
t-Wert	$t_{0,95,n}$	=	1,9605
Std-Abw. aus Doppelbestimmungen	$s_D$	=	0,110 mg/m <sup>3</sup>
Vergleichspräzision (alle Punkte)	$R_f$	=	0,217 mg/m <sup>3</sup>
bezogen auf den ZB	$R_{f\%}$	=	1,4 %
<b>Limit</b>		=	<b>3,3 %</b>
<b>maximale Unsicherheit</b>	<b>u = <math>s_D</math></b>	=	<b>0,110 mg/m<sup>3</sup></b>
RD alle Punkte nach VDI 4203	$R_D$	=	69
Werte < 30% Grenzwert	$n_{<30\%}$	=	0
Werte > 30% Grenzwert	$n_{>30\%}$	=	4135



**Abbildung 39:** Darstellung der Vergleichspräzision

## 6c.8 [7.8 Verschmutzungskontrolle bei In-situ-Geräten]

*Der Einfluss der Verschmutzung auf die automatische Messeinrichtung ist im Feldtest durch Sichtprüfungen und beispielsweise durch Ermittlung der Abweichungen der Messsignale von ihren Sollwerten zu bestimmen. Falls notwendig, ist die AMS mit empfohlenen Spülluftsystemen für die Dauer von drei Monaten als Teil des Feldtests auszustatten. Am Ende der Prüfung ist der Einfluss der Verschmutzung zu ermitteln. Die Ergebnisse für die gereinigten und die verschmutzten optischen Grenzflächen dürfen um maximal 2 % der oberen Grenze des Zertifizierungsbereiches voneinander abweichen.*

### Gerätetechnische Ausstattung

Während des Feldtests wurden alle Messwerte der Messeinrichtung mit einem Datenerfassungssystem aufgezeichnet. Zusätzliche Geräte wurden hier nicht benötigt.

### Durchführung der Prüfung

Zur Ermittlung der Wahrscheinlichkeit von Verschmutzungsproblemen aufgrund von Anlagenbedingungen und dem Leistungsvermögen von Maßnahmen zur Verschmutzungskompensation im Feldtest muss die Funktionstüchtigkeit und die Verlässlichkeit von Maßnahmen zur Vermeidung und Beseitigung von Verschmutzungen über die Dauer des Feldtests durch regelmäßige Kontrollen des Verschmutzungszustandes der optischen Grenzflächen ermittelt werden.

Das Verschmutzungsverhalten der Messeinrichtung ist im Feldtest anhand visueller Kontrollen und beispielsweise durch Ermittlung der Abweichungen von den Sollwerten der Gerätekennlinie zu bestimmen.

Falls notwendig, ist die AMS mit empfohlenen Spülluftsystemen für die Dauer von drei Monaten als Teil des Feldtests auszustatten.

### Auswertung

Während des Feldtests war die Messeinrichtung fast 15 Monate an einem Abgaskanal installiert. Die Messeinrichtungen sind mit einem wirkungsvollen Spülluftgebläse ausgestattet, und verfügen über eine automatische Verschmutzungskompensation, die im vorliegenden Bericht (Pkt. 6b.7) beschrieben ist. Abweichungen durch Verschmutzungseffekte, die nicht kompensiert wurden, sind nicht beobachtet worden.

### Bewertung

Relevante Abweichungen durch Verschmutzungseffekte wurden nicht beobachtet.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

### Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Siehe Ergebnisse der Driftuntersuchungen.

## 6d Messunsicherheit

### 6d.1 [14 Messunsicherheit]

Die im Labortest und im Feldtest ermittelten Unsicherheiten sind zur Berechnung der kombinierten Standardunsicherheit der AMS-Messwerte nach EN ISO 14956 zu verwenden. Bei der Berechnung der Standardunsicherheit ist entweder die Wiederholpräzision im Labor oder die Vergleichpräzision im Feld zu verwenden. Der größere Wert dieser beiden Kenngrößen ist anzuwenden.

Die Gesamtunsicherheit der AMS, die sich aus den Prüfungen nach dieser Norm ergibt, sollte um mindestens 25 % unter der maximal zulässigen Unsicherheit, die beispielsweise in den entsprechenden rechtlichen Regelungen festgelegt ist, liegen. Es wird ein ausreichender Spielraum für die Unsicherheitsbeiträge durch die jeweilige Installation der AMS benötigt, um die QAL2 und QAL3 nach EN 14181 erfolgreich zu bestehen.

Das Prüflaboratorium hat die Gesamtunsicherheit im Verhältnis zur maximal zulässigen Unsicherheit, die beispielsweise in den entsprechenden rechtlichen Regelungen für die vorgesehene Anwendung festgelegt ist, im Prüfbericht anzugeben.

Zur Berechnung der kombinierten Standardunsicherheit müssen die im Folgenden genannten Unsicherheitsbeiträge berücksichtigt werden.

Nummer <i>i</i>	Verfahrenskenngröße	Unsicherheit
1	Lack-of-fit	$u_{lof}$
2	Nullpunktdrift aus dem Feldtest	$u_{d,z}$
3	Referenzpunktdrift aus dem Feldtest	$u_{d,s}$
4	Einfluss der Umgebungstemperatur am Referenzpunkt	$u_t$
5	Einfluss des Probegasdrucks <sup>b</sup>	$u_p$
6	Einfluss des Probegasvolumenstroms <sup>b</sup>	$u_f$
7	Einfluss der Netzspannung	$u_v$
8	Querempfindlichkeit <sup>b</sup>	$u_i$
9	Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt <sup>a</sup>	$u_r = s_r$
10	Standardabweichung aus Doppelbestimmungen unter Feldbedingungen <sup>a</sup>	$u_D = s_D$
11	Unsicherheit des zur Prüfung benutzten Referenzmaterials <sup>b</sup>	$u_{rm}$
12	Auswanderung des Messstrahls <sup>b</sup>	$u_{mb}$
13	Konverterwirkungsgrad für AMS zur Messung von NOx <sup>b</sup>	$u_{ce}$
14	Änderung der Responsefaktoren (TOC) <sup>b</sup>	$u_{rf}$

<sup>a</sup> Es wird entweder die Wiederholpräzision am Referenzpunkt oder die Standardabweichung aus Doppelbestimmungen unter Feldbedingungen verwendet, je nachdem, welcher Wert größer ist.

<sup>b</sup> Dieser Unsicherheitsbeitrag gilt nur für bestimmte AMS.

## Gerätetechnische Ausstattung

Hier nicht notwendig.

## Durchführung der Prüfung

Die erweiterte Messunsicherheit gemäß Richtlinie DIN EN 15267-03:2008 und DIN EN ISO 14956 wurde für die Messkomponenten Staub ermittelt. Hierzu wurden die Prüfergebnisse für die im Rahmen der Eignungsprüfung ermittelten Werte der Verfahrenskenngrößen auf Standardunsicherheiten umgerechnet und die erweiterte Messunsicherheit daraus abgeschätzt.

## Auswertung

Im Rahmen der Eignungsprüfung wurde die abgeschätzte erweiterte Messunsicherheit mit der um 25 % reduzierten „geforderten Qualität der Messung“ verglichen.

In der Berechnung wird entweder die Wiederholpräzision am Referenzpunkt oder die Standardabweichung aus Doppelbestimmungen unter Feldbedingungen verwendet, je nachdem, welcher Wert größer ist.

Die relative erweiterte Gesamtunsicherheit ist für alle geprüften Komponenten in **Tabelle 45** dargestellt.

Im Rahmen der Wartungsintervallverlängerungen wurden höhere Abweichungen bei der Referenzpunktdrift im Vergleich zur Erstprüfung festgestellt. Diese Abweichungen wurden bei der Neuberechnung der Gesamtunsicherheit berücksichtigt.

**Tabelle 45:** Relative erweiterte Gesamtunsicherheit für Staub

Komponente	Grenzwert	Anforderung	Anforderung in der EP*	Relative erweiterte Messunsicherheit
Staub Transmission	10 mg/m <sup>3</sup>	30 %	22,5 %	6,8 %

\*In der Eignungsprüfung wird die Messunsicherheit mit der um 25% reduzierten Anforderung verglichen.

Für die Berechnung der Gesamtunsicherheit wurden die Maximalwerte genutzt.

## Bewertung

Die ermittelten erweiterten Gesamtmessunsicherheiten liegen für Staub mit 6,8 % für die Transmissionsmessung unterhalb des maximal zulässigen Wertes und erfüllt somit die Anforderungen.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

## Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Berechnung der relativen erweiterten Gesamtmessunsicherheit der einzelnen Komponenten ist in den folgenden Tabellen dargestellt.

**Tabelle 46: Gesamtunsicherheitsberechnung für Staub**

**Berechnung der Gesamtunsicherheit nach DIN EN 14181 und DIN EN 15267-3**

**Messeinrichtung**

Hersteller	Land Instruments International Ltd.
Bezeichnung der Messeinrichtung	4500 MKIII
Seriennummer der Prüflinge	150854 83 / 154891 91
Messprinzip	Transmission

**Prüfbericht**

Prüfinstitut	936/21213182/A / 936/21213182/B / 936/21217693/A
Berichtsdatum	TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH
	31.03.2011 / 15.09.2011 / 21.03.2012

**Messkomponente**

Zertifizierungsbereich ZB	Staub
	0 - 15 mg/m <sup>3</sup>

**Berechnung der erweiterten Messunsicherheit**

**Prüfgröße**

	u	u <sup>2</sup>
Standardabweichung aus Doppelbestimmungen *	u <sub>D</sub> 0,110 mg/m <sup>3</sup>	0,012 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Linearität / Lack-of-fit	u <sub>lof</sub> -0,081 mg/m <sup>3</sup>	0,007 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Nullpunktdrift aus Feldtest	u <sub>d,z</sub> 0,095 mg/m <sup>3</sup>	0,009 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Referenzpunktdrift aus Feldtest	u <sub>d,s</sub> -0,219 mg/m <sup>3</sup>	0,048 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Einfluss der Umgebungstemperatur am Referenzpunkt	u <sub>t</sub> 0,030 mg/m <sup>3</sup>	0,001 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Einfluss der Netzspannung	u <sub>v</sub> 0,023 mg/m <sup>3</sup>	0,001 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Unsicherheit des Referenzmaterials bei 70% des ZB	u <sub>rm</sub> 0,121 mg/m <sup>3</sup>	0,015 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
Auswanderung des Messstrahles	u <sub>mb</sub> 0,173 mg/m <sup>3</sup>	0,030 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>

\* Der größere der Werte wird verwendet:  
"Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt" oder  
"Standardabweichung aus Doppelbestimmungen"

Kombinierte Standardunsicherheit (u <sub>c</sub> )	$u_c = \sqrt{\sum (u_{max,j})^2}$	0,35 mg/m <sup>3</sup>
Erweiterte Unsicherheit	$U = u_c * k = u_c * 1,96$	0,68 mg/m <sup>3</sup>

**Relative erweiterte Messunsicherheit**

Anforderung nach 2000/76/EG und 2001/80/EG	<b>U in % vom Grenzwert 10 mg/m<sup>3</sup></b>	<b>6,8</b>
Anforderung nach DIN EN 15267-3	<b>U in % vom Grenzwert 10 mg/m<sup>3</sup></b>	<b>30,0</b>
	U in % vom Grenzwert 10 mg/m <sup>3</sup>	22,5



## 7. Wartungsarbeiten, Funktionsprüfung (AST) und Kalibrierung (QAL2)

Die Arbeiten im Wartungsintervall erfordern einem Zeitrahmen von max. 60 min. Im Einzelnen handelt es sich hierbei um die folgenden Tätigkeiten:

- Sichtprüfung der Messeinrichtung,
- Kontrolle von Sende/ Empfangseinheit sowie Reflektor durch Abklappen, Sichtprüfung und ggf. Reinigung der optischen Grenzflächen,
- Überprüfung der Ausrichtung der Messeinrichtung vor Ausbau, bei dem Nullrohr und nach Wiedereinbau
- Prüfung des Null- und Referenzpunkts mit geeigneten Prüffiltern an einer staubfreien Vergleichsstrecke,
- Kontrolle der Spülluftversorgung,
- Durchführung Kontrollzyklus mit Kontrolle von Nullpunkt und Referenzpunkt sowie Verschmutzungssignal.

Im Rahmen der laufenden Qualitätssicherung im Betrieb gemäß QAL3 der Richtlinie DIN EN 14181, kann zur regelmäßigen Überprüfung von Null- und Referenzpunkt auf die Signale des internen Kontrollzyklus (automatisch oder manuell auslösbar) zurückgegriffen werden. Die Häufigkeit des automatischen Kontrollzyklus war während der Eignungsprüfung auf 24 h eingestellt. Des Weiteren ist ein manuelles Auslösen des Kontrollzyklus jederzeit möglich. Die Daten werden über den Analogausgang ausgegeben und können auch auf dem Gerätedisplay abgelesen werden. Je nach Anwendungsfall ist für die Auswertung gemäß QAL3 ein angemessener Zeitraum zwischen zwei Kontrollzyklen im Rahmen des Wartungsintervalls festzulegen.

Sollten im Rahmen des Kontrollzyklus zu große Abweichungen (Statussignal wird automatisch gesetzt) festgestellt werden, bzw. bei der Auswertung gemäß QAL3 der Richtlinie DIN EN 14181 die zulässigen Toleranzen überschritten werden, ist die Überprüfung der Messeinrichtung mit Hilfe der Prüfmittel für den Linearitätstest durchzuführen. Es wird empfohlen, diese Überprüfungen durch qualifiziertes Fachpersonal durchzuführen.

Im Übrigen sind die Anweisungen des Herstellers (Benutzerhandbuch, Kapitel C5 Wartung) zu beachten.

### 7.1 Funktionsprüfung und Kalibrierung

Zur Durchführung der Funktionsprüfung bzw. vor der Kalibrierung wird folgendes Vorgehen vorgeschlagen:

- Sichtprüfung des Messsystems,
- Kontrolle der Spülluftversorgung,
- Auslösung eines Kontrollzyklus mit Kontrolle von Nullpunkt und Referenzpunkt sowie Verschmutzungssignal, Kontrolle von Nullpunkt und Referenzpunkt sowie Verschmutzungssignal,

- Abbau der Messeinrichtung vom Messkanal auf eine staubfreie Vergleichsstrecke (Nullrohr oder Montagebock) in einem geeigneten sauberen Raum,
- Kontrolle und ggf. Reinigung der Optiken,
- Überprüfen der Linearität mit Prüffiltern im Messbereich in beiden Messmodi,
- Anbau der Messeinrichtung am Messkanal,
- Kontrolle der Dokumentation / Kontrollbuch,
- Überprüfen der Datenübertragung (Analog- und Statussignale) zum Auswertungssystem.

Im Rahmen der jährlichen Funktionsprüfung ist eine Linearitätsprüfung für die Messeinrichtung durchzuführen. Für diese Tätigkeiten ist das folgende Zubehör erforderlich.

- Dem zu prüfenden Messbereich angepasster Abschwächungsfilter, um das Referenzpunktsignal zu erzeugen.
- Filtersatz zur Durchführung der Linearitätsprüfung.
- 2 Halterungen zum Aufbau der Messeinrichtung auf einer staubfreien Messstrecke in einem geeigneten sauberen Raum oder ein Nullrohr.

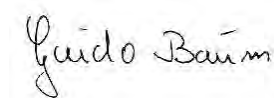
Zur Durchführung der Linearitätsprüfung ist zunächst die Messeinrichtung vom Kanal abzunehmen und auf staubfreier Vergleichsstelle aufzubauen. Es ist darauf zu achten, dass der Flansch-Flansch Abstand genau den Maßen am Kanal entspricht. Der automatische Kontrollzyklus der Messeinrichtung ist zu starten um den Referenzpunkt zu bestimmen.

Zunächst ein Nullpunkt auf staubfreier Vergleichsstrecke aufzunehmen. Dann ist die Linearitätsprüfung mit den optischen Filtern durchzuführen. Dazu werden die einzelnen, dem Messbereich angepassten Filter in die Halterung am Optikkopf der Messeinrichtung eingesetzt.

Danach kann die Messeinrichtung wieder an den Kanal angebaut werden.

Weitere Einzelheiten zur Funktionsprüfung und Kalibrierung sind der Richtlinie DIN EN 14181 bzw. VDI 3950 zu entnehmen; außerdem sind die Hinweise des Herstellers zu beachten.

Köln, 21. März 2012



Dipl.-Ing. Guido Baum



Dipl.-Ing. Karsten Pletscher

## 8. Literatur

- [1] Bundeseinheitliche Praxis bei der Überwachung der Emissionen; Richtlinien über:
- die Eignungsprüfung von Mess- und Auswerteeinrichtungen für kontinuierliche Emissionsmessungen und die kontinuierliche Erfassung von Bezugs- bzw. Betriebsgrößen zur fortlaufenden Überwachung der Emissionen besonderer Stoffe,
  - den Einbau, die Kalibrierung, die Wartung von kontinuierlich arbeitenden Mess- und Auswerteeinrichtungen,
  - die Auswertung von kontinuierlichen Emissionsmessungen.  
RdSchr. d. BMU vom 13.6.2005-IG I 2-45 053/5 und vom 4.8.2010 - IG I 2-51 134/0.
- [2] Richtlinie DIN EN 15267-03, März 2008,  
Luftbeschaffenheit -Zertifizierung von automatischen Messeinrichtungen -  
Teil 3: Mindestanforderungen und Prüfprozeduren für automatische Messeinrichtungen  
zur Überwachung von Emissionen aus stationären Quellen
- [3] Richtlinie VDI 4203 Blatt 1, Oktober 2001,  
Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen, Grundlagen
- [5] Richtlinie DIN EN 14181, September 2004,  
Emissionen aus stationären Quellen - Qualitätssicherung für automatische Messeinrichtungen
- [6] Richtlinie DIN EN ISO 14956, Januar 2003,  
Luftbeschaffenheit - Beurteilung der Eignung eines Messverfahrens durch Vergleich  
mit einer geforderten Messunsicherheit
- [7] Richtlinie DIN EN 15259, Januar 2008,  
Messung von Emissionen aus stationären Quellen – Anforderungen an Messstrecken  
und Messplätze und an die Messaufgabe, den Messplan und den Messbericht
- [8] Richtlinie DIN EN 13284-01, April 2002,  
Emissionen aus stationären Quellen  
Ermittlung der Staubmassenkonzentration bei geringen Staubgehalten  
Teil 1: Manuelles gravimetrisches Verfahren
- [9] TÜV Rheinland, Bericht-Nr.: 936/21213182/A vom 31. März 2011, Bericht über die  
Eignungsprüfung der Messeinrichtung 4500 MKIII der Firma Land Instruments Interna-  
tional Ltd. für die Komponente Staub
- [10] TÜV Rheinland, Bericht-Nr.: 936/21216966/A vom 15. September 2011, Bericht über  
die Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung 4500 MKIII der Firma Land Instruments  
International Ltd. für die Komponente Staub

## 9. Anhang



### Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

Beliehene gemäß § 8 Absatz 1 AkkStelleG i.V.m. § 1 Absatz 1 AkkStelleGBV  
Unterzeichnerin der Multilateralen Abkommen  
von EA, ILAC und IAF zur gegenseitigen Anerkennung

## Akkreditierung



Die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH bestätigt hiermit, dass die

**TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH**

mit ihrer

**Messstelle für Immissionsschutz (Environmental Protection)**  
**Am Grauen Stein, 51105 Köln**

und ihrer unselbständigen Messstelle

**Robert-Koch-Straße 27, 55129 Mainz**

die Kompetenz nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 besitzt, Prüfungen in folgenden Bereichen durchzuführen:

**Bestimmung (Probenahme und Analytik) von anorganischen und organischen gas- oder partikel-förmigen Luftinhaltsstoffen im Rahmen von Emissions- und Immissionsmessungen; Probenahme von luftgetragenen polyhalogenierten Dibenzo-p-Dioxinen und Dibenzofuranen bei Emissionen und Immissionen; Probenahme von faserförmigen Partikeln bei Emissionen und Immissionen; Ermittlung von gas- oder partikelförmigen Luftinhaltsstoffen mit kontinuierlich arbeitenden Messgeräten; Bestimmung von Geruchsstoffen in Luft; Kalibrierungen und Funktionsprüfungen kontinuierlich arbeiten-der Messgeräte für Luftinhaltsstoffe einschließlich Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung; Eignungsprüfungen von automatisch arbeitenden Emissions- und Immissionsmeseinrichtungen einschließlich Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung; Feuerraummessungen; Ermittlung der Emissionen und Immissionen von Geräuschen; Ermittlung von Geräuschen und Vibrationen am Arbeitsplatz; Modul Immissionsschutz**

Die Akkreditierungsurkunde gilt nur in Verbindung mit dem Bescheid vom 13.05.2011 mit der Akkreditierungsnummer D-PL-11120-02 und ist gültig bis 31.01.2013. Sie besteht aus diesem Deckblatt, der Rückseite des Deckblatts und der folgenden Anlage mit insgesamt 32 Seiten.

Registrierungsnummer der Urkunde: **D-PL-11120-02-00**

Berlin, 13.05.2011



Andrea Valbuena  
Abteilungsleiterin

Siehe Hinweise auf der Rückseite

**Abbildung 40:** Akkreditierungs-Urkunde nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005

## Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

Standort Berlin  
Spittelmarkt 10  
10117 Berlin

Standort Frankfurt am Main  
Gartenstraße 6  
60594 Frankfurt am Main

Standort Braunschweig  
Bundesallee 100  
38116 Braunschweig

Die auszugsweise Veröffentlichung der Akkreditierungsurkunde bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung der DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH. Ausgenommen davon ist die separate Weiterverbreitung des Deckblattes durch die umseitig genannte Konformitätsbewertungsstelle in unveränderter Form.

Es darf nicht der Anschein erweckt werden, dass sich die Akkreditierung auch auf Bereiche erstreckt, die über den durch die DAkkS bestätigten Akkreditierungsbereich hinausgehen.

Die Akkreditierung erfolgte gemäß des Gesetzes über die Akkreditierungsstelle (AkkStelleG) vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2625) sowie der Verordnung (EG) Nr. 765/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. Juli 2008 über die Vorschriften für die Akkreditierung und Marktüberwachung im Zusammenhang mit der Vermarktung von Produkten (Abl. L 218 vom 9. Juli 2008, S. 30). Die DAkkS ist Unterzeichnerin der Multilateralen Abkommen zur gegenseitigen Anerkennung der European co-operation for Accreditation (EA), des International Accreditation Forum (IAF) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC). Die Unterzeichner dieser Abkommen erkennen ihre Akkreditierungen gegenseitig an.

Der aktuelle Stand der Mitgliedschaft kann folgenden Webseiten entnommen werden:

EA: [www.european-accrreditation.org](http://www.european-accrreditation.org)

ILAC: [www.ilac.org](http://www.ilac.org)

IAF: [www.iaf.nu](http://www.iaf.nu)

### 1.1 4500 MKIII für Staub

Hersteller:

Land Instruments International Ltd., Dronfield, Großbritannien

Eignung:

Für genehmigungsbedürftige Anlagen und Anlagen der 27. BImSchV

Messbereiche in der Eignungsprüfung:

Komponente	Zerti- fizierungs- bereich	zusätzliche Messbereiche			Einheit
		0-0,1	0-0,4	0-1,2	
Staub	0-0,2	0-0,1	0-0,4	0-1,2	Ext.

0-0,2 Ext.  $\pm 15 \text{ mg/m}^3$  Staub bei 5 m Messweglänge

Softwareversionen: Control Software Version: 01.03.01

HI Software Version: 01.02.01

Einschränkung:

Die Messeinrichtung kann nur eingesetzt werden, wenn eine Unterschreitung des Taupunktes ausgeschlossen werden kann.

Hinweise:

1. Die Staubkonzentration wird im feuchten Abgas unter Betriebsbedingungen gemessen.
2. Das Wartungsintervall beträgt vier Wochen.
3. Durch die Messweglänge von 5 m und dem bei der Kalibrierung ermittelten Messbereich von  $15 \text{ mg/m}^3$  ergibt sich ein Produkt von  $75 \text{ mg m/m}^3$  an der Feldtestanlage.
4. Die Anforderung bei der Eignungsprüfung nach DIN EN 15267-3 an den Korrelationskoeffizienten  $R^2$  der Kalibrierfunktion wurde nicht erfüllt.

Prüfbericht:

TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH, Köln

Bericht-Nr.: 936/21213182/A vom 31. März 2011

**Abbildung 42:** Bekanntgabebetext aus dem deutschen Bundesanzeiger vom 29 Juli 2011 (Banz. Nr. 113, Seite 2725, Kapitel I Nr. 1.1) für die Erstprüfung der Messeinrichtung 4500 MKIII

## 1.1 4500 MKIII für Staub

Hersteller:

Land Instruments International Ltd., Dronfield, Großbritannien

Eignung:

Für genehmigungsbedürftige Anlagen und Anlagen der  
27. BImSchV

Messbereiche in der Eignungsprüfung:

Komponente	Zerti- fizierungsbereich	zusätzliche Messbereiche			Einheit
		0-0,1	0-0,4	0-1,2	
Staub	0-0,2	0-0,1	0-0,4	0-1,2	Ext.

0-0,2 Ext.  $\triangleq$  15 mg/m<sup>3</sup> Staub bei 5 m Messweglänge

Softwareversionen: Control Software Version: 01.03.01

HI Software Version: 01.02.01

Einschränkung:

Die Messeinrichtung kann nur eingesetzt werden, wenn eine  
Unterschreitung des Taupunktes ausgeschlossen werden kann.

Hinweise:

1. Die Staubkonzentration wird im feuchten Abgas unter Betriebsbedingungen gemessen.
2. Das Wartungsintervall beträgt drei Monate.
3. Durch die Messweglänge von 5 m und dem bei der Kalibrierung ermittelten Messbereich von 15 mg/m<sup>3</sup> ergibt sich ein Produkt von 75 mg·m/m<sup>3</sup> an der Feldtestanlage.
4. Die Anforderung bei der Eignungsprüfung nach DIN EN 15267-3 an den Korrelationskoeffizienten R<sup>2</sup> der Kalibrierfunktion wurde nicht erfüllt.
5. Ergänzungsprüfung (Wartungsintervallverlängerung) zur Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 15. Juli 2011 (BAnz. S. 2725, Kapitel I Nummer 1.1).

Prüfbericht:

TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH, Köln

Bericht-Nr.: 936/21216966/A vom 15. September 2011

**Abbildung 43:** Bekanntgabertext aus dem deutschen Bundesanzeiger vom 23 Februar 2012 (Banz. Nr. 36, Seite 920ff.) für die Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung 4500 MKIII

**Tabelle 47:** Daten der Linearitätsprüfung Gerät 1 (Extinktion 0 – 0,2 Ext)

**Messgerät:** 4500 MKIII im Labortest  
**Komponente:** Staub (Zertifizierungsbereich = 0 - 0,2 Ext.)  
**Messdatum:** 12.04.2010 mit einem Durchgang

Uhrzeit		delta	Sollwert	1.	2.	3.	∅	∅
hh:mm		min	mA	mA	mA	mA	mA	Ext.
15:39		Start						
15:39	1		4,00	4,03	4,02	4,02	4,02	0,000
15:40	1		5,70	5,55	5,56	5,55	5,55	0,019
15:41	1		7,90	8,00	8,01	7,99	8,00	0,050
15:42	1		10,66	10,68	10,69	10,69	10,69	0,084
15:43	1		17,98	18,26	18,25	18,26	18,26	0,178
15:44	1		4,00	4,05	4,06	4,05	4,05	0,001

**Tabelle 48:** Daten der Linearitätsprüfung Gerät 2 (Extinktion 0 – 0,2 Ext)

**Messgerät:** 4500 MKIII im Labortest  
**Komponente:** Staub (Zertifizierungsbereich = 0 - 0,2 Ext.)  
**Messdatum:** 12.04.2010 mit einem Durchgang

Uhrzeit		delta	Sollwert	1.	2.	3.	∅	∅
hh:mm		min	mA	mA	mA	mA	mA	Ext.
17:38		Start						
15:39	1		4,00	4,01	4,00	4,01	4,01	0,000
15:40	1		5,70	5,52	5,53	5,52	5,52	0,019
15:41	1		7,90	7,97	7,94	7,94	7,95	0,049
15:42	1		10,66	10,64	10,66	10,64	10,65	0,083
15:43	1		17,98	18,22	18,24	18,19	18,22	0,178
15:44	1		4,00	4,01	4,03	4,00	4,01	0,000



**Tabelle 49:** Daten der Linearitätsprüfung Gerät 1 (Extinktion 0 – 0,1 Ext)

**Messgerät:** 4500 MKIII im Labortest  
**Komponente:** Staub (Zertifizierungsbereich = 0 - 0,1 Ext.)  
**Messdatum:** 14.04.2010 mit einem Durchgang

Gerät 1		1. Durchgang					
Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ Ext.
14:24	Start						
14:27	3	4,00	4,02	3,97	4,00	4,00	0,00
14:30	3	7,41	7,22	7,21	7,23	7,22	0,02
14:33	3	11,81	12,01	12,00	11,99	12,00	0,05
14:37	4	17,33	17,34	17,36	17,34	17,35	0,08
14:42	5	4,00	4,09	4,05	4,06	4,07	0,00

**Tabelle 50:** Daten der Linearitätsprüfung Gerät 2 (Extinktion 0 – 0,1 Ext)

**Messgerät:** 4500 MKIII im Labortest  
**Komponente:** Staub (Zertifizierungsbereich = 0 - 0,1 Ext.)  
**Messdatum:** 14.04.2010 mit einem Durchgang

Gerät 2		1. Durchgang					
Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ Ext.
16:39	Start						
16:42	3	4,00	4,03	4,01	4,02	4,02	0,00
16:45	3	7,41	7,30	7,24	7,27	7,27	0,02
16:47	2	11,81	11,95	11,92	11,96	11,94	0,05
16:49	2	17,33	17,32	17,33	17,35	17,33	0,08
16:51	2	4,00	4,06	4,06	4,07	4,06	0,00

**Tabelle 51: Daten der Linearitätsprüfung Gerät 1 (Extinktion 0 – 0,4 Ext)**

**Messgerät:** 4500 MKIII im Labortest  
**Komponente:** Staub (Zertifizierungsbereich = 0 - 0,4 Ext.)  
**Messdatum:** 12.04.2010 mit einem Durchgang

<b>Gerät 1</b>		<b>1. Durchgang</b>					
Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ Ext.
0:00	Start						
14:54	2	4,00	4,01	4,00	4,01	4,01	0,000
14:56	2	4,85	4,77	4,78	4,77	4,77	0,019
14:59	3	5,95	5,98	6,00	6,00	5,99	0,050
15:02	3	7,33	7,34	7,34	7,35	7,34	0,084
15:05	3	10,99	11,13	11,14	11,13	11,13	0,178
15:08	3	13,48	13,55	13,54	13,54	13,54	0,239
15:11	3	19,33	19,52	19,52	19,51	19,52	0,388
15:14	3	4,00	4,07	4,07	4,08	4,07	0,002

**Tabelle 52: Daten der Linearitätsprüfung Gerät 2 (Extinktion 0 – 0,5 Ext)**

**Messgerät:** 4500 MKIII im Labortest  
**Komponente:** Staub (Zertifizierungsbereich = 0 - 0,4 Ext.)  
**Messdatum:** 12.04.2010 mit einem Durchgang

<b>Gerät 2</b>		<b>1. Durchgang</b>					
Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ Ext.
0:00	Start						
16:53	2	4,00	3,99	4,00	3,99	3,99	0,000
16:56	3	4,85	4,74	4,74	4,75	4,74	0,019
16:58	2	5,95	5,95	5,98	5,96	5,96	0,049
17:00	2	7,33	7,30	7,32	7,30	7,31	0,083
17:02	2	10,99	11,10	11,09	11,11	11,10	0,178
17:04	2	13,48	13,40	13,39	13,40	13,40	0,235
17:06	2	19,33	19,47	19,46	19,45	19,46	0,387
17:08	2	4,00	4,00	3,99	3,99	3,99	0,000

**Tabelle 53:** Daten der Linearitätsprüfung Gerät 1 (Extinktion 0 – 1,2 Ext)

**Messgerät:** 4500 MKIII im Labortest  
**Komponente:** Staub (Zertifizierungsbereich = 0 - 1,2 Ext.)  
**Messdatum:** 13.04.2010 mit einem Durchgang

Gerät 1		1. Durchgang					
Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ Ext.
15:17	Start						
15:19	2	4,00	4,00	4,00	4,01	4,00	0,00
15:24	5	4,65	4,67	4,67	4,66	4,67	0,05
15:26	2	5,11	5,12	5,12	5,12	5,12	0,08
15:30	4	7,16	7,18	7,18	7,18	7,18	0,24
15:32	2	9,11	9,17	9,17	9,17	9,17	0,39
15:34	2	14,44	14,45	14,46	14,45	14,45	0,78
15:36	2	19,89	19,99	19,97	19,98	19,98	1,20
15:38	2	4,00	4,03	4,04	4,03	4,03	0,00

**Tabelle 54:** Daten der Linearitätsprüfung Gerät 2 (Extinktion 0 – 1,2 Ext)

**Messgerät:** 4500 MKIII im Labortest  
**Komponente:** Staub (Zertifizierungsbereich = 0 - 1,2 Ext.)  
**Messdatum:** 13.04.2010 mit einem Durchgang

Gerät 2		1. Durchgang					
Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ Ext.
15:45	Start						
15:45	1	4,00	4,02	4,00	4,00	4,01	0,00
15:46	1	4,65	4,66	4,66	4,66	4,66	0,05
15:47	1	5,11	5,11	5,11	5,10	5,11	0,08
15:48	1	7,16	7,14	7,13	7,14	7,14	0,24
15:49	1	9,11	9,15	9,16	9,15	9,15	0,39
15:50	1	14,44	14,43	14,44	14,43	14,43	0,78
15:51	1	19,89	19,97	19,99	19,98	19,98	1,20
15:52	1	4,00	4,01	4,00	4,00	4,00	0,00

**Tabelle 55: Daten der Klimaprüfung (Transmission 0 – 0,2 Ext.)**

**Messgerät:** 4500 MKIII im Labortest  
**Komponente:** Staub (Zertifizierungsbereich = 0 - 0,2 Ext.)  
**Messdatum:** 08.04.2010 bis 10.04.2010 mit einem Durchgang

Gerät 1		Nullpunkt				Soll Ext.	Referenzpunkt			
1. Durchgang Temperatur	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA		1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA
20	16:19	4,02	4,01	4,00	4,01	0,14	13,84	13,97	13,83	13,88
0	23:19	4,01	4,01	4,00	4,01	0,14	13,98	13,98	13,98	13,98
-20	06:19	3,99	4,01	4,00	4,00	0,14	13,99	13,99	13,99	13,99
20	20:19	4,02	4,02	4,03	4,02	0,14	13,97	13,98	13,98	13,98
50	03:19	4,15	4,15	4,17	4,16	0,14	13,95	13,97	13,95	13,96
20	11:19	4,01	4,00	3,99	4,00	0,14	13,96	13,98	13,98	13,97

Gerät 2		Nullpunkt				Soll Ext.	Referenzpunkt			
1. Durchgang Temperatur	Uhrzeit hh:mm	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA		1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA
20	16:19	4,01	4,00	3,99	4,00	0,14	15,33	15,34	15,32	15,33
0	23:19	3,92	3,93	3,92	3,92	0,14	15,35	15,35	15,34	15,35
-20	06:19	3,80	3,77	3,80	3,79	0,14	15,34	15,34	15,34	15,34
20	20:19	3,95	3,95	3,96	3,95	0,14	15,34	15,35	15,33	15,34
50	03:19	4,10	4,11	4,15	4,12	0,14	15,32	15,35	15,32	15,33
20	11:19	3,65	3,64	3,66	3,65	0,14	15,34	15,33	15,32	15,33

**Tabelle 56:** Daten der Kalibrierungen  
Einzelwerte der Kalibrierung zu Beginn und Ende des Feldtests,  
Zertifizierungsbereich 0 - 15 mg/m<sup>3</sup>  $\cong$  4 – 20 mA

**Messgerät:** 4500 MKIII im Feldtest  
**Komponente:** Staub (Zertifizierungsbereich = 0 - 15 mg/m<sup>3</sup>)

**1. Kalibrierung**

Nr.	Datum	Uhrzeit Beginn hh:mm	Dauer min	Volumen Gasuhr l	Luft- druck hPa	Temp. °C	Analyse Staub mg /Probe	SRM tpf mg/m <sup>3</sup>	Gerät 1 mA	Gerät 2 mA	Kanal- Messungen		
											F Vol.- %	T °C	p hPa
1	18.01.11	12:40	30	979	1013	31	4,5	2,3	7,13	7,08	20,0	214	1013
2	18.01.11	13:40	30	1093	1013	33	3,4	1,6	6,74	6,66	20,0	215	1013
3	18.01.11	14:42	30	1044	1013	33	3,9	1,9	7,46	7,21	20,0	215	1013
4	18.01.11	15:42	30	1068	1013	34	5,0	2,4	7,08	6,95	20,0	215	1013
5	18.01.11	16:50	30	1169	1013	34	4,2	1,8	6,34	6,22	20,0	217	1013
6	19.01.11	10:35	30	1122	1013	31	4,8	2,2	7,03	6,92	20,0	195	1013
7	19.01.11	11:35	30	886	1013	31	4,1	2,4	6,96	6,87	20,0	195	1013
8	19.01.11	13:07	30	1130	1013	32	4,1	1,9	6,46	6,35	20,0	195	1013
9	19.01.11	16:07	30	1143	1013	32	4,2	1,9	6,84	6,78	20,0	196	1013
10	20.01.11	09:53	30	1130	991	32	4,0	1,7	6,69	6,69	20,0	221	991
11	20.01.11	10:53	30	1111	991	33	4,5	2,0	7,47	7,52	20,0	221	991
12	20.01.11	11:54	30	1154	991	33	4,9	2,1	7,40	7,44	20,0	221	991
13	20.01.11	12:54	30	1203	991	33	6,9	2,8	7,27	7,32	20,0	221	991
14	20.01.11	13:54	30	1157	991	33	2,8	1,2	6,32	6,37	20,0	221	991
15	20.01.11	14:54	30	1107	991	33	2,8	1,3	6,35	6,31	20,0	221	991

**2. Kalibrierung**

Nr.	Datum	Uhrzeit Beginn hh:mm	Dauer min	Volumen Gasuhr l	Luft- druck hPa	Temp. °C	Analyse Staub mg /Probe	SRM tpf mg/m <sup>3</sup>	Gerät 1 mA	Gerät 2 mA	Kanal- Messungen		
											F Vol.- %	T °C	p hPa
1	14.03.11	16:44	30	1047	979	24	12,3	5,4	10,92	10,99	20,0	241	979
2	14.03.11	17:54	30	1048	979	23	14,6	6,4	11,82	11,80	20,0	243	979
3	15.03.11	11:15	30	984	979	25	11,3	5,4	12,92	12,82	20,0	233	979
4	15.03.11	13:17	30	1022	979	27	11,0	5,1	12,24	12,17	20,0	233	979
5	15.03.11	14:36	30	1071	979	28	15,7	7,0	14,62	14,54	20,0	234	979
6	15.03.11	16:36	30	1087	976	30	12,9	5,7	12,26	12,22	20,0	231	976
7	16.03.11	10:34	30	1167	976	23	10,1	4,1	11,11	10,88	20,0	227	976
8	16.03.11	11:34	30	1075	976	23	11,2	4,9	12,40	12,17	20,0	228	976
9	16.03.11	12:34	30	1064	976	24	11,7	5,2	12,84	12,61	20,0	229	976
10	16.03.11	13:34	30	1045	972	25	12,9	5,9	13,60	13,34	20,0	226	972
11	16.03.11	14:34	30	1045	972	26	10,9	5,0	12,49	12,28	20,0	229	972
12	16.03.11	15:34	30	1057	972	26	10,5	4,7	11,41	11,17	20,0	228	972
13	17.03.11	10:49	30	1007	970	24	8,5	4,0	10,47	10,35	20,0	227	970
14	17.03.11	11:49	30	1013	970	22	9,9	4,6	12,20	12,00	20,0	227	970
15	17.03.11	12:49	30	958	970	25	8,2	4,0	10,41	10,30	20,0	230	970

**Tabelle 57:** Daten der Kalibrierungen Einzelwerte der gemeinsamen Auswertung von 1. und 2. Kalibrierung Zertifizierungsbereich 0 - 15 mg/m<sup>3</sup>  $\cong$  4 - 20 mA

**Messgerät:** 4500 MKIII im Feldtest  
**Komponente:** Staub (Zertifizierungsbereich = 0 - 15 mg/m<sup>3</sup>)

**Gemeinsame Auswertung 1. und 2. Kalibrierung**

Nr.	Datum	Uhrzeit Beginn	Dauer min	Volumen Gasuhr l	Luft- druck hPa	Temp. °C	Analyse Staub mg /Probe	SRM tpf mg/m <sup>3</sup>	Gerät 1 mA	Gerät 2 mA	Kanal- Messungen		
											F Vol.- %	T °C	p hPa
1	18.01.11	12:40	30	979	1013	31	4,5	2,3	7,13	7,08	20,0	214	1013
2	18.01.11	13:40	30	1093	1013	33	3,4	1,6	6,74	6,66	20,0	215	1013
3	18.01.11	14:42	30	1044	1013	33	3,9	1,9	7,46	7,21	20,0	215	1013
4	18.01.11	15:42	30	1068	1013	34	5,0	2,4	7,08	6,95	20,0	215	1013
5	18.01.11	16:50	30	1169	1013	34	4,2	1,8	6,34	6,22	20,0	217	1013
6	19.01.11	10:35	30	1122	1013	31	4,8	2,2	7,03	6,92	20,0	195	1013
7	19.01.11	11:35	30	886	1013	31	4,1	2,4	6,96	6,87	20,0	195	1013
8	19.01.11	13:07	30	1130	1013	32	4,1	1,9	6,46	6,35	20,0	195	1013
9	19.01.11	16:07	30	1143	1013	32	4,2	1,9	6,84	6,78	20,0	196	1013
10	20.01.11	09:53	30	1130	991	32	4,0	1,7	6,69	6,69	20,0	221	991
11	20.01.11	10:53	30	1111	991	33	4,5	2,0	7,47	7,52	20,0	221	991
12	20.01.11	11:54	30	1154	991	33	4,9	2,1	7,40	7,44	20,0	221	991
13	20.01.11	12:54	30	1203	991	33	6,9	2,8	7,27	7,32	20,0	221	991
14	20.01.11	13:54	30	1157	991	33	2,8	1,2	6,32	6,37	20,0	221	991
15	20.01.11	14:54	30	1107	991	33	2,8	1,3	6,35	6,31	20,0	221	991
16	14.03.11	16:44	30	1047	979	24	12,3	5,4	10,92	10,99	20,0	241	979
17	14.03.11	17:54	30	1048	979	23	14,6	6,4	11,82	11,80	20,0	243	979
18	15.03.11	11:15	30	984	979	25	11,3	5,4	12,92	12,82	20,0	233	979
19	15.03.11	13:17	30	1022	979	27	11,0	5,1	12,24	12,17	20,0	233	979
20	15.03.11	14:36	30	1071	979	28	15,7	7,0	14,62	14,54	20,0	234	979
21	15.03.11	16:36	30	1087	976	30	12,9	5,7	12,26	12,22	20,0	231	976
22	16.03.11	10:34	30	1167	976	23	10,1	4,1	11,11	10,88	20,0	227	976
23	16.03.11	11:34	30	1075	976	23	11,2	4,9	12,40	12,17	20,0	228	976
24	16.03.11	12:34	30	1064	976	24	11,7	5,2	12,84	12,61	20,0	229	976
25	16.03.11	13:34	30	1045	972	25	12,9	5,9	13,60	13,34	20,0	226	972
26	16.03.11	14:34	30	1045	972	26	10,9	5,0	12,49	12,28	20,0	229	972
27	16.03.11	15:34	30	1057	972	26	10,5	4,7	11,41	11,17	20,0	228	972
28	17.03.11	10:49	30	1007	970	24	8,5	4,0	10,47	10,35	20,0	227	970
29	17.03.11	11:49	30	1013	970	22	9,9	4,6	12,20	12,00	20,0	227	970
30	17.03.11	12:49	30	958	970	25	8,2	4,0	10,41	10,30	20,0	230	970

**Tabelle 58:** Einzelwerte der Linearitätsuntersuchung zu Beginn des Feldtests

**Messgerät:** 4500 MKIII im Feldtest 1  
**Komponente:** Staub (Zertifizierungsbereich = 0 - 0,2 Ext.)  
**Messdatum:** 11.01.2011

**Gerät 1**

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ Ext.
13:04	Start						
13:06	2	4,00	4,03	4,02	4,02	4,02	0,000
13:09	3	6,88	6,87	6,88	6,87	6,87	0,036
13:12	3	8,80	8,70	8,73	9,12	8,85	0,061
13:15	3	13,12	13,14	13,14	13,15	13,14	0,114
13:18	3	20,00	19,80	19,80	19,77	19,79	0,197
13:21	3	4,00	4,03	4,05	4,02	4,03	0,000

**Gerät 2**

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ Ext.
12:37	Start						
12:39	2	4,00	3,99	4,00	4,00	4,00	0,000
12:42	3	6,88	6,93	6,90	6,91	6,91	0,036
12:45	3	8,80	8,82	8,80	8,82	8,81	0,060
12:48	3	13,12	13,14	13,18	13,17	13,16	0,115
12:51	3	20,00	19,86	19,83	19,83	19,84	0,198
12:54	3	4,00	4,00	4,02	4,00	4,01	0,000

**Tabelle 59:** Einzelwerte der Linearitätsuntersuchung am Ende des Feldtests

**Messgerät:** 4500 MKIII im Feldtest 2  
**Komponente:** Staub (Zertifizierungsbereich = 0 - 0,2 Ext.)  
**Messdatum:** 10.03.2011

**Gerät 1**

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ Ext.
17:26	Start						
17:28	2	4,00	4,00	4,02	4,00	4,01	0,000
17:31	3	6,88	6,84	6,87	6,85	6,85	0,036
17:34	3	8,80	8,73	8,71	8,71	8,72	0,059
17:37	3	13,12	13,02	13,05	13,05	13,04	0,113
17:40	3	20,00	19,81	19,80	19,81	19,81	0,198
17:43	3	4,00	4,03	4,00	4,00	4,01	0,000

**Gerät 2**

Uhrzeit hh:mm	delta min	Sollwert mA	1. mA	2. mA	3. mA	∅ mA	∅ Ext.
17:54	Start						
17:56	2	4,00	4,06	4,08	4,08	4,07	0,001
17:59	3	6,88	6,93	6,91	6,94	6,93	0,037
18:02	3	8,80	8,68	8,70	8,71	8,70	0,059
18:05	3	13,12	13,14	13,12	13,15	13,14	0,114
18:08	3	20,00	19,65	19,66	19,65	19,65	0,196
18:11	3	4,00	4,05	4,05	4,06	4,05	0,001



**Tabelle 60:** Daten der Standardabweichung am Nullpunkt

**Messgerät:** 4500 MKIII im Labortest Gerät 1  
**Komponente:** Staub (Zertifizierungsbereich = 0 - 0,2 Ext.)  
**Messdatum:** 12.04.2010

	Nullpunkt		
	Uhrzeit hh:mm:ss	Gerät 1 mA	Gerät 2 mA
<b>Start</b>	13:20:00	-	-
1	13:24:00	4,08	4,26
2	13:25:00	4,08	4,25
3	13:26:00	4,07	4,25
4	13:27:00	4,08	4,26
5	13:28:00	4,06	4,24
6	13:29:00	4,07	4,24
7	13:30:00	4,07	4,25
8	13:31:00	4,07	4,25
9	13:32:00	4,08	4,24
10	13:33:00	4,07	4,24
11	13:34:00	4,06	4,25
12	13:35:00	4,07	4,24
13	13:36:00	4,07	4,25
14	13:37:00	4,08	4,24
15	13:38:00	4,08	4,24
16	13:39:00	4,07	4,23
17	13:40:00	4,08	4,24
18	13:41:00	4,07	4,25
19	13:42:00	4,07	4,24
20	13:43:00	4,07	4,24

**Tabelle 61:** Daten der Standardabweichung am Referenzpunkt

**Messgerät:** 4500 MKIII im Labortest Gerät 1  
**Komponente:** Staub (Zertifizierungsbereich = 0 - 0,2 Ext.)  
**Messdatum:** 13.04.2010

	Referenzpunkt		
	Uhrzeit hh:mm:ss	Gerät 1 mA	Gerät 2 mA
<b>Start</b>	09:26:00	-	-
1	09:30:00	16,26	16,78
2	09:31:00	16,27	16,71
3	09:32:00	16,25	16,76
4	09:33:00	16,27	16,83
5	09:34:00	16,16	16,71
6	09:35:00	16,26	16,74
7	09:36:00	16,24	16,81
8	09:37:00	16,27	16,80
9	09:38:00	16,22	16,74
10	09:39:00	16,31	16,75
11	09:40:00	16,29	16,74
12	09:41:00	16,26	16,79
13	09:42:00	16,28	16,78
14	09:43:00	16,22	16,65
15	09:44:00	16,27	16,76
16	09:45:00	16,25	16,84
17	09:46:00	16,32	16,84
18	09:47:00	16,31	16,69
19	09:48:00	16,31	16,79
20	09:49:00	16,25	16,72

**Abbildung 44:** Anzeige der aktuellen Software-Version



## **10. Bedienungsanleitung**

# LAND



## *Modell 4500 Mk III*

### *Benutzerhandbuch*

Veröffentlichungsnummer 804546

Sprache: Deutsch

Ausgabe 5

Sept 2010



**Gesundheits- und Sicherheitsinformationen**

**Betrieb des Geräts**

Die Verwendung dieses Geräts in einer von Land Instruments International nicht vorgesehenen Weise kann gefährlich sein.

**Stromversorgung**

Vor der Arbeit an elektrischen Anschlüssen müssen alle Stromversorgungsleitungen zum Gerät unterbrochen werden. Alle Versorgungs- und Signalleitungen müssen genau in der im vorliegenden Handbuch beschriebenen Weise angeschlossen werden. Wenn Sie Hilfe benötigen, wenden Sie sich bitte an Land Instruments International.

**Gesichts- und Augenschutz**

Bei Arbeiten an heißen Behältern und Leitungen ist geeigneter Gesichts- und Augenschutz zu tragen. Besondere Sicherheitsvorkehrungen sind bei Arbeiten an Hochdruckleitungen zu treffen.

**Schutzkleidung**

Bei Arbeiten in der Umgebung heißer Behälter oder Leitungen ist stets Schutzkleidung zu tragen.

**Lagerung**

Das Gerät ist in seiner Verpackung an einem trockenen und geschützten Ort zu lagern.

**Entpacken**

Kontrollieren Sie die Verpackungen auf äußere Beschädigungen. Überprüfen Sie den Inhalt anhand der Packliste.

**Rücksendung beschädigter Ware**

**WICHTIG**

Sollten beim Transport Beschädigungen aufgetreten sein, sind das Transportunternehmen und der Lieferant umgehend davon in Kenntnis zu setzen. Die Verantwortung für Transportschäden trägt das Transportunternehmen und nicht der Lieferant.

Senden Sie ein beschädigtes Gerät KEINESFALLS selbständig an den Lieferanten zurück, da das Transportunternehmen in diesem Fall Reklamationen nicht anerkennt. Bewahren Sie stattdessen die Verpackung mit dem beschädigten Artikel zur Inaugenscheinnahme durch das Transportunternehmen auf.

**Rücksendung zur Reparatur**

Sollten Sie einen Artikel zur Reparatur einsenden müssen, wenden Sie sich an unseren Kundendienst. Dort erhalten Sie die erforderlichen Informationen zur korrekten Vorgehensweise.

Bitte senden Sie die Artikel an Land Instruments International in geeigneter Verpackung zurück, um Schäden während des Transports zu vermeiden.

Legen Sie Ihrer Rücksendung eine schriftliche Problembeschreibung sowie Ihren Namen und Ihre Kontaktinformationen wie Anschrift, Telefonnummer, E-Mail-Adresse usw. bei.

**Hinweis zum Heben von Lasten**

Für Gegenstände, die zu schwer sind, um manuell angehoben zu werden, sind geeignete Hebezeuge zu verwenden. Angaben zu den Gewichten finden Sie in den Technischen Spezifikationen. Bei allen Hebevorgängen sind die jeweils gültigen örtlichen Bestimmungen einzuhalten.

**Niederlassungen**

**Großbritannien - Dronfield**

Tel.: +44 (0) 1246 417691  
E-Mail: land.combustion@ametek.co.uk  
Web: [www.landinst.com](http://www.landinst.com)

**USA - Pittsburgh**

LAND AMETEK Process Instruments  
Tel.: +1 412-828-9040  
E-Mail: [combsales@ametek.com](mailto:combsales@ametek.com)  
Web: [www.ametek-land.com](http://www.ametek-land.com)

Eine vollständige Aufstellung unserer internationalen Niederlassungen finden Sie unter [www.landinst.com](http://www.landinst.com)

**Konstruktions- und Fertigungsstandards**



Das Qualitätsmanagementsystem von Land Instruments International ist nach BS EN ISO 9001 für die Konstruktion, die Herstellung und den Vor-Ort-Service von Geräten zur Verbrennungs- und Umweltüberwachung und zur kontaktlosen Temperaturmessung zertifiziert.



Das Qualitätsmanagementsystem von Land Instruments International Inc., USA ist nach ISO 9001 zertifiziert.



Dieses Gerät erfüllt die gültige EU-Richtlinie über Elektromagnetische Verträglichkeit 89/336/EWG und die EG-Niederspannungsrichtlinie 73/23/EWG.

Der Betrieb von Funkgeräten, Telefonen oder anderen elektrischen/elektronischen Geräten in der unmittelbaren Umgebung kann bei geöffneten Gehäusetüren am Gerät oder an den Peripheriegeräten zu Störungen und Fehlfunktionen führen, wenn die Strahlungsemissionen die EMV-Richtlinie überschreiten.

Wenn Veränderungen oder Zusätze an strukturellen, elektrischen, mechanischen oder pneumatischen Komponenten dieses Systems vorgenommen werden, kann die Schutzklasse dieses Produkts gemäß CE- und IP-Klassifizierungen ihre Gültigkeit verlieren. Solche Veränderungen könnten auch zum Verfall der Garantie führen.

**Abmessungen**

Sofern nicht anderweitig angegeben, erfolgen alle Maßangaben in Millimetern und Zoll.

**Copyright**

Dieses Handbuch wird in der vorliegenden Form als Hilfestellung für Besitzer eines Produkts von Land Instruments International bereitgestellt und enthält Informationen, die Eigentum von Land Instruments International sind. Die Handbuch darf ohne ausdrückliche schriftliche Einwilligung von Land Instruments International Ltd. weder in Teilen noch vollständig kopiert oder nachgedruckt werden.

© Copyright 2010 Land Instruments International.

**Zeichen und Symbole, die an den Geräten und in der Dokumentation verwendet werden**

-  Vorsicht, Gefahr von Stromschlägen.
-  Vorsicht, Möglichkeit der Gefährdung des Produkts, der Prozessabläufe oder der Umgebung. Sehen Sie im Handbuch nach.
-  Vorsicht, heiße Oberfläche.
-  Dieses Teil oder Material kann recycelt werden.
-  Dieses Teil oder Material ist entsprechend der Richtlinie über Elektro- und Elektronik-Altgeräte nach den örtlichen Vorschriften zu entsorgen.
-  Schutzleiteranschluss.
-  Beachten Sie die Vorsichtsmaßnahmen für den Umgang mit elektrostatisch gefährdeten Bauelementen.





## Inhalt

A1	Allgemeine Beschreibung	A-1
A2	Einbauzeichnung	A-3
A3	Einbauanleitung	A-4
A4	Hilfsfunktionseinheit (AFU) und Hilfsstromversorgung (APS)	A-17
B1	Erste Schritte	B-1
B2	Periodische Betriebsmodi	B-20
C1	Theoretisches zu Betrieb und Anwendung	C-1
C2	Anforderungen der Umweltgesetzgebung	C-6
C3	Physikalische Grundlagen	C-7
C4	Systemspezifikationen	C-10
C5	Wartung	C-14
C6	Konfigurationsprotokoll	C-22
D1	Optionale Ein- und Ausgabemodule für AFU	D-1



## A1 Allgemeine Beschreibung

Das Gerät zur kontinuierlichen Trübungsmessung (Continuous Opacity Monitoring System = COMS) Modell 4500 MkIII von Land Instruments International misst die Trübung anhand des Durchgangs eines Lichtstrahls durch Rauchgase.

Ein interner Mikroprozessor berechnet die Staubdichte und andere Parameter.

Das Modell 4500 MkIII ist für kontinuierlichen Betrieb unter allen Wetterbedingungen ausgelegt. Die Wartungsanforderungen sind minimal.



Transceiver	Enthält alle wichtigen elektronischen und elektro-optischen Bauteile.
Retroreflektor	Enthält einen Winkelreflektor.
Luftspülsystem	Eine kontinuierliche Versorgung mit Spülluft ist erforderlich, um zu verhindern, dass Staub und korrosive Gase das optische System beeinträchtigen. Für spezifische Anforderungen sind elektrische Einzel- und Doppelgebläse oder mit Druckluft betriebene Geräte lieferbar. Als vorläufiger Schutz bei einem Ausfall der Luftspülung können automatische Schnellschlussklappen angebracht werden.

## Stromversorgung

Das Modell 4500 MkIII wird mit 24 V Gleichspannung betrieben.

## Analogausgang

Das Staub- und Trübungsmessgerät Modell 4500 MkIII verfügt über einen Stromschleifenausgang, der auf eine der folgenden vier Funktionen eingestellt werden kann:

Opacity (Trübung)

Dust (Staub)

Constant Current (Konstantstrom)

Optical Density (Optische Dichte)

Die Ausgabe kann auf 'TRACK' (Fortführen) oder 'HOLD' (Beibehalten) des Messsignals während der Messprogramme eingestellt werden. Wenn 'TRACK' eingestellt ist, wird das Messsignal während der Kalibrierung fortlaufend ausgegeben. Wenn 'HOLD' eingestellt ist, verharrt das Messsignal auf dem letzten vor der Kalibrierung aufgezeichneten Wert, bis die Kalibrierung abgeschlossen ist.

## Relaisausgänge

Auf dem Bedienfeld des 4500 MkIII befinden sich drei LEDs, die den Betrieb der folgenden Relaisausgänge anzeigen:

SYSTEM OK

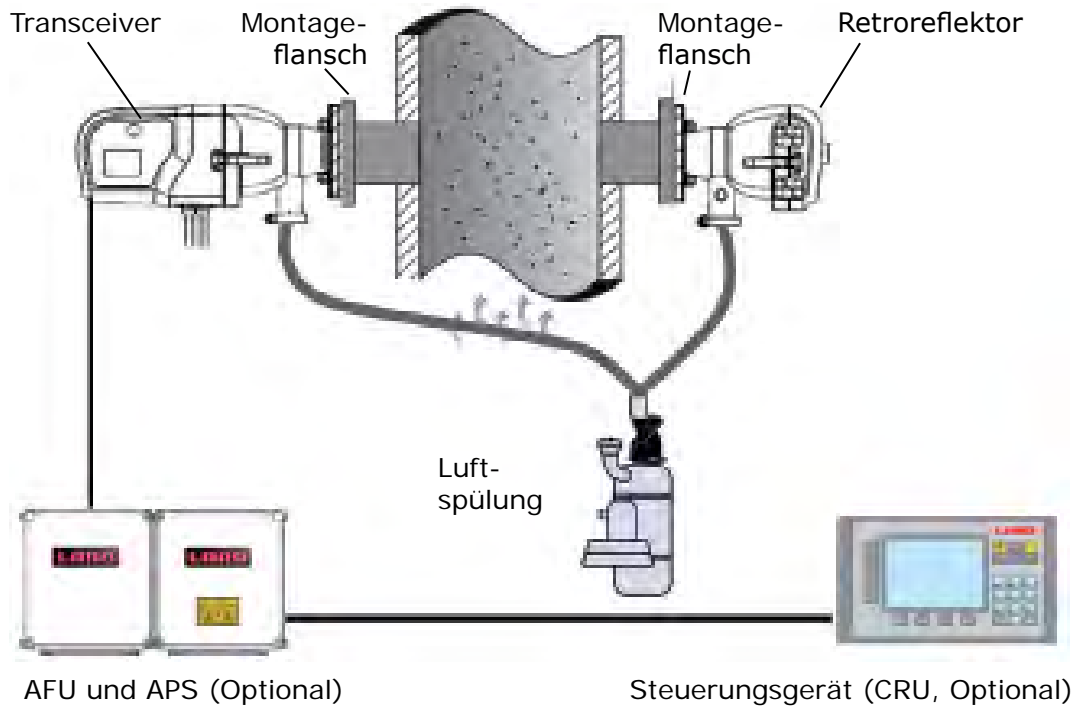
CALIBRATION (Kalibrierung)

ALARMS (Alarmer)

## Betrieb mit Computer

Das Staub- und Trübungsmessgerät Modell 4500 MkIII kann über eine RS232- oder eine RS485-Modbus-Schnittstelle an einen Computer oder ein Datenerfassungssystem angeschlossen werden.

## A2 Einbauzeichnung



Typisches Staub- und Trübungsmesssystem Modell 4500 MkIII mit vollständig installierten Komponenten

### Wichtig

Falls das Gebläse **nicht** über eine APS versorgt wird (wie in Abschnitt A4 beschrieben), muss ein externer Trennschalter mit Überstromschutz in die Gebläsespeisung integriert werden.

## A3 Einbauanleitung

### A3-1 Installations-Checkliste

- 1 Wählen Sie die Einbauposition.
- 2 Bauen Sie die Montageflansche ein.
- 3 Bauen Sie das Gebläse (die Gebläse) für die Spülluftversorgung ein. Ausführliche Hinweise hierzu finden Sie im Benutzerhandbuch des Gebläses.



#### **Vorsicht - Geräte könnten beschädigt werden.**

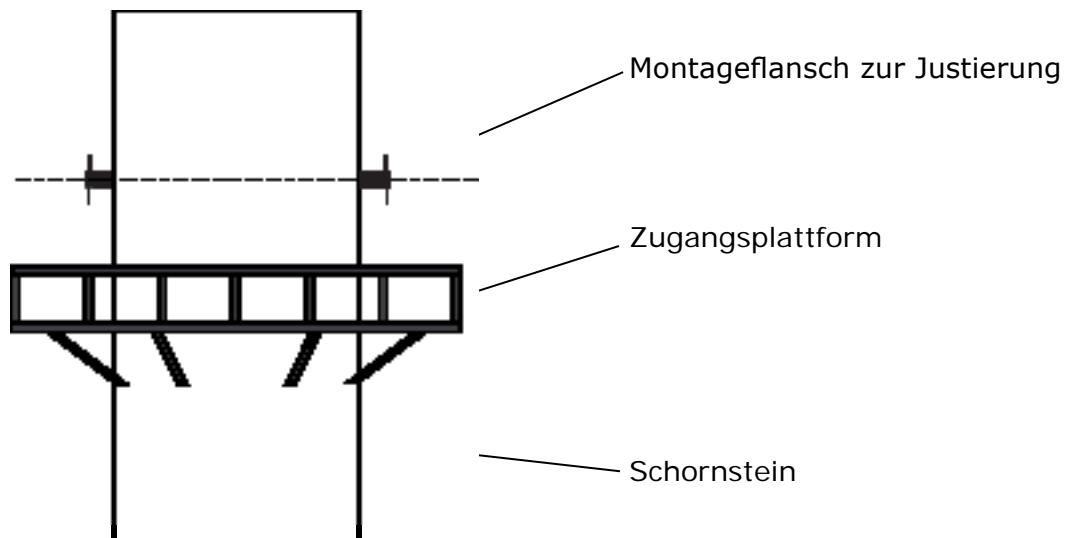
Die Spülluftversorgung muss angeschlossen und betriebsbereit sein, bevor der Transceiver und der Retroreflektor eingebaut werden.

- 4 In die Stromversorgung des Gebläses muss ein externer Leitungsschutzschalter mit Überstromschutz oder ein Trennschalter mit Sicherung eingebaut werden.
- 5 Verlegen Sie alle Signal- und Stromversorgungskabel.
- 6 Schließen Sie die Gebläse an die Stromversorgung an.
- 7 Schließen Sie die Geräte an die Stromversorgung und die Signalleitungen unter Verwendung der mitgelieferten vorkonfektionierten 5-m-Kabel an.
- 8 Schalten Sie das Luftspülsystem ein.
- 9 Bauen Sie den Transceiver und den Retroreflektor ein. Denken Sie daran, dass die Spülluftzufuhr von den Gebläsen angeschlossen sein muss, bevor die Montage an den Flanschen erfolgen kann.
- 10 Schalten Sie das Gerät ein und kalibrieren Sie es.

## A3-2 Auswahl der Einbauposition

**Die Position der Montageflansche hängt vom verwendeten Gebläsetyp ab. Konsultieren Sie dazu das Handbuch des Gebläses.**

- 1 Bei Neuanlagen sollte der Einbauort des Transceivers bereits während der Entwicklungsphase geplant werden. Bei bereits bestehenden Anlagen kommt es darauf an, den bestmöglichen Einbauort auszuwählen. Der Transceiver sollte so montiert werden, dass er eine repräsentative Staubkonzentration im Durchmesser des Schornsteins oder des Luftkanals ermitteln kann.
- 2 Wenn mit dem Messgerät die Einhaltung von US-Grenzwerten sichergestellt werden soll, ist ein Einbauort entsprechend den Einbauspezifikationen der US-Umweltbehörde EPA (40 CFR 60, Anhang B, Spezifikation 1) oder ein direkt von der zuständigen Behörde abgenommener Einbauort zu wählen. In Europa ist der Einbauort entsprechend EN15259 zu wählen.
- 3 Am Einbauort sollte ein möglichst starker Unterdruck, z. B. Schornsteinzug vorhanden sein.
- 4 Der Montagebereich muss über einen sicheren Laufgang verfügen. Falls erforderlich, muss eine ausreichend große und begehbare Plattform errichtet werden.
- 5 Die Umgebungstemperatur muss zwischen  $-40\text{ °C}$  und  $+55\text{ °C}$  liegen. Eventuell müssen Vorrichtungen zur Heizung, Belüftung oder Abschattung angebracht werden, damit die Temperatur innerhalb der angegebenen Grenzwerte verbleibt.
- 6 Sollte die Wandstärke des Abluftkanals nicht ausreichen, um das Gewicht des Geräts zu tragen, sind zusätzliche Verstärkungen anzubringen.
- 7 Die Montageflansche sind so anzubringen, dass Transceiver und Retroreflektor einander auf einer durch das Zentrum des Schornsteins oder Abluftkanals verlaufenden Linie genau gegenüber liegen. Da in den meisten Fällen ein senkrechter Schornstein vorliegt, muss die gemeinsame Achse der beiden Flansche waagrecht verlaufen und den Gasstrom im rechten Winkel schneiden.



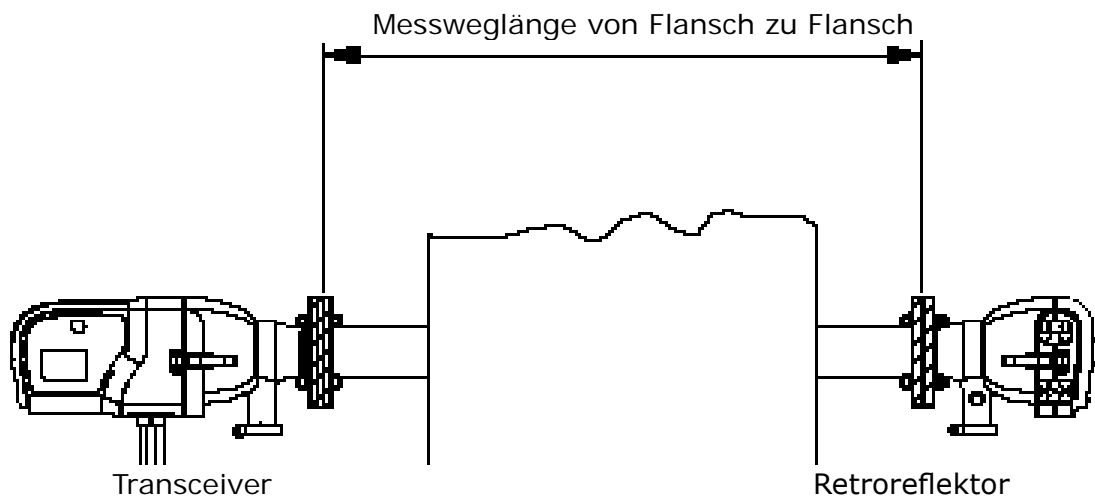
### A3-3 Einhaltung der Messweglänge beim Einbau

Die Messweglänge ist definiert als Abstand zwischen den beiden äußeren Flächen der am Schornstein oder Abluftkanal angebrachten Montageflansche.

**Der Wert der Messweglänge ist bei der Bestellung anzugeben, damit das Gerät werkseitig darauf justiert werden kann.**

Diese Messweglänge (Path length) ist auf der Rückseite des Transceivers angegeben.

Im Ergebnis der Schweiß- und Ausrichtungsarbeiten darf sich die Messweglänge zwischen den Flanschen um maximal  $\pm 1\%$  verändern, da ansonsten die Genauigkeit der Messwerte beeinträchtigt werden kann.

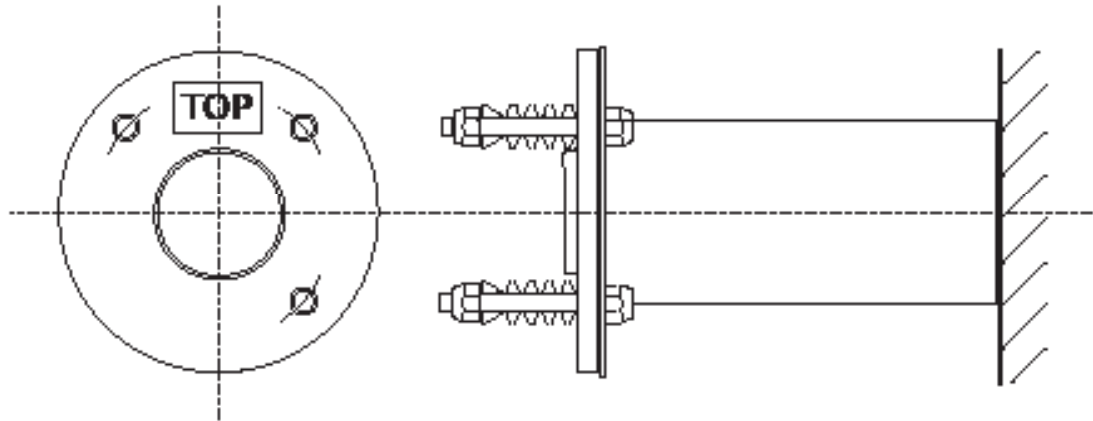


### A3-4 Einbau der Montageflansche

Das Modell 4500 MkIII verfügt über zwei Montageflansche mit Distanzstücken (Muffen), die dazu dienen, das Transmissometer am Schornstein oder am Luftkanal zu montieren.

- 1 Jede Muffe ist 128 mm (5,04") lang. Justieren Sie die Muffen so, dass die Messstrecke die korrekte Länge hat.
- 2 Kennzeichnen Sie die Mitte jedes Montageflansches genau am Schornstein und stanzen Sie eine Markierung durch die Verkleidung in die Auskleidung im Inneren des Schornsteins.
- 3 Schneiden Sie auf beiden Seiten des Schornsteins ein ausreichend großes Loch in die Verkleidung, sodass die Montageflansche an den Schornstein angeschweißt werden können.
- 4 Schneiden Sie eine Öffnung an der zuvor angebrachten Markierung in den Schornstein, wo der Transceiver montiert werden soll.
- 5 Am Einbauort des Retroreflektors bringen Sie eine Vorbohrung von 6 bis 12 mm Durchmesser ein.





- 6 Bringen Sie den Montageflansch für den Transceiver mit der Beschriftung "TOP" in die 12 Uhr-Position und fixieren Sie ihn mit einigen Schweißpunkten.

**Die exakte Ausrichtung des Flansches in dieser Phase ist entscheidend für den Betrieb des Gerätes. Wenn der Flansch nicht parallel zum Schornsteinwand positioniert wird, kann das Instrument nicht korrekt ausgerichtet werden.**

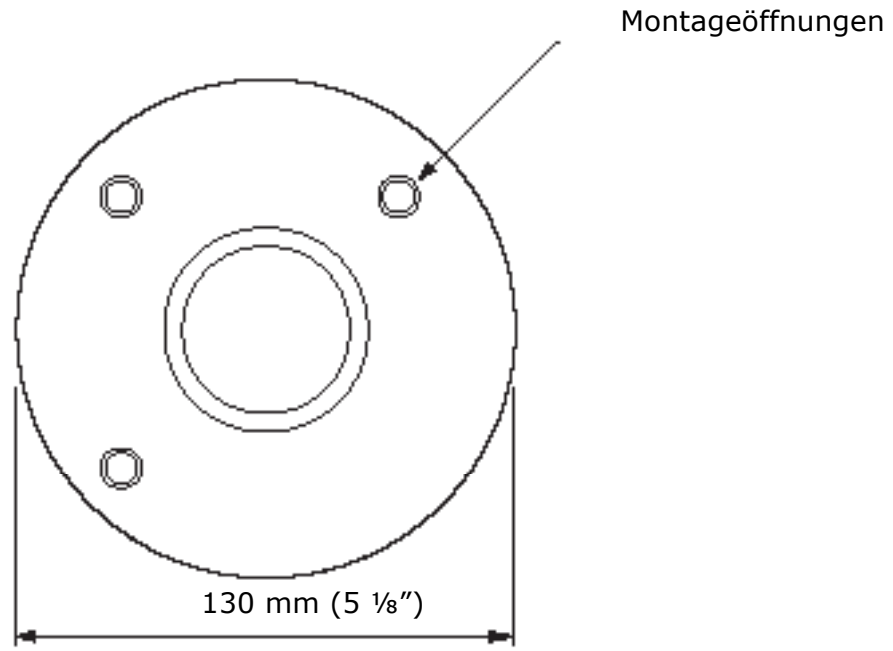
- 7 Schneiden Sie eine Öffnung um die Vorbohrung des Retroreflektors herum, die groß genug ist, um später das Anschweißen der Außenseite des Flanschstützens zu ermöglichen. Die Platte des Montageflansches muss parallel zur Schornsteinwand ausgerichtet sein.
- 8 Bei einer kurzen und leicht zugänglichen Messweglänge (unter 2 m) können die Flansche mit Hilfe eines geraden Rohrstücks ausgerichtet werden.
- Schieben Sie das Rohr durch beide Flansche. Stellen Sie sicher, dass die Messweglänge von Flansch zu Flansch nicht mehr als  $\pm 1\%$  von dem festgelegten Wert abweicht.
  - Fixieren Sie den Montageflansch des Retroreflektors mit Schweißpunkten.
  - Führen Sie die notwendigen Korrekturen am Montageflansch des Transceivers durch, um sicherzustellen, dass die Ausrichtung zwischen den beiden Flanschen eingehalten wird. Schweißen Sie den Flansch fest.
  - Schweißen Sie nach abschließenden Korrekturen auch den Flansch des Retroreflektors endgültig fest.

**Wenn der Durchmesser des Schornsteins zu groß ist (über 2 m), um ein Rohr zum Ausrichten zu verwenden, können Sie bei Land ein optisches Werkzeug zum Ausrichten der Flansche beziehen (Teilenummer 703.070). Für weitere Informationen wenden Sie sich bitte an Land Instruments.**

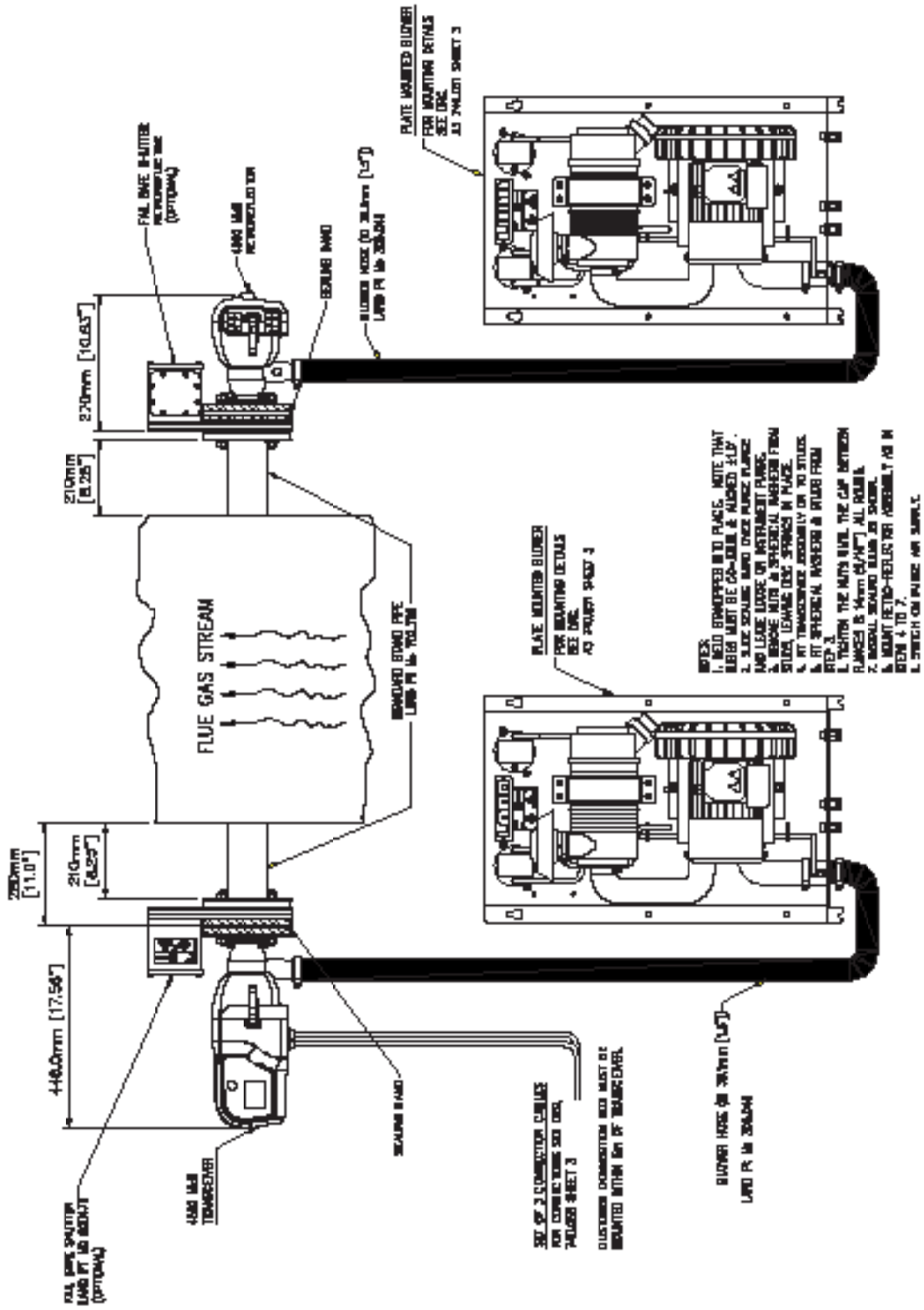
### A3-5 Montagedetails

#### Montageöffnungen für die Luftspülvorrichtung

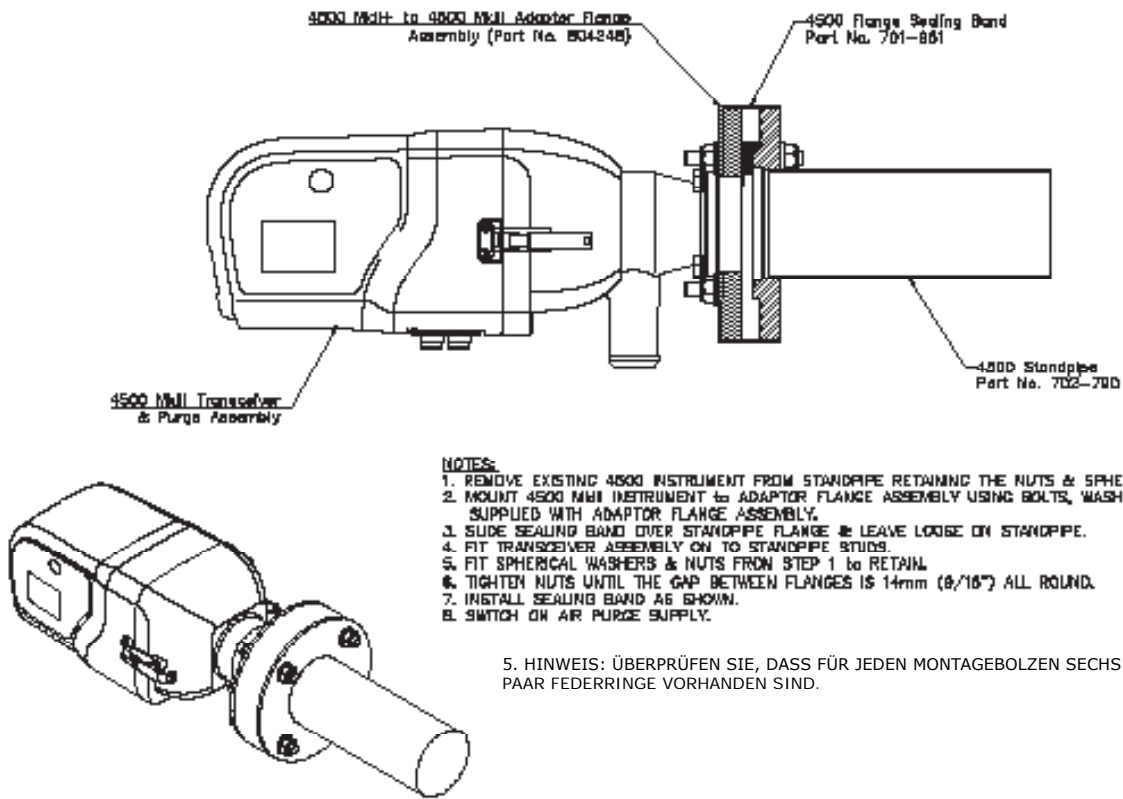
Die Luftspülvorrichtung muss am Montageflansch befestigt werden. Sie hat drei Montageöffnungen zur Aufnahme der Montagebolzen des Steigrohrs.



Vorderansicht der Luftspülvorrichtung mit Montageöffnungen



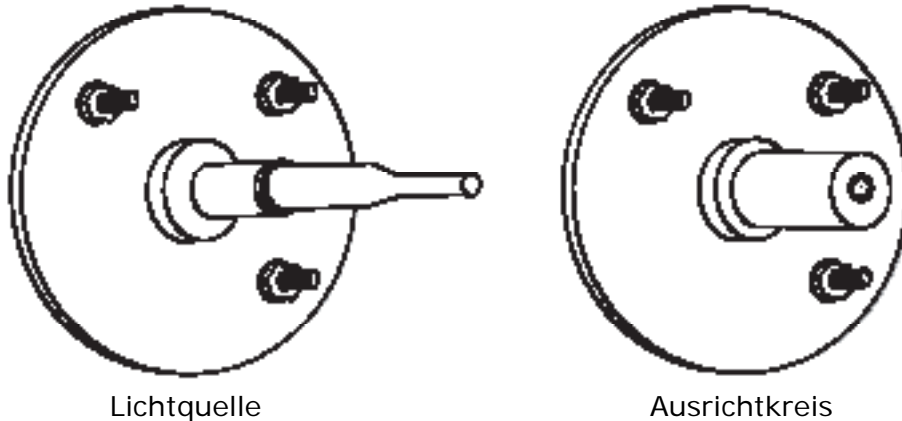
4500 MKIII Systemübersicht



Anbau eines 4500 MkIII-Geräts an vorhandenen Befestigungen eines 4500er Geräts

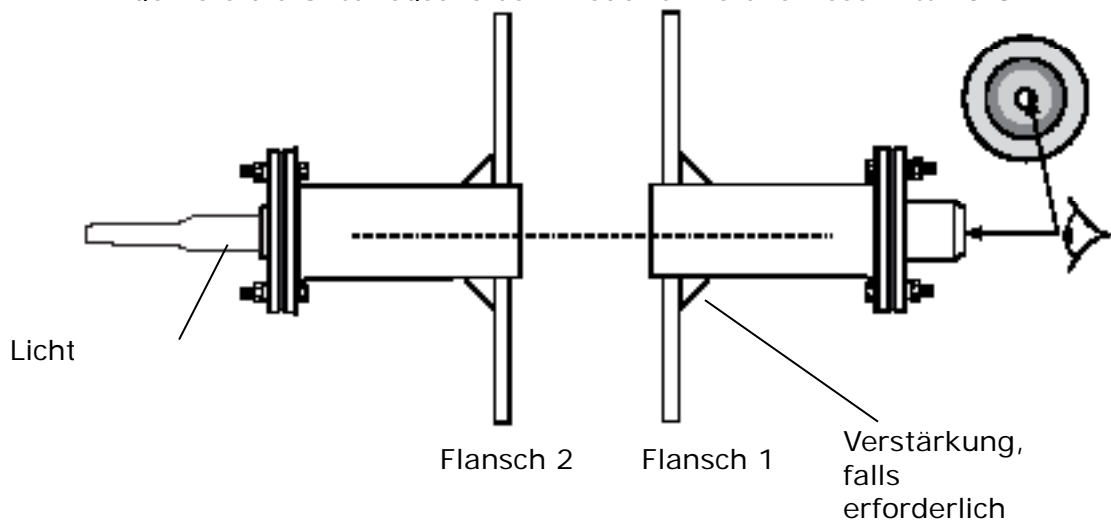
### A3-6 Verwendung des Flanschausrichtwerkzeugs

Das Flanschausrichtwerkzeug (Teilenummer 703.070) besteht aus zwei Platten, die auf die Flansche montiert werden. Eine Platte trägt eine Lichtquelle, auf der anderen befindet sich ein kleines Teleskop mit einer Zielscheibe in der Mitte. Wenn die Flansche korrekt ausgerichtet sind, befindet sich der Lichtpunkt im Zentrum der Zielscheibe.

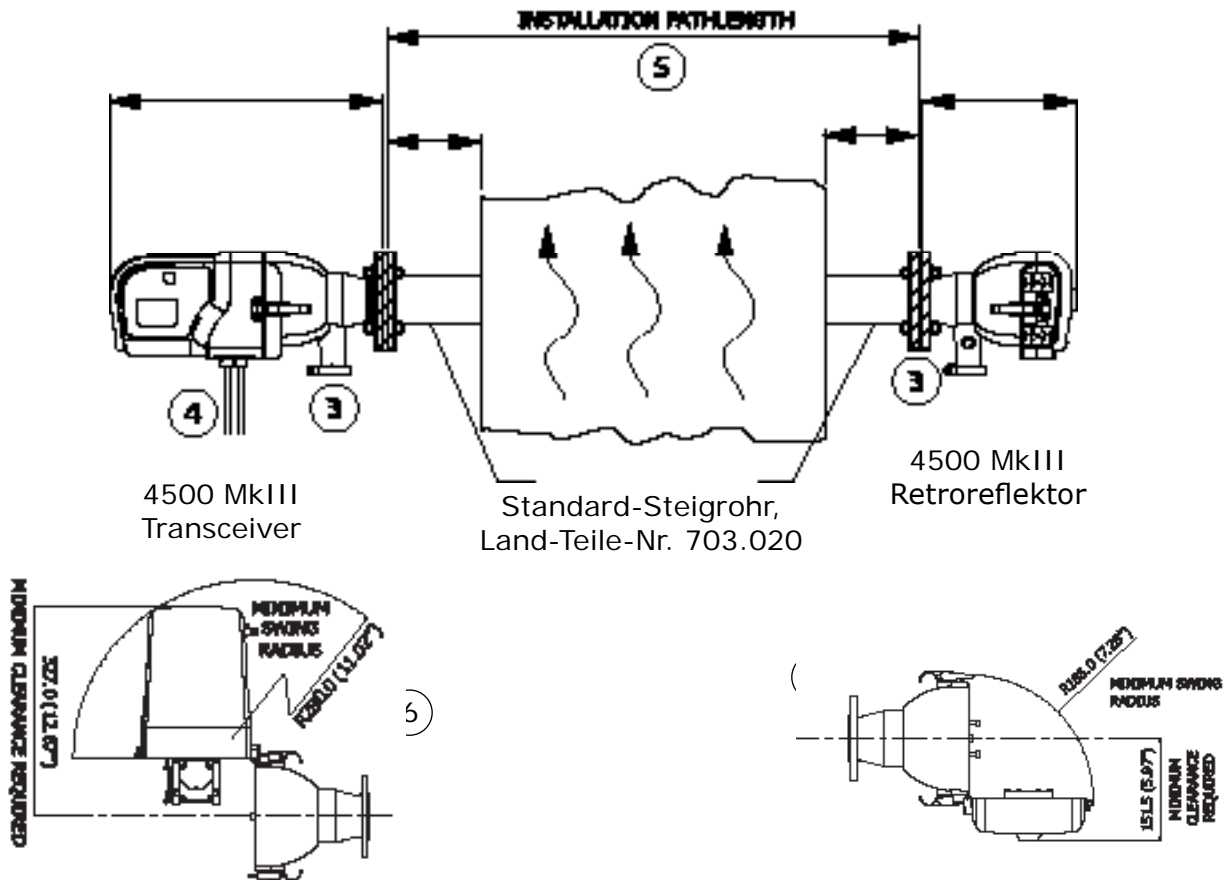


Das Flanschausrichtwerkzeug wird in folgender Weise verwendet:

- 1 Entfernen Sie die Unterlegscheiben von den Montageflanschen und bewahren Sie sie sicher auf, da sie anschließend für den korrekten Einbau des Geräts benötigt werden.
- 2 Fixieren Sie die Flansche mit Schweißpunkten.
- 3 Bringen Sie das Flanschausrichtwerkzeug wie unten gezeigt an. Die Lichtquelle befindet sich dabei an Flansch 2.
- 4 Richten Sie Flansch 1 aus und schweißen Sie ihn endgültig fest.
- 5 Bauen Sie das Flanschausrichtwerkzeug ab und befestigen Sie es zusammen mit der Lichtquelle an Flansch 1.
- 6 Richten Sie Flansch 2 aus und schweißen Sie ihn endgültig fest.
- 7 Bringen Sie die Unterlegscheiben wieder an. Siehe Abschnitt A3-8.



### A3-7 Wichtige Informationen zum Einbau des Transceivers und des Retroreflektors

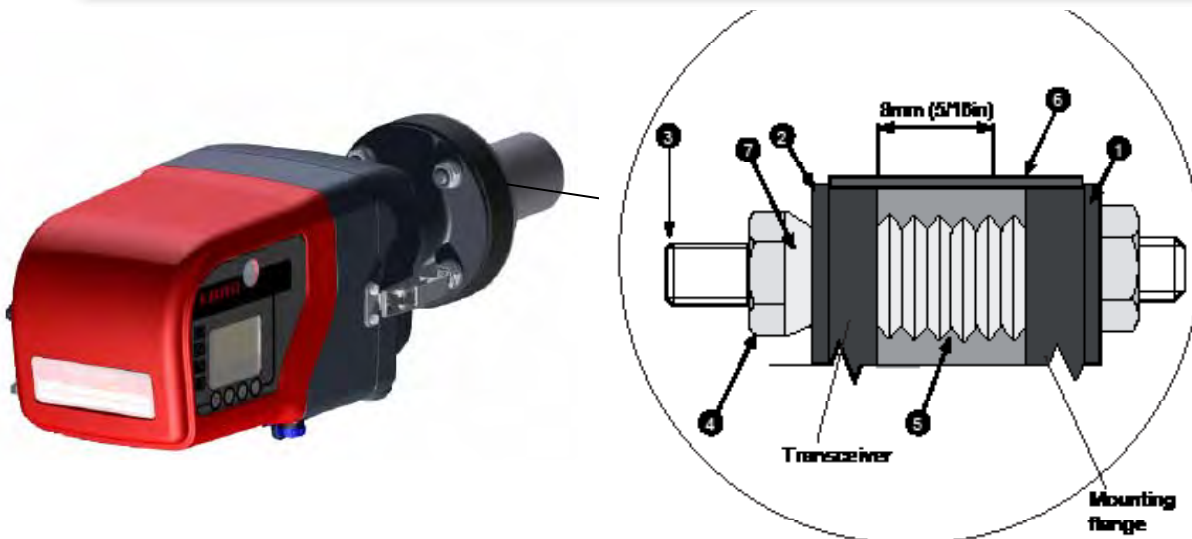


- 1 Prüfen Sie vor dem Einbau sorgfältig die Abmessungen.
  - a Lassen Sie mindestens 1 m Abstand für die Montage und das Entfernen von Komponenten.
  - b Lassen Sie mindestens 200 mm Abstand direkt unter dem Gerät für die Anschlüsse für Spülluft (3) und Stromversorgung (4).
  - c Lassen Sie seitlich der Instrumente ausreichend Platz zum Öffnen der Klappen (6 und 7).
  - d Informieren Sie sich im Handbuch der Gebläseeinheit über mögliche weitere Einbauanforderungen.
- 2 Die Luftschläuche zwischen der Gebläseeinheit (siehe Zeichnung in Abschnitt A2) und den beiden Anschlüssen am Gerät (3) dürfen nicht länger als 7 m sein.
- 3 Die Messweglänge von Flansch zu Flansch (5) ist werkseitig voreingestellt und darf nicht verändert werden. Der Wert ist auf der Rückseite des Transceivers angegeben.
- 4 Vorkonfektionierte Strom- und Datenkabel von 5 m Länge sind im Lieferumfang des Geräts enthalten.

### A3-8 Montage des Transceivers und des Retroreflektors

- 1 Der Einbau sollte möglichst erfolgen, wenn die Anlage nicht in Betrieb und der Schornstein kalt ist.
- 2 Das Luftgebläse muss in Betrieb und an den Transceiver und den Retroreflektor angeschlossen sein, bevor das Gerät an die Flansche montiert wird.
- 3 Überprüfen Sie, ob zu jedem Montagebolzen sechs Paar wie dargestellt angebrachte Federringe (5) vorhanden sind. Diese wurden möglicherweise entfernt, falls das Flanschausrichtwerkzeug verwendet wurde. Beim Standardflansch 703.020 gehören vier Paar Federringe zu jedem Montagebolzen.

**Hinweis:** Falls das 4500 MkIII als Ersatz für ein 4500M MkII eingebaut oder mit einer Schnellschlussklappe betrieben wird, kommt ein Montageflansch (702.790) zum Einsatz. Für diesen werden sechs Paar Federringe auf jedem Montagebolzen benötigt.



- 4 Bringen Sie ein Gummidichtungsband über den Montageflanschen für den Transceiver und den Retroreflektor an. Das ist nur möglich, solange das Gerät noch nicht am Flansch montiert ist.
- 5 Entfernen Sie die drei M10-Muttern (4) und Zentrierringe (7) vom Montageflansch (1) und setzen Sie den Transceiver (2) auf die Bolzen (3) auf.
- 6 Bringen Sie die selbst sichernden Muttern (4) und die Zentrierringe (2) wieder an und ziehen Sie sie fest. Drücken Sie dabei die Federringe (5) so weit zusammen, bis die Breite des Spalts zwischen den beiden Flanschen am gesamten Umfang 8 mm beträgt. Ziehen Sie anschließend das Dichtungsband (6) über den Spalt.
- 7 Bauen Sie den Retroreflektor auf die gleiche Weise ein.

#### Wichtig

Wenn das Gerät in Position gebracht wird, sollten die Gehäuseverschlüsse abgedeckt oder mit Klebeband gesichert werden, um ein unbeabsichtigtes Öffnen zu vermeiden.

## **A3-9 Elektrische Anschlüsse**

Alle Schaltschränke, Verteilerkästen, Sicherungen und sonstigen Komponenten für die elektrische Installation sind ebenso wie die Anschlüsse der Netzstromversorgung vom Kunden bereitzustellen. Die Installation darf nur von qualifizierten Mitarbeitern durchgeführt werden und die Dimensionierung der verwendeten Kabel muss den auftretenden Stromstärken und der Nennspannung entsprechen.

### **Gebläseanschlüsse**

Konsultieren Sie das Handbuch, das mit der Gebläseeinheit geliefert wurde.

### **Gleichstromversorgung**

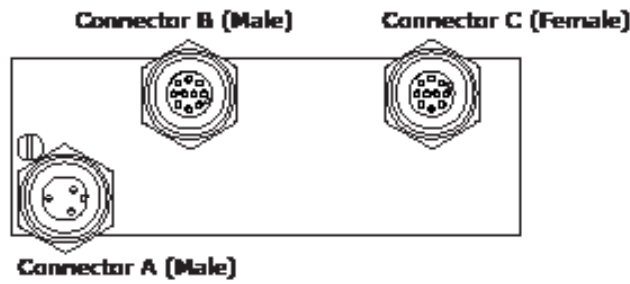
Das 4500 MkIII benötigt eine 24-V-Gleichspannungsversorgung. Die Stromaufnahme beträgt 0,25 A ohne Gehäuseheizung oder 2,25 A mit Gehäuseheizung (für den Betrieb bei Temperaturen unter -20 °C).

### **Signalanschlüsse**

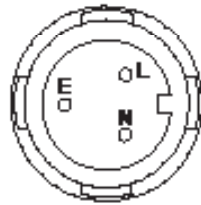
Transceiver-Datenkabel (Siehe Abbildungen unten)



A3-10 Transceiver-Anschlüsse



**Connector A**



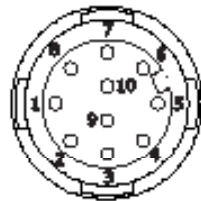
Pin N <sup>o</sup>	Colour	Function
L	Red	+24 V dc
N	Blue	0 V
E	Screen	Screen

**Connector B**



Pin N <sup>o</sup>	Colour	Function
1	Red	In Cal Relay NO
2	Blue	Alarm Relay COM
3	White	Alarm Relay NO
4	Yellow	CLOP Out Pos
5	Green	CLOP Out Neg
6	Screen	Screen
7	N/C	N/C
8	Black	In Cal Relay COM
9	Brown	Alarm Relay NC
10	Violet	In Cal Relay NC

**Connector C**

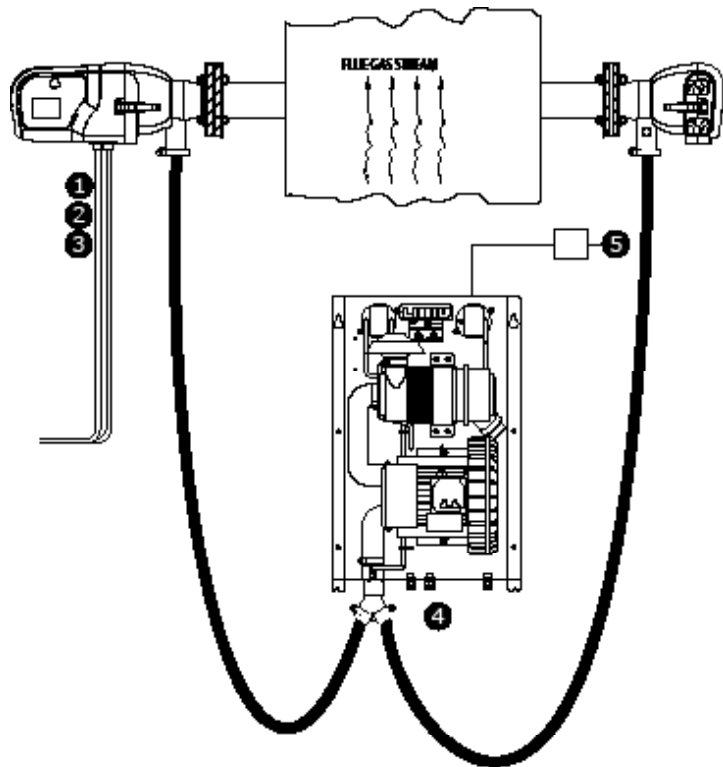


Pin N <sup>o</sup>	Colour	Function
1	Screen	Screen
2	N/C	N/C
3	Red	Sys OK Relay COM
4	Blue	Sys OK Relay NO
5	Green	RS485 D1
6	Yellow	RS485 D0
7	N/C	N/C
8	N/C	N/C
9	White	Sys OK Relay NC
10	Black	RS485 COM

### A3-11 Kabelspezifikationen

Von Land empfohlene Kabeltypen.

Überblick elektrische Anschlüsse	Anzahl der Adern	Aderquerschnitt mm <sup>2</sup>	Adergröße Litze/DM	Adergröße AWG	Abgeschirmt	Gestellt von
1	3	0,5	16/0,2	22	Ja	LAND
2	8	0,25	7/0,2	24	Ja	LAND
3	8	0,25	7/0,2	24	Ja	LAND
4	4	0,5 bis 1,5	16/0,2 bis 30/0,2	22 bis 16	Nein	Kunde
5	3	1,0	32/0,2	18	Nein	Kunde



## A4 Hilfsfunktionseinheit (AFU) und Hilfsstromversorgung (APS)

### A4-1 Beschreibung

Die Hilfsfunktionseinheit (AFU) stellt zusätzliche Kommunikations- und Steuerfunktionalität für das Modell 4500 MkIII bereit:

- 2 Stromschleifenausgänge, 4-20 mA, isoliert
- 2 Alarmrelais
- 4 Status- und Kalibrierungsrelais
- 4 Gebläsestatuseingänge
- 4 Statuseingänge für Schnellschlussklappen
- 2 Steuerausgänge für Schnellschlussklappen
- 4-adriger Modbus-Anschluss
- RS232- oder RS485-Diagnoseanschluss
- Netzanschluss 110 V oder 230 V Wechselstrom (bei einfachen oder erweiterten APS)
- Schutzschalter und Anschlussklemmen für die Wechselstromverteilung (bei erweiterten APS)

Die AFU ist mit dem Transceiver über den RS485-Modbus-Anschluss verbunden. Bis zu vier AFUs können als Kette mit demselben Transceiver verbunden werden.

Die Hilfsstromversorgung (APS1) enthält eine 24 V-Gleichstromversorgung für AFU und/oder Transceiver. Sie benötigt einen Netzanschluss im Bereich von 90 bis 132 oder 187 bis 260 V Wechselspannung bei 50 bis 60 Hz. Der Eingangsspannungsbereich wird automatisch gewählt.

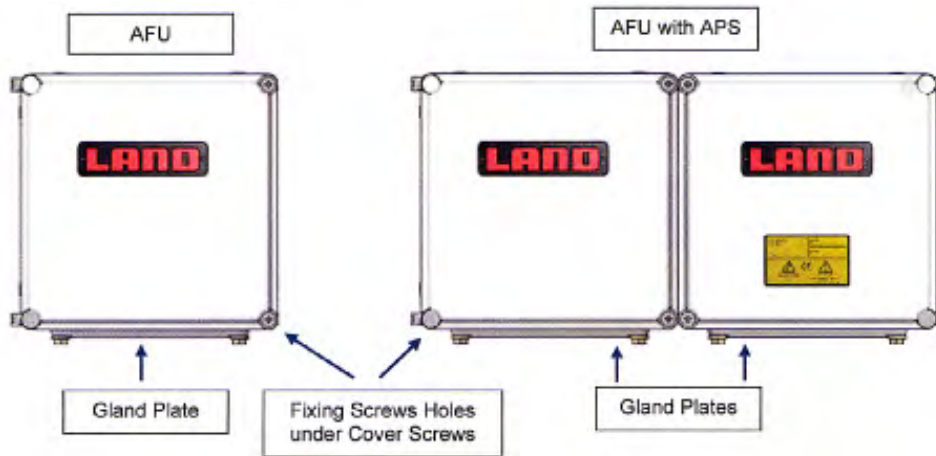
Die erweiterte APS2 enthält außerdem Schutzschalter und Anschlussklemmen für die Versorgung von zwei Gebläsen und zwei Schnellschlussklappen mit Wechselspannung.

### A4-2 Einbauort

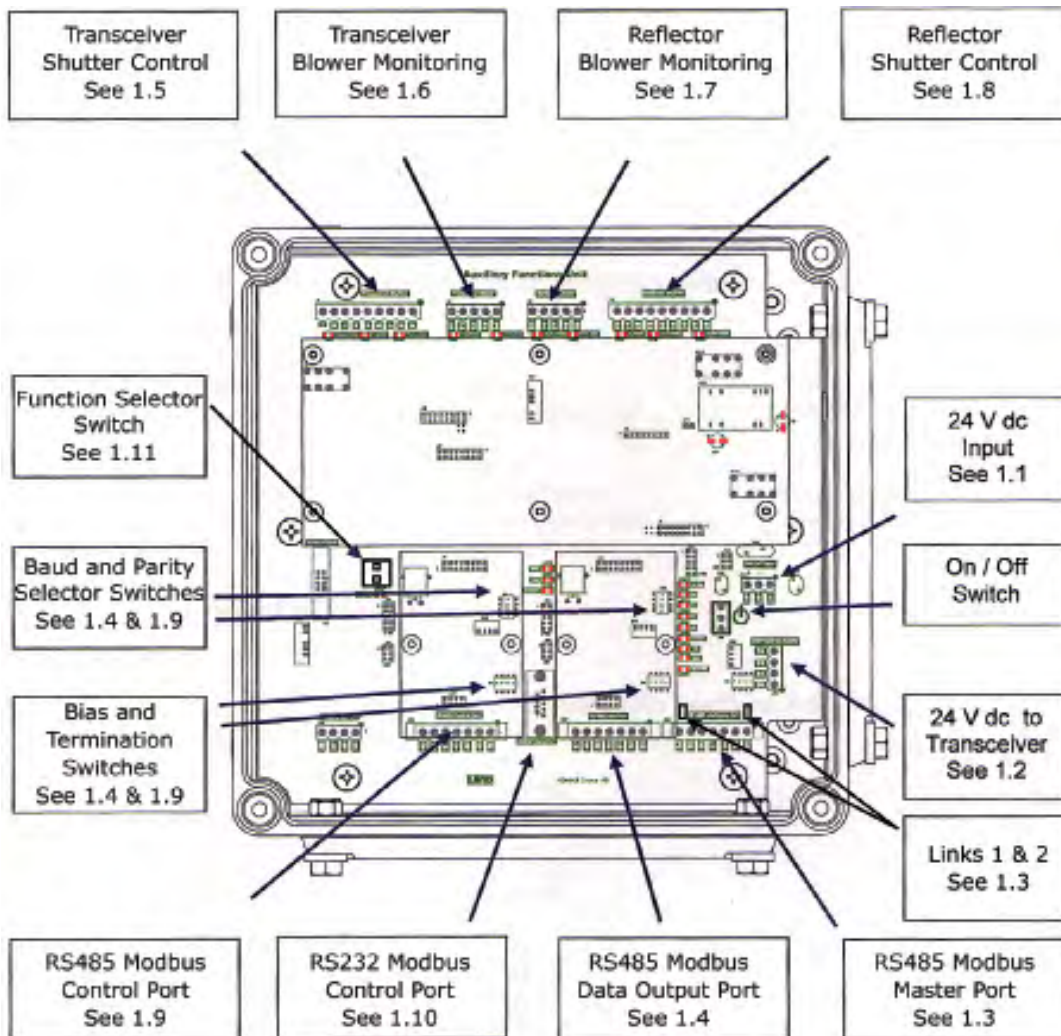
Wenn die AFU Anschlüsse für Gebläse und Schnellschlussklappen bereitstellen soll, muss sie nahe beim Transceiver des 4500 MkIII montiert werden. AFUs können aber auch an anderen Orten, z. B. am Schornsteinfuß oder in Kontroll- und Geräteräumen platziert werden. Die Ausgaben aller AFUs, die mit demselben Transceiver verbunden sind, sind identisch.

Hilfsstromversorgungen (APS) oder kombinierte AFU/APS-Einheiten müssen sicher an einem stabilen Unterbau wie einer Wand oder einem Montagerahmen befestigt werden. An den Ecken der Kunststoffgehäuse befinden sich Montagebohrungen. Alternativ ist auch ein Satz von vier Füßen (Teile-Nr. 804985) zum Anbau erhältlich.

### A4-3 Montage



### A4-4 Anschlüsse



**A4.5 24V-Gleichstromeingang (von APS oder Fremdversorgung)**

<b>Klemme</b>	<b>Funktion</b>	<b>APS-Anschluss (wenn APS vorhanden)</b>
29	+24 V Gleichstromeingang	Rot
30	0 V Gleichstromeingang	Schwarz
31	Kabelabschirmung	Gelb-grün

**A4.6 Gleichstromversorgung für Transceiver**

<b>Klemme</b>	<b>Funktion</b>	<b>Transceiver-Kabel A</b>
32	+24 V Gleichstromausgang	Rot
33	24 V Gleichstrom-Rückleitung	Blau
34	ERDE	Abschirmung
35	ERDE	

**A4.7 RS485-Modbus Master-Anschluss (zum Transceiver oder zur vorgeschalteten AFU)**

Stellen Sie sicher, dass die Verbindungen 1 und 2 für Zweileiterbetrieb ausgerüstet sind.

<b>Klemme</b>	<b>Funktion</b>	<b>Transceiver-Kabel C</b>	<b>(Datenanschluss Nachgeschaltete AFU)</b>
54	Kabelabschirmung		
55	Kabelabschirmung	Abschirmung	Abschirmung
56	Modbus RXD1	Grün	49 und 53
57	Modbus RXD0	Gelb	50 und 52
58	Modbus Masse	Schwarz	51
59	Modbus TXD0		
60	Modbus TXD1		

**A4.8 RS485 Modbus Datenausgang**

Für Zweileiterbetrieb 53 mit 49 und 52 mit 50 verbinden.

<b>Klemme</b>	<b>Funktion</b>	<b>(Nachgeschaltete AFU Vorgeschalteter Port)</b>
47	Kabelabschirmung	
48	Kabelabschirmung	Abschirmung
49	Modbus TXD1	56
50	Modbus TXD0	57
51	Modbus Masse	58
52	Modbus RXD0	57
53	Modbus RXD1	56

Baud- und Paritätseinstellungen auf S2

	<b>S2-1</b>	<b>S2-2</b>	<b>S2-3</b>	<b>S2-4</b>
19200, Gerade, 1 Stop	<b>ON</b>	<b>OFF</b>	<b>OFF</b>	<b>OFF</b> (normale Einstellung für Modbus)
9600, Gerade, 1 Stop	ON	ON	OFF	OFF
9600, Keine, 1 Stop	ON	ON	ON	ON

Terminierungs- und Bias-Einstellungen auf S5 (Siehe B1-4-9 zur Erklärung):-

	<b>S5-1</b>	<b>S5-2</b>	<b>S5-3</b>	<b>S5-4</b>
Terminiert	<b>OFF</b>	<b>OFF</b>	<b>ON</b>	<b>OFF</b> (normale Einstellung)
Terminiert und Bias	ON	ON	ON	OFF
Nicht terminiert	OFF	OFF	OFF	OFF

#### A4.9 Transceiver-Klappensteuerung

<b>Klemme</b>	<b>Funktion</b>	<b>Klappen-Anschlussklemme (Wechselstromklappen)</b>
1	Versorgung Klappe 0 V	
2	Versorgung Klappe +24 V	
3	Klappe offen NC	14
4	Klappe offen COM	13
5	Kabelabschirmung	Abschirmung
6	Klappe geschlossen NO	17
7	Klappe geschlossen COM	16
8	Klappe öffnen Masse	6
9	Klappe öffnen	7

Hinweis: Für Wechselstromklappen ist ebenfalls eine Verbindung zwischen den Klappen-Anschlussklemmen 8 und 9 erforderlich.

#### A4.10 Transceiver-Gebläseüberwachung

<b>Klemme</b>	<b>Funktion</b>	<b>US-Gebläse</b>	<b>Euro-Gebläse</b>
10	Gebläseausfall-Eingang	Differenz PS – NC	2
11	Gebläseausfall-Rückleitung	Differenz PS – Masse	1
12	Kabelabschirmung		
13	Filterblockierung-Eingang	Gauge PS – NO	
14	Filterblockierung-Rückleitung	Gauge PS – Masse	

#### A4.11 Reflektor-Gebläseüberwachung

<b>Klemme</b>	<b>Funktion</b>	<b>US-Gebläse</b>	<b>Euro-Gebläse</b>
15	Gebläseausfall-Eingang	Differenz PS – NC	2
16	Gebläseausfall-Rückleitung	Differenz PS – Masse	1
17	Kabelabschirmung		
18	Filterblockierung-Eingang	Gauge PS – NO	
19	Filterblockierung-Rückleitung	Gauge PS – Masse	

### A4.12 Reflektor-Klappensteuerung

Klemme	Funktion	Klappen-Anschlussklemme (Wechselstromklappen)
20	Versorgung Klappe 0 V	
21	Versorgung Klappe +24 V	
22	Klappe offen NC	14
23	Klappe offen MASSE	13
24	Kabelabschirmung	Abschirmung
25	Klappe geschlossen NO	17
26	Klappe geschlossen MASSE	16
27	Klappe öffnen Masse	6
28	Klappe öffnen	7

Hinweis: Für Wechselstromklappen ist ebenfalls eine Verbindung zwischen den Klappen-Anschlussklemmen 8 und 9 erforderlich.

### A4.13 RS485 Modbus Steuerungsanschluss

Für Zweileiterbetrieb 46 mit 42 und 45 mit 43 verbinden.

Klemme	Funktion
40	Kabelabschirmung
41	Kabelabschirmung
42	Modbus TXD1
43	Modbus TXD0
44	Modbus Masse
45	Modbus RXD0
46	Modbus RXD1

Baud- und Paritätseinstellungen auf S1

	S1-1	S1-2	S1-3	S1-4
19200, Gerade, 1 Stop	ON	OFF	OFF	OFF (normale Einstellung für Modbus)
9600, Gerade, 1 Stop	ON	ON	OFF	OFF
9600, Keine, 1 Stop	ON	ON	ON	ON

Terminierungs- und Bias-Einstellungen auf S4 (Erklärung siehe B1 4-9): -

	S4-1	S4-2	S4-3	S4-4
Terminiert	OFF	OFF	ON	OFF (normale Einstellung)
Terminiert und Bias	ON	ON	ON	OFF
Nicht terminiert	OFF	OFF	ON	OFF

### A4.14 RS232 Modbus Steuerungsanschluss

Klemme	Funktion
2	TXD
3	RXD
5	Masse

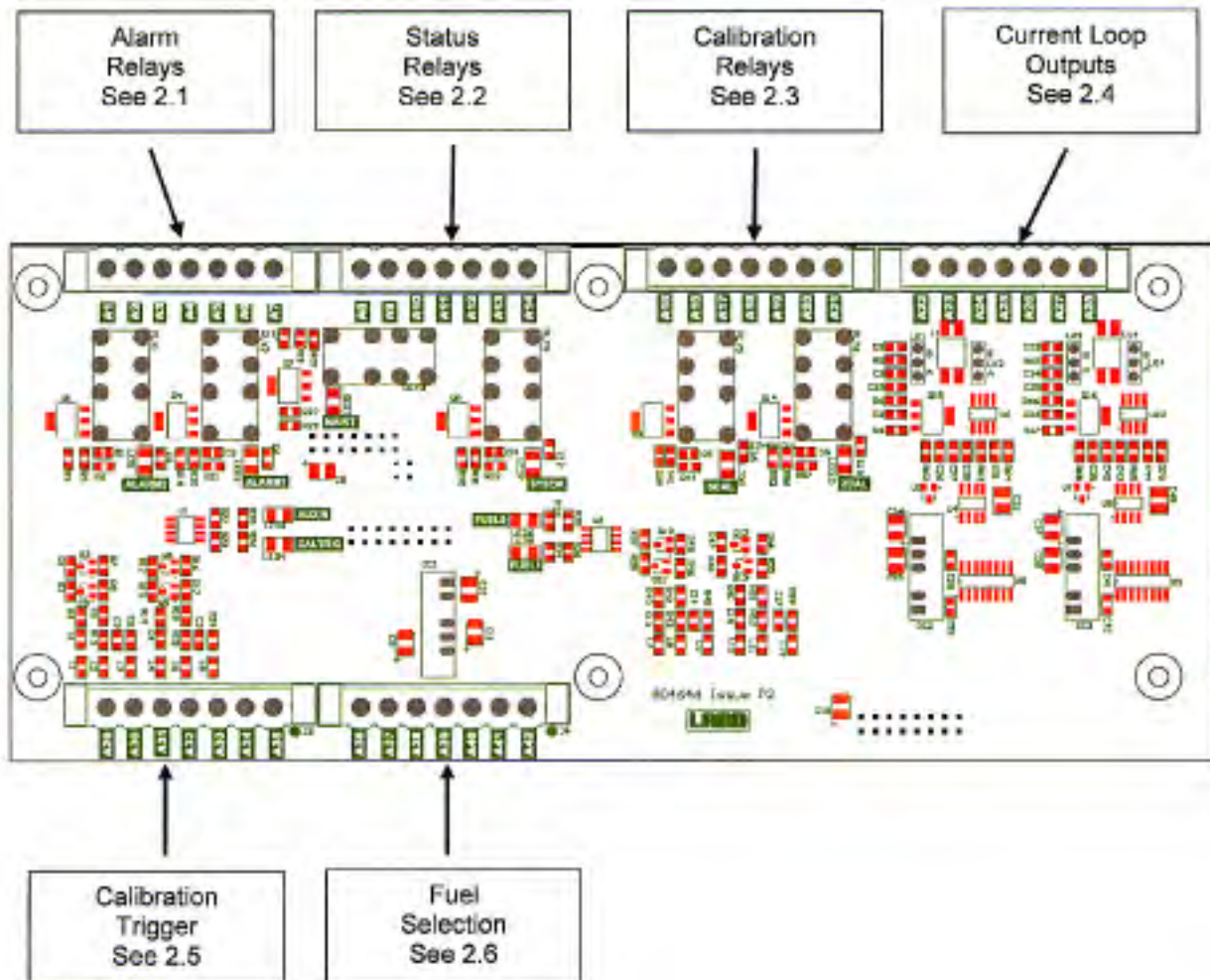
### A4.15 Funktionswahlschalter

Bei Verwendung mehrerer AFUs darf eine Funktion nur in je einer AFU eingeschaltet (ON) sein. Alle Schalter sind werkseitig auf OFF geschaltet.

<b>Klemme</b>	<b>Funktion</b>
S7-1	Umgebungstemperaturüberwachung
S7-2	Reserviert
S7-3	Kalibrierungs-Trigger und Brennstoffauswahl-Eingänge
S7-4	Gebläseüberwachung und Klappensteuerung



## 2 AFU Prozess-I/O-Karte (Optional)



### A2.1 Alarmrelais

Klemme	Funktion
A1	Alarm 2 Masse
A2	Alarm 2 OK
A3	Alarm 2 Aktiv
A4	Abschirmung
A1	Alarm 1 Masse
A2	Alarm 1 OK
A3	Alarm 1 Aktiv

## A2.2 Statusrelais

<b>Klemme</b>	<b>Funktion</b>
A8	Wartung (Daten nicht gültig) Masse
A9	Ablauf (Daten gültig)
A8	Wartung (Daten nicht gültig)
A4	Abschirmung
A12	System OK Masse
A13	Fehler
A14	System OK

## A2.3 Kalibrierungsrelais

<b>Klemme</b>	<b>Funktion</b>
A15	Upscale-Kalibrierung Masse
A16	Normaler Ablauf
A15	Upscale-Kalibrierung läuft
A4	Abschirmung
A15	Null-Kalibrierung Masse
A16	Normaler Ablauf
A15	Null-Kalibrierung läuft

## A2.4 Stromschleifenausgänge

### Einstellungen Ausgang 1:

Aktiv (Aktuelle Quelle)	LK1 und LK2 in Position B
Passiv (Aktueller Sink)	LK1 und LK2 in Position A

### Einstellungen Ausgang 2:

Aktiv (Aktuelle Quelle)	LK3 und LK4 in Position B
Passiv (Aktueller Sink)	LK3 und LK4 in Position A

<b>Klemme</b>	<b>Funktion</b>
A22	Ausgang 1 +
A23	Ausgang 1 -
A24	
A25	Abschirmung
A26	
A27	Ausgang 2 -
A28	Ausgang 2 +

## A2.5 Kalibrierungs-Trigger Eingang

Potenzialfreie Kontakte zwischen A30 und A31 zum Auslösen der Kalibrierkontrolle anbringen.

<b>Klemme</b>	<b>Funktion</b>
A29	Calibration Trigger Masse
A30	Kalibrierungs-Trigger Eingang
A30	Kalibrierungs-Trigger Versorgung
A4	Abschirmung
A33	
A34	
A35	

## A2.6 Brennstoffauswahl Eingänge

Potenzialfreie Kontakte zwischen A41 und A42 zum Auswählen von Brennstoff 1.

Potenzialfreie Kontakte zwischen A41 und A42 zum Auswählen von Brennstoff 2.

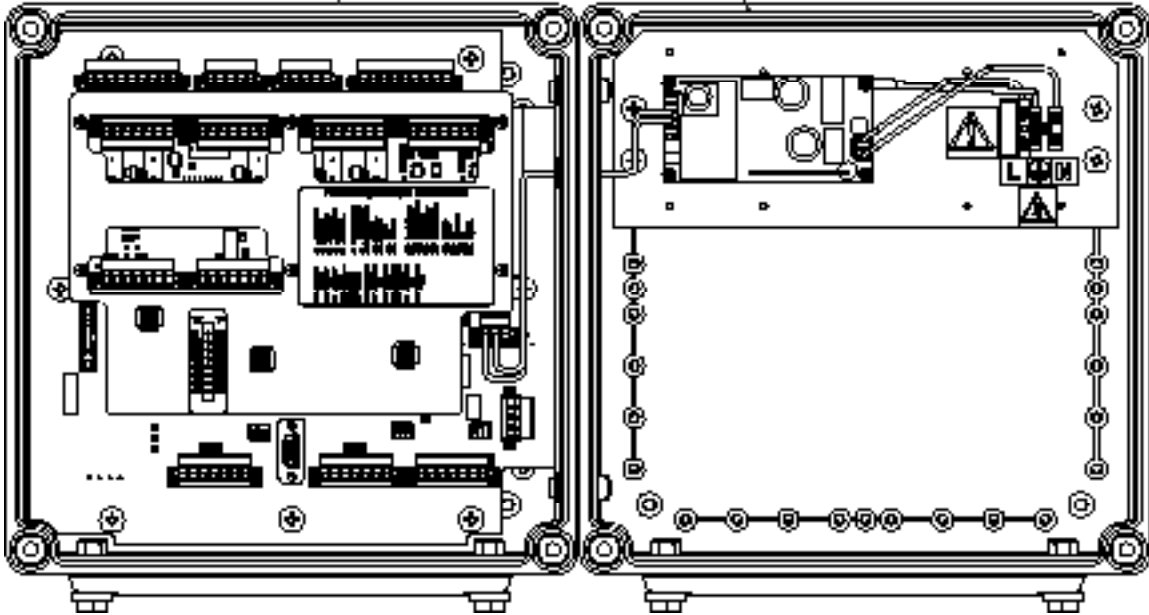
Beide Verbindung zum Auswählen von Brennstoff 3.

<b>Klemme</b>	<b>Funktion</b>
A36	Brennstoffauswahl 1 Masse
A36	Brennstoffauswahl 1 Eingang
A36	Brennstoffauswahl 1 Versorgung
A39	Kabelabschirmung
A40	Brennstoffauswahl 2 Masse
A41	Brennstoffauswahl 2 Eingang
A42	Brennstoffauswahl 2 Versorgung

### 3 Einfache Hilfsstromversorgung (APS1)

AFU Unit c/w Process Control for 4500 MkIII

APS1 Unit for 4500 MkIII



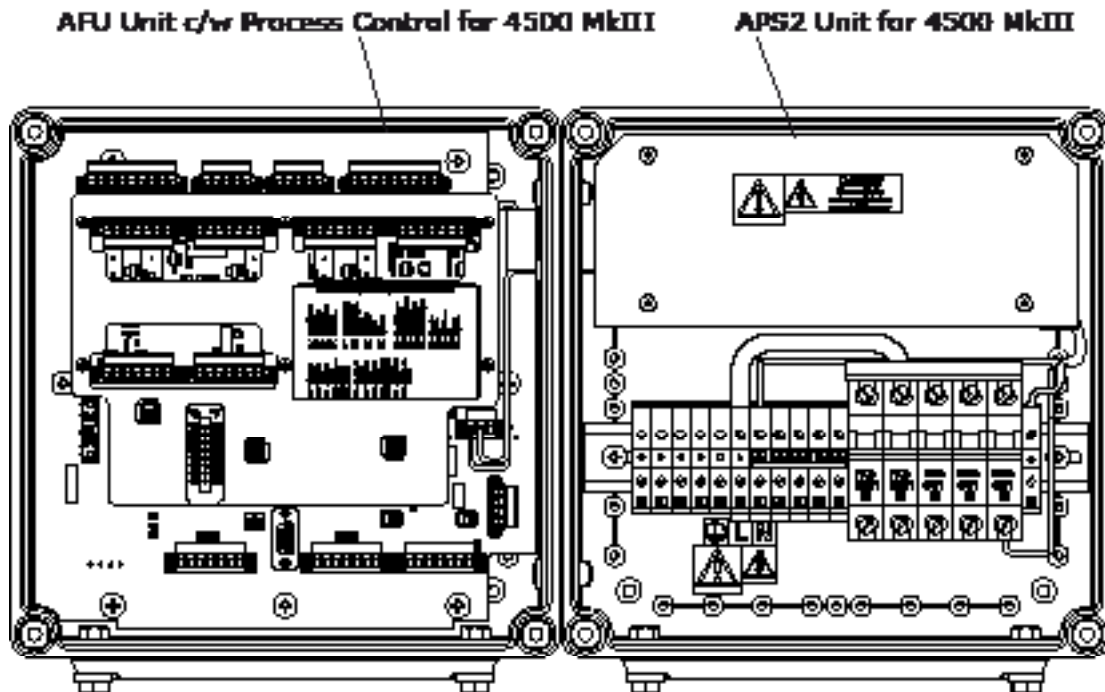
#### Hinweise

Diese Einheit darf **ausschließlich** von Mitarbeitern geöffnet werden, die ein Sicherheitstraining für elektrische Anlagen absolviert haben.

Der Netzanschluss der APS muss über einen ausreichend dimensionierten zweipoligen externen Trennschalter hergestellt werden, der in unmittelbarer Nähe positioniert ist.

Diese Einheit **muss** geerdet werden.

## 4 Erweiterte Hilfsstromversorgung (APS2)



Kundenklemmanschluss APS2 DIN-Schiene

Nummer	Funktion	Nummer	Funktion
1	Gebläse 1 Erde	8	Gebläse 1 Neutral
2	Gebläse 2 Erde	9	Gebläse 2 Neutral
3	Klappe 1 Erde	10	Klappe 1 Neutral
4	Klappe 2 Erde	11	Klappe 2 Neutral
5	Netz Erde Eingang	12	Gebläse 1 Stromführend
6	Netz Stromführend Eingang	13	Gebläse 2 Stromführend
7	Netz Neutral Eingang	14	Klappe 1 Stromführend
		15	Klappe 2 Stromführend
		16	n. a.
		17	n. a.

### Hinweise

Diese Einheit darf **ausschließlich** von Mitarbeitern geöffnet werden, die ein Sicherheitstraining für elektrische Anlagen absolviert haben.

Der Netzanschluss der APS muss über einen ausreichend dimensionierten zweipoligen externen Trennschalter hergestellt werden, der in unmittelbarer Nähe positioniert ist.

Diese Einheit **muss** geerdet werden.



## B1 Vor dem Start

### B1-1 Das Bedienfeld

Das Modell 4500 MkIII wird vom Bedienfeld des Transceivers aus betätigt. Das Bedienfeld verfügt über vier Funktionstasten und vier Leuchtanzeigen.





Das LCD-Display zeigt normalerweise die vom Gerät gemessene Trübung an. Fehlermeldungen und andere Parameter können ebenfalls angezeigt werden, was in einem späteren Abschnitt erläutert wird. Die angezeigte Trübung wird um den Weglängen-Korrekturfaktor (Pathlength Correction Factor, PLCF) korrigiert. Der PLCF ist werkseitig eingestellt und kann vom Kunden nicht geändert werden (siehe Abschnitt C1-3).





- |   |                    |   |                 |
|---|--------------------|---|-----------------|
| 1 | Netzschalter       | 4 | Alarmstatus     |
| 2 | Systemstatus       | 5 | LCD             |
| 3 | Kalibrierung läuft | 6 | Funktionstasten |

## B1-2 Funktionstasten



Die folgenden Funktionstasten befinden sich auf dem Berührungsbildschirm unter dem LCD-Display an der Seite des Transceivers am Modell 4500 MkIII:

-  Beenden. Zurück zur vorherigen Menüebene oder Abbrechen der Dateneingabe.
-  Auf. Wechseln des Menüeintrags oder Erhöhen eines Datenwerts.
-  Ab. Wechseln des Menüeintrags oder Verringern eines Datenwerts.
-  Eingabe. Auswählen eines Menüeintrags oder Speichern der Dateneingabe.

### 1. Angezeigter Wert

Wenn auf dem LCD-Display nur der Messwert des Geräts angezeigt wird, ändert sich durch Drücken der Pfeiltasten  oder  der angezeigte Wert. Wenn die Einheit % angezeigt wird, handelt es sich bei dem Wert um die Trübung, während Angaben in mg/m<sup>3</sup> den Wert für die Staubdichte zeigen. Wenn keine Einheit angezeigt wird, handelt es sich bei dem Wert um die optische Dichte.



### 2. Menüauswahl



Wenn das LCD-Display nur den Messwert des Geräts anzeigt, drücken Sie  oder , um das Menü zu öffnen.


Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  den gewünschten Menüeintrag aus und drücken Sie .

Drücken Sie , um die Menüauswahl abzubrechen.


### 3. Dateneingabe



Verwenden Sie zum Ändern eines Datenwerts die Pfeiltaste , um den Wert zu erhöhen, bzw. die Pfeiltaste , um den Wert zu verringern.


Wenn der Wert korrekt ist, warten Sie, bis das Symbol  angezeigt wird, und drücken Sie , um den Wert dauerhaft zu speichern.

Um die Änderung zu verwerfen und zum vorherigen Wert zurückzukehren, drücken Sie .

Das Modell 4500 MkIII verfügt über eine Beschleunigungsfunktion für die Eingabe großer Zahlen.

Halten Sie die Pfeiltaste  gedrückt, um den Wert zu erhöhen. Je länger Sie die Taste gedrückt halten, desto schneller erhöht sich der Wert. Zunächst erhöhen sich die Werte in 1-er-Schritten, dann in 10-er- und 100-er-Schritten, usw. Wenn Sie die Taste loslassen, werden die Ziffern nacheinander markiert. Mit den Auf- und Ab-Pfeiltasten können Sie an der markierten Ziffer noch kleinere Korrekturen vornehmen.











Warten Sie mit dem Speichern eines Werts, bis die letzte Ziffer markiert ist und das Symbol  angezeigt wird, und drücken Sie dann die Taste .

Wenn Sie  drücken, bleibt der ursprüngliche Wert unverändert. Ein Wert, der außerhalb des Messbereichs liegt, kann nicht gespeichert werden.

Auf ähnliche Weise kann ein Wert unter Verwendung des Pfeils  verringert werden.



## Modell 4500 MkIII - Symbole

- |    |   |  |     |   |  |
|----|---|--|-----|---|--|
| 1  |    | Eingabe  | 26  |    | Brennstoffspezifische Einstellungen      |
| 2  |    | Beenden  | 27  |    | Alarmtyp (Transceiveralarm)              |
| 3  |    | Auf  | 271 |    | Alarmtyp (AFU 1)                         |
| 4  |    | Ab   | 272 |    | Alarmtyp (AFU 2)                         |
| 6  |    | Entsperren   | 31  |    | Kalibrierkontrollintervall               |
| 7  |    | Supervisor entsperrt                                     | 32  |    | Negativ anzeigen                         |
| 8  |    | Ingenieur entsperrt                                      | 33  |    | Alarmstufe (Transceiveralarm)            |
| 9  |    | Sperren  | 331 |    | Alarmstufe (AFU 1)                       |
| 10 |    | Gesperrt   | 332 |    | Alarmstufe (AFU 2)                       |
| 11 |    | AFU vorhanden (bzw. fehlerhaft, wenn Warnleuchte blinkt) | 34  |    | Ausgangstyp (Transceiverausgang)         |
| 12 |   | Isokinetischer Durchschnitt läuft                        | 341 |  | Ausgangstyp (AFU 1)                      |
| 15 |  | Kalibrieren  | 342 |  | Ausgangstyp (AFU 2)                      |
| 16 |  | Einstellungen  | 35  |  | Ausgangsmessbereich (Transceiverausgang) |
| 17 |  | Parameter  | 351 |  | Ausgangsmessbereich (AFU 1)              |
| 18 |  | Diagnose   | 352 |  | Ausgangsmessbereich (AFU 2)              |
| 19 |  | AFU-Einstellungen  | 36  |  | Konstantstrom (Transceiver)              |
| 21 |  | Kalibrierkontrolle                                       | 361 |  | Konstantstrom (AFU 1)                    |
| 22 |  | Rekalibrieren  | 362 |  | Konstantstrom (AFU 2)                    |
| 23 |  | Kalibrierprüfung   | 37  |  | Staubeinstellungen                       |
| 24 |  | Gravimetrische Prüfung                                   | 41  |  | Parameternummer                          |
| 25 |  | Abbrechen bestätigen                                     | 42  |  | Parameterbildlauf                        |

- |     |  |                            |    |  |   |
|-----|--|----------------------------|----|--|---|
| 45  |  | Fehler auflisten           | 75 |  | Keine negativen Werte                     |
| 46  |  | Fehler löschen             | 76 |  | Negative Werte anzeigen                   |
| 51  |  | Staubzunahme 1             | 81 |  | Trübung                                   |
| 52  |  | Staubzunahme 2             | 82 |  | Optische Dichte                           |
| 53  |  | Staubabweichung            | 83 |  | Staubdichte                               |
| 54  |  | Brennstoff 1 verwendet     | 85 |  | Vorherige Kalibrierung wiederherstellen   |
| 541 |  | Brennstoff 2 verwendet     | 86 |  | Letzte Kalibrierung wiederherstellen      |
| 542 |  | Brennstoff 3 verwendet     | 87 |  | Werkseitige Kalibrierung wiederherstellen |
| 55  |  | Nullpunktkontrolle         | 88 |  | Kalibrierung wiederherstellen bestätigen  |
| 56  |  | Upscale-Kontrolle          | 89 |  | Beendet OK                                |
| 61  |  | Freien Weg bestätigen      | 91 |  | C-Konstante                               |
| 62  |  | Blockierten Weg bestätigen | 92 |  | X-Konstante                               |
| 63  |  | Prüffiltertrübung          | 93 |  | B-Konstante                               |
| 65  |  | Kein Durchschnitt          | 98 |  | Interner Kommunikationsfehler             |
| 66  |  | Durchschnitt               | 99 |  | Wichtiger interner Fehler                 |
| 71  |  | Start                      |    |  |   |
| 72  |  | Stopp                      |    |  |   |
| 73  |  | Warten                     |    |  |   |

**B1-3 Begriffsglossar**





Op	Trübung
O.D.	Optische Dichte
Dust	Staubdichte
Averaging	Zeitspanne zum Berechnen des Blockmittelwerts
Loop O/P	Messwert des Stromschleifenausgangs in mA
Last Zero	Wert der letzten Nullkalibrierung
Last Upscale	Wert der letzten Upscale-Kalibrierung
Cal. Drift	Signaldrift zwischen Kalibrierungen (Messbereich von 0,1 bis 1,0)
Version	Nummer der Softwareversion
Blank	Leerzeile
So	Signaldetektor Verschiebung
Sf	Signaldetektor Flutwert
Sm	Signaldetektor Messwert
Ro	Referenzdetektor Verschiebung
Rf	Referenzdetektor Flutwert
Rm	Referenzdetektor Messwert
C	Kalibrierkonstante (Steigung)
X	Kalibrierkonstante (Verschiebung)
B	Ausgleichskorrektur
G	Zunahmekorrekturfaktor
Q	Unkorrigierter Übertragungsfaktor
Dust Gain	Konstante des Verhältnisses Optische Dichte zu Staubdichte
Dust Offset	Nullpunktverschiebung der Staubdichte (normalerweise null)
Dust Gain 2 weise null)	Quadrat des Verhältnisses Optische Dichte zu Staubdichte (normaler
OP Damper	Digitaler Tiefpassfilter verwendet bei Ausgang
PLCF	Weglängen-Korrekturfaktor
Last Cal.	Daten, die bei der letzten Kalibrierung gespeichert wurden
Zero Comp.	Trübungskompensation aufgrund von Staub auf der Linse
Gravimetric	O.D. Durchschnittliche optische Dichte, berechnet bei der gravimetrischen Prüfung
Running In	Positionieren des Nullreflektors oder Upscale-Filters in eine aktive Position
Running Out	Positionieren des Nullreflektors oder Upscale-Filters in eine inaktive Position

## B1-4 Erste Benutzung des Geräts

Benötigtes Werkzeug:

- Elektriker-Schlitzschraubendreher
- 17 mm-Schraubenschlüssel
- 19 mm-Schraubenschlüssel: Bei Verwendung der 3-Zoll-Adapterflansche

### Hinweis:

Warten Sie bei der Eingabe von Zahlen über die Pfeiltasten  und  auf der Tastatur, bis das Symbol  auf dem Display angezeigt wird, bevor Sie die Taste  drücken, um den Wert zu bestätigen.

### B1-4-1 Abschluss der Installation

Vergewissern Sie sich, dass die Installation abgeschlossen ist und dass das Luftspülgebläse läuft.




### B1-4-2 Überprüfen des Weglängen-Korrekturfaktors


Wenn das Modell 4500 MkIII für die Trübungsmessung verwendet werden soll, muss unbedingt der Weglängen-Korrekturfaktor (Pathlength Correction Factor, PLCF) korrekt eingestellt werden. Für Messungen der Staubdichte oder der optischen Dichte (Extinktion) ist der PLCF nicht von Bedeutung.

Um zu prüfen, ob der PLCF korrekt ist, drücken Sie .

Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Parameter"  aus und drücken Sie .

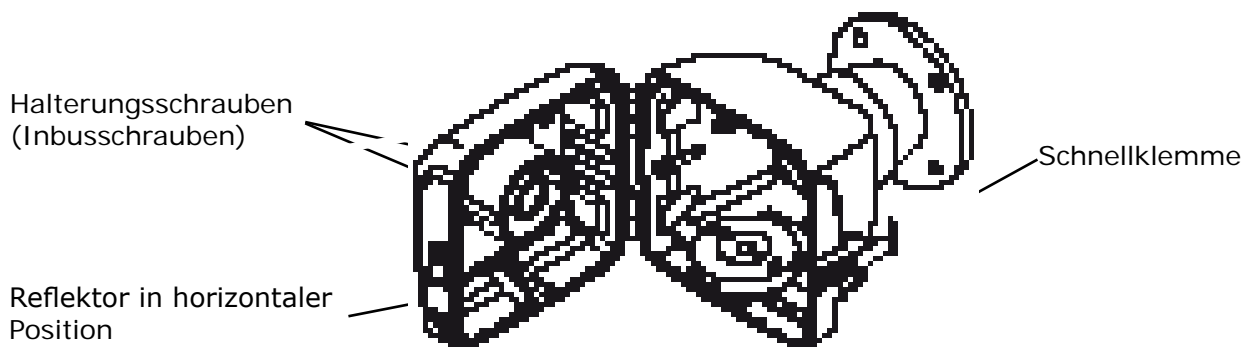
Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Parameternummer"  aus und drücken Sie .

Ändern Sie über die Pfeiltasten  und  die Parameternummer zu 137 und drücken Sie .

Wenn der PLCF korrekt ist, drücken Sie drei Mal , um zum Hauptbildschirm zurückzukehren.

Wenn der Wert nicht korrekt ist, muss das Trübungsmessgerät an Land Instruments zurückgegeben und neu programmiert werden.

### B1-4-3 Ausrichten des Retroreflektors



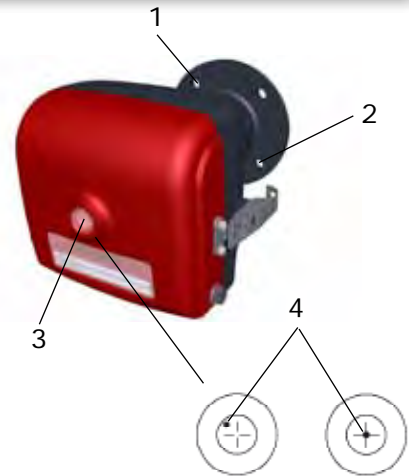
## Öffnen des Retroreflektor-Gehäuses &amp; Lösen des Reflektors

- 1 Öffnen Sie das Gehäuse des Retroreflektors, indem Sie die beiden Schnellklemmen lösen.
- 2 Lösen Sie die Halterung des Retroreflektors, indem Sie die beiden **Halterungsschrauben** rechts und links an der Halterung des Retroreflektors lösen. Entnehmen Sie den Reflektor und legen Sie ihn in das Spülgehäuse.
- 3 Schließen Sie das Gehäuse und befestigen Sie die Schnellklemmen.

**Warnung**

Tragen Sie Augen- und Gesichtsschutz, wenn Sie in heiße Gase schauen.

- 4 Beobachten Sie das Ausricht-Target durch das Fenster (3). Es sollte ein heller grüner Punkt (4) zu sehen sein.
- 5 Wenn der grüne Punkt **nicht** zu sehen ist, öffnen Sie die Schnellklemmen am Retroreflektor und schauen Sie auf das Spülfass. Das helle grüne Licht des Transceivers sollte klar sichtbar sein. Wenn dies nicht der Fall ist, ist entweder der Transceiver völlig falsch ausgerichtet oder das Gerät funktioniert nicht richtig.
- 6 Um den grünen Punkt horizontal zu verschieben, stellen Sie die M10-Mutter (1) am Luftspülflansch ein. Um ihn vertikal zu verschieben, stellen Sie die zweite M10-Mutter (2) am Luftspülflansch ein (siehe Abbildung oben). Verstellen Sie diese Muttern so lange, bis der grüne Punkt im inneren Kreis zentriert ist.
- 7 Bei hellem Sonnenlicht ist der grüne Punkt auf dem Ausricht-Target möglicherweise nicht sichtbar. Nehmen Sie in diesem Fall den Transmissometer, öffnen Sie die Schnellklemmen und klappen Sie das Gerät von der Spülvorrichtung weg. Es sollte nun möglich sein, den Retroreflektor einzustellen, bis der helle Sonnenlichtkreis, der durch die Spülvorrichtung des Transmissometers zu sehen ist, auf das Target zentriert ist.
- 8 Stellen Sie sicher, dass die 4 Paare Federringe zwischen dem Luftspülflansch und dem Montageflansch unter mäßiger Spannung stehen. Es ist wichtig, dass das Gerät fest sitzt, damit die optische Ausrichtung beibehalten wird.
- 9 Öffnen Sie das Gehäuse des Retroreflektors, bringen Sie den Retroreflektor wieder in seine Position, und ziehen Sie die Halterungsschrauben (Inbusschrauben) an. Schließen Sie das Gehäuse des Retroreflektors und befestigen Sie die beiden Schnellklemmen.



### B1-4-4 Ausrichten des Transceivers
























#### Ausricht-Target des Transceivers

- 1 Beobachten Sie das Ausricht-Target durch das Fenster (3). Es sollte ein heller, grüner Punkt (4) zu sehen sein.
- 2 Um den grünen Punkt horizontal zu verschieben, stellen Sie die M10-Mutter (1) am Luftspülflansch ein. Um ihn vertikal zu verschieben, stellen Sie die zweite M10-Mutter (2) am Luftspülflansch ein (siehe Abbildung oben). Stellen Sie diese Muttern so lange ein, bis sich der grüne Punkt im inneren Kreis befindet.
- 3 Bei hellem Sonnenlicht ist der grüne Punkt auf dem Ausricht-Target möglicherweise nicht sichtbar. Nehmen Sie in diesem Fall den Retroreflektor, öffnen Sie die Schnellklemmen und klappen Sie die hintere Abdeckung auf. Es sollte nun möglich sein, den Transmissometer einzustellen, bis der helle Sonnenlichtkreis, der durch die Spülvorrichtung des Retroreflektors zu sehen ist, auf das Target zentriert ist. Schließen Sie den Retroreflektor wieder. Wenn der grüne Punkt sichtbar ist, stellen Sie die Muttern ein, bis er im inneren Kreis zentriert ist.
- 4 Stellen Sie sicher, dass die Federringe zwischen Luftspülflansch und dem Montageflansch unter mäßigem Druck stehen. Wenn der Druck zu stark wird, liegt das vermutlich daran, dass die dritte Mutter zu fest angezogen wurde oder dass der Montageflansch nicht ordentlich befestigt wurde.

**Hinweis**

Wenn die Standardwerte von Einstellungen geändert werden, wird empfohlen, die neuen Werte auf dem Kalibrierbericht und der Einstellungsliste einzutragen, die dem Gerät beiliegen.

**B1-4-5 Einstellen der Kalibrierkontrollintervalle**

- 1) Drücken Sie auf dem Messwert-Display des Geräts auf .
- 2) Das Symbol "Entsperren"  wird angezeigt. Drücken Sie auf .
- 3) Drücken Sie die Pfeiltasten  und , bis der Supervisor-Code (Standard: 10) angezeigt wird. Warten Sie, bis das Symbol  angezeigt wird, und drücken Sie auf .
- 4) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Einstellungen"  aus und drücken Sie .
- 5) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Kalibrierkontrollintervall"  aus und drücken Sie .
- 6) Ändern Sie über die Pfeiltasten  und  das Kalibrierkontrollintervall (in Stunden), warten Sie, bis das Symbol  angezeigt wird, und drücken Sie .
- 7) Drücken Sie , um zu "Einstellungen" zurückzukehren. 

**Hinweis: Hilfsfunktionseinheit (AFU)**

Wenn eine oder mehrere AFUs installiert sind, werden die Transceiverausgänge nicht verwendet, und die Einstellungen in den Abschnitten 6, 7 und 8 unten sind nicht erforderlich. Anweisungen für die Einstellung der AFU-Ausgänge finden Sie in den Abschnitten 10, 11 und 12.

**B1-4-6 Einrichten des Stromschleifenausgangs**

Das Modell 4500 MkIII stellt in der Regel die Stromversorgung für den Stromschleifenausgang bereit. Dieser ist für die Verbindung mit einem passiven Eingangsgerät vorgesehen. Um den Stromschleifenausgang mit einem aktiven Gerät zu verbinden, müssen die Optionslinks im Transceiver geändert werden. Schalten Sie das Gerät aus. Nehmen Sie die hintere Abdeckung am Transceiver ab (siehe Abschnitt C6-4) und suchen Sie Link 1 und Link 2 auf der Hauptplatine.











































Das Modell 4500 MkIII wird mit den Links in den folgenden Positionen für den aktiven Ausgang geliefert:

Link 1:	B
Link 2:	A

Legen Sie die für den passiven Ausgang die folgenden Link-Positionen fest:

Link 1:	A
Link 2:	B

So konfigurieren Sie den Stromschleifenausgang:

- 1) Drücken Sie unter "Einstellungen"  auf .
- 2) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Ausgangstyp"  aus und drücken Sie .
- 3) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Trübung" , "Optische Dichte"  bzw. "Staubdichte"  aus und drücken Sie .
- 4) Drücken Sie , um zu "Ausgangstyp" zurückzukehren.
- 5) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Ausgangsintervall"  aus und drücken Sie .
- 6) Ändern Sie über die Pfeiltasten  und  den Ausgangswert zu 20 mA und drücken Sie .
- 7) Drücken Sie , um zu "Ausgangsintervall" zurückzukehren.
- 8) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Negative Werte anzeigen"  aus und drücken Sie .
- 9) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Negative Werte anzeigen"  bzw. "Keine negativen Werte anzeigen"  aus und drücken Sie .
- 10) Drücken Sie , um zu "Negative Werte anzeigen"  zurückzukehren.  
Bei Bedarf kann der Stromschleifenausgang zu Prüfzwecken auf einen Konstantstrom eingestellt werden.
- 11) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Ausgangsstrom"  aus und drücken Sie .
- 12) Ändern Sie über die Pfeiltasten  und  den Ausgangsstrom und drücken Sie .
- 13) Drücken Sie nach Abschluss der Prüfung auf , um zurück in den normalen Betrieb zu wechseln.
- 14) Drücken Sie , um zu "Einstellungen"  zurückzukehren.

### Fortführen und Beibehalten

Der Stromschleifenausgang kann während der Kalibrierung auf "Track" (Fortführen) oder "Hold" (Beibehalten) festgelegt werden. Diese Funktion wird über die folgenden Systemparameter gesteuert:

Register 188 - Transceiverausgang

Register 336 - AFU-Ausgang 1

Register 340 - AFU-Ausgang 2

Wenn der Registerwert = 1 festgelegt wird, ist am Stromschleifenausgang während der Kalibrierkontrolle "Fortführen" möglich. Diese Option ist für Konformitätsanwendungen erforderlich, damit die Kalibrierwerte vom Datenerfassungssystem aufgezeichnet werden können.



Wenn der Registerwert = 2 festgelegt wird, wird der letzte Messwert am Stromschleifenausgang während der Kalibrierung beibehalten. Diese Option ist geeignet, wenn das Signal im Rahmen eines Prozesskontrollsystems eingesetzt wird und der Kalibriermesswert den Betrieb des Controllers beeinträchtigen könnte.

### B1-4-7 Einstellen von Alarmen

- 1) Drücken Sie in "Einstellungen"  auf .
- 2) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Alarmtyp"  aus und drücken Sie .
- 3) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Trübung" , "Optische Dichte"  oder "Staubdichte"  aus und drücken Sie .
- 4) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Alarm"  aus und drücken Sie .
- 5) Ändern Sie über die Pfeiltasten  und  die Alarmstufe und drücken Sie .
- 6) Drücken Sie , um zu "Einstellungen"  zurückzukehren.

### B1-4-8 Modbus-Schnittstelle

Über Modbus-Kommunikationen, die auf dem RS485-Duplex-Hardwarestandard basieren, ist der direkte Zugriff auf die Systemdaten des Modells 4500 MkIII möglich. Einzelheiten zum Modbus-Protokoll finden Sie auf der Modbus-Website [www.modbus.org](http://www.modbus.org). Im Modell 4500 MkIII sind die Funktionen: 1 (Coil lesen), 3 (Gehaltenes Register lesen), 5 (Einzelnen Coil erzwingen), 6 (Einzelnes Register voreinstellen) und 10 (Mehrere Register voreinstellen) implementiert.





























Jeder Modbus benötigt einen Abschlusswiderstand an jedem Ende und ein Bias-Netzwerk an einer Stelle auf dem Bus. Das Modell 4500 MkIII kann einen Abschlusswiderstand und ein Bias-Netzwerk bereitstellen. Werkseitig ist der Abschlusswiderstand eingeschaltet und das Bias-Netzwerk ausgeschaltet. Um diese Einstellungen zu ändern, schalten Sie den Strom aus, nehmen Sie die rückseitige Abdeckung am Transceiver ab (siehe Abschnitt C6-4) und suchen Sie den Schalter S1 auf der Hauptplatine. Die vier Abschnitte von S1 haben die folgenden Funktionen:

1 und 2	Bias-Netzwerk	werkseitig AUS
3	Nicht verwendet	
4	Abschlusswiderstand	werkseitig EIN

















Das Modell 4500 MkIII wird mit den folgenden Standard-Kommunikationseinstellungen ausgeliefert:

Baud-Rate:	57600
Parität:	Gerade
Datenbits:	8
Stoppbits:	1
Slave-Adresse:	7

Die Baud-Rate, die Parität und die Slave-Adresse können wie folgt geändert werden:

- 1) Drücken Sie .
- 2) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Parameter"  aus und drücken Sie .
- 3) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Parameternummer"  aus und drücken Sie .
- 4) Ändern Sie über die Pfeiltasten  und  die Parameternummer zu 1 und drücken Sie .
- 5) Ändern Sie über die Pfeiltasten  und  die Slave-Adresse zur gewünschten Zahl von 1 bis 247 und drücken Sie .
- 6) Ändern Sie über die Pfeiltasten  und  die Parameternummer zu 2 und drücken Sie .
- 7) Ändern Sie über die Pfeiltasten  und  die Baud-Rate zu 9600, 19200, 38400 oder 57600 und drücken Sie .
- 8) Ändern Sie über die Pfeiltasten  und  die Parameternummer zu 3 und drücken Sie .
- 9) Ändern Sie über die Pfeiltasten  und  die Parität zu 0 (Keine), 1 (Gerade) oder 2 (Ungerade) und drücken Sie .
- 10) Wenn die Kommunikationseinstellungen korrekt sind, drücken Sie zwei Mal , um zum Hauptbildschirm zurückzukehren.

Jedes nicht schreibgeschützte Modbus-Register kann über das Transceiver-Bedienfeld wie folgt geändert werden

- 1) Drücken Sie .
- 2) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Parameter"  aus und drücken Sie .
- 3) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Parameternummer"  aus und drücken Sie .
- 4) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  die gewünschte Parameternummer (Registernummer) aus und drücken Sie .
- 5) Ändern Sie über die Pfeiltasten  und  den Parameterwert in den gewünschten Wert und drücken Sie .
- 6) Drücken Sie zwei Mal , um zum Hauptbildschirm zurückzukehren.

### **B1-4-9 Modbus-Register**

Im Folgenden werden kurz die wichtigsten Register aufgelistet. Eine vollständige Liste ist auf der CD-ROM enthalten.

#### **Hinweis**

Die Definition der Registernummern, die im Modbus-Standard verwendet werden, kann möglicherweise verwirren. Aus historischen Gründen werden die Register als Dezimalzahlen, beginnend bei 1, angegeben. Register 1 befindet sich jedoch an der Adressverschiebung 0. Die Registernummern werden immer mit einer um 1 höheren Nummer als die zugeordneten Busadressen ausgedrückt. In der Tabelle unten werden Registernummern verwendet.

#### **Skalierung**

In der folgenden Tabelle muss der Wert im Modbus-Register durch den Skalierfaktor geteilt werden, um den tatsächlichen Wert zu erhalten.

## Schreibgeschützte Register

<b>Modbus-Register</b>	<b>Datenwert</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Messbereich</b>	<b>Skalierung</b>
127	Opacity	Berechnete Trübung	-25% - 100%	x100
128	Optical density	Berechnete optische Dichte	-1 - 3	x1000
129	Dust density	Berechnete Staubdichte	0 - 9999	x1
130	Dust density fractional	Bruchteil der Staubdichte (Reg 503)	0 - 99	x100
131	Average optical density	Durchschnittliche optische Dichte während der gravimetrischen Prüfung	-1 - 3	x1000
132	Stored Average Optical Density	Gespeicherte durchschnittliche optische Dichte	-1 - 3	x1000
133	Held opacity	Berechnete Trübung, die während einer Kalibrierprüfung oder Kalibrierkontrolle nicht aktualisiert wurde	-25% - 100%	x100
134	Held optical density	Berechnete optische Dichte, die während einer Kalibrierprüfung oder Kalibrierkontrolle nicht aktualisiert wurde	-1 - 3	x1000
135	Held dust density	Berechnete Staubdichte, die während einer Kalibrierprüfung oder Kalibrierkontrolle nicht aktualisiert wurde	0 - 9999	x1
136	Held dust density fractional	Bruchteil der beibehaltenen Staubdichte (Reg 506)	0 - 99	x100
73	Alarm status	Transceiveralarm	0 = Inaktiv 1 = Aktiv	Entfällt
51	Number of faults	Gibt die Anzahl der aktuell vorhandenen Fehler an (unabhängig von den Maskenstatus)	0 - 32	Entfällt
52	Error Flags	Fehleranzeigen	Bit 0 = Nullmotor klemmt Bit 1 = Upscale-Motor blockiert Bit 2 = Quell-LED-Fehler Bit 3 = Flut-LED-Fehler Bit 4 = ADU über Bereich Bit 5 = ADU-Fehler Bit 6 = Tx-Klappenfehler Bit 7 = Retro-Klappenfehler Bit 8 = Tx-Gebläsefehler Bit 9 = Retro-Gebläsefehler Bit 10 = AFU-Fehler Bit 12 = Negative Trübung Bit 13 = Prüfsummenfehler Bit 14 = Linsenkontaminierungsgrenze Bit 15 = Fehler bei Kalibrierung	Entfällt

## Lese- und Schreibregister

Modbus-Register	Datenwert	Beschreibung	Messbereich	Skalierung
201	Average during audit (Durchschnitt während Prüfung)		0 = Aus 1 = Ein	Entfällt
202	Initiate Calibration (Kalibrierung starten)		Bit 0 = Kalibrierkontrolle Bit 1 = Kalibrierprüfung	Entfällt
95	Cal check interval	In Stunden (Standard = 24)	0 - 1000	Entfällt
96	Time to next cal	Zeit bis zur nächsten Kalibrierung in Minuten	0 - 65535	Entfällt

### Hinweis

Ein Lesevorgang bei einem nicht zugewiesenen Register gibt Null anstelle einer Ausnahme zurück.






















Auf manche Statusbedingungen kann auch als Modbus-Coils zugegriffen werden. Weitere Einzelheiten hierzu finden Sie im Modbus-Handbuch für das Modell 4500 MkIII.

### B1-4-10 Einrichten der AFU-Stromschleifenausgänge

An der AFU befinden sich zwei Stromschleifenausgänge. Beide können unabhängig voneinander eingestellt werden. Wenn mehr als eine AFU angeschlossen ist, verwenden alle die gleichen Einstellungen.










Die AFU des Modells 4500 MkIII stellt in der Regel die Stromversorgung für den Stromschleifenausgang bereit. Dieser ist für den Anschluss an ein passives Eingangsgerät vorgesehen. Um den Stromschleifenausgang an ein aktives Gerät anzuschließen, müssen die Links LK1 und LK2 an der AFU in Position A verschoben werden, wie in Abschnitt A4-4 beschrieben.

So konfigurieren Sie den Stromschleifenausgang:

















- 1) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und   "AFU-Einstellungen" aus und drücken Sie .
- 2) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Ausgang 1 Typ"  aus und drücken Sie .
- 3) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Trübung" , "Optische Dichte"  oder "Staubdichte"  aus und drücken Sie .
- 4) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Ausgang 1 Messbereich"  aus und drücken Sie .
- 5) Ändern Sie über die Pfeiltasten  und  den Ausgangswert zu 20 mA und drücken Sie .

Stellen Sie Ausgang 2 wie oben beschrieben ein.

Bei Bedarf kann der Stromschleifenausgang zu Prüfzwecken auf einen Konstantstrom eingestellt werden.

- 1) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Ausgang 1 Strom"  bzw. "Ausgang 2 Strom"  aus und drücken Sie .
- 2) Ändern Sie über die Pfeiltasten  und  den Ausgangsstrom und drücken Sie .
- 3) Drücken Sie nach Abschluss der Prüfung , um zurück zum normalen Betrieb zu wechseln.

Die Stromschleifenausgänge können bei Bedarf für die Darstellung negativer Werte mit Stromwerten unter 4 mA eingestellt werden.

- 1) Drücken Sie , um zu den  AFU-Einstellungen zurückzukehren.
- 2) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Einstellungen"  aus.
- 3) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Negative Werte anzeigen"  aus und drücken Sie .
- 4) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Negative Werte anzeigen"  bzw. "Keine negativen Werte anzeigen"  aus und drücken Sie .
- 5) Drücken Sie , um zu "Einstellungen"  zurückzukehren.

## Fortführen und Beibehalten

Der Stromschleifenausgang kann während der Kalibrierung auf "Track" (Fortführen) oder "Hold" (Beibehalten) festgelegt werden. Diese Funktion wird über die folgenden Systemparameter gesteuert:

Register 188 - Transceiverausgang

Register 336 - AFU-Ausgang 1

Register 340 - AFU -Ausgang 2

Wenn der Registerwert = 1 festgelegt wird, ist am Stromschleifenausgang während der Kalibrierkontrolle "Fortführen" möglich. Diese Option ist für Konformitätsanwendungen erforderlich, damit die Kalibrierwerte vom Datenerfassungssystem aufgezeichnet werden können.

Wenn der Registerwert = 2 festgelegt wird, wird der letzte Messwert am Stromschleifenausgang während der Kalibrierung beibehalten. Diese Option ist geeignet, wenn das Signal im Rahmen eines Prozesskontrollsystems eingesetzt wird und der Kalibriermesswert den Betrieb des Controllers beeinträchtigen könnte.

### B1-4-11 Einrichten von AFU-Alarmen

- 1) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und   "AFU-Einstellungen" aus und drücken Sie .
- 2) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Alarm 1 Typ"  aus und drücken Sie .
- 3) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Trübung" , "Optische Dichte"  bzw. "Staubdichte"  aus und drücken Sie .
- 4) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Alarm 1 Stufe"  aus und drücken Sie .
- 5) Ändern Sie über die Pfeiltasten  und  die Alarmstufe und drücken Sie .
- 6) Richten Sie Alarm 2 wie oben beschrieben ein.
- 7) Drücken Sie , um zu "Einstellungen"  zurückzukehren.

### B1-4-12 AFU-Modbus-Schnittstelle

Die auf dem RS485-Duplex-Hardwarestandard basierenden Modbus-Kommunikationen ermöglichen den direkten Zugriff auf die Systemdaten des Modells 4500 MkIII. Einzelheiten zum Modbus-Protokoll finden Sie auf der Modbus-Website [www.modbus.org](http://www.modbus.org). Bei Modell 4500 MkIII sind die Funktionen 3 (Gehaltenes Register lesen), 6 (Einzelnes Register voreinstellen) und 10 (Mehrere Register voreinstellen) implementiert. Die Modbus-Registernummern sind in Abschnitt 9 aufgeführt.

Jede AFU verfügt über drei Modbus-Ausgangsports mit den Bezeichnungen Datenausgangsport, Master-Port und Kontrollport.

Der Datenausgangsport ist ein Modbus-Slave. Er kann mit einem Datenerfassungssystem für die ständige Überwachung der Trübungs- bzw. Staubdichtemessungen verbunden werden. Daneben kann er Befehle wie Kalibrierprüfung von einem Werks-PLS empfangen. Der Datenport verwendet RS 485-Kommunikationen.

Der Master-Port ist in der Regel an den 4500 MkIII Transceiver angeschlossen. Wenn jedoch zusätzliche AFUs benötigt werden, wird der Master-Port der zweiten AFU an den Datenausgangsport der ersten AFU angeschlossen usw. An einen Transceiver können bis zu vier AFUs angeschlossen werden.

Der Kontrollport ist ein Modbus-Slave. Er kann zur Überwachung des Betriebs des 4500 MkIII und zum Ändern der Einstellungen ohne Unterbrechung des normalen Betriebs verwendet werden. Für diesen Port werden RS485 und RS232-Verbindungen bereitgestellt. Sie sollten jedoch nicht simultan verwendet werden. Der Kontrollport kann auch als zweiter Datenausgangsport verwendet werden.

An den Datenausgangs- oder Kontrollport angeschlossene RS485-Netzwerke benötigen einen Abschlusswiderstand an jedem Ende und ein Bias-Netzwerk an einer Stelle auf dem Bus. Die AFU des Modells 4500 MkIII verfügt über einen Abschlusswiderstand und ein Bias-Netzwerk. Werkseitig ist der Abschlusswiderstand eingeschaltet und das Bias-Netzwerk ausgeschaltet. Siehe Abschnitt A4-4 zum Ändern der Schalteinstellungen.

AFUs werden mit den folgenden Einstellungen für den Datenausgangs- und den Kontrollport geliefert:

















Baud-Rate:	19200
Parität:	Gerade
Datenbits:	8
Stoppbits:	1

Die Baud-Rate und die Parität werden über die Schalteinstellungen wie in Abschnitt A4-4 beschrieben gesteuert.

Die Slave-Adresse für beide Slave-Ports wird im Transceiver eingestellt. Der Standardwert ist 7.

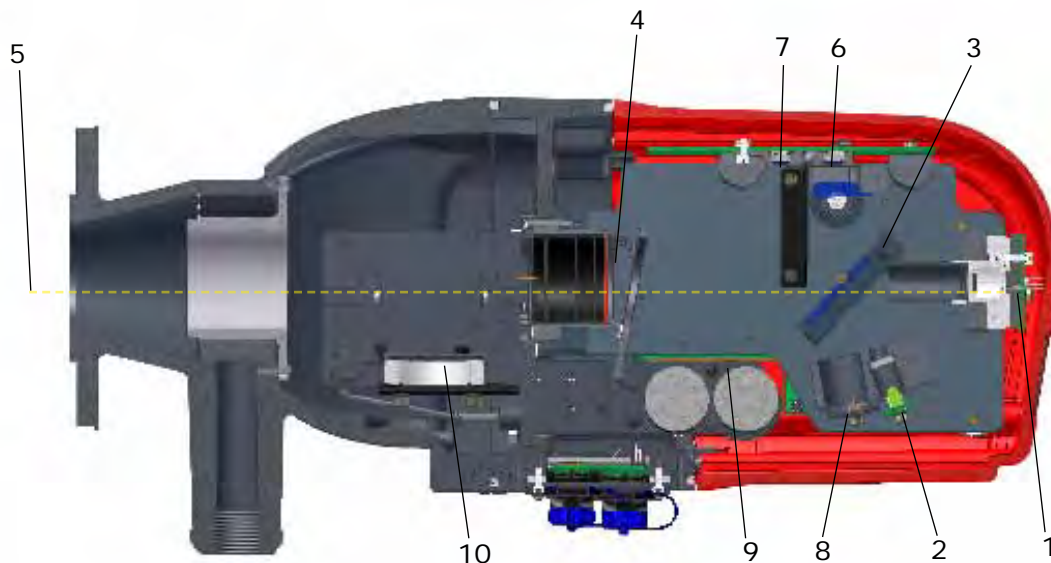


Die Slave-Adresse kann über das Transceiver-Bedienfeld wie folgt geändert werden:

- 1) Drücken Sie .
- 2) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Parameter"  aus und drücken Sie .
- 3) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Parameternummer"  aus und drücken Sie .
- 4) Ändern Sie über die Pfeiltasten  und  die Parameternummer zu 1 und drücken Sie .
- 5) Ändern Sie über die Pfeiltasten  und  die Slave-Adresse in die gewünschte Zahl von 1 bis 247 und drücken Sie .
- 6) Drücken Sie zwei Mal , um zum Hauptbildschirm zurückzukehren.

## B2 Periodische Betriebsmodi

### B2-1 Kalibrierkontrolle



*Transceiver*
























1	LED-Lichtquelle	6	Messungsdetektor
2	Flut-LED	7	Referenzdetektor
3	50/50-Strahlenteiler	8	Konkavspiegel
4	Kollimationslinse	9	Upscale-Filter
5	Kollimierter Strahl	10	Nullpunktrefektor

Der Transmissometer führt periodisch eine Kalibrierprüfung in zwei Schritten durch. Im ersten Schritt wird ein Nullpunktrefektor (10), der in der Luftspülung des Transceivers montiert ist, in die optische Achse gebracht. Im zweiten Schritt wird der Upscale-Filter (9) ebenfalls in den Lichtweg gebracht. Das Messgerät liest die Lichtdifferenz zwischen dem aktuellen Nullpunkt und dem Nullpunkt, der während der letzten Kalibrierung bei leerem Schornstein bestimmt wurde, und zeichnet diesen Wert als Summe aus Drift und Aufbau von optischem Staub auf. Der Trübungswert des Upscale-Filters (9) ist in dem beiliegenden Kalibrierzertifikat angegeben.

Wie durch ASTM D6216-07 vorgegeben, gibt das Modell 4500 MkIII den PLCF-Wert am Stromschleifenausgang am Ende jeder Kalibrierkontrolle 90 s lang an. Der Wert ist von 0,0 bis 10,0 skaliert. Wenn z. B.  $PLCF = 1,2$  ist, dann ist der Ausgangswert  $4 + (1,2/10) \times 16 = 5,92$  mA. Diese Funktion kann deaktiviert werden, indem der Ausgang während der Kalibrierung auf "Hold" (Beibehalten) eingestellt wird (Parameter 188=1).

**VORSICHT**

















Versuchen Sie nicht, den Nullpunktreфлектор per Hand zu bewegen. Dadurch wird das Präzisionsgetriebe irreparabel beschädigt.

- 1) Drücken Sie auf dem Messwert-Display des Geräts auf .
  - 2) "Entsperren"  wird angezeigt. Drücken Sie .
  - 3) Drücken Sie die Pfeiltasten  und , bis der Supervisor-Code (Standard: 10) angezeigt wird. Warten Sie, bis das Symbol  angezeigt wird, und drücken Sie .
  - 4) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Einstellungen"  aus und drücken Sie .
  - 5) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Kalibrierung"  aus und drücken Sie .
  - 6) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Kalibrierkontrolle"  aus und drücken Sie .
  - 7) "Start"  wird angezeigt. Drücken Sie , um die Kalibrierkontrolle zu starten.
  - 8) Das Stundenglas  wird angezeigt, während die Kalibrierkontrolle läuft. Es wird ausgeblendet, sobald die Kalibrierkontrolle beendet ist.
  - 9) Drücken Sie zwei Mal , um zum Hauptbildschirm zurückzukehren.
- Das Modell 4500 MkIII ist jetzt einsatzbereit.

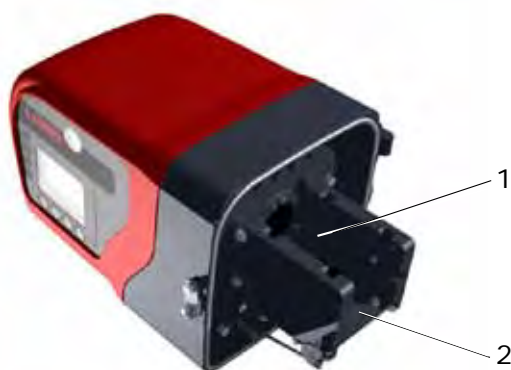
**B2-2 Kalibrierprüfung**

Geeignete Ausrüstung zur Durchführung einer Kalibrierprüfung, die von der US-Umweltbehörde EPA und anderen Umweltregulierungsbehörden gefordert wird, wird mitgeliefert.

**Kalibrierfehler- und Systemantwortzeitkontrollen**

- 1) Drücken Sie .
- 2) "Entsperren"  wird angezeigt. Drücken Sie .
- 3) Verwenden Sie die Pfeiltasten  und , bis der Supervisor-Code (Standard: 10) angezeigt wird, und drücken Sie .
- 4) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Kalibrieren"  aus und drücken Sie .
- 5) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Kalibrierprüfung"  aus und drücken Sie .
- 6) "Schnellantwort"  wird angezeigt. Drücken Sie .

Der Nullreflektor wird in die Betriebsposition gefahren, und die Trübung wird angezeigt. Sie sollte bei 0,0 % liegen. Lösen Sie die Klemmen an beiden Seiten des Transceivergehäuses. Klappen Sie das Gerät an den Scharnieren auf.



### VORSICHT





Versuchen Sie nicht, den Nullpunktreflektor per Hand zu bewegen. Dadurch wird das Präzisionsgetriebe irreparabel beschädigt.

- 7) Setzen Sie einen kalibrierten neutralen Dichtefilter in Schlitz 1 ein. Achten Sie darauf, dass das Glas nicht berührt wird. Lesen Sie den angezeigten Trübungswert ab und zeichnen Sie ihn auf.
- 8) Beachten Sie, dass dieser Wert für die Weglänge korrigiert ist. Wenn der PLCF auf 1,0 eingestellt ist, sollte der angezeigte Wert mit der Filtertrübung übereinstimmen. Wenn der PLCF nicht 1,0 ist, berechnen Sie den erwarteten Gerätemesswert mit folgender Formel:  

$$\text{Angezeigte Trübung} = 1 - (1 - \text{Filtertrübung})^{1/\text{PLCF}}$$
- 9) Die Betriebswellenlänge des Modells 4500 MkIII beträgt 525 nm. Alle Prüffilter werden bei dieser Wellenlänge kalibriert.
- 10) Entnehmen Sie den Filter, setzen Sie den nächsten Filter ein und zeichnen Sie den Messwert auf.


### Kontrolle der Zeitspanne zur Mittelwertbildung

Um die Zeitspanne zur Mittelwertbildung zu kontrollieren, entnehmen Sie zunächst den Prüffilter.


Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Durchschnitt"  aus und drücken Sie . Der Durchschnitt der Trübungswerte wird mit der gleichen Zeitkonstante wie beim normalen Betrieb berechnet.

Setzen Sie einen Filter ein und zeichnen Sie die Messwerte nach Bedarf auf.

### Beenden des Prüfmodus

Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Stopp"  aus und drücken Sie .

Der Nullreflektor wird zurückgezogen, und das Gerät nimmt den normalen Betrieb wieder auf.



















Drücken Sie zwei Mal , um zum Hauptbildschirm zurückzukehren.


### B2-3 Rekalibrierung (auch als Nullausrichtung oder Kalibrierung bei leerem Schornstein bezeichnet)




Eine Rekalibrierung darf nur durchgeführt werden, wenn der Strahl des Trübungsmessgeräts rauch- und staubfrei ist. Sie kann an Ort und Stelle vorgenommen werden, wenn ein freier optischer Weg erzielt werden kann. Andernfalls kann das Gerät herausgenommen und zur Kalibrierung an Testständern oder an einem Rohr befestigt werden.









Das Modell 4500 MkIII bietet eine praktische Möglichkeit für die Prüfung auf einer Arbeitsbank oder einer sonstigen ebenen Fläche. Der Transceiver kann auf die linke Seite und der Retroreflektor auf die rechte Seite gelegt werden. Die Schraube auf der linken Seite des Transceivers kann angepasst werden, um eine korrekte Ausrichtung zu erzielen. Beachten Sie, dass bei einer Kalibrierung, die nicht an Ort und Stelle vorgenommen wird, der Abstand zwischen dem Transceiver und dem Retroreflektor unbedingt so angepasst werden muss, dass er genau dem Abstand im normalen Betrieb (mit einer Abweichung von  $\pm 6$  mm) entspricht.

Vergewissern Sie sich, dass die Weglänge korrekt und die Oberflächen der Hauptlinse und der Retroreflektorelemente sauber und staubfrei sind. Richten Sie das Gerät gemäß der Beschreibung in B 1-4 Absatz 3 aus.

- 1) Drücken Sie .
- 2) "Entsperren"  wird angezeigt. Drücken Sie .
- 3) Drücken Sie die Pfeiltasten  und , bis der Supervisor-Code (Standard: 10) angezeigt wird, und drücken Sie .
- 4) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Kalibrieren"  aus und drücken Sie .
- 5) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Rekalibrieren"  aus und drücken Sie .
- 6) "Start"  wird angezeigt. Wenn Sie bereit sind, drücken Sie .
- 7) "Nullpunkt"  wird angezeigt. Prüfen Sie, dass der optische Weg frei und der Messwert für die Trübung stabil ist. Drücken Sie .

Das Stundenglas  wird angezeigt, während das Gerät weitere 10 Sekunden wartet, bis die Messwerte stabil sind.

- 8) "Upscale-Punkt"  wird angezeigt. Der einfachste Weg, einen blockierten Weg zu erhalten, besteht im Lösen der Klemmen an der Seite des Transceivers und dessen Aufklappen an den Scharnieren, damit der Strahl in den freien Raum gerichtet wird. Um alternativ dazu das Gerät bei einer anderen Trübung als 100% zu kalibrieren, setzen Sie einen Filter in den Kalibrierschlitz ein, klappen Sie den Transceiver an den Scharnieren zu und schließen Sie die Klemmen.
- 9) Wenn der Messwert stabil ist, drücken Sie . Das Stundenglas  wird angezeigt, während das Gerät weitere 10 Sekunden wartet, bis die Messwerte stabil sind.

















- 10) "Filtertrübung"  wird angezeigt, und der Wert wird auf 100% voreingestellt. Wenn der Transceiver in den freien Raum gerichtet bzw. der Strahl vollkommen blockiert war, drücken Sie . Wenn ein kalibrierter Filter verwendet wurde, stellen Sie die Trübung des Filters über die Pfeiltasten  und  ein und drücken Sie .
- 11) "Nullpunktkontrolle"  wird angezeigt, während das Gerät den Nullreflektor einsetzt und prüft.
- 12) "Upscale-Kontrolle"  wird angezeigt, während das Gerät den Upscale-Filter einsetzt und prüft. Während dieser Zeit werden die Werte für die Kalibrierkonstanten X und C als Hilfestellung für die Servicetechniker angezeigt.
- 13) Das Stundenglas  wird angezeigt, während das Gerät den Nullreflektor und den Upscale-Filter zurückzieht.  
Sobald das Stundenglas ausgeblendet wird, ist die Kalibrierung bei leerem Schornstein abgeschlossen.

#### B2-4 Gravimetrische Kalibrierung (Isokinetische Kalibrierung)



Das Modell 4500 MkIII misst die Trübung von Staub- und Rauchemissionen. Wie im entsprechenden Abschnitt des Handbuchs erläutert, kann dieser Wert anhand der Kalibrierkonstanten in die Staubbichte konvertiert werden. Zum Bestimmen der Kalibrierkonstanten müssen Proben der Partikel in den Kamingasen entnommen und gewogen werden. Das Verfahren muss gemäß den entsprechenden Methoden der US-Umweltbehörde EPA bzw. den CEN- oder ISO-Standards ausgeführt werden und wird gewöhnlich als gravimetrische bzw. isokinetische Probennahme bezeichnet.

Das Modell 4500 MkIII bietet eine Funktion für eine vereinfachte Erfassung von Messwerten während der gravimetrischen Kalibrierung.

##### So zeichnen Sie die durchschnittliche optische Dichte während einer gravimetrischen Prüfung auf



- 1) Drücken Sie .
- 2) "Entsperrern"  wird angezeigt. Drücken Sie .
- 3) Drücken Sie die Pfeiltasten  und , bis der Supervisor-Code (Standard: 10) angezeigt wird, und drücken Sie .
- 4) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Kalibrieren"  aus und drücken Sie .
- 5) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Gravimetrische Prüfung"  aus und drücken Sie .
- 6) "Start"  wird angezeigt. Wenn die gravimetrische Prüfung gestartet wird, drücken Sie .





Das Display zeigt die durchschnittliche optische Dichte seit Prüfbeginn an.

- 7) "Stopp"  wird angezeigt. Wenn die gravimetrische Prüfung beendet ist, drücken Sie .

Die durchschnittliche optische Dichte während der letzten Prüfung wird angezeigt. Zeichnen Sie den Wert auf.

### Hinweis

Drücken Sie nicht , während die gravimetrische Prüfung läuft, da dies die gleiche Auswirkung hat wie das Drücken von . Die Prüfung wird beendet, und die aktuelle durchschnittliche optische Dichte wird gespeichert.

- 8) "Start"  wird angezeigt. Um eine neue Prüfung zu starten (wobei der gespeicherte Wert gelöscht wird), drücken Sie .
- 9) Drücken Sie , um das Menü "Gravimetrische Prüfung" zu verlassen.
- 10) Drücken Sie zwei Mal , um zum Hauptbildschirm zurückzukehren.











### So berechnen Sie Kalibrierkonstanten aus den Ergebnissen einer Reihe von gravimetrischen Prüfungen:

Die Verfahren für die formale Berechnung der Kalibrierkonstanten sind in der Leistungsspezifikation 11 der US-Umweltbehörde EPA bzw. in den CEN-Standards EN 13284-2 und EN 14181 angegeben. Es folgt ein vereinfachtes Verfahren unter Verwendung von Microsoft Office Excel:

- 1) Bestimmen Sie für jeden Messpunkt die Staubdichte zu den Berichtsbedingungen für das gravimetrische Prüfverfahren sowie die durchschnittliche optische Dichte, die vom Modell 4500 MkIII während der Prüfung angegeben wird.
- 2) Zeichnen Sie ein Streudiagramm der Staubdichte (Y-Achse), aufgetragen gegen die optische Dichte (X-Achse). Fügen Sie eine lineare Trendlinie durch den Ursprung (0,0) hinzu und zeigen Sie die Gleichung der Trendlinie auf dem Diagramm an. Die Steigung der Trendlinie ist die Staubzunahme-Kalibrierkonstante. Die Staubabweichung und Staubzunahme 2 betragen Null.
- 3) Wenn die Trendlinie nicht gut zu den Daten passt, versuchen Sie, die Einschränkung des Verlaufs der Trendlinie durch den Ursprung zu entfernen. Die Trendlinienverschiebung ist die Staubabweichungs-Kalibrierkonstante. Staubzunahme 2 beträgt Null.
- 4) Wenn die Daten eine deutliche Kurve anstelle einer geraden Linie bilden, ändern Sie die Trendlinie in ein Polynom zweiter Ordnung. Der Koeffizient des  $x^2$  ist die Staubzunahme 2-Kalibrierkonstante.

### So geben Sie die Kalibrierkonstanten in das Analysegerät ein:












Das Modell 4500 MkIII kann bis zu drei Sätze Kalibrierkonstanten speichern. Jedem Satz ist eine "Brennstoffnummer" zugeordnet, da sie dazu dienen, den Brennstoffwechsel zu vereinfachen. Sie könnten ebenso gut für andere Lade- oder Betriebsbedingungen verwendet werden, indem nach Bedarf "Brennstoffnummern" zugeordnet werden. Der unten beschriebene "aktuelle Brennstoff" bezieht sich auf den Satz Kalibrierkonstanten, den das Analysegerät derzeit zur Berechnung der Staubdichte in  $\text{mg}/\text{m}^3$  verwendet.

- 1) Um die Staubzunahme- und Verschiebungswerte in das Modell 4500 MkIII einzugeben, drücken Sie .
- 2) "Entsperren"  wird angezeigt. Drücken Sie .
- 3) Drücken Sie die Pfeiltasten  und , bis der Supervisor-Code (Standard: 10) angezeigt wird, und drücken Sie .
- 4) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Einstellungen"  aus und drücken Sie .

**So ändern Sie die Einstellungen für einen Brennstoff, ohne ihn als aktuellen Brennstoff festzulegen:**























- 1) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Brennstoffspezifische Einstellungen"  aus und drücken Sie .
- 2) Ändern Sie über die Pfeiltasten  und  die Brennstoffnummer  wie gewünscht und drücken Sie .
- 3) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Staubzunahme"  aus und drücken Sie .
- 4) Ändern Sie über die Pfeiltasten  und  den Wert für "Staubzunahme" wie gewünscht und drücken Sie .
- 5) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Staubzunahme 2"  und drücken Sie .
- 6) Ändern Sie über die Pfeiltasten  und  den Wert für "Staubzunahme 2" wie gewünscht und drücken Sie .
- 7) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Staubabweichung"  und drücken Sie .
- 8) Ändern Sie über die Pfeiltasten  und  den Wert für "Staubabweichung" wie gewünscht und drücken Sie .
- 9) Drücken Sie drei Mal , um zum Hauptbildschirm zurückzukehren.

**So ändern Sie den aktuellen Treibstoff und dessen Einstellungen:**

- 1) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Staubereinstellungen"  aus und drücken Sie auf .
- 2) "Verwendeter Brennstoff" (entweder ,  oder ) wird angezeigt.
- 3) Zum Ändern der aktuellen Brennstoffauswahl drücken Sie .
- 4) Ändern Sie über die Pfeiltasten  und  die Brennstoffnummer wie gewünscht und drücken Sie .

























**So ändern Sie die Einstellungen für den aktuellen Brennstoff:**

- 1) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Staubzunahme"  aus und drücken Sie .
- 2) Ändern Sie über die Pfeiltasten  und  den Wert für "Staubzunahme" wie gewünscht und drücken Sie .
- 3) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Staubzunahme 2"  aus und drücken Sie .
- 4) Ändern Sie über die Pfeiltasten  und  den Wert für "Staubzunahme 2" wie gewünscht und drücken Sie .
- 5) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Staubabweichung"  aus und drücken Sie .
- 6) Ändern Sie über die Pfeiltasten  und  den Wert für "Staubabweichung" wie gewünscht und drücken Sie .
- 7) Drücken Sie drei Mal , um zum Hauptbildschirm zurückzukehren.





















## B2-5 Wiederherstellen von früheren Kalibrierwerten

Wenn das Modell 4500 MkIII falsch kalibriert wurde, so lässt sich der Fehler beheben, indem die falschen Kalibrierkonstanten ersetzt werden. Die vorherigen Konstanten und die bei der werkseitigen Prüfung bestimmten Konstanten sind auf dem Gerät gespeichert.

So ersetzen Sie die aktuellen Kalibrierkonstanten durch die vorherigen Konstanten:

- 1) Drücken Sie .
- 2) "Entsperren"  wird angezeigt. Drücken Sie .
- 3) Drücken Sie die Pfeiltasten  und , bis der Supervisor-Code (Standard: 10) angezeigt wird, und drücken Sie .
- 4) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Kalibrierung"  aus und drücken Sie .
- 5) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Vorherige Kalibrierung"  aus und drücken Sie .
- 6) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Letzte Kalibrierung wiederherstellen"  aus und drücken Sie .
- 7) "Bestätigen"  wird angezeigt. Drücken Sie .
- 8) Die vorherigen Kalibrierkonstanten werden in die aktuellen Kalibrierkonstanten kopiert.
- 9) Das Häkchen  in der linken oberen Ecke des Displays zeigt an, dass der Vorgang erfolgreich war.
- 10) Drücken Sie drei Mal , um zum Hauptbildschirm zurückzukehren.

**So ersetzen Sie die aktuellen Kalibrierkonstanten durch die werkseitigen Konstanten:**







- 1) Drücken Sie .
- 2) "Entsperren"  wird angezeigt. Drücken Sie .
- 3) Drücken Sie die Pfeiltasten  und , bis der Supervisor-Code (Standard: 10) angezeigt wird, und drücken Sie .
- 4) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Kalibrierung"  aus und drücken Sie .
- 5) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Vorherige Kalibrierung"  aus und drücken Sie .
- 6) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Werkseitige Kalibrierung wiederherstellen"  aus und drücken Sie .
- 7) "Bestätigen"  wird angezeigt. Drücken Sie .

Die werkseitigen Kalibrierkonstanten werden in die aktuellen Kalibrierkonstanten kopiert.

- 8) Das Häkchen ✓ in der oberen linken Ecke des Displays gibt an, dass der Vorgang erfolgreich war.
- 9) Drücken Sie drei Mal ✕, um zum Hauptbildschirm zurückzukehren.

## B2-6 Manuelles Festlegen der Kalibrierkonstanten

Für schwerwiegende Funktionsprobleme mit Verlust der Kalibrierdaten verfügt das Modell 4500 MkIII über eine Funktion für die manuelle Eingabe der Kalibrierkonstanten. Die ursprünglichen Kalibrierdaten, die während der werkseitigen Prüfungen ermittelt wurden, sind im Kalibrierbericht gespeichert. Darin können auch spätere, bei Kalibrierungen bei leerem Schornstein bestimmte Kalibrierdaten enthalten sein. So geben Sie die Kalibrierkonstanten C, X und B ein:

- 1) Drücken Sie .
- 2) "Entsperren"  wird angezeigt. Drücken Sie .
- 3) Drücken Sie die Pfeiltasten  und , bis der Ingenieurs-Code angezeigt wird, und drücken Sie .
- 4) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  "Kalibrierung"  aus und drücken Sie .
- 5) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  die Konstante C  aus und drücken Sie .
- 6) Ändern Sie über die Pfeiltasten  und  den angezeigten Wert wie gewünscht und drücken Sie .
- 7) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  die Konstante X  aus und drücken Sie .
- 8) Ändern Sie über die Pfeiltasten  und  den angezeigten Wert wie gewünscht und drücken Sie .
- 9) Wählen Sie über die Pfeiltasten  und  die Konstante B  aus und drücken Sie ,
- 10) Ändern Sie über die Pfeiltasten  und  den angezeigten Wert wie gewünscht und drücken Sie .
- 11) Drücken Sie drei Mal ✕, um zum Hauptbildschirm zurückzukehren.



# C1 Theoretisches zu Betrieb und Anwendung

## C1-1 Allgemeine Darstellung

Wenn ein Lichtstrahl ein Medium durchdringt, das Rauch oder Staubpartikel enthält, wird ein Teil des Lichts übertragen, während ein anderer Teil durch Streuung verloren geht. Den Anteil, der das Ziel erreicht, nennt man Transmissionsgrad oder Durchlässigkeit, den Verlustanteil nennt man Opazität oder Trübung.

In den Anfängen der Emissionsmessung wurde die Dichte des Rauchs, den ein Schornstein ausstößt, nach der Ringelmann-Methode ermittelt, bei der ein ausgebildeter Beobachter die visuelle Erscheinung des Rauchs beurteilt.

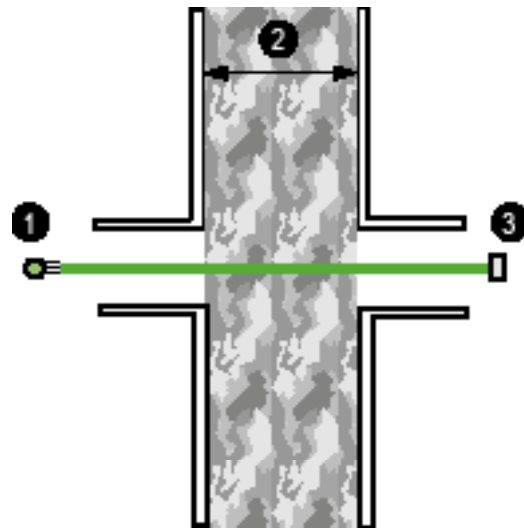
Moderne Methoden der Trübungsmessung sind weit ausgeklügelter als die Ringelmann-Methode, jedoch basieren viele der Spezifikationen noch immer auf der visuellen Wahrnehmung des Rauchs durch das menschliche Auge. Ein Trübungsmessgerät muss die Frequenzwahrnehmung des menschlichen Auges nachbilden. Die Empfindlichkeit eines Instruments muss im Wesentlichen dem menschlichen Tagsehen entsprechen. Das Modell 4500 MkIII von Land verwendet als Lichtquelle eine grüne Hochleistungs-LED, um dieses Ziel zu erreichen.

## C1-2 Lambert-Beersches Gesetz

Das mathematische Verhältnis zwischen dem in einem Medium übertragenen Licht und dem Grad der im Medium vorhandenen Verschmutzung wird als Lambert-Beersches Gesetz bezeichnet. Es kann folgendermaßen dargestellt werden:

$$\tau = \frac{I}{I_0} = e^{-acL}$$

wobei:	$\tau$	=	Transmissionsgrad
	$I_0$	=	Intensität des eingestrahltten Lichts (siehe 1 unten)
	$I$	=	Intensität des transmittierten Lichts (siehe 3 unten)
	$a$	=	Absorptionskoeffizient
	$c$	=	Partikelkonzentration
	$L$	=	Weglänge des Lichtstrahls durch das Medium (siehe 2 unten)



Da Trübung ( $Op$ ) =  $1 - \tau$ , ergibt sich für die Gleichung oben:

$$(1 - Op) = e^{-acL} \quad \text{oder} \quad Op = 1 - e^{-acL}$$

Beachten Sie, dass die Quantität  $c$  die Menge des Staubs im Strahlengang angibt. Optische Dichte (oder Extinktion) ist definiert als:

$$\begin{aligned} OD &= -\log_{10} \tau \\ &= -acL/2,303 \\ c &= k \times OD, \quad \text{wobei } k = \frac{-2,303}{aL} \end{aligned}$$

Durch Vergleichen einer Reihe von optischen Dichtemessungen mit gleichzeitig vorgenommenen gravimetrischen Staubmessungen kann der Wert von  $k$  ermittelt werden.

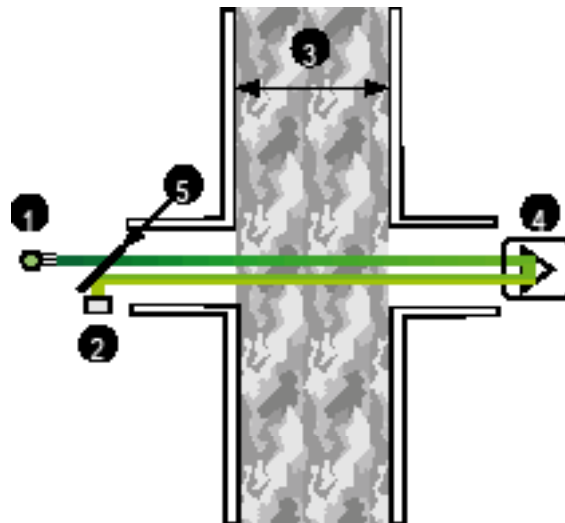
### C1-3 Weglängen-Korrekturfaktor (PLCF)

Als letztes muss die Tatsache berücksichtigt werden, dass Dichtemessgeräte nicht immer an der Schornsteinmündung montiert sind. Da ein Beobachter nach Ringelmann stets die Trübung an der Schornsteinmündung beobachtet, muss ein Korrekturfaktor für die Differenz zwischen dem Lichtweg am Ort der Messung und dem Durchmesser der Schornsteinmündung eingeführt werden. Es muss außerdem bemerkt werden, dass das Staub- und Trübungsmessgerät Modell 4500 MkIII von Land ein Zweistrahl-Gerät ist. Das bedeutet, dass der Lichtstrahl das Medium zweimal durchquert und so der doppelten Absorption ausgesetzt ist, wie unten dargestellt. Auch dies muss vom System entsprechend korrigiert werden.

Der Weglängen-Korrekturfaktor (PLCF) spielt nur bei Trübungsmessungen eine Rolle. Er gibt das Verhältnis zwischen den Schornsteindurchmessern an der Mündung und am Einbauort des Geräts wieder. Für einen geraden Schornstein beträgt der PLCF 1. Bei einem Schornstein, der sich zur Mündung hin verjüngt, ist der PLCF kleiner als 1.

Das Lichtwegverhältnis (OPLR) ist das Verhältnis zwischen dem Durchmesser der Schornsteinmündung und der Weglänge des Lichtstrahls durch die Abgase. Bei einem Doppelpass-Gerät wie dem Modell 4500 Premier entspricht das OPLR dem halben PLCF d. h.

$$\text{OPLR} = \frac{\text{PLCF}}{2}$$



#### Legende

- |   |                   |
|---|-------------------|
| 1. Lichtquelle $I_0$                              | 4. Reflektor      |
| 2. Detektor                                       | 5. Strahlenteiler |
| 3. Weglänge des Lichtstrahls durch das Medium (L) |                   |

*Zweistrahl-System*

Mit den vorstehenden Formeln können wir die Trübung am Schornsteinausgang messen, wenn wir den Weglängen-Korrekturfaktor (PLCF) definieren;

$$\text{PLCF} = \frac{L_e}{L_m}$$

wobei:

$$L_e = \text{Weglänge an der Mündung}$$

$$L_m = \text{Weglänge am Ort der Messung}$$

$$\text{OPLR} = \frac{\text{PLCF}}{2}$$

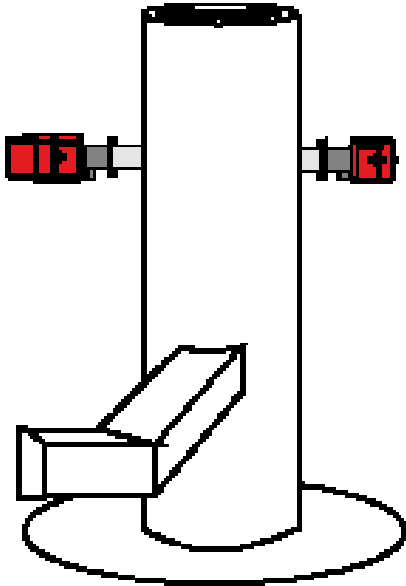
$$\text{Ope} = 1 - 10^{-\text{OD} \times \text{OPLR}}$$

**Hinweis:**

Das Modell 4500 MkIII wendet die PLCF-Korrektur nur auf die gemessene Trübung an. Die Optische Dichte wird als der Zweistrahl-Wert wiedergegeben.



## C1-4 Beispiele unterschiedlicher Weglängen-Korrekturfaktoren (PLCF)



Gerader Schornstein.

Messweglänge und Weglänge an der Mündung sind gleich.

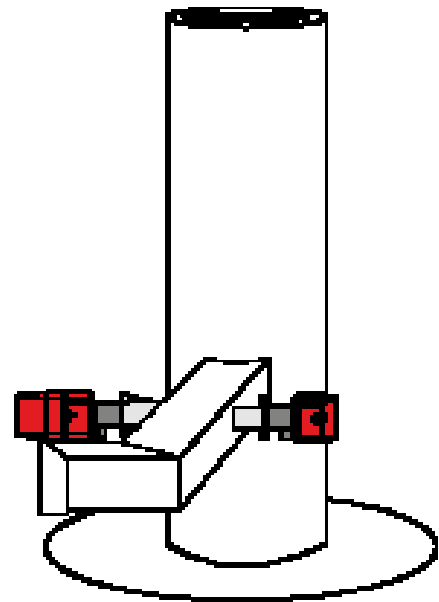
$$\text{PLCF} = 1,00$$

*Beispiel 1*

Gerader Schornstein, Messgerät an engem Kanal.  
Messweglänge ist kürzer als Weglänge an der Mündung.

$$\text{PLCF} > 1,00$$

*Beispiel 2*

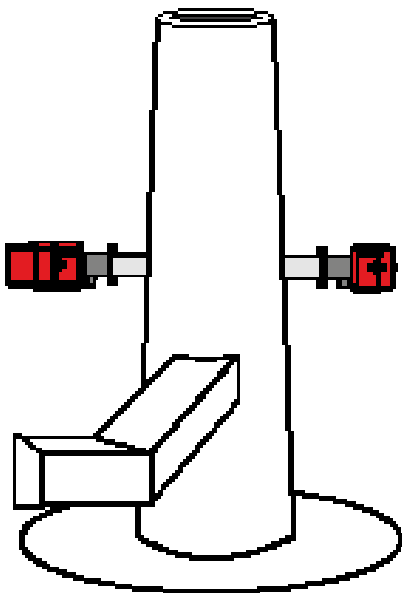


Schornstein verjüngt sich zur Mündung.

Messweglänge ist länger als Weglänge an der Mündung.

$$\text{PLCF} < 1,00$$

*Beispiel 3*



## **C2 Anforderungen der Umweltgesetzgebung**

Beim Einsatz zur Trübungsmessung erreicht bzw. übertrifft das Modell 4500 MkIII die Anforderungen von US 40CFR60 AppB PS1 und ASTM Standard Practice D6216.

Dass Modell 4500 MkIII ermittelt die Staubdichte (Feinstaubkonzentration) in Übereinstimmung mit US 40CFR60 AppB PS-11 und EN 13284:2.

## C3 Physikalische Grundlagen

### C3-1 Allgemeine Beschreibung

Das Gerät zur kontinuierlichen Trübungsmessung (Continuous Opacity Monitoring System = COMS) Modell 4500 MkIII von Land Instruments International misst die Trübung anhand des Durchgangs eines Lichtstrahls durch Rauchgase. Ein interner Mikroprozessor berechnet die Staubdichte und andere Parameter. Das Gerät besteht aus folgenden Komponenten: Dem Transceiver, der sämtliche optischen und elektro-optischen Bauteile enthält, dem Retroreflektor mit einem Glasreflektor sowie dem Luftspülsystem.

Das Luftspülsystem steht abhängig von den örtlichen Erfordernissen in unterschiedlichen Varianten zur Verfügung. Es gibt elektrische Gebläse in einfacher oder doppelter Ausführung sowie mit Druckluft betriebene Geräte. Eine kontinuierliche Versorgung mit Spülluft ist erforderlich, um zu verhindern, dass Staub und korrosive Gase das optische System beeinträchtigen. Als vorläufiger Schutz bei einem Ausfall der Luftspülung können automatische Schnellschlussklappen angebracht werden.

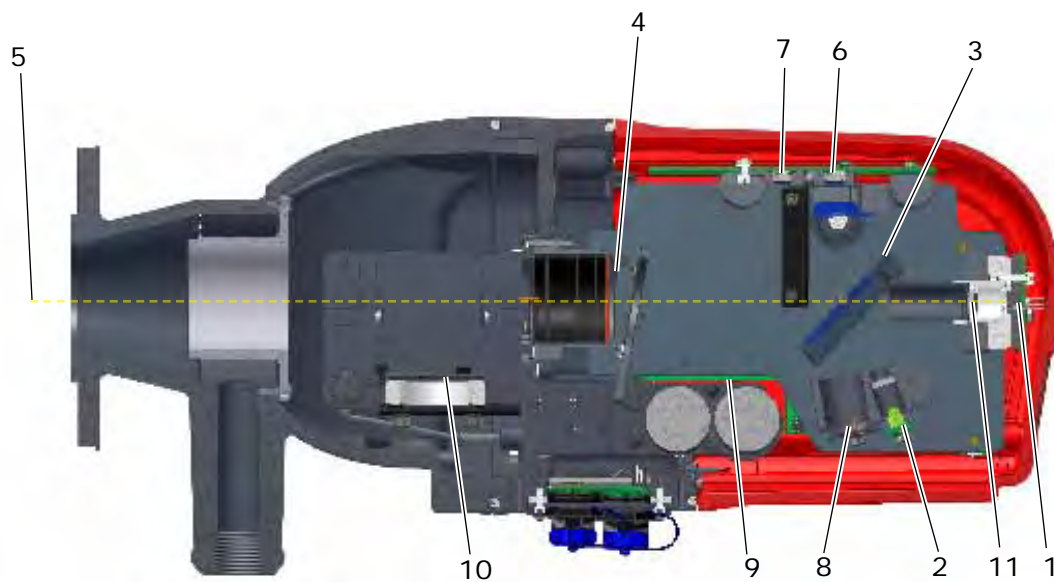
Das gesamte System ist für kontinuierlichen Betrieb unter allen Wetterbedingungen bei minimalem Wartungsbedarf ausgelegt.



## C3-2 Funktionsprinzip

Das Modell 4500 MkIII von Land ist eine Weiterentwicklung des äußerst erfolgreichen Modells 4500 MkII+, das für seine Zuverlässigkeit und Präzision bekannt ist. Als Hauptlichtquelle werden drei grüne LED in einer besonderen Konfiguration eingesetzt (zum Patent angemeldet), um höchste Homogenität über den gesamten ausgesendeten Lichtstrahl zu erzielen. Die Lichtquelle wird mit einer Frequenz von 1 kHz moduliert, um elektrische Störungen zu reduzieren und Fehler aufgrund von Umgebungslicht auszuschließen. Mit einer zweiten Lichtquelle, der patentierten "Flut-LED" wird der Effekt der Temperaturdrift in den Detektoren auf ein kaum noch messbares Niveau verringert.

Mit der elektronischen Modulation wird ein mechanischer Zerhacker überflüssig, sodass als einzige bewegliche Teile die Motoren des Kalibrierungssystems verbleiben. Diese Motoren haben einen äußerst niedrigen Tastgrad und sind sehr zuverlässig.



*Transmissometer*

### Legende

- |                         |                     |
|-------------------------|---------------------|
| 1. LED-Lichtquelle      | 7. Referenzdetektor |
| 2. Flut-LED             | 8. Konkavspiegel    |
| 3. Strahlenteiler 50/50 | 9. Upscale-Filter   |
| 4. Kollimationslinse    | 10. Nullreflektor   |
| 5. Kollimierter Strahl  | 11. Diffusor        |
| 6. Messdetektor         |                     |

Der Transceiver ist oben dargestellt. Das Licht von LED1 (1) durchquert den Diffusor (11) und den 50/50-Strahlenteiler (3). Der weitergeleitete Anteil gelangt zum Kollimator (4), der einen genau definierten, kollimierten Lichtstrahl (5) über den Messweg bis zum Retroreflektor am gegenüberliegenden Ende schickt. Das vom Retroreflektor zurückgesendete Licht wird von der Linse (4) auf den Messdetektor (6) fokussiert. Der vom Strahlenteiler (3) reflektierte Lichtanteil fällt auf den Konkavspiegel (8), der das Licht auf den Referenzdetektor (7) fokussiert. Aus dem Verhältnis der Signale von beiden Detektoren kann der Trübungswert errechnet werden.

Dies gilt jedoch nur so lange, wie die Empfindlichkeit der beiden Detektoren (6 und 7) und die Verstärkungsleistung der jeweiligen Elektronik konstant bleiben. In der Praxis kann dies aufgrund von Temperaturschwankungen und Alterung der Komponenten nicht garantiert werden. Das Modell 4500 MkIII bedient sich einer innovativen Methode zur Kompensation solcher Abweichungen. Dabei wird die Flut-LED (2) zur Beleuchtung beider Detektoren (6 und 7) eingesetzt. Da keine optischen Bauteile zur Fokussierung verwendet werden, können keine Einstellungsfehler auftreten und jede relative Abweichung der Empfindlichkeit zwischen beiden Detektoren (6 und 7) wird sich als Unterschied des von der Flut-LED (2) empfangenen Signals auswirken. Da sich die Lichtquellen (1) und (2) abwechseln, findet der Normalisierungsprozess fortlaufend statt.

Der Mikroprozessor führt die Berechnungen für die Normalisierung und für die bedarfsweise Umrechnung der Trübungsmesswerte in optische Dichte oder Staubbichte aus.

### **Kalibrierkontrolle**

Der Transceiver führt periodisch eine zweistufige Kalibrierkontrolle durch. In der ersten Stufe wird ein außerhalb des Transceivers angebrachter Null-Reflektor (10) in den Strahlengang gebracht. In der zweiten Stufe wird der Upscale-Filter (9) ebenfalls in den Strahlengang gebracht. Das Messgerät erfasst die Differenz der Signalstärke zwischen dem aktuellen Wert und dem bei der letzten Kalibrierung mit freiem Schornstein ermittelten Wert und berechnet einen Korrekturwert für eine eventuelle Verschmutzung der Linse. Der Trübungswert des Upscale-Filters (9) erscheint auf dem Kalibrierzertifikat, das dem Gerät beiliegt.

Am Ende der Kalibrierkontrolle gibt das Modell 4500 MkIII nach den Bestimmungen von ASTM D6216-07 für 90 Sekunden den PLCF-Wert (zwischen 0 und 10) aus.

## C4 Systemspezifikationen

### C4-1 Staub- und Trübungsmessgerät Modell 4500 MkIII

#### Messwerterfassung

Verfahren:	Zweistrahl-Transmissometrie
Betriebswellenlänge:	520 ± 20 nm
Lichtquelle:	Gepulste Hochleistungs-LED
Bereich:	Trübung 0-10 % bis 0-100 % Optische Dichte 0-0,1 bis 0-3,0 Staubdichte 0-10 bis 0 bis 10000 mg/m <sup>3</sup> Vom Benutzer wählbar
Kalibrierungsfehler:	1.5 % Trübung
Drift:	<0,3 % Trübung pro Monat
Thermische Stabilität:	0,6 % Trübung / 22 °C Änderung
Projektionswinkel:	3 °
Ansichtswinkel:	3 °
Reaktionszeit:	<10 Sekunden zum Erreichen von 95 % des Endwerts
Mittelwertbildung:	Wählbar von 10 Sekunden bis 24 Stunden (in Schritten von 1 Sekunde)
Messweglänge:	0,5 bis 10 m
Kalibrierung:	Automatischer Null- und Upscale-Check (Wählbares Intervall zwischen 1 und 24 Stunden in 1-Stunden-Schritten)
Nullabgleich:	Automatische Korrektur für Nulldrift

#### Bedienfeld

Display:	Reflektives hintergrundbeleuchtetes LCD mit 128 x 64 Pixel
Tastenfeld:	4 Tasten zur Dateneingabe
Anzeigen:	Power, System OK, Calibration, Alarm

#### Betriebsumgebung

Betriebstemperatur:	-20 bis 55 °C (optional -40 °C)
Maximale Abgastemperatur:	600 °C
Maximale Flanschttemperatur:	200 °C
Schutzarten:	IP65 / NEMA4X
Konformität:	EN 61010-2 EMV
Abdichtung:	EN50 081 & EN50 082 IP65 / NEMA4X

**Ausgänge**

Modbus-Schnittstelle:	RS485. Trübung, Optische Dichte, Staubbichte und Statusinformationen verfügbar
Analoge Ausgänge:	Isolierter 4-20 mA-Stromschleifenausgang. Konfigurierbar als Trübung, Optische Dichte, Partikel-dichte
Relaisausgänge:	System OK, Calibration, Alarm
Relaiswerte:	1 A bei 24 V Gleichspannung

**Stromversorgung**

Betriebsspannung:	24 V Gleichspannung, nominal; (18 bis 30 V Gleichspannung)
Stromverbrauch:	0,3 A Nennstrom (3 A Anlaufstrom)

**Mechanische Daten**

Abmessungen (H x B x T)	
Transceiver:	191 x 201 x 413 mm
Retroreflektor:	191 x 201 x 237 mm

**Gewicht**

Transceiver:	6 kg
Retroreflektor:	3 kg

**Gehäuse**

Transceiver / Retroreflektor:	Aluminiumguss, epoxidharzbeschichtet
-------------------------------	--------------------------------------

**Zubehör**

Lieferbar:	Schnellschlussklappen Gebläse Adapterflansche Fernbedienungen Zusätzliche Ausgänge lieferbar
------------	--

**C4-2 Hilfsfunktionseinheit (AFU)****Datenkommunikation**

Datenanschluss: Modbus RS232 oder RS485. Zwei oder vier Leiter, 9600 oder 19200 Baud, ungerade, gerade oder keine Parität. Trübung, Optische Dichte, Staubdichte und Statusinformationen verfügbar. Fernsteuerung.

Steuerungsanschluss: Modbus RS232 oder RS485. Zwei oder vier Leiter, 9600 oder 19200 Baud, ungerade, gerade oder keine Parität. Fernsteuerung und Diagnoseinformation.

**Prozess-I/O-Option**

Analoge Ausgänge: 2 Stromschleifenausgänge, 4-20 mA, isoliert, einzeln konfigurierbar für Trübung, Optische Dichte oder Staubdichte. Aktiver oder passiver Betrieb wählbar.

Relaisausgänge: System OK, Maintenance (Wartung) (Daten nicht gültig), Zero Calibrating (Nullkalibrierung), Upscale Calibrating (Upscale-Kalibrierung), 2 Alarmrelais, einzeln konfigurierbar für Trübung, Optische Dichte oder Staubdichte. 48 V 1 A max.

Gebläseüberwachung Vier Logikeingänge zur Überwachung von bis zu zwei Spülluftgebläsen.

Schnellschlussklappensteuerung Vier Logikeingänge und zwei Logikausgänge zur Überwachung und Steuerung von bis zu zwei Schnellschlussklappen.

Fernkalibrierungs-Trigger Logikeingang für externe potenzialfreie Kontakte. Löst einen Kalibrierkontrollzyklus aus.

Brennstoff-Fernauswahl Zwei Logikeingänge für externe potenzialfreie Kontakte. Wählt einen aus drei Sätzen von Konstanten zur Staubdichte-Kalibrierung, die verschiedenen Brennstoffen oder Betriebsbedingungen entsprechen.

**Leistungsaufnahme**

Gleichstrom: 24 V  $\pm 10\%$ ; 4 A.

**Betriebsumgebung**

Betriebstemperatur: -40 bis 55 °C

Schutzart: IP65 / NEMA4X

**Konformität**

EMV: Erfüllt EN 50081 und EN 50082



**Gewicht**

AFU 2,5 kg

**C4-3 Hilfsstromversorgung (APS)****Ausgangsleistung**

Gleichstrom: 24 V  $\pm 10\%$ ; 4 A.

**Leistungsaufnahme**

Wechselstrom (APS1): 90-132 oder 187-264 V 50-60 Hz Wechselspannung (Automatische Umschaltung) 0,2 kVA

Wechselstrom (APS2): 110 V  $\pm 10\%$  oder 230 V  $\pm 10\%$  50-60 Hz Wechselspannung (für Gebläse) 5 kVA

**Netzstromverteilung - Option**

Gebläseversorgung: Zwei 20-A-Leitungsschutzschalter mit Neutral- und Erdungsklemme

Schnellschlussklappenversorgung: Zwei 1-A-Leitungsschutzschalter mit Neutral- und Erdungsklemme

**Betriebsumgebung**

Betriebstemperatur: -40 bis 55 °C

Schutzart: IP65 / NEMA4X

**Konformität**

EMV: Erfüllt EN 50081 und EN 50082

Sicherheit: Erfüllt EN 61010-2

**Gewicht**

Einfaches APS1 2 kg






APS2 mit Leistungsverteiler 3 kg

## C5 Wartung





### C5-1 Fehlerbestimmung

Das Staub-/Trübungmessgerät Modell 4500 MkIII von Land wurde so entwickelt, dass es den Benutzern erleichtert wird, eine Reihe möglicher Probleme zu identifizieren. Wenn das System ein Problem erkennt, erlischt die grüne "System OK"-LED und das System OK-Relais wird stromlos.








Weitere Diagnoseinformationen können folgendermaßen abgerufen werden:

- 1) Drücken Sie 
- 2) Wählen Sie mit den Pfeilen  und  die Option Diagnose  und drücken Sie 

Die Anzahl der gefundenen Fehler wird in der linken oberen Ecke des Displays angezeigt.

- 3) Wenn die Fehlerzahl ungleich Null ist, wählen Sie mit den Pfeilen  und  Fehler auflisten  und drücken Sie 

Die erste Fehlernummer wird angezeigt. Ihre Bedeutung und Vorschläge zur Behebung werden in der Tabelle gegenüber angezeigt.

- 4) Zeigen Sie mit den Pfeilen  und  mögliche weitere Fehlernummern an. Wenn keine weiteren Fehler vorliegen, bleibt die Nummer unverändert.
- 5) Drücken Sie 
- 6) Um Fehler zu löschen, wählen Sie mit den Pfeilen  und  Fehler löschen  aus und drücken Sie . Die Fehleranzahl wird aktualisiert. Sollten noch Fehler vorliegen, ist die angezeigte Zahl ungleich Null.

#### Hinweis

Die Liste der angezeigten Fehler wird nur beim Öffnen des Diagnosemenüs und nach Aufruf des Fehlerlöschbefehls aktualisiert. Änderungen des Fehlerstatus während der Verwendung des Diagnosemenüs sind u. U. nicht sichtbar.

- 7) Drücken Sie , um zum Hauptbildschirm zurückzukehren.

## Liste der Fehlernummern

Fehler- nummer	Beschreibung	Empfohlene Abhilfe
1	Nullmotor klemmt.	Überprüfen Sie den Antriebsmechanismus des Nullreflektors. Warnung – Versuchen Sie nicht, den Mechanismus von Hand zu bewegen, dadurch könnte das Präzisionsgetriebe irreparabel beschädigt werden.
2	Upscale-Filtermotor klemmt.	Überprüfen Sie den Antriebsmechanismus des Upscale-Filters. Warnung – Versuchen Sie nicht, den Mechanismus von Hand zu bewegen, dadurch könnte das Präzisionsgetriebe irreparabel beschädigt werden.
3	Quell-LED ausgefallen	Überprüfen Sie die Quell-LED-Anschlüsse. Ersetzen Sie die Quell-LED.
4	Flut-LED ausgefallen	Überprüfen Sie die Flut-LED-Anschlüsse. Ersetzen Sie die Flut-LED.
5	Analog-Digital-Wandler überlastet	Das ankommende Signal am Analog-Digital-Wandler ist zu groß. Überprüfen Sie, ob das Reflektorelement und die Blendenplatte am Retroreflektor korrekt sind. Tauschen Sie die Detektorplatte aus. Warnung – Die Detektorplatte muss optisch justiert werden.
6	Fehler im Analog-Wandler	Der Analog-Digital-Wandler funktioniert nicht. Tauschen Sie die Detektorplatte aus. Warnung – Die Detektorplatte muss optisch justiert werden.
13	Negative Trübung	Überprüfen Sie, ob die Messweglänge korrekt ist. Führen Sie eine Kalibrierung bei freiem Schornstein aus.
14	Prüfsummenfehler	Der Programmspeicher des Mikroprozessors ist fehlerhaft. Programmieren Sie die Hauptplatine neu. Tauschen Sie die Hauptplatine aus. Warnung – Alle Geräteeinstellungen und Kalibrierungskonstanten sind auf der Hauptplatine gespeichert. Sie müssen die Daten nach dem Austausch der Hauptplatine neu eingeben.
15	Linsenverschmutzungsgrenze	Das Korrektursystem für die Nulldrift hat seine Regelgrenze erreicht. Säubern Sie die Hauptlinse. Führen Sie eine Kalibrierkontrolle durch. Sollte das Problem weiter bestehen, überprüfen Sie, ob der Nullreflektor verschmutzt ist. Beachten Sie, dass dieser Fehler erst nach einer erfolgreichen Kalibrierkontrolle oder einer Kalibrierung am freien Schornstein gelöscht werden kann.
16	Fehler bei Kalibrierung	Ein Kalibrierungsvorgang konnte nicht abgeschlossen werden. Dieser Fehler kann durch Benutzereingriffe verursacht werden. Führen Sie eine Kalibrierkontrolle durch. Wenn das Problem weiter besteht, überprüfen Sie die Antriebsmechanismen des Nullreflektors und des Upscale-Filters. Warnung – Versuchen Sie nicht, die Mechanik von Hand zu bewegen, dadurch könnte das Präzisionsgetriebe irreparabel beschädigt werden.

**Hinweis**

Wenn Sie sich an den Kundendienst von Land Instruments wenden, halten Sie bitte die Informationen zu Gerätetyp und Seriennummer bereit. Dies erleichtert es uns, Ihnen effektiver und wirksamer zu helfen.

## C5-2 Wartung

Das Modell 4500 MkIII von Land Instruments International wurde für einen möglichst geringen Aufwand an regelmäßiger Wartung entwickelt. Um eine lange Lebensdauer des Geräts zu garantieren, wurde der folgende Wartungsplan entwickelt. Denken Sie daran, dass das Luftspülsystem möglichst ständig eingeschaltet sein sollte – auch wenn die Anlage nicht in Betrieb ist – um eine Verschmutzung der optischen Komponenten zu verhindern. Beim Einsatz in besonders schmutzbelasteten Anlagen sollten die unten angegebenen Intervalle verkürzt werden. Häufig auftretende Alarmer aufgrund verschmutzter Linsen oder Gebläseausfälle können ein Hinweis auf eine notwendige Verkürzung der Wartungsintervalle sein.

Teil	Teile-Nr.	Wartungsintervall	Verfahren
Luftschläuche	306.046	90 Tage	Untersuchen auf Löcher oder undichte Stellen. Kontrolle der Schlauchklemmen auf festen Sitz.
Vorfilter (falls vorhanden)	317.560	90 Tage	Das Staubniveau sollte unterhalb d. Linie liegen. Ausbauen, ausleeren, auswischen und wieder einbauen.
Filterelement	317.561	90 Tage	Filter aus Gehäuse entnehmen. Kappe entfernen. Kappe ausleeren und auswischen. Dabei Schutzbrille tragen, Staub vorsichtig ausklopfen. Sorgfältig mit Druckluft ausblasen. Auf Löcher oder Risse prüfen. Wieder einbauen.
Sicherheitsfilter (falls vorhanden)	317.604	Jährlich	Gegen neuen Filter austauschen.
Gebläse		90 Tage	Auf Lagergeräusche achten. (Ein defektes Lager mit nachfolgendem Gebläseausfall kündigt sich meist einige Zeit vorher an.) Gebläseluftstrom überprüfen, um normale Gebläsefunktion sicherzustellen. (Verschmutzte Luftfilter vermindern den Luftdurchsatz und belasten die Gebläse unnötig.)
Optische Bauteile	N/A	90 Tage	Optische Bauteile überprüfen und reinigen wie unten beschrieben.
Adapter der Luftspülung	N/A	90 Tage	Öffnen des Gehäuses von Transmissometer und Retroreflektor und kontrollieren, ob sich im Adapter der Luftspülvorrichtung Asche abgelagert hat, die den Lichtweg blockieren könnte.

Während der planmäßigen Wartungen sollte jeder optionale Ausrüstungsgegenstand (z. B. Klappen, Druckschalter, Wetterschutz) auf seine korrekte Funktion überprüft werden. Wenn mögliche Probleme festgestellt werden, sollte das entsprechende Bauteil repariert oder ausgetauscht werden.

### Reinigen der optischen Oberflächen

Nach längerem Betrieb können an den optischen Oberflächen des Modells 4500 MkIII Verschmutzungen auftreten. Wie lange es dauert, bis die Verschmutzung größere Ausmaße annimmt, hängt in starkem Maß von der Art der Anlage ab, doch unter normalen Umständen sollte es ausreichen, die optischen Bauteile alle 90 Tage zureinigen.

#### VORSICHT



Benutzen Sie zur Reinigung der optischen Oberflächen stets ein nicht faserndes Linsentuch. Achten Sie darauf, dass das Tuch stets sauber gehalten wird. Ein verschmutztes Linsentuch kann die optische Oberfläche zerkratzen und das Modell 4500 MkIII dauerhaft beschädigen. Ersatztücher sind bei Land Instruments International erhältlich. **Gewöhnliche Papier- oder Staubtücher sind nicht geeignet, da Sie die empfindlichen optischen Oberflächen zerkratzen können.**

Um den Retroreflektor zu reinigen, öffnen Sie das Gehäuse, indem Sie die beiden Schnellverschlüsse lösen. Wischen Sie die Glasoberfläche des Retroreflektors vorsichtig mit dem Linsentuch ab. Schließen Sie anschließend das Gehäuse und ziehen Sie die beiden Schnellverschlüsse wieder fest.

Um die Hauptlinsen zu reinigen, öffnen Sie das Gehäuse des Transceivers, indem Sie die beiden Schnellverschlüsse lösen. Wischen Sie die Linsen mit einem Linsentuch ab. Schließen Sie das Gehäuse und ziehen Sie die Schnellverschlüsse fest.

#### VORSICHT



Versuchen Sie nicht, den Nullreflektor von Hand zu bewegen, dadurch könnte das Präzisionsgetriebe irreparabel beschädigt werden.

## C5-3 Ersatzteile und Verbrauchsmaterialien

### Verbrauchsmaterialien

- 320.804 Linsentuch
- 701.972 Flanschdichtring

### Ersatzteile

- 804347 Transceiver (ohne Luftspülvorrichtung)
- 804348 Luftspülvorrichtung
- 804351 Retroreflektor (ohne Luftspülvorrichtung oder -bauteile)
- 804349 Reflektor-Bauteilsatz 0,6 m
  
- 804350 Reflektor-Bauteilsatz 0,8 m
- 801523 Reflektor-Bauteilsatz 1,5 m
- 801524 Reflektor-Bauteilsatz 3,0 m
- 801525 Reflektor-Bauteilsatz 7,0 m
- 804320 Hauptplatine
  
- 804319 Detektorplatine
- 804537 Display-Platineneinheit
- 804542 Anschlussplatteneinheit
- 804321 Flut-LED-Platine
- 804284 Quell-LED-Einheit
  
- 804285 Hauptlinseneinheit
- 804283 Okular-Einheit
- 804322 Einheit f. Auto-Kalibrierung
- 804368 Kalibrierungsmotor und -getriebe
- 804404 Upscale-Filter-Einheit
  
- 804367 Upscale-Gitter-Set
- 804405 Nullreflektor-Einheit
- 804470 Nullreflektor-Gitter-Set
- 804406 Transceivergehäuse, komplett
- 804390 Gehäuseverschluss und -haken (304 SS)
  
- 804599 Xylan-beschichtetes Anti-Korrosions-Kit
- 804394 Gehäusescharniersatz – 1 Paar
  
- 318.238 Schlauchklemme
- 306.046 Schlauch 39 mm – pro m

## Ersatzteile für Standard-Montageflansch 703.020

804557	Kugelscheibe – 3er-Satz
804558	Federscheibe – 24er-Satz
804559	M10 Sicherungsmutter (Nylock) – 3er-Satz
804561	M10 Mutter– 3er-Satz
703.021	M10 Bolzen

## Ersatzteile für großen Montageflansch 702.790

702.749	Kugelscheibe – einzeln
318.284	Federscheibe – einzeln
315.040	M12 Sicherungsmutter (Nylock) – einzeln
705.755	M12 Bolzen – einzeln
802823	M12 Bolzen – einzeln, für Schnellschlussklappe

**Ersatzteile und Verbrauchsmaterialien für AFU und APS****Ersatzteile**

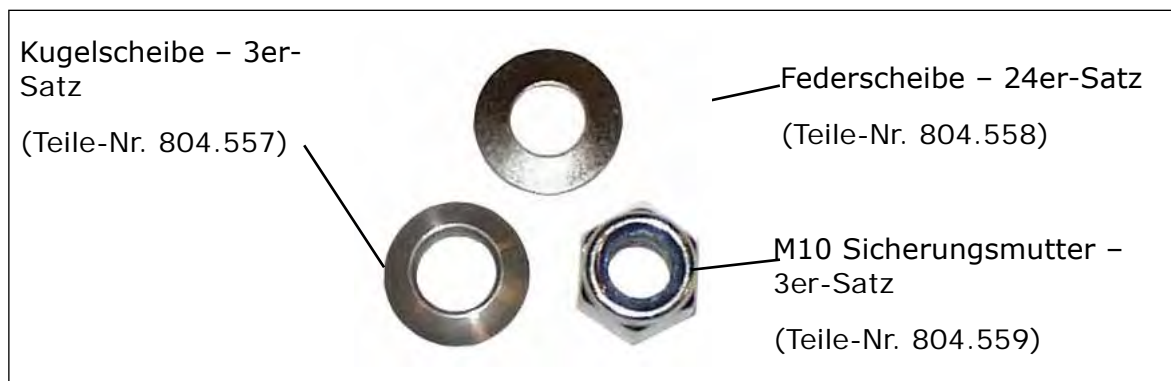
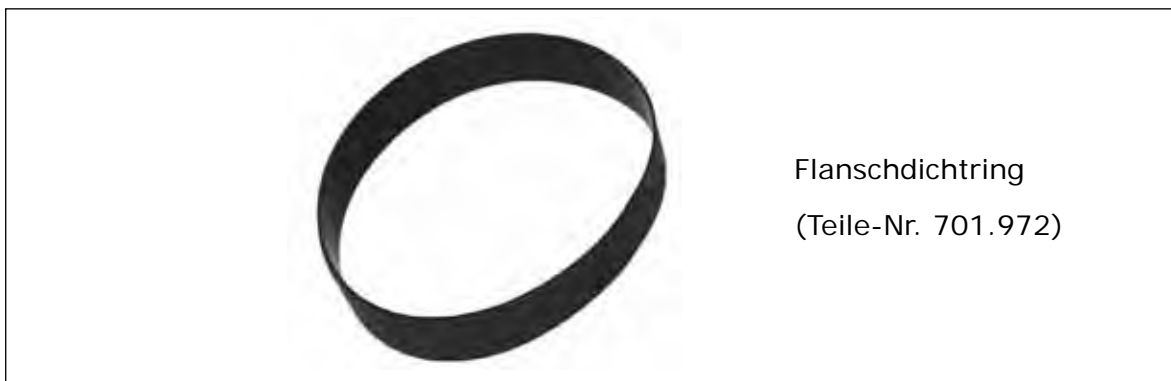
804759	GB2 Kabeldurchführungssatz
804760	Verstärkungsplatte für GB2 Kabeldurchführung
804645	AFU-Hauptplatine
804648	AFU-Prozess-I/O-Platine
804779	Sicherung 6,3A T 20 x 5 250V HBC Überspannungsschutz
804985	Wandmontagesatz
804651	Ethernet-Modulsatz
804777	Erweiterung für Display und Bedienfeld
805468	AFU (ohne Optionen)
805388	APS Stromversorgungsmodul

## Hinweis:

APS1 verfügt nur über 24-V-Gleichstromversorgung

APS2 verfügt über 24-V-Gleichstromversorgung und Netzspannungsverteilung für Gebläse und Klappen

### Bestimmung der Ersatzteile

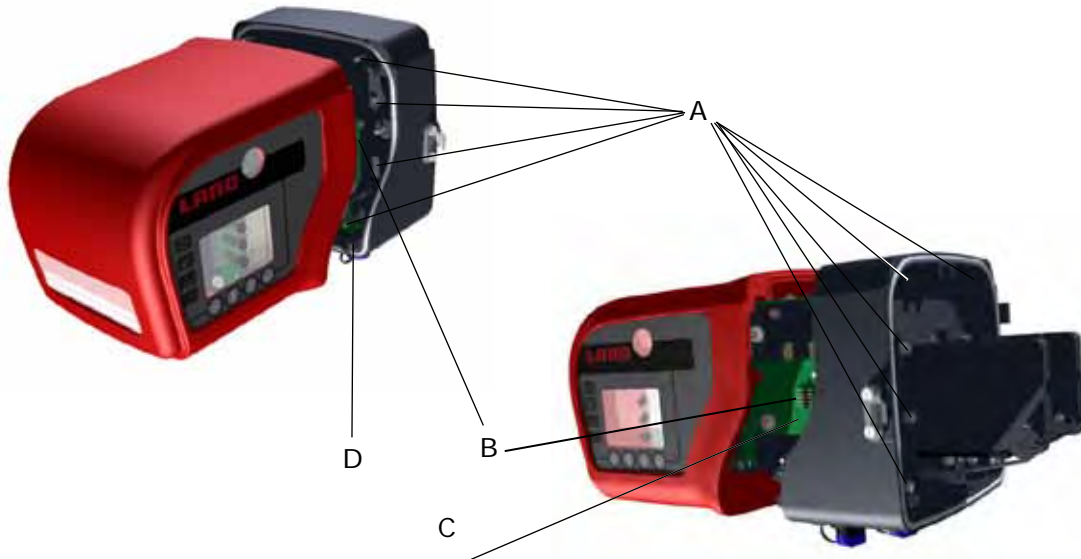




## C5-4 Transceiverabdeckung

### Entfernen der Abdeckung

Sollte es erforderlich sein, die Transceiver-Abdeckung am Modell 4500 MkIII von Land zu entfernen, beispielsweise um Änderungen an Verbindungen oder Schaltern für Kommunikationsoptionen vorzunehmen, gehen Sie wie folgt vor:



Lösen Sie die 8 Schrauben (A). Ziehen Sie die Abdeckung etwa 50 mm zurück. Greifen Sie ins Gehäuse und lösen Sie die Verbindung des Bedienfelds, indem Sie den Stecker (B) nach hinten ziehen. Nehmen Sie jetzt die Abdeckung vollständig ab.

### Aufsetzen der Abdeckung

Überzeugen Sie sich zunächst, dass die Dichtschnur (D) sauber, gleichmäßig in die Führungsnut eingedrückt, lückenlos und unbeschädigt ist. Setzen Sie die Abdeckung wieder auf und achten Sie dabei darauf, dass das Bedienfeldkabel nach vorn zeigt. Wenn die Abdeckung fast geschlossen ist, stecken Sie das Kabel des Bedienfelds auf die Pins der Display-Platine (C). Schließen Sie die Abdeckung vollständig und ziehen Sie die Schrauben fest und gleichmäßig an. Überprüfen Sie abschließend, dass die Dichtschnur auf dem gesamten Umfang des Gehäuses gleichmäßig angedrückt ist. Der Spalt zwischen den Metallteilen sollte 0,5 mm betragen.

## C6 Konfigurationsprotokoll

Füllen Sie bitte das Konfigurationsprotokoll aus.

Allgemeine Informationen	
Geräte-Seriennummer	
Kaufdatum	
Technische Informationen	
Messweglänge	

Durchgeführter Service	
Datum	Maßnahme

Durchgeführte Reparaturen			
Datum	Maßnahme	Ausgetauschtes Bauteil	Teile-Nr.

## D1 Optionale E/A-Module für die AFU

Die Hilfsfunktionseinheit (AFU) kann mit zwei optionalen E/A-Modulen ausgerüstet werden. Diese Module können entweder werkseitig integriert oder getrennt erworben werden.

Zurzeit ist das folgende optionale Modul erhältlich:

- Ethernet-Modul (Land-Teile-Nr. 804651)

### D1.1 Ethernet-Modul (804651)

Wenn Sie das drahtlose Ethernet-Modul installiert haben bzw. dies werkseitig eingebaut ist, sind die folgenden Komponenten erforderlich:

- Digicom-Geräteerkennungssoftware auf CD
- Ethernet-Crossoverkabel
- Laptop oder anderer PC
- 4500 MkIII AFU

#### Ethernet-Verbindung

Die Ethernet-Verbindung stellt eine Hochgeschwindigkeits-Kommunikationsschnittstelle bereit. Sie kann zum Anfordern von aktiven Daten und für die Remotekonfiguration des 4500 MkIII von jeder beliebigen Stelle im Benutzernetzwerk über das Modbus-MBAP-Protokoll verwendet werden.

Um die externe Kommunikation nutzen zu können, müssen Kunden Befehle im für Modbus angegebenen Format an den Prozessor senden.

Ausführliche Angaben zur Standard-Messaging-Schnittstelle von Modbus finden Sie im entsprechenden Modbus-Standard auf [Modbus.org](http://Modbus.org).

Die Modbus-Register für das 4500 MkIII sind im Benutzerhandbuch angegeben.

#### Kabelanforderungen

Der Prozessor verfügt über einen Anschluss für einen 10BASE-T RJ45 STP-Stecker (Shielded Twisted Pair) der CAT5-Kategorie.

Allgemein wird empfohlen, ein abgeschirmtes Kabel 10BASE-T LSOH Kategorie 5 / Stufe 5 STP zu verwenden. Dieses Kabel schützt vor elektromagnetischen Störungen in Industrieumgebungen.

Die Nutzung von nicht abgeschirmten Kabeln 10BASE-T LSOH Kategorie 5 / Stufe 5 UTP ist nur für Gebiete zu empfehlen, die garantiert frei von starken elektromagnetischen Störungen sind.

Die maximale zulässige Kabellänge beträgt 100 m. Sie kann mit externen Netzwerkverstärkern auf 457 m verlängert werden.

Das Ethernet-Modul ist mit der statischen IP-Adresse 10.1.10.200 mit der Subnetzmaske 255.255.0.0 vorkonfiguriert.

Auf die Einheit kann per Webbrowser zugegriffen werden, sofern sich die statische Adresse innerhalb des zulässigen Bereichs in Ihrem Netzwerk befindet.

Wenn das Modul mit dieser statischen Adresse nicht direkt mit Ihrem Netzwerk verbunden werden kann, muss eine direkte Verbindung zwischen dem Modul und einem PC eingerichtet werden, um das Modul zu konfigurieren. Im Folgenden wird beschrieben, wie das Modul mit einem PC unter Windows XP mit SP2 konfiguriert wird.

### Direktverbindung

Zum Konfigurieren des AFU-Ethernet-Moduls wird eine Direktverbindung zum Gerät empfohlen. Die folgenden Anweisungen entsprechen dem bevorzugten Einrichtungsverfahren. Wenden Sie sich bei Rückfragen an Ihre Netzwerkadministratoren.

- 1) Verbinden Sie die AFU und den PC/Laptop mit dem Ethernet-Crossoverkabel.
- 2) Deaktivieren Sie "Proxy-Server" für das System und lassen Sie die direkte IP-Adressierung (Internetprotokoll - TCP/IP) zwischen dem Laptop/PC und dem AFU-Modul zu.
- 3) Die folgenden Anweisungen erläutern schrittweise, wie die IP-Adresse für das AFU-Gerät (statische Adresse) unter Windows XP konfiguriert wird und wie "Proxy-Server" in Internet Explorer deaktiviert wird.
  - Klicken Sie auf dem Windows XP-Desktop auf **Start** und **Einstellungen**.
  - Wählen Sie **Systemsteuerung**.
  - Doppelklicken Sie auf **Netzwerkverbindungen**.
  - Identifizieren Sie den verwendeten Netzwerkadapter (in der Regel **LAN-Verbindung**).
  - Markieren Sie **LAN-Verbindung** und klicken Sie mit der rechten Maustaste darauf.
  - Wählen Sie **Eigenschaften**.
  - Markieren Sie **Internetprotokoll (TCP/IP)**.
  - Klicken Sie auf **Eigenschaften**.
  - Wählen Sie **Folgende IP-Adresse verwenden**.
  - Geben Sie die IP-Adresse ein, die für die AFU-Schnittstelleneinheit angegeben wurde, und fügen Sie 1 zur letzten Zahl der IP-Adresse hinzu:  
z. B. 10.1.10.200 (AFU-IP-Adresse)  
10.1.10.201 (einzugebende IP-Adresse)
  - Legen Sie die **Subnetzmaske** auf 255.255.0.0 (Standard) bzw. identisch mit der AFU fest und vergewissern Sie sich, dass das **Standardgateway** leer ist.
  - Klicken Sie zwei Mal auf **OK**.
  - Schließen Sie die **Systemsteuerung**. Die Einstellungen werden automatisch angewendet.

**So deaktivieren Sie die Option "Proxy-Server":**

- Wählen Sie im Menü **Start** die Option **Internet Explorer**.
- Klicken Sie auf die Registerkarte **Extras**.
- Wählen Sie **Internetoptionen**.
- Klicken Sie auf die Registerkarte **Verbindungen**.
- Klicken Sie auf **LAN-Einstellungen**.
- Vergewissern Sie sich in den Optionen für **Proxyserver**, dass die Option **Proxyserver für LAN verwenden (Diese Einstellungen gelten nicht für VPN- oder Wählverbindungen)** nicht aktiviert ist. Wenn diese Option nicht aktiviert ist, sind die Adresse und die Anschlussoptionen deaktiviert.
- Klicken Sie auf **OK**.
- Schließen Sie **Internet Explorer**.

**Hinweis**

In verschiedenen Versionen von **Internet Explorer** können einige der **Proxyserver**-Optionen von den oben beschriebenen Optionen abweichen.

Wenn das Netzwerk MAC-Adressfilterung anwendet, dann muss zunächst die MAC-Adresse zur Netzwerkkonfiguration hinzugefügt werden.

Die MAC-Adresse des AFU befindet sich auf dem Seriennummernetikett des Moduls.

Weitere Informationen erhalten Sie von Ihrem örtlichen Netzwerkmanager.

Alle AFU-Module werden vor dem Versand auf die werkseitigen Standardeinstellungen eingestellt.

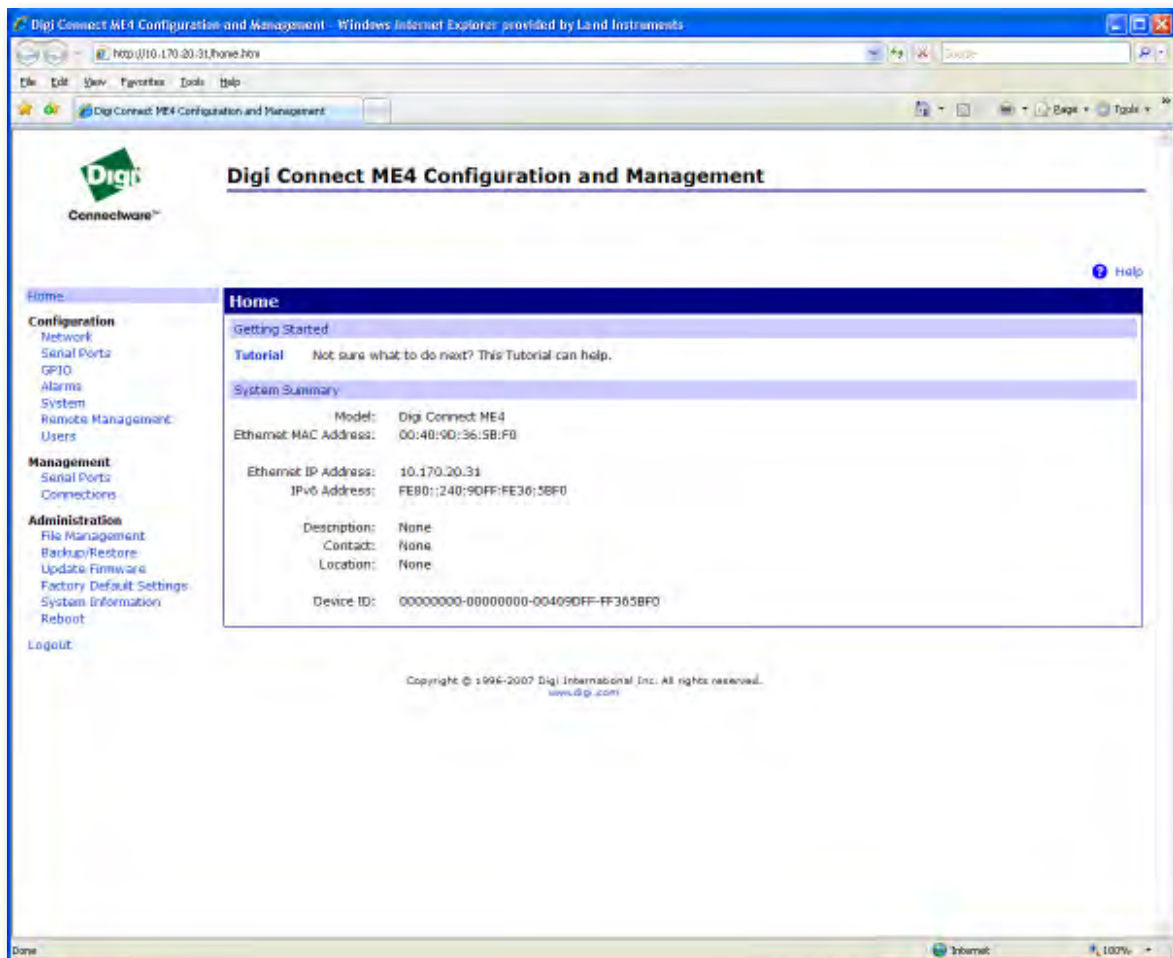
## Werkseitige Standardeinstellungen

- **IP-Adresse = 10.1.10.200 (statisch)**
- **Anschlussnummer = 502**

Die Einheit wird mit fester IP-Adresse geliefert. Die Netzwerkeinstellungen der Einheit können jedoch geändert werden. Geben Sie hierfür Folgendes in das Webbrowserfenster ein:

**http://10.1.10.200/home.htm**

Der Bildschirm **Digi Connect ME4 Configuration and Management** wird angezeigt:



Wählen Sie im Menü **Configuration** die Option **Network** aus. Der Bildschirm **Network Configuration** wird angezeigt.

**Hinweis**

Die Netzwerkparameter dürfen nur von erfahrenen Netzwerkbenutzern geändert werden, da falsche Einstellungen zu Kommunikations- oder Datenverlust führen können.

Wenn der IP-Adressmodus von fest auf dynamisch (DCHP) geändert wird, ändert sich die Adresse, was zu einem Kommunikationsverlust führen kann.

Das Programm **Device Discovery** (auf CD im Lieferumfang des Geräts) kann zum Suchen aller verbundenen Einheiten verwendet werden.

Bei Fragen zu den Einstellungen wenden Sie sich an Ihren Netzwerkmanager.

Wenn die Einheit eigenständig oder in einem Netzwerk mit fester IP verwendet werden soll, sind keine weiteren Änderungen erforderlich, sofern die Einstellungen auf dem Bildschirm **Network Configuration** sich im zulässigen Adressbereich des Netzwerks befinden.

Wenn Änderungen an Einstellungen des Moduls vorgenommen wurden, klicken Sie auf **Apply**, um sie zu übernehmen und zu speichern.

Sobald die Einheit für den Netzwerkbetrieb konfiguriert ist, kommuniziert sie über das MBAP V1.0a TCP-Protokoll, und es sind keine weiteren Einstellungen erforderlich.

Das Modul kann jetzt mit dem Netzwerk verbunden werden. Die Standard-Slave-Adresse des 4500 MkIII Transceiver ist 7. Die tatsächliche Slave-Adresse des Transceivers lässt sich jedoch über die Mensch-Schnittstelle ermitteln. Ein Abgleich über den Modbus-Master ist erforderlich.

Wenn weitere Modbus-Protokolle benötigt werden, schlagen Sie die erforderlichen Einstellungen in der Modbus-Benutzerdokumentation nach.



## Verbrennungs- und Umweltabteilung

### STANDARD-GARANTIEBEDINGUNGEN

Land Instruments International garantiert, dass alle von uns hergestellten Produkte beim Verlassen des Werks den festgelegten Kalibrierwerten, falls vorhanden, entsprechen. Außerdem wird garantiert, dass sie frei von Material- und Herstellungsfehlern und für die normale Nutzung und den Betrieb gemäß ihrer bestimmungsgemäßen Verwendung im Rahmen unserer Spezifikation geeignet sind. Der Garantiezeitraum bei Material- und Herstellungsfehlern beträgt ein Jahr ab dem Versand bzw. der Bereitstellung zum Versand, falls der Versand durch den Kunden verzögert wurde, der zum oder nach dem bestätigten geschätzten Versanddatum benachrichtigt wurde.

Land Instruments International garantiert die Reparatur aller Herstellungsfehler bzw. nach eigenem Ermessen den Ersatz aller mangelhaften Teile bei allen durch sie gefertigten Produkten, vorausgesetzt, das mangelhafte Gerät wird kostenlos und sicher verpackt an unser Werk zurückgesandt. Außerdem wird vorausgesetzt, dass die Waren nur aufgrund von Konstruktions-, Material- oder Herstellungsfehlern und nicht wegen unsachgemäßer Verwendung oder Unfällen Mängel aufweisen.

Komponenten, die bei normaler Verwendung oder Lagerung altern oder abgenutzt werden, wie z. B. Messzellen, Batterien, Vakuumröhren oder Thermoelemente, sind von der Garantie ausgeschlossen. Deren Austausch sowie alle Leistungen, die nicht von der Garantie abgedeckt werden, und Transport- oder Importkosten, die bei Land Instruments International anfallen, sind vom Kunden zu tragen.

Für Geräte oder Komponenten, die Land Instruments International von anderen Herstellern erwirbt und zusammen mit oder in Land Instruments International-Geräten verwendet, gilt nur die Garantie des Originalherstellers.

Garantieleistungen werden nur nach Erhalt eines offiziellen Auftrags durch den Kunden vor Ort ausgeführt. Diesem werden alle Reisekosten und Spesen in Rechnung gestellt, die zur Erbringung der Leistungen anfallen.

Die Abdeckung durch die Garantie gilt nur bei korrekt geplanter Wartung gemäß dem veröffentlichten Wartungsplan. Die Nichteinhaltung der geplanten Wartung hat den Verlust der Garantie zur Folge. Alle Garantieansprüche gelten in diesem Fall nach dem Ermessen von Land Instruments International.

Bei der Herstellung der Produkte wird mit größtmöglicher Sorgfalt vorgegangen. Dennoch haften wir nicht für jegliche, wie auch immer entstandene Folgeschäden durch das Versagen oder ungenaue bzw. fehlerhafte Funktionieren unserer Produkte.